Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG
LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU

Geologische Untersuchungen von Baugrundhebungen im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen (Hebungsgebiet "Nord")

- Sachstandsbericht -

Aktenzeichen:	95-4764//15-7202 Kh/Mt/Ps/Ru/Sag/Tr/W/Pop
Datum:	22.12.2015
Bearbeiter:	Dipl.-Geol. Andreas Koch, Dr. Manfred Martin, Dr. Rupert Prestel, Dr. Clemens Ruch, Dipl.-Geol. Ansgar Sage, Dr. Christian Trapp
Seitenzahl:	159
Anlagen:	11
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen, Parkstraße 16, 71034 Böblingen
Bezug:	Sitzung des Arbeitskreises "Hebungen in Böblingen" im Landratsamt Böblingen vom 15.01.2014; Erste ingenieurgeologische Stellungnahme des LGRB (Az. 95-4764//13-7101 vom 26.08.2013) zur Frage von Bauwerksschäden im Bereich der Altinger Straße und im Hans-Thoma-Weg in Böblingen Hydrogeologische Stellungnahme des LGRB (Az. 95-4764.1//13-7101 vom 20.11.2013) zu möglichen Beeinflussungen des Untergrunds durch die Tiefbrunnen der Böblinger Therme GmbH in Böblingen
Betreff:	Geologische Untersuchungen von Baugrundhebungen im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen Gemeinde: Böblingen Kreis: Böblingen TK 25: 7320
Mehrfertigungen an:	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Referate 41 und 54, Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart; Regierungspräsidium Stuttgart, Referat 54, Ruppmannstraße 21, 70565 Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

Seite:

1 Vorbemerkungen und Veranlassung 10

1.1 Antrag und Anzeigen zum Bau der Erdwärmesonde 10
1.2 Fachtechnische Beurteilung durch das RPF/LGRB gemäß Geothermie-Leitfaden Baden-Württemberg 11
1.3 Erlaubnis-Bescheid, Anzeige des Bohrbeginns 11
1.4 Erste Schadensmitteilungen 13
1.5 Einrichtung des Arbeitskreises 17

2 Arbeitshypothese 19

2.1 Entwicklung der Arbeitshypothese 20
2.2 Erkundungsprogramm 22
2.3 Geologische Grundlagen und Stand der Untersuchungen zum Phänomen des "Gipskeuperquellens" 23

3 Geologische, hydrogeologische und Baugrundverhältnisse 24

3.1 Vorbemerkung 24
3.2 Geologische Verhältnisse 24

3.3 Hydrogeologische Verhältnisse 31
3.3.1 Überblick 31
3.3.2 Tektonische Verhältnisse 32
3.3.3 Grundwasserstände 34
3.3.4 Durchlässigkeiten 38

3.4 Baugrundverhältnisse 38

4 Geländehebungen 39

4.1 Airborne-Laser-Scanning (Differenzmethode) 39

4.2 Messpunktnetz (geodätische Messungen) 42
4.2.1 Erste Messungen 42
4.2.2 Messungen durch Privatpersonen sowie an der Leitung der Bodenseewasserversorgung 44
4.2.3 Regelmäßige Messungen des Messpunktenetzes (Hebungsgeschwindigkeiten) 45

4.3 Geodätische Messungen von Kanaldeckel-/-sohlen und Vergleich mit der Kanaldatenbank (Gesamthebungsbeträge) 51

4.4 Radarinterferometrie 53
4.4.1 Räumliche Ausdehnung und Beträge der Hebungsgeschwindigkeit..... 53
4.4.2 Auswertung über den Beginn der Hebungen 61
4.4.3 Etwaige weitere Hebungsgebiete in Böblingen 65
4.4.4 Auswirkungen der Sanierungsmaßnahmen in der Siemensstraße 11 ... 68

4.5 Zusammenfassung der Messergebnisse 75

5 Erkundungsmaßnahmen 77

5.1 Erkundungsbohrung B1a 77
5.1.1 Stammdaten, Ausbauhinweise 78
5.1.2 Geologische Schichtabfolge B1a 87

5.2 Begleitende Grundwassermessstellen B1 und B1b 91

6 Hydrogeologische Untersuchungen 97

6.1 Analytikumfang 97

6.2 Grundwasserstockwerke 98
6.2.1 Grundwasserstockwerk in der Stuttgart-Formation (Schilfsandstein) 98
6.2.2 Grundwasserstockwerk in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) 101
6.2.3 Grundwasserstockwerk in der Erfurt-Formation (Unterkeuper) 104
6.2.4 Grundwasserstockwerkim Oberen Muschelkalk 104

6.3 Mineral-Sättigungszustände 110

7 Untersuchungen im Bohrloch der B1a 111

7.1 Geophysikalische Bohrlochmessungen 112
7.1.1 Optischer Bohrlochscanner (ETIBS) 112
7.1.2 Akustischer Scanner (BHTV) 112
7.1.3 Kalibermessung 113
7.1.4 Messung von Neigung und Richtung 113
7.1.5 Natürliche Gammastrahlung 113

7.2 Ergebnisse der geophysikalischen Bohrlochmessungen in B1a 114

8 Laborergebnisse an Bohrkernproben der B1a 119

8.1 Gliederung der Erkundungsbohrung B1a in Homogenbereiche 123
8.2 Dünnschliffe 128

9 Geologische und technische Angaben sowie Raumlagen (Inklination und Azimut) zu den Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2, Siemensstraße 11 132

9.1 Raumlagemessungen der Erdwärmesonden 134

9.2 Ruhetemperaturprofile in den Erdwärmesonden 135
9.2.1 Vorbemerkungen zu Temperaturmessungen in Erdwärmesonden 136
9.2.2 Temperaturprofilmessungen in den Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 137
9.3 Bohrlochgeophysikalische Messungen in den Erdwärmesonden 140

10 Prüfung und Einleitung schadensbegrenzender Maßnahmen 145

10.1 Ausgangslage 145
10.2 Nachverpressung der Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 150

11 Zusammenfassung 154

12 Literatur 159

Abbildungsverzeichnis:

Abb.1.1: Ausdehnung und Hebungsbeträge der Schadenfälle "Altinger Straße" und "Hans-Thoma-Weg" in Böblingen

Abb. 2.1: Ruhetemperaturprofile in den beiden Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2

Abb. 3.1: Ausschnitt aus Geologischer Karte mit Eintrag der Schnittlage abgebildeter Geologischer Längsschnitte

Abb. 3.2.1: Hydrogeologischer Übersichtsschnitt Böblingen mit Eintrag der bis in den Oberen Muschelkalk reichenden Aufschlussbohrungen sowie der mo-Druckhöhe

Abb. 3.2.2: Hydrogeologischer Detailschnitt (7 km Länge) mit Eintrag der als Stützstellen gewählten Bohrungen, der mo-Druckhöhe sowie des Grundwasserstandes in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper)

Abb. 3.3: Lithostratigraphische Einheiten des Keupers und des Muschelkalks für Baden-Württemberg

Abb. 3.2.3: Hydrogeologischer Detailschnitt (4 km Länge) mit Eintrag der als Stützstellen gewählten Bohrungen, der mo-Druckhöhe sowie des Grundwasserstandes in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper)

Abb. 3.4: Auswertung der Wasserstandsganglinie im tiefen Muschelkalk-Grundwasserstockwerk (28.03. – 07.04.2015)

Abb. 4.1: Darstellung der absoluten Geländehebungsbeträge auf Grundlage eines Vergleichs von zwei Airborne-Laser-Scanmessungen 05.02.2002 – 07.03.2013

Abb.4.2: Darstellung der geodätischen Messpunkte seit dem 21.08.2013 (Feinnivellement)

Abb. 4.3: Hebungsgeschwindigkeiten [mm/Monat] in der Messperiode 10.10.2013 – 18.02.2014 (rote Punkte: Hebung, blaue Punkte: Stabilität)

Abb. 4.4: Hebungsgeschwindigkeiten [mm/Monat] in der Messperiode 18.02.2014 – 09.09.2014 (rote Punkte: Hebung, blaue Punkte: Stabilität)

Abb. 4.5: Hebungsgeschwindigkeiten [mm/Monat] in der Messperiode 09.09.2014 – 24.03.2015 (rote Punkte: Hebung, blaue Punkte: Stabilität)

Abb. 4.6: Hebungsgeschwindigkeiten [mm/Monat] in der Messperiode 24.03.2015 – 12.10.2015 (rote Punkte: Hebung, blaue Punkte: Stabilität)

Abb. 4.7: Darstellung der durch geodätische Messungen nachgewiesenen absoluten Hebungsbeträge [mm] im Zeitraum 16.05.2013 – 12.10. 2015 (7 Messpunkte, violett) bzw. 10.10.2013 – 12.10.2015 (16 Messpunkte, orange)

Abb. 4.8: Differenz [mm] zwischen Höhenangaben aus der Kanaldatenbank (Messwerte 1998 – November 2008) und den Messergebnissen vom 20.10.2015, (rote Punkte: Hebung, blaue Punkte: Stabilität)

Abb. 4.9: Nullmessung der interferometrischen Zeitserienanalyse am 25.02.2014 und Darstellung der zahlreichen auswertbaren Reflektorsignale

Abb. 4.10: Darstellung der akkumulierten Hebungsbeträge zwischen dem 25.02.2014 – 26.06.2014, auf Grund der Problematik der unbekannten horizontalen Bewegung ohne absolute Messergebnisse

Abb. 4.11: Darstellung der akkumulierten Hebungsbeträge zwischen dem 25.02.2014 – 11.09.2014

Abb 4.12: Hebungsgeschwindigkeit Februar 2014 – September 2014 im Bereich des Hebungszentrums (Airbus Defence and Space, Bericht vom 22.10.2014)

Abb 4.13: Hebungsgeschwindigkeit 28.02.2014 – 28.03.2015 (Airbus Defence and Space, Bericht vom 22.05.2015)

Abb. 4.14: Auswertung der Fa. Airbus Defence and Space über die Hebungsgeschwindigkeiten im Bereich der östlichen Altinger Str. für den Zeitraum Mai 2011 bis März 2013

Abb. 4.15: "Vorabauswertung" der Fa. Airbus Defence and Space über die Hebungsgeschwindigkeit im Bereich Altinger Str. 9-11 für den Zeitraum März – Oktober 2013 gemäß E-Mail vom 28.02.2014 (TerraSat-X, StripMap-Modus)

Abb. 4.16: Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm für ein Reflektionssignal im Bereich Altinger Straße 18 mit Eintragung des Ausführungszeitpunktes der Bohrung in der Siemensstraße 11

Abb. 4.17: Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm für ein Reflektionssignal im Bereich Altinger Straße 16 mit Eintragung des Ausführungszeitpunktes der Bohrung in der Siemensstraße 11

Abb. 4.18: Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm für ein Reflektionssignal im Bereich Altinger Straße 10 mit Eintragung des Ausführungszeitpunktes der Bohrung in der Siemensstraße 11

Abb. 4.19: Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm für ein Reflektionssignal im Bereich Altinger Straße 2 mit Eintragung des Ausführungszeitpunktes der Bohrung in der Siemensstraße 11

Abb. 4.20: Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm für ein Reflektionssignal im Bereich Robert-Bosch-Straße 6 mit Eintragung des Ausführungszeitpunktes der Bohrung in der Siemens-straße 11

Abb. 4.21 Darstellung eines "Hebungsgebietes" im Bereich Kopernikus-/Hüttentalstraße mit möglichen "Hebungs"raten von bis zu 0,2 mm/Monat im Zeitraum 1992 – Dezember 2000

Abb. 4.22: Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm für einen Reflektor im Bereich Altinger Straße 4 mit erkennbarer Verlangsamung der Hebungsgeschwindigkeit ab dem 21.01.2015

Abb. 4.23 Räumliche Verteilung der Hebungsgeschwindigkeiten am 09.05.2014 im Hebungsgebiet "Nord" mit einem Hebungszentrum im Bereich Altinger Straße 2-4-6 (Hebungsgeschwindigkeit: >= 6 mm/Monat)

Abb. 4.24: Räumliche Verteilung der Hebungsgeschwindigkeiten im Hebungsgebiet "Nord" am 09.09.2014 mit einem Hebungszentrum im Bereich Altinger Straße 2-4-6 (Hebungs-geschwindigkeit: >= 6 mm/Monat)

Abb. 4.25: Räumliche Verteilung der Hebungsgeschwindigkeiten (überall < 6 mm/Monat) im Hebungsgebiet "Nord" am 09.03.2015

Abb. 4.26: Räumliche Verteilung der Hebungsgeschwindigkeiten (überall < 6 mm/Monat) im deutlich verkleinerten Hebungsgebiet "Nord" am 09. Juli 2015

Abb. 4.27: Räumliche Verteilung der Hebungsgeschwindigkeiten (nahezu überall < 2 mm/Monat) im deutlich verkleinerten Hebungsgebiet "Nord" am 09.09.2015

Abb. 5.1: Lageplan der B1a, der begleitend errichteten Grundwassermess-stellen B1 und B1b sowie der Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 an der Siemensstraße im Hebungsgebiet "Nord"

Abb. 5.2: Vereinfachte zusammenfassende Geologische Profilsäule der Erkundungsbohrung B1a mit Angaben zum Zwischen- und Endausbau (=Rückbau)

Abb. 5.3: Vereinfachte zusammenfassende Geologische Profilsäule der Grundwassermess stelle B1 mit Angaben zum Messstellenausbau

Abb. 5.4: Vereinfachte zusammenfassende Geologische Profilsäule der Grundwassermess stelle B1b mit Angaben zum Messstellenausbau

Abb. 5.5: Datenlogger-Aufzeichnungen der Grundwasserstände in B1a, B1 und B1b

Abb. 6.1: Piper-Diagramm: Hydrochemische Typisierung von Schilfsandstein- und Gipskeuper-Grundwässern in der GWM B1b und GWM B1

Abb. 6.2: Udluft-Diagramm: Äquivalentkonzentrationen von Schilfsandstein-Grundwasser in der GWM B1b (09.07.2015, Mg-Ca-HCO_3-Cl-Typ)

Abb. 6.3: Udluft-Diagramm: Äquivalentkonzentrationen von Gipskeuper-Grundwasser in der GWM B1 (10.07.2015, Ca-Mg-SO_4-HCO_3-Typ)

Abb. 6.4: Schoeller-Diagramm: Äquivalentkonzentrationen von Schilfsandstein- und Gipskeuper-Grundwässern in der GWM B1b und GWM B1

Abb. 6.5: Piper-Diagramm: Hydrochemische Typisierung von Oberer Muschelkalk-Grundwasser in der GWM B1a und im Tiefbrunnen I

Abb. 6.6: Udluft-Diagramm: Äquivalentkonzentrationen von Oberer Muschelkalkgrundwasser in der GWM B1a (27.03.2015, Ca-Mg-HCO_3-SO_4-Typ)

Abb. 6.7: Schoeller-Diagramm: Äquivalentkonzentrationen von Oberer Muschelkalk-Grundwasser in der GWM B1a und im Tiefbrunnen I

Abb. 6.8: Udluft-Diagramm: Äquivalentkonzentrationen von Oberer Muschelkalk-Grundwasser im Tiefbrunnen I (1979, Ca-Mg-SO_4-HCO_3-Typ)

Abb. 7.1: Polpunkte der mittels Akustik-Bohrlochscan gemessenen sedimentären Flächen (Schichtflächen, fazielle Grenzflächen)

Abb. 7.2: Polpunkte der mittels Akustik-Bohrlochscan gemessenen Kluftflächen

Abb. 8.1: Kernstück aus B1a bei 104,20 m (Plattengips Grundgipsschichten, kmGIp): Anhydritlage ① in Tonstein ②, (noch) keine Umwandlungserscheinung.

Abb. 8.2: Kernstück aus B1a bei 104,30 m (Plattengips Grundgipsschichten, kmGIp): Beginnende Rissbildung mit wenigen Hohlräumen (= schwarz) in gefälteter tonreicher Zwischenlage ①, noch sehr wenig Gips, viel Anhydrit ②.

Abb. 8.3: Kernstück aus B1a bei 104,20 m (Plattengips Grundgipsschichten, kmGIp): Anhydritführender Tonstein ①, mit Anhydrit gefüllter (alter) Riss ②, von neuer, noch offener Kluft durchschlagen mit lateralem Versatz ③, noch keine Gipsneubildung.

Abb. 8.4: Kernstück aus B1a bei 100,50 m (Bochingen-Horizont, kmBH): Anhydrit-führender Tonstein ① mit Fasergips-Kluft ②, letzterer z.T. sigmoidal durch Bewegung, jüngerer Riss quert ersten, Hohlraum unterhalb Fasergips-Kluft noch ungefüllt ③.

Abb. 8.5: Kernstück aus B1a bei 100,50 m (Bochingen-Horizont, kmBH): Mehrphasige Kluftfüllung aus Fasergips ① parallel und lateral einer Anhydritlage ② in Tonstein ③.

Abb. 9.1: Ergebnisse der ausgeführten Raumlagemessungen (EWS 1 und EWS 2)

Abb. 9.2: Temperaturprofile der kabelgebundenen Temperaturmessungen in EWS 1 vom 03.01.2014 und in EWS 2 vom 02.01.2014 durch Fa. Voutta, Herrenberg

Abb. 9.3: Ruhetemperaturprofile der faseroptischen Temperaturmessungen in EWS 1 und EWS 2 vom 21.10.2014 durch Fa. GTC Karlsruhe

Abb. 9.4: Korrelation der in B1a und B1 gewonnenen Bohrergebnisse mit den Gammamessungen in B1a, B1, EWS 1 und EWS 2

Abb. 10.1: Entwicklung der Hydratationswärme beim Abbinden von Sulfadur

Abb. 10.2: Zementabbindetemperaturen im Sanierungsverlauf EWS 1

Abb. 10.3: Zementabbindetemperaturen im Sanierungsverlauf EWS 2

Tabellenverzeichnis:

Tab. 3.1: Mächtigkeiten der einzelnen Schichtfolgen der Grabfeld-Formation (Gipskeuper).

Tab. 3.2: Schichten und Mächtigkeiten in der Umgebung von Böblingen

Tab. 3.3 : Grundwasserstände von Grundwässern in Böblingen (Hebungsgebiet "Nord")

Tab. 3.4: Grundwasserstände von Grundwässern in Böblingen (Böblinger Therme)

Tab. 5.1: Stammdaten der Erkundungsbohrung B1a, der begleitend errichteten Grundwassermessstellen B1 und B1b sowie der Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 im Hebungsbereich "Nord"

Tab. 5.2: Bohrtechnische Eckdaten beim Abteufen der B1a

Tab. 5.3: Zusammenstellung der in der B1a eingebauten Sperrrohrtouren.

Tab. 5.4: Zusätze und Parameter der inhibierten Bohrspülung.

Tab. 5.5: Bauzeitenplan der B1a (nach Geotechnischem Bericht Vees und Partner, Anl. 11)

Tab. 6.1: Hydrochemische Analysen von Grundwässern in Böblingen (Hebungsgebiet "Nord")

Tab. 6.2: Mineral-Sättigungszustände von Grundwässern in Böblingen

Tab. 7.1: Übersicht über die eingesetzten geophysikalischen Untersuchungsmethoden in B1a

Tab. 8.1: Übersicht über Art und Anzahl der durchgeführten Laboruntersuchungen

Tab. 8.2: Gliederung der B1a in Homogenbereiche

Tab. 9.1: Zusammenstellung der EWS-Bohrbeschreibung

Anlagenverzeichnis:

Anlagen DVD zum Sachstandsbericht Nord

Anlage 1: Lageplan

Anlage 2: Bohrungen
Anlage 2.1: B1 a (mo)
Anlage 2.1.1: Geologisches Schichtenverzeichnis LGRB B1 a
Anlage 2.1.2: Bohrkernfotos B1 a
Anlage 2.1.3: Ausbau- und Verfüllschema B1 a
Anlage 2.2: B1 (km1)
Anlage 2.2.1: Geologisches Schichtenverzeichnis LGRB B1
Anlage 2.2.2: Bohrkernfotos B1
Anlage 2.2.3: Ausbauschema B1
Anlage 2.3: B1b (km2)
Anlage 2.3.1: Geologisches Schichtenverzeichnis B1 b
Anlage 2.3.2: Fotodokumentation des Bohrkleins B1 b
Anlage 2.3.3: Ausbauschema B1 b

Anlage 3: Grundwasseranalysen
Anlage 3.1: B1 a (mo)
Anlage 3.2: B1 (km1)
Anlage 3.3: 1b (km2)

Anlage 4: Geophysikalische Bohrlochmessungen
Anlage 4.1: Bohrlochmessungen in B1 a (mo)
Anlage 4.2: Bohrlochmessungen in B1 (km1)

Anlage 5: Hydraulische Tests
Anlage 5.1: B1 a (mo) und B1 (km1)
Anlage 5.2: B1 b (km2)

Anlage 6: Temperaturmessungen in den EWS

Anlage 7: Geophysikalische Messungen in den EWS

Anlage 8: Mineralogische Untersuchungen
Anlage 8.1: LGRB Probetabelle B1 a (mo)
Anlage 8.2: LGRB Analysenergebnisse B1 a (mo)

Anlage 9: EWS-Sanierung
Anlage 9.1: Schnitt- und Verpresslagen in EWS 1 und 2
Anlage 9.2: Zementabbindetemperaturprofile EWS 1 und 2
Anlage 9.3: Glasfasermessungen in EWS 1 und 2
Anlage 9.4: Zwischenverwahrung EWS 1 und 2

Anlage 10: Satellitenmessungen Airbus DS Geo GmbH

Anlage 11: Geotechnischer Bericht Vees und Partner Az. 14012

1 Vorbemerkungen und Veranlassung

Baden-Württemberg setzt im Hinblick auf den Klimaschutz und zur Schonung fossiler Energieträger auf die verstärkte Nutzung regenerativer Energien. Einen wichtigen Beitrag hierzu liefert die oberflächennahe Geothermie.

Im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen (Siemensstraße 11) wurden im Auftrag eines privaten Bauherrn eine Erdwärmesonden-Anlage hergestellt, um das Wohngebäude mit Erdwärme beheizen zu können. Die Erdwärmesonden-Anlage besteht aus zwei jeweils 130 m tiefen Bohrungen, die in der Zeit zwischen dem 29.09.2008 bis 01.10.2008 von der Bohrfirma Gungl im Imlochbohrhammerverfahren ausgeführt wurden.

Die Erdwärmesonden an der Siemensstraße standen im Verdacht, im Untergrund Prozesse auszulösen, die zu den im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen (Hebungsgebiet "Nord", vgl. Anl. 1) zunehmenden Geländeverformungen sowie den Verformungen und Schäden an Gebäuden und Infrastruktur führen.

Die Beantragung und Herstellung der Erdwärmesonden an der Siemensstraße 11 liegt in dem Zeitraum, in dem das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) nach den Erfahrungen des EWS-Schadensfalls Staufen bereits vor der sogenannten "Gipsspiegelbegrenzung" (Rundmail des LGRB an die Umweltämter der Stadt- und Landkreise, LGRB-Az.: 94-4763//09-942 En/Pop vom 03.02.2009) konkrete Auflagenempfehlungen zur Vermeidung von durch Bohrarbeiten induzierte Schäden abgegeben hat.

1.1 Antrag und Anzeigen zum Bau der Erdwärmesonden

Für den Bau und Betrieb von Erdwärmesondenanlagen sind wasserrechtliche Genehmigungen einzuholen. Die Anträge auf Erteilung der wasserrechtlichen Erlaubnis wurden beim zuständigen Landratsamt Böblingen gestellt. Für die zugehörigen Bohrungen bestehen auch außerhalb des Wasserrechts Anzeigepflichten. Da beide beantragten Bohrungen mehr als 100 m in den Untergrund eindringen sollten, bestand gegenüber dem Regierungspräsidium Freiburg, Landesbergdirektion, Anzeigepflicht nach § 127 BBergG.

Darüber hinaus besteht nach § 4 Lagerstättengesetz gegenüber dem Geologischen Dienst am RPF/LGRB Anzeigepflicht und die Pflicht zur Überlassung der Bohrergebnisse für die Zwecke der Landesaufnahme. Die Dokumentationen beider angezeigten Erdwärmesondenbohrungen an der Siemensstraße sind am 23.10.2008 beim LGRB eingegangen und wurden unter ARNUM: 7320-1268 und 7320-1269 in der LGRB-Aufschlussdatenbank erfasst.

1.2 Fachtechnische Beurteilung durch das RPF/LGRB gemäß Geothermie-Leitfaden Baden-Württemberg

Aufgrund der Tatsache, dass die Bohrungen mehr als 100 m tief beantragt wurden, war gemäß "Geothermie-Leitfaden des Landes Baden-Württemberg (UM 2005)" im Kontext des wasserrechtlichen Verfahrens eine weitere fachtechnische Prüfung durch das LGRB vorgesehen.

Die Bohrlokation Siemensstraße in Böblingen liegt nach Geothermie-Leitfaden (Bewertungskarte: Hydrogeologische Kriterien zur Anlage von Erdwärmesonden in Baden-Württemberg) in der Zone B1, wonach die "Untergrundverhältnisse für den Bau und Betrieb von Erdwärmesonden bis zu einer Tiefe von 200 m hydrogeologisch günstig" und "bei größeren Bohrtiefen wegen ausgeprägter Stockwerksgliederung hydrogeologisch ungünstig" sind und "Einzelfallprüfung erforderlich ist". In Übersignatur weist die Bewertungskarte des Geothermie-Leitfadens auf die Lage in rechtskräftigen und fachtechnisch abgegrenzten Wasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten hin, wonach "Erdwärmesonden nicht erlaubt bzw. im Einzelfall zu beurteilen sind".

1.3 Erlaubnis-Bescheid, Anzeige des Bohrbeginns

Die Bohranzeige wurde von der Landesbergdirektion unter Az. 4721.1/2008007987 bestätigt und unter entsprechenden Nebenbestimmungen und Hinweisen sowie der fachtechnischen geologischen Stellungnahme des LGRB dem Antragssteller am 29.09.2008 zugeleitet. In der fachtechnischen Stellungnahme des LGRB

(Az. 4721.1//08-007987 vom 05.09.2008) wurden folgende Hinweise auf besondere Georisiken und Auflagen mitgeteilt:

Hinweise: Bohr- und ausbautechnische Schwierigkeiten wegen größerer Kluft- und Karsthohlräume im Untergrund möglich; betonaggressives Grundwasser im Untergrund zu erwarten.

Auflagen: Verwendung von sulfatbeständigem Zement, Beim Anfahren von Hohlräumen > 2 m oder vollständigem Spülverlust: Abbruch der Bohrung und Wiederverfüllung des Bohrlochs entsprechend technischer Vorgaben im Leitfaden.

Sonstiges: Karbonat- und/oder Sulfatgestein mit Verkarstung im Untergrund (< 50 m unter Gelände): Im verkarsteten Untergrund sind im ungünstigen Fall bohrbedingte Verbrüche und Setzungen nicht auszuschließen.

Sulfathaltige Gesteine im Untergrund: Beim Auftreten sulfathaltiger Gesteine kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Funktionsfähigkeit der Erdwärmesonde als Folge der Umwandlung von Anhydrit in Gips (Volumenzunahme) im Laufe der Zeit eingeschränkt wird bzw. verloren geht. Ebenfalls sind Geländehebungen durch Volumenzunahme bei der Umwandlung von Anhydrit in Gips nicht auszuschließen.

Durch geeignete bohrtechnische Maßnahmen ist sicherzustellen, dass es als Folge der Bohrung zu keiner zusätzlichen Lösung von Gips und keiner zusätzlichen Umwandlung von Anhydrit in Gips kommt.

Bemerkungen: Lage in der Außenzone des Heilquellenschutzgebiets für die staatlich anerkannten Heilquellen in Stuttgart-Bad Canstatt und Stuttgart-Berg. Beim Bau von Erdwärmesonden in der Außenzone des Heilquellenschutzgebiets ist zu beachten, dass die Verwendung von wassergefährdenden oder organischen Stoffen in den Anlageteilen im Unterkeuper und in tieferen Schichten verboten ist.

Die wasserrechtliche Erlaubnis wurde unter Az. 41-692.241 am 29.09.2008 gem. §§ 2, 3 und 7 WHG unter Auflagen und Bedingungen aus dem Bescheid vom Landratsamt Böblingen erteilt.

Die wasserrechtliche Erlaubnis ist inhaltlich u.a. an folgende Auflagen und Bedingungen gebunden:

- *Bau der Anlage erfolgt nach den anerkannten Regeln der Technik*
- *Lage im Heilquellenschutzgebiet Stuttgart: bei Bohrungen im Unterkeuper und Muschelkalk nur "nicht wassergefährdende" Flüssigkeiten oder Glykol-Wasser-Gemische mit max. 200 Liter und in einer Konzentration von max. 3 % Glykol*
- *Betrieb der Erdsonde erfolgt nur ohne Gefahr einer Vereisung des Untergrundes*
- *Nur eine nach DVGW-Merkblatt W 120 zertifizierte Bohrfirma darf beauftragt werden*
- *Bohrung ist durch geologische Aufnahme zu dokumentieren. Stockwerksübergreifender Ausbau ist unzulässig. Falls eine eindeutige Klärung der geologischen Verhältnisse, besonders bei Stockwerksbau, anhand der Bohrproben nicht möglich ist, ist ein gamma-ray-log zu fahren. Bei der ersten Bohrung sind alle Meter Bohrproben zu entnehmen und für eine Aufnahme durch das LGRB aufzubewahren.*
- *Beim Bohren sind GW-Stände, Spülverluste, Hohlräume, Klüftigkeit etc. zu protokollieren. Bei Hohlräumen > 2 m oder vollständigem Spülverlust ist die Bohrung abzubrechen und entsprechend den Vorgaben im Leitfaden zu verfüllen. Es ist sicherzustellen, dass es zu keiner zusätzlichen Lösung von Gips oder einer Umwandlung von Anhydrit in Gips kommt.*
- *Bohrlochringraum ist von unten nach oben vollständig mit sulfatbeständiger Suspension zu verpressen, die nach Erhärtung dauerhaft dicht und beständig sein muss. Bohrlochdurchmesser ist ausreichend groß zu wählen und Verpressschlauch mit der Sonde einzubringen (nach VDI 4640). Suspensionsmenge ist zu erfassen.*
- *Es ist im Lufthebeverfahren zu bohren.*

Besonderheiten oder Probleme beim Bohren, beim Ausbau und beim Abdichten der Erdwärmesondenbohrungen wurden nicht gemeldet.

1.4 Erste Schadensmitteilungen

Nach Mitteilung des LRA Böblingen wurden im Bereich der Altinger Straße sowie im Hans-Thoma-Weg in Böblingen ab dem Jahr 2011 und vermehrt im Jahr 2012 Bauwerkssschäden gemeldet, die sich als Risse an Haupt- und Nebengebäuden darstellen. Das LRA Böblingen hat hierüber das LGRB per E-Mail vom 07.02.2013, vom 26.06.2013 und vom 05.07.2013 in Kenntnis gesetzt.

Nach Angabe des LRA Böblingen sei die Schadensentwicklung nach Mitteilung betroffener Grundstückseigentümer anhaltend und fortschreitend. Seitens der Stadtwerke Böblingen wurde für den Bereich Altinger Straße bereits ein Baugrundgutachter (ihb Tübingen, 2012) eingeschaltet, welcher einen kausalen Zusammenhang aufgetretener Schäden mit durchgeführten Leitungsarbeiten (erfolgt im Jahre 2008 / 2009) ausschloss. Einzelne betroffene Grundstückseigentümer haben darüber hinaus im Jahr 2013 eigene Begutachtungen durch ein privates Ingenieurbüro veranlasst. In seinen Stellungnahmen kommt der Gutachter zu der Ansicht, dass "ein Zusammenhang der Risse mit einem nicht ausreichend tragfähigen Untergrund aus geotechnischer Sicht nicht besteht" (BGU Deckenpfronn, 2013).

Wie das LRA Böblingen im damaligen Bezugsschreiben (E-Mail vom 07.08.2013) festhält, wird seitens der Betroffenen auf Grund der zeitlichen Entwicklung der aufgetretenen Schäden der "hochgradige Verdacht" geäußert, dass die festgestellten Schadensbilder bzw. die Schadensentwicklung Folge von in der Umgebung durchgeführten Erdwärmesondenbohrungen sein könnten. Hierdurch seien "möglicherweise Hebungsprozesse durch die Umwandlung von Anhydrit in Gips in Gang gesetzt worden" (BGU, Deckenpfronn 2013).

Zur Objektivierung des vorgetragenen Sachverhaltes hat das LRA Böblingen im Frühjahr 2013 ein Vermessungsbüro (intermetric Stuttgart) beauftragt, in den beiden bis dahin in Rede stehenden Wohngebieten "Altinger Straße" und "Hans-Thoma-Weg" geodätische Messpunkte einzurichten sowie nach erfolgter Nullmessung präzise geodätische Messungen nach Lage und Höhe vorzunehmen.

Das LRA Böblingen hat dem LGRB die bis dahin in zweiter Folgemessung vorliegenden geodätischen Messergebnisse mit der Bitte um fachtechnische Bewertung und um Hinweise zur weiteren Vorgehensweise übersandt. Das LGRB hat daraufhin in der Bezugsstellungnahme LGRB-Az. 95-4764//13-7101 vom 26.08.2013 eine erste fachliche Bewertung vorgenommen und die Messergebnisse in einer Übersichtskarte auf Grundlage des hochauflösenden Digitalen Geländemodells sowie des Amtlichen Liegenschaftskatasters dargestellt. Darin sind für zwei erkennbare Hebungsareale "Altinger Straße" sowie "Hans-Thoma-Weg" die an den Straßenmesspunkten bis zur 2. Folgemessung aufgelaufenen Hebungsbeträge eingetragen. Ferner sind darin die dem LGRB bekannten Bohrvorhaben für Erdwärmesonden dargestellt.

Das LGRB hat im Zuge der Ingenieurgeologischen Landesaufnahme am 09.01.2014 eine Laserscan-Befliegung beauftragt (Fa. BSF, Pasewalk). Durch Differenzbildung der landesweit vorhandenen Airborne-Laserscanmessungen vom 05.02.2002 (LVA Baden-Württemberg) und vom 09.01.2014 war es erstmals möglich, die Ausdehnung und Hebungsbeträge der beiden Hebungsareale um die Altinger Straße (Hebungsbereich "Nord") und um den Hans-Thoma-Weg (Hebungsbereich "Süd") dazustellen (Abb. 1.1). Dabei wurde auch erkennbar, dass sich der Hebungsbereich "Süd" in mindestens zwei lokale Hebungsbereiche differenzieren lässt (s. u.).

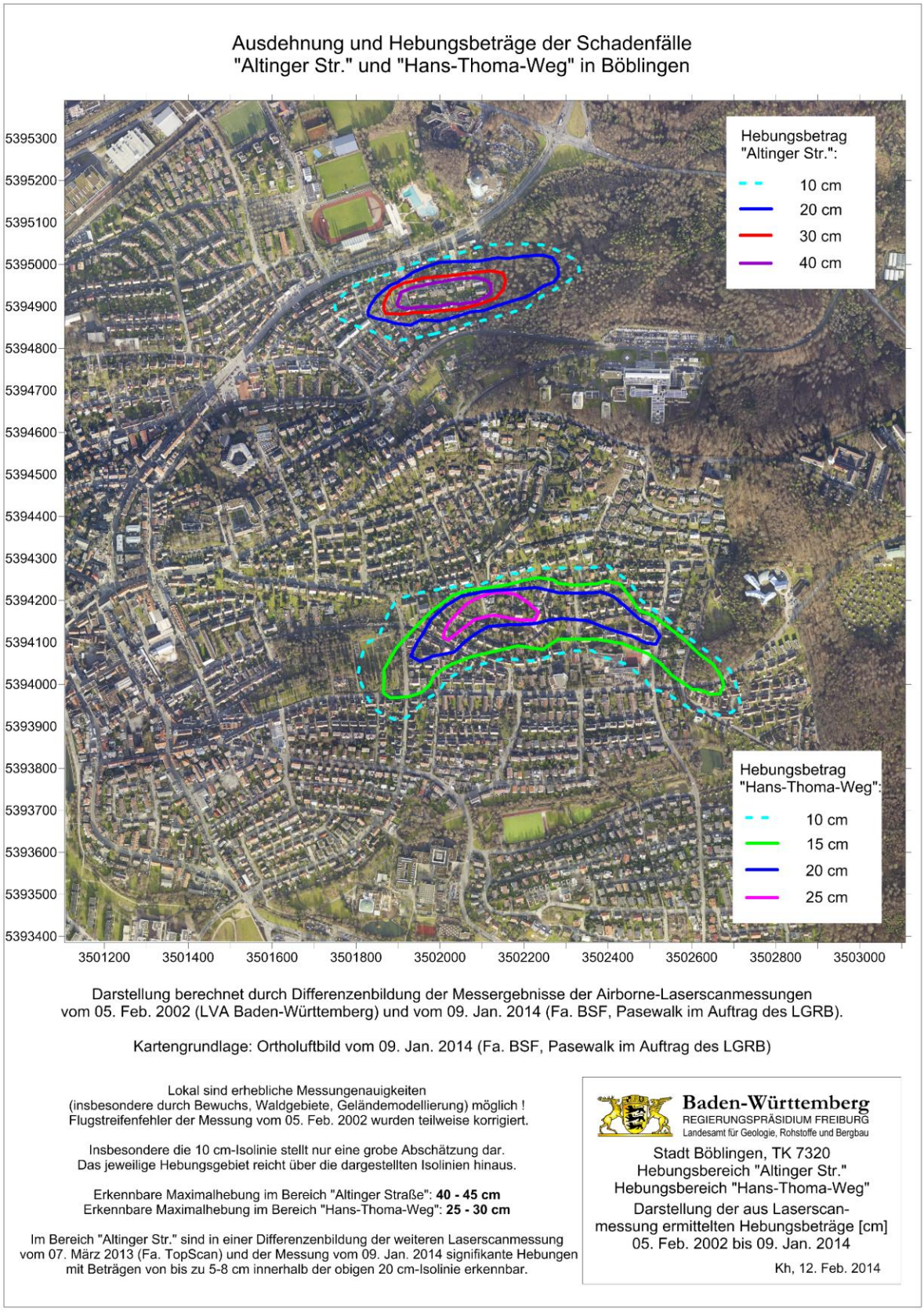


Abb. 1.1: Ausdehnung und Hebungsbeträge der Schadenfälle "Altinger Straße" und "Hans-Thoma-Weg" in Böblingen

In Abb. 1.1 sind erkennbar:

- Ein nördlicher, elliptischer Hebungsbereich (bezogen auf einen Hebungsbetrag ab 10 cm: Länge ca. 600 m, Breite ca. 200 m) mit einem Hebungszentrum zwischen Altinger- und Siemensstraße. Dieser Hebungsbereich ist deckungsgleich abgrenzbar bei einer Differenzbildung zwischen den dem LGRB vorliegenden, weiteren Präzisionslaserscanmessungen vom 07.03.2013 und vom 09.01.2014 bei einem in diesem Zeitraum aufgelaufenen Hebungsbetrag von 5 cm bis 8 cm. Der Hebungsbereich erstreckt sich im Westen über eine bebaute Wohngebietsfläche und im Osten über Waldgebiet.

- Ein südlicher, sichelförmiger Hebungsbereich (bezogen auf einen Hebungsbetrag ab 10 cm: Länge ca. 900 m, Breite bis ca. 250 m) mit einem erkennbaren Hebungszentrum im Bereich des Hans-Thoma-Wegs. Es ergeben sich jedoch deutliche Hinweise auf ein weiteres, eigenständiges Zentrum an der Südostecke des Hauptfriedhofes sowie ein nur undeutliches, bereits im Bereich der Signifikanz befindliches Zentrum im Bereich Herdweg/Gansseeweg.

Die Signifikanz der Differenzbildung liegt auf Grund der Messgenauigkeit der Laserscanmessung aus dem Jahre 2002 bei 10 cm. Aufgrund der vorgenommenen Differenzbildung betragen die im Januar 2014 erkennbaren Maximalhebungen im Hebungsbereich "Nord" ca. 40-45 cm und im Hebungsbereich Süd ca. 25-30 cm.

Der vorliegende Sachstandsbericht befasst sich ausschließlich mit dem nördlichen Hebungsgebiet (Hebungsbereich "Nord").

1.5 Einrichtung des Arbeitskreises

Als Reaktion auf die sich in zwei Quartieren des Böblinger Stadtgebiets abzeichnenden Hebungen des Untergrunds hat das Landratsamt Böblingen im Februar 2013 zunächst ein Moratorium für weitere Erdwärmesonden im Stadtgebiet erlassen und am 03.06.2014 schließlich eine Karte zur Zulässigkeit von Erdwärmesonden im Landkreis Böblingen mit Eintrag von Restriktionsgebieten (Ampelkarte) herausgegeben.

Zur Koordinierung aller Untersuchungs- und Sanierungsmaßnahmen hat das Landratsamt Böblingen am 15. Januar 2014 einen behördlichen Arbeitskreis einberufen, an dem neben Vertretern des Umweltministeriums Baden-Württemberg, des Regierungspräsidiums Stuttgart, des Fachbereichs Vermessung und Geoinformation sowie der Wasserwirtschaft bzw. des Umweltamts des LRA Böblingen auch Vertreter des Regierungspräsidiums Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (RPF/LGRB) angehören.

Die Aufgaben dieses Arbeitskreises bestehen darin, ein Erkundungsprogramm zu erarbeiten und dessen Durchführung fachlich zu begleiten, auf der Basis der Erkundungsergebnisse Sanierungsvarianten zu bewerten, konkrete Maßnahmen zur Schadensbegrenzung zu beschließen und diese über das LRA Böblingen zu veranlassen. Das LRA Böblingen berichtet der betroffenen Bevölkerung sowie der Presse in regelmäßigen Abständen vom jeweiligen Sachstand der Erkundung.

Ferner hat das LRA Böblingen ein privates Ingenieurbüro (Vees und Partner, Leinfelden-Echterdingen) beauftragt, die Ausschreibungen sowie die Bauüberwachung aller anstehenden Erkundungs-, Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen vorzunehmen.

Die bislang gewonnenen Erkenntnisse werden im vorliegenden Sachstandsbericht durch das LGRB zusammengefasst. Die hierfür verwendeten Unterlagen wurden dem umfangreichen E-Mail-Verkehr (Stand Oktober 2015: 550 E-Mails mit und ohne Anlagen) gerichtet an das LGRB entnommen. Ferner hat das Ingenieurbüro Vees und Partner am 23.10.2015 einen geotechnischen Bericht unter dortigem Az. 14 012 zu den ausgeführten Erkundungs- und Sanierungsarbeiten vorgelegt (Anl. 11), welcher im vorliegenden Sachstandsbericht berücksichtigt ist. Dieser geotechnische Bericht beinhaltet alle Dokumentationen, Tagesberichte und Vermerke, die im Zusammenhang mit der Erkundung und deren Ergebnisse angefallen sind; einige Anlagen des Sachstandsberichts entstammen dieser Zusammenstellung.

2 Arbeitshypothese

Wie die Erfahrungen von Erdwärmesonden-Schadensfällen der Vergangenheit zeigen, waren alle bislang beobachteten Sohl- und Baugrundhebungen im Mittleren Keuper (diese Gesteine stehen auch im Stadtgebiet Böblingen an) auf anthropogene Eingriffe in den Untergrund zurück zu führen, bei denen es zu einer Bewässerung vormals trockener quellfähiger Gebirgsabschnitte und in der Folge zu dem sogenannten "Gipskeuperquellen" gekommen ist.

2.1 Entwicklung der Arbeitshypothese

Zur Planung der im vorliegenden Bericht vorgestellten Untersuchungen hat das RPF/LGRB auf Grundlage aller bis dahin verfügbaren Einzelhinweise die nachstehende Arbeitshypothese aufgestellt:

a) Die Schäden an Gebäuden und Infrastruktur werden durch Quellvorgänge im Untergrund verursacht.

   Bemerkung: Spätestens ab August 2013 war auf Grund der feinnivellitischen Messungen eindeutig belegt, dass mindestens zwei Teilbereiche in der Ortslage von Böblingen einer anhaltenden Hebungsbewegung unterworfen sind.

b) Die beobachteten Hebungen sind auf Quellvorgänge in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper), dem sogenannten "Gipskeuperquellen" zurückzuführen (s. u.). Für die Hebungen verantwortlich sind quellfähige sulfatführende Abschnitte (Anhydrit).

   Bemerkung: Im Fall von Böblingen wie auch in den bereits zuvor vom LGRB untersuchten Erdwärmesonden-Schadensfällen Staufen und Rudersberg sind abweichend zu allen bislang bekannten, untersuchten und teils modellierten Fällen (z. B. WITTKE et al. 2007) Hebungsprozesse zu untersuchen und zu bewerten, die völlig unabhängig von Straßeneinschnitten oder von Tunnelbaumaßnahmen auftreten.

c) Die räumliche Nähe sowie die zeitliche Abhängigkeit der eingetretenen Verformungen legen einen Zusammenhang mit den niedergebrachten Erdwärmesonden-Bohrungen nahe.

d) Die Quellungsvorgänge in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) werden aktiviert, wenn Wasser in vormals "trockene" quellfähige Abschnitte der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) eindringt. Wichtig ist daher zu klären, auf welche Weise das Wasser zutritt und wie es zu einer flächenhaften Ausbreitung im Bereich der bekannten Hebungen kommt.

Zunächst vorgetragene Vermutungen eines ursächlichen Zusammenhanges mit den weiter im Norden zwischen 1979 (TB I), 1982-1983 (TB II) und 1985-1986 (TB III) abgeteuften Bohrungen der Mineraltherme Böblingen als möglicher Wasserzulieferant für den in der Tiefe anstehenden quellfähigen Gebirgsabschnitt konnten ausgeschlossen werden (vgl. LGRB-Stellungnahme Az. 95-4764.1//13-7101 vom 20.11.2013 und Kap. 3). Mit den vorliegenden geodätischen Messungen, der Laserscandaten als auch der Radarinterferometrie kann eindeutig belegt werden, dass die zu beobachtenden Hebungen im Hebungsbereich "Nord" in keinem Zusammenhang mit der Mineraltherme Böblingen stehen (vgl. Abb. 1.1).

Als Vermutung geäußerte "natürliche" Verursachungen des Quellhebungsprozesses, z. B. durch Micro-Erdbeben (d. h. unter der Erfassungsgrenze des Landeserdbebendienstes liegend) hervorgerufene Wasserwegsamkeiten, kommen aus Sicht des LGRB aufgrund ihrer geringen und zweifellos schon seit geologischen Zeiträumen ablaufenden Bewegungsbeträge nicht als kausal für die ab Ende 2008/Anfang 2009 in Böblingen eingetretene Wasserwegsamkeit in Frage.

e) Einen wichtigen Baustein bei der Formulierung der Arbeitshypothese stellen die im August 2013 vom LGRB empfohlenen und seitens des LRA Böblingen im Dezember 2013 beauftragten und am 02./03. Januar 2014 von der Fa. Voutta, Herrenberg, ausgeführten Ruhetemperatur-Profile in den beiden Erdwärmesonden dar (vgl. Abb. 2.1, Anl. 6).

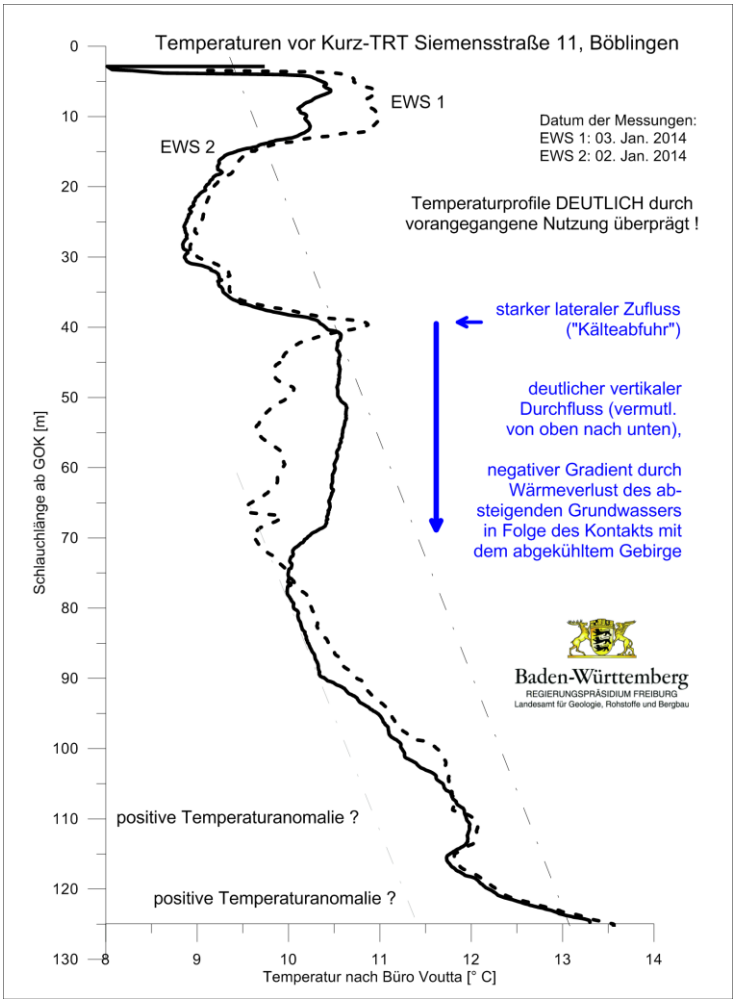


Abb. 2.1: Ruhetemperaturprofile in den beiden Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2

Der in EWS 1 bei ca. 38 m erkennbare markante positive Temperaturpeak wird als lateraler "Kälteabtransport" (nach langer vorangehender Nutzung) durch fließendes Wasser interpretiert. Die Abkühlung des umgebenden Gebirges ist der vorangegangenen Nutzung der EWS geschuldet, welche die Interpretation erschwert. Ferner gibt es einen Hinweis auf Zutritt von wärmerem Wasser in den Ringraum der EWS 2 und auf ein vertikales Strömen von ca. 40 m bis ca. 70 m mit einer sukzessiven Abkühlung des Wassers auf dem Weg nach unten. Hierbei ist auffällig, dass die Temperatur leicht absinkt, so dass wahrscheinlich von relativ geringen Fließraten auszugehen ist. Hinweise auf eine exotherme Reaktion zwischen 40 m und 70 m liegen aus Sicht des LGRB nicht vor. Aus den Messergebnissen lässt sich zusammenfassend schließen, dass zumindest in der EWS 2 eine Undichtigkeit und vertikale Wasserbewegungen vor allem im Bereich von 40 m – 70 m vorhanden sind. Ab ca. 90 m deutet

sich in beiden EWS wiederum eine positive Temperaturanomalie an. Es wird angenommen, dass die Temperaturanomalie durch freigesetzte Wärme bei der Hydratation von Anhydrit in Gips hervorgerufen wird. Wahrscheinlich führt der Zutritt von Oberflächen- oder Grundwasser über nicht oder unzureichend abgedichtete Bohrlochringräume in quellfähige Abschnitte der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) zu den beobachteten Hebungen an der Geländeoberfläche. Hierfür gibt es grundsätzlich die Möglichkeit absteigenden Wassers (Zufuhr von "oben nach unten") oder aufsteigenden gespannten Wassers (Zufuhr von "unten nach oben").

2.2 Erkundungsprogramm

Nach der den Behörden vorgelegten geologischen Dokumentation (Schichtenverzeichnis mit Aufnahmedatum 13.10.2008, d. h. knapp zwei Wochen nach Abschluss der Bohrarbeiten erstellt) wurden bis 15 m unter Bohransatz Ton- und Tonmergelsteine der Mainhardt-Formation (Bunte Mergel-Formation) und bis 130 m (ET) Ton- und Tonmergelstein der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) erbohrt. Der Grundwasserruhestand wird mit 33 m unter GOK angegeben. Hinweise auf Gips enthält das Schichtenverzeichnis erstmalig ab 49 m - 51 m und einen ersten Hinweis auf Anhydrit in einer sehr summarischen Bohrbeschreibung ab 58 m - 74 m und dann wieder bei 125 m - 126 m. Unklar bleibt, ob sich die teils über viele Meter zusammengefassten Beschreibungen des Bohrgutes ("Cuttings") auf Einzelbohrproben (in der wasserrechtlichen Entscheidung war eine Probennahme pro Meter vorgesehen) oder entsprechenden Sammelbohrproben beziehen.

Nach ersten Auswertungen des LGRB (Geologische Karte mit bekannten Normalmächtigkeiten, umliegende Bohrergebnisse) war davon auszugehen, dass entgegen dem vorliegenden Schichtenverzeichnis beide Erdwärmesonden bis in die Erfurt-Formation (Unterkeuper) reichen.

Zur Überprüfung der Arbeitshypothese wurde im Arbeitskreis entschieden, den Untergrund im Bereich des Hebungsgebiets "Nord" geologisch-hydrogeologisch eingehend zu erkunden. Mit einer Kernbohrung sollten der genaue geologische Schichtenaufbau, die petrographische Ausbildung der einzelnen Schichtglieder, die Sulfatführung, die tektonischen Verhältnisse, der hydrogeologische Stockwerksbau einschließlich der angetroffenen Druckpotenziale sowie die Beschaffenheit der Grund-

wässer als belastbare Daten- und Bewertungsgrundlage zur Beweissicherung wie auch für schadensbegrenzende Maßnahmen erhoben werden.

Im quellenden Untergrund ist das Abteufen einer Kernbohrung nur unter ständiger geologischer Betreuung und unter Einhaltung strengster bohrtechnischer Sicherheitsvorkehrungen möglich und zulässig. Die erwartete hydrogeologische Stockwerkstrennung musste im Zuge der Bohrarbeiten durch eine entsprechende Teleskopierung der Bohrung mit Einbau von Sperrverrohrungen aufrechterhalten werden. Die Erkundungsbohrung war so zu konzipieren, dass in ihr gegebenenfalls ein Abwehrbetrieb gefahren werden kann, um einen Druckspiegel bei stark gespanntem Grundwasser in der Erfurt-Formation (Unterkeuper) mindestens bis unter den in Quellung befindlichen quellfähigen Profilabschnitt in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) abzusenken.

2.3 Geologische Grundlagen und Stand der Untersuchungen zum Phänomen des "Gipskeuperquellens"

Unter dem Eindruck teils spektakulärer Gebirgsverformungen, wie sie insbesondere im Einflussbereich von Untertage-Bauwerken in den sulfatführenden Gesteinen der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) zu verzeichnen waren und dort sowohl zu Bauverzögerungen als auch zu erheblichen Kostensteigerungen und Folgekosten geführt haben, wurde in Baden- Württemberg bereits seit den 1970er Jahren dem Thema "Gipskeuperquellen" in zahlreichen Untersuchungen intensive Beachtung gewidmet.

In einem interdisziplinären Forschungsprojekt "Sohlhebungen beim Tunnelbau im Gipskeuper" wurden die Ursachen und Mechanismen untersucht und in einem 1975 erschienenen Bericht, herausgegeben vom Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr Baden-Württemberg, veröffentlicht (HENKE et al. 1975). Auch in der Schweiz hat man sich mit dem Thema "Tonminerale und Sulfate als Ursache für druckhaftes Verhalten von Gesteinen – Ursachen und Wirkungen des Quellvorganges" in einem Forschungsvorhaben des Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation / Bundesamt für Straßen befasst (HAUBER et al. 2005). In den Arbeiten von ANAGNOSTOU (1992), HAUBER et al. (2005), WITTKE et. al. (2007) sowie RAUH (2009) sind die Ursachen und Mechanismen zum Quellungsverhalten von Anhydrit und Tongesteinen im Tunnelbau unter Einbezug zahlreicher Einzelarbeiten, insbesondere für Großbauvorhaben (z. B. Freudenstein-Tunnel, Engel-

berg-Basistunnel, Stuttgart 21) zusammengestellt, so dass auf diese Ergebnisse im Hinblick auf den bisherigen allgemeinen Kenntnisstand zum Themenkomplex Quellhebungen verwiesen werden kann.

3 Geologische, hydrogeologische und Baugrundverhältnisse

3.1 Vorbemerkung

Im vorliegenden Sachstandsbericht wurde der Symbolschlüssel "Geologie" angewandt, der in bundesweiter Abstimmung mit den beteiligten Staatlichen Geologischen Diensten, der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe sowie des Leibniz-Instituts für Angewandte Geophysik erstellt wurde. Es werden die aktuellen stratigraphischen Einheiten (Stand 2015) verwendet und die bislang gebräuchlichen Bezeichnungen als Synonym in Klammer angegeben.

3.2 Geologische Verhältnisse

Der Untergrund von Böblingen besteht im Wesentlichen aus Schichten des Keupers (vgl. geologische Übersichtskarte Abb. 3.1 sowie den hydrogeologischen Schnitten Abb. 3.2.1 bis 3.2.3), die von unterschiedlich mächtigen quartären Deckschichten überlagert werden. Die hydrogeologischen Schnitte (Abb. 3.2.1 bis 3.2.3) wurden anhand des vorhandenen Geologischen Kartenmaterials, der am LGRB vorhandenen Bohrdaten sowie der im Zuge der Erkundung der Hebungsgebiete "Nord" und Süd" ermittelten geologischen Schichtgrenzen konstruiert. Die Schnitte gliedern sich in einen hydrogeologischen Übersichtsschnitt (Abb. 3.2.1) sowie in zwei hydrogeologische Detailschnitte von 7 km (Abb. 3.2.2) bzw. 4 km Betrachtungslänge (Abb. 3.2.3) mit Eintrag der Hebungsgebiete "Nord" und "Süd", erkundeter Grundwasserpotenziale sowie der als Stützstellen gewählten Bohrungen.

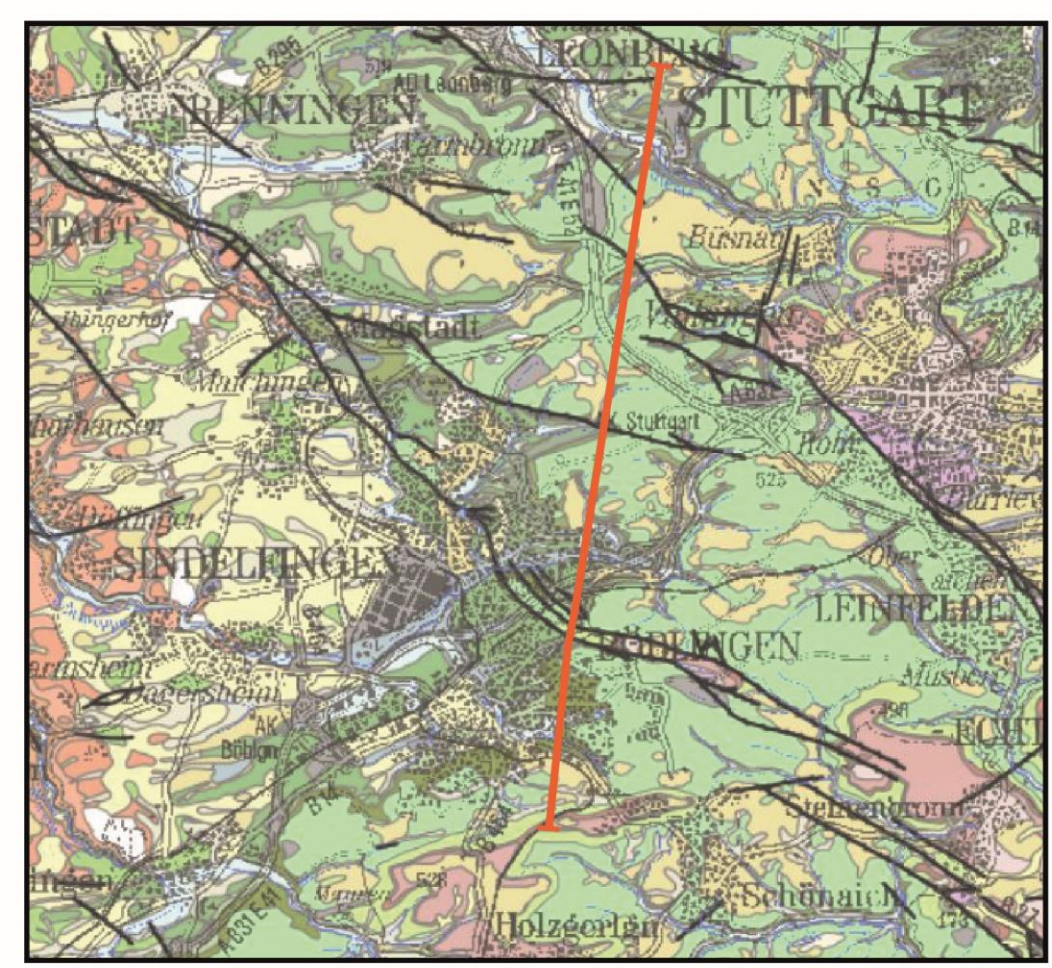


Abb. 3.1: Ausschnitt aus Geologischer Karte mit Eintrag der Schnittlage abgebildeter Geologischer Längsschnitte

In den tiefsten Lagen von Böblingen, in den Talauen von Murkenbach, Goldbach, Schwippe usw., besteht der Untergrund aus **Talablagerungen** unterschiedlicher Beschaffenheit. Lehmige Kiese und Sande werden von Auenlehm überlagert. Zwischengeschaltet sind auch organische Ablagerungen (Torf, Sumpfton).
Weitflächig stehen die Schichten der **Grabfeld-Formation (Gipskeuper)** an.

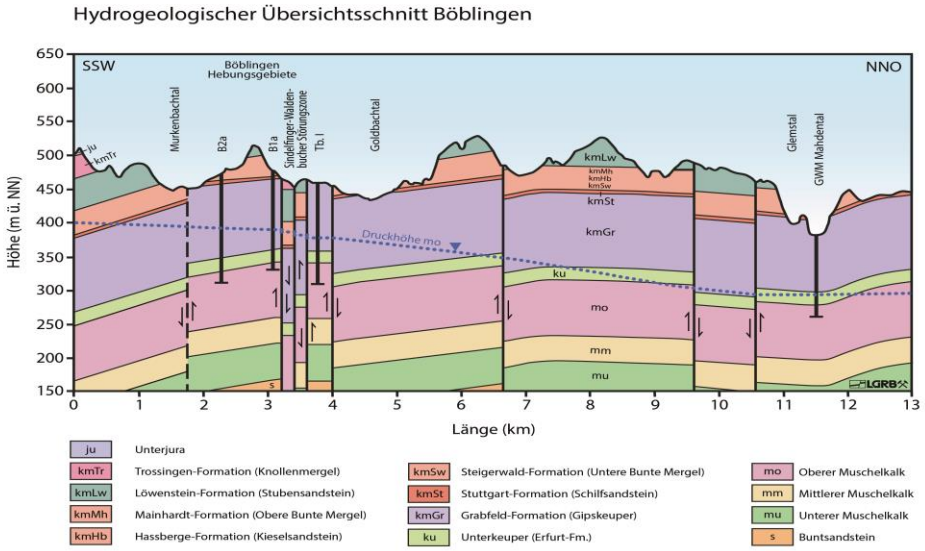


Abb. 3.2.1: Hydrogeologischer Übersichtsschnitt Böblingen mit Eintrag der bis in den Oberen Muschelkalk reichenden Aufschlussbohrungen sowie der mo-Druckhöhe

Die Schichtenfolge der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) besteht aus Gips-, Anhydrit-, Tonstein-, Mergelstein- und Dolomitsteinschichten, deren einzelne Untergliederung und Mächtigkeiten aus Tab. 3.1 hervorgeht.

Tab. 3.1 Mächtigkeiten der einzelnen Schichtfolgen der Grabfeld-Formation (Gipskeuper)

Mächtigkeit	Schichtenbezeichnung
4 - 5 m	Obere Bunte Estherienschichten
16 m	Graue Estherienschichten
15 m	Untere Bunte Estherienschichten
1 m	Engelhofen-Horizont (Acrodus-Corbula-Horizont)
36 m	Mittlerer Gipshorizont
1 – 1,3 m	Weinsberg-Horizont (Bleiglanzbank)
15 m	Dunkelrote Mergel
7 m	Bochingen Horizont
11 - 18 m	Grundgipsschichten

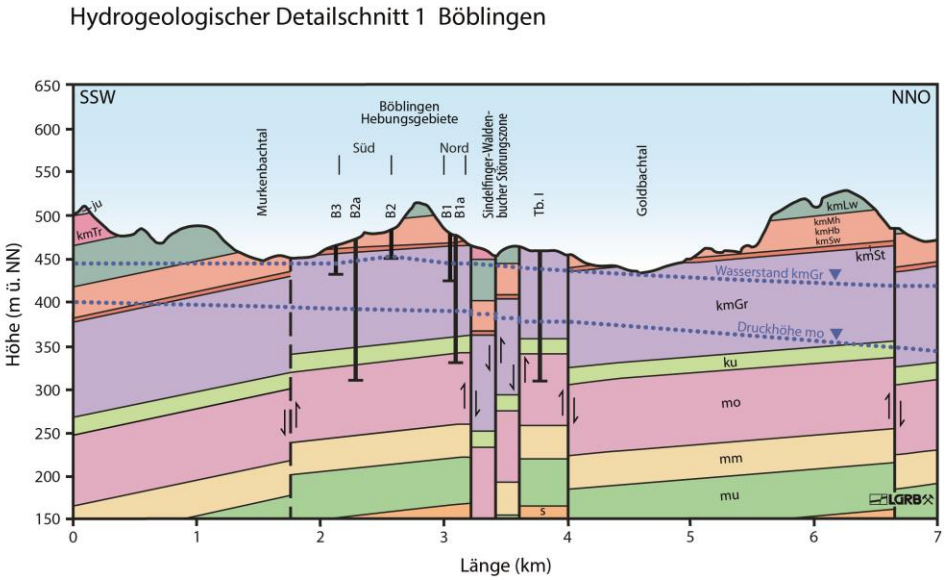


Abb. 3.2.2: Hydrogeologischer Detailschnitt (7 km Länge) mit Eintrag der als Stützstellen gewählten Bohrungen, der mo-Druckhöhe sowie des Grundwasserstandes in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper)

Die Grundgipsschichten als unterstes Schichtglied der Grabfeld-Formation sind in den Hebungsgebieten aufgrund der meist mächtigen Überlagerung durch jüngere Schichten noch in ihrer ursprünglichen Ausbildung mit mächtigen Anhydrit- und Gipsbänken vertreten. Aufgrund der relativ hohen Lage der örtlichen Vorfluter (Schwippe bei der A81 Anschlussstelle Böblingen/Sindelfingen ca. 425 m ü. NN, Oberer See beim Kongresszentrum 442 m ü. NN, Goldbach nördlich des Thermalbads 434,5 m ü. NN) strömt das oberflächennahe Grundwasser im Wesentlichen in den höheren Schichten der Grabfeld-Formation dem Druckgefälle folgend den Vorflutern zu. In den durchströmten Bereichen kommt es zu einer Auflösung der Sulfatminerale und zur Ausbildung des Gipsspiegels im Sinne einer unregelmäßigen Fläche, unterhalb der die Schichten gipsführend sind, während die Schichten darüber ausgelaugt sind. Die Lösung von Sulfatmineralen durch strömendes Grundwasser findet auch heute noch statt. Über entstandenen Hohlräumen können die überdeckenden Schichten nachstürzen und wannen- oder trichterförmige Vertiefungen bilden. Die Nachbrüche können je nach Überdeckungsmächtigkeit mehrere Zehner Meter bis zur Geländeoberfläche reichen.

Die Dolinenfüllungen bestehen aus den nachgestürzten Deckschichten und eingeschwemmtem feinem und gröberem Material aus höheren Hangbereichen.

Über der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) folgt die **Stuttgart-Formation (Schilfsandstein)**. Es handelt sich dabei um eine Folge von feinsandigen Tonsteinen (Normalfazies) bis mittelkörnigen Sandsteinen (Flutfazies). Die Schilfsandstein-Ablagerungen sind als Rinnensediment bereichsweise in die Schichten des Gipskeupers eingetieft. Ihre Mächtigkeit variiert beträchtlich.

Über der Stuttgart-Formation (Schilfsandstein) folgt hangaufwärts die **Steigerwald-, Hassberge- und Mainhardt-Formation** (Bunte Mergel-Formation). Diese Schichtenfolge besteht aus zum Teil dolomitischen Tonsteinen mit Gipsknollen und -linsen, karbonatischen Lagen und aus Schichten von oft kieselig gebundenem Sandstein (Kieselsandstein, Hassberge-Formation) von insgesamt etwa 40 m Mächtigkeit.

Über Steigerwald-, Hassberge- und Mainhardt-Formation folgt die **Löwenstein-Formation** (Stubensandstein), eine Folge von meist mittel- bis grobkörnigen, zum Teil feldspatreichen Sandsteinen mit Tonsteinlagen. Im Osten und Süden von Böblingen bildet diese Schichtfolge die oberen Hangabschnitte und die Kuppen, die bis auf Höhen von 489 m ü. NN (Wasserberg) und mehr als 500 m ü. NN wenig südöstlich der Siemensstraße/Altinger Straße (z. B. Klinikum Sindelfingen-Böblingen) aufragen.

Die darüber folgende **Trossingen-Formation (Knollenmergel)** schließt den Mittelkeuper ab und besteht aus einer Folge von 15 - 22 m mächtigen, braunroten Tonsteinen mit Kalkknollen. Diese Schichtenfolge ist in Böblingen nur noch in tektonischer Tieflage sowie im Süden bis Südosten in den höheren Hangabschnitten vorhanden.

Die Ton- und Sandsteine der **Exter-Formation (Oberkeuper, Rhät)** zwischen der Trossingen-Formation und dem Schwarzen Jura erreichen nur wenige Meter Mächtigkeit und sind nur noch als kleine Vorkommen (Rauher Kapf) vorhanden bzw. bereits vollständig abgetragen.

Die Schichten des **Schwarzen Jura (Unterjura)** sind in der Umgebung von Böblingen nur noch in tektonischer Tieflage sowie im Süden bis Südosten in den höchsten Hangabschnitten und den stark zergliederten Hochflächen vorhanden. Die Rest-

mächtigkeit dieser Schichtenfolge beträgt bis ca. 20 m und besteht aus der Psilonotenton- und der Angulatensandstein-Formation. Es handelt sich hierbei um eine Abfolge von Tonsteinen mit Sandstein- und Kalksteinbänken.

Nicht zutage anstehend sind in Böblingen die unter der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) folgenden Schichten. Es handelt sich dabei um die **Erfurt-Formation (Unterkeuper, Lettenkeuper)**. Die Erfurt-Formation (Unterkeuper) besteht aus einer Folge von Dolomit-, Ton-, Mergel- und Sandsteinen. Der obere Abschnitt ist häufig gipsführend.

Unter der Erfurt-Formation (Unterkeuper) folgt der **Obere Muschelkalk**. Es handelt sich dabei um eine Folge von Kalksteinen mit feinen bis mächtigeren Ton- und Mergelsteinlagen. Im oberen Abschnitt des Oberen Muschelkalks befindet sich die **Rottweil-Formation** (Trigonodusdolomit), die häufig stark verwittert und verkarstet ist. Größere, mehrere Meter messende Hohlräume in dieser Formation sind bei Bohrungen relativ häufig angetroffen worden. Im unteren Abschnitt ist eine Folge von Tonmergelsteinschichten (Haßmersheim-Schichten) eingeschaltet.

Unter dem Oberen Muschelkalk folgt der **Mittlere Muschelkalk**, der aus einer Folge von Dolomit-, Ton- und Mergelsteinen (Obere und Untere Dolomit-Formation), sowie Anhydrit- und Steinsalzschichten (Salinar-Formation) besteht.

Die beschriebenen Schichten weisen in der Umgebung von Böblingen ungefähr folgende Mächtigkeiten auf (Tab. 3.2):

Tab. 3.2: Schichten und Mächtigkeiten in der Umgebung von Böblingen

Schichtenbezeichnung	Mächtigkeit
Talablagerungen der Schwippe	bis ca. 13 m
Hangschutt	1 - 5 m
Dolinenfüllungen	bis über 50 m
Unterjura	ca. 20 m (Restmächtigkeit)
Exter-Formation (Oberkeuper, Rhät)	-
Trossingen-Formation (Knollenmergel)	15 - 22 m
Löwenstein-Formation (Stubensandstein)	90 - 100 m
Steigerwald-, Hassberge- und Mainhardt-Formation (Bunte Mergel-Formation)	60 - 65 m
Stuttgart-Formation (Schilfsandstein)	1 - 30 m
Grabfeld-Formation (Gipskeuper)	75 - 100 m
Erfurt-Formation (Unterkeuper)	19 m
Oberer Muschelkalk	78 m
Mittlerer Muschelkalk	66 m

In den beiden nachstehenden Abbildungen (Abb. 3.3) sind die lithostratigraphischen Einheiten des Keupers und des Muschelkalks für Baden-Württemberg dargestellt. Für den untersuchten aktuellen Schadensfall sind darin die unterhalb der quartären Deckschichten relevanten Einheiten farblich markiert.

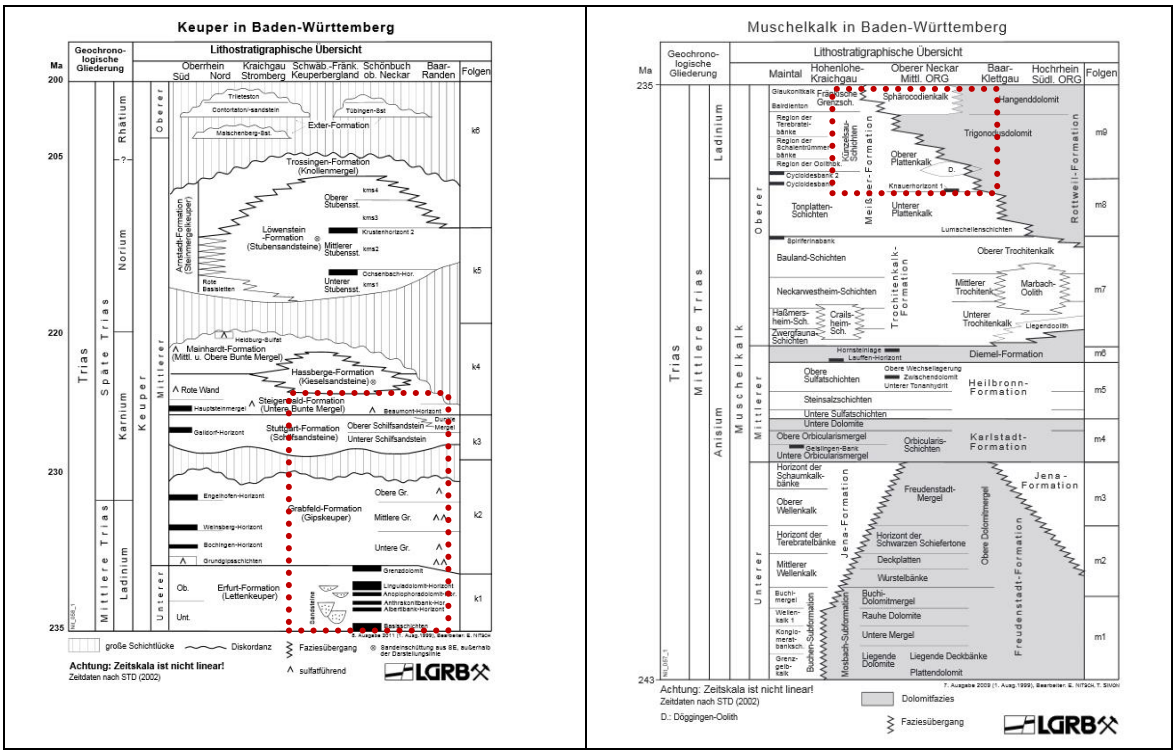


Abb. 3.3: Lithostratigraphische Einheiten des Keupers und des Muschelkalks für Baden-Württemberg

3.3 Hydrogeologische Verhältnisse

3.3.1 Überblick

Neben den Talablagerungen sind auch die Festgesteine im Untergrund von Böblingen zum großen Teil grundwasserführend.

Die **Löwenstein-Formation (Stubensandstein)** ist aufgrund der bereichsweise ausgeprägten Klüftung und der schichtigen Gliederung als schichtig gegliederter Kluftgrundwasserleiter zu bezeichnen.

In der darunter folgenden Gesteinsfolge der **Steigerwald- (Untere Bunte Mergel), Hassberge- (Kieselsandstein) und Mainhardt-Formation (Obere Bunte Mergel)**, früher insgesamt als **Bunte Mergel-Formation** bezeichnet, wirkt hauptsächlich der Kieselsandstein als Kluftgrundwasserleiter. Die über- und unterlagernden Schichtpakete wirken meist grundwasserstauend.

Die Schichtenfolge der **Grabfeld-Formation (Gipskeuper)** führt leicht wasserlösliche Sulfatgesteinsschichten und ist daher als Kluft- und Karstgrundwasserleiter ausgebildet. Die Grundgipsschichten sind in Böblingen von einer mächtigen Folge jüngerer Schichten überdeckt und liegen daher zum großen Teil in ihrer ursprünglichen Ausbildung vor. Dementsprechend ist hier eine Wasserführung nicht vorhanden. Die Druckhöhe des Grundwassers im oberen Abschnitt der Grabfeld-Formation ist in der Regel deutlich höher als diejenige im tieferen Grundwasserstockwerk des Oberen Muschelkalks.

Die **Erfurt-Formation (Unterkeuper)** stellt mit seinen Mergel-, Dolomit- und Sandsteinbänken einen Kluftgrundwasserleiter meist geringer Ergiebigkeit dar. In der Regel bildet der Unterkeuper eine hydraulisch wirksame Trennschicht zwischen den Grundwasserleitern Grabfeld-Formation und Oberer Muschelkalk.

Der **Obere Muschelkalk** bildet einen Kluft- und Karstgrundwasserleiter. Vor allem der obere Abschnitt, die Rottweil-Formation (Trigonodusdolomit), hat aufgrund der häufig starken Verkarstung dann auch eine sehr hohe Durchlässigkeit. Die Hohlraumbildung im Trigonodusdolomit führt bereichsweise auch zum Nachbruch der überlagernden Schichten des Unterkeupers und des Gipskeupers (Dolinen). Die Verbruchzonen füllen sich mit der Zeit wieder durch eingeschwemmte Massen unterschiedlicher Korngröße und Zusammensetzung, so dass meist auch wieder eine Abdichtung erfolgt.

Der **Mittlere Muschelkalk** bildet in seinem oberen Abschnitt (Diemel-Formation, Obere Dolomite) einen Kluft- und Karstgrundwasserleiter, der mit dem Grundwasser im Oberen Muschelkalk hydraulisch zusammenhängen kann. Die darunter folgende Heilbronn-Formation (Salinar-Formation) wirkt grundwasserstauend und bildet die Basis des Grundwasserleiters.

3.3.2 Tektonische Verhältnisse

Böblingen liegt am südwestlichen Rand des Fildergrabens. Die Hebungsgebiete "Nord" und "Süd" liegen auf der Hochscholle oder der Grabenschulter des Fildergrabens (vgl. Abb. 3.2.1 bis Abb. 3.2.3).

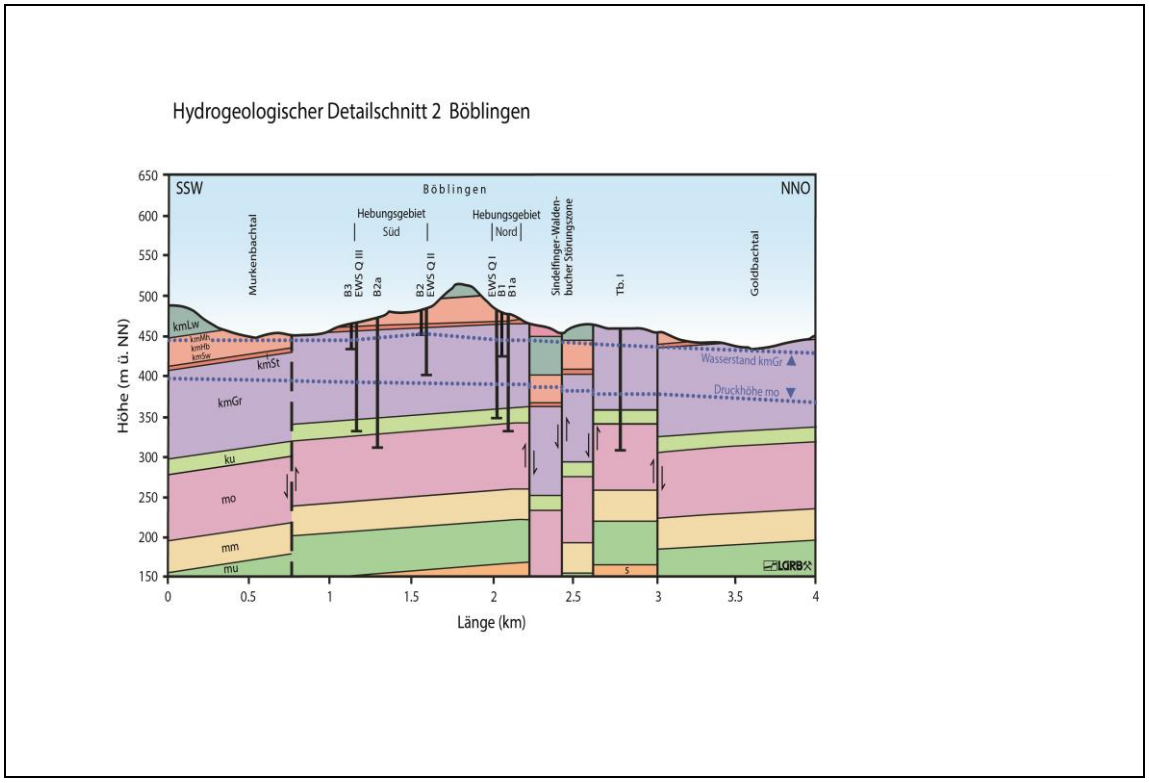


Abb. 3.2.3: Hydrogeologischer Detailschnitt (4 km Länge) mit Eintrag der als Stützstellen gewählten Bohrungen, der mo-Druckhöhe sowie des Grundwasserstandes in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper)

Östlich schließt sich die Mittelscholle zwischen der Sindelfingen-Waldenbucher Störungszone und der Vaihinger Verwerfung an. Das Verwerfungssystem der Sindelfingen-Waldenbucher Störungszone ist gekennzeichnet durch einen relativ schmalen Grabenbruch mit über 100 m Schichtenversatz (BRUNNER, H. (1986): Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000, Blatt 7320 Böblingen, S. 50, Beilage 3).

Noch weiter östlich, jenseits der Vaihinger Verwerfung, liegt die Tiefscholle des Fildergrabens.

Die Erkundungsbohrung B1a sowie die weiteren Bohrungen (B1, B1b) im Hebungsgebiet "Nord" liegen auf der Hochscholle. Die Tb I der Böblinger Terme befindet sich auf der Mittelscholle. Diese ist durch die Sindelfingen-Waldenbucher Störungszone von der Hochscholle abgetrennt. Die Muschelkalk-Oberfläche bei der Bohrung B1a befindet sich auf 342,55 m ü. NN, bei der Tb I auf 337,65 m ü. NN. Die Höhendifferenz beträgt somit nur 4,90 m. Aufgrund der großen Sprunghöhe der Verwerfungen

der Sindelfingen-Waldenbucher Störungszone sind viele Schichten (z. B. der Obere Muschelkalk) hydraulisch voneinander abgetrennt. Einen Überblick über die tektonischen Verhältnisse sowie die Druckhöhe des gespannten Grundwassers im Oberen Muschelkalk gibt der hydrogeologische Übersichtsschnitt (Abb. 3.2.1), Einzelheiten im näheren Umfeld des Hebungsgebietes "Nord" sind im Detailschnitt (Abb. 3.2.3) dargestellt.

3.3.3 Grundwasserstände

Im aktuellen Hebungsgebiet "Nord" (Hochscholle) wurden in verschiedenen Grundwasserstockwerken die Grundwasserstände/Druckhöhen gemessen (Tab. 3.3). Aus den Messungen ist ersichtlich, dass die hydraulischen Druckhöhen von oben nach unten abnehmen. Im Schilfsandstein-Stockwerk steht die Grundwasseroberfläche bei ca. 469 m ü. NN, im Gipskeuper-Stockwerk bei ca. 447 m ü. NN und im Muschelkalk-Stockwerk bei ca. 391 m ü. NN.

Tab. 3.3 : Grundwasserstände von Grundwässern in Böblingen (Hebungsgebiet "Nord")

Messstelle	Grundwasserleiter	Messdatum	Wasserstand (m u. Gel.)	Wasserstand (m ü. NN.)	Bemerkungen
B1b	Schilfsandstein	28.11.2014 05.12.2014 09.07.2015	9,80 9,90 10,94	469,60 469,50 468,46	Burkhardt GmbH André Voutta Grundwasserhydraulik
B1	Gipskeuper	29.09.2014 14.03.2015 13.06.2015	26,45 32,2 32,5	452,85 447,10 446,80	André Voutta Grundwasserhydraulik
B1a	Oberer Muschelkalk	07.04.2015 06.04.2015 05.04.2015 04.04.2015 03.04.2015 02.04.2015 01.04.2015 31.03.2015 30.03.2015 29.03.2015 28.03.2015 27.03.2015	85,28 85,37 85,41 85,44 85,40 85,43 85,34 85,44 85,42 85,45 85,45 85,57	391,15 391,06 391,02 390,99 391,03 391,00 391,09 390,99 391,01 390,98 390,98 390,86	André Voutta Grundwasserhydraulik

Die einzelnen Grundwasserstockwerke sind durch zwischengeschaltete abdichtende Schichten hydraulisch entkoppelt. Die Auswertung der Wasserstandsganglinie im tiefen Muschelkalk-Grundwasserstockwerk (28.03. – 07.04.2015, Abb. 3.4) hat ergeben, dass hydraulische Signale aus anderen Grundwasserstockwerken nicht vorhanden waren.

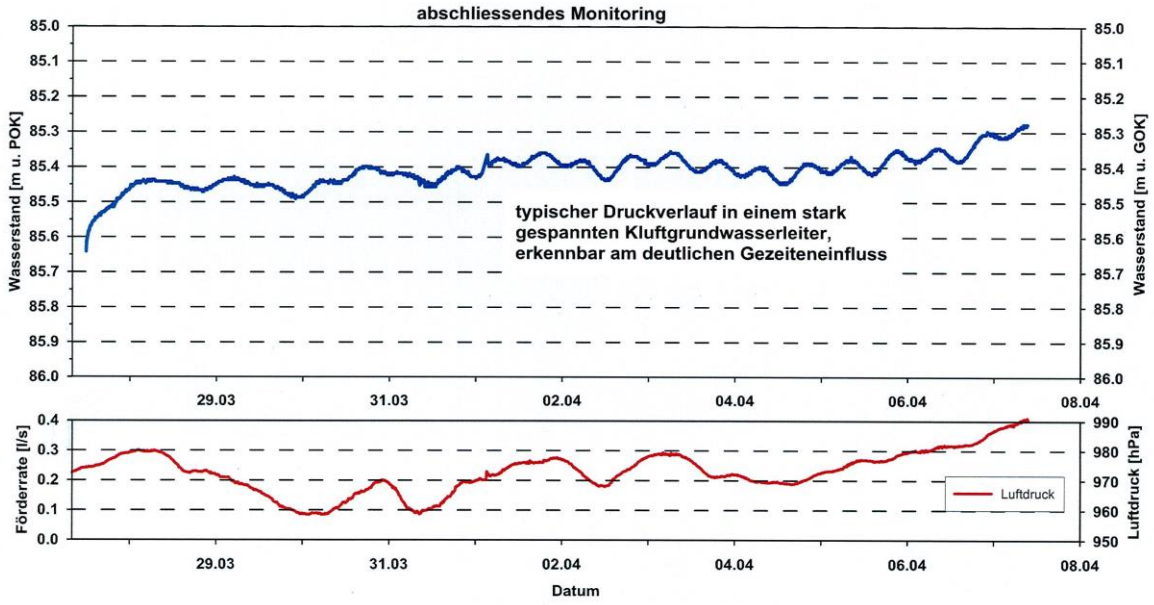


Abb. 3.4: Auswertung der Wasserstandsganglinie im tiefen Muschelkalk-Grundwasserstockwerk (28.03. – 07.04.2015)

Im Bereich der Bohrung B1a ist das Grundwasser im Muschelkalk-Grundwasserstockwerk gespannt. An der Grenze Muschelkalk/Keuper steht es unter einem Druck von ca. 4,8 bar. Es könnte, sofern Wasserwegsamkeiten in die überlagernden Schichten bestehen, bis in die anhydritführenden Schichten des Gipskeupers aufsteigen. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass das höhere Gipskeuper-Grundwasserstockwerk oberhalb des Gips- und Anhydritspiegels, das ein deutlich höheres hydraulisches Potential aufweist, hydraulisch abgetrennt ist. Andernfalls könnte das Wasser aus dem Gipskeuper-Stockwerk in den Oberen Muschelkalk abströmen.

Die vorhandene Differenzierung der Druckhöhen, die im hydrogeologischen Schnitt (Abb. 3.2.2 und Abb. 3.2.3) dargestellt ist, weist darauf hin, dass zwischen den Stockwerken keine hydraulische Verbindung besteht, da sich die Potentiale sonst auf das tiefste oder jeweils tiefere Potential einstellen würden.

Die Tiefbrunnen der Böblinger Therme GmbH bestehen bereits seit mehreren Jahrzehnten. Hydraulisch erschlossen sind die Grundwasserstockwerke Oberer Muschelkalk, Buntsandstein und das Grundgebirge (Granit). Die Grundwasserverhältnisse beim Thermalbad Böblingen (KOBLER,H.-U. in: BRUNNER, H. (1986): Erläuterungen zu Blatt 7320 Böblingen, Geologische Karte 1:25000 von Baden-Württemberg, Seite 64, sowie weitere Archivunterlagen des LGRB) sind Tabelle 3.4 zu entnehmen.

Aus den Messungen ist ersichtlich, dass auch hier die hydraulischen Druckhöhen von oben nach unten abnehmen. Während die Stockwerke Buntsandstein (Tiefbrunnen III) und Grundgebirge (Tiefbrunnen II) - nachgewiesen durch einen Pumpversuch (22.07. – 29.07.1986) - in hydraulischer Verbindung stehen, ist das Grundwasser im Oberen Muschelkalk durch die zwischengeschalteten abdichtenden Schichten hydraulisch entkoppelt.

Die Druckhöhe des gespannten Grundwassers im Oberen Muschelkalk schwankt im Tiefbrunnen I im 10jährigen Beobachtungszeitraum (1979 – 1989) lediglich von ca. 379 - 381 m ü. NN und ist somit 10 - 12 m tiefer als in der Bohrung B1a. Diese deutliche Druckdifferenz ist auf die hydraulische Abtrennung durch die Sindelfingen-Waldenbucher Störungszone zurückzuführen.

Tab. 3.4: Grundwasserstände von Grundwässern in Böblingen (Böblinger Therme)

Messstelle	Grundwasser-leiter	Messdatum	Wasserstand (m u. Gel.)	Wasserstand (m ü. NN.)	Bemerkungen
Tiefbrunnen I	Oberer Muschelkalk	04.10.1979	80,0	(ca. 385*)	GLA, AV vom 05.10.1979. *Geländehöhenbezug fehlerhaft.
		04.10.1979	80,0	379,65	Geländehöhe: 459,65 m ü. NN
		1979		379	Erläuterungen GK25, Blatt 7320 Böblingen
		28.06.1983	80,78	378,87	GLA, AV undatiert
		29.06.1983	80,28	379,37	GLA, AV undatiert
		30.06.1983	79,70	379,95	GLA, AV undatiert
		11.07.1983	78,62	381,03	GLA, AV undatiert
		11.09.1989	79,30	380,35	Göritz, PV-Daten 30.09.1992
		20.11.1989	80,75	378,90	Göritz, PV-Daten 30.09.1992
Tiefbrunnen II	Oberer und Mittlerer Muschelkalk	15.02.1983	81,80	377,62	GLA, AV undatiert (temporär während des Bohrens)
	Grundgebirge (Granit)	22.08.1983	98,70	360,72	Angers, PV-Dokumentation
		25.08.1983	99,27	360,15	Scheuerle, Ausbauplan 08.12.1983
		13.09.1983	98,23	361,19	Angers, PV-Diagramm 07.02.1984
		26.07.1984	96,20	363,20	Erläuterungen GK25, Blatt 7320 Böblingen
		06.09.1989		362,77	Göritz, PV-Daten
		20.11.1989		361,12	Göritz, PV-Daten
		16.08.1991		357,41	Göritz, PV-Daten
		29.04.2002		355,46	Wartungsarbeiten
		03.09.2003		356,06	Göritz, Bericht 28.06.2005
		21.02.2005		353,61	Göritz, Bericht 28.06.2005
Tiefbrunnen III	Buntsandstein		94,80	364,60	Erläuterungen GK25, Blatt 7320 Böblingen
		18.07.1986	95,40	364,00	Gutachten GLA 12.06.1987
		07.09.1989	94,59	364,81	Göritz, PV-Daten 05.02.1990
		01.11.1989	96,91	362,49	Göritz, PV-Daten 05.02.1990
		20.11.1989	96,43	362,97	Göritz, PV-Daten 05.02.1990
		16.08.1991		356,38	Göritz, PV-Daten
		29.04.2002		355,35	Wartungsarbeiten
		03.09.2003		356,75	Göritz, Bericht 28.06.2005
		21.02.2005		354,60	Göritz, Bericht 28.06.2005

3.3.4 Durchlässigkeiten

Das Grundwasserstockwerk in der Stuttgart-Formation (Schilfsandstein) wurde in der Bohrung B1b mit einem Pumpversuch (09.07. – 10.07.2015, Voutta) getestet. Der Grundwasserleiter zeigte nur eine geringe Durchlässigkeit. Bei einer Entnahmerate von 0,05 l/s wurde die Transmissivität mit $T = 6{,}5 \cdot 10^{-5}\ m^2/s$ ermittelt (Anl. 5).

Im Grundwasserstockwerk der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) wurde während des Abteufens der Bohrung B1a im Bereich der Auslaugungszone eine hohe Durchlässigkeit festgestellt, die zum Verlust von erheblichen Mengen an Spülung geführt haben. Der hochdurchlässige Gebirgsabschnitt musste daher von ca. 48 – 60 m zementiert und abgedichtet werden.

Der Obere Muschelkalk erwies sich im Bereich der Bohrung B1a als nur gering durchlässig. Aus einem Packerpumpversuch im offenen Bohrloch mit Teststrecke 126 – 144 m Tiefe (13.02. – 16.02.2015, Voutta) wurde bei einer Entnahmerate von 0,18 l/s eine Transmissivität von $T = 1{,}7 \cdot 10^{-5}\ m^2/s$ ermittelt. Ein weiterer Packerpumpversuch in der als Grundwassermessstelle ausgebauten Bohrung mit Teststrecke 132 – 144 m Tiefe (20.03. – 07.04.2015, Voutta) ergab bei Entnahmeraten von 0,18 – 0,22 l/s eine noch geringere Transmissivität von $T = 7{,}4 \cdot 10^{-6}\ m^2/s$ (Anl. 5).

Der Obere Muschelkalk wurde im Tiefbrunnen I der Mineraltherme Böblingen als stark verkarsteter Grundwasserleiter mit hoher Durchlässigkeit angetroffen. Bei einer Entnahmerate von 12,5 l/s sank der Wasserspiegel lediglich um 5,6 m ab, bei einer Entnahmerate von 24,1 l/s sank der Wasserspiegel um 11,0 m. Daraus ist überschlägig eine Transmissivität von $T = 2{,}2 \cdot 10^{-3}\ m^2/s$ abzuleiten.

3.4 Baugrundverhältnisse

Die Baugrundeigenschaften im Untersuchungsbereich Böblingen werden oberflächennah von tonigen und tonig-schluffigen Verwitterungsbildungen des Keupers sowie deren Umlagerungsprodukten (Fließerden) bestimmt. Tonige, bzw. tonig-schluffige, skelettfreie Böden im Untersuchungsgebiet neigen je nach Witterung zu erheblichen Volumenänderungen durch Schrumpfen bei Austrocknung oder durch Quellen bei Wiederbefeuchtung. Diese meist ungleichen Bodenverformungen

können bei flach gegründeten Bauteilen zu Bauwerksschäden führen und je nach vorhandener Hangneigung auch Kriechvorgänge in den bindigen Deckschichten begünstigen. Letzteres ist instruktiv in Hanglage an talseitigen Banketten vorhandener asphaltierter Wege oder Randsteinen beobachtbar.

Gebäudeschäden durch Schrumpfen können besonders an nur flach auf Einzel- oder Streifenfundamenten gegründeten Gebäuden oder Bauteilen auftreten und sind besonders dort zu erwarten, wo sich mehrere Einflussfaktoren summieren. Als derartige Einflussfaktoren gelten z. B. Niederschlagsarmut, Sonneneinstrahlung, Wärmeeintrag und/oder die Absenkung der Grundwasseroberfläche. In den tonig-schluffigen Böden des Schichtstufenlandes können oberflächennah Schrumpfbeträge bis 20-30 Vol. % auftreten. Untergeordnet können im Einflussbereich der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) auch die in größerer Tiefe stattfindenden Prozesse einer natürlichen Gipsauslaugung (Gipskarst) die Baugrundeigenschaften beeinflussen und lokale Setzungen hervorrufen.

Ferner stellen die in Talkiesen teilweise zwischengeschalteten organischen Ablagerungen (Torf, Sumpfton), sonstige oberflächennah anstehende organische Ablagerungen wie auch die Auenlehme ungünstige, d. h. sehr setzungsempfindliche und kaum zur Aufnahme höherer Lasten geeignete Schichten dar.

4 Geländehebungen

Zur Feststellung von Geländeveränderungen wurden im Hebungsgebiet "Nord" verschiedene Methoden der geodätischen Vermessung zum Einsatz gebracht.

4.1 Airborne-Laser-Scanning (Differenzmethode)

Nach den Meldungen von Baugrundschäden sowie dem ersten geodätischen Nachweis von aktuellen Geländehebungen an einzelnen Messpunkten hat das LGRB im Rahmen der ingenieurgeologischen Landesaufnahme nach Methoden einer schnellen, flächigen Abgrenzung des Hebungsgebietes gesucht. Da in der Arbeitshypothese davon ausgegangen wurde, dass die Hebungen mit der Errichtung von Erdwärmesondenbohrungen in Zusammenhang stehen und diese in den Hebungsgebieten

im Zeitraum 2006 – 2008 errichtet wurden, sollte die Methode eine Aussage über Geländeveränderungen ab diesem Zeitraum zulassen. Da flächenhafte, geodätisch erfasste, präzise Höhenmessungen nicht vorliegen, entstand die Überlegung, auf fernerkundliche Messdaten des Airborne-Laser-Scanning zurückzugreifen.

Das damalige Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (LVA, heute: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung LGL) ließ in den Jahren 2000-2005 landesweit Airborne-Laserscanbefliegungen mit einer Auflösung von im Mittel etwa 0,8 Pkt./ m^2 durchführen. Hieraus erstellte das LVA in den Folgejahren das hochauflösende Digitale Geländemodell.

Durch Filterung und manuelle Nachbearbeitung weist das Digitale Geländemodell im Einzelfall für eine Präzisionsauswertung nachteilige Abweichungen von den Messdaten auf. Daneben liegen aber landesweit auch die sogenannten Transformierten Rohdaten vor. Hierbei handelt es sich um lediglich automatisch (durch einen landesweit angewandten Algorithmus) als Gelände- bzw. Gebäude/Bewuchstreffer (first-/last-Pulse) klassifizierte Messpunkte, die ansonsten unbearbeitet sind. Auf Grund der ausschließlich automatischen Klassifizierung treten beispielsweise an Geländekanten und Hausecken Fehlzuordnungen auf. Insgesamt stellt der Geländedatensatz der Transformierten Rohdaten allerdings ein hochwertiges Abbild der Geländeoberfläche dar.

Im Bereich des Hebungsgebietes "Nord" fand die entsprechende Befliegung und Messung am 05. Februar 2002 und somit deutlich vor dem vermuteten Beginn der Hebungen statt.

Als für die Erkennung von Geländeveränderungen notwendige aktuelle Airborne-Laser-Scanbefliegungsdaten konnte eine Messung der Fa. TopScan GmbH, Rheine, vom 07.03.2013 mit einer Auflösung von etwa 4 Pkt./m^2, ebenfalls als Transformierte Rohdaten (last Pulse), erworben werden. Diese ursprünglich im Auftrag für eine benachbarte Gemeinde erstellte Messung umfasst auch das Hebungsgebiet "Nord" in Böblingen. Eine Differenzauswertung dieses Datensatzes gegenüber der Messung vom 05.02.2002 ergab eine signifikante Geländehebung mit einer Ausdehnung von etwa 500 m · 200 m und Hebungsbeträgen von 35-40 cm. Der Bereich der größten Geländeveränderung ("Hebungszentrum") befindet sich im Bereich Altinger-/Siemensstraße. Am 25.09.2013 hat das LGRB diese Ergebnisse dem LRA Böblingen übermittelt (Abb. 4.1).

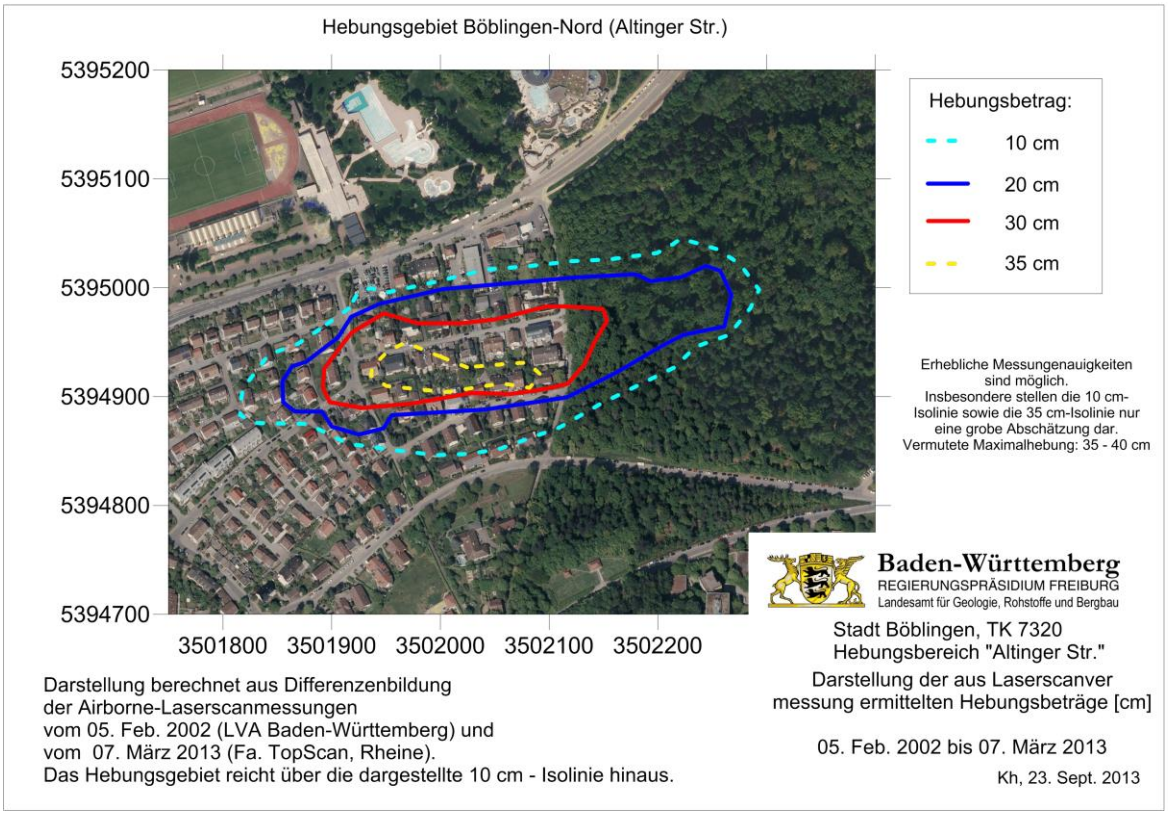


Abb. 4.1: Darstellung der absoluten Geländehebungsbeträge auf Grundlage eines Vergleichs von zwei Airborne-Laser-Scanmessungen 05. Februar 2002 – 07. März 2013

Zur Erfassung des Hebungsgebietes "Süd" sowie zur weiteren Aktualisierung der Geländeveränderungen im Hebungsgebiet "Nord" hat das LGRB am 14.10.2013 eigene Airborne-Laser-Scanmessungen für das gesamte Stadtgebiet von Böblingen ausgeschrieben. Die mit der Messung beauftragte Fa. BSF Swissphoto GmbH, Pasewalk, hat die Befliegung am 09. Januar 2014 vorgenommen und dem LGRB am 12.02.2014 als Datensatz mit einer Auflösung von etwa 4 Pkt./m^2 zur Verfügung gestellt. Hieraus konnte wiederum eine Differenzberechnung gegenüber den Messdaten vom 05. Februar 2002 und im Hebungsgebiet "Nord" auch gegenüber den Ergebnissen vom 07. März 2013 gerechnet werden. Nach Prüfung der im LGRB errechneten Hebungsfigur durch das LGL, Karlsruhe, wurden die Ergebnisse am 14.02.2015 dem LRA Böblingen übermittelt (s. u.).

Die mittels Differenzbildung von zwei Airborne-Laser-Scanmessdaten erreichbare Aussagegenauigkeit liegt nach bisheriger Erfahrung bei unter 10 cm. So weisen zwar die Messungen aus den landesweiten Befliegungen der Jahre 2000-2005 bei einer generellen absoluten Messgenauigkeit von etwa 10-20 cm zusätzlich "Flugstreifenfehler" (Höhensprünge von wenigen cm zwischen den einzelnen Flugbahnen) auf, jedoch können diese durch Eichung der absoluten Höhen in von nicht durch Geländehöhenveränderungen betroffenen Gelände und im Vergleich zu den aktuellen Messergebnissen

weitestgehend eliminiert werden. Die relative Genauigkeit - innerhalb eines Flugstreifens - liegt erfahrungsgemäß bereits bei diesen Daten im Bereich der Messwertangabe (1 cm).

In beiden neuen Messungen (2013 und 2014) sind dagegen keine erkennbaren "Flugstreifenfehler" vorhanden. Sie erreichen eine absolute Höhengenauigkeit von besser als +/- 8 cm. Dies konnte auch durch unabhängig vom LGL geodätische eingemessene Kontrollflächen bestätigt werden. Die relative Genauigkeit innerhalb der Messgebiete liegt erfahrungsgemäß zuverlässig im Bereich der Messwertangabe (1 cm).

Die Vorteile der flächigen Auswertung von Höhendifferenzen mittels Airborne-Laser-Scandaten liegen einerseits in der Unabhängigkeit von Reflektoren im Gelände (vgl. Abhängigkeit von Gebäuden oder Straßenflächen bei der Radarinterferometrie, Kap. 4.4) und andererseits in der fast ausschließlichen Erfassung der vertikalen Komponente (sofern die lateralen Bewegungen im Bereich von nicht mehr als wenigen Dezimetern liegen, vgl. "schräge" Messung in der Radarinterferometrie). Nachteilig sind hingegen die relativ große Messungenauigkeit sowie der hohe Aufwand zur Durchführung einer Befliegung, die noch dazu ausschließlich bei laubarmen und schneefreien Bedingungen (Dezember-März) erfolgen können. Die Methode ist daher zur engmaschigen Überwachung eines Hebungsgebietes bzw. zur Bewertung von Veränderungen in den Hebungsgeschwindigkeiten nicht geeignet.

4.2 Messpunktnetz (geodätische Messungen)

4.2.1 Erste Messungen

Zur Feststellung der punktuellen Geländehöhenänderungen wurden am 09.04.2013 durch das LRA Böblingen Präzisionsmessungen bei der intermetric GmbH, Stuttgart, beauftragt. Das Messverfahren der geodätischen Feinnivellierung weist bei Ausführung als Doppelnivellement nach Auskunft der intermetric GmbH einen Fehler von weniger als 1 mm auf. Erfahrungsgemäß, auch unter Berücksichtigung der Gestaltung der Messpunkte in Böblingen (Verkehrsraum, nur in Einzelfällen Gebäudemesspunkte), können auch Fehler von 2 mm oder mehr nicht ausgeschlossen werden. Die Signifikanz von Messergebnissen ergibt sich aus der Dauer des Messintervalls. Die Nullmessung im Hebungsgebiet "Nord" erfolgte am 16. Mai 2013 an acht Lagepunkten (davon zwei mit Höhenmessung) sowie an zehn weiteren Höhenmesspunkten im Bereich der Altinger Straße. Als Referenzpunkte wurden hierbei insgesamt drei Messpunkte an der Stuttgarter Straße nördlich des Hebungsgebietes verwendet.

Der Vergleich dieser Nullmessung zur ersten Folgemessung am 02.07.2013 ergab Lageveränderungen von bis zu 14 mm und Hebungen von 11 mm in 47 Tagen. Das Hebungszentrum (Messpunkt mit der größten Hebungsgeschwindigkeit) befand sich im Bereich Robert-Bosch-/Altinger Straße mit einem Hebungsbetrag von etwa 7 mm/Monat. Bei einer weiteren Folgemessung am 21.08.2013 wurden im Bereich des He-

bungszentrums Hebungen von bis zu 24 mm gegenüber der Nullmessung (Messintervall: 97 Tage) festgestellt. Dies ergibt eine mittlere Hebungsgeschwindigkeit im Hebungszentrum von etwa 7,5 mm/Monat. Dieser Wert beinhaltet eine Ausgleichsrechnung der Fa. intermetric GmbH und erscheint unsicher und als eher zu hoch.

Das Messpunktenetz wurde im Folgenden erweitert. Da auch an den bisherigen Referenzmesspunkten in der Stuttgarter Straße Hebungen nicht ausgeschlossen werden konnten, wurde bei allen Messungen ab dem 21.08.2013 der Messpunkt HB 98 als Ausgangspunkt der Messungen benutzt. Er befindet sich etwa 500 m WSW des Bereiches mit der größten Hebungsgeschwindigkeit in der Stuttgarter Straße, Einmündung Landhausstraße.

Das Messpunktenetz umfasst seit der Messung vom 21. August 2013 insgesamt 26 Höhenmesspunkte (einschließlich des Referenzmesspunktes, vgl. Abb. 4.2). Eine Auswertung der Folgemessung am 10.10.2013 ergab eine Höhenänderung im Hebungszentrum von 33 mm zur Ausgangsmessung. Hieraus errechnet sich eine durchschnittliche Hebungsgeschwindigkeit von 6,8 mm/Monat. Eine detaillierte Auswertung der einzelnen Messperioden, wie für die nachfolgenden Messungen ausgeführt (s. u.), konnte auf Grund der geringen Intervalldauer und dem dadurch bedingten deutlichen Einfluss der Messgenauigkeit nicht vorgenommen werden.

Die Messungen der Lageveränderung wurden am 21.08.2013 auf Grund der systembedingten Messungenauigkeit (> 2 mm) beendet.

Abb. 4.2: Darstellung der geodätischen Messpunkte seit dem 21. Aug. 2013 (Feinnivellement)

4.2.2 Messungen durch Privatpersonen sowie an der Leitung der Bodenseewasserversorgung

Durch die intermetric GmbH werden weitere, durch Privatpersonen beauftragte und im Rahmen von Beweissicherungsverfahren durchgeführte Messungen an Gebäuden (Gebäudemesspunkte, Kellersohlen) vorgenommen. Die diesbezüglichen Ergebnisse liegen dem LRA Böblingen von 23 Gebäuden mit etwa 70 Messwerten vor. Sie umfassen jeweils eine unterschiedliche Anzahl von Messperioden. Die Messwerte beruhen teilweise auf umfangreichen Ausgleichsrechnungen von zuvor gemessenen Messpunkten des in Abb. 4.2 dargestellten Messpunktenetzes. Weiterhin stimmen die Zeitpunkte der Messungen nicht mit den Intervallen der nachfolgend dargestellten Messintervalle überein. Aus Sicht des LGRB kann keine Hebungsfigur unter Verwendung dieser Messwerte erstellt werden.

Ebenfalls vermessen wird die im bzw. am Wald östlich der Siedlungsgrenze Siemens-/Altinger Straße verlaufende Wasserleitung der Bodenseewasserversorgung.

Auch hier erfolgten die Messungen in nicht kongruenten Intervallen, so dass ebenfalls keine Aufnahme in die nachfolgenden Abbildungen erfolgte. Der maximal gemessene Hebungsbetrag an der in etwa N-S-verlaufenden Leitung hat zwischen dem 23.01.2014 – 09.10.2015 40 mm betragen. Dieser Maximalbetrag wurde östlich des Gebäudes Altinger Straße 14 festgestellt. Nach Norden und Süden hin laufen die Hebungen aus. Am 21.09.2015 kam es zu einer Undichtigkeit der Leitung, die vermutlich auf die Hebungen zurückzuführen ist. Es ist weiterhin anzunehmen, dass dieser erhebliche Wasseraustritt im Bereich des Messpunktes BWV 6 zu den in der letzten Messung vom 09.10.2015 an den nördlicher gelegenen Messpunkten BWV 1-5 aufgetretenen Setzungen von bis zu 18 mm (Messintervall 27.04.2015 – 09.10.2015) führte.

4.2.3 Regelmäßige Feinnivellement-Messungen des Messpunktenetzes (Hebungsgeschwindigkeiten)

Anhand der im Weiteren im Abstand von jeweils mehreren Monaten durchgeführten geodätischen Höhenmessungen hat das RPF/LGRB die Hebungsgeschwindigkeit in einem Geographischen Informationssystem ausgewertet. Die Verlängerung des Messintervalls auf mehrere Monate ist dem Erreichen einer zuverlässigen Aussage ohne wesentlichen, zufälligen Einfluss der Messungenauigkeit geschuldet. Auf Grund der relativ geringen Messpunktdichte und der Tatsache, dass die durch private Auftraggeber erhobenen Messwerte nicht zu diesem Zweck verwendbar sind (s. o.), wurde zur Vermeidung von übermäßigen Interpolationseffekten auf eine flächige Auswertung verzichtet. Vielmehr werden im Folgenden für die Messintervalle ab dem 10.10.2013 die Beträge der Hebungsgeschwindigkeit an den einzelnen Messpunkten in der Einheit mm/Monat wiedergegeben.

In Abb. 4.3 werden die Hebungsgeschwindigkeiten in der Messperiode 10.10.2013 – 18.02.2014 dargestellt. Der signifikante Hebungsbereich ist hier im Norden durch die Stuttgarter Straße, im Westen durch die Zeppelinstraße, im Süden durch die Bunsenstraße und im Osten innerhalb des Waldstücks östlich der Wasserleitung der Bodenseewasserversorgung (ohne geodätische Messpunkte) begrenzt. Das Hebungszentrum befindet sich am Messpunkt HB Z3 im Bereich Robert-Bosch-Straße/Altinger Straße mit einer Hebungsgeschwindigkeit von knapp 6 mm/Monat.

In der Abb. 4.4 sind die Hebungsgeschwindigkeiten zwischen dem 18.02.2014 bis zum 09.09.2014 wiedergeben. Im Unterschied zur vorangegangen Messperiode sind im Bereich zwischen Max-Planck-Weg und Zeppelinstraße nur mehr geringe Hebungen bzw. Setzungen erkennbar, die insgesamt der Messungenauigkeit zugeordnet werden können. Das Hebungszentrum liegt ortsfest am Messpunkt HB Z3 mit einer Hebungsgeschwindigkeit von 5,3 mm/Monat.

In Abb. 4.5 sind die Hebungsgeschwindigkeiten in der Messperiode 09.09.2014 bis 24.03.2015 wiedergegeben. Das Hebungszentrum bleibt räumlich unverändert und weist eine Hebungsgeschwindigkeit von im Mittel 3,8 mm/Monat auf. In dieser Messperiode sind scheinbar an einer Vielzahl von Messpunkten westlich der Robert-Bosch-Straße deutliche, auch bei Berücksichtigung der Messgenauigkeit signifikante Senkungen (Hebungsgeschwindigkeit bis zu - 0,8 mm/Monat) aufgetreten. Diese Ergebnisse sind aber nicht mit den Messwerten der Folgemessung bzw. den Erfahrungen in anderen Schadensfällen in Einklang zu bringen. Sie stehen auch im Widerspruch zu den Ergebnissen der Radarinterferometrie (s. u.), die im gleichen Messzeitintervall dort keine signifikanten Geländeveränderungen mehr feststellte. Auch die bei Setzungserscheinungen häufige Ursache eines Schrumpfens oberflächennaher Bodenschichten durch Austrocknung erscheint auf Grund des Messzeitpunktes (Winter-Frühjahr) sehr unwahrscheinlich. In der Folgeperiode 24.03.2015 – 12.10.2015 treten an vielen der von scheinbaren Setzungen betroffenen Messpunkten scheinbare Hebungen mit einem Betrag auf, die häufig dem Setzungsbetrag der vorangegangenen Periode gleichen. Demgegenüber zeigt die Radarinterferometrie wiederum keine Geländeveränderungen.

Da auch durch umfangreiche Überlegungen keine plausiblen Erklärungen für diese Messwerte gefunden werden konnten, werden die betroffenen Messpunkte in den beiden Messintervallen nicht dargestellt.

In der bereits genannten Messperiode 24.03.2015 – 12.10.2015 bleibt das Hebungszentrum ortsfest und weist eine Hebungsgeschwindigkeit von im Mittel 2,4 mm/Monat (Abb. 4.6) und somit eine deutlich geringere Hebungsgeschwindigkeit als in den davorliegenden Messperioden auf. Dieser deutliche Rückgang der Hebungsgeschwindigkeiten wird auf die Sanierungsmaßnahmen in den EWS Siemensstraße zurückgeführt (s. u.).

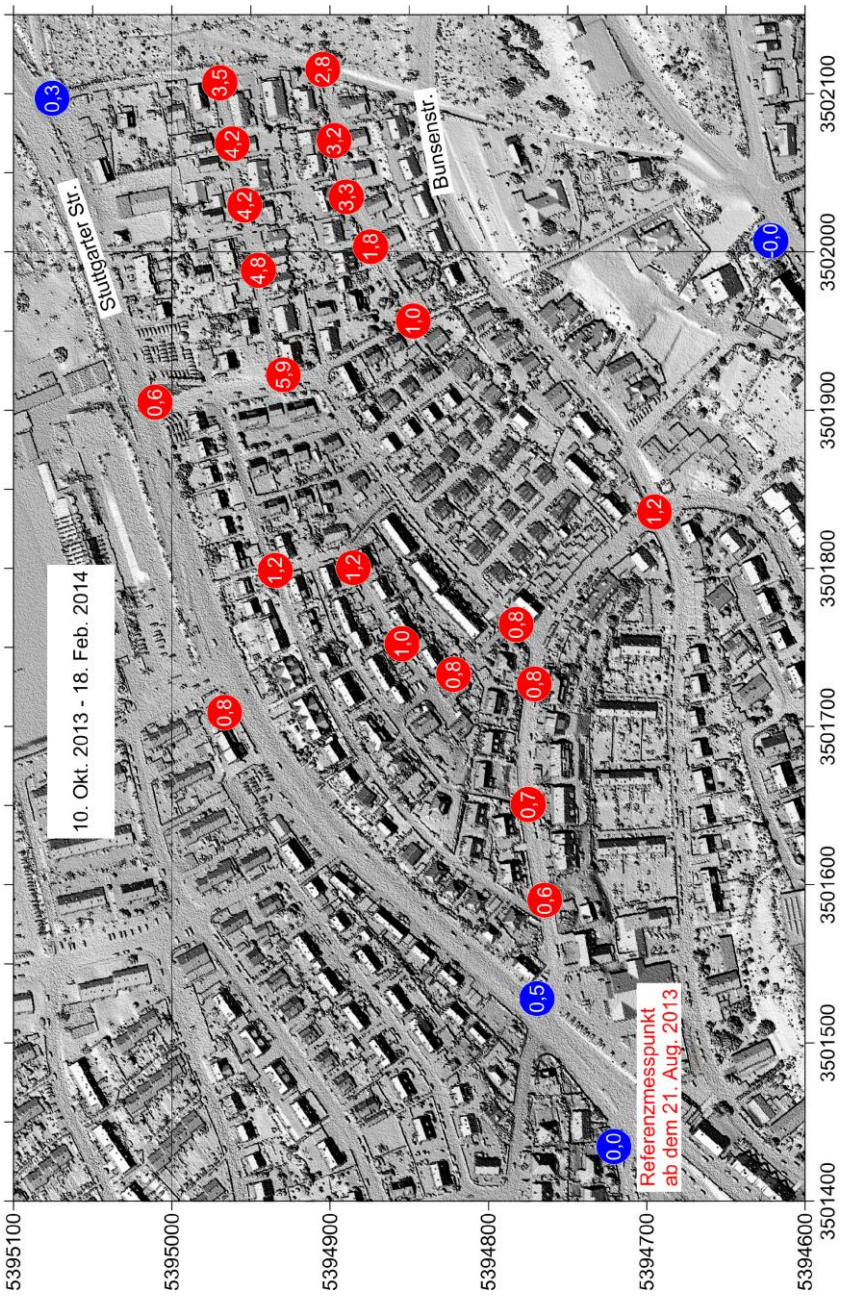


Abb. 4.3: Hebungsgeschwindigkeiten [mm/Monat] in der Messperiode 10.10.2013 – 18.02.2014 (rote Punkte: Hebung, blaue Punkte: Stabilität)

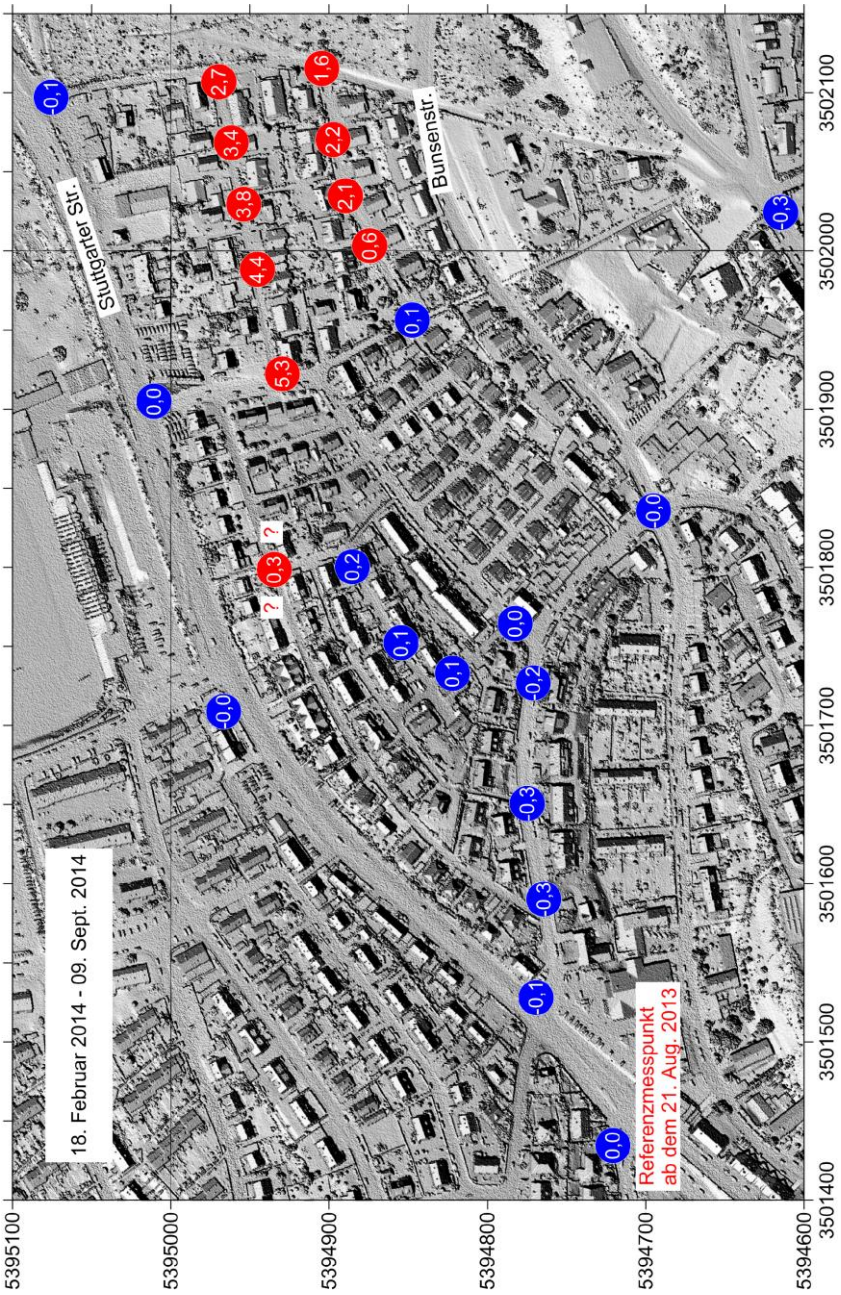


Abb. 4.4: Hebungsgeschwindigkeiten [mm/Monat] in der Messperiode 18.02.2014 – 09.09.2014 (rote Punkte: Hebung, blaue Punkte: Stabilität)

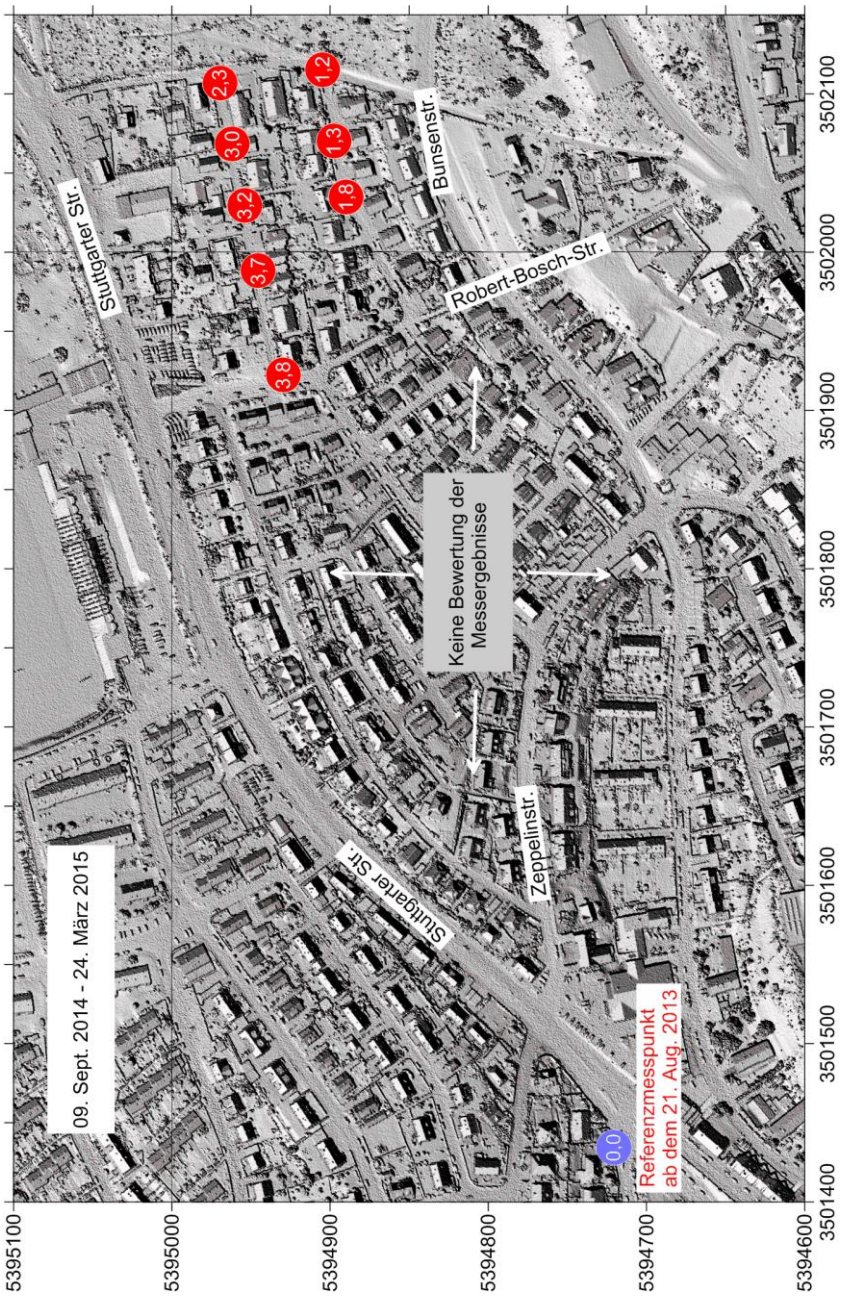


Abb. 4.5: Hebungsgeschwindigkeiten [mm/Monat] in der Messperiode 09.09.2014 – 24.03.2015 (rote Punkte: Hebung, blaue Punkte: Stabilität)

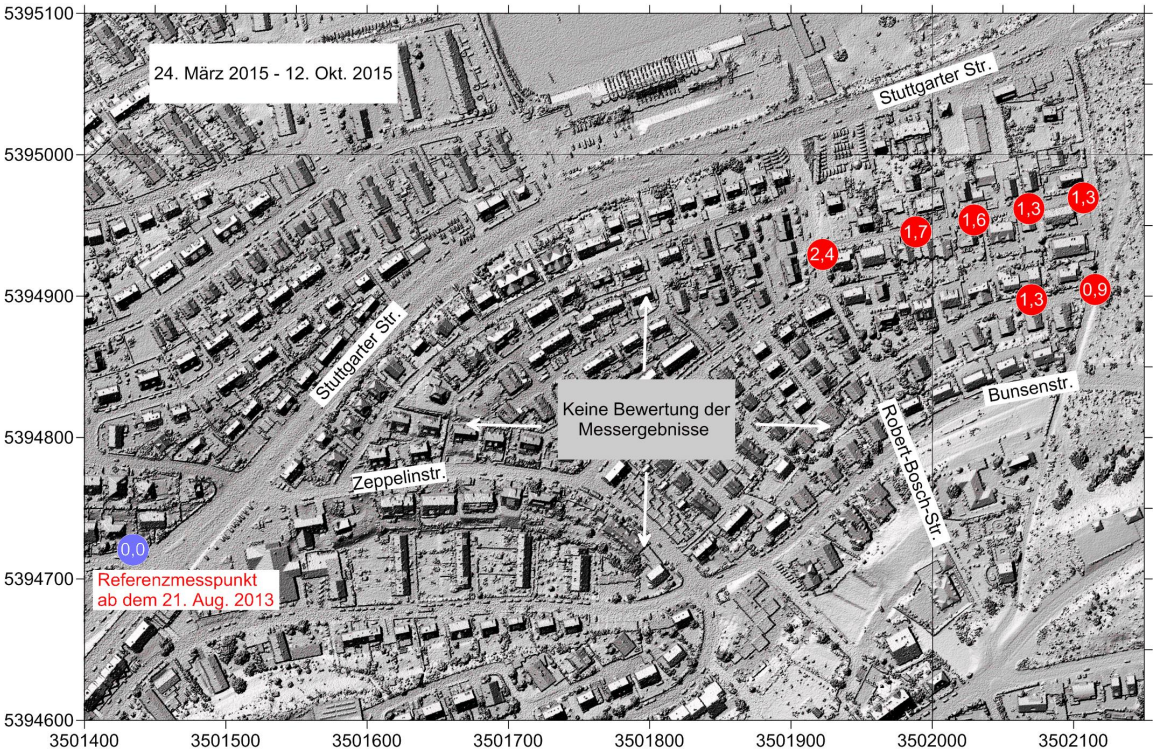


Abb. 4.6: Hebungsgeschwindigkeiten [mm/Monat] in der Messperiode 24.03.2015 – 12.10.2015 (rote Punkte: Hebung, blaue Punkte: Stabilität)

Der durch Feinnivellement messtechnisch erfasste Umfang der absoluten Hebungsbeträge im Messzeitraum vom 16.05.2013 (runde, violette Markierungen) bzw. 21.08.2013 (orange, eckige Markierung) bis zum 12.10.2015 ist in Abb. 4.7 dargestellt. Es ist zu berücksichtigen, dass teilweise Ausgleichsrechnungen durch die Fa. intermetric GmbH enthalten sind, die durch die zwischenzeitliche Veränderung des Referenzmesspunktes nötig wurden. Die Angabe einer durchschnittlichen Hebungsgeschwindigkeit über den Messzeitraum kann auf Grund des deutlichen Einflusses der Sanierungsmaßnahmen ab dem Jahreswechsel 2014/2015 nicht sinnvoll erfolgen. Das Hebungszentrum befindet sich im Bereich Robert-Bosch-Straße/Altinger Straße und weist einen absoluten Hebungsbetrag von 134 mm in 29 Monaten auf.

Abb. 4.7: Darstellung der durch geodätische Messungen nachgewiesenen absoluten Hebungsbeträge [mm] im Zeitraum 16.05.2013 – 12.10.2015 (7 Messpunkte, violett) bzw. 10.10.2013 – 12.10.2015 (16 Messpunkte, orange)

Auf Grund der Erfahrung im EWS-Schadensfall Rudersberg (Rems-Murr-Kreis) bei ähnlichen geologischen und morphologischen Verhältnissen sowie einzelnen geodätischen Messergebnissen im Hebungsgebiet "Nord" lässt sich vermuten, dass innerhalb des Hebungsgebietes auch horizontale Bewegungen aufgetreten sind, die bis zu 2-3 cm/Jahr betragen können.

4.3 Geodätische Messungen von Kanaldeckel/-sohlen und Vergleich mit der Kanaldatenbank (Gesamthebungsbeträge)

Durch die Fa. intermetric GmbH wurden am 20.10.2015 eine Reihe von Kanaldeckel bzw. -sohlen mittels Feinnivellement aufgenommen. Aus einem Vergleich mit den Messwerten aus der Kanaldatenbank des Eigenbetriebs Stadtentwässerung Böblingen ergeben sich daraus absolute Höhenbeträge der Gesamthebung. Dies setzt voraus, dass die ursprüngliche Vermessung vor Beginn der Hebungen durchgeführt

wurde. Eine entsprechende Anfrage bei der Stadtentwässerung ergab, dass das Datum der ursprünglichen Messungen nur sehr lückenhaft in der entsprechenden Datenbank vorhanden ist und eine Suche in analog vorhandenen Unterlagen kurz- bis mittelfristig nicht bewerkstelligbar ist. Nach den vorhandenen digitalen Daten ist aber im Untersuchungsgebiet von einer ursprünglichen Höhenaufnahme im Zeitraum zwischen 1998 und November 2008 auszugehen, so dass zumindest annähernd die gesamten Hebungen erfasst sein sollten. Lediglich bei Kanal 181604A ist ein Einmessdatum im September 2011 gespeichert; dieser Messpunkt wird dementsprechend nicht berücksichtigt.

Grundsätzlich besteht bei der Verwendung von Kanalmessungen zur Abschätzung der Gesamthebungsbeträge in EWS-Schadensfällen die Problematik, dass einerseits die Ursprungsmessung üblicherweise kein Feinnivellement war und andererseits die Gestaltung der Messpunkte keine mm-genaue Auswertung zulässt. In Einzelfällen kann auch der in der ursprünglichen Vermessung verwendete Messpunkt (auf dem Kanaldeckel oder im Sohlbereich) nicht mehr genau nachvollzogen werden, so dass ein Einzelergebnis nur eine geringe Aussagekraft besitzt. Andererseits stellen die Kanaldeckel häufig die einzige Möglichkeit eines geodätischen Vergleichs zur Bestimmung eines Absoluthebungsbetrages dar. In Abb. 4.8 ist daher die Differenz der ursprünglichen Kanalmessungen gegenüber der Messung vom 20.10.2015 dargestellt.

Abb. 4.8: Differenz [mm] zwischen Höhenangaben aus der Kanaldatenbank (Messwerte 1998 – November 2008) und den Messergebnissen vom 20.10.2015, (rote Punkte: Hebung, blaue Punkte: Stabilität)

Es ergeben sich daraus Gesamthebungsbeträge von 319 mm bis 367 mm im Bereich Robert-Bosch-Straße / Altinger Straße.

Eine noch durchzuführende Einmessung von Kanaldeckel und -sohlen im Bereich Gaußstraße/Zeppelinstraße könnte ggf. Informationen über die möglichen Gesamthebungen in diesem Bereich ergeben.

4.4 Radarinterferometrie

4.4.1 Räumliche Ausdehnung und Beträge der Hebungsgeschwindigkeit

Die Hebungsgebiete in Böblingen weisen eine große Ausdehnung sowie erhebliche natürliche Höhenunterschiede auf. Die aus verschiedenen Gründen unerlässliche, regelmäßige Erfassung der Geländeveränderungen durch geodätische Feinnivellements ist extrem aufwändig und letztlich auch fehleranfällig. Daher wurde nach

Möglichkeiten einer Fernerkundungs-Messung der Geländeveränderungen gesucht. Auf Grund der überwiegend dichten Bebauung im Hebungsgebiet und der somit hinreichend vorhandenen Reflektoren hat sich hierfür die Methode der Radarinterferometrie (InSAR, interferometrische Zeitserienanalyse) angeboten. Im Rahmen der Arbeitskreis-Sitzung am 16.07.2014 wurde daher die Fa. Airbus Defence and Space, Potsdam, vom LRA Böblingen mit der im halbjährlichen Rhythmus durchzuführenden Auswertung von Geländeveränderungen beauftragt. Derzeit vorliegend sind die Berichte der Fa. Airbus Defence and Space vom 22.10.2014, 22.05.2015 und 05.10.2015.

Grundlage der Messung sind Messdaten des Satelliten TerraSAT-X, für welche die Fa. Airbus Defence and Space das kommerzielle Exklusivrecht der Vermarktung besitzt. Für die Auswertung verwendet wurden Daten des sog. High Resolution SpotLight-Modus, die für den Bereich Böblingen ab dem 25.02.2014 bestellt und in der Folge aufgenommen wurden. Die Bodenauflösung dieses Modus beträgt 1 · 1 m. Die Aufnahmen des TerraSat-X erfolgen in einem Rhythmus von 11 Tagen, wobei einzelne Ausfälle durch andere Prioritätsentscheidung des Satellitenbetreibers aufgetreten sind. Bezüglich Details zu den Messauswertungen, insbesondere zu der verwendeten Auswertemethode des "Small BAseline Subset (SBAS)" wird auf die im Anhang befindlichen Berichte der Fa. Airbus Defence and Space verwiesen (Anl. 10).

Grundsätzlich ist bezüglich der Anwendung von Radarinterferometrie zu beachten, dass ein Datenstapel von etwa 20 Messungen (Messwerterhebung > 6 Monate) aufzubauen ist, bevor eine erste Auswertung erfolgen kann. Die Auswertbarkeit ist an entsprechende Reflektoren am Boden gebunden, die entweder aus eigens aufgestellten sog. Corner-Reflektoren (in Böblingen nicht erfolgt) oder Gebäuden bzw. großen Asphaltflächen erfolgen kann. Für reflektorarme Bereiche, wie Wald- und Wiesenflächen, können hingegen keine Informationen zu Geländehöhenveränderungen gewonnen werden. Diese Situation liegt im Bereich des Hebungsgebietes "Nord" lediglich im Waldgebiet östlich der Bodenseewasserversorgungsleitung vor. Ansonsten besteht durch die Bebauung eine sehr gute Anzahl von Reflektoren. Weiterhin konnten innerhalb des Ausleuchtungsbereichs der High Resolution SpotLight-Daten eine hinreichende Anzahl von Reflektoren ohne Geländeveränderungen gefunden werden, so dass die Grundlagen für eine Auswertung im Hebungsgebiet "Nord" insgesamt sehr gut waren.

Auf Grund von Mehrdeutigkeiten der Messergebnisse, die von der verwendeten Wellenlänge des Radarsignals abhängen (TerraSat-X: 31 mm), können mit der angewandten Auswertemethode lediglich Geländeveränderungen von minimal 3 mm/Jahr) bis maximal 20 cm/Jahr bestimmt werden. Die durch andere Messmethoden festgestellten Beträge der Hebungen im Hebungsgebiet "Nord" liegen durchweg in diesem Bereich, so dass von einer Eindeutigkeit der Messergebnisse ausgegangen werden kann.

Bezüglich der Messgenauigkeit ist weiterhin auszuführen, dass bei dem Messverfahren die Distanzänderung zwischen Satellit und Messpunkten erfasst wird. Auf Grund der Position des Satelliten im All entspricht die so festgestellte Änderung nicht dem Vertikalhebungsbetrag; vielmehr erfolgt sie ausgehend von einer polaren Orbitgeometrie (Überflugrichtung annähernd Nord-Süd) schräg mit einem Winkel von etwa 42 Grad. Bisher wurden für die Auswertungen ausschließlich die descending-Daten verwendet. Für die Angabe einer exakten vertikalen Geländehöhenveränderung müsste das Verhältnis von horizontalen und vertikalen Bewegungen bekannt sein.

Da im vorliegenden Fall – im Gegensatz z. B. zu den geologischen Verhältnissen im EWS-Schadensfall Staufen – eine weitgehend söhlige geologische Schichtlagerung vorliegt (s. u.), ist insgesamt davon auszugehen, dass die horizontalen Verschiebungen im Hebungszentrum sehr gering, in dessen Umgebung zunehmen und am Außenrand des Hebungsgebiets gegen Null tendieren. Auf Grund der Schwierigkeiten, horizontale Lageverschiebungen messtechnisch hochgenau zu erfassen (s. o.) liegen hierzu keine Detaildaten vor. Die absolute Genauigkeit der vertikalen Hebungsgeschwindigkeiten aus Radarinterferometrie-Messungen ist also zumindest für Teilbereiche des Hebungsgebietes eingeschränkt, wobei der Fehler im Hebungszentrum auf Grund der dort (vermutlich) geringen horizontalen Bewegungen gering sein dürfte.

In den folgenden Abbildungen (Abb. 4.9 bis Abb. 4.11) werden die kumulierten vertikalen Geländeveränderungen auf Grundlage der Radarinterferometrie für das Hebungsgebiet "Nord" im Zeitraum 25.02.2014 bis 11.09.2014 dargestellt.

Abb. 4.9: Nullmessung der interferometrischen Zeitserienanalyse am 25.02.2014 und Darstellung der zahlreichen auswertbaren Reflektorsignale

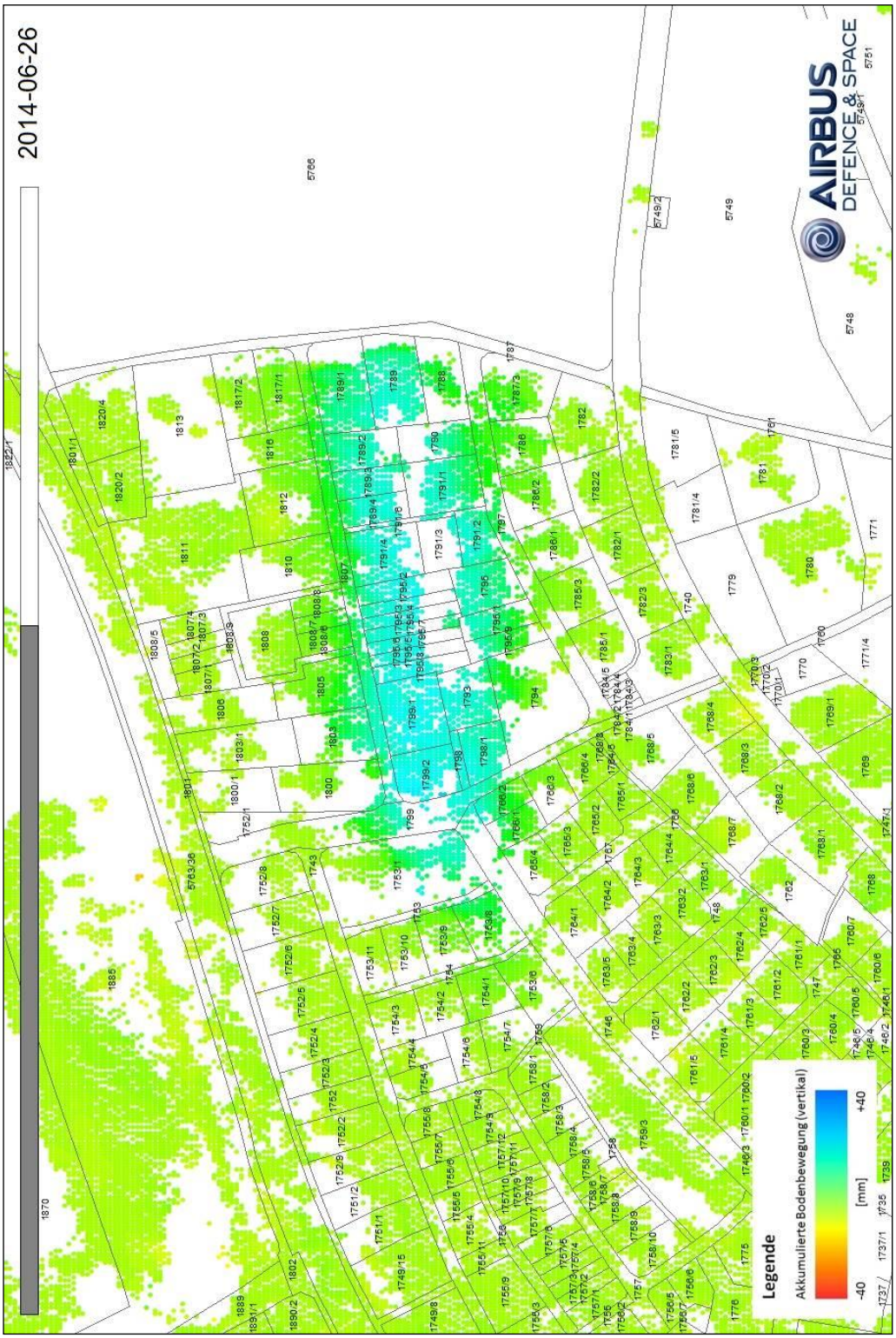


Abb. 4.10: Darstellung der akkumulierten Hebungsbeträge zwischen dem 25.02.2014 – 26.06.2014, auf Grund der Problematik der unbekannten horizontalen Bewegung ohne absolute Meßergebnisse

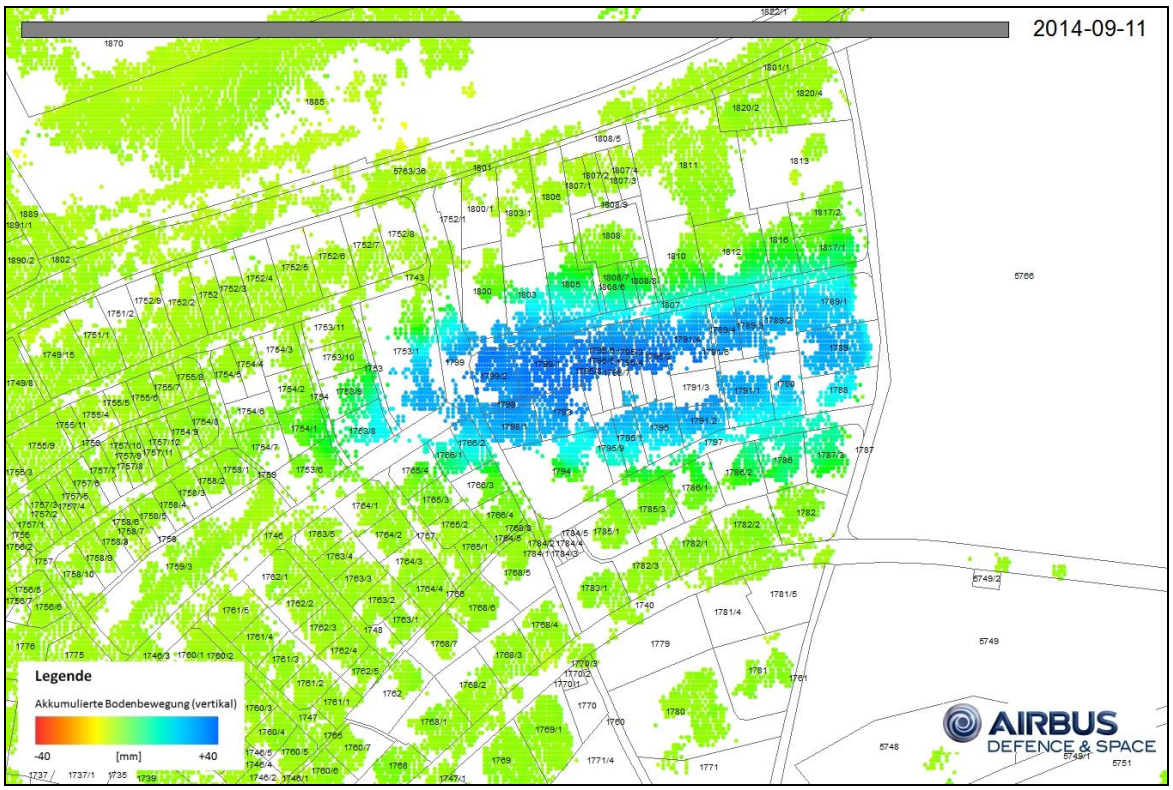


Abb. 4.11: Darstellung der akkumulierten Hebungsbeträge zwischen dem 25.02.2014 – 11.11.2014

Die maximale Hebungsgeschwindigkeit im Hebungsbereich "Nord" wird von Airbus Defence and Space im Bericht vom 22.10.2014 mit 5,7 mm/Monat im Bereich des Hauses Altinger Str. 4 (über Koordinatentransformation ermittelt) angegeben (vgl. Abb. 4.12).

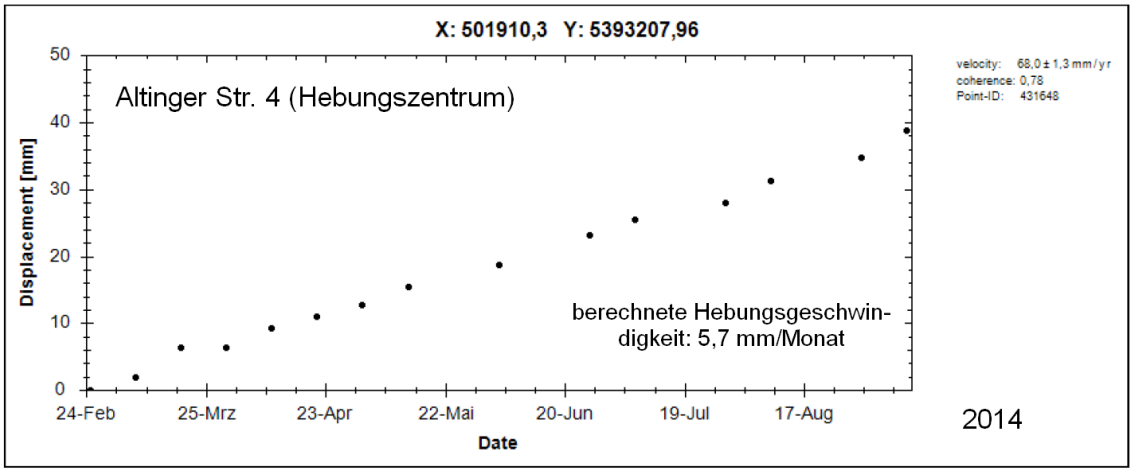


Abb. 4.12: Hebungsgeschwindigkeit Februar 2014 – September 2014 im Bereich des Hebungszentrums (Airbus Defence and Space, Bericht vom 22.10.2014)

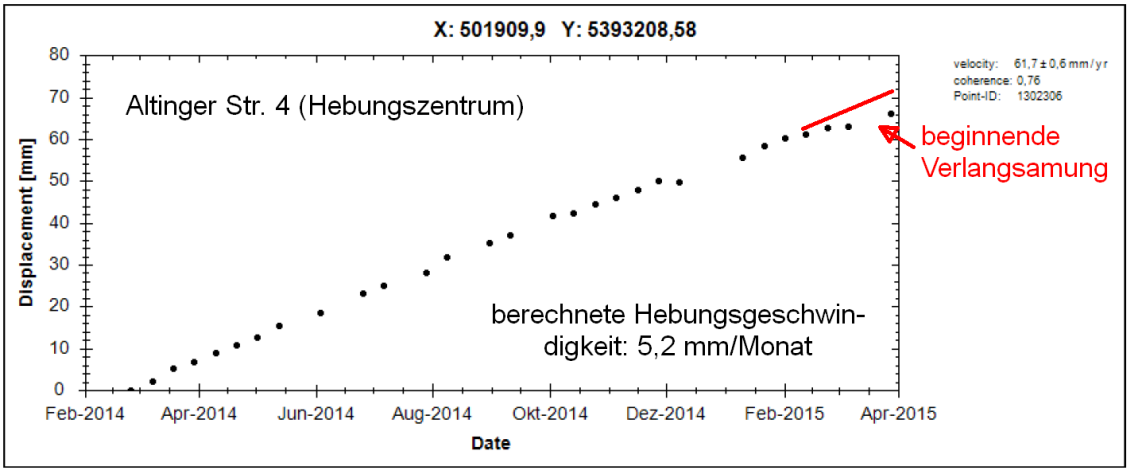


Abb. 4.13: Hebungsgeschwindigkeit 28.02.2014 – 28.03.2015 (Airbus Defence and Space, Bericht vom 22.05.2015)

Nach der auf diesen Zeitraum folgenden Auswertung bis Anfang 2015 bleibt das Hebungszentrum weiterhin ortsfest. Auch die Hebungsgeschwindigkeit ändert sich bis Januar 2015 nur geringfügig (vgl. Abb.4.13). Ab Februar 2015 wird die sich später fortsetzende Verlangsamung der Hebungsgeschwindigkeit erkennbar. Insgesamt werden im Zeitraum 25.02.2014 bis 21.01.2015 mittels Radarinterferometrie linear verlaufende Hebungen im Betrag von etwa 60 mm im Hebungszentrum erfasst.

Über den Zeitraum vor dem 25.02.2014 liegen weitere, wenngleich lückenhafte Berechnungen aus interferometrischen Zeitserienanalysen vor. So ist in Abb. 4.14 ein Zeit-/ Geländeveränderungsdiagramm aus dem Bereich der östlichen Altinger Straße wiedergegeben, aus dem sich Geländehöhenänderungen von etwa 80 mm im Zeitraum Mai 2011 bis März 2013 erkennen lassen. Zu beachten ist hierbei, dass der ausgewertete Reflektor sich nicht im Hebungszentrum befindet und eine deutlich geringere Hebungsgeschwindigkeit aufweist.

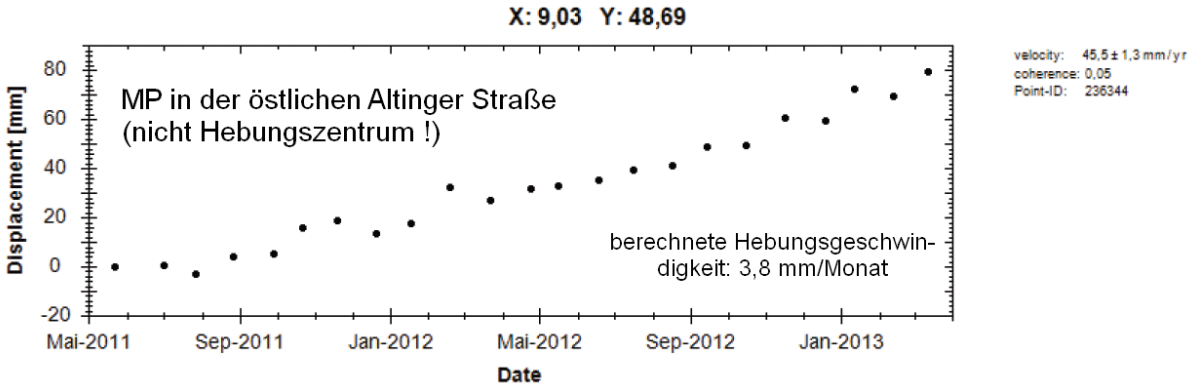


Abb. 4.14: Auswertung der Fa. Airbus Defence and Space über die Hebungsgeschwindigkeiten im Bereich der östlichen Altinger Str. für den Zeitraum Mai 2011 bis März 2013

Nahtlos übergehend in die weiter oben vorgestellten detaillierten Auswertungen ab Februar 2014 ist das in Abb. 4.15 wiedergegebene Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm über den Zeitraum März-Oktober 2013 für einen Reflektor im Bereich Altinger Str. 9 bzw. 11 (also wenig nordöstlich des Hebungszentrums). Hier werden Hebungsbeträge von 50 mm in etwa 7-8 Monaten erkennbar.

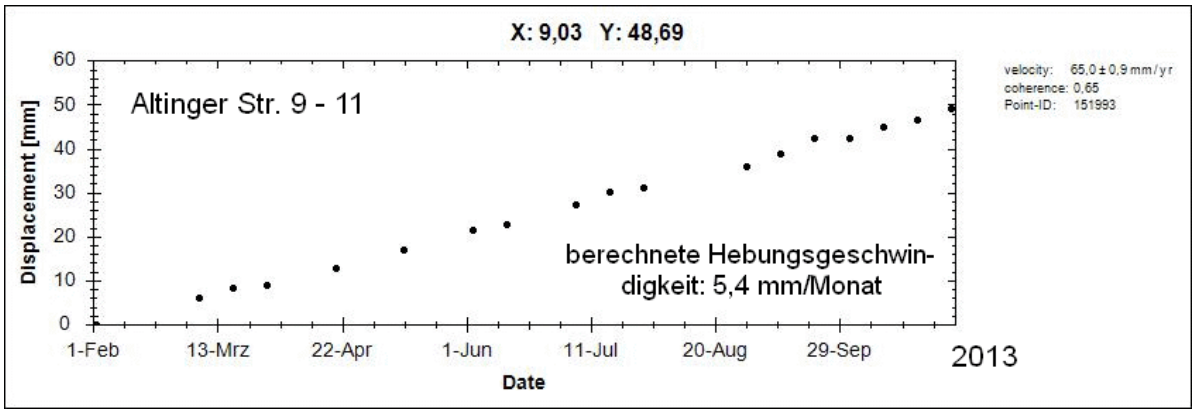


Abb. 4.15: "Vorabauswertung" der Fa. Airbus Defence and Space über die Hebungsgeschwindigkeit im Bereich Altinger Str. 9-11 für den Zeitraum März – Oktober 2013 gemäß E-Mail vom 28.02.2014 (TerraSat-X, StripMap-Modus)

Die vorbenannten Auswertungen wurden auch auf Grund der Fehlerzunahme bei horizontalen Bewegungskomponenten überwiegend für die Umgebung des Hebungszentrums vorgenommen. Die Fa. Airbus Space and Defence hat mit Angeboten vom 07.08.2015 und 04.09.2015 eine Auswertung von ascending- und descending-Daten offeriert. Hierzu wurden bereits zusätzlich zu den HS-descending-Daten ab Februar 2014 geringer auflösende (3 m · 3 m Bodenauflösung) Daten im ascending-StripMap-Modus und ab Juni 2015 auch ascending-Messwerte im High Resolution SpotLight-Modus erfasst und in einem Archiv abgelegt. Bedingt durch die Betrachtung aus verschiedenen Blickwinkeln könnte durch eine vergleichende Auswertung der ascending- und descending-Daten eine Aussage über die horizontalen Bewegungen und in der Folge auch eine verbesserte Einschätzung des tatsächlichen Betrags der vertikalen Komponente der Geländeveränderungen erfolgen. Auf Grund der polaren Umlaufbahn des Satelliten können mit dieser Methode allerdings lediglich horizontale Bewegungen in (angenähert) West-Ost-Richtung errechnet werden. Bewegungen in (angenähert) Nord-Süd-Richtung würden auch mit dieser Messmethodik weiterhin nicht erfasst werden können. Aus ingenieurgeologischer Sicht sind durch die deutliche Verringerung der Hebungsgeschwindigkeiten im Hebungsgebiet "Nord" z.Z. keine über die Fortsetzung der descending-Auswertung hinausgehenden Beauftragungen erforderlich.

Die Messungen der räumlichen und zeitlichen Entwicklung des Hebungsverlaufs stellen die wesentliche Grundlage zum Nachweis der Wirksamkeit eingeleiteter schadensbegrenzender Maßnahmen dar und werden fortgesetzt.

4.4.2 Auswertung über den Beginn der Hebungen

Im Auftrag der Versicherungsgesellschaft Allianz hat die Fa. Airbus Defence and Space andere verfügbare Radarmessdaten des Zeitraums Ende 2004 – Ende 2013 zusammenfassend mittels der interferometrischen Zeitserienanalyse ausgewertet. Hierbei wurden Daten der Satelliten ENVISAT, ALOS (Advanced Land Observing Satellite) und Cosmo SkyMed verwendet. Der diesbezüglich erstellte Bericht liegt dem LGRB bis Redaktionsschluss dieses Sachstandsberichtes nicht vor; auszugsweise werden im Folgenden einige Grafiken des Berichts wiedergegeben und diskutiert.

Die Grafiken der Fa. Airbus Defence and Space wurden vom LGRB dahingehend abgeändert, indem eine in den ursprünglichen Darstellungen enthaltene Regressionskurve entfernt wurde. Aus Sicht des LGRB hätte diese zu einer Fehlinterpretation geführt. Insbesondere wurde durch die Fa. Airbus Defence and Space eine Regressionskurve verwendet, die bereits Geländeveränderungen vor Beginn der spontan einsetzenden Hebungen zum Ende des Jahres 2008 suggeriert hätte. Die Fa. Airbus Defence and Space teilt diesbezüglich nach entsprechender Anfrage des LGRB mit E-Mail vom 16.10.2015 mit, dass "die Zeitserie der ersten Messungen zum Beginn Stabilität zeigt und die Polynomapproximation [der Regressionskurve] in diesem Bereich mit die größte Abweichung aufzeigt". Das LGRB hat weiterhin für die jeweils

annähernd linearen Hebungen im Zeitraum 2011 bis 2013 aus den Diagrammen eine Hebungsgeschwindigkeit errechnet. Hierbei ist festzustellen, dass die Hebungsgeschwindigkeiten insgesamt gut mit den Berechnungen der geodätischen Messwerte der Periode 10.10.2013 – 18.02.2014 übereinstimmen.

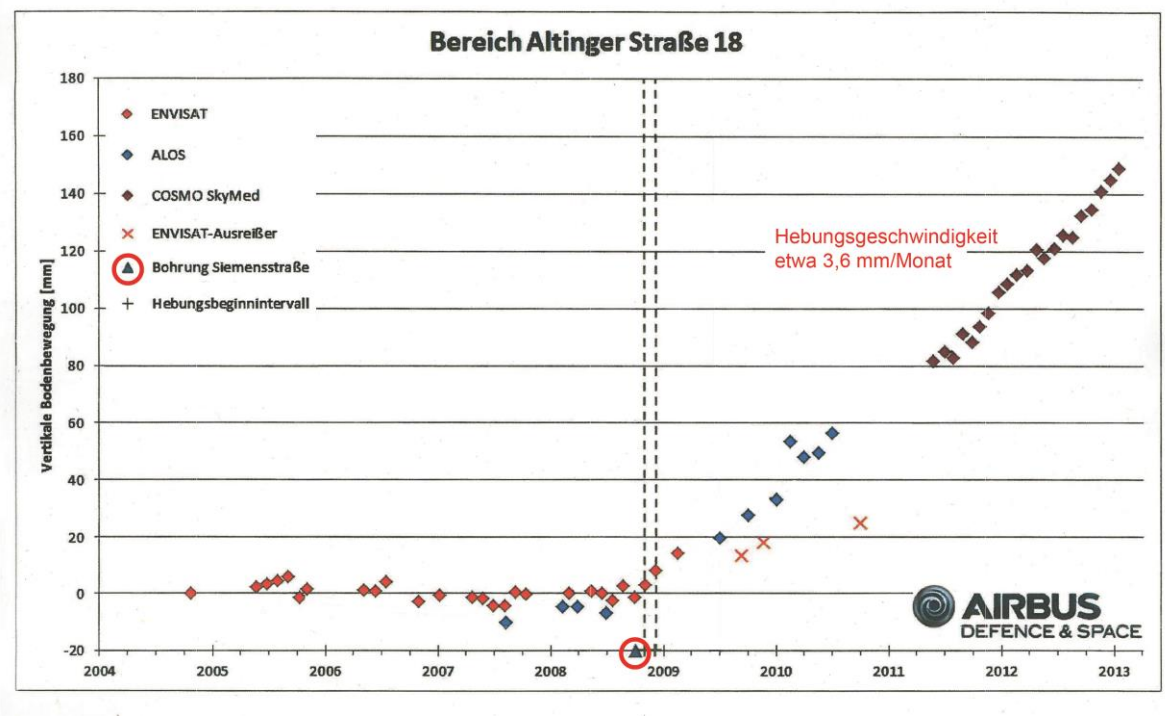


Abb. 4.16: Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm für ein Reflektionssignal im Bereich Altinger Straße 18 mit Eintragung des Ausführungszeitpunktes der Bohrung in der Siemensstraße 11

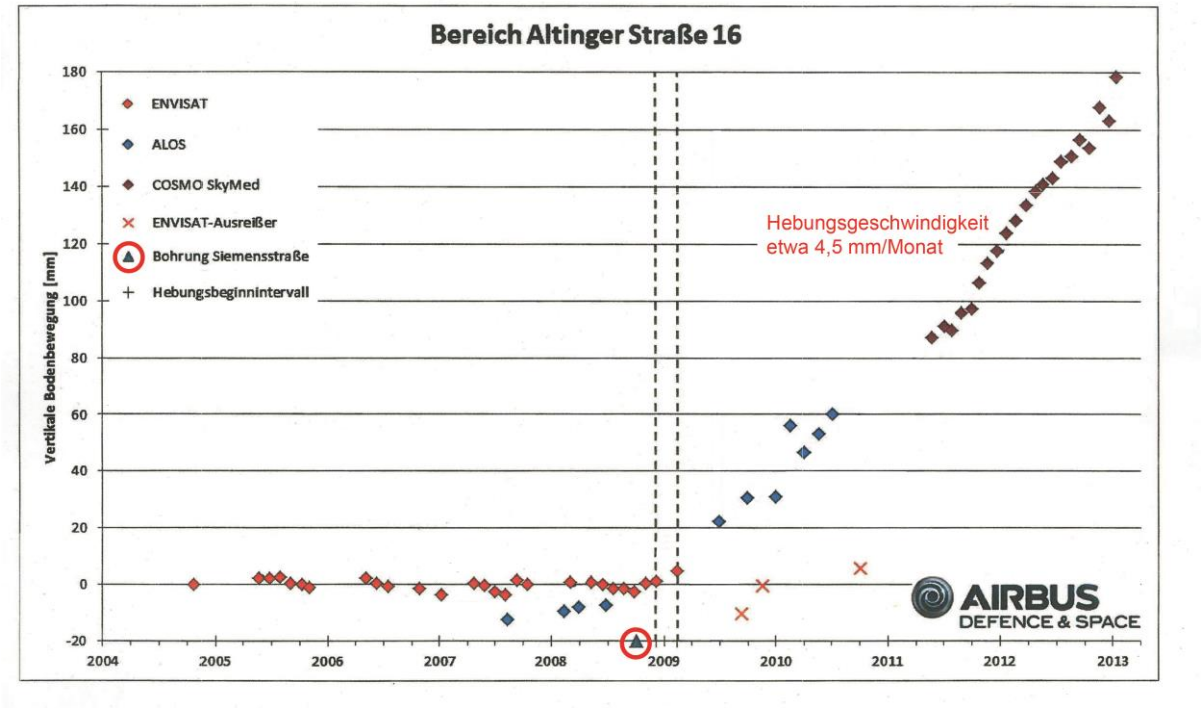


Abb. 4.17: Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm für ein Reflektionssignal im Bereich Altinger Straße 16 mit Eintragung des Ausführungszeitpunktes der Bohrung in der Siemensstraße 11

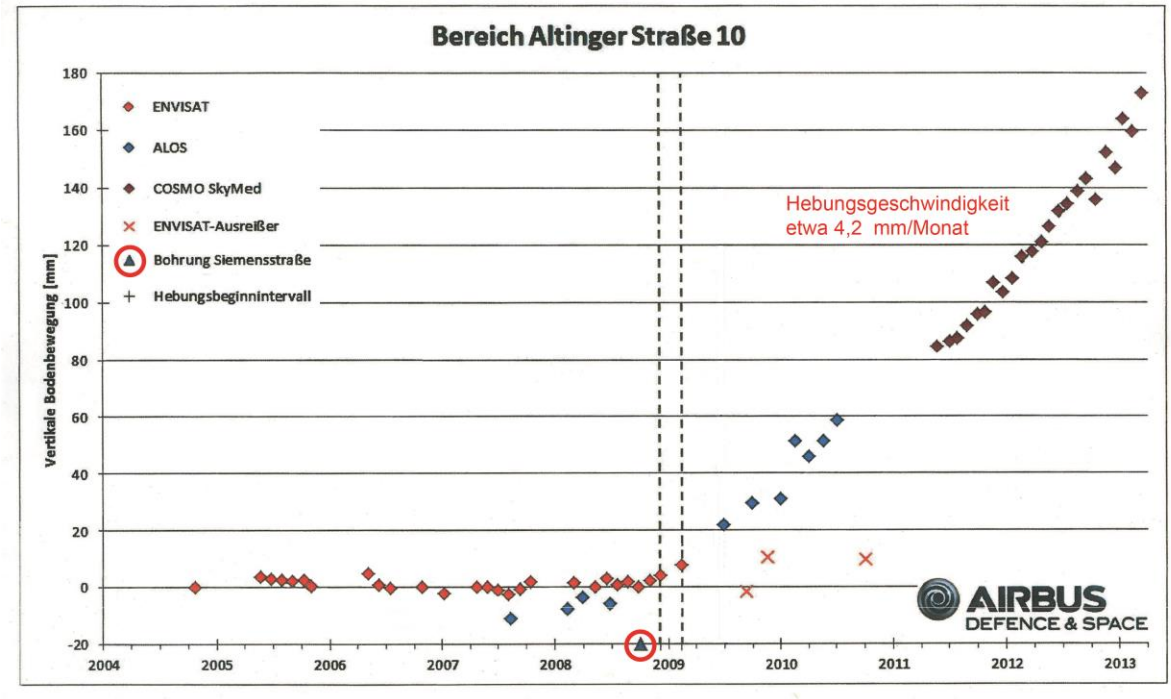


Abb. 4.18: Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm für ein Reflektionssignal im Bereich Altinger Straße 10 mit Eintragung des Ausführungszeitpunktes der Bohrung in der Siemensstraße 11

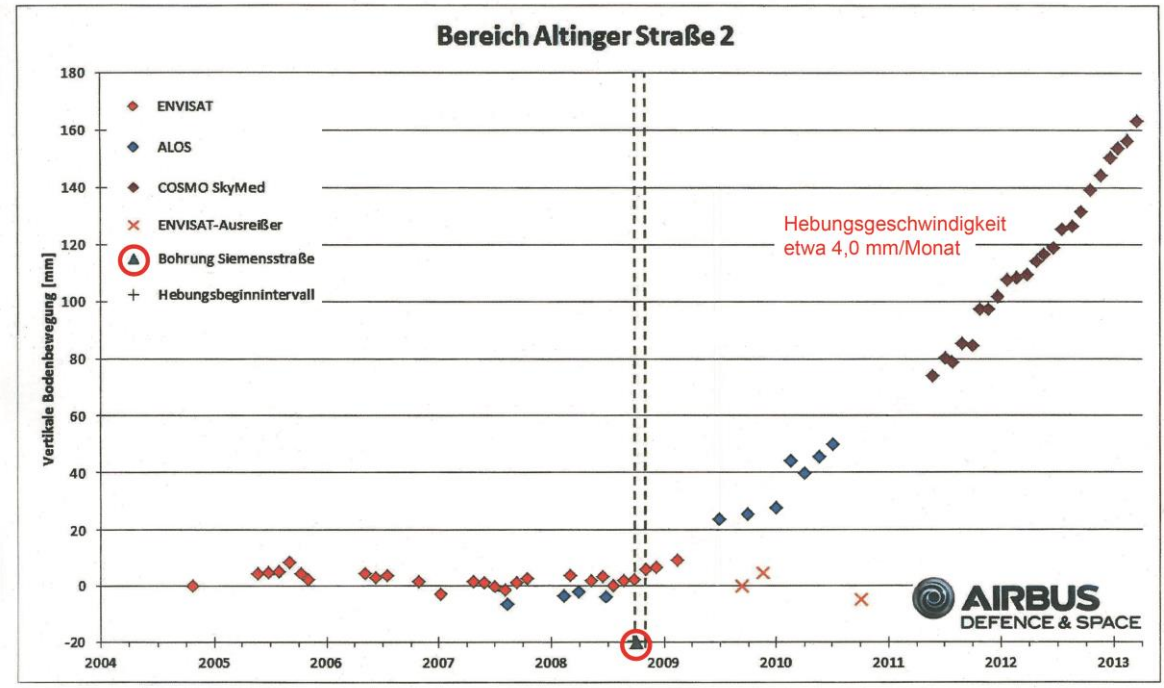


Abb. 4.19: Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm für ein Reflektionssignal im Bereich Altinger Straße 2 mit Eintragung des Ausführungszeitpunktes der Bohrung in der Siemensstraße 11

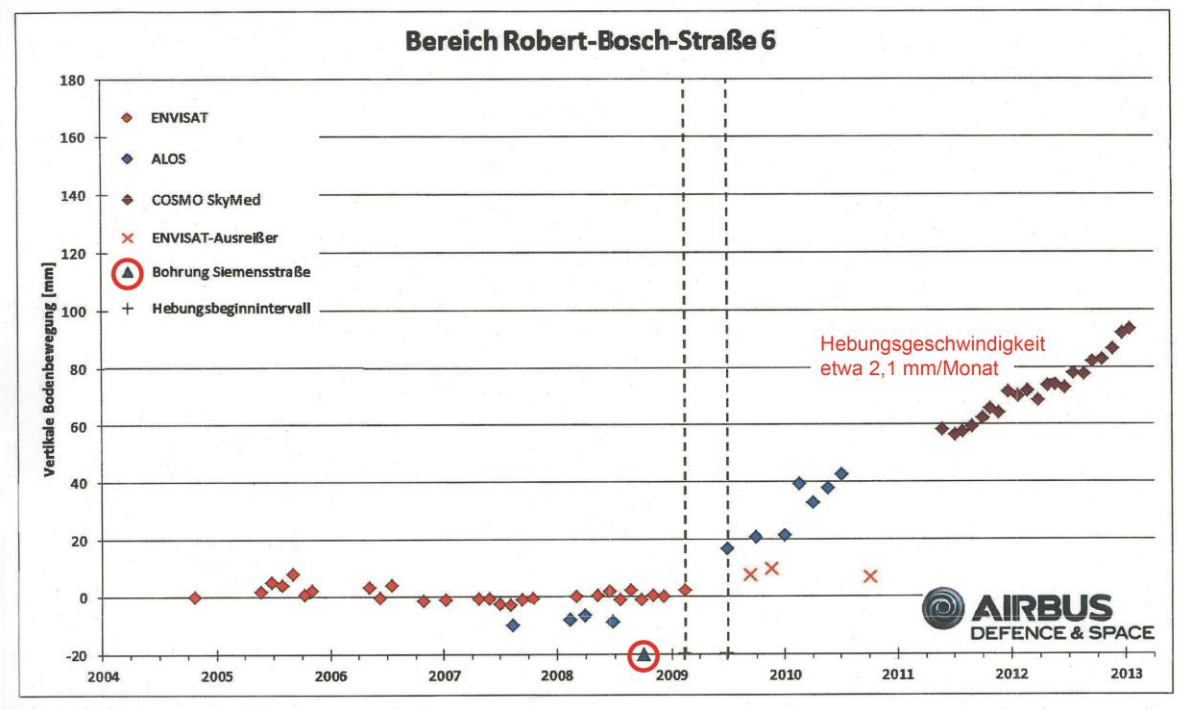


Abb. 4.20: Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm für ein Reflektionssignal im Bereich Robert-Bosch-Straße 6 mit Eintragung des Ausführungszeitpunktes der Bohrung in der Siemensstraße 11

Aus den vorstehenden Diagrammen ergibt sich ein eindeutiger zeitlicher Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Ausführung der Bohrungen in der Siemensstraße 11 (Oktober 2008) und dem Beginn der Hebungen im Hebungsgebiet "Nord". Im Nahumfeld der beiden Bohrungen setzen die Hebungen unmittelbar innerhalb weniger Tage (noch vor der Jahreswende 2008/2009) ein. Ein derartig schneller Hebungsbeginn, ist aus dem EWS-Schadensfall Staufen bekannt. Dort erfolgten erste Schadensmeldungen bereits innerhalb weniger Tage nach Ausführung der Bohrungen.

Im Hebungsgebiet "Nord" ist der Beginn der Hebungen an den Rändern teilweise etwas (um wenige Monate) zeitversetzt. So sind in der Robert-Bosch-Str. 6 bis zur Jahreswende 2008/2009 noch keine Hebungen erkennbar. Diese setzen zu Beginn des Jahres 2009 jedoch deutlich ein. Eine mögliche Erklärung bezüglich dieser Verzögerung wäre, dass zunächst Wasser bis in den westlich der Bohrungen gelegenen Bereich vordringen musste, bevor sich auch hier die Hebungen zeigten.

Wesentlich ist weiterhin, dass vor der Ausführung der Bohrungen in der Siemensstraße 11 in allen Diagrammen keinerlei signifikante Geländeveränderungen erkennbar sind. Geländehebungen für den Zeitraum Ende 2004 bis Oktober 2008 können auf der bestehenden Datengrundlage sicher ausgeschlossen werden.

4.4.3 Etwaige weitere Hebungsgebiete in Böblingen

Zusätzlich zu den in Kapitel 4.4.2 dargestellten Daten liegen dem LGRB Folien eines Vortrags der Fa. Airbus Defence and Space vom September 2014 über mögliche andere Hebungsgebiete in Böblingen im Zeitraum ab dem Jahr 1992 vor. Die Folien wurden im Auftrag der Allianz erstellt und beruhen offensichtlich auf Radardaten der Satelliten ERS-1 und/oder ERS-2 sowie für den Zeitraum ab 2004 auf ENVISAT-Daten. Ein Bericht zu diesen Vortragsfolien lag dem LGRB bis Redaktionsschluss des Sachstandsberichts nicht vor.

In den Folien befindet sich eine Darstellung über akkumulierte Geländeveränderungen bis zum 22. Dezember 2000 mit einem "Hebungsgebiet" im Bereich Kopernikus-/Hüttentalstraße in Böblingen. Aus einem dazugehörigen Zeit-/Geländeveränderungsprofil ergibt sich, dass dort im Zeitraum zwischen 1992 und 2000 "Hebungen" mit einer Hebungsrate von bis zu 0,2 mm/Monat bei einer akkumulierten Hebung von

insgesamt etwa 20 mm in etwa 10 Jahren aufgetreten seien (Abb. 4.21). Das LGRB kann nicht beurteilen, inwieweit die dargestellten Hebungen unter Berücksichtigung der damaligen technischen Voraussetzungen, der geringen Bodenauflösung der ERS-Satelliten (ca. 30 m · 30 m - im Vergleich zu beispielsweise 1 m · 1 m der TerraSAT-X HR SpotLight-Daten) sowie der erstmaligen Verwendung von Satellitendaten zur Radarinterferometrie signifikant sind. Es ist jedoch festzustellen, dass die "Hebungen" um den Faktor 25 geringer gewesen wären, als sie in der Folge im Hebungsgebiet "Nord" festgestellt wurden. Grundsätzlich kommen für derartige, sehr geringe Geländehöhenveränderungen auch andere ingenieurgeologische Ursachen als das Gipskeuperquellen in Frage (z. B. Veränderungen des Grundwasserstandes, reversible Austrocknung nach Überbauung, Auffrieren des Bodens, etc.). Derartige Ursachen lassen sich allerdings auf Grund des Umfangs der aktuellen Hebungen in den Hebungsgebieten "Nord" und "Süd" ausschließen.

Im Bereich des Hebungsgebietes "Nord" sind in der Abbildung sowie den entsprechenden Zeit-/Geländeveränderungsprofilen im Zeitraum 1992 – Ende 2000 der Fa. Airbus Defence and Space keine Hebungen dargestellt.

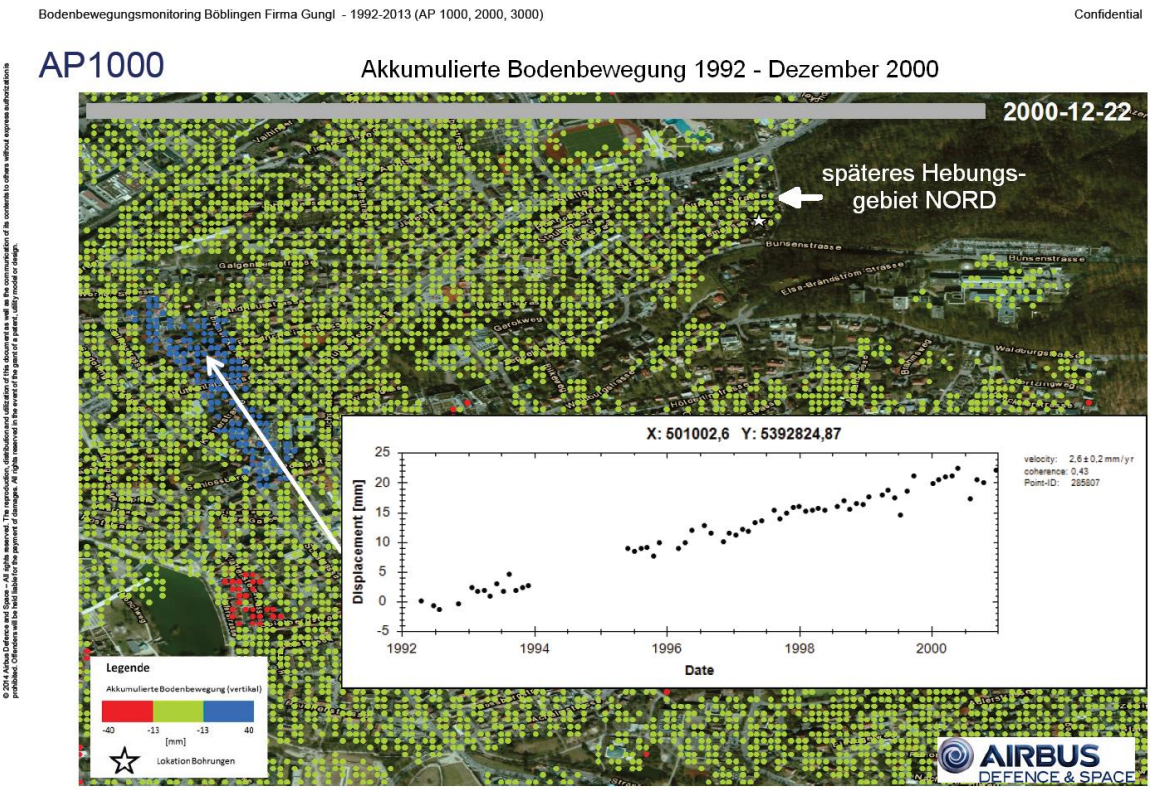


Abb. 4.21: Darstellung eines "Hebungsgebietes" im Bereich Kopernikus-/Hüttentalstraße mit möglichen "Hebungsraten" von bis zu 0,2 mm/Monat im Zeitraum 1992 – Dezember 2000

In einer weiteren Folie des Vortrags der Fa. Airbus Defence and Space werden, vermutlich auf Grundlage von ENVISAT-Daten, in dem vorgenannten "Hebungsgebiet" weitere "Hebungen" im Zeitraum zwischen 2005 und 2008 dargestellt, nachdem für den Zeitraum 2003 bis 2005 sowie nach 2008 bis zum Ende des Auswertezeitraums im Jahre 2011 keine Hebungen ausgewiesen werden. Die Hebungsgeschwindigkeit wird mit unter 0,15 mm/Monat bei einer Gesamthebung von etwa 6-8 mm in vier Jahren angegeben. Auch hier kann das LGRB nicht beurteilen, inwieweit "Hebungen" tatsächlich aufgetreten sind. Es ist jedoch festzuhalten, dass diese um den Faktor 30-35 geringer sind und sich damit noch deutlicher von den aktuellen Hebungen im Hebungsgebiet "Nord" unterscheiden. Bezüglich der Ursache für diese sehr geringen "Hebungen", sofern sie überhaupt als signifikant anzusehen sind, gilt das im vorherigen Absatz Ausgeführte.

Die Folien beinhalten auch ein Zeit-/ Geländeveränderungsprofil für einen Messpunkt in der Altinger Straße. Hierin wird postuliert, dass im Bereich Altinger Straße im Zeitraum 2003 bis 2011 keine Geländeveränderungen aufgetreten sind. Diese Aussage wurde zwischenzeitlich dahingehend neubewertet, als die Fa. Airbus Defence and Space selbst in den in Kap. 4.4.2 beschriebenen Folien drei Messpunkte der Jahre 2009 – 2011 als "ENVISAT-Ausreißer" bezeichnet und die davor liegenden vier, bereits deutlich ansteigenden Messpunkte um den Jahreswechsel 2008/2009 als Beginn der dortigen Hebungen interpretiert. Es bleibt also die Aussage, dass im Hebungsgebiet "Nord" im Zeitraum 2003 bis September 2008 keine Hebungen aufgetreten sind.

In einer weiteren Folie (nicht dargestellt) sind Geländeveränderungen für den Zeitraum Mai 2011 bis März 2013 auf nicht bekannter Datengrundlage wiedergegeben. Das zuvor postulierte "Hebungsgebiet" im Bereich Kopernikus-/Hüttentalstraße tritt nun nicht mehr auf. Im Gegensatz dazu sind die Hebungsgebiete "Nord" bzw. "Süd" deutlich zu erkennen. Das dargestellte Zeit-/Geländeveränderungsprofil für einen Messpunkt in der östlichen Altinger Straße ist in Abb. 4.14 wiedergegeben.

Die vorliegenden Ergebnisse schließen im Übrigen Hebungen im Umfeld der Bohrungen der Böblinger Mineraltherme aus.

Seit dem 01.10.2015 läuft unter Federführung des Geodätischen Institut am Karlsruhe Institute of Technology (KIT) ein durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördertes Forschungsprojekt. Ziel ist die

Gewinnung von weiteren Erkenntnissen über die Hebungen im Zeitraum vor 2011 mittels Einsatz der Persistent-Scatterer SAR-Interferometrie (PS-InSAR). Ergebnisse liegen dem LGRB bis Redaktionsschluss dieses Berichtes noch nicht vor.

4.4.4 Auswirkungen der Sanierungsmaßnahmen in der Siemensstraße 11

Die undichten Ringräume der Erdwärmesonden in der Siemensstraße wurden ab dem 17.11.2014 bis zum 28.01.2015 nachträglich abgedichtet, so dass es zu jedem Zeitpunkt innerhalb dieses Zeitraumes zu einer Reduktion bzw. Stopp des Wasserzutritts in den Anhydrit gekommen sein kann. Der Bericht der Fa. Airbus Defence and Space vom 05.10.2015 beinhaltet Untersuchungen über eine signifikante Abnahme der Hebungsgeschwindigkeiten ab dem 21.01.2015. So ergibt sich unter anderem aus Abb. 4.22 eine signifikante Abnahme der Hebungsgeschwindigkeit im Bereich des Hebungszentrums ab der Messung vom 21.01.2015.

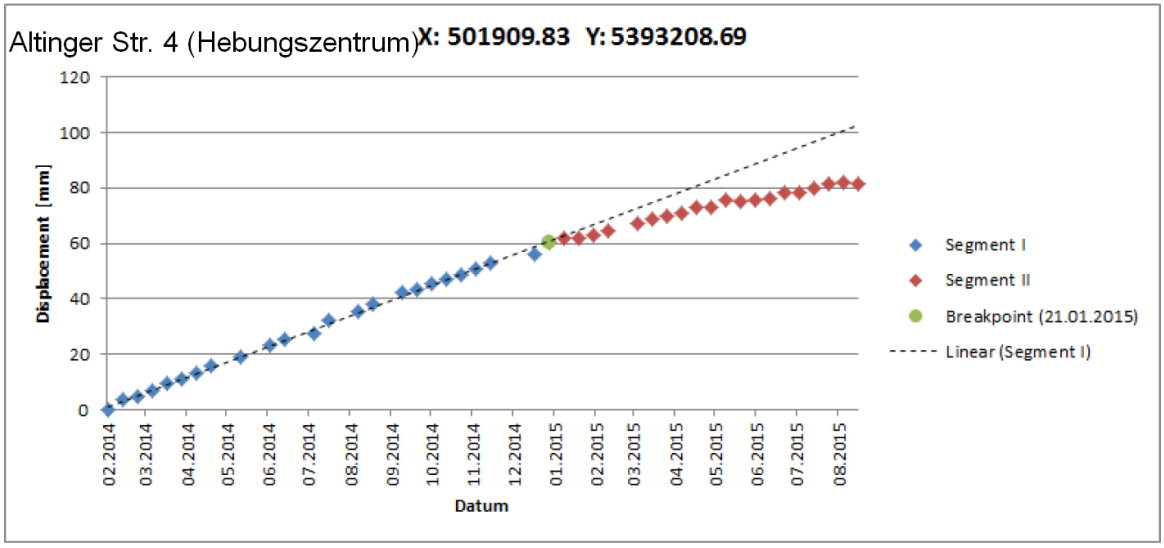


Abb. 4.22: Zeit-/Geländeveränderungsdiagramm für einen Reflektor im Bereich Altinger Straße 4 mit erkennbarer Verlangsamung der Hebungsgeschwindigkeit ab dem 21.01.2015

Ebenfalls gut zu erkennen ist die Verlangsamung in den folgenden Abbildungen der Fa. Airbus Defence and Space über die räumliche Verteilung der Hebungsgeschwindigkeiten. Während die Hebungsgeschwindigkeiten in den Abb. 4.23 (Messdatum: 09.05.2014) und Abb. 4.24 (Messdatum: 09.09.2014) weitgehend identisch sind, ist am 09.03.2015 ein bereits deutlich anderes Bild erkennbar (vgl. Abb. 4.25); die Hebungsgeschwindigkeiten betragen nun weniger als 6 mm/Monat. Für den Mess-

zeitpunkt vom 09.07.2015 verkleinert sich zusätzlich die Fläche mit einer Hebungsgeschwindigkeit von 2 mm/Monat (Abb. 4.26), um in der Messung vom 09.09.2015 (Abb. 4.27) nahezu nicht mehr erkennbar zu sein. Die Satellitendaten vom 09.09.2015 liegen der letzten Auswertung vor Redaktionsschluss des vorliegenden Sachstandsberichtes zu Grunde. Die letzten drei Messpunkte in Abb. 4.22 könnten dahingehend interpretiert werden, dass die Hebungen im Hebungsgebiet "Nord" zum Stillstand gekommen sind. Diese Annahme kann jedoch erst durch die Ergebnisse der weiteren Messungen abgesichert werden.

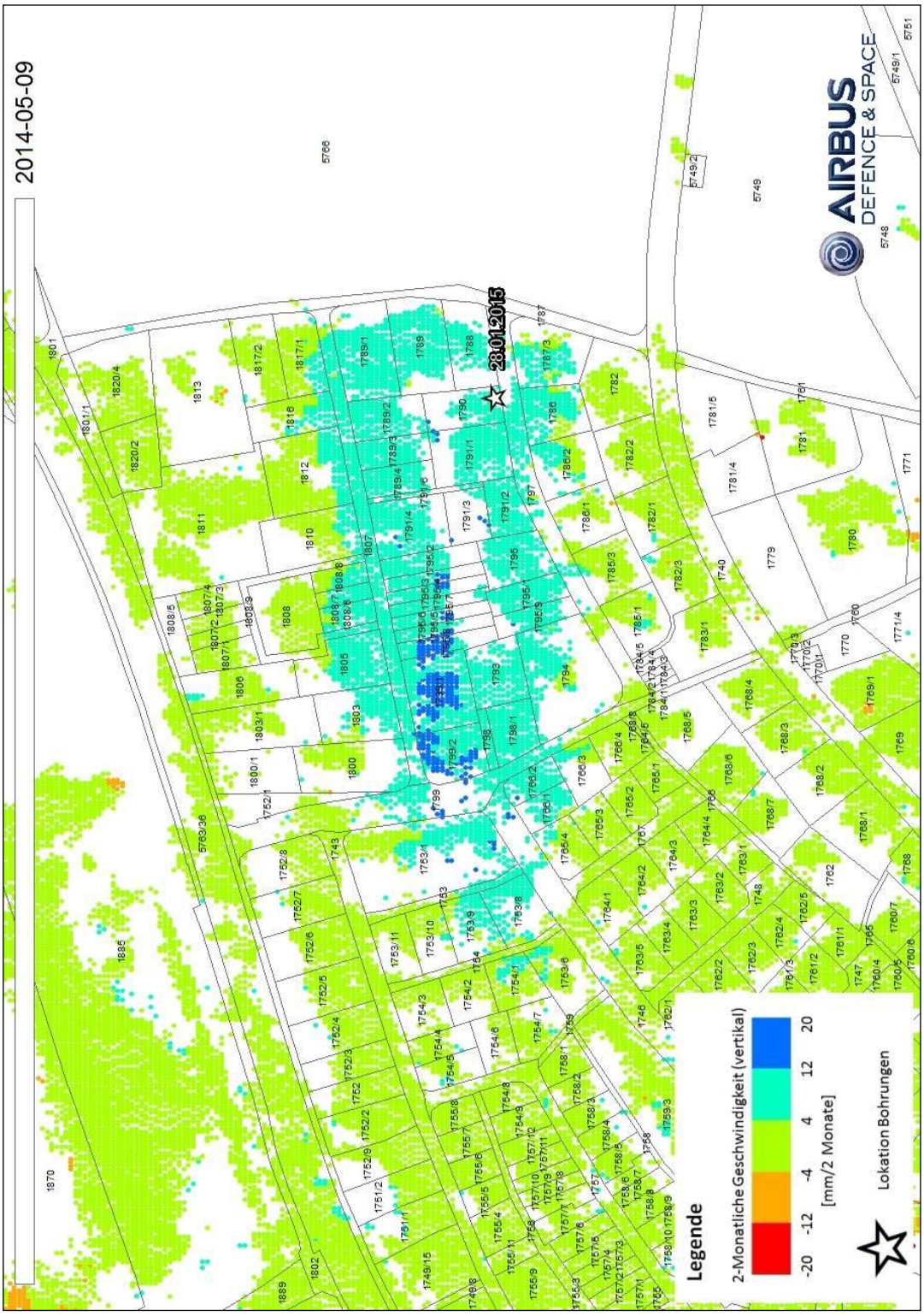


Abb. 4.23: Räumliche Verteilung der Hebungsgeschwindigkeiten am 09.05.2014 im Hebungsgebiet "Nord" mit einem Hebungszentrum im Bereich Altinger Straße 2-4-6 (Hebungsgeschwindigkeit: >= 6 mm/Monat)

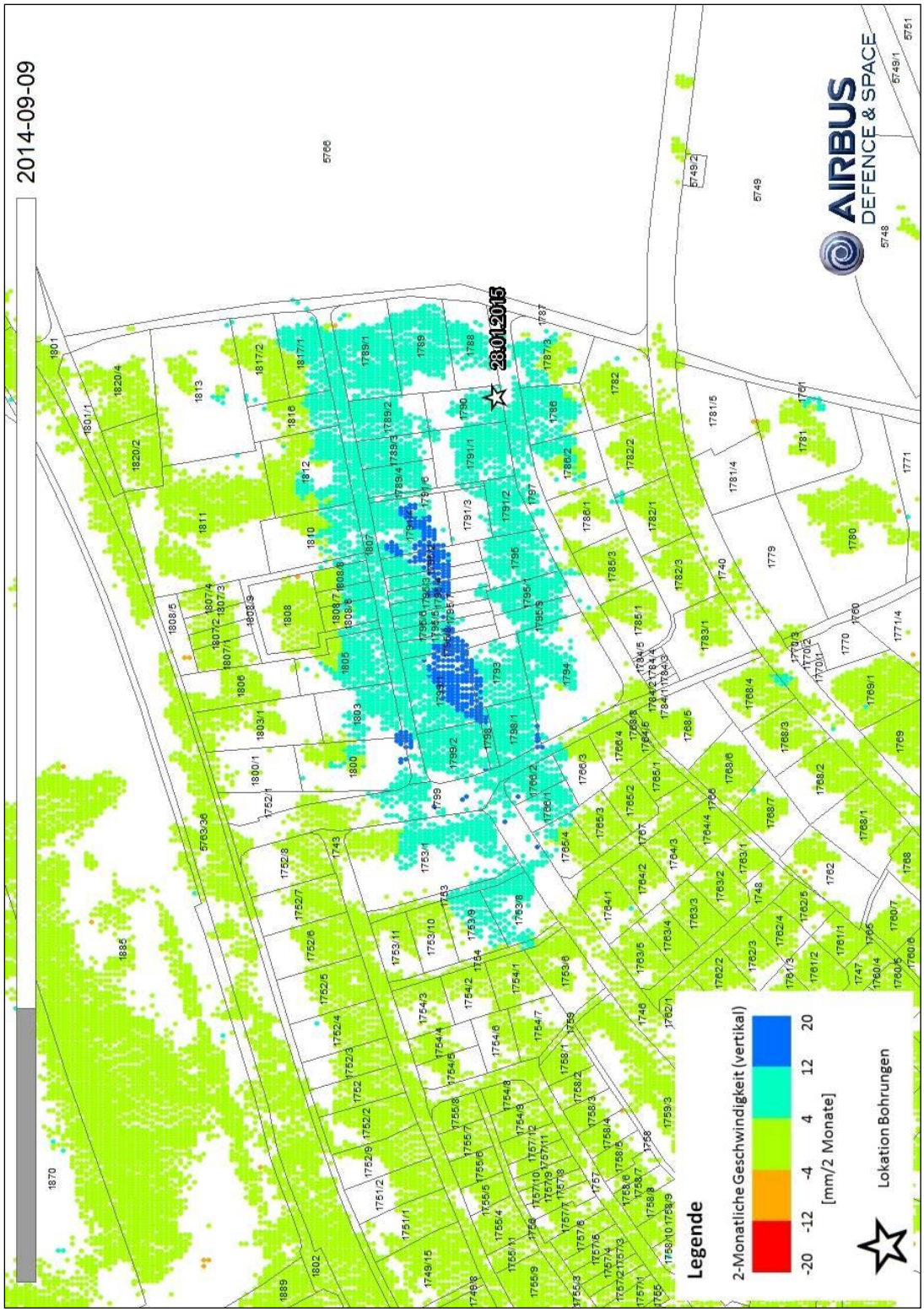


Abb. 4.24: Räumliche Verteilung der Hebungsgeschwindigkeiten im Hebungsgebiet "Nord" am 09.09.2014 mit einem Hebungszentrum im Bereich Altinger Straße 2-4-6 (Hebungsgeschwindigkeit: >= 6 mm/Monat)

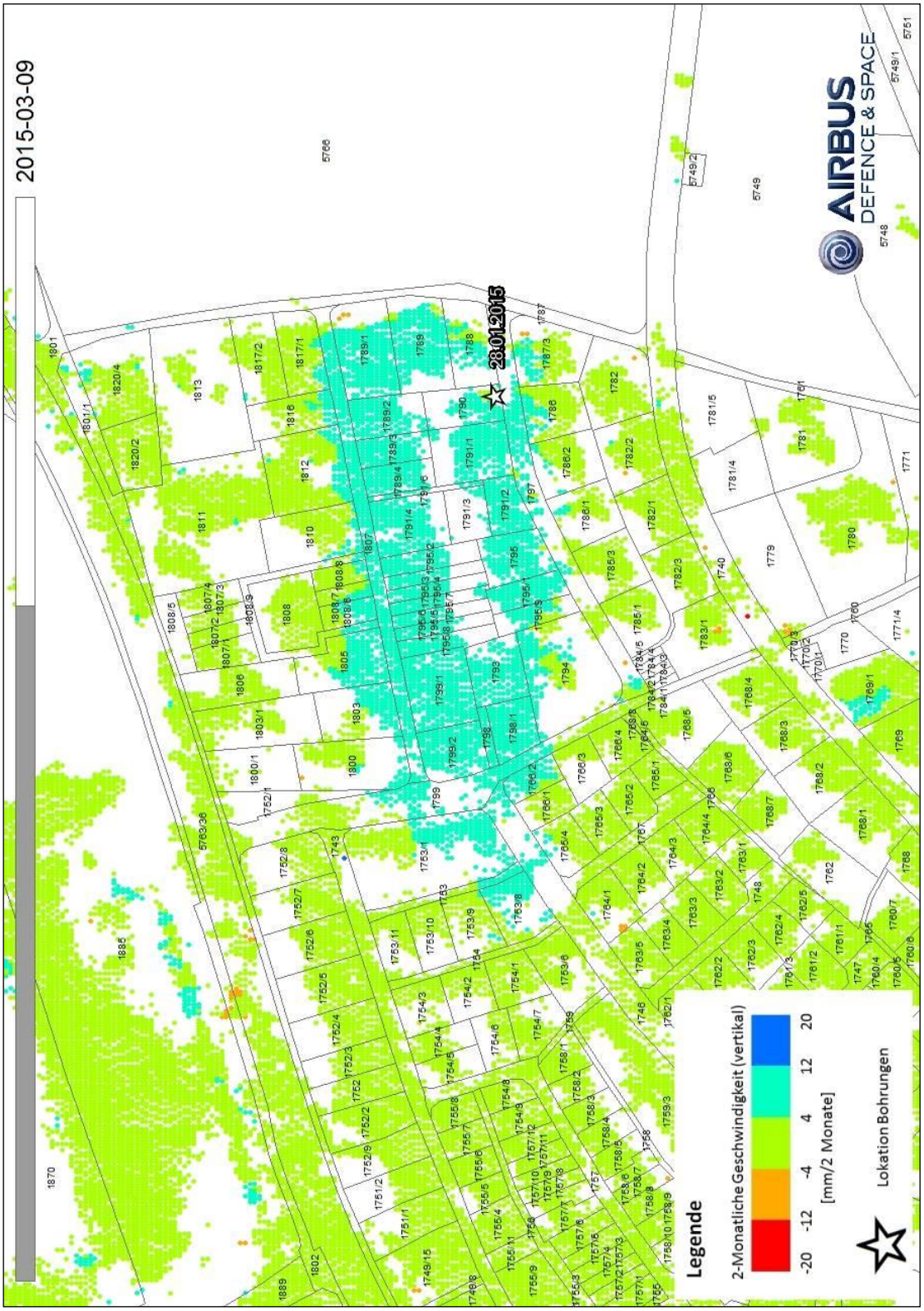


Abb. 4.25: Räumliche Verteilung der Hebungsgeschwindigkeiten (überall < 6 mm/Monat) im Hebungsgebiet "Nord" am 09.03.2015

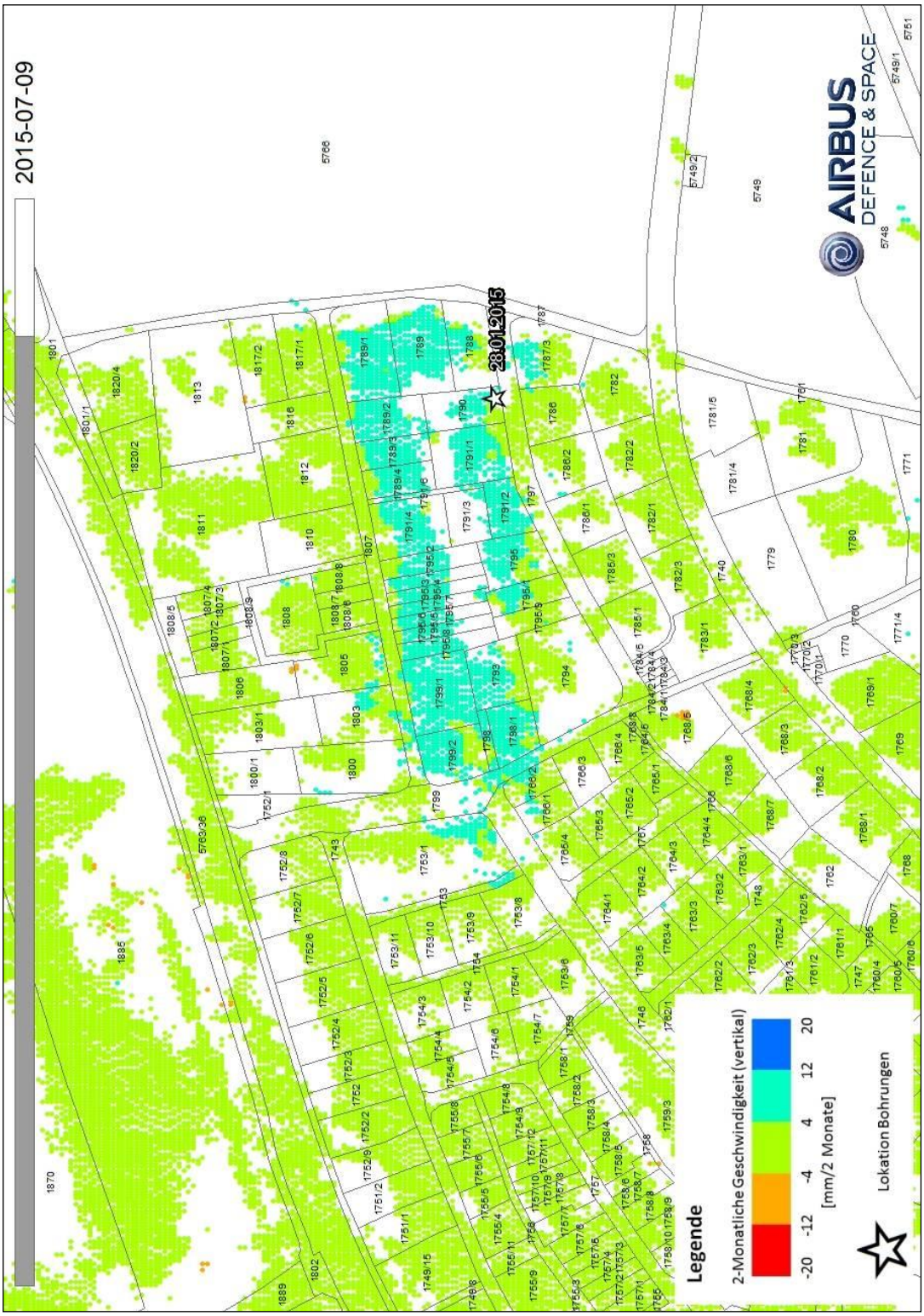


Abb. 4.26: Räumliche Verteilung der Hebungsgeschwindigkeiten (überall < 6 mm/Monat) im deutlich verkleinerten Hebungsgebiet "Nord" am 09.07.2015

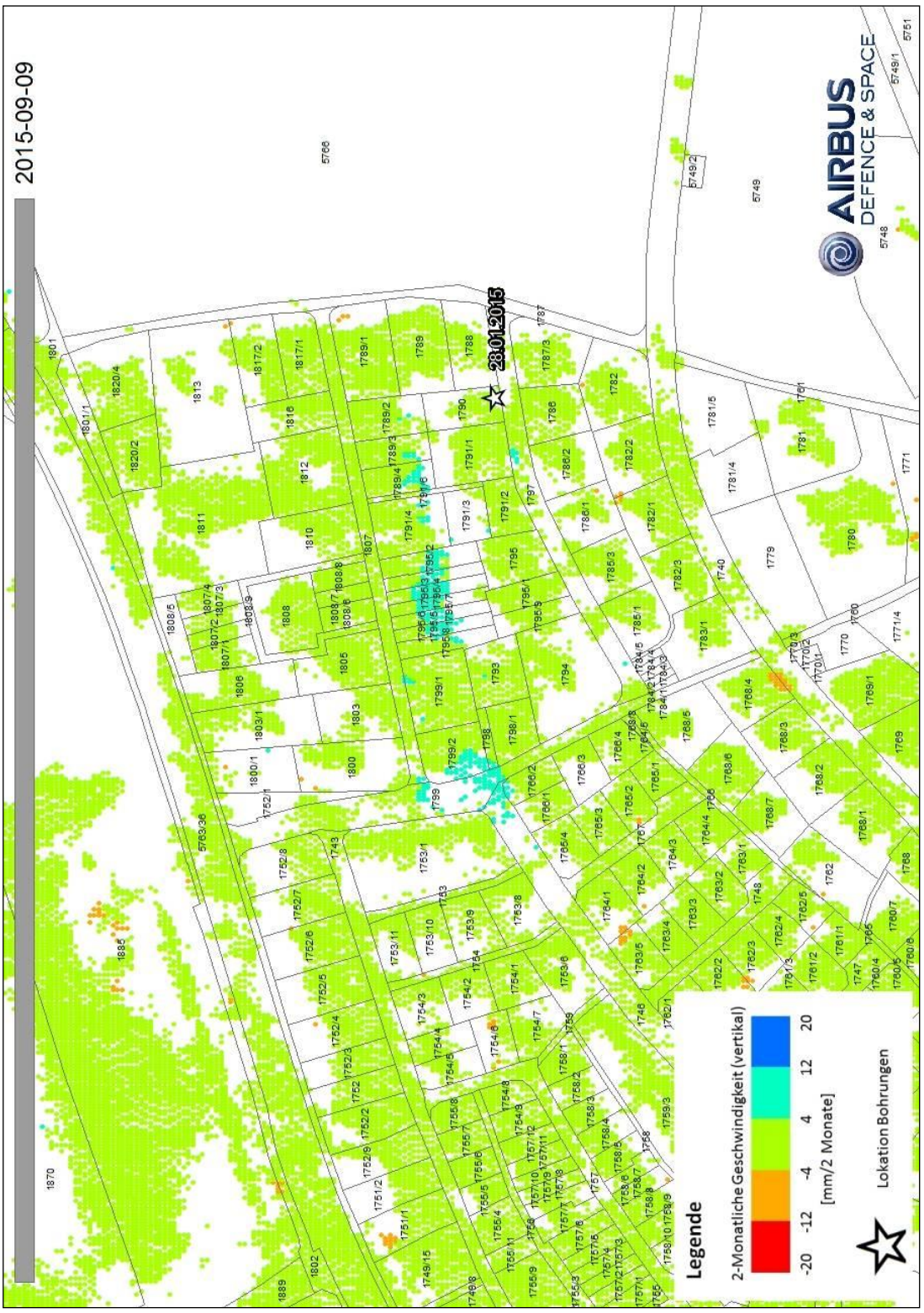


Abb. 4.27: Räumliche Verteilung der Hebungsgeschwindigkeiten (nahezu überall < 2 mm/Monat) im deutlich verkleinerten Hebungsgebiet "Nord" am 09.09.2015

Insgesamt lassen die dargestellten Auswertungen eine sehr gute zeitliche Korrelation zwischen dem Abschluss der Sanierungsarbeiten und dem signifikanten Rückgang der Hebungen erkennen. So ist aus anderen EWS-Schadensfällen mit vergleichbaren Hebungsgebieten (Staufen, Rudersberg) bekannt, dass der Verlauf der Hebungen im Hebungszentrum Rückschlüsse über die Entwicklung im gesamten Hebungsgebiet zulässt. Hier bedeutet dies, dass die in Abb. 4.22 dargestellte Kurve signifikant für die Entwicklung des gesamten Hebungsgebietes ist, wie sich dies auch in den folgenden Abbildungen 4.23 bis 4.27 zeigt.

Aus den o. g. Schadensfällen ist bekannt, dass eine Reduktion des Wasserzutritts zu einer Verlangsamung der Hebungsgeschwindigkeiten führt. Dies wird auf den allmählichen Abbau von im Bereich des Anhydrits vorhandenen Wassers zurückgeführt, welches nach Beendigung der Wasserzufuhr noch umgesetzt werden muss. Diese Entwicklung lässt sich in Abb. 4.22 nachvollziehen.

4.5 Zusammenfassung der Messergebnisse

Die angewandten Messmethoden ergeben ein in sich stimmiges Bild und bieten eine ausreichende Datenbasis zur Beurteilung der im Hebungsgebiet "Nord" aufgetretenen Geländeveränderung.

Zusammenfassend handelt es sich bei dem Hebungsgebiet "Nord" um einen ca. 600 m in West-Ost und ca. 200 m in Nord-Süd messenden, angenähert elliptischen Bereich mit signifikanten Geländehebungen, der durch folgende Straßen bzw. Örtlichkeiten begrenzt ist (Grundlage der Grenzziehung in Klammer):

Im Norden: Stuttgarter Straße (Laser-Scan-Differenz, geodätisches Feinnivellement, Kanaldatenbank, Radarinterferometrie)
Im Osten: im Waldgebiet, etwa 200 m östlich der Siedlungsgrenze (Laser-Scan-Differenz)
Im Süden: Bunsenstraße (Laser-Scan-Differenz, geodätisches Feinnivellement, Kanaldatenbank, Radarinterferometrie)

Im Westen: N-S-verlaufender Abschnitt der Gaußstraße (Laser-Scan-Differenz, geodätisches Feinnivellement, Radarinterferometrie)*

* Aus dem geodätischen Feinnivellement ergeben sich Hinweise, dass zumindest zwischen Oktober 2013 (wahrscheinlich aber bereits früher) und Februar 2014 auch im Bereich zwischen dem N-S-verlaufenden Abschnitt der Gaußstraße und der Zeppelinstraße (also insbesondere Humboldtstraße, Gaußstraße und Steubenweg) Hebungen aufgetreten sind. Dies deckt sich mit Gebäudeschadensmeldungen aus diesem Siedlungsgebiet. Ab Februar 2014 sind signifikante Hebungen in diesem Bereich nahezu auszuschließen (Radarinterferometie, geodätisches Feinnivellement). Die Gesamthebungen liegen hier vermutlich unter 10 cm (Laser-Scan-Differenz). Messergebnisse über eventuelle horizontale Bewegungen in diesem Bereich, die ggf. auch Bauschäden verursachen könnten, liegen dem LGRB nicht vor.

Mit Ausnahme der vorbeschriebenen zeitweisen Änderung im westlichen Bereich handelt es sich um ein ortsfestes Hebungsgebiet.

Das Hebungszentrum, sowohl bei dessen Betrachtung als Örtlichkeit der größten Hebungsgeschwindigkeit als auch bei dessen Betrachtung als Örtlichkeit mit den höchsten absoluten Hebungsbeträgen, liegt im (östlichen) Umfeld der Kreuzung Robert-Bosch-Straße/Altinger Straße. Die festgestellte Hebungsgeschwindigkeit hat dort bis 6 mm/Monat (Radarinterferometrie), ggf. auch etwa 7 mm/Monat (geodätisches Feinnivellement) erreicht. Die absoluten Hebungsbeträge seit Beginn der Hebungen betragen dort etwa 37 - 45 cm (Kanaldatenbank, Laser-ScanDifferenz + Extrapolation bis 2015).

Das Hebungszentrum befindet sich etwa 100 m nordwestlich der EWS-Bohrungen in der Siemensstraße 11 und somit in enger räumlicher Beziehung. Der geringe Versatz des Hebungszentrums vom Ort der Bohrungen lässt sich auf Grund vorhandener Inhomogenitäten des Gebirges und der daraus resultierenden unterschiedlichen Wasserverteilung erklären. Weiterhin besteht zwischen Ausführung der Bohrungen und Beginn der Hebungen ein eindeutiger zeitlicher Zusammenhang. Dieser ergibt sich aus den Auswertungen von verschiedenen Satellitendaten, die ebenfalls den Schluss zulassen, dass zuvor (zumindest seit 1992) im Hebungsgebiet "Nord" keine Hebungen aufgetreten sind.

Weitere signifikante Hebungsgebiete in näherem Umfeld können für den Zeitraum ab 1992 aus den Daten der Satelliten ausgeschlossen werden. Das hierbei zunächst postulierte Hebungsgebiet Kopernikus-/Hüttentalstraße wies "Hebungsbeträge" auf, die um den Faktor 25-35 geringer als die des Hebungsgebietes "Nord" waren. Für diese geringfügigen Hebungen, sofern sie überhaupt signifikant waren, kommen an-

dere Ursachen in Frage, die jedoch keinesfalls die aufgetretenen Hebungen im Hebungsgebiet "Nord" erklären können.

Ebenfalls in eindeutiger zeitlicher Korrelation nehmen die Hebungsgeschwindigkeiten im Hebungsgebiet "Nord" seit den an den Erdwärmesonden durchgeführten Sanierungen ab. Seither kommt es auch zu einer deutlichen Verkleinerung des Hebungsgebietes. In den bis Redaktionsschluss dieses Sachstandsberichtes zur Verfügung stehenden Daten scheinen sich ab Ende August 2015 keine Hebungen mehr abzuzeichnen. Diese Annahme kann jedoch erst durch die Ergebnisse der weiteren Messungen abgesichert werden.

Ein Ende des Hebungsvorganges setzt voraus, dass sämtliches im quellfähigen Gebirgsabschnitt vorhandene Wasser durch den Umwandlungsprozess Anhydrit in Gips umgesetzt ist und kein weiteres Wasser mehr zutritt.

Aus Sicht des LGRB sollten die entsprechenden Messungen, insbesondere der Radarinterferometrie, fortgesetzt werden.

5 Erkundungsmaßnahmen

5.1 Erkundungsbohrung B1a

Im Zeitraum vom 13.10.2014 bis 27.04.2015 erfolgte in Böblingen die geologische Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich der Erdwärmesonden im Hebungsgebiet "Nord".

Mit der 144,8 m tiefen, zum Schutz vorhandener Grundwasserstockwerke temporär zweifach teleskopierten Kernbohrung B1a sowie den dabei vorgenommenen Begleituntersuchungen konnte ein belastbarer geologischer, mineralogischer und hydrogeologischer Datensatz gewonnen werden, um die in Kap. 2 beschriebene Arbeitshypothese zu überprüfen, sowie parallel zu den Erkundungen geeignete Maßnahmen zur Schadensbegrenzung bewerten und einleiten zu können. Nachdem der Quellhebungsprozess im Hebungsgebiet "Nord" noch anhält, wurde die Erkundungsbohrung B1a aus Sicherheitsgründen rückbaufähig ausgebaut. Nach Abschluss der Erkundungsmaßnahme und einer genügend langen Aufzeichnung von Grundwasser-

standsdaten wurde das Bohrloch der B1a nach Ziehen der eingebauten Sperrrohre und einem sorgfältigen Beräumen des Bohrloches vollständig mit Ton abgedichtet.

Die Untersuchungsmaßnahmen wurden vom LRA Böblingen, insbesondere durch das vom LRA Böblingen beauftragte Ingenieurbüro Vees und Partner sowie vom RPF/LGRB fachtechnisch begleitet.

Die im Zuge der Erkundungsbohrung angefallenen Bohrproben wurden im mineralogisch-petrographischen Labor des LGRB analysiert (s. u.). Insgesamt wurden 147 Kernstückproben untersucht. Die Laborergebnisse sind in Anl. 8 zusammen mit dem Bohrprofil synoptisch dargestellt. Die Einzelergebnisse sind in Anl. 8 aufgelistet. Ferner wurden insgesamt sechs Grundwasserproben im Hydrochemischen Labor des LGRB analysiert (Anl. 3).

Die Ergebnisse der Erkundungsmaßnahmen werden im Folgenden beschrieben.

5.1.1 Stammdaten, Ausbauhinweise

Die Fa. Heinz Burkhardt GmbH & Co. KG, Neuweiler, hat im Auftrag des Landratsamts Böblingen die Erkundungsbohrung B1a im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen abgeteuft. Der Bohrpunkt der B1a wurde gewählt, um einerseits im gemessenen Hebungsbereich zu liegen und um andererseits noch einen engeren Bezug zu den Erdwärmesonden an der Siemensstraße aufzuweisen. Ferner mussten bei der Wahl des Bohrstandorts infrastrukturelle Sachzwänge (z. B. Leitungen, Zufahrten) berücksichtigt werden.

Im Lageplan der Abb. 5.1 sind der Bohransatzpunkt der Erkundungsbohrung B1a, der zusätzlich eingerichteten Grundwassermessstellen B1 und B1b (s. u.) zusammen mit den vorhandenen Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 an der Siemensstraße eingetragen. Die Stammdaten zur Erkundungsbohrung B1a sind in Tab. 5.1 zusammengestellt.

Abb. 5.1: Lageplan der B1a, der begleitend errichteten Grundwassermessstellen B1 und B1b sowie der Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 an der Siemensstraße im Hebungsgebiet "Nord"

Tab. 5.1: Stammdaten der Erkundungsbohrung B1a, der begleitend errichteten Grundwassermessstellen B1 und B1b sowie der Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 im Hebungsbereich "Nord"

Bezeichnung	LGRB-ARNUM	Rechtswert	Hochwert	Geländeoberkante (mNN)
B1a (mo)	7320 – 2199	35 02 129,296	53 94 936,526	476,429
B1 (km1)	7320 – 2198	35 02 093,580	53 94 902,661	479,292
B1b (km2)	7320 – 2228	35 02 104,653	53 94 904,219	479,404
EWS 1	7320 – 1268	35 02 071,838	53 94 902,032	479,127
EWS 2	7320 - 1269	35 02 077,079	53 94 903,090	479,213

Erkundungsbohrung B1a

Nach Fertigstellung der Baustelleneinrichtung konnte am 13. Oktober 2014 mit den Bohrarbeiten der Erkundungsbohrung B1a begonnen werden. Dabei wurde bis 3,5 m Tiefe im Rammkernbohrverfahren (Ø 178) und bis 144,8 m Tiefe im Seilkernbohrverfahren (SK 6 L, Ø 146 mm) bei annähernd vollständigem Kerngewinn gebohrt. In der unten stehenden Tabelle (Tab. 5.2) sind die bohrtechnischen Eckdaten zusammengefasst, welche den Bohr- und Ausbaufortschritt der B1a bestimmten.

Tab. 5.2: Bohrtechnische Eckdaten beim Abteufen der B1a

• Kernbohrung im Ramm- / Rotationskernbohrverfahren (Ø 178 / 146 mm) bis 144,8 m Tiefe
• Einsatz von inhibierter Spülung in sulfathaltigem Gebirge zwischen 49,35 m und 115,15 m Tiefe
• Aufbohren des Bohrlochs mit Rollenmeißel bis 51,8 m (Ø 584 mm) bzw. 116,4 m (Ø 444 mm) Tiefe
• Einbau von Stahl-Sperrohren in 51,8 m und 116,4 m Tiefe (Ø 473 / 324 mm) und Hinterfüllung mit Quellton oder inhibierter Spülung oberhalb der Fußabdichtung
• Aufbohren des Bohrlochs mit Rollenmeißel nach Erreichen der Endtiefe in 144,8 m und anschließender Ausbau zur temporären 5"-Messstelle im Oberen Muschelkalk (Filterstrecke von 134,8 m bis 144,8 m)
• vollständiger Rückbau der Messstelle und der Bohrlochausbauten und Verfüllung des Bohrlochs mit Quellton

Im Bereich einzelner Grundwasserhorizonte sowie im Quellungsbereich der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) wurde das Bohrloch mit dem (Stufen-) Rollenmeißel entsprechend aufgeweitet und mit zwei Sperrrohren temporär teleskopiert ausgebaut (Tab. 5.3), um die hydrogeologische Stockwerkstrennung beim Bohren aufrecht zu erhalten. Die einzelnen Rohrtouren wurden mit Quellton als Fußabdichtung und die 2. Sperrverrohrung darüber mit inhibierter Bohrspülung hinterfüllt.

Tab. 5.3: Zusammenstellung der in der B1a eingebauten Sperrrohrtouren.

1. Sperrrohr bis	51,8 m	Bohrloch Ø 584 mm	Sperrrohrtour Ø 473 mm
2. Sperrrohr bis	115,15 m	Bohrloch Ø 444 mm	Sperrrohrtour Ø 324 mm
3. Messstellenausbau	144,8 m	Bohrloch Ø 273 mm	Hart-PVC Ø 125 mm (5")

Wie in der Ausschreibung vorgesehen, wurde oberhalb des Gipsspiegels mit Klarwasser gespült, ab Erreichen des Gipsspiegels durfte im gesamten Abschnitt des Sulfatgebirges (d. h. bis zum Einbau des 2. Sperrrohres) ausschließlich mit inhibierter Bohrspülung gearbeitet werden. Die inhibierte Bohrspülung besteht aus Trinkwasser mit organischen und mineralischen Zusätzen (vgl. Tab. 5.4). Mit dem Einsatz der inhibierten Bohrspülung wurde einer unerwünschten Auslaugung von Sulfatgestein sowie einem eventuellen Quellen quellfähiger Tonminerale vorgebeugt. Die Spülungsqualität wurde während der Bohrarbeiten regelmäßig kontrolliert und bedarfsweise nachgebessert.

Tab. 5.4: Zusätze und Parameter der inhibierten Bohrspülung

Inhibierte Bohrspülung	
PacElv CMC Carboxylmethylcellulose	30 kg/m³
KaliumCarbonat (Degussa)	60 kg/m³
Zitronensäure (wegen pH-Wert) ohne Bentonit-Zusatz	2,5 kg/m³
Gemessene Parameter am 09. Juni 2009:	
Spülungsdichte	1,09 g/cm³
pH	9,988
Temperatur	20,4 °C
Leitfähigkeit LF	54 660 µS/cm
Salinität	36,745 g/kg

Im nachfolgenden Bauzeitenplan (Tab.5.5) sind auf Grundlage des Geotechnischen Berichts des Büro Vees und Partner (Anl. 11) die jeweiligen Maßnahmen (Bohrarbeiten, hydraulische oder bohrlochgeophysikalische Tests, Ausbauarbeiten) bei Herstellung und Ausbau der B1a zusammengestellt.

Tab. 5.5: Bauzeitenplan der B1a (nach Geotechnischem Bericht Vees und Partner, Anl. 11)

Zeitraum	**ausgeführte Maßnahmen**
13.10.-19.10.2014	Kernbohrung bis 51,5 m, Einsatz Seilkernrohr Ø 146 mm (SK) mit Wasserspülung ab 8,4 m Tiefe, oberer Gipsspiegel makroskopisch in 49,35 m erkennbar; **Durchführung hydraulische Tests (Zwischenpumpversuch, Packertest)**

Zeitraum	ausgeführte Maßnahmen
20.10.-27.10.2014	Kernbohrung bis 72,4 m unter Einsatz von inhibierter Bohrspülung ab 51,5 m Tiefe, erste Spülwasserverluste ab 52,0 m festgestellt, Bohrloch nachverrohrt; analytischer Nachweis oberer Anhydritspiegel in 56,0 m Tiefe**; Durchführung hydraulischer Tests zum Test auf Spülwasserverluste (Packertest)**
28.10.-29.10.2014	**Geophysikalische Messungen Fa. terratec / Büro Voutta bis 72,4 m**
30.10.-07.11.2014	Einbringen von Quellton bis 53,1 m ins Bohrloch; Aufbohren des Bohrlochs Ø 584 mm bis 51,8 m; Einbau 1. Sperrrohr Ø 473 mm bis 51,8 m und Einbau Quellton zwischen Sperrrohr und Bohrlochwand bis 23,8 m
08.11.-14.11.2014	Kernbohrung bis 84,5 m (inhibierte Spülung), zur Zentrierung und Abdichtung Hilfsverrohrung Ø 178 mm mit Abstandshaltern eingebaut und mit Quellton hinterfüllt; stärkere Spülungsverluste festgestellt (ca. 20 m³)
15.11.-02.12.2014	Nach Einbau Seilkernrohr bis 84,5 m Abriss des Seilkernrohrs bei 56,4 m beim Bohrbeginn, mehrere Bergungsversuche auch mit Hilfe **geophysikalischer Tests (Kamerabefahrung, etc.)** fehlgeschlagen, stärkere Verluste an inhibierter Spülung (ca. 20 m³ + 40 m³) während Havarie; ab 25.11. SK-Rohr mit Hilfsverrohrung Ø 244 m überbohrt und am 01.12. mit spezieller Fangglocke geborgen
03.12.-08.12.2014	Abstimmung zwischen Projektbeteiligten zum weiteren Vorgehen; Durchführung **geophysikalischer Bohrlochmessungen durch Büro Voutta zur Klärung offener Fragen (Bohrlochgeometrie und Spülungs-Verlusthorizont):** unregelmäßige Bohrlochwandung im Kaliberlog bis 63 m mit Bohrlochaufweitung auf ca. 450 mm; Haupt-Verlusthorizont im Flowmeter-Test direkt unterhalb Sperrrohrfuß (51,8 m – 52 m); vgl. Anl. 4 und Protokolle in Anl. 11.
09.12.-16.12.2014	Aufbohren des Bohrlochs Ø 444 mm bis 84,6 m mit inhibierter Bohrspülung mit Bentonitzusatz im Lufthebeverfahren; **geophysikalische Messungen Fa. terratec von 72,0 m bis 84,5 m**; Zementation im Bereich der Spülungsverluste von 60 m bis 46,3 m mit 6 Chargen á 485 l Zementsuspension (= 2910 l), dabei ca. 790 l Mehrverbrauch gegenüber theoretischem Bohrlochvolumen; zuvor Einbau von Splitt unterhalb 60 m zum einfacheren Wiederausbohren.

Zeitraum	ausgeführte Maßnahmen
16.12.-11.01.2015	Winterpause
12.01.-13.01.2015	Erneutes Aufbohren des Bohrlochs / der Zementation Ø 444 mm bis 84,6 m (inhibierte Spülung)
14.01.-26.01.2015	Kernbohrung bis 116,4 m (inhibierte Spülung); **Durchführung hydraulischer Tests (Packer-, Pulsetests);** Grenze Grabfeld-Formation (Gipskeuper, km1) zu Erfurt-Formation (Lettenkeuper, ku) mit LGRB vor Ort auf 115,04 m festgelegt; Einbau 2. Sperrrohr auf 116,4 m festgelegt.
27.01.2015	**Geophysikalische Messungen Fa. terratec von 84 m bis 116,4 m**
28.01.-03.02.2015	Aufbohren des Bohrlochs Ø 444 mm bis 116,4 m (inhibierte Spülung); Einbau 2. Sperrrohr Ø 324 mm bis 116,4 m mit Fußabdichtung zur Bohrlochwand (5 m Quellton unter Packer), darüber inhibierte Spülung bis ca. 20 m Tiefe in Ringraum zwischen Sperrrohren eingebaut
04.02.-10.02.2015	Kernbohrung bis 126,9 m (Klarwasserspülung); **Durchführung hydraulischer Tests (Pulsetests, Packerpumpversuch)**
11.02.-13.02.2015	Kernbohrung bis 144,8 m (Klarwasserspülung); **Durchführung hydraulischer Tests (Pulsetests, Packerpumpversuch)**
16.02.2015	**Geophysikalische Messungen Fa. terratec / Büro Voutta von 116 m bis 144,8 m**
17.02.-25.02.2015	Aufbohren des Bohrlochs Ø 278 mm bis 144,8 m (Klarwasserspülung)
26.02.2015	Messstellenausbau
27.02.-06.04.2015	Durchführung hydraulischer Langzeittests, dazu Einbau eines Datenloggers (Beobachtung Wasserstandsänderungen, Pumpversuche), am 19.03.15 Auflandung im Pegelausbau festgestellt (Kamerabefahrung), daher Testergebnisse vor 19.03.15 wenig repräsentativ. Nach Reinigung der Messstelle Langzeittests mit gutem Ergebnis fortgeführt.
07.04.-10.04.2015	Rückbau des Messstellenausbaus, Ausräumen von Nachfall bis 144,8 m mit Rollenmeißel Ø 293 mm, abschnittsweises Verfüllen mit Quellton von 144,8 m bis 122 m, Aufzementation des Bohrlochs bis 116 m
13.04.-14.04.2015	Rückbau 2. Sperrrohr Ø 324 mm, Ausräumen von Nachfall bis 116 m mit Rollenmeißel Ø 444 mm, abschnittsweises Verfüllen mit Quellton von 116 m bis 52,4 m

Zeitraum	ausgeführte Maßnahmen
15.04.-27.04.2015	Rückbau 1. Sperrrohr Ø 473 mm & Standrohr Ø 620 mm, Ausräumen von Nachfall bis 53 m mit Rollenmeißel Ø 780 mm, abschnittsweises Verfüllen mit Quellton von 53 m bis GOK; Räumen der Baustelle

Bohrtechnische Besonderheiten B1a

Das Abteufen der Bohrung B1a erfolgte im Zeitraum zwischen 13.10.2014 bis zum 15.11.2014, abgesehen von Spülverlusten (ab 52,0 m) zunächst ohne bohrtechnische Besonderheiten. Nach Absetzen des 1. Sperrrohres bei 51,8 m und Einbau von Quellton bis 23,8 m wurden die Kernbohrarbeiten ab dem 08.11.2014 bis 84,5 m unter Bohransatz fortgesetzt. Nach Einbau des Seilkernrohres bis 84,5 m ist bei anschließendem Bohrbeginn das Seilkernrohr bei 56,4 m abgerissen, welches am 01.12.2014 schließlich mit einer speziellen Fangglocke geborgen werden konnte. Während der Havarie erfolgten stärkere Verluste an inhibierter Bohrspülung (ca. 20 m³ + 40 m³) in das Gebirge. Bohrlochgeophysikalische Messungen zeigten Ausbrüche der Bohrlochwand bis in eine Tiefe von 63 m auf ca. 450 mm und orteten den Abschnitt der meisten Spülungsverluste direkt unterhalb des Sperrrohrfusses (51,8 m bis 52 m, Anl. 2).

Es wurde zwischen den Projektbeteiligten entschieden, das Bohrloch bis 84,6 m mit einem Durchmesser von Ø 444 mm aufzubohren, das Bohrloch bis 60 m unter Bohransatz aufzukiesen und eine hochsulfatbeständige Zementation (Sulfadur, s. u.) im Bereich der aufgetretenen Spülwasserverluste von 60 m bis 46,3 m auszuführen. Bei der Zementation wurde ein Zementmehrverbrauch von ca. 790 Liter gegenüber dem theoretischen Bohrvolumen festgestellt. Die Zementage war bis zum 16.12.2014 abgeschlossen und konnte während der Betriebsruhe zwischen dem 16.12.2014 bis 11.01.2015 (Winterpause) aushärten.

Nach dieser durch die Zementage vorgenommen "Vergütung" des Gebirges wurde das Bohrloch ab dem 12.01.2015 bis auf 51,8 m unter Bohransatz erneut mit einem Durchmesser von Ø 584 mm aufgeweitet, das 1. Sperrrohr auf 51,8 m abgesetzt und der Ringraum bis 23,0 m mit Quellton aufgefüllt. Anschließend konnte die Kernbohrung planmäßig fortgesetzt und das 2. Sperrrohr bei 116,4 m unter Bohransatz eingebaut werden. Im Schutze beider Sperrrohre konnte die Kernbohrung unter Klar-

wasserbedingungen bis zur Endtiefe von 144,8 m fortgesetzt werden. Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurde die Bohrung B1a temporär zu einer 5"- Grundwassermessstelle im Oberen Muschelkalk ausgebaut.

Nach Ausführung aller bohrlochgeophysikalischen Untersuchungen (Anl. 4) und hydraulischen (Langzeit-)Tests (Anl. 5) wurde am 07.04.2015 mit dem Rückbau des Messstellenausbaus und ab dem 13.04.2015 bis 27.04.2015 mit dem Rückbau der Sperrrohre und dem abschnittsweise Verfüllen des zuvor sorgfältig von Nachfall gesäuberten Bohrlochs bis Geländeoberkante mit Quellton begonnen.

Die geologische Aufnahme der Bohrkerne der Erkundungsbohrung B1a erfolgte vor Ort durch den betreuenden Geologen des Ingenieurbüro Vees und Partner sowie im Detail durch das LGRB. Das vom LGRB gefertigte geologische Schichtenverzeichnis der B1a ist dem Sachstandsbericht in Anl. 2 beigefügt.

Der Zwischen- und Endausbau der B1a kann der schematischen Darstellung in Abb. 5.2 entnommen werden.

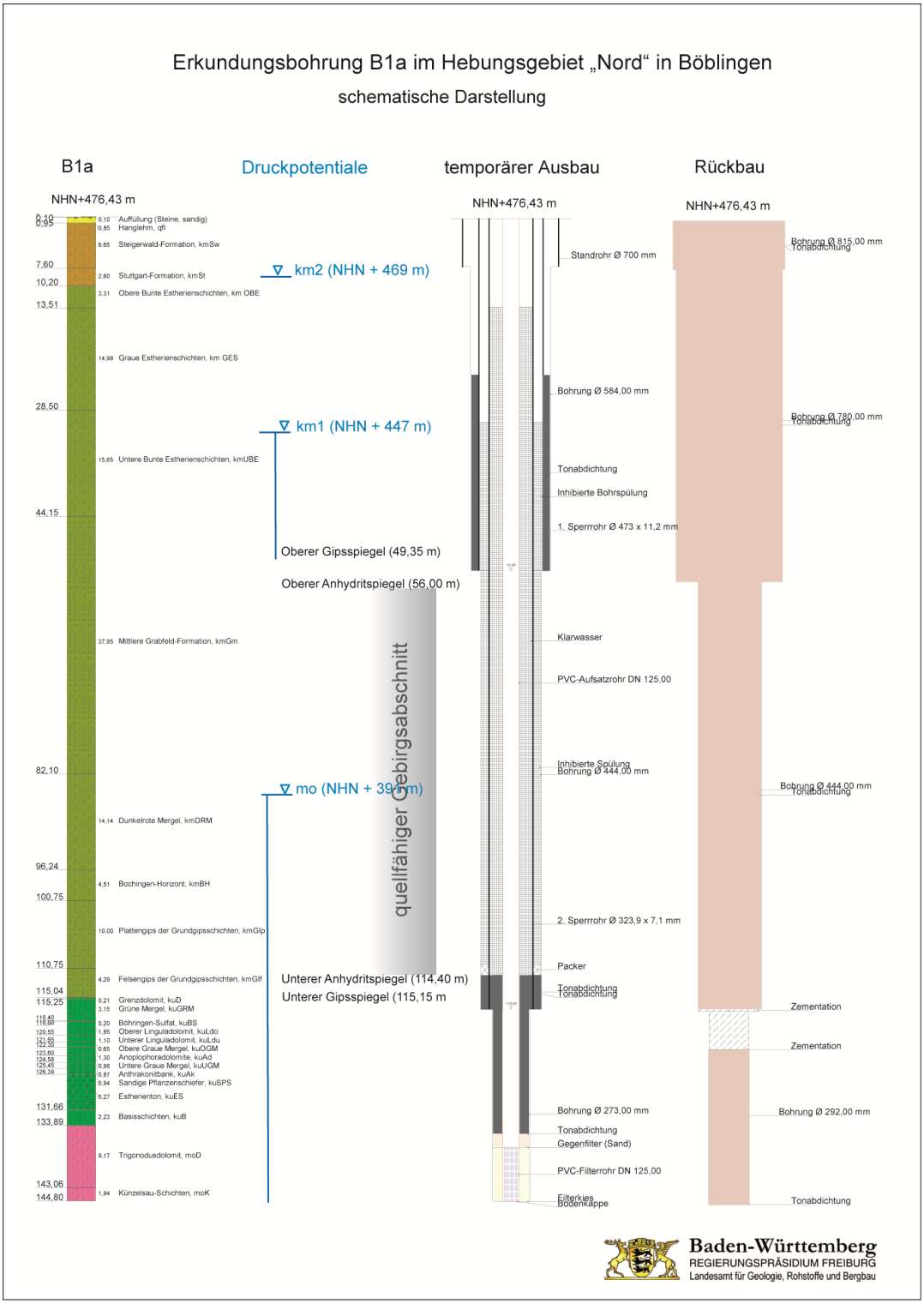


Abb. 5.2: Vereinfachte zusammenfassende Geologische Profilsäule der Erkundungsbohrung B1a mit Angaben zum Zwischen- und Endausbau (=Rückbau)

5.1.2 Geologische Schichtabfolge B1a

In Abb. 5.2 ist das Bohrprofil der Erkundungsbohrung B1a (graphische Darstellung mit geologischer Gliederung, der erkundeten GW-Druckpotenziale und Sulfatführung) vereinfacht dargestellt. Die Bohrkern-Fotodokumentation der Erkundungsbohrung B1a sowie die technische Ausbauzeichnung sind in Anl. 2 beigefügt.

Die in der Bohrung B1a erbohrte geologische Schichtabfolge lässt sich im Einzelnen wie folgt untergliedern:

Kurzprofil (mit stratigr. Deutung):

		Quartär, q:
0	- 0,10 m:	Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung), qhy
	- 0,95 m:	Hanglehm (Fließerde), qfl
	- 7,60 m:	**Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel), kmSw**
	- 10,20 m:	**Stuttgart-Formation (Schilfsandstein i. w. S.), kmSt**
		Grabfeld-Formation (Gipskeuper), kmGr:
	- 13,51 m:	Obere Bunte Estherienschichten, kmOBE
	- 28,50 m:	Graue Estherienschichten, kmGES
	- 44,15 m:	Untere Bunte Estherienschichten, kmUBE
	- 82,10 m:	Mittlere Grabfeld-Formation (Mittlerer Gipshorizont), kmGm
	- 96,24 m:	Dunkelrote Mergel, kmDRM
	- 100,75 m:	Bochingen-Horizont, kmBH
	- 110,25 m:	Plattengips der Grundgipsschichten, kmGIp
	- 115,04 m:	Felsengips der Grundgipsschichten, kmGIf
		Erfurt-Formation (Unterkeuper,Lettenkeuper), ku:
	- 115,25 m:	Grenzdolomit (eigentlich dessen aufgearbeitetes Material), kuD
	- 118,40 m:	Grüne Mergel, kuGRM
	- 118,60 m:	Böhringen-Sulfat, kuBS
	- 120,55 m:	Oberer Linguladolomit, kuLdo
	- 121,65 m:	Unterer Linguladolomit (mit Äqu. des Lingulasandsteins), kuLdu
	- 122,30 m:	Obere Graue Mergel, kuOGM
	- 123,60 m:	Anoplophoradolomite, kuAd
	- 124,58 m:	Untere Graue Mergel, kuUGM
	- 125,45 m:	Anthrakonitbank, kuAk
	- 126,39 m:	Sandige Pflanzenschiefer, kuSPS
	- 131,66 m:	Estherienton, kuES
	- 133,89 m:	Basisschichten, kuB
		Oberer Muschelkalk, moD/mo2:
	- 143,06 m:	Trigonodusdolomit, moD
	- 145,00 m:	Künzelsau-Schichten, moK

Nachstehend werden die charakteristischen Merkmale der erbohrten Schichtabfolge zusammengefasst:

Die Überdeckung durch **quartäre Deckschichten** ist am Bohrplatz insgesamt von nur sehr geringer Mächtigkeit:

Unter einer nur 0,1 m mächtigen **anthropogenen Aufschüttung (qhy)** in Form einer sandig-steinigen Bohrplatzauffüllung folgen bis 0,95 m tonig-schluffige **Hanglehmablagerungen** (Fließerde).

Darunter wurden bis in eine Tiefe von 115,04 m unter Bohransatz die Gesteinsabfolgen des **Mittelkeupers** erbohrt, die sich wie folgt untergliedern lassen:

Bis 7,60 m unter Bohransatz bestehen die Bohrkerne aus wechselnd schluffigen Tonsteinen rotbrauner bis grüngrauer Färbung (**Rote Wand**), die stratigraphisch der **Steigerwald-Formation** (Untere Bunte Mergel) zugeordnet werden. Charakteristisch ist der an der Basis der Steigerwald-Formation entwickelte **Beaumont-Horizont**, der in B1a etwa 1,6 m mächtig ist und mit mm-dünnen, beigefarbenen Gipsauslaugungsresiduen (GAR) auf eine ehemals vorhandene, inzwischen ausgelaugte Sulfatführung hinweist.

Bis 10,20 m setzt sich die Schichtenfolge mit der **Stuttgart-Formation** (Schilfsandstein i. w. S.) fort. Es handelt sich vorwiegend um rotbraune, violettbraune und grüngraue Tonsteine (**Dunkle Mergel**). Nach unten folgt feinsandiger Tonstein, lagenweise mit gelblichen bis hellgrauen Sandflasern bis toniger Feinsandstein. Der Schilfsandstein ist ein typisches Rinnensediment, dementsprechend variieren dessen Schichtmächtigkeiten auf engem Raum in weitem Rahmen.

Die **Grabfeld-Formation** (Gipskeuper) setzt mit den **Oberen Bunte Estherienschichten** ein, die bis in eine Tiefe von 13,5 m als dunkel violette, teils grüngrau fleckige Tonsteine anstehen. In diese ist zwischen 11,00 m bis 11,38 m eine gelblich graue und braungraue Dolomitbank eingelagert. Die Tonsteine darunter waren teilweise als dolomitisch anzusprechen und zeigen an der Basis karbonatische Knollen.

Das Bohrprofil setzt sich bis in eine Tiefe von 28,50 m unter Bohransatz mit den **Grauen Estherienschichten** fort. Den grauen und grünlichgrauen Tonsteinen ist bei

13,90 m bis 14,13 m eine Bank aus ockergrauem bis gelblichgrauem Dolomitmergelstein und von 15,10 m bis 15,33 m aus grauem, massigem Dolomitstein eingelagert. Ferner fällt zwischen 18,95 m bis 19,13 m eine bituminöse, schwarzgraue Tonsteinlage auf.

Die **Untere Bunte Estherienschichten** sind mit grüngrauen wie auch dunkel violett bis grüngrau-fleckigen, teils marmoriertenTonsteinen mit mehrfach eingelagerten Dolomitbänken (29,30 m -29,77 m (= **Estherienbank**), 33,65 m – 34,00 m, 36,25 m – 36,45 m, 37,50 m – 37,70 m, 41,00 m – 41,06 m) vertreten. Der **Engelhofen-Horizont** (?) wird im Abschnitt zwischen 43,40 m und 44,15 m interpretiert.

Die **Mittlere Grabfeld-Formation** (Mittlerer Gipshorizont) besteht aus grüngrauem und rotviolettem Tonstein mit Lagen von Dolomitstein. Ab 44,9 m sind in der Mittleren Grabfeld-Formation immer wieder einzelne geringmächtige, gelbliche bis grünlichgraue Gipsauslaugungsreste (GAR) der früher in diesem Formationsabschnitt vorhandenen Sulfatführung anzutreffen. Die heutige Sulfatführung der Grabfeld-Formation setzt bei 49,35 m mit dem **Oberen Gipsspiegel** ein. Der **Oberen Anhydritspiegel** wurde im mineralogisch-petrographischen Labor des LGRB bei 56 m analytisch ermittelt.

Die ausgelaugten Tonsteinabschnitte oberhalb des Oberen Gipsspiegels sind z.T. verstürzt, offene Hohlräume wurden in B1a jedoch nicht angetroffen. Unterhalb des Oberen Gips- bzw. Anhydritspiegels werden die Bohrkerne zunehmend kompakt, mm-dünne, teils steilstehende weißliche Fasergipslagen haben ehemals vorhandene Klüfte verheilt.

Der **Weinsberg-Horizont** setzt die Schichtenfolge bis 82,10 m unter Bohransatz fort und ist als dunkel grünlichgrauer Tonstein mit einzelnen Lagen aus dolomitischen Tonsteinen, Anhydritstein und Gipsstein entwickelt. Die im Weinsberg-Horizont vielfach auftretende **Bleiglanz-Bank** war im Bohrkern der Bohrung B1a nicht ausgeprägt feststellbar.

In den darunten bis 96,24 m unter Bohransatz folgenden **Dunkelroten Mergel** dominieren violette, graugrüne Tonsteine im Wechsel mit Gips- und Anhydritstein oder einer Sulfatführung in Form von Gips- oder Anhydritknöllchen. Millimeter-dünne Klüfte sind mit weißlichen Fasergipslagen besetzt.

Der **Bochingen-Horizont** besteht bis 100,75 m unter Bohransatz aus einer Wechsellagerung von grüngrauem Tonstein mit einer Sulfatführung aus Anhydritstein und untergeordnet aus Gipsstein und Fasergipslagen. Millimeter-dünne Klüfte sind mit weißlichen Fasergipslagen gefüllt.

Die **Grundgipsschichten** setzen mit den **Roten Grundgipsletten**, einem dunkelvioletten, graugrün gefleckten Tonstein ein, in dem einzelne graue Anhydritknollen vorkommen. Darunter folgt bis 110,25 m unter Bohransatz der **Plattengips** (Folge aus Ton- und Anhydritstein) und bis 115,04 m der **Felsengips**, welcher die Gesteinsfolge des Mittleren Keupers abschließt. In den Grundgipsschichten ist die Anhydritführung des Mittelkeupers mit dem Unteren Anhydritspiegel bei 114,4 m und die gesamte Sulfatführung mit dem Unteren Gipsspiegel bei 115,15 m (welcher bereits innerhalb des unterlagernden Grenzdolomits zu liegen kommt) beendet. In der Bohrung B1a fällt auf, dass an der Basis der Grundgipsschichten keine untere Auslaugungszone entwickelt ist, wie diese andernorts beobachtet werden konnte (z. B. EWS-Schadensfall Staufen).

Die Gesteine der Erfurt-Formation (**Unterkeupers)** erstrecken sich bis in eine Tiefe von 133,89 m unter Bohransatz.

Der **Grenzdolomit** wurde in der Bohrung B1a als anhydritischer Dolomitgipsit bzw. als etwas anhydritischer Gipsstein angetroffen, dessen Basis bei 115,25 m unter Bohransatzpunkt liegt. Im Gegensatz zu den Erfahrungen andernorts, in denen der Grenzdolomit in typisch ausgelaugter, zellig-kavernöser Dolomitausbildung oftmals einen deutlichen Wasserträger darstellt, liegt der Grenzdolomit in B1a unausgelaugt und ohne eigene Wasserführung vor.

Die bis 118,4 m unter Bohransatz reichenden **Grüne Mergel** bestehen aus grüngrauem Tonstein, stark dolomitischem Tonmergelstein und an der Basis aus Dolomitmergelstein mit charakteristischen Bonebedlagen. Darunter folgt bis 118,60 m unter Bohransatz grauer Gipsstein (**Böhringen-Sulfat**).

Das Bohrprofil setzt sich mit den Dolomitsteinen und dünnen Tonsteinlagen des **Linguladolomit-Horizonts** (**Oberer und Unterer Linguladolomit**) bis 121,65 m unter Bohransatz fort. Darunter folgt bis 122,30 m grauer dolomitischer Tonstein der **Oberen Grauen Mergel.** Die im Anschluss bis 123,60 m erbohrten **Anoplophoradolomite** sind durch feinkönigen tonigen Dolomitstein vertreten und darunter folgen bis

124,58 m dunkelgrauer Dolomitmergelstein und dolomitischer Tonstein der **Unteren Grauen Mergel** sowie bis 125,45 m der graue feinkörnige Dolomitstein der **Anthrakonitbank.**

Der untere Abschnitt der Erfurt-Formation (Unterkeuper) wird zunächst vertreten durch dunkelgraue dolomitische Schluff- und Feinsandsteine, am Top mit ca. 15 cm mächtiger Pechbraunkohle. Dieser Abschnitt des Bohrprofils wird bis 126,39 m unter Bohransatz den **Sandigen Pflanzenschiefern** zugeordnet. Darunter schließt bis 131,66 m der **Estherienton** an, welcher aus dunkelgrauem tonigem Schluffstein, grauem Dolomit bzw. schluffigem Tonstein mit Dolomitsteinflasern besteht.

Die Basisschichten der Erfurt-Formation (Unterkeuper) bilden bis 133,08 m die **Unteren Dolomite** und **dolomitischen Mergelschiefer**. Sie stellen eine Wechselfolge von grauen, teils tonigen, teils feinsparitischen Dolomitsteinen und schluffigen, teils dolomitischen Tonsteinen dar. Kalkstein kommt als eine geringmächtige Lage sowie als Intraklasten vor.

Darunter wurde bis 133,63 m die **Blaubank** als feinsparitischer grauer Dolomitstein, im unteren Bereich mit Flasern aus Tonstein angetroffen. Die **Vitriolschiefer** (Tonstein und sparitischer Dolomitstein) schließen die Schichtfolge der Erfurt-Formation (Unterkeuper) bei 133,89 m unter Bohransatz ab.

Der **Obere Muschelkalk** setzt das Profil zur Tiefe mit der Rottweil-Formation fort. Zuoberst liegen bis 143,06 m unter Bohransatz die grauen bis ockergrauen Dolomitsteine des **Trigonodusdolomits.** Bis zur Endteufe bei 144,8 m durchfährt die Bohrung die **Künzelsau-Schichten** (hier: Region der Terebratelbänke), welche durch einer Abfolge grauer bioklastischer Kalksteine vertreten sind.

5.2 Begleitende Grundwassermessstellen B1 und B1b

Nur wenig abseits der Erkundungsbohrung B1a wurden zur Beobachtung der Grundwasserstände in den überlagernden Grundwasserstockwerken eine 5"-Grundwassermesstelle B1 in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) sowie eine weitere 5"-Grundwassermessstelle B1b in der Stuttgart-Formation (Schilfsandstein) hergestellt (vgl. Abb. 5.3). Die Stammdaten der Grundwassermessstellen sind in Tab. 5.1 angegeben.

Die **B1** (Grabfeld-Formation) wurde im Zeitraum vom 22.09.2014 bis 08.10.2014 im Ramm-/Rotationskernbohrverfahren (Ø 178/146 mm, Bohrfirma Goller Bohrtechnik GmbH & Co.KG) bis 52,55 m unter Bohransatz abgeteuft und anschließend mit dem Imlochhammer auf einen Durchmesser von Ø 300 mm aufgeweitet. Die ausführliche Bohrkernaufnahme des LGRB ist dem Sachstandsbericht in Anl. 2 beigefügt.

Die in der Bohrung B1 erbohrte geologische Schichtabfolge lässt sich im Einzelnen wie folgt untergliedern:

Kurzprofil (mit stratigr. Deutung):

0 - 0,50 m Quartär: Aufschüttung, Auffüllung, qhy
- 8,10 m Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel), kmSw
- 13,35 m Stuttgart-Formation (Schilfsandstein i. w. S.), kmSt
- 16,60 m Obere Bunte Estherienschichten, kmOBE
- 32,25 m Graue Estherienschichten, kmGES
- 48,20 m Untere Bunte Estherienschichten, kmUBE
- 52,55 m Mittlere Grabfeld-Formation (Mittlerer Gipshorizont), kmGm

Die Sulfatführung setzt in B1 mit dem Oberen Gipsspiegel bei 50,50 m unter Bohransatz ein.

Beim Abteufen der B1 wurde ein Grundwasserpotenzial im Bereich der Stuttgart-Formation bei ca. 9,4 m unter Bohransatz und im Bereich der Grabfeld-Formation bei ca. 32 m unter Bohransatz festgestellt.

Abb. 5.3: Vereinfachte zusammenfassende Geologische Profilsäule der Grundwassermessstelle B1 mit Angaben zum Messstellenausbau

Ein verstärkter Grundwasserzutritt im Niveau des Gipskarstes führte zu Auflandungen im Bohrloch, die vor Einbau der Pegelrohre im Lufthebeverfahren beräumt werden mussten.

Die Filterstrecke wurde im Abschnitt Untere Bunte Estherienschichten/Mittlere Grabfeld-Formation zwischen 43 m bis 50 m eingebaut.

Dem Messstellenausbau voraus gingen bohrlochgeophysikalische Messungen (natürliche Gamma-Strahlung und FEL) sowie ein Flowmeter-Test, ausgeführt von der Fa. Voutta, Herrenberg (Anl. 5). Ferner erfolgte am 10.07.2015 ein Pumpversuch, an dessen Ende eine Grundwasserprobe zur hydrochemischen Analyse für das LGRB entnommen wurde. Der Pumpversuch wurde mit einer Entnahmerate von Q = 0,4 l/s durchgeführt. Die Pumpversuchsauswertung erbrachte eine Transmissivität von $T = 1{,}6 \cdot 10^{-4}$ m²/s (Anl. 5).

Die Grundwassermessstelle B1 ist seit dem 09.10.2014 zur kontinuierlichen Aufzeichnung der Wasserstandsänderungen mit einem Datenlogger ausgestattet (s. u.).

Zusätzlich zur Grundwassermessstelle B1 wurde durch die Bohrfirma Heinz Burkhardt GmbH & Co. KG in der Zeit zwischen 27.11. - 28.11.2014 noch eine weitere, flache Grundwassermessstelle B1b ausgeführt, welche das Grundwasservorkommen im Bereich der Stuttgart-Formation (Schilfsandstein) erfasst. Diese Bohrung wurde bis 13,8 m unter Bohransatz als Vollbohrung (Ø 278 mm) ohne vollständigen Kerngewinn ausgeführt und ebenfalls als 5"-Grundwassermessstelle ausgebaut. Die Filterstrecke befindet sich zwischen 9,0 m bis 13,2 m unter Gelände.

In B1 erfolgte in der Zeit vom 09.07. bis 10.07.2015 ein Pumpversuch mit einer Entnahmerate von Q = 0,05 l/s, an dessen Ende eine Grundwasserprobe zur hydrochemischen Analyse für das LGRB entnommen wurde. Die Pumpversuchsauswertung erbrachte eine Transmissivität von $T = 0{,}65 \cdot 10^{-4}$ m²/s (Anl. 5).

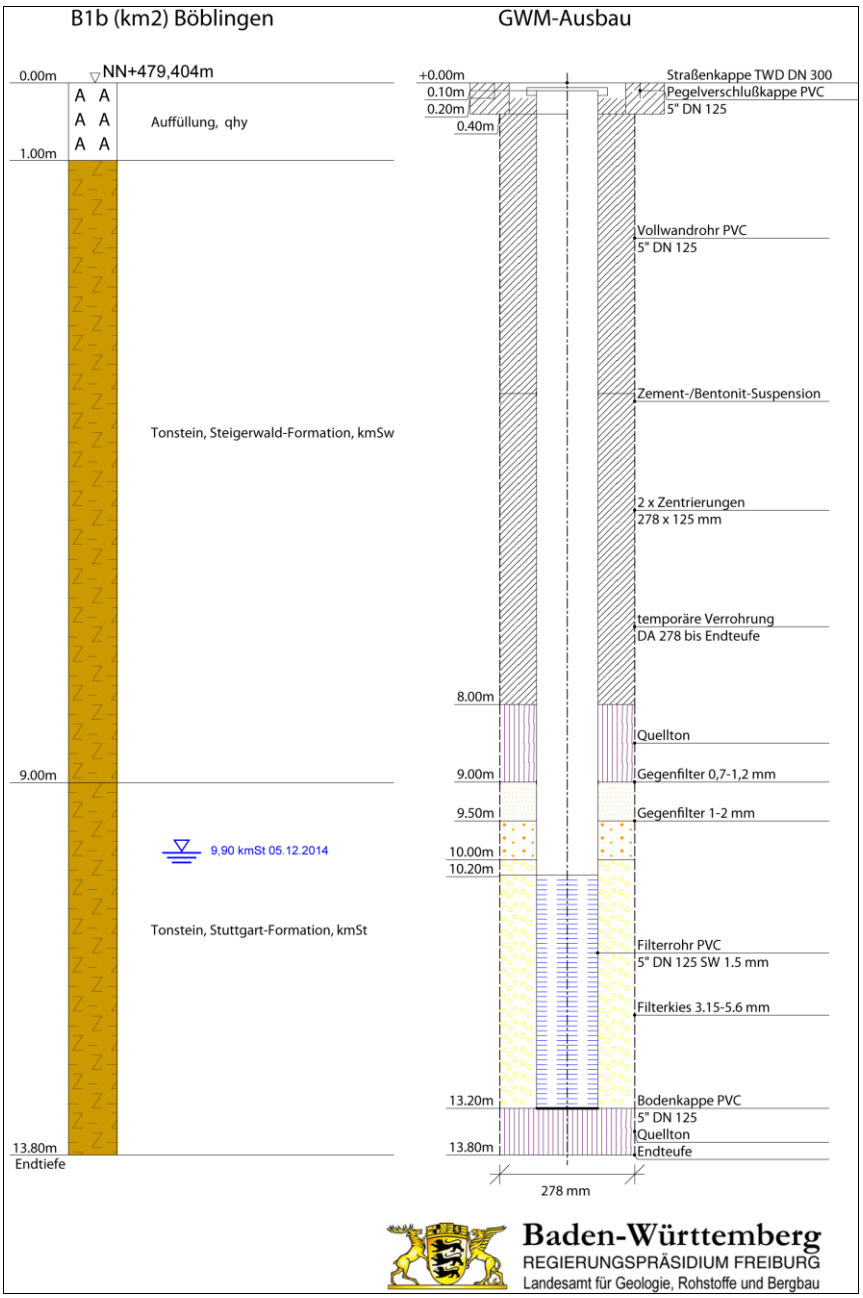


Abb. 5.4: Vereinfachte zusammenfassende Geologische Profilsäule der Grundwassermessstelle B1b mit Angaben zum Messstellenausbau

Die Grundwassermessstelle B1b ist seit dem 22.12.2014 zur kontinuierlichen Aufzeichnung der Wasserstandsänderungen ebenfalls mit einem Datenlogger ausgestattet.

In Abb. 5.5 sind die mittels Datenlogger in B1a, B1 und B1b aufgezeichneten Grundwasserstände graphisch dargestellt.

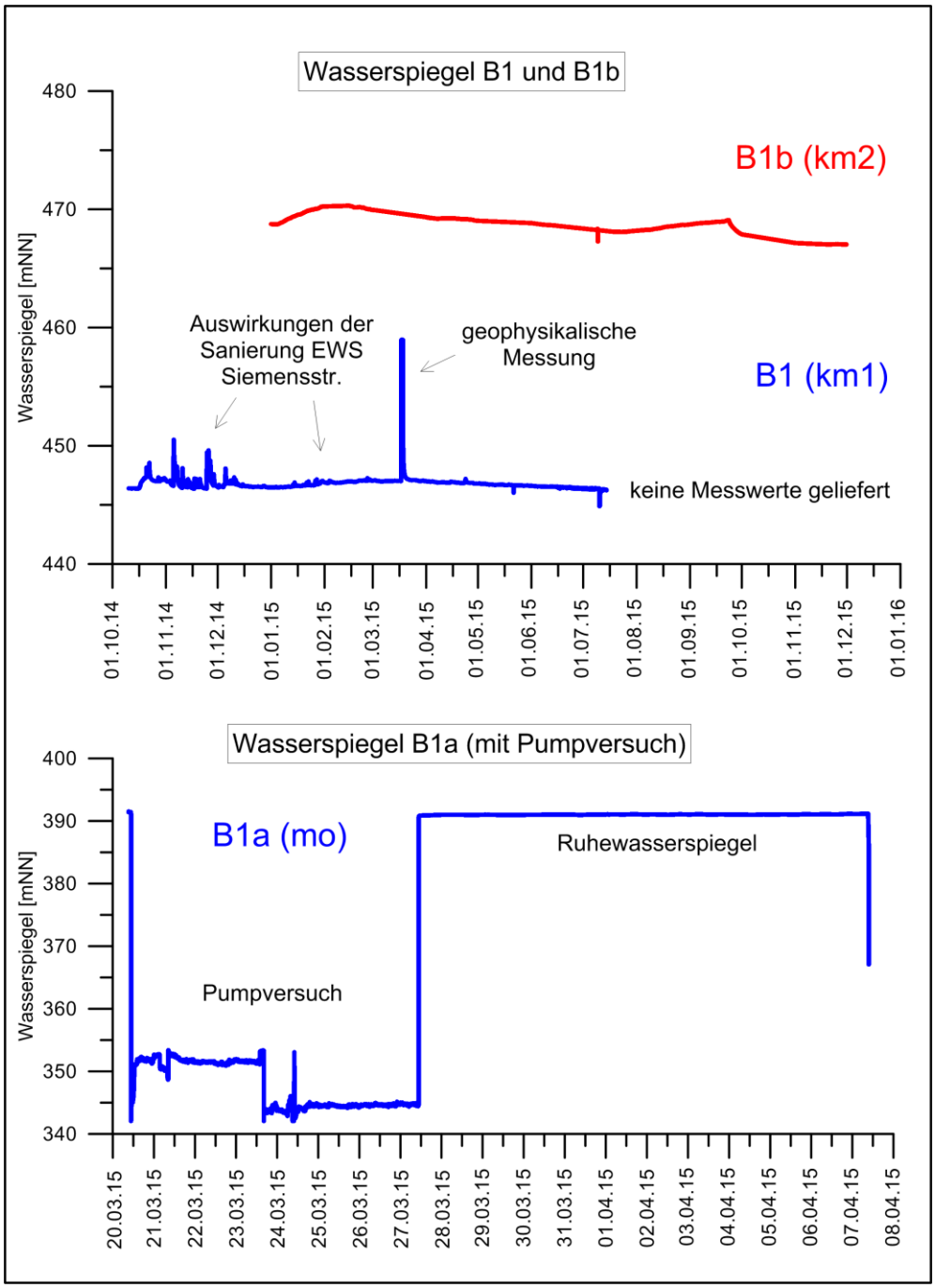


Abb. 5.5: Datenlogger-Aufzeichnungen der Grundwasserstände in B1a, B1 und B1b

6 Hydrochemische Untersuchungen

6.1 Analytikumfang

Begleitend zur Sanierung der Erdwärmesonden in der Siemensstraße 11 wurden in den drei im näheren Umfeld errichteten Grundwassermessstellen B1b, B1 und B1a Grundwasserproben entnommen und im Labor des LGRB analysiert (Anl. 3).

Insgesamt wurden sechs Wasserproben hydrochemisch analysiert (Tab. 6.1). Darauf entfallen auf das Schilfsandstein-Stockwerk zwei Analysen, auf das Gipskeuper-Stockwerk eine Analyse und auf das Obere Muschelkalk-Stockwerk drei Analysen. Nicht untersucht wurde das Grundwasser im Unterkeuper-Stockwerk, da hier keine Grundwasserführung angetroffen worden war.

Tab. 6.1: Hydrochemische Analysen von Grundwässern in Böblingen (Hebungsgebiet "Nord")

Entnahmestelle	Grundwasser-leiter	Probenahme-datum	Analysen-datum	Labor	Probenehmer
B1b	Schilfsandstein	08.07.2015	14.09.2015	LGRB	Vees und Partner
B1b	Schilfsandstein	09.07.2015	14.09.2015	LGRB	Vees und Partner
B1	Gipskeuper	10.07.2015	14.09.2015	LGRB	Vees und Partner
B1a	Oberer Mu-schelkalk	16.02.2015	25.02.2015	LGRB	André Voutta-Grundwasserhy-draulik
B1a	Oberer Mu-schelkalk	24.03.2015	31.03.2015	LGRB	LGRB
B1a	Oberer Mu-schelkalk	27.03.2015	15.04.2015	LGRB	André Voutta-Grundwasserhy-draulik

Neben der grundsätzlichen Analyse der hydrochemischen Unterschiede sowie den Typisierungen der Grundwässer nach verschiedenen Methoden ist vor allem die Berechnung der Mineral-Sättigungszustände von Bedeutung. Die Sättigungs-zustände an den Sulfatmineralen Gips und Anhydrit zeigen, welches Lösungs-/ Ausfällungspotential hinsichtlich Gips und Anhydrit im Untergrund von Böblingen (Hebungsgebiet "Nord") vorhanden ist. Für die Mineralsättigungs-Berechnungen wurde das Windows-Programm PHREEQC (Version 3) des United States Geological Survey (USGS) verwendet.

6.2 Grundwasserstockwerke

6.2.1 Grundwasserstockwerk in der Stuttgart-Formation (Schilfsandstein)

Im Bereich der 13,8 m tiefen Bohrung B1b wurde kein Gips angetroffen. Der Ruhewasserstand von 9,80 m u. Gel. (28.11.2014, Messung Fa. Burkhardt) befindet sich nur wenig oberhalb der Filterstrecke (10,20 m – 13,20 m u. Gel.). Das Grundwasser der B1b wurde zweimal analysiert (08.07.2015, 10.07.2015). Die Mineralisierung ist mit mehr als 1000 mg/l relativ hoch. Die elektrische Leitfähigkeit wurde mit 1433 – 1445 µS/cm bestimmt. Auffällig ist der hohe Chloridgehalt von ca. 250 mg/l (vermutlich Einfluss der Strassensalzung) und der leicht erhöhte Nitratgehalt (ca. 15 – 17 mg/l). Vergleichsweise gering ist der Sulfatgehalt mit ca. 23 – 29 mg/l.

Das in der B1b im Schilfsandstein erschlossene, oberflächennahe Grundwasser ist ein normal erdalkalisches, hydrogenkarbonatisch-sulfatisches Wasser (Feld B im PIPER-Diagramm, Typisierung nach FURTAK & LANGGUTH, 1967, Abb. 6.1).

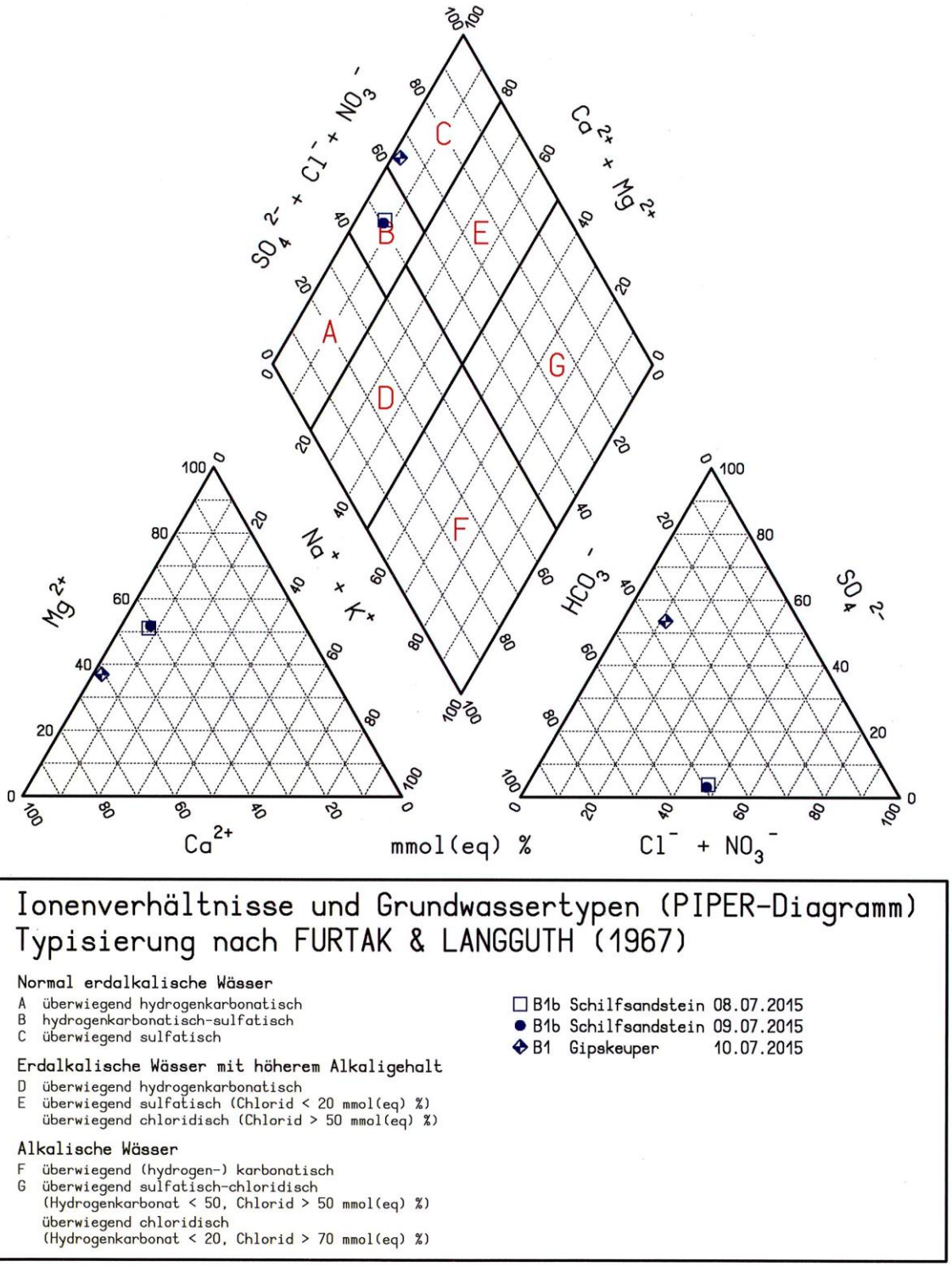


Abb. 6.1: Piper-Diagramm: Hydrochemische Typisierung von Schilfsandstein- und Gipskeuper-Grundwässern in der GWM B1b und GWM B1

Nach der für Mineralwässer üblichen Typisierung ist dieses Grundwasser vom Mg-Ca-HCO_3-Cl-Typ (UDLUFT-Diagramm, Abb. 6.2).

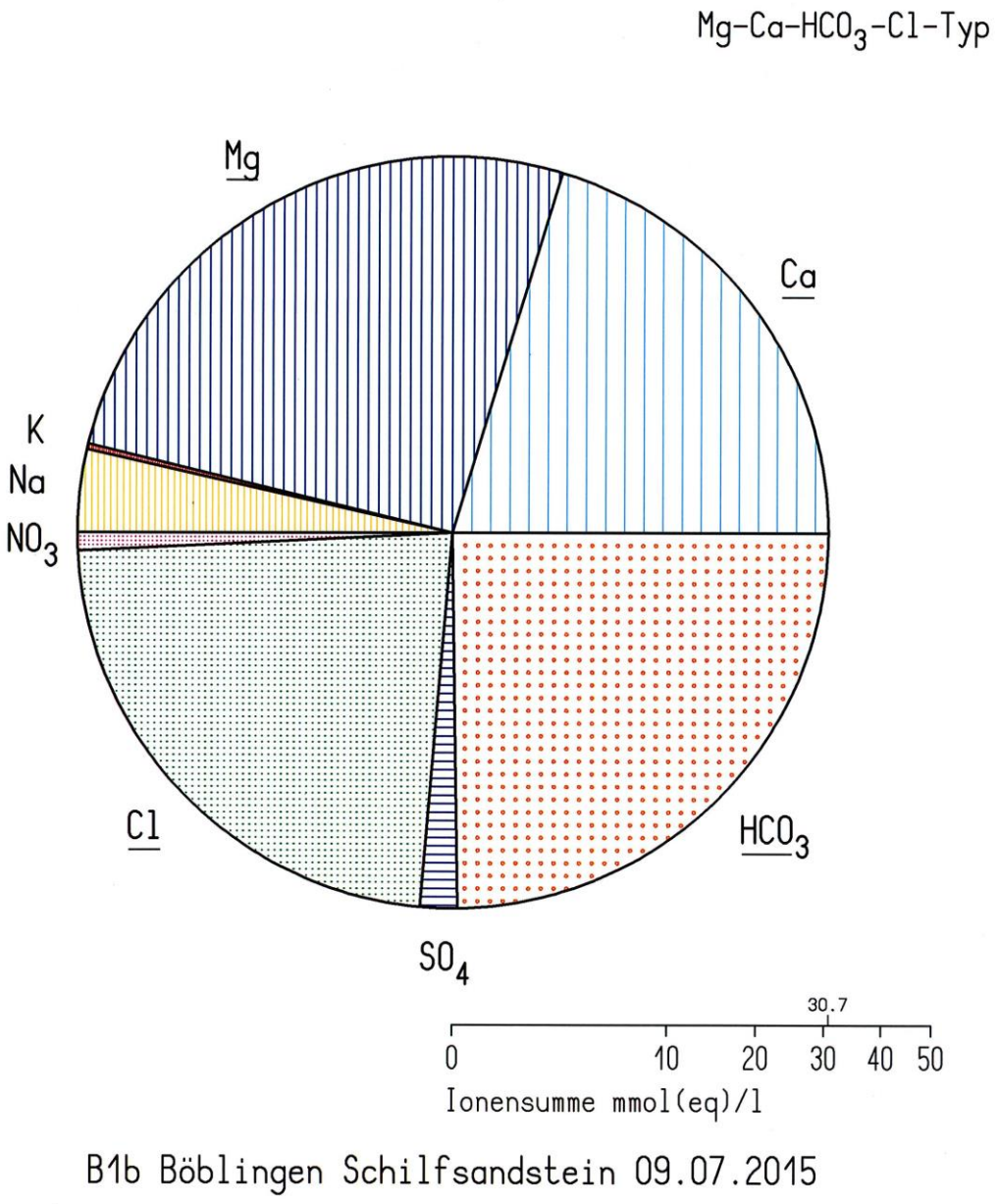


Abb. 6.2: Udluft-Diagramm: Äquivalentkonzentrationen von Schilfsandstein-Grundwasser in der GWM B1b (09.07.2015, Mg-Ca-HCO_3-Cl-Typ)

6.2.2 Grundwasserstockwerk in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper)

Im Bereich der 52,5 m tiefen Bohrung B1 befindet sich der Gipsspiegel in 50,48 m Tiefe im Bereich des Mittleren Gipshorizonts. Die Druckhöhe des Grundwassers von 26,45 m u. Gel. (29.09.2014, Messung Fa. Burkhardt) bzw. 32,5 m ü. NN (13.06.2015, Messung Fa. Voutta) befindet sich weit oberhalb des Gipsspiegels und oberhalb der Filterstrecke (45,00 m – 50,00 m u. Gel.). Der grundwassererfüllte Bereich ist somit bereits weitgehend ausgelaugt (Gipskarst). Nur im untersten Abschnitt der Grundwassermessstelle ist das Gebirge sulfatgesteinsführend.

Die Mineralisierung ist mit rund 1320 mg/l relativ hoch. Die elektrische Leitfähigkeit wurde mit 1432 µS/cm bestimmt. Etwas erhöht ist der Chloridgehalt mit ca. 75 mg/l, Nitrat (<0,5 mg/l) konnte nicht nachgewiesen werden. Erwartungsgemäß erhöht sind die Calcium- (227 mg/l) und Sulfatgehalte (486 mg/l), die zum Großteil aus der Gipslösung stammen.

Das Grundwasser im Bereich der B1 ist ein normal erdalkalisches, überwiegend sulfatisches Wasser (Abb. 6.1, Feld C im PIPER-Diagramm, Typisierung nach FURTAK & LANGGUTH, 1967). Nach der für Mineralwässer üblichen Typisierung ist das Gipskeuper-Grundwasser vom Ca-Mg-SO_4-HCO_3-Typ (UDLUFT-Diagramm, Abb. 6.3).

Aus dem Schoeller-Diagramm (Abb. 6.4) sind die Unterschiede in der hydrochemischen Zusammensetzung des Gipskeuper-Grundwassers der B1 im Vergleich mit dem Schilfsandstein-Grundwasser der B1b direkt ersichtlich. Die erhöhten Natrium- und Chlorid- sowie Nitratgehalte kennzeichnen das oberflächennahe Grundwasserstockwerk, das darunter folgende Gipskeuper-Grundwasserstockwerk ist deutlich gekennzeichnet durch die Lösung von Sulfatmineralen.

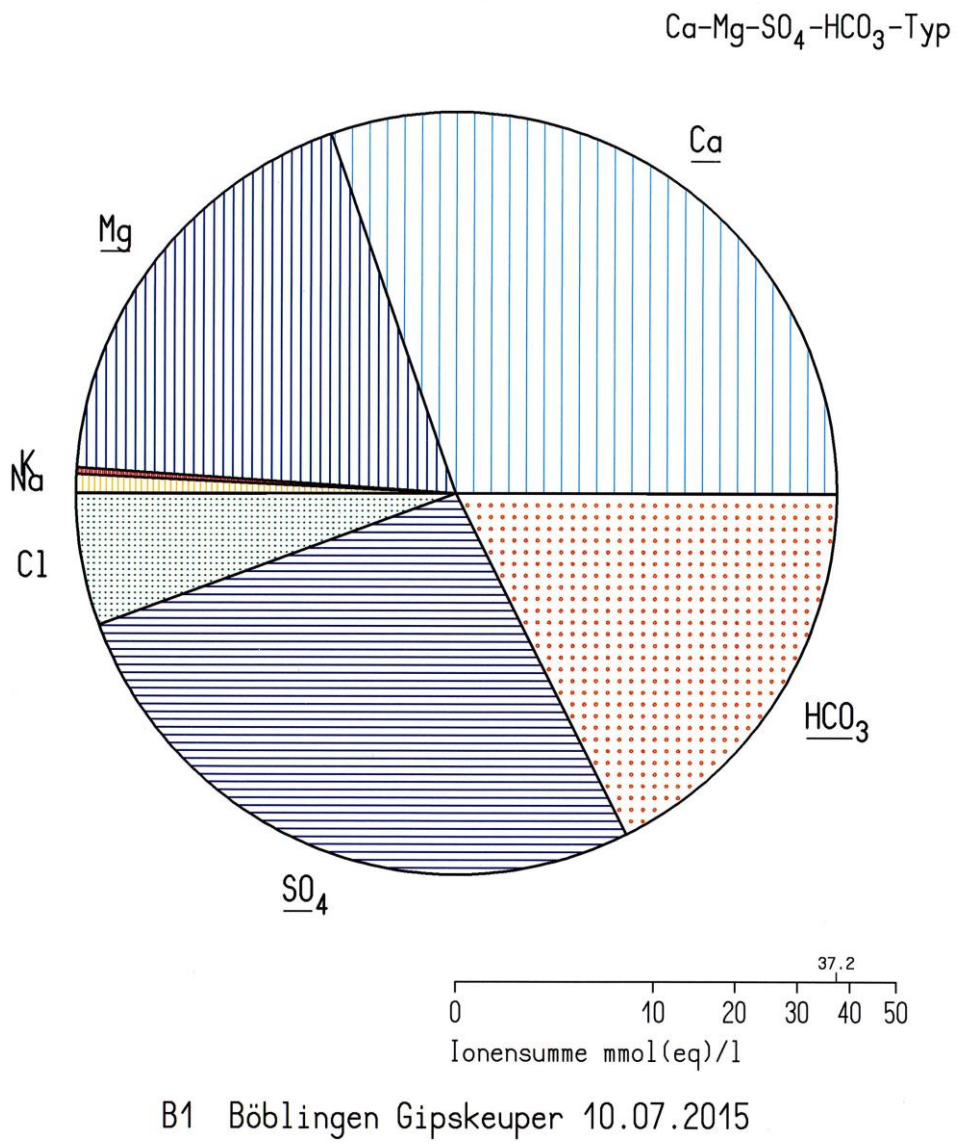


Abb. 6.3: Udluft-Diagramm: Äquivalentkonzentrationen von Gipskeuper-Grundwasser in der GWM B1 (10.07.2015, Ca-Mg-SO_4-HCO_3-Typ)

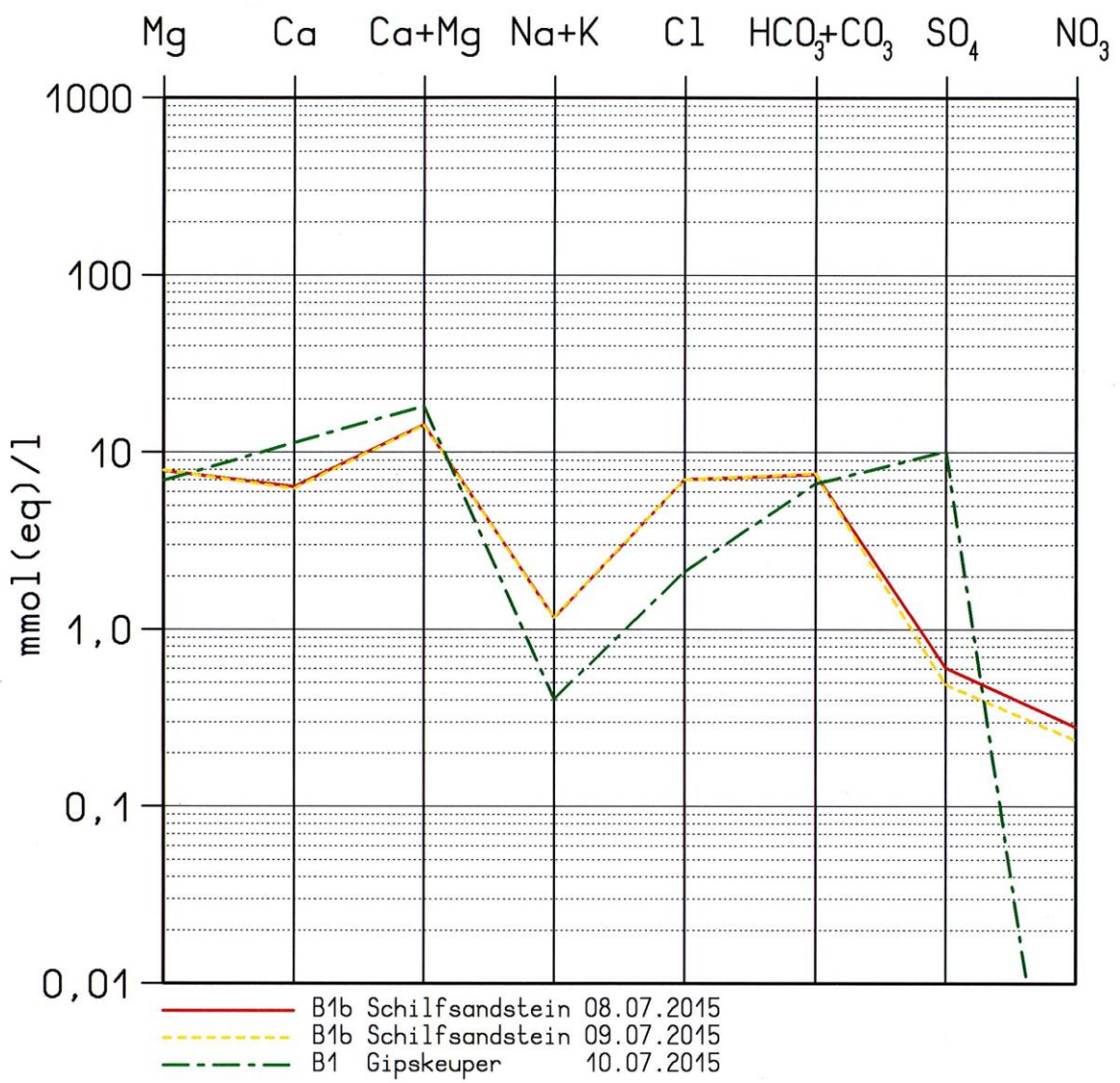


Abb. 6.4: Schoeller-Diagramm: Äquivalentkonzentrationen von Schilfsandstein- und Gipskeuper-Grundwässern in der GWM B1b und GWM B1

6.2.3 Grundwasserstockwerk in der Erfurt-Formation (Unterkeuper)

Die mit der Bohrung B1a erschlossene Schichtenfolge des Unterkeupers (115,25 – 133,89 m), die bereichsweise sulfatgesteinsführend ist, wurde hydraulisch getestet. In dieser kompakten Schichtfolge wurde jedoch keine Wasserführung festgestellt. Somit liegt aus diesem Gebirgsabschnitt keine Wasseranalyse vor.

6.2.4 Grundwasserstockwerk im Oberer Muschelkalk

Die 144,80 m tiefe **Bohrung B1a** erschließt den Oberen Muschelkalk von 133,89 m bis zur Endteufe. Die Bohrung wurde als temporäre Grundwassermessstelle mit 125 mm Durchmesser im Oberen Muschelkalk ausgebaut. Der Rückbau erfolgte nach Abschluss der Untersuchungen ab dem 07.04.2015. Der Ruhewasserstand des erschlossenen, gespannten Grundwassers schwankt nur geringfügig um ca. 85,4 m unter Gelände.

Das Muschelkalk-Grundwasser der B1a ist ein normal erdalkalisches, überwiegend hydrogenkarbonatisches Wasser (PIPER-Diagramm, Typisierung nach FURTAK & LANGGUTH, 1967, Abb. 6.5).

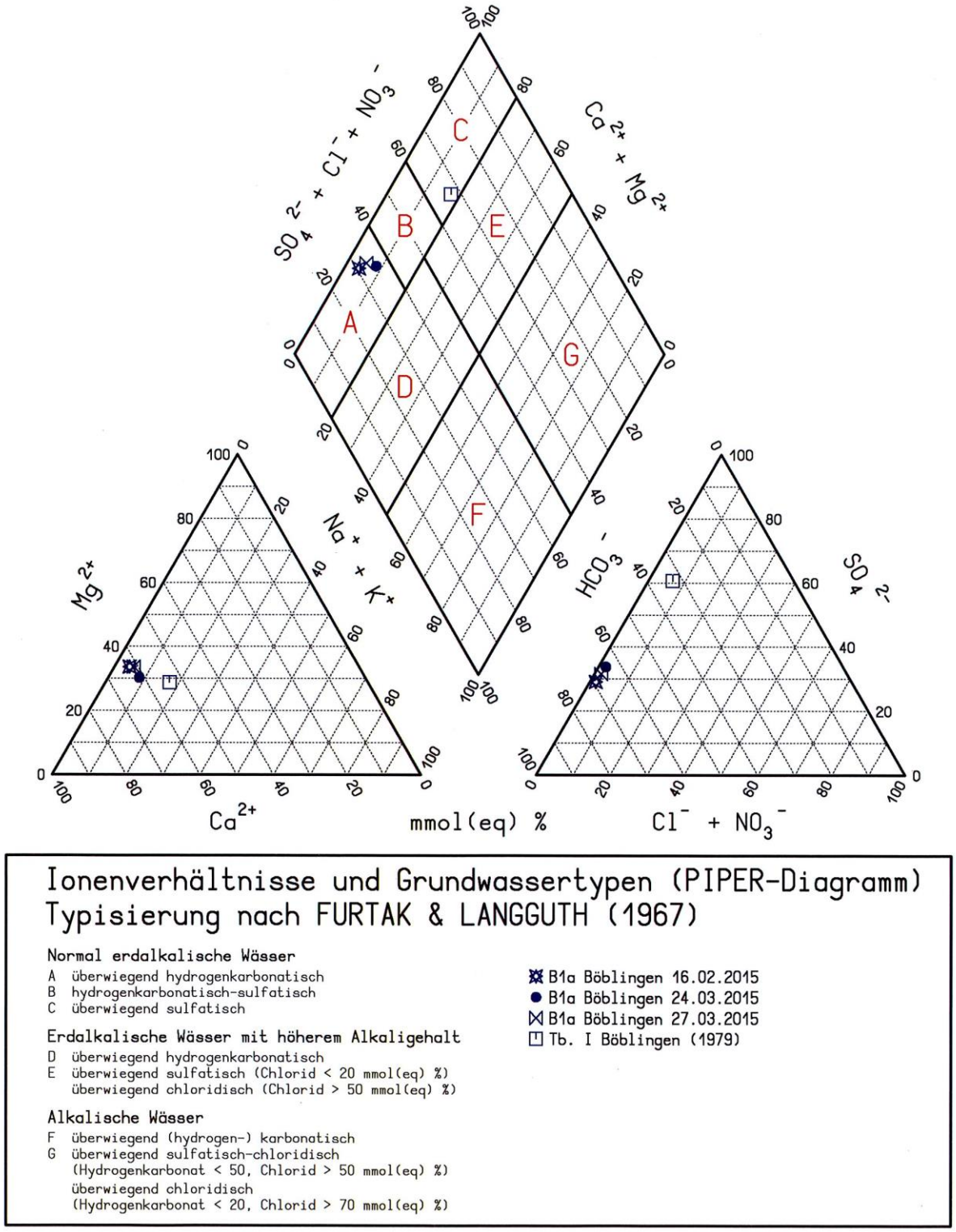


Abb. 6.5: Piper-Diagramm: Hydrochemische Typisierung von Oberer Muschelkalk-Grundwasser in der GWM B1a und im Tiefbrunnen I

Nach der für Mineralwässer üblichen Typisierung ist es vom Ca-Mg-HCO_3-SO_4-Typ (UDLUFT-Diagramm, Abb. 6.6). Es handelt sich um ein Wasser, das deutlich geringer mineralisiert ist (850 - 1110 µS/cm (25°C)) als das Grundwasser im höheren Gipskeuper-Grundwasserstockwerk. Der Gehalt an gelösten Stoffen resultiert im Wesentlichen aus der Lösung von Calcit und Dolomit.

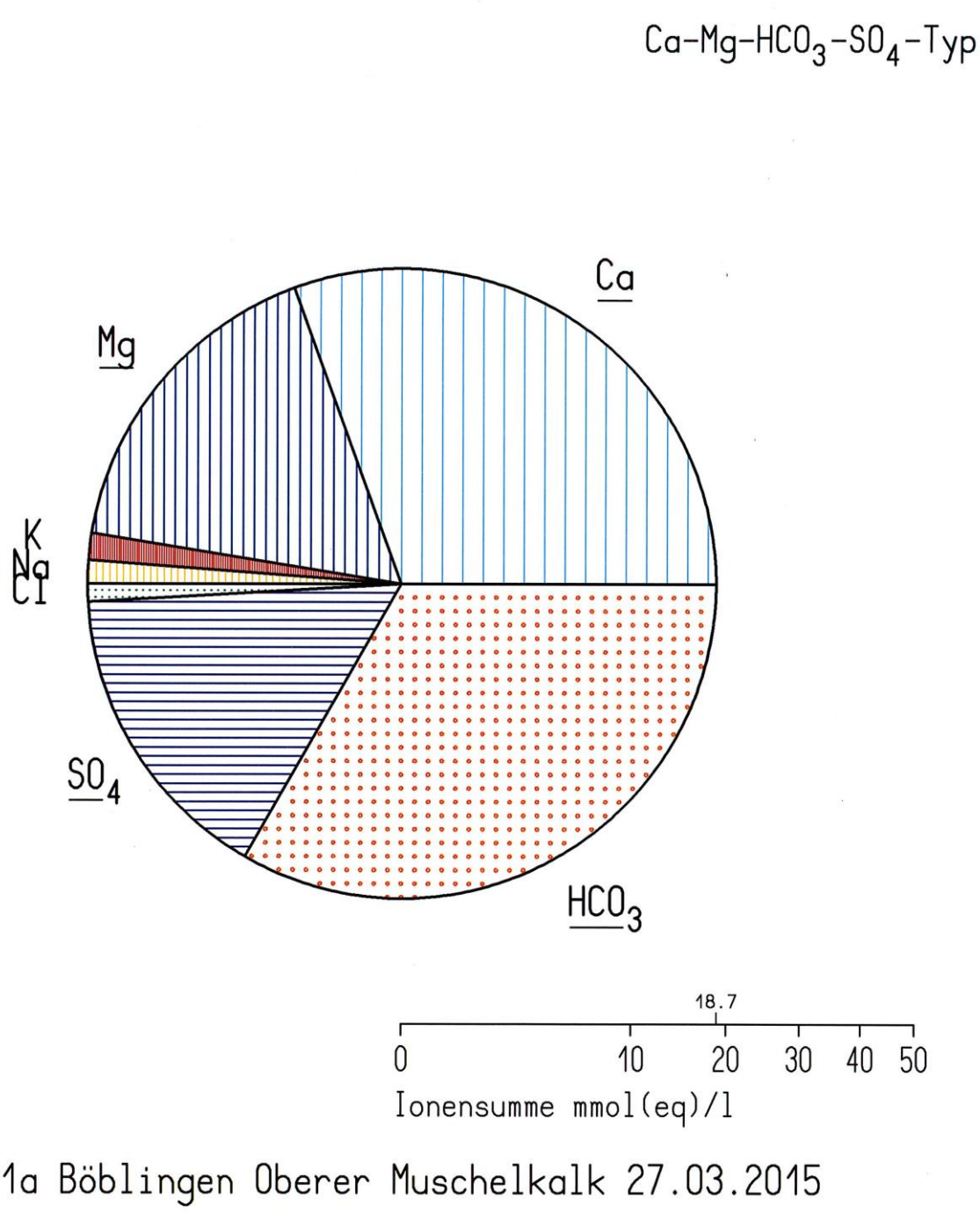


Abb. 6.6: Udluft-Diagramm: Äquivalentkonzentrationen von Oberer Muschelkalk-Grundwasser in der GWM B1a (27.03.2015, Ca-Mg-HCO_3-SO_4-Typ)

Aus dem SCHOELLER-Diagramm (Abb. 6.7) ist ersichtlich, dass die Konzentrationen der Wasserinhaltsstoffe bis auf den Gehalt an Alkalien (∑Na+K) gut übereinstimmen. Der Kaliumgehalt, der den Natriumgehalt in allen drei Analysen übersteigt, lässt darauf schließen, dass noch geringe Mengen an inhibierter (kaliumreicher) Spülung im geförderten Wasser enthalten waren.

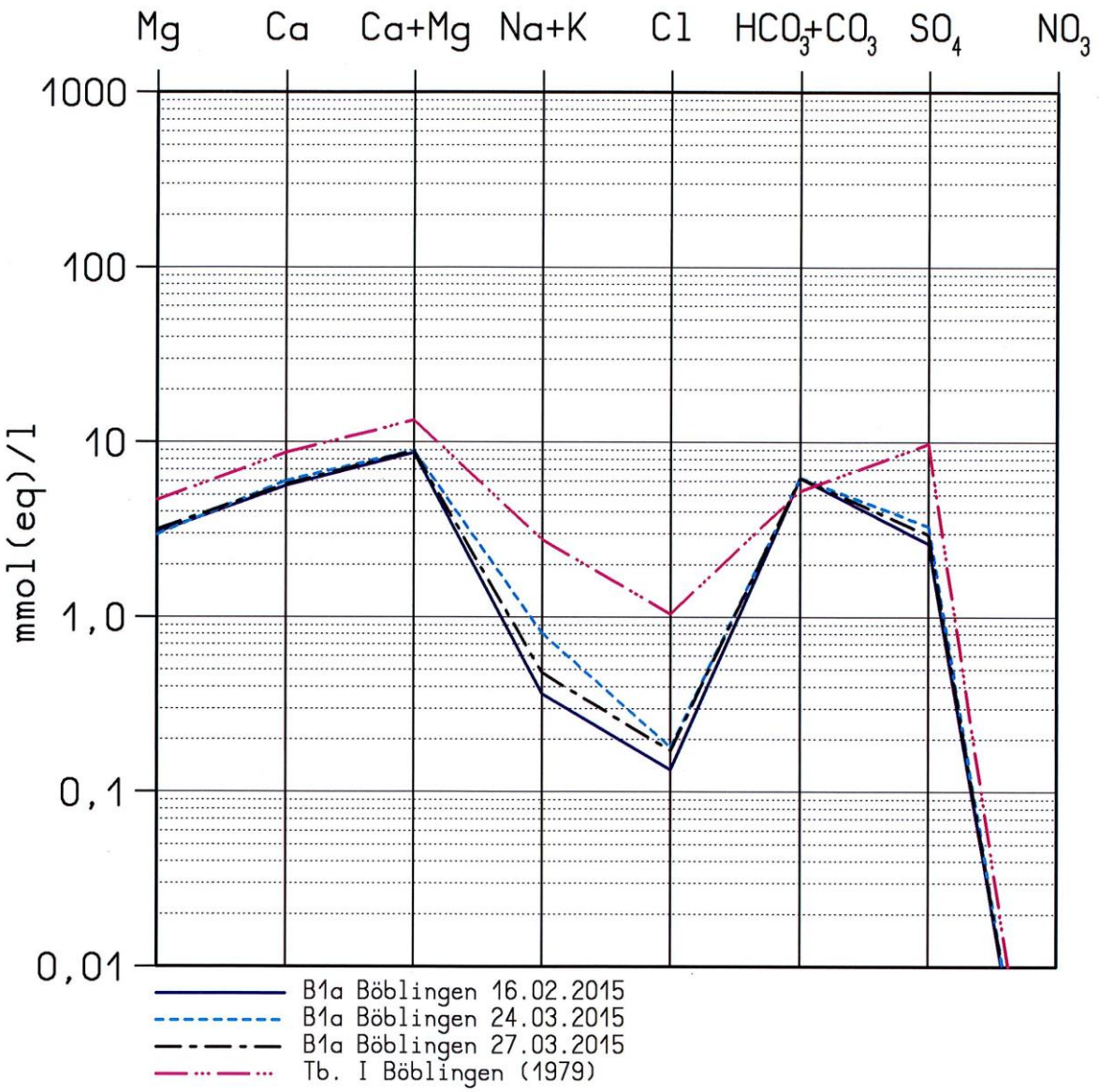


Abb. 6.7: Schoeller-Diagramm: Äquivalentkonzentrationen von Oberer Muschelkalk-Grundwasser in der GWM B1a und im Tiefbrunnen I

Zu Vergleichszwecken wurde auch der im Jahr 1979 abgeteufte Tiefbrunnen I (Tb I) herangezogen, der sich im Gewann Alter Hau, ca. 700 m nordnordöstlich der B1a befindet. Die Bohrung für diesen ursprünglich wesentlich tiefer geplanten Thermalwasserbrunnen musste im Oberen Muschelkalk wegen der sehr starken Verkarstung bereits bei einer Bohrtiefe von 148,50 m (149,50 m laut Ausbauplan des Ingenieurbüros Brunnenbau und Tiefbohrungen Scheuerle, Stuttgart, vom 04.07.1989) aufgegeben werden. Nach der vorliegenden hydrochemischen Analyse von 1979 (BRUNNER, H. (1986): Erläuterungen zu Blatt 7320 Böblingen, Geologische Karte 1:25000 von Baden-Württemberg; Beilage 4) hat das Grundwasser im Oberen Muschelkalk beim Böblinger Thermalbad (Böblinger Therme GmbH) eine deutlich abweichende Zusammensetzung. Der Gehalt an gelösten Stoffen resultiert im Wesentlichen aus der Lösung von Calcit und Dolomit sowie Gips und untergeordnet auch Steinsalz (Natriumchlorid). Der Gehalt an gelösten Feststoffen (1128 mg/l) übersteigt denjenigen der B1a (708,7 mg/l, 27.03.2015) deutlich. Der Sulfatgehalt (470 mg/l) ist dreifach höher als im Grundwasser der B1a, der Chloridgehalt (37 mg/l) sechsfach höher. Ebenso liegt die Wassertemperatur von 17 °C über derjenigen der B1a (16,0 °C, 24.03.2015). Nach der Typisierung nach FURTAK & LANGGUTH (1967) ist das Muschelkalk-Wasser der Tb I ein normal erdalkalisches, überwiegend sulfatisches Wasser (PIPER-Diagramm, Abb. 6.5). Nach der für Mineralwässer üblichen Typisierung ist es vom Ca-Mg-SO_4-HCO_3-Typ (UDLUFT-Diagramm, Abb. 6.8).

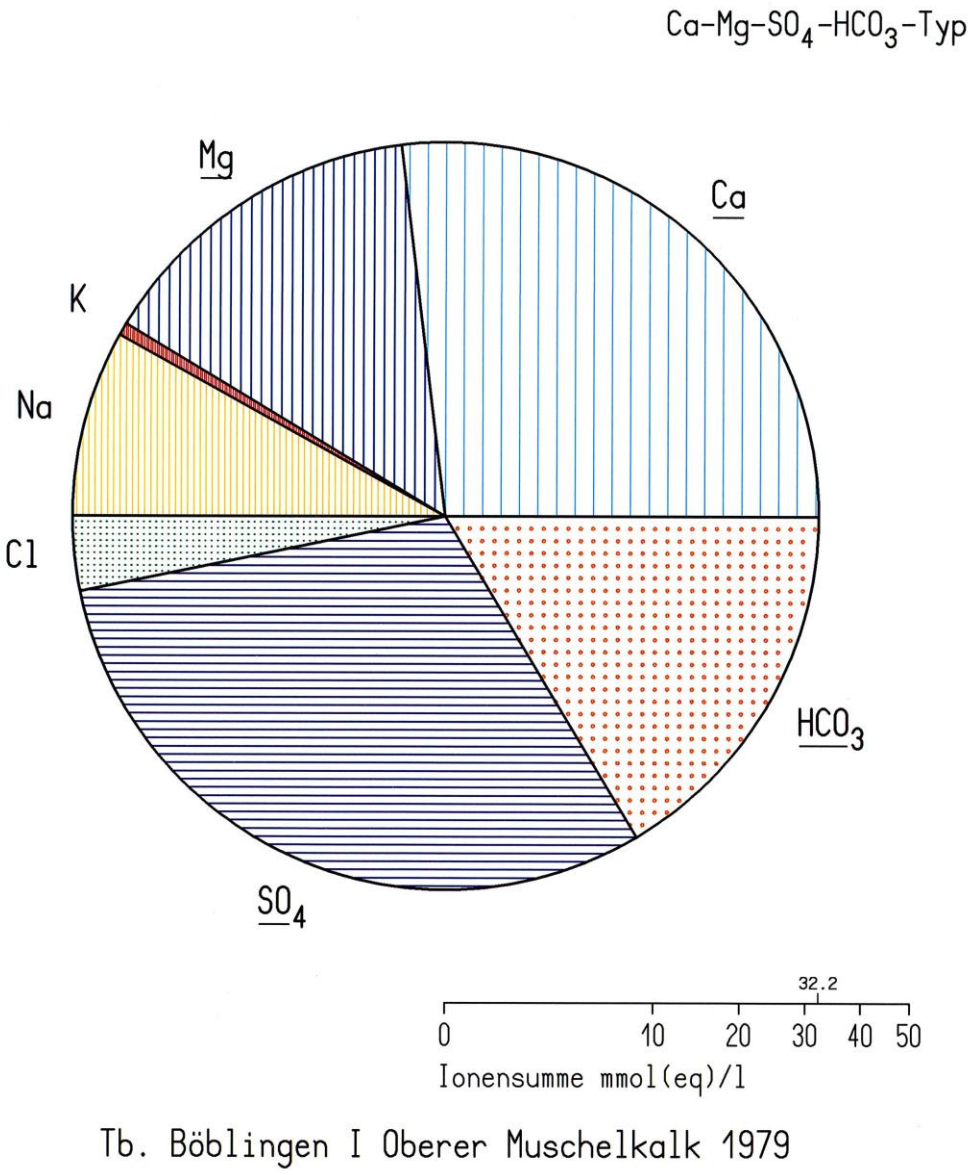


Abb. 6.8: Udluft-Diagramm: Äquivalentkonzentrationen von Oberer Muschelkalk-Grundwasser im Tiefbrunnen I (1979, Ca-Mg-SO_4-HCO_3-Typ)

Der abweichende Chemismus des Muschelkalk-Wassers der Tb I lässt sich mit der tektonischen Lage begründen. Die Tb I liegt innerhalb des Fildergrabens (Mittelscholle) und ist durch mehrere Verwerfungen (Sindelfingen-Waldenbucher Störungszone)

getrennt von der B1a, die sich auf der Grabenschulter (Hochscholle) befindet. Obwohl die Muschelkalk-Oberfläche bei der Bohrung B1a mit 342,55 m ü. NN nur 4,90 m über der Muschelkalk-Oberfläche des Tiefbrunnens I (337,65 m ü. NN) liegt, sind die Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk in der Hoch- und in der Mittelscholle (Mittelscholle: zwischen der Sindelfingen-Waldenbucher Störungszone und der weiter östlich verlaufenden Vaihinger Verwerfung) durch das Verwerfungssystem mit einem relativ schmalen Grabenbruch mit über 100 m Schichtenversatz (BRUNNER, H. (1986): Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000, Blatt 7320 Böblingen, S. 50, Beilage 3) hydraulisch voneinander getrennt.

6.3 Mineral-Sättigungszustände

Die mit dem hydrochemischen Programm PHREEQC (Version 3) des United States Geological Survey (USGS) berechneten Mineral-Sättigungszustände (Tab. 6.2) zeigen folgendes Bild: alle Wasserproben aus den oberflächennahen Grundwasserstockwerken Schilfsandstein und Gipskeuper (B1b und B1) sind bei den gemessenen pH-Werten an Calcit und Dolomit übersättigt (positiver Sättigungsindex), an Gips und an Anhydrit deutlich untersättigt (negativer Sättigungsindex). Dementsprechend könnte im Untergrund in diesen Grundwasserstockwerken sowohl Anhydrit als auch Gips gelöst werden. Trotz des in der Grundwassermessstelle B1 gemessenen, erhöhten Sulfatgehalts von 486 mg/l hat das hier im Auslaugungsbereich des Gipskeupers strömende Grundwasser das Vermögen, weiter Gips und Anhydrit zu lösen.

Auffällig sind die durchgängigen Übersättigungen an Calcit und Dolomit, die nicht realistisch erscheinen. Da für die Berechnung der Mineral-Sättigungszustände der pH-Wert eine wichtige Berechnungsgrundlage darstellt, müssen die nicht unmittelbar vor Ort gemessenen pH-Werte, die alle im leicht alkalischen Bereich (7,1 - 7,3) liegen, hinterfragt werden. Trotz dieser Unsicherheit ist festzuhalten, dass die beprobten oberflächennächsten Grundwässer das höchste Lösungspotential für Anhydrit und Gips aufweisen.

Aus den Grundgipsschichten selbst liegt keine Wasseranalyse vor, so dass hier auch keine Angaben zu den Sättigungszuständen gemacht werden können. Unterhalb der Grundgipsschichten, im Unterkeuper, der bereichsweise sulfatgesteinsführend ist, wurde keine Wasserführung festgestellt. Somit liegt aus diesem Gebirgsabschnitt ebenfalls keine Wasseranalyse vor.

Zur Tiefe hin wurde im Oberen Muschelkalk gespanntes Grundwasser angetroffen. Dieses ist an Calcit und Dolomit gesättigt (geringfügig über- oder untersättigt), an Gips und Anhydrit jedoch stark untersättigt. Aufgrund der Druckverhältnisse könnte das Grundwasser in diesem Grundwasserstockwerk - sofern hydraulische Wegsamkeiten bestehen - bis etwa in den oberen Abschnitt der Dunkelroten Mergel aufsteigen und somit auch in den Grundgipsschichten sowohl Gips als auch Anhydrit lösen.

Tab. 6.2: Mineral-Sättigungszustände von Grundwässern in Böblingen

Entnahme-stelle	Probenahme-datum	Analysen-datum	pH-Wert	Sättigungsindex SI log (IAP / KT)			
				Gips	Anhy-drit	Calcit	Dolomit
B1b (km2)	08.07.2015	14.09.2015	7,20 (L)	-2,06	-2,53	0,25	0,48
B1b (km2)	09.07.2015	14.09.2012	7,11 (L)	-2,16	-2,63	0,15	0,31
B1 (km1)	10.07.2015	14.09.2015	7,29 (L)	-0,69	-1,16	0,45	0,58
B1a (mo)	16.02.2015	25.02.2015	7,08 (L)	-1,40	-1,80	0,12	-0,02
B1a (mo)	24.03.2015	31.03.2015	7,02 (G)	-1,29	-1,69	0,07	-0,15
B1a (mo)	27.03.2015	15.04.2015	7,06 (L)	-1,35	-1,75	0,10	-0,05

(G = pH-Wert-Messung im Gelände, L = Messung im Labor)

7 Untersuchungen im Bohrloch der B1a

Zur Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse wurden neben der lithologischen Bohrkernansprache (Kap. 5.) sowie der mineralogisch-petrographischen Bohrkernanalyse (Kap. 8) geophysikalische Verfahren eingesetzt, deren Methodik und Zielsetzungen im Folgenden beschrieben werden.

7.1 Geophysikalische Bohrlochmessungen

Geophysikalische Bohrlochmessungen dienen der Gewinnung quantitativer und qualitativer in-situ-Aussagen in einer Bohrung. Die in Böblingen eingesetzten Untersuchungsmethoden in der B1a sind in unten stehender Tabelle Tab. 7.1 zusammengestellt, die Ergebnisse der geophysikalischen Bohrlochmessungen (vgl. Berichte der Fa. terratec, Heitersheim) können der Anl. 4 entnommen werden.

Die eingesetzten geophysikalischen Untersuchungsmethoden sind nachfolgend beschrieben.

7.1.1 Optischer Bohrlochscanner (ETIBS)

Die Messungen mit dem optischen Bohrlochscanner (Anl. 4) dienen der Ermittlung von Strukturdaten (Schichtung, Schieferung, Klüftung) und deren Orientierung.

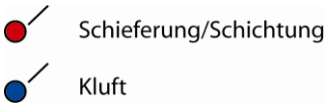
Der optische Bohrlochscanner erzeugt kontinuierliche Logs von orientierten, hochauflösenden Videobildern der Bohrlochwand. Die Bohrlochwand wird als Mantelabbildung dargestellt und kann mit Schicht- und Strukturinformationen versehen werden. Im Gegensatz zum akustischen Scanner ist der optische Televiewer nur bei weitgehend klarer Bohrspülung oder in mit Luft oder Gas gefüllten Bohrlöchern sinnvoll einsetzbar. Deshalb konnte in der Erkundungsbohrung B1a mit Beginn der Verwendung der inhibierten Bohrspülung (Kap. 5.1.1) dieses Verfahren nicht eingesetzt werden.

7.1.2 Akustischer Scanner (BHTV)

Die Messungen mit dem akustischen Scanner (Anl. 4) dienen der Ermittlung von Strukturdaten (Schichtung, Schieferung, Klüftung) und deren Orientierung, sowie des Bohrlochverlaufs und des Bohrlochkalibers.

Beim Akustischen Scanner (BHTV) wird die Wandung der Bohrung mit einem Ultraschallsignal abgetastet. Im Messdiagramm sind die *Travel Time* (*rechte Spur*) und die *Amplitude* (*linke Spur*) als abgerollte 360° Bohrlochinnenwandabtastung dargestellt. Bei der *Travel Time* stehen dunkle Farbtöne für kurze und helle für lange Laufzeiten (z. B. längerer Weg). Bei der *Amplitude* stehen dunkle Farbtöne für niedrige Reflexionsamplituden (Risse, Klüfte, weiches Material), helle Farbtöne für hohe Reflexionsamplituden (festes Material).

Aus den Daten des Akustischen Scanners (*Travel Time, Amplitude*) wurden die Strukturen getrennt nach folgenden Kriterien in ihrer Richtung und Neigung eingemessen:



Die Auswertungen beziehen sich ausschließlich auf die akustischen Signale des Gebirges. Ein akustisches System unterscheidet nicht zwischen einer lokalen Schwächung des Gebirges (zum Beispiel einem Riss oder einer feinen Kluft) und akustisch schwächerem Material (zum Beispiel Toneinlagerungen). Um eine klare Sprachregelung zu treffen, wird von *Schichtung* gesprochen, wenn diese als Parallelgefüge erkannt werden kann. Alle anderen Strukturen werden als *Klüfte* gekennzeichnet. Die-

se werden auch in der Laufzeit zumindest teilweise erkannt, da Sinusspuren in der Laufzeit durch offen stehende Strukturen und somit durch eine erhöhte Laufzeit verursacht werden.

Die Strukturverläufe (Sinusspuren) auf dem Amplitudenbild zeigen die *scheinbaren, unrotierten* Orientierungen relativ zur Bohrungsachse. Bei größerer Neigung der Bohrung werden das scheinbare Einfallen und der Azimut der eingemessenen Strukturen mit Hilfe der Bohrungsverlaufsdaten auf ihre tatsächliche Raumlage korrigiert. Das Tad Pole (*TADPOLE*) Diagramm und die Lagekugel (*STEREO)* zeigen dann die *wahren, orientierten* Azimut- und Einfallswerte.

Zur besseren Übersicht über alle in der Bohrung herrschenden Richtungen wurde jeweils eine Polpunktdarstellung (alle Gefügedaten) für das gesamte Tiefenintervall berechnet und dargestellt. Die Lagekugeldarstellung (*STEREO*) zeigt die Flächenpole der wahren Azimut- und Einfallswerte, dargestellt im Schmidt´schen Netz, untere Halbkugel, in den jeweiligen Messabschnitten.

Die in der *TADPOLE* Spur verwendeten Symbole sind folgendermaßen zu lesen:
Die Position des Symbols auf der Horizontalachse gibt die Neigung der Struktur an (0 – 90 Grad), der Strich am Symbol gibt die Einfallsrichtung der Struktur an. Die hier verwendeten Symbole der zwei Typen und ihre Bedeutung sind oben dargestellt.

7.1.3 Kalibermessung

Das Kaliber wurde entweder aus den Laufzeiten (*Travel Time*) des Akustischen Scanners berechnet oder mit der 3-Arm Kalibersonde gemessen und in mm dargestellt. Das Kaliber aus der Laufzeitmessung wurde als gemitteltes Kaliber dargestellt. Die Überprüfung der Messung erfolgte im bekannten Durchmesser der Verrohrung.

7.1.4 Messung von Neigung und Richtung

Die Kurven der Neigung und Richtung (Azimut), bezogen auf magnetisch Nord, geben die Bohrlochabweichung in der entsprechenden Tiefe in Grad an. Der Bohrlochverlauf wird aus der Kombination von einer Kompassmessung und einer Neigungsmessung bestimmt. Innerhalb der magnetischen Stahlverrohrung ist die Kompassmessung gestört. Für die Richtung der Bohrung, in Bezug auf Nord, wird daher im Bereich der Stahlverrohrung die erste ungestörte Richtungsmessung unterhalb der Verrohrung angenommen.

Zur Bestimmung der Richtung und Neigung im verrohrten und offenen Bohrloch wurde zusätzlich eine Messung mit der Gyro-Sonde durchgeführt. Die Sonde verwendet 12 Sensoren, um ihre relative Lage zu jeder gegebenen Richtung zu ermitteln.

7.1.5 Natürliche Gammastrahlung

Die Messung der natürlichen Gammastrahlung *GR* in cps (counts per second) dient der Unterscheidung der verschiedenen Lithologien.

Beim Zerfall des radioaktiven Isotops ^{40}K wird eine charakteristische Strahlung emittiert, die von einem Szintillationszähler in der Sonde gemessen wird. Kalium ist ein häufig auftretendes Kation in Tonmineralen, deshalb wird mit der Gamma-Messung primär qualitativ der Tonanteil des Gesteins bestimmt. Gamma-Messungen sind von besonderer Bedeutung für tiefendifferenzierte Aussagen zur lithologischen Ausbildung (insbesondere Tongehalte) und bei der Ermittlung von Wasserwegsamkeiten. Die Messungen können auch in Verrohrungen und Ausbauten vorgenommen werden und sind sowohl im spülungsgefüllten wie im trockenen Bohrloch möglich.

7.2 Ergebnisse der geophysikalische Bohrlochmessungen in B1a

Zur Ermittlung des Bohrlochverlaufs, der Maßhaltigkeit bzw. Verformungen der Bohrlochwandung, der strukturgeologischen Verhältnisse sowie der natürlichen Gamma-Strahlung erfolgten in insgesamt vier Einsätzen am 28.10.2014, 11.12.2014, 27.01.2015 und am 16.02.2015 geophysikalische Bohrlochmessungen. Diese Messungen wurden von der Fa. terratec, Heitersheim, ausgeführt.

Im Bericht der Fa. terratec (Anl. 4) sind die Randbedingungen der Messungen wie folgt beschrieben:

Tab. 7.1: Übersicht über die eingesetzten geophysikalischen Untersuchungsmethoden in B1a

Messeinsatz	Bohrtiefe	Messtiefe	Ausbau	Verfahren
28.10.2014	72,50 m	72,10 m	Stahlvollrohr -1,4-51,2 m, Ø 157 mm darunter offenes Bohrloch Ø 152 mm	3-Arm-Kaliber, Bohrlochverlauf, natürl. Gamma-Strahlung, Akustischer Scan
11.12.2014	84,60 m	83,78 m	Stahlvollrohr -1,4-51,80 m, Ø 476-450 mm darunter offenes Bohrloch Ø 444 mm	4-Arm-Kaliber, Bohrlochverlauf, natürl. Gamma-Strahlung
27.01.2015	116,00 m	115,84 m	Stahlvollrohr -1,4-85,0 m, Ø 157 mm darunter offenes Bohrloch Ø 152 mm	Akustischer Scan
16.02.2015	144,80 m	142,46 m	Stahlvollrohr -1,4-116,4 m, Ø 178 mm darunter offenes Bohrloch Ø 146 mm	Akustischer Scan, natürl. Gamma-Strahlung

Kaliber

Eine Kaliber-Befahrung zur Messung des Bohrlochdurchmessers/Kaliber (mm) erfolgte nur im ersten und zweiten Messeinsatz. Dabei zeigten sich in der ersten Messetappe des ersten Messeinsatzes (28.10.2014) unmittelbar unter Verrohrungsende zwischen 51,8 m bis 52,3 m und im Abschnitt zwischen 54,60 m bis 65,10 m geringere Kaliberabweichung (bis maximal 167 mm), ansonsten war die Bohrung in etwa kaliberhaltig. Die Kaliberabweichungen traten im Bereich der Mittleren Grabfeldformation auf. Nach der ersten Messetappe wurde die Verrohrung bis auf 6,8 m zurückgezogen. In einer zweiten Messetappe wurden ein akustischer Bohrlochscan sowie eine weitere Kaliber-Befahrung ausgeführt. Die Bohrung ist im Abschnitt zwischen 51,25 m und 6,82 m gut kaliberhaltig, zwischen 47,30 m und 45,00 m zeigt das Kaliber jedoch größere Ausbrüche bis maximal 296 mm. Auch hier befinden sich die Kaliberabweichungen im Abschnitt der Mittleren Grabfeldformation.

Am zweiten Messeinsatz (11.12.2014) war die Bohrung bereits bis 84,60 m unter Bohransatz fortgeschritten und von -1,40 m bis 51,80 m mit einem temporären Stahlsperrrohr (Innen-Ø 450 mm) ausgebaut. Darunter folgte das offene Bohrloch (Ø 444 mm). Unterhalb der Verrohrung wurde ein Maximalausbruch von 472 mm beobachtet (X-Achse). Abgesehen von einer leichten Ovalität im Tiefenabschnitt zwischen 56,60 m bis 63,70 m (im Abschnitt der Mittleren Grabfeldformation) war die Bohrung +/- kaliberhaltig.

Bohrlochverlauf

Wie die in B1a ausgeführten Azimut- und Neigungsmessungen belegen, sind die Abweichungen des Bohrlochverlaufs aus der Vertikalen insgesamt nur gering. Der Endpunkt der knapp 145 m tief ausgeführten Bohrung liegt 0,13 m in westlicher und 0,24 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe (TVD) unter dem Bohransatzpunkt beträgt 141,24 m.

Natürliche Gamma-Strahlung

Die Messung der natürlichen Gamma-Strahlung erfolgte mit Ausnahme einer kurzen Messlücke zwischen 81,5 m und 84,3 m nahezu profildeckend, wobei die Absolutwerte wie üblich gewissen Dämpfungseinflüssen vorhandener Stahlrohrstrecken und den Messungen ohne/mit Wasser unterworfen sind.

Im Bohrloch der B1a wurden absolute Gammaaktivitäten bis 260 cps gemessen. Das Gamma-log zeigt deutliche Unterschiede in der Strahlungsintensität, was auf eine ausgeprägte lithologische Wechsellagerung hindeutet. Sulfatführende Abschnitte sind generell durch eine geringere Strahlungsintensität gekennzeichnet. Die stärksten Schwankungen mit Werten zwischen 100 cps und 260 cps treten im Bereich der Grauen Estherienschichten der Grabfeld-Formation sowie in der Erfurt-Formation (Unterkeuper) zwischen 113 m und 133,9 m unter GOK auf. Der Obere Muschelkalk ist durch eine durchweg geringe Strahlungsintensität gekennzeichnet.

Die gewonnenen Gamma-logs lassen sich gut mit dem lithologischen Befund, insbesondere den Grenzen Grabfeld-/Erfurt-Formation wie auch Erfurt-Formation/Oberer Muschelkalk korrelieren.

Akustischer Bohrlochscans

Akustische Scans liegen abgesehen von einer Messlücke zwischen 72 m und 86 m für das gesamte Bohrloch vor. Nach den im offenen Bohrloch ausgeführten optischen und akustischen Scans wurden in allen Messeinsätzen insgesamt 214 Trennflächen ermittelt. Davon sind 189 Flächen flach geneigten Strukturen zuzuordnen, die im Wesentlichen als sedimentäre Flächen (Schichtflächen oder fazielle Grenzflächen) zu bezeichnen sind und die keine bevorzugte Einfallsrichtung zeigen.

In den beiden Abb. 7.1 und 7.2 sind die Polpunkte der über die akustischen Bohrlochscans ermittelten Trennflächen dargestellt. Die urspüngliche Vorinterpretation der Fa. terratec (vgl. Anl. 4) wurde für den vorliegenden Sachstandbericht teilweise dahingehend abgeändert, als dass Trennflächen flacher als 40° Neigung als Schichtflächen oder fazielle Grenzflächen (offen/geschlossen, Abb. 7.1) und Trennflächen steiler als 40° Neigung als Kluftflächen (offen/geschlossen, Abb. 7.2) angesehen und interpretiert werden.

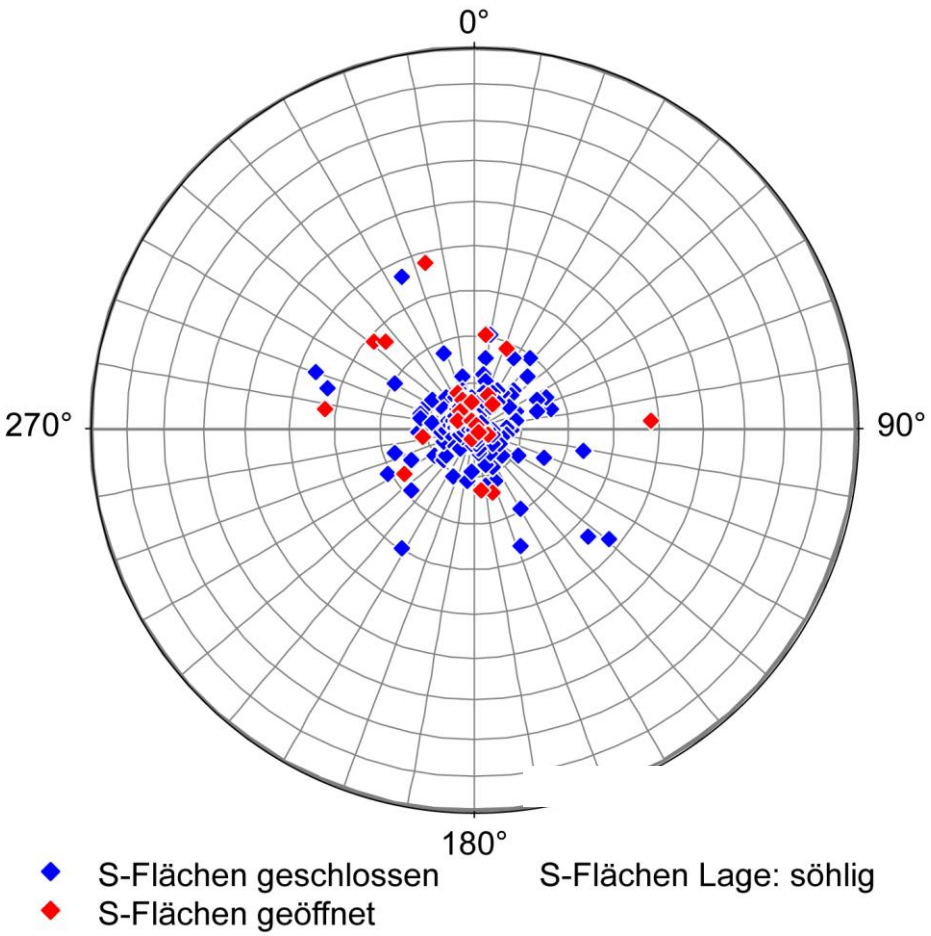


Abb. 7.1: Polpunkte der mittels Akustik-Bohrlochscan gemessenen sedimentären Flächen (Schichtflächen, fazielle Grenzflächen)

Offene Schichtflächen finden sich im oberen Bohrabschnitt bis ca. 65 m unter Bohransatz. Aber auch in größerer Tiefe kommen offene Schichtflächen insbesondere im Bereich des Bochingen-Horizonts, im Plattengips der Grundgipsschichten sowie in einzelnen Dolomitbänken der Erfurt-Formation (Unterkeuper) vor. Insgesamt kann sowohl aus den gewonnenen Bohrkernen als auch aus den akustischen Bohrlochscans auf eine annähernd söhlige Schichtlagerung (für Schichtneigungen zwischen 0° bis 5° mit leichter Tendenz nach SE) geschlossen werden.

Bei den übrigen 25 Flächen handelt es sich um i. d. R. deutlich geneigte, abgesehen von oberflächennah offenen, überwiegend geschlossene Kluftflächen (um 45°- 85°). Von diesen Kluftflächen wurden drei im Bereich der Stuttgart-Formation, eine in den Oberen Bunten Estherienschichten, zwei in den Grauen Etherienschichten, eine in

den Unteren Bunten Estherienschichten, fünf in der Mittleren Grabfeldformation, vier in den Dunkelroten Mergel, drei im Bochingen-Horizont, drei im Plattengips der Grundgipsschichten, eine Kluftfläche im Felsengips der Grundgipsschichten,

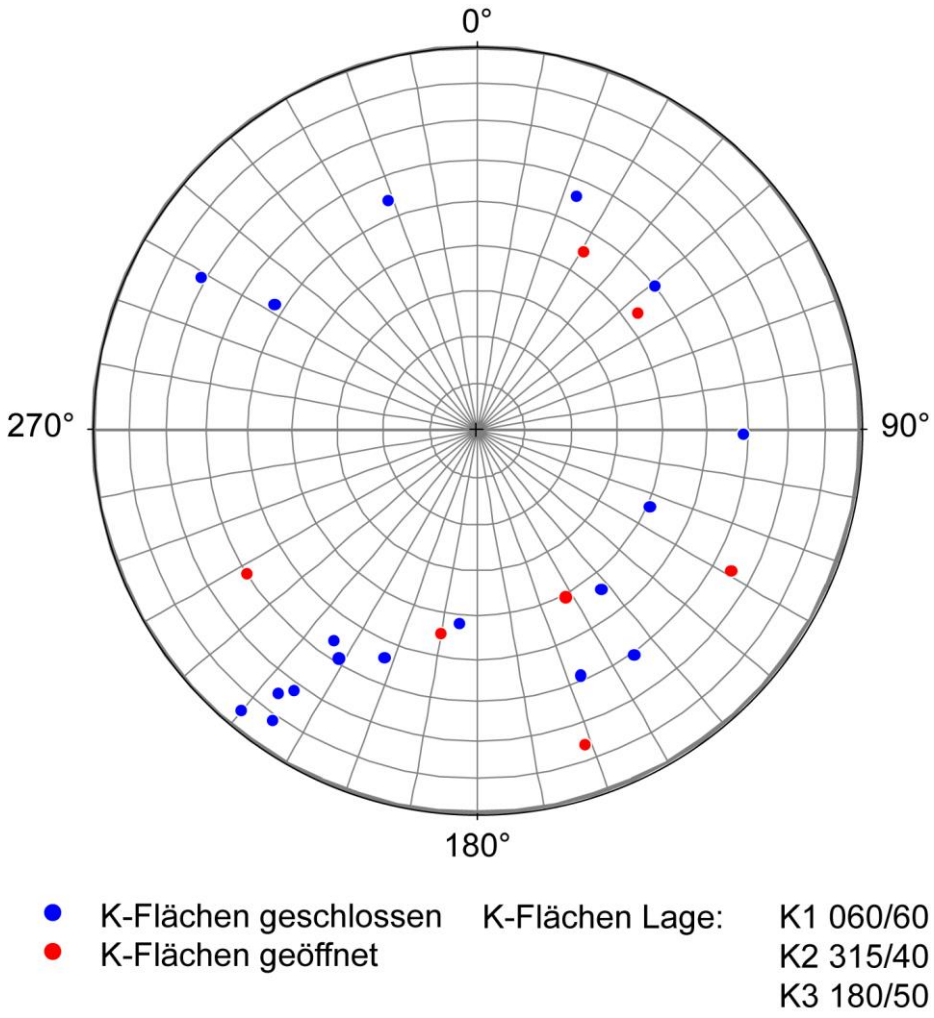


Abb. 7.2: Polpunkte der mittels Akustik-Bohrlochscan gemessenen Kluftflächen

eine Kluftfläche in der Dolomitregion der Erfurt-Formation (Unterkeuper) und eine Kluftfläche im Trigonodusdolomit (Oberen Muschelkalk) gemessen. Die 25 ausgewerteten Kluftflächen lassen sich im Wesentlichen den folgenden Richtungen zuordnen:

K1 060/60, K2 315/40 und K3 180/50.

8 Laborergebnisse an Bohrkernproben der B1a

Die Entnahme der Bohrproben erfolgte gemäß den Vorgaben des LGRB durch die Bohrfirma kurz nach der Gewinnung der Bohrkerne bzw. des Bohrguts. Die Proben (Bohrkernscheiben bzw. Bohrkernstücke von etwa 5 cm Länge der B1a) wurden von der Bohrfirma am Bohrplatz in Folientüten vakuumverschweißt und beschriftet. Nach Probeneingang im mineralogisch-petrographischen Labor des LGRB wurden die Proben je nach festgelegtem Untersuchungsprogramm entsprechend weiter bearbeitet.

Bohrkernscheiben / Bohrkernstücke

Je nach Zustand und Festigkeit wurden die zu untersuchenden Bohrkernscheiben vorsichtig in zwei bzw. in drei repräsentative, homogene Teilproben zerlegt. Stabile Proben wurden der Länge nach mit der Gesteinssäge **trocken** zertrennt.

Die **erste Teilprobe** wurde, falls möglich, grob zerkleinert und der natürliche Wassergehalt bestimmt. Nach Trocknung wurden 30 g bis 50 g von der Probe abgetrennt und für nachfolgende Laboruntersuchungen in einer Scheiben-Schwingmühle analysenfein, d. h. bis auf Feinkorngröße (< 0,02 mm) gemahlen. Anschließend wurden die festgelegten Untersuchungen durchgeführt (Röntgenbeugung, Bestimmung des Karbonatgehalts).

Die **zweite Teilprobe** wurde paraffiniert, um die Trocken- und Reindichte mittels Tauchwägung zu bestimmen. Falls von dem ursprünglichen Bohrkernstück keine dritte Teilprobe erhalten werden konnte, wurde die paraffinierte Teilprobe als Rückstellprobe in Folie eingeschweißt.
Die **dritte Teilprobe** wurde als Rückstellprobe in Folie eingeschweißt und für mögliche spätere Nachbestimmungen aufbewahrt.

Durchgeführte Laboruntersuchungen (Indexversuche)

Bei den im Labor des RPF/LGRB untersuchten Gesteins- und Bodenproben handelt es sich nach DIN 4021 um Proben der Güteklassen 2 und 3.

Eine Übersicht über Art und Anzahl der durchgeführten Laboruntersuchungen gibt Tab. 8.1. Die Versuchsergebnisse von B1a wurden nach Plausibilitätsprüfung jeweils

in eine Probentabelle (Probenspiegel, Anl. 8) übertragen und grafisch ausgewertet (Anl. 8).

Tab. 8.1: Übersicht über Art und Anzahl der durchgeführten Laboruntersuchungen

Bohrungen	Anzahl der Gesamt-proben	Bestimmung des Wassergehalts	Bestimmung der Trockendichte	Bestimmung der Reindichte	Bestimmung des Karbonatgehalts (n. Müller)	Bestimmung der Calciumsulfatführung RDA
B1a	147	147	147	147	147	147

Bestimmung des Wassergehalts

Definition:
Der Wassergehalt w einer Boden-/Gesteinsprobe ist das Verhältnis der Masse des im Boden/Gestein vorhandenen Wassers m_w, das bei einer Temperatur von 40 °C verdampft, zur Masse m_d der trockenen Probe:

$w = 100 \cdot (m_w / m_d)$ in %

Methodik:
Die Bestimmung des Wassergehalts ist in DIN 18121 Teil 1 (1998) geregelt. Von der in der DIN angegebenen Ofentemperatur von 105 °C (Standardofentrocknung) wurde abgewichen, da bei dieser Temperatur bereits bei vielen Tonmineralen Kristallwasser abgeschieden wird. So ändern z. B. der Halloysit und bestimmte quellfähige Tonminerale ihre Kristallstrukturen und können z. B. bei anschließenden röntgenografischen Untersuchungen nicht mehr nachweisbar sein. Ähnliche Strukturänderungen treten beim Mineral Gips auf, das bereits bei ca. 60 °C einen Teil seines Kristallwassers verlieren kann und in Bassanit bzw. Halbhydrat übergeht.

Aus diesen Gründen wurde für die Bestimmung des Wassergehalts eine schonende Trocknungstemperatur von 40 C eingehalten und die Probe bis zur Massenkonstanz getrocknet. Es kann bei dieser Temperatur davon ausgegangen werden, dass nur das mobile und ein großer Teil des immobilen Porenwassers im Gestein verdampft. Wasserabscheidende Mineralreaktionen (z. B. Umkristallisationen) werden hierdurch ausgeschlossen.

Ergebnisse:
Die in der B1a ermittelten Wassergehalte liegen zwischen wenigen Promille im Bereich des anhydritführenden Sulfatgebirges (z. B. 96 - 100 m; 1 – 3 ‰) und wenigen Prozent im Bereich der Zone zwischen dem Oberen Gipsspiegel und dem Oberen Anhydritspiegel (z. B. 49,65 m, 5,7 %).

Bestimmung der Trockendichte und Reindichte

Definition:
Die Trockendichte (ρ_d) des Bodens ist die Masse (m_d) der trockenen Probe (40 °C Ofentrocknung) bezogen auf das Volumen V der Probe einschließlich der mit Wasser und Luft gefüllten Poren.

$\rho_d = m_d / V$ in g/cm³

Reindichte (ρ_s) des Bodens ist die Masse (m_d) der trockenen Probe (40 °C Ofentrocknung) bezogen auf das Volumen V_k der Probe ausschließlich der mit Wasser und Luft gefüllten Poren.

$\rho_s = m_d / V_k$ in g/cm³

Methodik:
Die Trockendichte wurden an Gesteinsstücken mit einem Volumen von mindestens 100 cm³ und festem Zusammenhalt durch Tauchwägung nach DIN 18125 Teil 1 (1997) bestimmt. Der Probenkörper wird nach Bestimmung der Masse (m) in eine Drahtschleife geschoben und mehrmals in flüssiges Paraffin bekannter Dichte untergetaucht, sodass sich ein vollkommener, wasserdichter, luftblasenfreier Überzug bildet. Nach dem Erkalten wird die Probe gewogen (m1) und ihr Tauchgewicht (m2) bei vollständigem Untertauchen in ca. 24 °C temperiertem Wasser bestimmt. Die Differenz zwischen Gewicht in Luft (m1) und dem Tauchgewicht (m2) entspricht dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit. Über den natürlichen Wassergehalt, der Dichte der Tauchflüssigkeit und der Dichte des Überzugs aus Paraffin wird das Volumen des Probekörpers bestimmt.

Die Reindichte wurde an dem Probenmaterial in Feinkorngröße (<0,02 mm) mithilfe des Kapillarpyknometers bestimmt. Dazu wurde die getrocknete Probe gewogen und ihr Volumen in dem Kapillarpyknometer gemäss DIN 18124 bestimmt.

Ergebnisse:
Die in der B1a ermittelten Trockendichten betragen zwischen 1,93 g/cm³ und 2,95 g/cm³; die Werte der ermittelten Reindichten liegen zwischen 2,24 g/cm³ und 3,00 g/cm³.
Die Proben mit der gemittelten höchstenTrockendichte und höchsten Reindichte lagen im Bereich zwischen 86,49 m und 114,40 m.

Die Trockendichte und die Reindichte, welche die mittlere Dichte der Mineralien wiedergibt, wurden zur Charakterisierung von Homogenbereichen (vgl. Kap. 8.1) herangezogen.

Bestimmung des Karbonatgehalts nach Müller (Karbonatbombe)

Definition:
Der Karbonatgehalt V_{Ca} eines Bodens/Gesteins ist der durch gasometrische CO_2-Bestimmung ermittelte Massenanteil an Gesamtkarbonaten m_{Ca} bezogen auf die Trockenmasse m_d der Probe.

$V_{Ca} = 100 \cdot m_{Ca} / m_d$ in %

Methodik:
Der Versuch wird an ca. 1 g Probenmaterial (pulverisiert, 40 °C Ofentrocknung) durchgeführt, welches in einem druckdichten Gefäß mit kalibriertem Manometer (sog. Karbonatbombe) mit überschüssiger, 20 %-iger Salzsäure versetzt wird. Der dabei durch freigesetztes CO_2 (vgl. untere Formel) entstehende maximale Gasdruck wird ermittelt und der Versuch nach 15 Minuten beendet.
$CaCO_3 + 2\ HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$

Ergebnisse:
Mit diesem Verfahren werden vor allem die häufig vorkommenden Karbonatminerale Calcit ($CaCO_3$) und Dolomit ($CaMg(CO_3)_2$) als Gesamtkarbonat erfasst. Die in B1a ermittelten Karbonatgehalte liegen zwischen < 5 % und 96 %. Die Werte über 90% treten im Bereich des Oberen Muschelkalks auf. Im Bereich des Gips-/Anhydritspiegels liegen die Werte mit wenigen Ausnahmen unter 40 %. Werte kleiner 5 % befinden sich im Bereich der Nachweisgrenze und werden in der grafischen Darstellung nicht dargestellt.

Röntgen-Pulverdiffraktometrie-Analyse (RDA)

Zur qualitativen und semiquantitativen Bestimmung der Gips- und Anhydritführung der Gesteinsproben wurden **Röntgen-Pulverdiffraktometrie-Analysen** (RDA) durchgeführt.

Mit Hilfe der Röntgen-Pulverdiffraktometrie (Röntgenbeugung) können Böden und Gesteine qualitativ und semiquantitativ auf ihren Mineralbestand hin untersucht werden. Das analysenfein gemahlene und bei 40 °C getrocknete Probenpulver wird auf einem Probenträger aufgebracht (Pulverpräparat) und in einem Röntgendiffraktometer einer monochromatischen Röntgenstrahlung mit der Wellenlänge λ ausgesetzt. Gemessen wird die Intensität der reflektierten Welle sowie der zugehörige Beugungs- bzw. Glanzwinkel Θ bzw. 2 Θ, aus dem der Basisabstand d einer Kristallebene bzw. Netzebene über die **Gleichung nach Bragg** (n = natürliche Zahl der Beugungsordnung) ermittelt wird:

$$d = n \cdot \lambda / (2 \cdot \sin \Theta)$$

Das Ergebnis einer RDA ist ein Röntgen-Diffraktogramm, bei dem die gemessene Intensität auf der Ordinate und der zugehörige Glanzwinkel (2 Θ) auf der Abszisse abgetragen werden. Aus der Lage und Intensität der Röntgenreflexe (Peaks) kann durch Vergleich mit internationalen Standardtabellen auf die Mineralart und mittels Eichkurven auf den semiquantitativen Mineralbestand geschlossen werden. Die RDA wird an einem texturarmen Pulverpräparat des Gesamtgesteins im Winkelbereich von 2° bis 40° (2 Θ) durchgeführt, bei der die am Gesteinsaufbau beteiligten Sulfatminerale bestimmt werden.

Ergebnisse:
Bei den röntgenografischen Untersuchungen an Proben der B1a wurden das Vorkommen der Minerale Gips ($CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$) und Anhydrit ($CaSO_4$) in Gesteinen der Grabfeld-Formation und Gips in einzelnen Schichten der Erfurt-Formation (Unterkeu-

per) nachgewiesen. Die Nachweisgrenze des RDA-Verfahrens liegt bei ca. 1 %. Aus den erhaltenen Röntgendiffraktogrammen wurde der qualitative Anteil von Gips und Anhydrit bestimmt und auf einen Sulfatgehalt von 100 % bezogen (Gips-Anhydrit-Verhältnis). Anhand der Sulfatbestimmung und des Gips-Anhydrit-Verhältnisses ist eine Abgrenzung von sulfatfreien, gipsführenden, gips- und anhydritführenden sowie rein anhydritführenden Gebirgsabschnitten möglich. Sulfatgehalte unterhalb der Nachweisgrenze wurden nicht grafisch dargestellt. Die Festlegung der jeweiligen Oberen und Unteren Gips- bzw. Anhydritspiegel erfolgte anhand der RDA-Ergebnisse sowie der Angaben im Schichtenverzeichnis der B1a.

In der B1a tritt Gips in einer Zone zwischen 49,35 m (Oberer Gipsspiegel) und 115,15 m (Unterer Gipsspiegel) auf. Anhydrit kommt in der B1a zwischen 56,00 m (Oberer Anhydritspiegel) und 114,40 m (Unterer Anhydritspiegel) vor. Der Anhydritkern, in dem das Calciumsulfat fast vollständig als Anhydrit vorliegt, reicht von 86,49 m bis 114,40 m. Zwischen dem Oberen und Unteren Anhydritspiegel treten wiederholt einzelne Lagen mit Gipsgehalten zwischen 10 % und 30 % auf (65,57 m – 65,61 m; 70,37 m – 71,50 m; 80,38 m – 80,43 m; 88,73 m – 89,29 m).

In den röntgenographischen Untersuchungen der Bohrkernproben aus B1a wurde kein Corrensit (als quellfähiges mixed-layer-Tonmineral) nachgewiesen.

8.1 Gliederung der Erkundungsbohrung B1a in Homogenbereiche

Homogenbereiche sind Zonen innerhalb des Gebirgsverbandes, deren mechanische und hydraulische Gesteinseigenschaften relativ einheitlich sind und innerhalb einer gewissen Bandbreite liegen. Gewöhnlich werden Homogenbereiche hinsichtlich Lithologie, Tektonik, Trennflächengefüge, Auflockerungsgrad, Verwitterungszustand, Durchlässigkeit und Grundwasserführung zusammengefasst. Die Charakterisierung der Homogenbereiche der Erkundungsbohrung B1a erfolgte nach der Lithologie, der Sulfatführung, dem Gips- und Anhydrit-Verhältnis sowie den Durchschnittsgehalten der Dichten und dem natürlichen Wassergehalt. Soweit möglich, wurden die Laborkennwerte und relativen Mineralgehalte innerhalb der jeweiligen Homogenbereiche einer einfachen Mittelwertbildung unterzogen. Die Homogenbereiche der B1a sind in Tabelle 8.2 aufgelistet und farblich unterschieden. Die Zahlen in Klammern geben die gemessenen minimalen und maximalen Werte an (vgl. Anl. 8). Zur Verbesserung der

Übersichtlichkeit wurde die Farbgebung der Homogenbereiche auch in Anl. 8 angewendet.

Für die B1a werden folgende Bohrkernabschnitte zu Homogenbereichen zusammengefasst:

Tab. 8.2: Gliederung der B1a in Homogenbereiche

Teufe [m]	Mächtigkeit [m]	Homogenbereich	Wassergehalt [%]	Porenanteil [%]	Trockendichte [g/cm³]	Reindichte [g/cm³]	Gipsgehalt [%]	Anhydritgehalt [%]	TM-Gehalt [%]	Karbonat-Gehalt [%]	Lithologie der untersuchten Proben
-0,95	0,95	Quartär (q, yA)	21,6	21,9	1,93	2,47	<1*	<1*	-**	<5*	tonig-schluffige Fließerde
-6,00	5,05	Primär nicht oder nur gering sulfatführendes Gebirge (kmSw)	13,9 (11,7 – 19,1)	17,5 (11,2 – 22,1)	2,07 (1,99 – 2,17)	2,50 (2,44 – 2,55)	<1*	<1*	-**	19,7 (7,5 – 38,0)	Tonsteine, teilw. aufgelockert und aufgewittert
-7,60	1,60	GAR-Zone (kmSw)	18,7	16,0	2,12	2,52	<1*	<1*	-**	<5	Auslaugungsrückstände, lockergesteinsartige, brecciöse Ton-/Schluffsteine
-49,35	41,75	Primär nicht/gering sulfatführendes Gebirge (kmSt - kmGr)	8,4 (0,7 – 17,2)	8,1 (0,2 – 24,7)	2,40 (2,01 – 2,64)	2,61 (2,42 – 2,83)	<1*	<1*	-**	20,5 <5* – 58,0)	Sandsteine, Tonsteine teilw. dolomitisch, Dolomitsteine, geringe GAR-Lagen
-56,00	6,65	Zone zwischen Oberem Gips- und Oberem Anhydritspiegel (kmGr)	2,4 (1,1 – 5,7)	2,2 (0,0 – 5,6)	2,31 (2,20 – 2,43)	2,36 (2,32 – 2,43)	59,4 (17 – 88)	<1*	-**	4,1 (<5* – 10)	Gipssteine, Tonsteine teilw. dolomitisch, Dolomitsteine
-86,49	30,49	Zone zwischen Oberem Anhydritspiegel und Anhydritkern (kmGr)	2,3 (0,2 – 8,2)	3,1 (0,0 – 8,6)	2,60 (2,21 – 2,85)	2,68 (2,24 – 2,86)	4,4 (<1* – 29)	24,6 (<1* – 73)	47,0 (15 – 18) ***	11,5 (<5* – 39)	Tonsteine teilw. dolomitisch, Gips- und Anhydritgsteine
-114,40	27,91	Anhydritkern (kmGr)	0,8 (0,1 – 2,6)	3,0 (0,0 – 12,8)	2,78 (2,53 – 2,91)	2,87 (2,70 – 2,98)	3,3 (<1* – 25)	54,0 (8 – 87)	24,2 (<3* – 54)	11,0 (<5* – 39)	Tonsteine teilw. dolomitisch, Anhydritsteine, wenig Gipssteine
-115,15	0,75	Zone zwischen Anhydritkern und Unterem Gipsspiegel (kmGr)	0,1	6,5	2,29	2,45	99	<1*	<3*	<5*	Gipssteine, Tonsteine dolomitisch, Dolomitsteine
-133,89	18,74	Unterkeuper, teilw. mit Gipsstein, bzw. Sulfatknollen (ku)	1,9 (0,1 – 6,3)	7,2 (0,4 – 13,6)	2,53 (2,30 – 2,95)	2,73 (2,54 – 3,00)	24,7 (<1* – 98)	<1*	46,6 (<3* – 80)	21,8 (<2* – 90)	Tonsteine, Dolomitstein, Feinsandsteine, Gipsstein und stellenweise Sulfatknollen
-144,80	10,91	Primär nicht oder nur gering sulfatführendes Gebirge (mo)	6,5 (0,4 – 12,7)	13,2 (0,4 – 25,5)	2,41 (2,10 – 2,67)	2,78 (2,65 – 2,98)	<1*	<1*	-**	91,6 (86 – 96)	Dolomitstein, Tonsteine, bioklastischer Kalkstein

* entspricht dem Wert der halben Nachweisgrenze

** keine Daten vorhanden

*** Analysen ab der Teufe -62,5 m

Quartär inklusive anthropogene Auffüllungen (q, yA) 0 – 0,95 m
Den obersten Homogenbereich der B1a bilden anthropogene Auffüllungen mit einer Mächtigkeit von 0,95 m, die aus Lockergesteinen bis 0,10 m (Steine und Schluff mit Asphaltbrocken und Ziegelresten) und Hanglehm bis 0,95 m aufgebaut sind.

Primär nicht oder nur gering sulfatführendes Gebirge (kmSw) 0,95 – 6,00 m
Unter dem Quartär stehen Gesteine der Steigerwald-Formation an. Bis 6,0 m unter Bohransatzpunkt folgt den anthropogenen Auffüllungen eine stark aufgelockerte, oben stark verwitterte, nach unten angewitterte bis verwitterte Zone von Tonsteinen. Der Sulfatgehalt liegt unterhalb der Nachweisgrenze. Unklar ist, ob dieser Gebirgsabschnitt primär sulfatführend war. Im Vergleich zu tiefer liegenden, primär nicht oder nur gering sulfatführenden Gebirgsabschnitten des Mittel- und Unterkeupers (Grabfeld-/Erfurt-Formation) und des Oberen Muschelkalks (mo) zeigen die Trocken- und Reindichten (2,07 g/cm³ und 2,50 g/ cm³) dieses Homogenbereichs deutlichen Einfluss der oberflächennahen Gebirgsauflockerung und der Verwitterung.

GAR-Zone (kmSw) 6,00 – 6,70 m
In einer Zone zwischen 6,00 m und 6,70 m finden sich teilweise lockergesteinsartig zersetzte, stellenweise brekziöse, stark verwitterte Ton-/Schluffsteine und Dolomitgesteine. Es handelt sich um ehemals sulfatführende Schichten des Beaumont-Horizontes in der Steigerwald-Formation (kmSw), die durch oberflächennahe Grund- und Sickerwässer ausgelaugt wurden und als Gipsauslaugungsresiduen (GAR) bezeichnet werden. Charakteristisch für diese verkarstete Zone sind vereinzelte FeO(OH)-Beläge und der hohe Wassergehalt von 18,7 %.

Primär nicht oder nur gering sulfatführendes Gebirge (kmSt-kmGr) 6,70 – 49,35 m
Unter der GAR-Zone folgt bis zum Oberen Gipsspiegel (49,35 m Tiefe) eine rund 42 m mächtige Zone mit angewitterten, dolomitischen Tonsteinen sowie immer wieder auftretende Dolomitsteinbänke. Der Sulfatgehalt liegt unterhalb der Nachweisgrenze. Es treten in der Mittleren Grabfeldformation vereinzelt geringmächtige GAR Lagen auf, weshalb davon auszugehen ist, dass dieser Gebirgsabschnitt primär sulfatführend war. Im Vergleich zu den höher liegenden Homogenbereichen nehmen die Trocken- (2,40 g/cm³) und die Reindichte (2,61 g/cm³) zu und der Wassergehalt auf 8,4 % ab. Als Besonderheit tritt bei 19 m eine ca. 20 cm mächtige bituminöse, schwarze Tonsteinlage in den Grauen Estherienschichten (kmGES) auf.

Zone zwischen Oberem Gips- und Oberem Anhydritspiegel (kmGr) 49,35 – 56,00 m
Diese etwa 6,65 m mächtige Zone aus plattigen Tonsteinen (stellenweise dolomitisch) mit eingeschalteten knolligen, linsigen, faserigen und schichtigen Gipslagen beginnt mit dem ersten Auftreten von nachweisbarem Gips (Oberer Gipsspiegel: 49,35 m Tiefe) und endet mit dem ersten Auftreten von Anhydrit (Oberer Anhydritspiegel: 56,00 m Tiefe). Dieser gipsführende Homogenbereich liegt innerhalb der Mittleren Grabfeld-Formation (kmGm). Markant ist der Rückgang des Wassergehalts auf 2,4 %. Parallel dazu nimmt die Reindichte wegen des hohen Gips-Anteils (Reindichte von Gips: ~ 2,3 g/cm³) auf 2,36 g/cm³ ab. Die Ausbildung von geringmächtigen GAR-Zonen oberhalb des Oberen Gipsspiegels weist zumindest auf eine geringe Wasserführung hin.

Zone zwischen Oberem Anhydritspiegel und Anhydritkern (kmGR) 56,00 – 86,49 m
Dieser Homogenbereich beginnt unterhalb des Oberen Anhydritspiegels (56,00 m Tiefe) und besteht aus Gesteinen der Mittleren Grabfeldformation (kmGm) und den obersten vier Meter der Dunkelroten Mergel (kmDRM). Der Homogenbereich endet mit dem Beginn des Anhydritkerns in 86,49 m Tiefe. Lithologisch besteht diese etwa 30,5 m mächtige Zone aus einer plattigen, dünnbankigen Wechselfolge aus dolomitischen Tonsteinen sowie Anhydrit- und Gipssteinen. Im Vergleich zum vorherigen Homogenbereich nimmt der Gipsanteil von über 50 % auf unter 5 % ab. Dafür nimmt der Anhydritanteil von weniger als 1 % auf 24,6 % zu. Aufgrund der hohen Reindichte (bis zu 2,97 g/cm³) des Anhydrits erhöht sich die Reindichte der Gesteine im Mittel auf 2,68 g/cm³. Der Wassergehalt entspricht etwa der darüberliegenden Zone. Eine einzelne Probe erreicht allerdings einen Wassergehalt von über 6% (71,49 m). Anhand des Bohrbefundes (vgl. Bohrkernfotos Anl. 2) wie auch nach den durchgeführten Bohrlochscans (vgl. Anl. 4) erscheint das erbohrte Gebirge unterhalb des Oberen Anhydritspiegels insgesamt als relativ kompakt.

Anhydritkern (kmGr) 86,49 - 114,40 m
Dieser als Anhydritkern bezeichnete, ca. 28 m lange Gebirgsabschnitt wurde wegen dem dort oft nur in Spuren (Nachweisgrenze) auftretenden Gips ausgeschieden. Das im Gestein vorkommende Calciumsulfat liegt fast vollständig als Anhydrit vor. Die Bohrkernstrecke zwischen 86,49 m und 114,40 m ist aus dünnbankigen Anhydritsteinen sowie untergeordnet plattigen, dolomitischen Tonsteinen und Dolomitstein aufgebaut und reicht von den Dunkelroten Mergeln (kmDRM), über den Bochingen-Horizont (kmBH) bis zu dem Platten- bzw. Felsengips innerhalb der Grundgipsschichten (kmGI). Es wurden sehr hohe Reindichten (2,87 g/cm³) und geringe Wassergehalte (0,8%) bestimmt.

Zone zwischen Anhydritkern und Unterem Gipsspiegel (kmGr) 114,40 – 115,15 m
Dieser rund 0,75 m mächtige Homogenbereich befindet sich zwischen dem unteren Ende des Anhydritkerns als Unterer Anhydritspiegel (114,40 m Tiefe) und dem Unteren Gipsspiegel (115,15 m Tiefe). Er ist aus plattigen bis dünnbankigen Gipssteinen sowie dolomitischen Tonsteinen der Grundgipsschichten (kmGI) aufgebaut. Die Grenze des Unteren Gipsspiegels reicht in die Gesteine des Grenzdolomits (kuD). Es fehlen im unteren Bereich des Gipsspiegels typische Gipsauslaugungszonen (GAR) wie sie andernorts (z. B. Staufen) beobachtet wurden. Mit 0,1 % liegt in diesem Abschnitt der niedrigste Wassergehalt vor.

Erfurt-Formation (Unterkeuper) teilweise mit Sulfatknollen (ku) 115,15 – 133,89 m
Dieser etwa 19 m mächtige Homogenbereich befindet sich unter dem Unteren Gipsspiegel der Grabfeld-Formation (115,15 m Tiefe). Er wird aus Tonsteinen, Dolomitsteinen, Schluff- und Feinsandsteinen sowie lagenweisen Gipssteinen (z. B. Böhringen-Sulfat) sowie vereinzelten Sulfatknollen, welche im oberen Bereich der Erfurt-Formation (Unterkeuper) auftreten (115,50 m, 116,60 m, 117,51 m, 120,65 m), aufgebaut. Weitere Gipsvorkommen sind sekundär gebildete Fasergipse. Der Anhydritgehalt liegt unterhalb der Nachweisgrenze. Der ermittelte Wert der Reindichte ist im Vergleich zu den gipsführenden Homogenbereichen der Grabfeldformation (kmGr) deutlich größer. Der Wassergehalt liegt bei 1,9 %.

Primär nicht sulfatführendes Gebirge (mo) 133,89 – 144,80 m
Bis zur Endteufe von 144,80 m wurden Dolomitsteine, Kalksteine, Tonsteine des Oberen Muschelkalks (Trigonodusdolomit, moD; Künzelsau-Schichten, moK) erbohrt und als ein gemeinsamer Homogenbereich zusammengefasst. Im Vergleich zu den beiden hangenden Homogenbereichen mit primär nicht oder nur gering sulfatführendem Gebirge zeichnet sich dieser tiefliegende, nicht aufgelockerte Homogenbereich durch einen niedrigen Wassergehalt (3,7 %) sowie relativ hohe Reindichten (~ 2,78 g/cm³) aus. Der Calciumsulfatgehalt liegt unterhalb der Nachweisgrenze.

8.2 Dünnschliffe

An Kernmaterial aus dem Bochingen-Horizont (kmBH) sowie aus dem Plattengips der Grundgipsschichten (kmGIp) wurden im mineralogisch-petrographischen Labor des RPF/LGRB Dünnschliffe angefertigt (Abb. 8.1 bis Abb. 8.5). Sie wurden im Trockenverfahren hergestellt und unter gekreuzten Nicols fotografiert. Bei allen Dünnschliff-Bildern

misst die lange Seite in natura (Bildbreite) 2,3 mm. Die Bilder dokumentieren ausgehend von einem noch unverändert vorliegenden Anhydritgestein (Abb. 8.1) den noch andauernden Prozess der Fasergipsausscheidung im Lösungs-/Fällungsprozess der Umwandlung von Anhydrit zu Gips (Abb. 8.2 bis Abb. 8.5). Der Lösungs-/Fällungsprozess hält solange an, bis sämtliches, in das quellfähige Gebirge eingedrungene Wasser vollständig aufgezehrt ist.

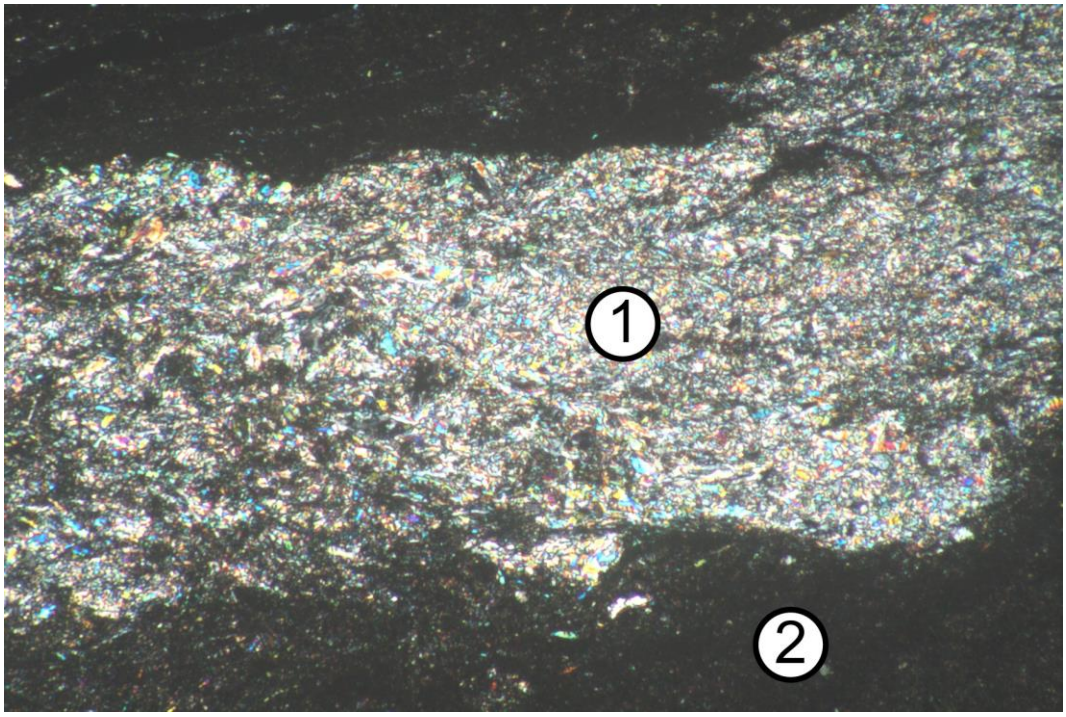


Abb. 8.1: Kernstück aus B1a bei 104,20 m (Plattengips Grundgipsschichten, kmGIp): Anhydritlage ① in Tonstein ②, (noch) keine Umwandlungserscheinung.

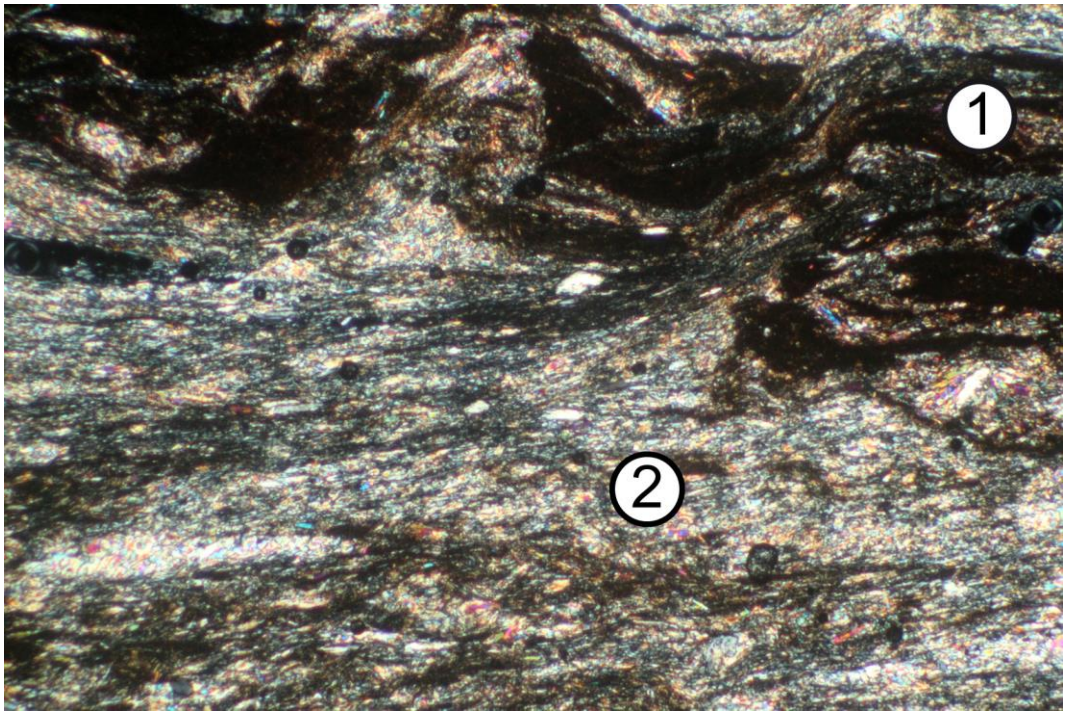


Abb. 8.2: Kernstück aus B1a bei 104,30 m (Plattengips Grundgipsschichten, kmGIp): Beginnende Rissbildung mit wenigen Hohlräumen (= schwarz) in gefälteter tonreicher Zwischenlage ①, noch sehr wenig Gips, viel Anhydrit ②

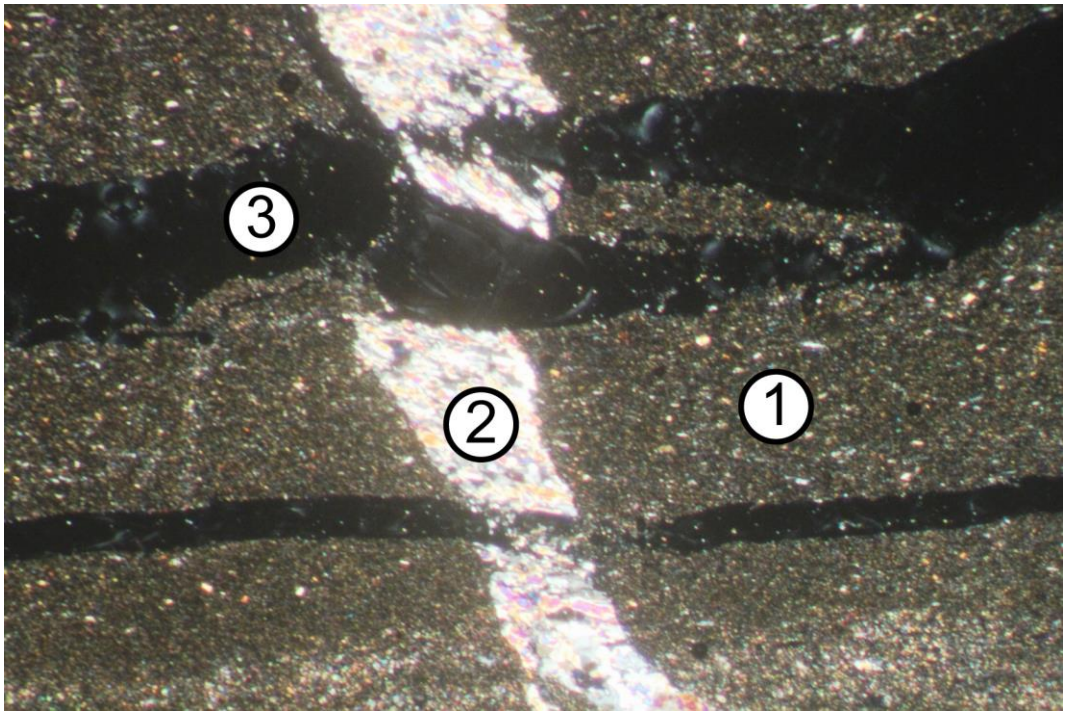


Abb. 8.3: Kernstück aus B1a bei 104,20 m (Plattengips Grundgipsschichten, kmGIp): Anhydrit-führender Tonstein ①, mit Anhydrit gefüllter (alter) Riss ②, von neuer, noch offener Kluft durchschlagen mit lateralem Versatz ③, noch keine Gipsneubildung

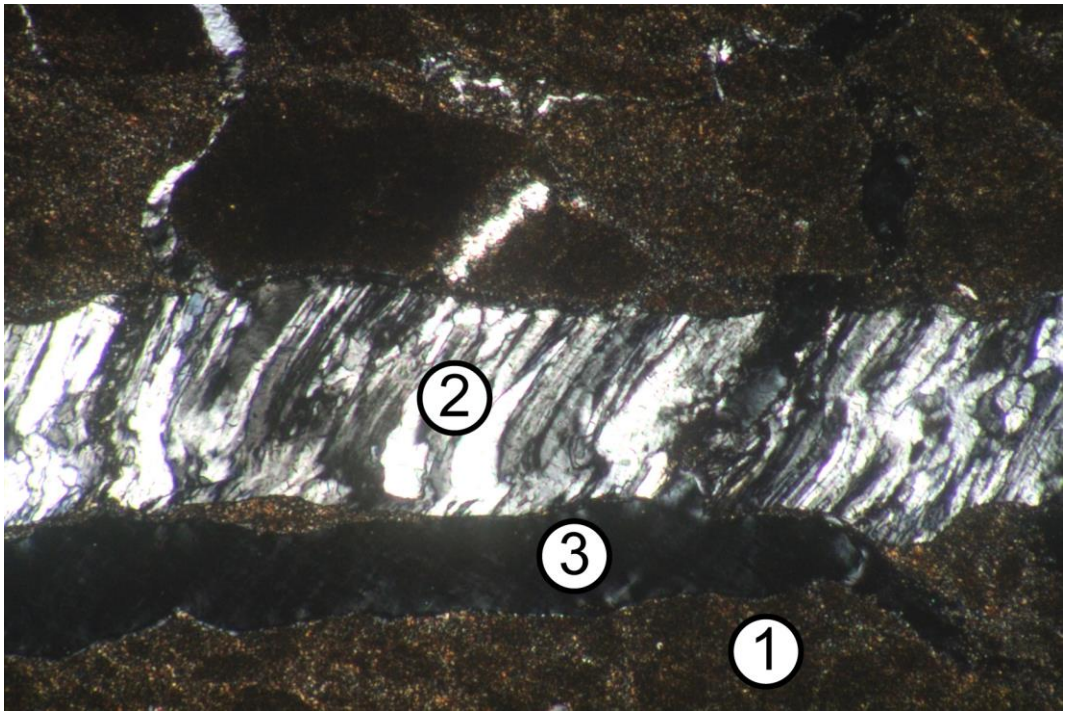


Abb. 8.4: Kernstück aus B1a bei 100,50 m (Bochingen-Horizont, kmBH): Anhydrit-führender Tonstein ① mit Fasergips-Kluft ②, letzterer z. T. sigmoidal durch Bewegung, jüngerer Riss quert ersten, Hohlraum unterhalb Fasergips-Kluft noch ungefüllt ③

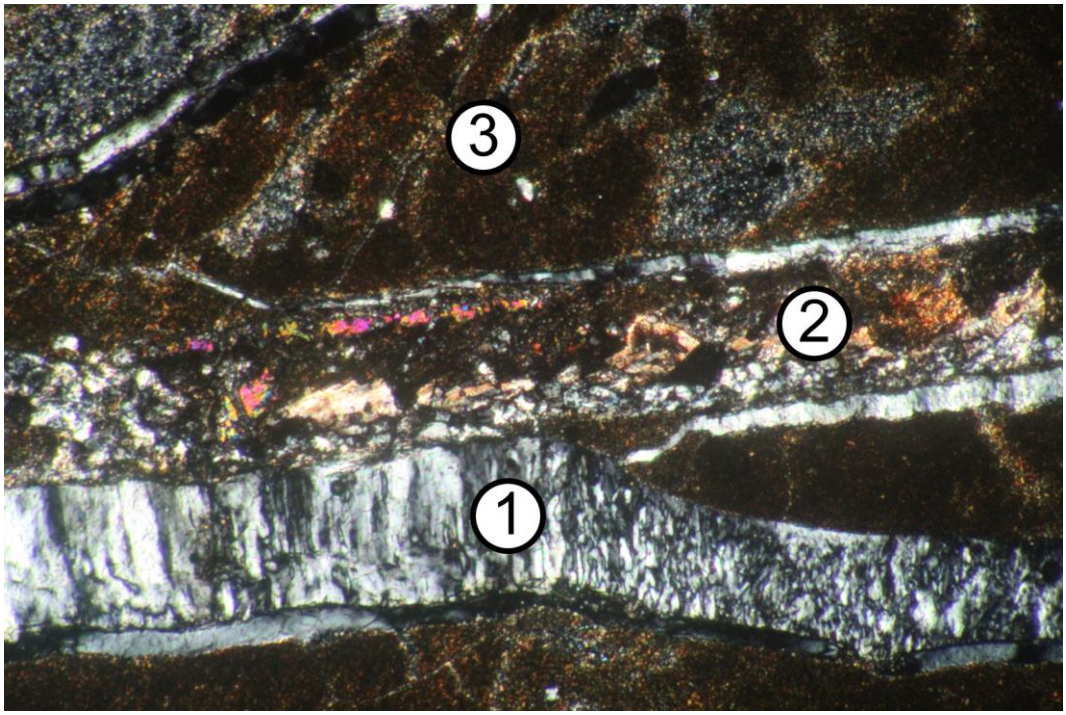


Abb. 8.5: Kernstück aus B1a bei 100,50 m (Bochingen-Horizont, kmBH): Mehrphasige Kluftfüllung aus Fasergips ① parallel und lateral einer Anhydritlage ② in Tonstein ③

9 Geologische und technische Angaben sowie Raumlagen (Inklination und Azimut) zu den Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2, Siemensstraße 11

Die beiden Erdwärmesondenbohrungen an der Siemensstraße 11 wurden laut Bohrdokumentation im Imlochhammer-Bohrverfahren mit einem Meißel-Durchmesser von Ø 152 mm abgeteuft. Die obersten ca. 4 m jedes Bohrloches wurden (vermutlich gerammt gebohrt) mit einer Hilfsverrohrung (Ø 178 mm) gesichert. Der technische Ablauf der Bohrungen wurde als "gut", die angetroffene Wasserführung als "viel" und die angetroffene Klüftigkeit als "wenig" charakterisiert.

Das jeweilige Bohrlochvolumen (abzüglich des Sondenausbaumaterials) wird in der Bohrdokumentation mit jeweils 1969,12 Liter angegeben. Die Ringraumhinterfüllung erfolgte mit einer Suspension aus sulfatbeständigem Zement (ohne Herstellerangabe) und Bentonit (unbenannten Anteils). Die verpresste Ist-Menge liegt nach Bohrdokumentation in EWS 1 bei 2402,32 Liter und in EWS 2 bei 2422,01 Liter.

Von den an der Siemensstraße 11 ausgeführten Erdwärmesondenbohrungen liegen keine Bohrproben (Cuttings) zur nachträglichen lithologischen Ansprache der erbohrten Schichtenabfolge mehr vor. Nach der zusammen mit der Bohrdokumentation der Bohrfirma vorgelegte Schichtbeschreibung von Herrn Dipl.-Geol. Eric Moegle setzt die beschriebene Erdwärmesondenbohrung (nicht näher bezeichnet ob es sich dabei um die EWS 1 oder EWS 2 handelte) im stratigraphischen Niveau der Steigerwald-Formation (Unteren Bunte Mergel) an und endet in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper). Die Bohransatzhöhe wird im Schichtenverzeichnis von Herrn Dipl.-Geol. Eric Moegle mit 477,00 m NN angegeben. Diese Ansatzhöhe liegt knapp 2 m tiefer als die an den EWS-Standorten tatsächlich eingemessen Ansatzhöhen (EWS 1: 479,13 m NN, EWS 2: 479,21 m NN).

Die wichtigsten Angaben des im Rahmen der Bohrdokumentation vorgelegten Schichtenverzeichnisses sind in der nachstehenden Tabelle 9.1 wie folgt zusammengestellt:

Tab. 9.1: Zusammenstellung der EWS-Bohrbeschreibung

Allgemeine Angaben	
Bohrlokalität:	BB-Siemensstraße 11
Erdwärmesonden:	2 · 130 m
Bohransatz:	477,00 m+NN*)
Erbohrte Geologie:	0 – 15 m Untere Bunte Mergel (km3u) – 130 m Gipskeuper (km1)

Gipsführung	**bohrtechnische Besonderheiten**
49-51 m: <2% Gips, 51-58 m: etwas Gips, 58-74 m: mit Gips/Anhydrit, 74-75 m: etwas Gips, 75-80 m: mit Gips, 80-84 m: etwas Gips, 84-97 m: etwas Gips, 97-102 m: etwas Gips, 102-106 m: etwas Gips, 106-121 m: etwas Gips, 121-125 m: etwas Gips, 125-126 m: etwas Gips/Anhydrit 126-130 m: <2% Gips	ohne Angaben

*) Die Ansatzhöhe differiert gegenüber der geodätischen Einmessung um knapp 2 m

Aus der Bohrdokumentation der Bohrfirma geht hervor, dass das Schichtenprofil ca. 2 Wochen nach Abschluss der Bohrungen vom betreuenden Geologen aufgenommen wurde. Es ist unklar, ob dieser zur Zeit der Bohrausführung auf der Baustelle anwesend war.

Zieht man die Erkundungsergebnisse aus der Erkundungsbohrung B1a als Referenzprofil heran, haben die Erdwärmesondenbohrungen EWS 1 und EWS 2 an der Siemensstraße die Schichtgrenze Grabfeld-/Erfurt-Formation durchteuft. Diese Schichtgrenze liegt in der Erkundungsbohrung B1a bei 361,4 m NN. Die im Zuge der Sondensanierung lotbare Befahrbarkeit der Sonden lag bei 128,8 m (EWS 1) bzw. 128,3 m (EWS 2), so dass von einer tatsächlichen Bohrtiefe von jeweils ca. 130 m unter Bohransatz (entspricht einer Endtiefe bei 349,1 m NN) ausgegangen werden darf.

9.1 Raumlagemessungen der Erdwärmesonden

Für eine Planung eines geordneten Rückbaues von Erdwärmesonden, wie z. B. durch eine Vertikalüberbohrung mit großem Bohrkaliber, Beräumung des Sondenausbaus und anschließender Bohrlochzementation, ist die Kenntnis der Raumlage ihrer Bohrspuren unabdingbare Voraussetzung. Denn bei größeren Bohrlochabweichungen aus der Vertikalen besteht die Gefahr, beim Überbohren das vorhandene Bohrloch der Erdwärmesonden zu verlieren. Inwieweit bei dem gewählten Bohrverfahren die Vertikalität der Bohrungen als gewährleistet gelten durfte, war zunächst unbekannt und erforderte daher eine entsprechende messtechnische Überprüfung.

Erdwärmesondenbohrungen, die im Imlochhammer-Bohrverfahren hergestellt werden, weichen tendenziell vom Bohransatzpunkt bis zum Bohrendpunkt mehr oder weniger stark ab. Die Sondenschläuche selbst weisen die übliche ausgeprägte Spiralität auf, welche aus den von der Haspel abgerollten und in das Bohrloch z.T. unter mechanischem Druck eingeführten EWS-Schläuchen resultiert (mit mehrfachen Anliegestellen an die Bohrlochwandung) bei einer "Wellenlänge" von größenordnungsmäßig 2 - 4 m. Dies entspricht den Erfahrungen anderer Messungen bei sonstigen EWS-Schadensfällen.

Für Messungen zur Raumlagebestimmung (Azimut, Inklination) von Erdwärmesonden bedarf es derzeit eines frei befahrbaren Mindest-Innendurchmessers der Sondenschläuche von > 15 mm.

Dabei wird, wie an der Siemensstraße praktiziert, ein EWS-Schlauch mit der Mini-Verlaufssonde befahren. In der Mini-Verlaufssonde (miniDEV) befinden sich ein 3-achs Accelerometer und ein 3-achs Magnetometer. Mit dem Accelerometer wird die Neigung zur Vertikalen ermittelt, mit dem Magnetometer die Richtung im Erdmagnetfeld. Die Richtung wird als Azimut angegeben, welcher der Abweichung gegen magnetisch Nord entspricht. Die Präzision der Sonsoren beträgt ± 1° für die Neigung und ± 2° für den Azimut (Beschreibung der Fa. terratec).

Nach den von der Fa. terratec durchgeführten Messungen mit der Mini-Verlaufssonde (miniDEV-Sonde, Ø 18 mm, L_{ges} = 750 mm, davon max. Segmentlänge 200 mm mit zwei flexiblen Zwischenstücken) waren die EWS 1 in allen vier Sondenschläuchen nur bis ca. 33,5 m unter Bohransatz mit bis zu 1,4 m Abweichung westlich aus der Lotrechten und die EWS 2 in allen vier Sondenschläuchen nur bis ca. 34,0 m unter Bohransatz mit bis zu 1,2 m Abweichung südwestlich aus der Lotrechten befahrbar. Zwar war aufgrund der Sondenabmessung kein tieferes Vordringen und demnach keine Abweichungsbestimmung bis zum jeweiligen Sondentiefsten möglich. Aber schon die bis

33,5 m bzw. 34,0 m Tiefe gemessenen Abweichungen sind so groß, dass ein gesichertes Überbohren der Erdwärmesonden als nicht aussichtsreich gelten musste.

In Abb. 9.1 sind die Ergebnisse der ausgeführten Raumlagemessungen (EWS 1 und EWS 2) in Projektion auf die Geländeoberfläche dargestellt.

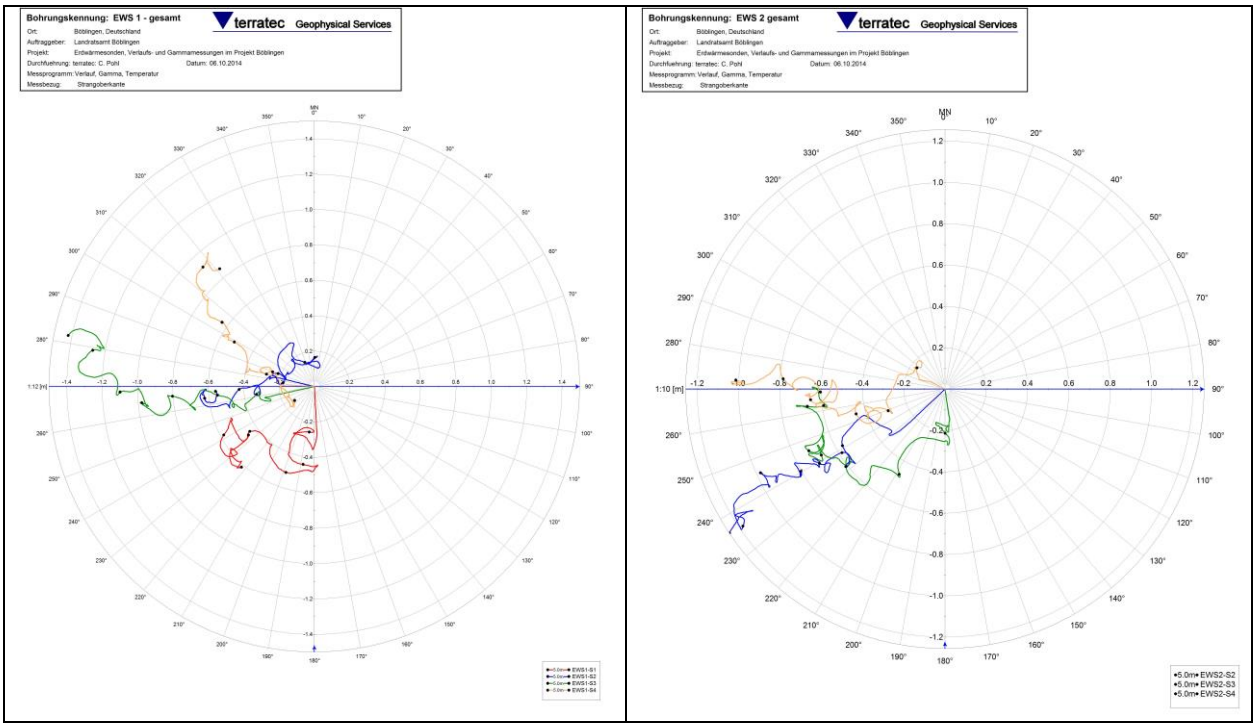


Abb. 9.1: Ergebnisse der ausgeführten Raumlagemessungen (EWS 1 und EWS 2)

9.2 Ruhetemperaturprofile in den Erdwärmesonden

Temperaturmessungen haben sich zur Bewertung von Qualität und thermischen Eigenschaften der Ringraumhinterfüllung, des Untergrundes und der Auslegung von Erdwärmesonden bewährt (ROHNER 2009, BAUMANN et al. 2008, SAUER und GRUNDMANN 2009, WALKER-HERTKORN et al. 2009). Sie werden daher i.d.R. für die nachträgliche Überprüfung der Qualität von Erdwärmesonden eingesetzt.

9.2.1 Vorbemerkungen zu Temperaturmessungen in Erdwärmesonden

Die Temperaturmessungen in den Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 an der Siemensstraße in Böblingen haben folgende Zielsetzungen:

- Messung der vertikalen Temperaturverteilung
- Nachweis von Temperaturanomalien, die auf mögliche Undichtigkeiten in Ringraumverfüllungen hinweisen
- Nachweis positiver Temperaturanomalien als Folge exothermer Umwandlung von Anhydrit in Gips
- Nachweis von Hydratationswärme zur Lokalisierung von nachträglich eingebrachtem Injektionszement im Zuge von Sanierungsarbeiten

Der vertikale Temperaturverlauf in einer Erdwärmesonde wird am jeweiligen Standort u. a. durch natürliche Untergrundparameter bestimmt. Zu den natürlichen Einflüssen zählen die Oberflächentemperatur, die Wärmeleitfähigkeit der von der EWS-Bohrung durchteuften Gesteine, die Grundwasserführung sowie der geothermische Gradient.

Bei den Temperaturprofilmessungen kamen sowohl eine mobile, kabelgebundene Temperaturmesssonde als auch Messungen über stationär eingebaute Glasfaserkabel (s. u.) zum Einsatz.

Mit der kabelgebundenen Sonde wird die Temperatur in den Erdwärmesondenrohren ortsgenau mit einer vertikalen Auflösung von 1 cm mittels Platinsensoren gemessen. Die kabelgebundenen Temperaturmessungen wurden durch das Büro Voutta, Herrenberg, durchgeführt.

Bereits bei den ersten Messungen in den EWS an der Siemensstraße wie auch bei anderen EWS-Schadensfällen in Baden-Württemberg waren die Sondenrohre mit der kabelgebundenen Temperatursonde wegen Querschnittsverengungen z. T. nicht mehr alle bis zur Endtiefe befahrbar. Da diese Querschnittsverengungen im Laufe der Zeit erfahrungsgemäß eher zunehmen, wurde entschieden, in jeweils einen der vier Schlauchschenkel von EWS 1 und EWS 2 ein stationäres Glasfaserkabel einzubauen, welches erlaubt, die langfristigen Temperaturentwicklungen im Ringraum der EWS faseroptisch überwachen zu können. Der Einbau der Glasfaserkabel (EWS 1: Rohr 3, EWS 2: Rohr 2) erfolgte am 21.10.2014 durch die Fa. GTC, Karlsruhe. Es handelt sich um ein Hybridkabel, welches zusätzlich zu den optischen Fasern auch Kupferleiter ent-

halten, die es ermöglichen, gegebenenfalls sogenannten Kurz-Enhanced-Geothermal-Response-Test (EGRT) auszuführen.

Das Messprinzip der faseroptischen Temperaturmessung basiert auf der Rückstreuung eines in die Glasfaser eingekoppelten, kurzen Laserpulses (< 10 ns). Die Temperaturbestimmung erfolgt mittels Ramanspektroskopie am zurückgestreuten Licht.
Die räumliche Zuordnung des Messwertes erfolgt anhand einer sehr genauen Zeitmessung, unter Berücksichtigung der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes in der Glasfaser. In einer nur wenige Minuten dauernden Messung erhält man das Temperaturprofil entlang der gesamten Glasfaserleitung. Die Methode erlaubt die Messung mit einer Ortsauflösung von ca. 0,5 m bei einer Absolutgenauigkeit der Messung bis zu ± 0,1 K (http://www.gtc-info.de/_downloads/Faseroptik.pdf (Zugriff: Dez. 2011)).

Die faseroptischen Temperaturmessungen wurden durch das Büro GTC durchgeführt.

Die kabelgebundenen Messungen haben eine höhere Sensorgenauigkeit, die faseroptischen Messungen eine bessere vertikale Auflösung. Das stationär eingebaute Glasfaserkabel ist über die gesamte Länge an die lokale, tiefenabhängige Umgebungstemperatur angepasst. Bei der kabelgebundenen Messung erfolgt dagegen die Messung mit einer Sonde, die eine gewisse Zeit zur thermischen Anpassung an die Umgebungstemperatur benötigt. In der Regel ist dies - trotz der angewandten niedrigen Fahrgeschwindigkeit der Messsonde - nicht vollständig gewährleistet.

Die Dokumentation der im Zuge der Nachverpressung der EWS-Ringräume eintretenden Abbindewärme (vgl. Kap. 10) erfolgte über die stationär in je einem Schlauchschenkel von EWS 1 und EWS 2 eingebauten Glasfaserkabel. Die Temperaturprofile konnten so in online-Betrieb abgefragt und in Diagrammform aufgetragen werden.

9.2.2 Temperaturprofilmessungen in den Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2

Im Vorfeld der kabelgebundenen Temperaturmessungen wurden die Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 eine Woche vor den Messungen außer Betrieb genommen. Die ersten Temperaturmessungen erfolgten am 03.01.2014 in EWS 1 und am 02.01.2014 in EWS 2 durch das Büro Voutta (Abb. 9.2, Anl. 6).

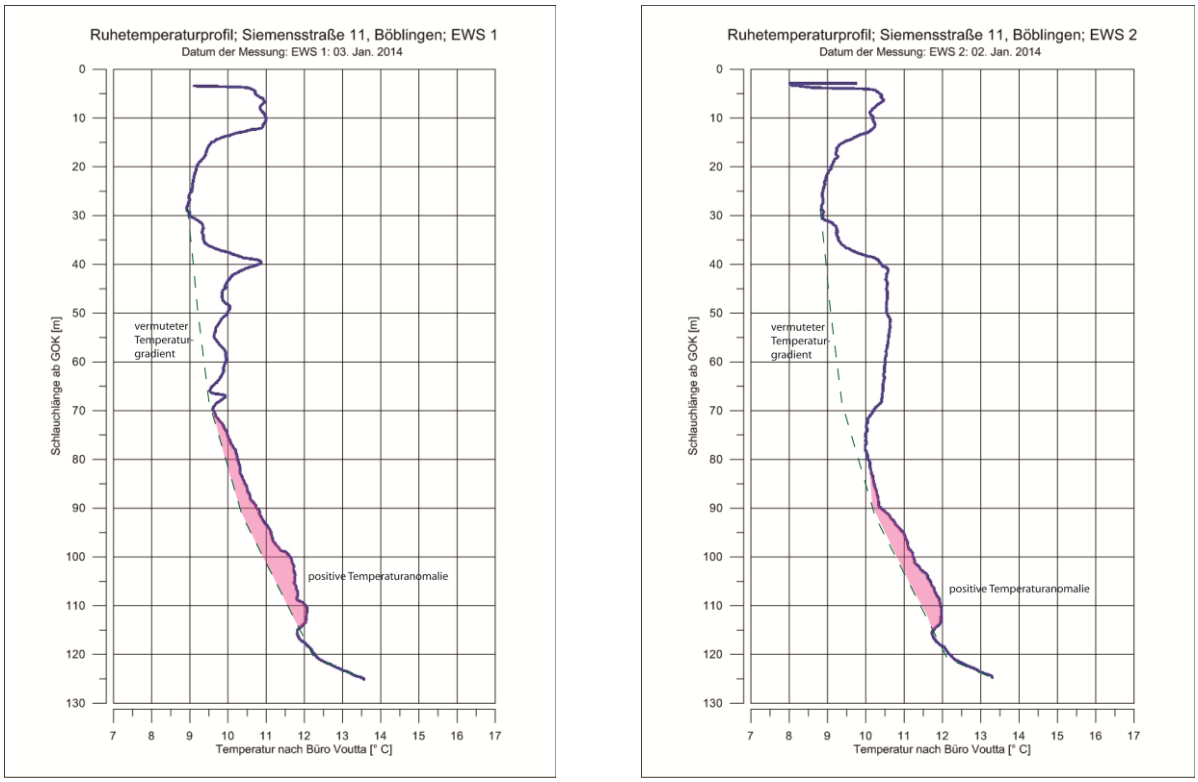


Abb. 9.2: Temperaturprofile der kabelgebundenen Temperaturmessungen in EWS 1 vom 03.01.2014 und in EWS 2 vom 02.01.2014 durch Fa. Voutta, Herrenberg

Dabei ist anzumerken, dass Effekte der Vornutzung (starker Wärmeentzug) zum Zeitpunkt der Messungen in den Erdwärmesonden noch nicht aufgehoben waren.

Die Temperaturprofile lassen einen bis in ca. 15 m Tiefe unter Gelände reichenden jahreszeitlichen Schwankungsbereich erkennen. Bei 40 m unter Gelände zeichnet sich ein starker lateraler Grundwasserfluss ab, der in einer "Kälteabfuhr" der vorangegangenen Nutzung zum Ausdruck kommt (Grundwasserbewegung im Niveau des Gipskarstes).

In beiden Temperaturprofilen ist ein deutlicher vertikaler Durchfluss feststellbar, welcher einen negativen Temperaturgradient durch den Wärmeverlust des absteigenden Grundwassers in Folge des Kontakts mit dem ausgekühlten Gebirge hervorruft. Der negative Temperaturgradient lässt sich in EWS 1 bis mindestens 70 m und in EWS 2 bis mindestens 75 m unter Gelände nachvollziehen.

Ab etwa 70 m in EWS 1 bzw. etwa 90 m in EWS 2 deutet sich in den Temperaturprofilen eine positive Temperaturanomalie an, die als Auswirkung einer exotherme Reaktion interpretiert wird und sich in beiden Profilen bis ca. 115 m unter Geländeoberfläche erstreckt.

Der sich (unter Berücksichtigung der noch vorhandenen Betriebskälte) maximal abzeichnende positive Anomaliebereich erstreckt sich in EWS 1 zwischen 98 m bis 115 m und in EWS 2 zwischen 95 m und 115 m unter Geländeoberfläche. Diese Temperaturanomalie lässt sich durch eine exotherme Reaktion bei der Umwandlung von Anhydrit in Gips ($\Delta_r H° = \Delta_f H°_{(Gips)} - \Delta_f H°_{(Anhydrit)} - \Delta_f H°_{(Wasser)}$) erklären, bei der eine Energie von $\Delta_r H° = -16.86$ kJ/mol freigesetzt wird. Der anschließend gemessene steile Gradient ist die Folge der betrieblichen Vornutzung.

In der unten stehenden Abbildung Abb. 9.3 sind die Ruhetemperaturprofile der faseroptischen Temperaturmessungen in den beiden EWS 1 und EWS 2 an der Siemensstraße vor Beginn der Sanierungsmaßnahmen (d. h. mit größerem zeitlichem Abstand zur betrieblichen Nutzung) dargestellt. Es zeigen sich in beiden Messungen (kabelgebunden bzw. faseroptisch) im Grundsatz ähnliche Temperaturprofile, wenngleich Detailunterschiede wie in Kap. 9.2.1 beschrieben z. T. aus äußeren Einflüssen resultieren dürften.

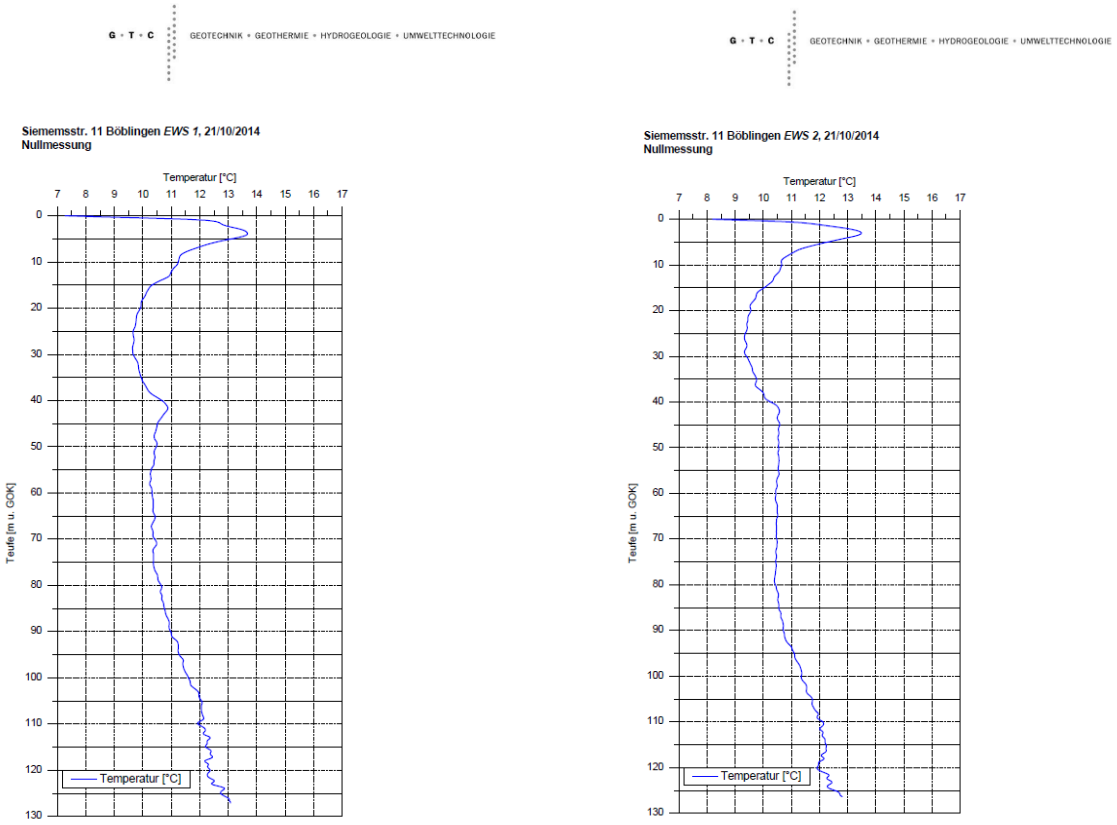


Abb. 9.3: Ruhetemperaturprofile der faseroptischen Temperaturmessungen in EWS 1 und EWS 2 vom 21.10.2014 durch Fa. GTC Karlsruhe

9.3 Bohrlochgeophysikalische Messungen in den Erdwärmesonden

Natürliche Gammastrahlung

Es wurde versucht, durch Messung der natürlichen Gamma-Strahlung nachträgliche Information über die erbohrte Gesteinsabfolge der Erdwärmesondenbohrungen zu gewinnen.

Die Messung von gesteinsphysikalischen Parametern bzw. Untergrundeigenschaften mit herkömmlichen Sonden, wie sie üblicherweise für bohrlochgeophysikalische Messungen z. B. in der Erdölgeologie oder bei der Grundwassererschließung in Brunnen und Grundwassermessstellen eingesetzt werden, ist in Erdwärmesondenschläuchen nur eingeschränkt möglich. Gründe hierfür sind die geringen Querschnitte der Erdwärmesondenschläuche (im vorliegenden Fall Innendurchmesser Ø 26,2 mm), baubedingte Bohrlochabweichungen, spiralförmig verdreht in die Bohrungen eingebaute Erdwärme-

sondenschläuche sowie u.U. durch die Quellungsverformungen deformierte Schlauchquerschnitte.

Am 06.10.2014 hat die Fa. terratec mit deren entwickelten Miniatur-Gamma-Temperatur Sonde (miniGamT) geophysikalische Bohrlochmessungen in den Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 vorgenommen, die es erlaubte, auch bei einem Messsondendurchmesser von Ø 18 mm Messungen der natürlichen Gammastrahlung in den Erdwärmesondenschläuchen durchzuführen (Anl. 7).

Mit der Mini-Gamma-Temperatursonde werden während einer Messfahrt die beiden Parameter Temperatur der Wassersäule und natürliche Gammastrahlung der Gesteine aufgezeichnet. Das Temperaturprofil wird mit Hilfe eines an der Sondenspitze angebrachten Messfühlers erfasst und kann Auskunft über die im Untergrund vorherrschenden Temperaturen geben sowie gegebenenfalls Undichtigkeiten in der Hinterfüllung aufzeigen. Ein NaJ-Szintillationskristall misst die natürliche Gammastrahlung in CPS, welche bei radioaktivem Zerfall emittiert wird. Die gemessene Gammaintensität kann durch vorhandene Stahlverrohrung und durch Wasser vermindert werden, was in den Messdiagrammen nicht berücksichtigt wird. Um eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Messungen mit unterschiedlichen Messsonden sicher zu stellen, sind die Zählraten auf API-Standard kalibriert, d. h. sie entsprechen den Zählraten gemessen in der Typ-Bohrung des American Petroleum Institute (Beschreibung terratec).

Wie schon bei den Raumlagemessungen konnten die Sondenschläuche auch mit der Miniatur-Gamma-Temperatur-Sonde nur im oberen Viertel befahren werden (EWS 1, Rohr 3 = 33,6 m, EWS 2, Rohr 4 = 33,95 m).

In Abb. 9.5 sind die Ergebnisse der mit der miniGamT-Sonde ermittelten gamma-Logs in den beiden Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 dargestellt und werden mit den Bohrergebnissen und gamma-Logs in den Bohrungen B1a und B1 korreliert. Dabei zeigt sich, dass zwischen der in Bohrung B1a und der in Bohrung B1 aufgenommenen stratigraphischen Grenzen ein kleinerer Versatzbetrag von ca. 2-3 m besteht, welcher entweder durch eine kleinere Störung unbekannter Orientierung oder aber auch durch eine lokale Schichtverbiegung verursacht sein kann. Daneben wurde versucht, die in den beiden EWS 1 und 2 gemessenen gamma-Logs mit den in B1a und B1 gemessenen und geologisch zugeordneten gamma-Logs zu korrelieren. Da die gemessenen gamma-Logs in den EWS 1 und 2 aufgrund der unzureichenden Befahrbarkeit der Sondenschläuche nur kurz sind, ist die in Abb. 9.4 dargestellte Korrelation mit einer Unschärfe behaftet und zeigt ein Interpretationsergebnis mit den geringsten Widersprüchen.

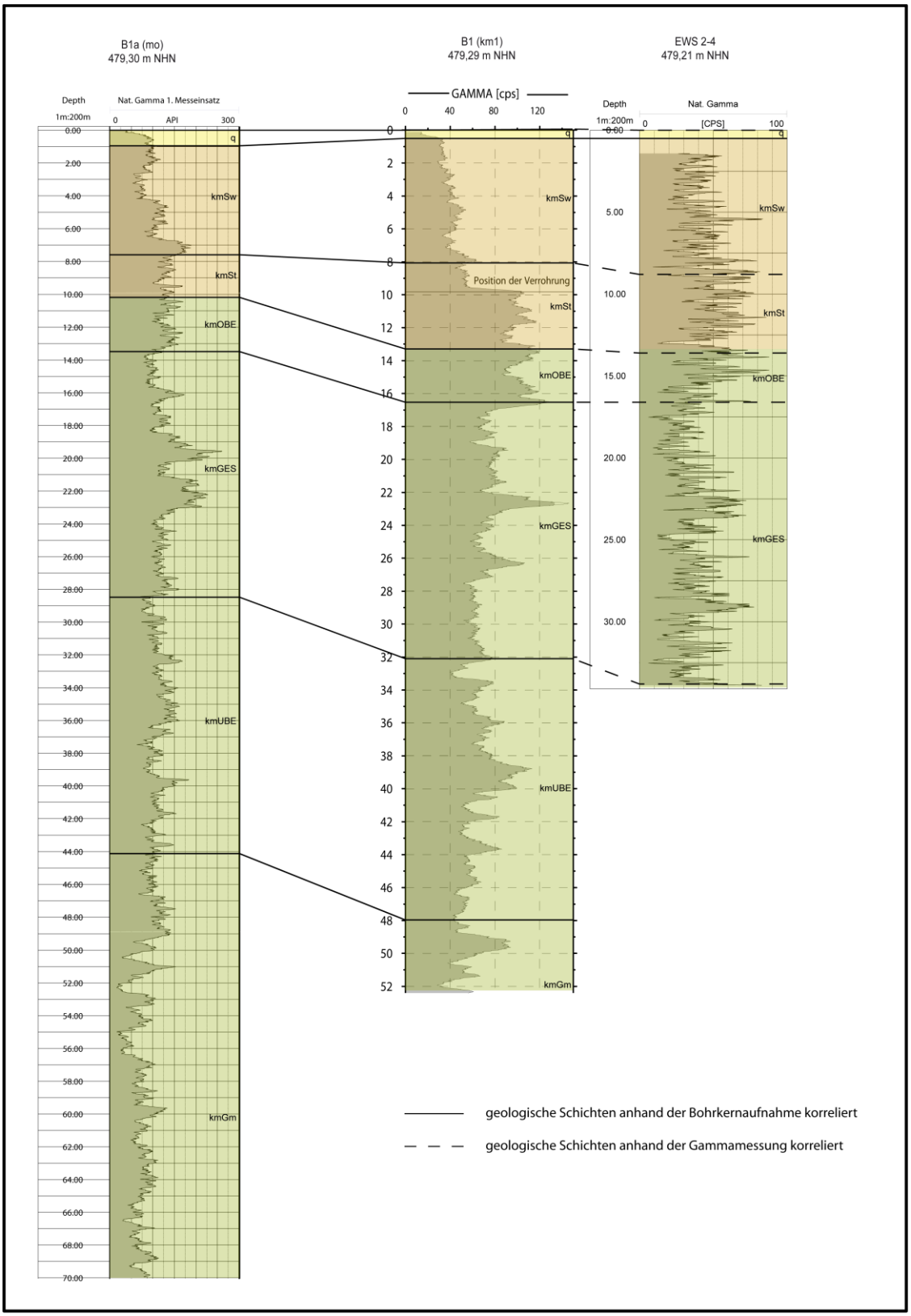


Abb. 9.4: Korrelation der in B1a und B1 gewonnenen Bohrergebnisse mit den Gammamessungen in B1a, B1, EWS 1 und EWS2

Weitere geophysikalische Bohrlochmessungen (gamma-gamma, Kurz-TRT)

Gamma-gamma-Dichte-"Anomalie"messung

Im Rahmen der Integritätsuntersuchung bereits eingebauter Ringraumhinterfüllungen werden von der Fa. Voutta, Herrenberg, gamma-gamma-Dichtemessungen in den Erdwärmesondenschläuchen vorgenommen. Die dabei zum Einsatz kommende gamma-gamma-Dichte-"Anomalie-Messonde" hat einen Außendurchmesser von Ø 16 mm und eine Länge von < 200 mm. Die radiale Eindringtiefe (Messradius) beträgt 75-120 mm, die vertikale Auflösung 10 cm (alle Angaben aus: www.avoutta.de – Zugriff: 20.12.2015). Das Verfahren wird wie folgt beschrieben:

Bei der gamma-gamma-Dichte-Anomaliemessung handelt es sich um ein 1947 eingeführtes kerngeophysikalisches Rückstreuverfahren: Von einer gamma-Strahlenquelle abgestrahlte gamma-Photonen dringen in eine Materie, erfahren dort Wechselwirkungen mit dieser und werden dabei teilweise zurückgestreut. Die rückgestreuten gamma-Photonen werden an einem Detektor gezählt.

Bei den hier zum Einsatz kommenden gamma-gamma-Dichte-Anomaliemessungen geht es nicht darum, die absolute Dichte in einer bestimmten Materie zu bestimmen. Vielmehr steht im Vordergrund, die Homogenität eines Baustoffes – der Ringraumzementation – nach dessen Einbau im Untergrund zu überprüfen. Ein Dichtehomogenitätsprofil wird über die Befahrung der in jeder Erdwärmesonde zur Verfügung stehenden PE-U-Rohre mit einer verkleinerten gamma-gamma-Dichte-Anomaliemesssonde erstellt. Über die am Detektor registrierte Rückstreuung der von der Quelle ausgesandten gamma-Photonen werden Dichteanomalien im Baustoff des Ringraums aufgespürt.

Eine detaillierte Darstellung zum Messverfahren ist in der Studie zu gamma-gamma-Dichte-Anomaliemessungen im Ringraum von Erdwärmesonden im Technikums-Maßstab enthalten, die im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg bzw. der LUBW im April 2013 erstellt wurde. Diese kann auf der Seite www.avoutta.de eingesehen werden.

Die dem LGRB bislang vorliegenden Erfahrungen mit gamma-gamma-Dichte-"Anomalie"messungen zeigen, dass die damit erzielbaren Profilmessungen zu teils sehr widersprüchlichen Ergebnissen geführt haben. Im Extremfall wurden Ringraumabschnitte als "dicht bzw. homogen hinterfüllt" interpretiert, die sich im Laufe von durchgeführten nachträglichen Ringraumabdichtungen als tatsächlich "undicht bzw. inhomogen hinterfüllt oder auch leer" erwiesen haben. Wie von LUX et.al (2012) beschrieben, könnte die Ursache darin liegen, dass das Messprinzip eine sehr große Empfindlichkeit auf jegliche Änderungen der Umgebungs- und Messgeometrie aufweist. "…..Je nach Lage der U-Sonde im Bohrlochquerschnitt und des Abstandes der Sonde zum Gebirge sowie abhängig von der Ausbruchsneigung der Bohrlochwandung ergeben sich die unterschiedlichsten und grundsätzlich nicht a priori deutbaren Anomalien im Messkurvenverlauf". Da die von der Haspel aus abgerollten und in das Bohrloch eingedrückten PE-Schläuche auf Grund der bleibenden Verformungen des sehr zähen PE-Ausbaumaterials vielfach an der Bohrlochwandung anliegen ist das oben beschriebene Mess-

prinzip umfangreichen, nicht vorhersehbaren und damit nicht filterbaren Störungen und Einflüssen unterworfen, die eine eindeutige Detektion von kompetenten, inkompetenten oder nicht vorhandenen Ringraumhinterfüllungen unmöglich machen. Aus diesem Grund werden vom LGRB im vorliegenden Sachstandsbericht keine Interpretationen vorliegender gamma-gamma-Dichte-"Anomalie"messungen vorgenommen.

Kurz-TRT-Tests

Bei einem Kurz-TRT-Test wird mittels kurzzeitigem Energieeintrag über die Erdwärmesondenschläuche zuerst die Ringraumhinterfüllung der Erdwärmesonde und in der Folge die Bohrlochwandung sowie deren nächste Umgebung aufgeheizt. Nach Abschalten der Wärmezufuhr werden in bestimmten Zeitintervallen Temperaturprofilmessungen vorgenommen, bis das ursprüngliche und zuvor gemessene Ruhetemperaturprofil wieder nahezu erreicht wird. Hieraus sollen bei der Untersuchung von EWS-Schadensfällen Rückschlüsse über die Existenz einer Ringraumabdichtung sowie über etwaige Fließbewegungen in der unmittelbaren Umgebung der Erdwärmesondenschläuche (Wärmeabtransport) gewonnen werden.

Allerdings führt dieses Verfahren, insbesondere bei mangelhafter oder nicht vorhandener Ringraumabdichtung, zu mehrdeutigen Messergebnissen. Ein Grund hierfür ist, dass die Temperaturübertragung unmittelbar von der Spiralität des zur Messung bzw. zur Aufheizung verwendeten Sondenschlauches und dessen Anliegen an der Bohrlochwandung beeinflusst wird.

Hier sind unzählige und nicht unterscheidbare Varianten einer Temperaturübertragung durch etwaige Ringraumhinterfüllreste in Zwickellagen, Wasser oder Lufteinschlüsse mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit etc. denkbar. Derartige Beeinflussungen der Messergebnisse lassen sich nicht eindeutig zuordnen und abtrennen.

Auch relativ geringe Wasserfließbewegungen (die jedoch für die Auslösung von weiträumigen Hebungen ausreichen) können mit diesem Verfahren nicht detektiert werden, da die Temperaturabfuhr durch das fließende Wasser zu gering ist, um im Messzeitraum signifikant erkennbar zu sein (wohingegen der Kurz-TRT für die Erkennung von großen Wasserfließmengen im Ringraumbereich wie etwa beim Schadensfall Schorndorf gut geeignet ist).

Aus diesem Grund werden vom LGRB im vorliegenden Sachstandsbericht keine Detailinterpretationen vorliegender Kurz-TRT-Tests vorgenommen. Gleichwohl lassen sich aus den Kurz-TRT-Tests die im Ruhetemperaturprofil (Abb. 9.3) beschriebenen Hinweise auf lateralen Grundwasserfluss gut verifizieren.

10 Prüfung und Einleitung schadensbegrenzender Maßnahmen

10.1 Ausgangslage

Die geologische Erkundung im Bereich des Hebungsgebiets "Nord" in Böblingen, die sich auf die Ergebnisse der Erkundungsbohrung B1a sowie den begleitenden Bohrungen B1 und B1b wie auch auf die erfolgten bohrlochgeophysikalischen und mineralogischen Begleituntersuchungen stützt, erbrachte einen belastbaren Datensatz hinsichtlich

- des geologischen Baus (Schichtenabfolge, Lage der Gipsauslaugungszone, der Gips- und Anhydritspiegel),
- der hydrogeologischen Stockwerksgliederung,
- der Grundwasserbeschaffenheit,
- der vorhandenen Druckpotenziale sowie
- umfangreiche mineralogische-petrographische Untersuchungsergebnisse an Kernmaterial.

Die in Kap. 2 dargelegte Arbeitshypothese, wonach das "Gipskeuperquellen" als ursächlich für die im Hebungsgebiet "Nord" in Böblingen auftretenden Geländeverformungen und Baugrundschäden gelten muss, wurde durch die Erkundungsmaßnahme wie folgt verifiziert:

Die bis in den Oberen Muschelkalk reichende Erkundungsbohrung B1a wie auch die begleitenden Bohrungen B1 und B1b haben die für die Erdwärmesondenanlage an der Siemensstraße 11 typische Schichtenabfolge erbohrt. Der Nachweis von quellfähigen Gesteinen im Untergrund ist durch das Bohrergebnis der B1a erbracht. Nach Bohrbefund in B1a erstreckt sich der quellfähige Gebirgsabschnitt in der Grabfeld-Formation zwischen 56 m (Oberer Anhydritspiegel) bis 114,4 m (unterer Anhydritspiegel) unter Gelände.

Die beiden Erdwärmesondenbohrungen EWS 1 und EWS 2 an der Siemensstraße durchörtern den quellfähigen Gebirgsabschnitt. Durch die Temperaturprofile wird absteigendes Grundwasser belegt. Die nicht sachgerecht abgedichteten Ringräume der beiden Erdwärmesondenbohrungen stellen Fließpfade für absteigendes Grundwasser dar, welches dem quellfähigen Gebirgsabschnitt zutritt und dort die Prozesse auslöst, die zu den an der Geländeoberfläche messbaren Hebungen führt.

Der die Quellhebung verursachende Reaktionsbereich befindet sich nach Ruhetemperaturprofil in EWS 1 zwischen 70 m bis 115 m mit dominanter Temperaturanomalie von 98 m bis 115 m und in EWS 2 zwischen 90 m bis 115 mit dominanter Temperaturanomalie von 95 m bis 115 m unter Gelände (Abb. 9. 3 und Abb. 9.4).

In B1a, B1 und B1b wurden drei Grundwasserstockwerke nachgewiesen. Das oberste Grundwasserstockwerk ist in der Stuttgart-Formation entwickelt und weist ein Ruhepotenzial bei 7 m - 9 m unter Gelände auf. Die vorliegenden Grundwasserstandsmessungen wiederspiegeln freie Grundwasserverhältnisse im Kluftsystem der Stuttgart-Formation. Das nächsttiefere Grundwasserstockwerk besteht innerhalb der Grabfeld-Formation. Dessen Grundwasserpotenzial stellt sich bei 32 m unter Gelände ein. Die beiden oberen Grundwasserstockwerke werden vom Grundwasserstockwerk des verkarsteten Oberen Muschelkalks unterlagert, dessen Kluft- und Karstgrundwasser unter den nur sehr gering durchlässigen überlagernden Schichten der Erfurt-Formation gespannt ist. Der Druckspiegel im Oberen Muschelkalk stellt sich bei 85 m unter Gelände im Bereich der Dunkelroten Mergel der Grabfeld-Formation ein.

Wie die Bohrerkundung belegt, ist die Erfurt-Formation hydraulisch als nahezu dichter Gebirgsabschnitt einzustufen. Dies wird untermauert durch fehlende Grundwasserzuflüsse aus einer oder mehrerer der zahlreichen Dolomitbänke in der Dolomiregion der Erfurt-Formation, insbesondere auch durch die noch vorhandene Gipsführung im Niveau des Grenzdolomits wie auch durch das unausgelaugt vorhandene Böhringen-Sulfat im Niveau der Grünen Mergel in der Erfurt-Formation.

Der Rekonstruktion der Schichtenfolge über den Gamma-Log-Vergleich (Abb. 9.4) sowie den Bohrergebnissen von B1a und B1 zu Folge enden die Erdwärmesondenbohrungen EWS 1 und EWS 2 an der Siemensstraße noch innerhalb der Erfurt-Formation, so dass ein etwaiger Aufstieg von gespanntem Grundwasser aus dem Oberen Muschelkalk in den quellfähigen Gebirgsabschnitt der Grabfeld-Formation damit äußerst

unwahrscheinlich ist. Demzufolge ist ein entlang undichter Ringraumabschnitte erfolgender, absteigender Grundwasserfluss in den in Quellung befindlichen Gebirgsabschnitt festzustellen.

Für die Planung von Sanierungsmaßnahmen muss der Verlauf der Erdwärmesonden im Untergrund bekannt sein. Mittels der miniaturisierten Messsonde (miniDEV-Sonde) wurde festgestellt, dass die Erdwärmesondenbohrungen zwar nur bis 33,5 m bzw. 34 m unter Gelände messbar waren, sich bis in diese Tiefen aber bereits Abweichungen zwischen 1,2 m bzw. 1,4 m aus der Lotrechten ergeben haben, die auf Bohrlochabweichungen hindeuten (s. o.). Somit musste ein Überbohren der Erdwärmesonden mit anschließendem Verpressen als Sanierungsvariante ausgeschlossen werden und es wurde deutlich, dass nur die Erdwärmesondenschläuche selbst einen zuverlässigen Zugang zu undichten EWS-Ringräumen darstellen. Dies gilt allerdings nur solange die Sondenschläuche durch den Quellvorgang noch nicht zu stark deformiert und zur Tiefen hin befahrbar sind.

Nachdem der Zutritt von Wasser die Ursache des Gipskeuperquellens darstellt, müssen erkannte Fließpfade durch technische Maßnahmen zuverlässig und dauerhaft abgedichtet werden, um die natürliche Grundwasserstockwerkstrennung wiederherzustellen und um den Quellungsvorgängen einem weiteren unerwünschten Wassernachschub zu entziehen. Hierzu wurde - wie zuvor bereits im EWS-Schadensfall Staufen praktiziert - eine nachträgliche technische Abdichtung (Nachverpressung) der Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 zum Einsatz gebracht.

Nach einem von der Fa. Keller Grundbau, Renchen, in zahlreichen Vorversuchen entwickelten Verfahren erfolgt der Zugang zu undichten Ringraumabschnitten über horizontiert ausgeführte Perforationsstellen der Sondenschläuche. In einem der beiden U-förmigen EWS-Schläuche werden mit Hochdruckwasserstrahl zunächst 30 cm lange Schnitte hergestellt. Mit spezieller Injektionstechnik erfolgt dann entweder - wie z. B. in der Talsperren-Injektionstechnik üblich - im Pilgerschrittverfahren oder auch sukzessive von unten nach oben eine gezielte Ringrauminjektion. Nach erfolgter Nachverpressung wird der Sondenschlauch wieder gespült und für den nächsten Injektionsschritt vorbereitet. Der zweite U-Sondenschlauch bleibt unverritzt und dient Temperatur-Profilmessungen zur Dokumentation der eintretenden Abbindewärme des Injektionsguts und damit auch des Injektionserfolges.

Neben der nicht als Standardverfahren verfügbaren Ringraum-Injektionstechnik kam auch der Wahl eines geeigneten Injektionsmediums zur Nachverpressung der Erdwärmesonden größte Bedeutung zu. Dabei standen sowohl die verarbeitungstechnischen Eigenschaften des Injektionszements als auch folgende Anforderungen im Vordergrund:

- Beständigkeit gegenüber permanent zusickernde sulfathaltige Wässer bzw. gegen über sulfathaltigem Gebirge,
- Raumbeständigkeit,
- Erosionsbeständigkeit bei Kontakt mit zusickernden Wässern.

Eine sehr hohe Korrosionsbeständigkeit gegenüber sulfathaltigen Wässern weist Sulfathüttenzement auf, der in Deutschland jedoch nicht mehr produziert wird. In Österreich und in der Schweiz wurde dieser Zement weiterentwickelt und stand bis in das Jahr 2014 mit EU-Zulassung zur Verfügung (Fa. Wopfinger, Markenname "Slagstar"). Injektionssysteme auf Basis dieses Zementes waren allerdings nicht bekannt. Die Rezeptur eines auf dieser Basis hergestellten Injektionszements unter Zugabe spezieller Additive zur Verbesserung der Sedimentationsstabilität wurde eigens entwickelt und zur Anwendungsreife gebracht. Der auf Basis des Slagstar verwendete Injektionszement zeichnete sich durch eine vergleichsweise geringe Zementationswärme aus, was sich hinsichtlich der Überwachung der Temperaturentwicklungen als günstig auswirkt.

Abweichend zu den EWS-Schadensfällen Staufen und Rudersberg musste in Böblingen ein anderes zementbasiertes Injektionsmittel als in Staufen und Rudersberg zum Einsatz kommen, nachdem das bisherige Injektionsmittel Slagstar seit 2014 nicht mehr auf dem Markt verfügbar ist.

Als Ersatzstoff wurde der Zement Sulfadur® Doppel (Fa. Dyckerhoff AG, Wiesbaden) mit Zusatz Sika® Unterwasser-Compound 11 (Fa. Sika Deutschland GmbH) verwendet. Hierzu hat die Ingenieurgruppe Geotechnik, Kirchzarten, die zur Ringraumabdichtung notwendigen Injektions- und Verarbeitungsparameter bestimmt. Der Zement Sulfadur zeichnet sich durch eine sehr hohe Sulfatresistenz aus.

Seit über 50 Jahren wird Dyckerhoff SULFADUR Doppel aus besonderen Klinkern C_3A-reduziert hergestellt. Er erfüllt damit zuverlässig die Anforderung an Zement mit hohem Sulfatwiderstand. Die Zementnorm DIN EN 197-1:2011-11 fordert von Normalzementen mit hohem Sulfatwiderstand zusätzliche chemische Anforderungen, also eine besondere Klinkerbasis. Die Kombination aus gezielter Zusammensetzung und geeigneter Mahlfeinheit führt zu günstigen Verarbeitungs- und Festigkeitseigenschaften. Dyckerhoff SULFADUR Doppel CEM I 42,5 R-SR 0/NA empfiehlt sich seit einem halben Jahrhundert als Portlandzement für den Einsatz bei Sulfatangriff und hat zusätzlich einen niedrigen wirksamen Alkaligehalt

nach DIN 1164:2013-03. Die Betonprismen haben die nunmehr rund 35jährige Auslagerung in der Natriumsulfatlösung unbeschadet überstanden. Formstabilität und Scharfkantigkeit sind nach wie vor gegeben, die Zementsteinhaut ist nahezu vollständig erhalten geblieben, darüber hinaus sind die Probekörper augenscheinlich rissefrei (Fa. Prospekt Dyckerhoff).

Im Anschluss an einzelne Injektionsabschnitte wurde das Temperaturprofil im jeweils unverritzten zweiten U-Sondenschlauch gemessen. Um die eintretenden Temperaturreaktionen sachgerecht zuordnen und bewerten zu können war es zunächst wichtig, den Verlauf der Temperaturentwicklung bei Abbinden des Sulfadur-Zements genügend genau zu kennen. Hierzu wurden am LGRB entsprechende Vorversuche an Zementproben durchgeführt, deren Anmachbedingungen annähernd den Injektions- bzw. Verarbeitungsparametern entsprachen. Die Ergebnisse sind in Abb. 10.1 dargestellt sind. Nach diesen Versuchen wird das Temperaturmaximum des Sulfadur ca. 14,5 h seit Anmachen der Zementsuspension erreicht.

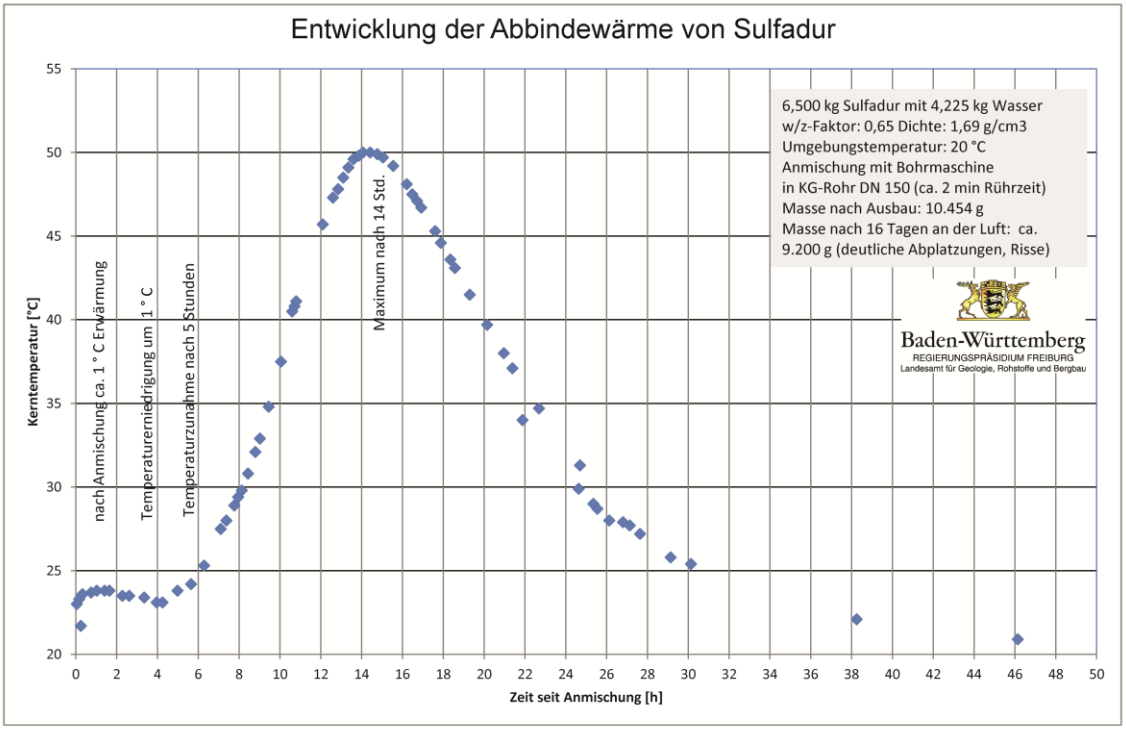


Abb. 10.1: Entwicklung der Hydratationswärme beim Abbinden von Sulfadur

10.2 Nachverpressung der Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2

Die Nachverpressungen der Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2, erfolgten durch die Fa. Keller Grundbau, Renchen, im Zeitraum vom 27.10.2014 bis 28.01.2015. Die Arbeiten zur Nachverpressung der Erdwärmesonden fanden unter ständiger fachtechnischer Überwachung des Baugrundinstituts Vees und Partner in Abstimmung mit dem LRA Böblingen sowie dem LGRB statt.

Die Sanierung folgte einem grundsätzlichen Ablaufschema:

- Perforation des Sondenschlauches mittels Hochdruckwasserstrahl (Schnitt a‘ 30 cm je Schnittebene mit Schneiddüse DA 7,5 mm),
- Kurz-WD-Test bis max. 10 bar nach Schnitt,
- Zementinjektion nach erwiesener WD-Aufnahmefähigkeit mit max. 10 bar Verpressdruck bis Aufnahme < 1 l/min,
- Reinigen des Rohrpaars mit Spüldüse,
- nächster Schnitt 1,5 m über dem vorangegangenen Schnitt.

In den beiden Abbildungen Abb. 10.2 und 10.3 (vgl. auch Anl. 9) sind die in den Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 verpressten Zementmengen zusammen mit den begleitenden Angaben zu den einzelnen injektionsgängigen Schnittlagen und sonstiger orientierender Angaben (Gips- und Anhydritspiegel nach Erkundungsbohrung B1a) synoptisch dargestellt. Aus dem Vergleich der vor den Verpressarbeiten gemessenen Ruhetemperaturprofile ergeben sich über die gemessene Abbindewärme des Injektionsguts die Bereiche, in denen die Ringräume der Erdwärmesonden nachträglich verpresst wurden. Die zackenförmigen Temperaturspitzen deuten zudem darauf hin, dass durch die Ringrauminjektion auch Schichtfugen oder Klüfte im Nahbereich der Erdwärmesondenbohrung erreicht wurden. Jedoch bestehen auch hier in der Interpretation der einzelnen Temperatursignale Unsicherheiten in Folge der spiralförmigen Lage der EWS-Schläuche im Bohrloch.

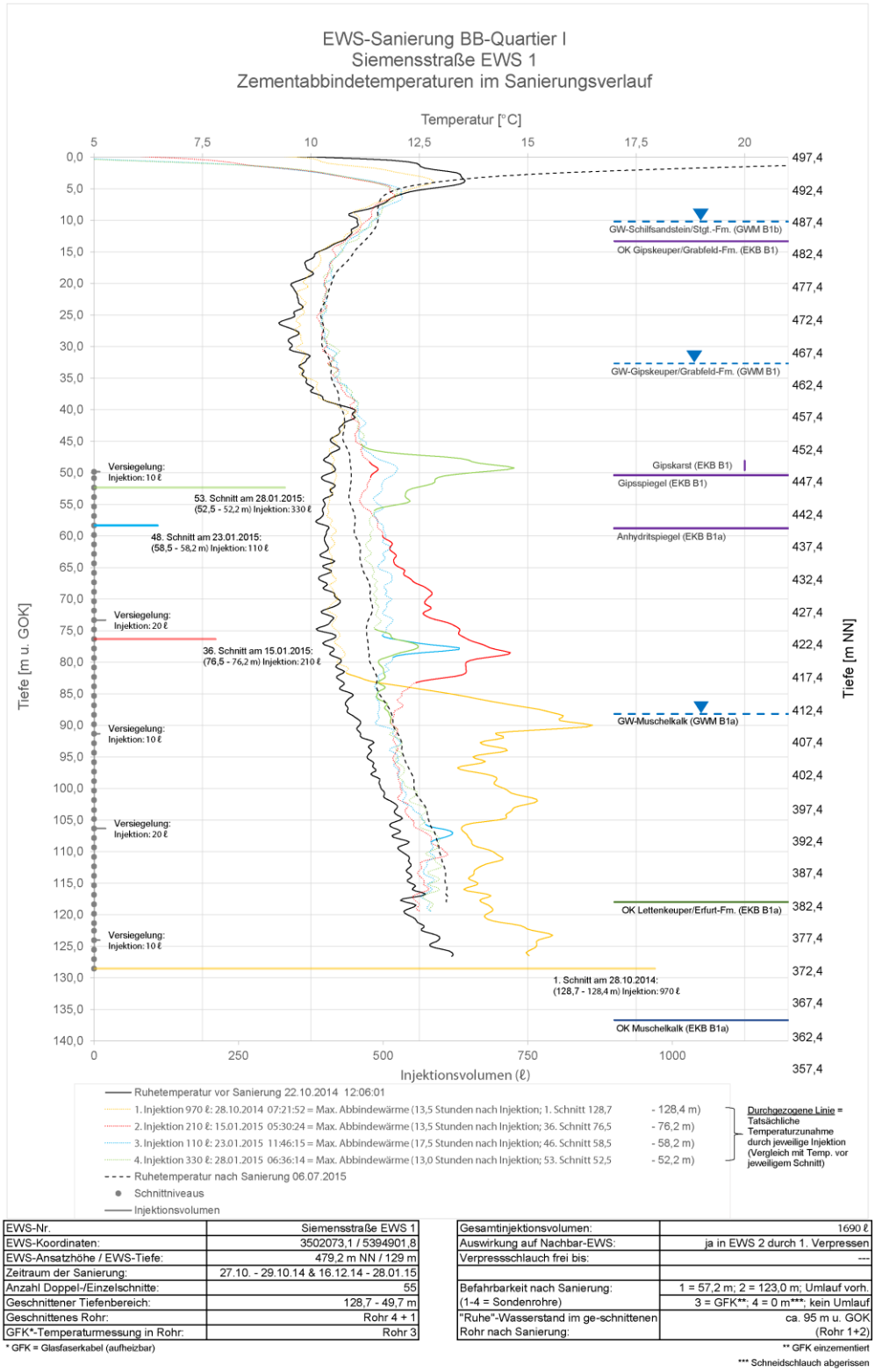
Die Hauptaufnahmen in EWS 1 ergaben sich von oben nach unten im stratigraphischen Niveau des Mittleren Gipshorizonts, der Dunkelroten Mergel, des Bochingen Horizonts sowie in den Grundgipsschichten der Grabfeld-Formation. Bei der ersten Schnittlage in EWS 1 (128,7m – 128,4 m) wurde mit der ersten Injektion (970 Liter) die Nachbarsonde EWS 2 über eine für Injektionsgut durchgängige Schichtfuge mit erreicht. In EWS 2 erfolgten ebenfalls große Aufnahmemengen an Injektionsgut im Niveau des Mittleren Gips-

horizonts und im Bereich der Dunkelroten Mergel, untergeordnet im Niveau des Bochingen-Horizonts der Grabfeld-Formation.

Gesamthaft wurden in die Ringräume der EWS 1 1690 Liter und in EWS 2 2941 Liter Injektionszement verpresst. Ein Großteil der Injektionsmengen in EWS 2 dürfte dabei auch in das Niveau des oberen Gipskarsts abgewandert sein. Die Tatsache, dass auch unterhalb des Gipskarstes große Injektionsaufnahmemengen belegt sind, zeigt, dass die Ringräume beider Erdwärmesonden an der Siemensstraße 11 nicht - wie vorgesehen - zementerfüllt und damit undicht waren.

VEES | PARTNER
Az 14012

Bericht vom 25.09.2015
Anlage 4.4a



EWS-Nr.	Siemensstraße EWS 1
EWS-Koordinaten:	3502073,1 / 5394901,8
EWS-Ansatzhöhe / EWS-Tiefe:	479,2 m NN / 129 m
Zeitraum der Sanierung:	27.10. - 29.10.14 & 16.12.14 - 28.01.15
Anzahl Doppel-/Einzelschnitte:	55
Geschnittener Tiefenbereich:	128,7 - 49,7 m
Geschnittenes Rohr:	Rohr 4 + 1
GFK*-Temperaturmessung in Rohr:	Rohr 3

* GFK = Glasfaserkabel (aufheizbar)

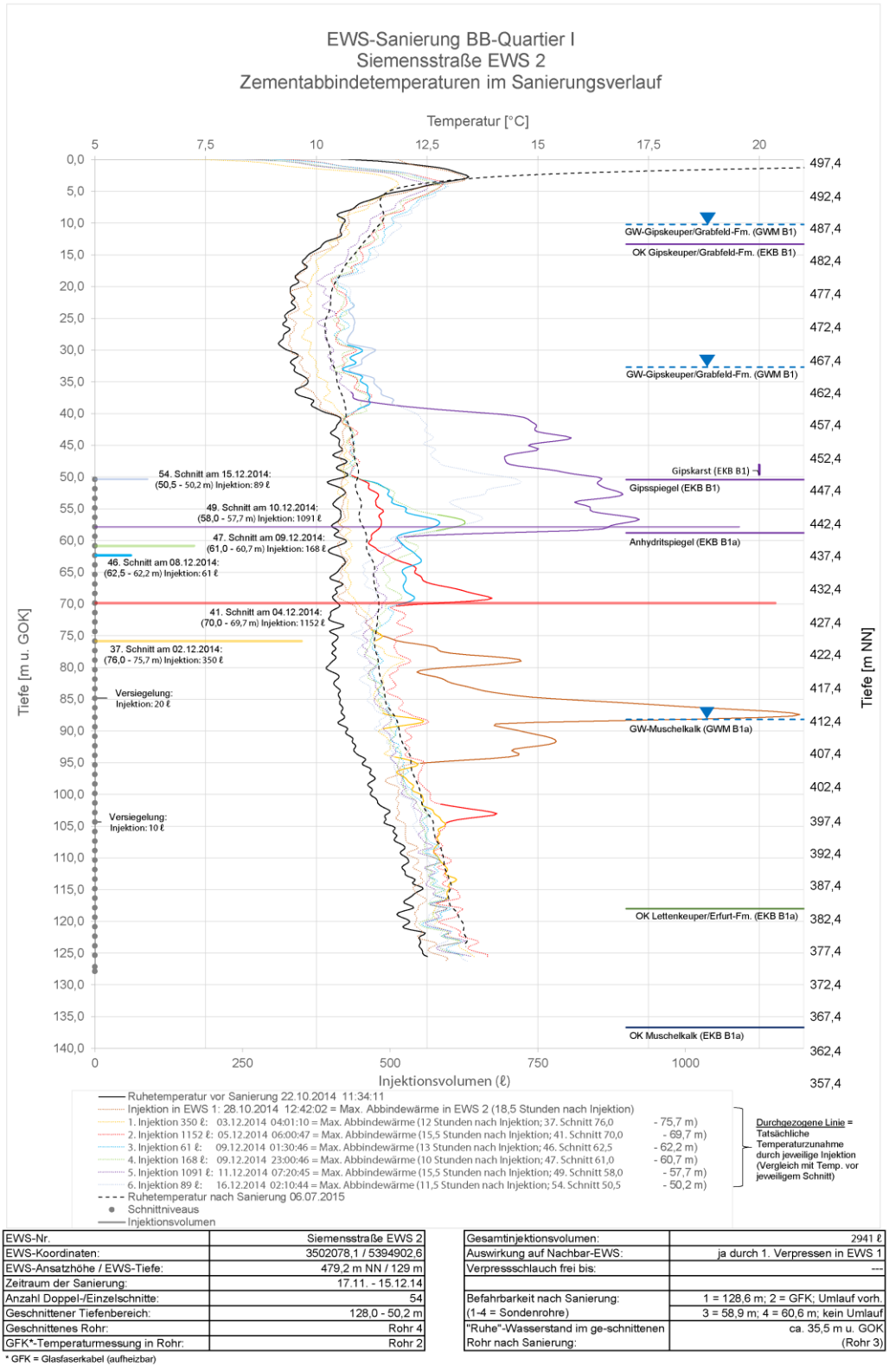
Gesamtinjektionsvolumen:	1690 ℓ
Auswirkung auf Nachbar-EWS:	ja in EWS 2 durch 1. Verpressen
Verpressschlauch frei bis:	---
Befahrbarkeit nach Sanierung:	1 = 57,2 m; 2 = 123,0 m; Umlauf vorh.
(1-4 = Sondenrohre)	3 = GFK**; 4 = 0 m***; kein Umlauf
"Ruhe"-Wasserstand im ge-schnittenen Rohr nach Sanierung:	ca. 95 m u. GOK (Rohr 1+2)

** GFK einzementiert
*** Schneidschlauch abgerissen

Abb. 10.2: Zementabbindetemperaturen im Sanierungsverlauf EWS 1

VEES | PARTNER
Az 14012

Bericht vom 25.09.2015
Anlage 4.4b



EWS-Nr.	Siemensstraße EWS 2
EWS-Koordinaten:	3502078,1 / 5394902,6
EWS-Ansatzhöhe / EWS-Tiefe:	479,2 m NN / 129 m
Zeitraum der Sanierung:	17.11. - 15.12.14
Anzahl Doppel-/Einzelschnitte:	54
Geschnittener Tiefenbereich:	128,0 - 50,2 m
Geschnittenes Rohr:	Rohr 4
GFK*-Temperaturmessung in Rohr:	Rohr 2

Gesamtinjektionsvolumen:	2941 ℓ
Auswirkung auf Nachbar-EWS:	ja durch 1. Verpressen in EWS 1
Verpressschlauch frei bis:	---
Befahrbarkeit nach Sanierung:	1 = 128,6 m; 2 = GFK; Umlauf vorh.
(1-4 = Sondenrohre)	3 = 58,9 m; 4 = 60,6 m; kein Umlauf
"Ruhe"-Wasserstand im ge-schnittenen Rohr nach Sanierung:	ca. 35,5 m u. GOK (Rohr 3)

* GFK = Glasfaserkabel (aufheizbar)

Abb. 10.3: Zementabbindetemperaturen im Sanierungsverlauf EWS 2

Es wird davon ausgegangen, dass mit den Injektionen die vorhandenen Wasserwegsamkeiten (Längsläufigkeiten) in den Ringräumen der beiden Erdwärmesonden verschlossen werden konnten. Wie die Ruhetemperaturprofile nach erfolgter Sanierung (Messung am 06.07.2015) zeigen, hat sich in beiden Erdwärmesonden im Abschnitt zwischen 40 m und 90 m unter Gelände wieder ein einheitlicher Temperaturgradient eingestellt, welcher belegt, dass keine vertikale Grundwasserbewegung im Ringraum mehr stattfindet.

Im Zuge der Nachkontrolle der geschnittenen und verpressten EWS-Rohre wurden die EWS-Rohre bis in Geländehöhe mit Wasser aufgefüllt und sodann die Entwicklung der Wasserstände in den EWS-Rohren beobachtet. Dabei zeigte sich, dass die Wasserstände in beiden EWS nach Abschluss der Injektionsmaßnahmen allmählich absanken. Das Absinkniveau im geschnittenen und verpressten Rohrschenkel der EWS 1 scheint sich bei 90 m unter Gelände (d. h. bis unter das mo-Druckniveau) und in EWS 2 deutlich höher liegend bei 34 m unter Gelände (Grundwasserniveau der Grabfeld-Formation) zu stabilisieren (Anl. 9). Mit einem Kurzpumpversuch in B1 (km1) konnte belegt werden, dass eine GW-Absenkung in B1 zu einer kurzfristigen hydraulischen Reaktion in EWS 2 führte.

Die über die EWS-Rohrschenkel verlustig gehenden Wassermengen sind insgesamt zwar nur gering. Um jedoch zu vermeiden, dass über verbliebene, durch das Injektionsgut nicht weiter abdichtbare Wegsamkeiten stockwerksübergreifende Längsläufigkeiten stattfinden und so weiterhin eine - wenn auch nur geringe - Bewässerung des quellfähigen Gebirgsabschnittes verursachen, wurde entschieden, die betroffenen EWS-Rohre mit einer Bentonitsuspension aufzufüllen. Die Bentonitsäule muss in regelmäßigen Abständen erneuert werden (vgl. Anl. 9) und stellt sicher, dass eine stockwerksübergreifende Längsläufigkeit verhindert ist und im Bedarfsfall auch in späteren Zeiten der Zugang zu den EWS-Rohren erhalten bleibt. Die in EWS 1 und 2 stationär zur Temperaturüberwachung eingebauten Glasfaserkabel verbleiben in den nicht geschnittenen EWS-Rohrschenkel.

11 Zusammenfassung

Im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen (Siemensstraße 11) wurde im Auftrag eines privaten Bauherrn eine Erdwärmesonden-Anlage hergestellt, um das Wohngebäude mit Erdwärme beheizen zu können. Die Erdwärmesonden-Anlage besteht aus zwei jeweils 130 m tiefen Bohrungen, die in der Zeit zwischen dem 29.09. bis 01.10.2008 im Imlochbohrhammerverfahren ausgeführt wurden.
Die Erdwärmesonden an der Siemensstraße standen im Verdacht, im Untergrund Prozesse auszulösen, die zu den im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen (Hebungsgebiet "Nord") zunehmenden Geländeverformungen sowie den Verformungen und Schäden an Gebäuden und Infrastruktur führen.

Bei dem Hebungsgebiet "Nord" handelt es sich um einen etwa ca. 600 m in West-Ost und ca. 200 m in Nord-Süd messenden, angenähert elliptischen Bereich mit signifikanten Geländehebungen. Das Hebungszentrum, sowohl bei dessen Betrachtung als Örtlichkeit der größten Hebungsgeschwindigkeit als auch bei dessen Betrachtung als Örtlichkeit mit den höchsten absoluten Hebungsbeträgen liegt im (östlichen) Umfeld der Kreuzung Robert-Bosch-Straße/Altinger Straße. Die dort festgestellte Hebungsgeschwindigkeit hat 6 mm/Monat bis 7 mm/Monat betragen. Die absoluten Hebungsbeträge seit Beginn der Hebungen erreichen dort etwa 37 cm - 45 cm.

Das Hebungszentrum befindet sich etwa 100 m nordwestlich der EWS-Bohrungen in der Siemensstraße 11 und somit in enger räumlicher Beziehung. Es besteht weiterhin eine eindeutige zeitliche Koinzidenz zwischen der Ausführung der Bohrungen und dem Beginn der ersten Hebungen. Eine Detailbetrachtung von Zeit-/Geländeveränderungsdiagrammen aus interferometrischer Zeitserienanalyse hat diesbezüglich ergeben, dass die Hebungen im Nahbereich um die Bohrungen unmittelbar (wenige Tage/Wochen) nach deren Erstellung aufgetreten sind. In weiter entfernten Bereichen des Hebungsgebietes sind sie hingegen erst einige Monate später aufgetreten. Dies lässt die Vermutung zu, dass hier zunächst Wasser von den Erdwärmesondenbohrungen in diesen Bereich vordringen musste, bevor auch dort eine Umwandlung von Anhydrit in Gips stattfinden konnte. Der geringe Versatz des Hebungszentrums vom Ort der Bohrungen lässt sich auf Grund vorhandener Inhomogenitäten des Gebirges und der daraus resultierenden unterschiedlichen Wasserverteilung erklären.

Die geologische Erkundung im Bereich des Hebungsgebiets "Nord" in Böblingen, die sich auf die Ergebnisse der Erkundungsbohrung B1a sowie den begleitenden Bohrungen B1 und B1b wie auch auf die erfolgten bohrlochgeophysikalischen und mineralogischen Begleituntersuchungen stützt, erbrachte einen belastbaren Datensatz hinsichtlich des geologischen Baus (Schichtenabfolge, Lage der Gipsauslaugungszone, der Gips- und Anhydritspiegel), der hydrogeologischen Stockwerksgliederung, der Grundwasserbeschaffenheit, der vorhandenen Druckpotenziale sowie umfangreiche mineralogisch-petrographische Untersuchungsergebnisse an Kernmaterial.

Demnach setzt die Sulfatführung mit dem Oberen Gipsspiegel in der Erkundungsbohrung B1a bei 49,35 m innerhalb der Grabfeld-Formation ein. Knapp sieben Meter darunter wurde der Obere Anhydritspiegel im mineralogisch-petrographischen Labor des LGRB bei 56 m analytisch ermittelt. Die Anhydritführung ist mit dem Unteren Anhydritspiegel bei 114,4 m und die gesamte Sulfatführung mit dem Unteren Gipsspiegel bei 115,15 m (welcher bereits innerhalb des unterlagernden Grenzdolomits zu liegen kommt) beendet. In der Bohrung B1a fällt auf, dass an der Basis der Grundgipsschichten keine untere Auslaugungszone entwickelt ist, wie diese andernorts beobachtet werden konnte (z. B. EWS-Schadensfall Staufen). Der quellfähige Gebirgsabschnitt in der Grabfeld-Formation wurde folglich zwischen 56 m und 114,4 m unter Gelände identifiziert.

Die ersten Temperaturmessungen in den Erdwärmesonden erfolgten am 02.01.2014 in EWS 2 und am 03.01.2014 in EWS 1. Dabei ist anzumerken, dass Effekte der Vornutzung (starker Wärmeentzug) zum Zeitpunkt der Messungen in den Erdwärmesonden noch nicht aufgehoben waren.

In beiden Temperaturprofilen ist ein deutlicher vertikaler Grundwasserfluss feststellbar, welcher einen negativen Temperaturgradient durch den Wärmeverlust des absteigenden Grundwassers in Folge des Kontakts mit dem ausgekühlten Gebirge hervorruft. Der negative Temperaturgradient lässt sich in EWS 1 bis mindestens 70 m und in EWS 2 bis mindestens 75 m unter Gelände nachvollziehen. Spätere faseroptische Messungen nach weiterer Regenerierung der Gebirgstemperatur belegten mit vertikalen Abschnitten im Temperaturverlauf (zwischen 40 m und 70 m bzw. 80 m, ohne Ausbildung eines geothermischen Gradienten) den vorhandenen vertikalen Grundwasserfluss.

Ab etwa 70 m in EWS 1 bzw. etwa 90 m in EWS 2 deutet sich in den Temperaturprofilen eine positive Temperaturanomalie an, die als Auswirkung einer exothermen Reaktion interpretiert wird und sich in beiden Profilen bis ca. 115 m unter Geländeoberfläche erstreckt. Der sich (unter Berücksichtigung der noch vorhandenen Betriebskälte) maximal abzeichnende positive Anomaliebereich erstreckt sich in EWS 1 zwischen 98 m bis 115 m und in EWS 2 zwischen 95 m und 115 m unter Geländeoberfläche. Diese Temperaturanomalie lässt sich allein durch eine exotherme Reaktion bei der Umwandlung von Anhydrit in Gips erklären ("Gipskeuperquellen").

Im Rahmen der Erkundungsmaßnahme wurden drei hydraulisch und hydrochemisch voneinander getrennte Grundwasserstockwerke ermittelt: Das Kluftgrundwasser im Niveau der Stuttgart-Formation (Schilfsandstein), das Kluft- und Karstgrundwasser in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) und das Kluft- und Karstgrundwasser im Oberen Muschelkalk. Der Druckspiegel des Grundwassers im Oberen Muschelkalk reicht zwar bis in das Niveau der Grabfeld-Formation und könnte bei entsprechenden Wegsamkeiten im quellfähigen Gebirgsabschnitt zwischen Oberem und Unterem Anhydritspiegel das "Gipskeuperquellen" auslösen. Die Erkundungsergebnisse belegen jedoch eine ausreichende natürliche hydrogeologische Stockwerkstrennung, die sich im Erhalt des Sulfatgebirges bis zur Untergrenze der Grabfeld-Formation und darunter im Erhalt des Böhringen-Sulfats innerhalb der Erfurt-Formation manifestiert. Wären geologisch bedingte Durchlässigkeiten, z. B. über das Kluft- bzw. Karstsystem vorhanden, hätte dies in geologischen Zeiträumen zwangsläufig zur Auflösung des Sulfats und zur Ausbildung einer unteren Auslaugungszone geführt. Hinzu kommt, dass die beiden Erdwärmesondenbohrungen in der Siemensstraße die Erfurt-Formation nicht durchörtert haben und infolge dessen kein Aufstieg von Grundwasser aus dem Oberen Muschelkalk über die undichten Ringräume erfolgt ist.

Die zu beobachtenden Hebungen sind auf Quellvorgänge in der Grabfeld-Formation (Gipskeuper), dem sogenannten "Gipskeuperquellen" zurückzuführen (s. u.). Für die Hebungen verantwortlich sind die im Bereich der Erdwärmesonden nachgewiesenen quellfähigen sulfatführenden Abschnitte (Anhydrit).

Das "Gipskeuperquellen" wurde durch eine absteigende Wasserzufuhr über undichte Ringräume der beiden Erdwärmesonden EWS 1 und 2 verursacht. Eine andere Kausalität, z. B. Zusammenhang mit Mineralwasserbohrungen der Böblinger Mineraltherme oder Erdbeben, kann auf Grundlage aller vorliegenden Erkenntnisse ausgeschlossen werden. Diese Einschätzung wird auch dadurch untermauert, dass die Hebungsprozes-

se nach Einleiten der schadensbegrenzenden Maßnahme, nämlich der nachträglichen Injektion der Ringräume, nachweislich abklingen. Dies lässt sich aus interferometrischen Zeitserienanalysen von Radarsatellitendaten belastbar belegen.

Bei der nachträglichen Abdichtung der Ringräume wurden in EWS 1 über 1600 Liter und in EWS 2 über 2900 Liter sulfatbeständige Zementsuspension verpresst. Auch wenn man davon ausgehen muss, dass ein gewisser Anteil an Zementsuspension in den hochdurchlässigen überlagernden Gipskarst abgewandert ist, belegt die hohe Aufnahmemenge unterhalb des Gipskarsts, dass in beiden EWS keine hydraulisch wirksame Ringraumabdichtung vorhanden war.

Bearbeiter:

Dr. Clemens Ruch
(Leiter Ref. 95)

Dr. Christian Trapp
(Leiter Ref. 94)

Dipl. - Geol. Andreas Koch

Dr. Rupert Prestel

Dipl.-Geol. Ansgar Sage

Dr. Manfred Martin

LITERATUR

ANAGNOSTOU, G. (1992): Untersuchungen zur Statik des Tunnelbaus in quellfähigem Gebirge. – Veröffentlichung des Instituts für Geotechnik der ETH Zürich, Band 201, August 1992.

BAUMANN, K., BÜCHNER, U., GROßWIG,S., HURTIG, E., SENZE, A., TRILLER, F. (2008): Qualitätssicherung und Qualitätsüberwachung von Erdwärmesondenanlagen durch geophysikalische Bohrlochmessungen. – Der Geothermiekongress 2008, Kongressband, S. 280 – 289.

FURTAK, H. & LANGGUTH, H.R. (1967): Zur hydrochemischen Kennzeichnung von Grundwässern und Grundwassertypen mittels Kennzahlen. – Mem. IAH-Congress, 1965, VII: 86-96, 5 Fig.; Hannover.

HAUBER, L., JORDAN, P., MADSEN, F., NÜESCH, R., VÖGTLI, B. (2005): Tonminerale und Sulfate als Ursache für druckhaftes Verhalten von Gesteinen. – Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation / Bundesamt für Straßen.

HENKE, K. F., KRAUSE, H., MÜLLER, L., KIRCHMAYER, M., EINFALT, LIPPMANN, F. (1975): Sohlhebungen beim Tunnelbau im Gipskeuper. – Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr Baden-Württemberg.

LUX,K.-N. et al. (2012) Geothermie und Schutz des Grundwassers – ein Widerspruch?- bbr 10/2012).

RAUH, F. (2009): Untersuchungen zum Quellverhalten von Anhydrit und Tongesteinen im Tunnelbau. – Münchner Geowiss. Abh., 11, S. 1-110, München.

ROHNER, E. (2009): TRT in Kombination mit hoch aufgelösten Temperatur-Tiefenprofilen zur Qualitätssicherung. – TRT-Symposium, 16. September 2009, Göttingen

SAUER, M., GRUNDMANN, E. (2009): Praxiserfahrungen mit der Auswertung des geothermal Response Tests. – Symposium "10 Jahre TRT in Deutschland", Göttingen 16. September 2009.

UM (2005), Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg., 2005): Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden, 4. überarbeitete Neuauflage, Mai 2005.

WALKER-HERTKORN, S., KÜBERT, M., VOUTTA, A. (2009): Messmethoden bei Erdwärmesondenbohrungen, GtV 3/2009, S. 19 – 23.

WITTKE, M., WITTKE-GATTERMANN, P., WAHLEN, R. (2007): Möglichkeiten der Optimierung des Tunnelbaus im quellfähigen Gipskeuper durch Berücksichtigung der Selbstabdichtung. – Zeitschrift Geotechnik 4/2007.

Böblingen:
Hebungsgebiet
"Nord"
Bergle
Lang
466,5
Hau
Thermalbad
Bad
N
475,8
Krhs
AT
463,6
Hp
Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
LGRB
Aktenzeichen: 4764//15 7202
Bearb.:
Zeichn.:
Anlage: 1
0 70 140 280 420 560
Meter

Regierungspräsidium Freiburg
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Az.:

B O H R P R O F I L

Bezeichnung:	B 1a (mo) Böblingen	**TK 25 Nr.:**	7320	**Archiv-Nr.:**	2199
Projekt:	EWS-Hebungsschäden	**Blatt:**	Böblingen		
Lage:	Siemensstr. / Altinger Str., Flst-nr: 5766	**Koordinaten** (geodät. eingemessen)			
		R: 3502129,296		**H:** 5394936,526	
Gemeinde:	Böblingen	**Höhen** (geodät. eingemessen)			
Teilort:		**Ansatzpunkt:**	476,429	m ü. NN	
Kreis:	Böblingen	**Messpunkt:**		m ü. NN	
Geol. Aufnahme:	4.10.2014 – 04.03.2015	**Ruhewasserspiegel:**		m u. A.	
Bearbeiter:	Zedler, Nitsch (109 m – 126 m)			m ü. NN	
Bohrfirma:	Burkhardt			m ü. NN	
				m ü. NN	
Bohrverfahren (m u. A./Ø mm)**:**	Kernbohrung	**Endteufe:**	145	m u. A.	

Filterstrecken (m u. A./Ø mm)**:**

Abdichtungen (m u. A.)**:**

Bemerkungen: Aufnahme zwischen 109 m und 126 m durch Dr. Nitsch

Kurzprofil (mit stratigr. Deutung):

0 - 0,10 m: Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung), qhy
- 0,95 m: Hanglehm (Fließerde), qfl
- 7,60 m: Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel), kmSw
- 10,20 m: Stuttgart-Formation (Schilfsandstein i. w. S.), kmSt
- 13,51 m: Obere Bunte Estherienschichten, kmOBE
- 28,50 m: Graue Estherienschichten, kmGES
- 44,15 m: Untere Bunte Estherienschichten, kmUBE
- 82,10 m: Mittlere Grabfeld-Formation (Mittlerer Gipshorizont), kmGm
- 96,24 m: Dunkelrote Mergel, kmDRM
- 100,75 m: Bochingen-Horizont, kmBH
- 110,25 m: Plattengips der Grundgipsschichten, kmGIp
- 115,04 m: Felsengips der Grundgipsschichten, kmGIf
- 115,25 m: Grenzdolomit (eigentlich dessen aufgearbeitetes Material), kuD
- 118,40 m: Grüne Mergel, kuGRM
- 118,60 m: Böhringen-Sulfat, kuBS

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 120,55 m: Oberer Linguladolomit, kuLdo
- 121,65 m: Unterer Linguladolomit (mit Äqu. des Lingulasandsteins), kuLdu
- 122,30 m: Obere Graue Mergel, kuOGM
- 123,60 m: Anoplophoradolomite, kuAd
- 124,58 m: Untere Graue Mergel, kuUGM
- 125,45 m: Anthrakonitbank, kuAk
- 126,39 m: Sandige Pflanzenschiefer, kuSPS
- 131,66 m: Estherienton, kuES
- 133,89 m: Basisschichten, kuB
- 143,06 m: Trigonodusdolomit, moD
- 145,00 m: Künzelsau-Schichten, moK

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

Teufe (m u. A.)**:** Gesteinsart (Haupt-, Nebengemengeteile usw.), Farbe, Gefüge, Verwitterungsgrad, Konsistenz, Fossilinhalt, Klüftung u. a.

Quartär

Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung)

0 - 0,10 m Steine, sandig, grau bis gelbgrau (Bohrplatzauffüllung)

Hanglehm (Fließerde)

- 0,30 m Ton, schluffig, grusig bis steinig, braun, durchwurzelt , mit zahlreichen Tonsteinbröckchen, graue Dolomitsteinbrocken bis max. 5 cm Ø
- 0,95 m Ton, schwach schluffig, braun bis rötlich braun, steif, mit zahlreichen kleinen Tonstein- und Dolomitsteinbröckchen, z.T. kohlige schwarzgraue Schmitzen, unten mit Sandsteinbröckchen

Keuper

Mittelkeuper

Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel)

Rote Wand

- 2,40 m Tonstein, schluffig, z.T. Tonmergelstein, weitgehend zersetzt zu Schluff, tonig, rotbraun bis rotviolett, z.T. grünfleckig, weich, kleinstückig bis stückig
- 3,00 m Tonstein, schluffig, z.T. Tonmergelstein, grüngrau und rotviolett marmoriert, stückig zerbohrt,
  bei 2,50 m: 2 cm starke Lage aus Dolomitstein, grau, hart, stückig zerbohrt
- 3,40 m Tonstein, schluffig, grüngrau und rotviolett marmoriert, unten zunehmend grüngraufleckig, stückig zerbohrt
- 4,00 m Tonstein, rotbraun und grüngrau, feinschichtig, mit mm- dünnen, beigefarbenen GAR-Lagen, angewittert und z. T. tonig zersetzt , stückig zerbohrt
- 4,75 m Ton, schluffig, rotviolett und grüngrau, weich, mit festen Tonsteinbröckchen und Brocken (zersetzter Tonstein), in unteren 3 cm mit rostfarbenen FeOOH-Belägen und Krusten
- 5,40 m Tonstein, schluffig, rotbraun bis rotviolett, z. T. grüngrau fleckig, kleinstückig bis stückig zerbohrt
- 5,48 m Tonstein, hell grüngrau
- 6,00 m Tonstein, schluffig, rotviolett und grüngrau marmoriert, z.T. mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Schicht- und Kluftflächen, stückig zerbohrt

Beaumont-Horizont

- 6,60 m Ton, schluffig, rotviolett und grüngrau, weich, mit festen Tonsteinbröckchen (zersetzter Tonstein), GAR-Reste
- 6,80 m Tonstein, grüngrau und rotviolett marmoriert, verstürzt und bröckelig, weich, z.T. zersetzt

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 7,18 m Ton, schluffig, rotbraun bis rotviolett, weich, mit festen Tonsteinbröckchen (zersetzter Tonstein), GAR-Reste
- 7,60 m Tonstein, schluffig, weitgehend zersetzt zu Ton, schluffig, mit Tonsteinbröckchen, rotviolett und grüngrau, verstürzt und bröckelig, hell ockerfarbene GAR-Reste

Stuttgart-Formation (Schilfsandstein i. w. S.)

Dunkle Mergel

- 8,60 m Tonstein, schluffig, violettbraun bis rotbraun, +/- Hellglimmerflitter, stückig zerbohrt
- 8,76 m Tonstein, schluffig, grüngrau und rotbraun, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig, mit Tonsteinbröckchen, +/- Hellglimmerflitter, stückig zerbohrt

Schilfsandstein

- 9,65 m Tonstein, schluffig, z.T. feinsandig, grüngrau mit rotbraunen Schlieren und Lagen, lagenweise mit gelblichen bis hellgrauen Sandflasern, +/- Hellglimmerflitter, steilstehende Klüftung, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Kluft- und Schichtflächen, untere 30 cm stückig
- 9,85 m Tonstein, feinsandig, schluffig, grüngrau mit rotbraunen Flecken und Schlieren
- 10,20 m Tonstein, feinsandig bis Feinsandstein, tonig, grüngrau

Grabfeld-Formation (Gipskeuper)

Obere Bunte Estherienschichten

- 11,00 m Tonstein, schluffig, dunkel violett, stückig zerbohrt, unten kleinstückig
- 11,20 m Tonstein, grüngrau und violett marmoriert, stückig bis kleinstückig zerbohrt
- 11,00 m Tonstein, dunkel violett, z.T. grünfleckig, stückig zerbohrt
- 11,38 m Dolomitstein, tonig, gelblich grau und braungrau, stückig zerbohrt
- 11,60 m Tonstein, dunkel violett, grüngrau fleckig, mit Tonstein, dolomitisch, ockergrau bis braungrau, kleinstückig zerbohrt
- 11,70 m Tonstein, rotbraun bis rotviolett und grüngrau, zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen, verstürzt, kleinstückig
- 11,90 m Tonstein, dolomitisch, ockergrau bis grau, bröckelig, verstürzt, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Kluft- und Schichtflächen, kleinstückig
- 12,75 m Tonstein, schluffig, rotbraun mit grüngrauen Schlieren, bröckelig, stückig
- 13,51 m Tonstein, rotbraun und graugrün marmoriert, im oberen Drittel vereinzelt karbonatische Knollen

Graue Estherienschichten

- 13,51 m Tonstein, dolomitisch, grünlich grau, fest - hart
- 13,80 m Tonstein, grünlich grau mit rötlichen Schlieren, bröckelig
- 13,90 m Tonstein, dolomitisch, ockergrau, z.T. grünlich grau, geklüftet, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 14,13 m Dolomitmergelstein, ockergrau bis gelblichgrau, massig, stückig zerbohrt, einzelne Kernscheiben
  bei 13,00 m: Lage von Tonstein, dolomitisch, ockergrau bis grünlich grau
- 14,85 m Tonstein, z.T. dolomitisch, grau bis dunkelgrau, hart, klüftig, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen
- 15,00 m Tonstein, grau bis dunkelgrau, stückig zerbohrt
- 15,10 m Tonstein, z.T. dolomitisch, grau bis dunkelgrau, hart, klüftig, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen
- 15,33 m Dolomitstein, grau, massig, hart, klüftig, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen
- 15,65 m Tonstein, dolomitisch, grau bis dunkelgrau, hart, klüftig, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen, stückig zerfallend
- 15,85 m Tonstein, dolomitisch, ockerbraun, bröckelig, kleinstückig, teils zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Bröckchen
- 16,25 m Tonstein, dunkel grünlich grau, ockerfarbene Beläge und Lagen, bröckelig
- 16,40 m Tonstein, grau bis dunkelgrau, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen
- 18,70 m Tonstein dunkelgrau, massig, fest - hart, klüftig, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen, überwiegend Kernscheiben, z.T. stückig, unten kleinstückig,
  von 18,30 m bis 18,50 m: stärker zersetzt: Ton, schluffig, grau bis dunkelgrau, mit festen Tonsteinbrocken
- 18,95 m Ton, schluffig, dunkelgrau bis schwarzgrau, mit festen Tonsteinbröckchen (zersetzter Tonstein)
- 19,13 m Tonstein, schluffig, schwarzgrau, bituminös
- 19,50 m Tonstein, schluffig, grünlich grau bis grau, bröckelig, mit ocker bis rostfarbenen Belägen, stückig, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen
- 23,00 m Tonstein, grau, massig, geschichtet, fest - hart, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen, stückig bis grobstückig,
  einzelne Lagen zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen
- 23,15 m Tonstein, schwarzgrau, bituminös, feingeschichtet
- 23,40 m Tonstein, schluffig, grünlich grau, bröckelig
- 26,65 m Tonstein, grau bis dunkelgrau, z.T. dunkel grünlich grau, fest – hart, einzelne Lagen stärker verwittert und bröckelig, Kernstücke, z.T. grobstückig, abschnittsweise steilstehende Klüftung, mit hellem bis durchsichtigem Kalkspat-Besatz
- 27,80 m Tonstein, schwarzgrau, bituminös, feingeschichtet, in unteren 40 cm mit beigen bis ockerfarbenen schluffigen Lagen und Schlieren
- 28,50 m Tonstein, z. T. schluffig, dunkel grünlich grau bis dunkelgrau, stückig zerbohrt

Untere Bunte Estherienschichten

- 28,75 m Tonstein, blass grüngrau bis ockergrau, z.T. blass rotviolett, teils zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen, verstürzt

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 29,30 m Tonstein, dolomitisch, grünlich grau, hart, steilstehende Klüftung, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen
- 29,77 m Dolomitstein, grau bis grünlich grau, hart, klüftig, Klüfte mit rostfarbenen FeOOH-Belägen (**Estherienbank**)
- 30,10 m Tonstein, dolomitisch, grünlich grau, hart, steilstehende Klüftung, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen
- 30,38 m Tonstein, grüngrau und rotbraun marmoriert, nach unten überwiegend rotbraun
- 30,80 m Tonstein, dunkel grüngrau, fest-hart, geklüftet, z.T. dünne karbonatische Kluftbeläge (Kalkspat)
- 31,90 m Tonstein, rotbraun, z.T. grüngrauen Flasern und Schlieren
- 32,00 m Tonstein, dunkel grüngrau und dunkel violett marmoriert, stückig zerbohrt
- 32,24 m Tonstein, grüngrau bis dunkel grüngrau, stückig bis kleinstückig zerbohrt
- 32,60 m Tonstein, dunkel violett, dunkel grüngrau-fleckig, stückig zerbohrt
- 32,00 m Tonstein, dunkel grüngrau und dunkel violett marmoriert, stückig zerbohrt
- 33,50 m Tonstein, z.T. schluffig, dunkel violett und dunkel grüngrau marmoriert, nach unten zunehmend dunkel violett, bröckelig, stückig, Kerngewinn ca. 50 %
- 33,65 m Tonstein, schluffig, rotbraun, mit dunkel grüngrauen Flecken
- 33,77 m Dolomitstein, grau, massig, hart, geklüftet mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen
- 34,00 m Dolomitstein, grau, mit Tonstein, grünlich grau und rotbraun, Kern komplett kleinstückig zerbohrt, Kerngewinn ca. 15 %
- 34,25 m Tonstein, grüngrau mit rotbraunen Schlieren, ockerfarbene Beläge, bröckelig, verstürzt, beige bis ockerfarbene GAR-Reste
- 35,00 m Tonstein, rotbraun und dunkel grüngrau, mit Dolomitstein, grau bis graubraun, Kern komplett kleinstückig bis stückig zerbohrt, Kerngewinn ca. 20%
von 34,60 m bis 34,75 m: Probe (Dolomitstein?), darüber und darunter häufiger Dolomitsteinbrocken
- 35,20 m Tonstein, schluffig, dunkel graugrün, z.T. rotbraun, bröckelig, verstürzt, reichlich hell ockerfarbene und beige GAR-Nester und Schlieren
- 36,25 m Tonstein, dunkel grüngrau und rotbraun marmoriert, nach unten rotbraun, bröckelig, z.T. verstürzt, dünne hell ockerfarbene GAR-Lagen und Schlieren
- 36,45 m Dolomitstein, tonig, grau, hart, geklüftet mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen, stückig zerfallend
- 36,60 m Tonstein, dunkel violett und dunkel grünlich grau, bröckelig, einzelne dünne hell ockerfarbene bis beige GAR-Lagen
- 37,35 m Tonstein, rotbraun, hart, z.T. mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen, oben stückig
- 37,50 m Tonstein, nach unten zunehmend dolomitisch, dunkel grüngrau, oben rotbraunfleckig, geklüftet, z.T. karbonatische Kluftbeläge (Kalkspat), stückig zerbohrt

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 37,70 m Dolomitstein, grau, geklüftet mit karbonatischen Kluftbelägen (Kalkspat), stückig zerfallend
- 38,00 m Tonstein, z.T. dolomitisch, dunkelgrau, bröckelig, Kern komplett kleinstückig bis stückig zerlegt, Kerngewinn ca. 25 %
- 38,20 m Tonstein, schluffig, dunkel violett und grüngrau marmoriert, bröckelig
- 39,30 m Tonstein, rotbraun, klüftig, hart, z.T. grobstückig zerlegt, einzelne Lagen und untere 15 cm bröckelig und tonig zersetzt
- 40,60 m Tonstein, grüngrau, fest-hart, geklüftet mit karbonatischen Kluftbelägen (Kalkspat), stückig bis kleinstückig zerbohrt, obere 50 cm Vollkern
- 41,00 m Tonstein, rotbraun, nach unten dunkel graugrün fleckig, steilstehende Klüftung mit karbonatischen Kluftbelägen (Kalkspat)
- 41,06 m Dolomitstein, grau, massig, hart
- 41,65 m Tonstein, rotbraun, unten mit graugrünen Schlieren, geklüftet mit karbonatischen Kluftbelägen (Kalkspat),oben bröckelig, stückig, ab 41,40 m Vollkern
- 41,80 m Tonstein, dunkel grüngrau und rotbraun marmoriert, bröckelig, stückig, geklüftet mit karbonatischen Kluftbelägen (Kalkspat
- 42,35 m Tonstein, dunkel grüngrau, z.T. rotbraue Schlieren und Flecken, stückig, untere 25 cm : zersetzt zu Ton, schluffig mit festen Tonsteinbröckchen
- 43,40 m Tonstein, rotbraun, mit dunkelgrünen Flecken

Engelhofen-Horizont (?)

- 44,15 m Tonstein, z.T. Tonstein, dolomitisch, grüngrau, lagenweise grauviolett, bröckelig, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig

Mittlere Grabfeld-Formation (Mittlerer Gipshorizont)

- 44,75 m Tonstein, rotbraun mit grüngrauen Schlieren und Lagen, bröckelig, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig mit festen Tonsteinbröckchen
- 44,90 m Tonstein, dunkel grüngrau, lagenweise dunkel violett, bröckelig, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig mit festen Tonsteinbröckchen
- 45,00 m GAR-Lagen, schluffig, beige bis grünlich, mit dünnen rotbraunen und grüngrauen Tonsteinlagen
- 45,12 m Tonstein, grüngrau, bröckelig, verstürzt, reichlich hell ockerfarbene bis beige GAR-Reste, z.T. rostfarbene FeOOH-Beläge
- 45,30 m Tonstein, rotbraun bis braun, undeutlich geschichtet, stückig zerfallend, hell ockerfarbene bis beige GAR-Schlieren und dünne -Lagen
- 45,73 m Tonstein, grüngrau und rotbraun, bröckelig, verstürzt, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig mit festen Tonsteinbröckchen, vereinzelt GAR-Reste
- 46,60 m Tonstein, rotbraun bis rotviolett, z.T. mit grüngrauen Schlieren, z.T. bröckelig, verstürzt
- 46,90 m Tonstein, grau bis grünlich grau, geschichtet, z.T. bröckelig, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Kluftflächen, stückig

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 47,75 m Tonstein, rotviolett bis rotbraun, v.a. oben mit graugrünen Schlieren und Flecken, z.T. bröckelig, z.T. mit rostfarbenen FeOOH-Belägen, stückig, lagenweise mit hellen GAR-Resten, dort dann verstürzt erscheinend
- 47,85 m Tonstein, graugrün, reichlich hell ockerfarbene bis beige GAR-Schlieren, verstürzt
- 48,35 m Tonstein, rotviolett und graugrün marmoriert, bröckelig, geklüftet
- 48,40 m Tonstein, dolomitisch, rötlich grau
- 48,65 m Tonstein, graugrün und rotviolett marmoriert, teils dunkelgrau, bröckelig, mit dünnen, hell ockerfarbenen bis beigen GAR- Lagen, v.a. oben mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Schichtflächen
- 49,00 m Tonstein, rotbraun bis rotviolett, mit graugrünen Schlieren, bröckelig, verstürzt
- 49,35 m Tonstein, dunkel graugrün und dunkelgrau, z.T. braungrau, bröckelig, verstürzt, reichlich hell ockerfarbene bis beige GAR-Reste
- 49,70 m Tonstein, grüngrau und grau, z.T. dunkel violettfleckig, mit dünnen Lagen aus Gipsstein (Marienglas), oben stückig zerbohrt
- 49,90 m Tonstein, grüngrau und grau, mit rotvioletten Lagen und Schlieren, dünne durchsichtige bis weißliche Marienglaslagen, z.T. lagig angeordnete rosa und weißliche Gipsknollen und –knoten bis 1 cm Ø, nach unten zunehmend weißlich graue Gipssteinlagen bis 2,5 cm
- 50,40 m Tonstein, grau und grünlich grau, wechsellagernd mit Gipsstein, weißlich grau bis grau, in Lagen bis max. 5 cm, vereinzelt dünne weißliche Fasergipslagen
- 50,43 m Gipsstein grau, mit mm-dünnen Lagen aus Tonstein, grau und grünlich grau
- 50,74 m Tonstein, grüngrau und rotbraun, mit zahlreichen, teils schrägstehenden dünnen weißlich grauen Gipssteinlagen, unten weißliche Gipsknoten bis ca. 0,75 cm Ø, dünne weißliche Fasergipslagen
- 50,78 m Gipsstein, weißlich grau
- 50,88 m Tonstein, grüngrau und rotbraun, mit zahlreichen, teils schrägstehenden dünnen weißlich grauen und rosa Gipssteinlagen, weißliche Gipsknoten bis ca. 0,75 cm Ø, dünne weißliche Fasergipslagen
- 50,91 m Gipsstein, weißlich grau, mit dunkel grüngrauen Tonsteinflasern
- 51,67 m Tonstein, dunkel grüngrau, unten mit dünnen weißlichen und rosa Gipssteinlagen, reichlich dünne Marienglaslagen, z.T. stückig zerfallend
- 52,14 m Tonstein, dunkelgrau, mit rosa und weißlichen Gipsknollen und -linsen bis ca 15 cm, reichlich mm- dünne, weißlichen Fasergipslagen,
  an Basis: Lage aus knolligem Gipsstein
- 52,54 m Tonstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit Gipsstein, weißlich grau bis grau, in teils welligen, 2-5 cm, max. 10 cm starken Lagen, in Tonsteinlagen rosa Gipsknollen bis 2 cm Ø , reichlich dünne, weißliche Fasergipslagen
- 52,85 m Gipsstein, grau, hart, unten mit dünnen dunkelgrauen Tonsteinlagen
- 53,70 m Kein Kern (Probe entnommen KIT Karlsruhe)
- 53,95 m Tonstein, grau, in der Mitte rötlich, nach unten zunehmend mit bis 5 cm starken, grauen Gipssteinlagen, bis 3 mm starke weißliche Fasergipslagen
- 54,00 m Kein Kern, Probe entnommen (Gipsstein)

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 54,40 m Tonstein, dunkelgrau, z.T. mit rotbraunen Schlieren, mit bis 2 cm starken, grauen und weißlich grauen Gipssteinlagen, in Tonsteinlagen weißliche und rosa Gipsknollen bis 2 cm Ø, reichlich mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 54,50 m Gipsstein, grau und weißlich grau, massig, oben und unten mit dünnen, graugrünen Tonsteinlagen
- 54,80 m Tonstein, dunkelgrau, mit bis 3 cm starken, unregelmäßigen grauen und weißlich grauen Gipssteinflasern und -lagen, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 55,00 m Tonstein, z.T. dolomitisch, dunkelgrau, wechsellagernd mit Gipsstein, weißlich grau bis grau, in cm-starken Lagen, einzelne dünne, weißliche Fasergipslagen
- 55,12 m Tonstein, dunkelgrau, einzelne dünne graue und weißlich graue Gipssteinlagen, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 55,20 m Gipsstein, grau und weißlich grau, mit dünnen, dunkelgrauen Tonsteinlagen, mm-dünne, teils steilstehende, weißliche Fasergipslagen
- 55,27 m Tonstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit Gipsstein, grau, in bis cm-starken Lagen, einzelne dünne, weißliche Fasergipslagen
- 55,20 m Gipsstein, grau und weißlich grau, mit bis 2 cm starken, dunkelgrauen Tonsteinlagen, mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
- 55,90 m Gipsstein, grau und weißlich grau, Schichtung wellig bis verwürgt, mit dünnen, dunkelgrauen Tonsteinlagen, mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
- 56,34 m Tonstein, dunkelgrau, mit dünnen grauen Gipssteinlagen, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
  bei 56,00 m: 5 cm starke Gipssteinlage
- 56,40 m Anhydritstein, grau, massig, hart
- 56,45 m Tonstein, dunkelgrau, mit dünnen grauen Anhydritsteinlagen, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 56,80 m Anhydritstein, grau, massig, hart, mit dünner dunkelgrauer Tonsteinzwischenlage, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 56,94 m Tonstein, dunkelgrau, mit grauen Anhydritflasern, weißliche und rosa Gipssteinknöllchen bis 1 cm Ø, mm-dünne Fasergipslagen
- 56,98 m Ton, schluffig, grüngrau (komplett zersetzter Tonstein), dünne Fasergipslagen
- 57,00 m Gipsstein, grau
- 57,30 m Tonstein, dunkelgrau bis dunkel grünlich grau, lagenweise Anhydritstein, grau, mm-dünne weißliche Fasergipslagen, steilstehende Klüftung
- 57,80 m Tonstein, dunkel grünlich grau bis dunkelgrau mit dunkel violetten Schlieren, lagenweise zersetzt zu Ton, schluffig, grau, unten mit weißlicher bis rosafarbener Gipssteinlage, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 58,02 m Tonstein, dunkel violett und dunkel grüngrau mit dünnen hellgrauen und grauen Anhydritsteinlagen, nach unten hin zunehmend mit lagig angeordneten hellgrauen Anhydritsteinknoten, einzelne dünne weißliche Fasergipslagen
- 58,10 m Anhydritstein, grau bis rötlich grau, oben und unten wenige dunkle Tonsteinlagen, untergeordnet kleine weißliche bis graue Gipsknoten

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 58,35 m Tonstein, dunkel grünlich grau bis dunkelgrau, in bis 2 cm starken Lagen zersetzt zu Ton, schluffig, grau, dünne weißlich graue bis graue Anhydritsteinlagen, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 58,65 m Tonstein, dunkelgrau, z.T. dunkel rotbraun, bis 7 cm große weißlich graue bis graue Anhydritknollen und –flasern, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 58,98 m Anhydritstein, grau, oben flaserig, in der Mitte mit einzelnen bis 2 mm starken weißlichen Gipssteinlagen, nach unten mit dünnen dunklen Tonsteinlagen
- 59,80 m Tonstein, dunkel grüngrau, in einzelnen, in bis 2 cm starken Lagen zersetzt zu Ton, schluffig, grau bis grünlich grau, mit dünnen grauen Anhydritsteinlagen, -Flasern und –Knollen bis 6 cm Ø, v.a. oben mit dünnen weißlichen Fasergipslagen
  von 59,33 m bis 59,45 m: lagenweise Anhydritstein, tonig, grau
- 59,86 m Tonstein, dunkelgrau, mit grauen Anhydritflasern, z.T. lagig angeordnet
- 60,03 m Anhydritstein, grau, v.a. oben tonflaserig, einzelne mm-dünne dunkelgraue Tonsteinlagen
- 60,09 m Tonstein, dunkelgrau, mit einzelnen dünnen grauen Anhydritsteinflasern und -lagen bis 0,5 cm Ø
- 60,12 m Anhydritstein, grau, massig, wellig bis unebene Schichtober- und Unterseite
- 60,17 m Tonstein, dunkelgrau bis dunkel violettgrau, mit weißlichen Gipsknollen bis 5 cm Ø, graue Anhydritsteinlinsen und-knollen, teilsweise vergipst
- 60,38 m Tonstein, dunkel grüngrau mit dunkel violetten Schlieren, einzelne weißliche bis durchsichtige mm-starke Fasergipslagen
- 60,78 m Tonstein, dunkel violettgrau bis dunkel rotbraun mit dunkelgrünen Schlieren und Lagen, in einzelnen, in bis 1,5 cm starken Lagen zersetzt zu Ton, grau bis violettgrau, kleine weißliche Gipslinsen und –knoten, dünnen hellgraue und graue Anhydritsteinlagen, einzelne dünne weißliche Fasergipslagen, in der Mitte Kern mit ca. 45° einfallender Klüftung
- 60,81 m Kein Kern, Probe entnommen (Anhydritstein, +/- Gips)
- 60,92 m Tonstein, dunkelgrau bis dunkel grüngrau, einzelne graue Anhydritflasern, wenige steilstehende, mm-dünne Fasergipslagen
- 61,00 m Tonstein, dunkelgrau bis dunkel grüngrau, zahlreiche weißliche feinkristalline Anhydritflasern und dünne Lagen, z.T. rosa bis orangefarbene Gipssteinflasern
- 61,21 m Anhydritstein, tonig, grau, mit dünnen dunkelgrauen Tonsteinflasern
- 61,25 m Tonstein, dunkelgrau grüngrau und dunkel violett, einzelne graue Anhydritflasern und -schlieren
- 61,30 m Anhydritstein, grau, massig
- 61,45 m Tonstein, dunkel grüngrau, einzelne bis 2 mm dünne graue Anhydritsteinlagen und -flasern
- 61,92 m Tonstein, dunkel grüngrau bis dunkelgrau, zahlreiche, teils wellige, weißliche und graue Anhydritsteinlagen, Anhydritflasern und –knollen, Anhydritsteinanteil ca. 25-30 %
- 62,00 m Anhydritstein, dolomitisch, grau, hart

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 62,34 m Tonstein, dunkel grüngrau bis grüngrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, weißlich und grau, in bis 1 cm starken Lagen, in der Mitte wellig, nach unten Anhydritsteinanteil abnehmend, insgesamt Anhydritsteinanteil ca. 40%
- 62,38 m Anhydritstein, weißlich grau bis grau, knollig bis knotig, mit einzelnen weißen Gipsknoten, an Basis: 0,5 cm-starke dunkelgraue Tonsteinlage
- 62,50 m Tonstein, rotbraun, zahlreiche weißliche und graue, knollige bis knotige Anhydritsteinlagen, sowie kleinen, lagig angeordneten Anhydritkoten, am Top: 1 cm starke, knollige, tonflaserige Anhydritsteinlage
- 62,53 m Kein Kern, Probe entnommen (Anhydritstein)
- 62,58 m Tonstein, rotbraun, weißliche und hellgraue Anhydritflasern bis 1,5 cm
- 64,18 m Tonstein, dunkel grüngrau, z.T. mit rotbraunen Schlieren, Flecken und Lagen, in einzelnen cm-starken Lagen zersetzt zu Ton, schluffig, violettgrau, einzelne, bis 1 cm starke Lagen aus knolligem weißlich grauem Anhydritstein, zwischen 62,58 m und 63,00 m: lagig angeordnete weißliche Anhydritknöllchen, darunter zwischen 63,00 m und 63,60 m: mit weißlichen Anhydritknollen bis 5 cm Ø, bis ca. 63,00 m: mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
- 64,37 m Tonstein, dunkel grüngrau, unten mit rotbraunen Schlieren, weißlich graue Anhydritflasern und -knollen bis 5 cm Ø, mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
- 64,56 m Tonstein, rotbraun, nach unten mit grüngrauen Schlieren, oben mit lagig angeordneten weißlich grauen Anhydritknöllchen, darunter mehrere bis 1,5 cm starke Lagen aus grauem Anhydritstein
- 64,85 m Tonstein, rotbraun mit grüngrauen Schlieren, mit weißlich grauen Anhydritknollen und weißlichen Gipsknollen bis 3 cm Ø, durchgehende, senkrechte Kluft mit weißlichem Fasergipsbelag
- 65,32 m Tonstein, grüngrau, mit lagig angeordneten weißlich grauen, +/- dolomitischen Anhydritflasern und -knollen bis 3 cm Ø, +/-Gipsknollen
- 65,57 m Tonstein, dunkel grüngrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, z.T. dolomititsch, grau, z.T. flaserig, v.a. unten lagig angeordnete weißlich graue Anhydritflasern bis 5 cm, durchgehende senkrechte Kluft, mit weißlichem Fasergips gefüllt, Kluftfüllung z.T. mit Seitenversätzen auf Schichtflächen
- 65,79 m Tonstein, dunkel grüngrau mit dunkel violetten Schlieren, in der Mitte weißlich graue, +/- dolomitische Anhydritflasern bis 5 cm, steilstehende Klüftung, mit weißlichem Fasergips gefüllt
- 65,84 m Anhydritstein, grau, v.a. oben knollig bis knotige, +/- bis 0,5 cm große weißlich graue Gipsknoten, an Basis mit mm-dünnen dunkelgrauen Tonsteinlagen
- 66,00 m Tonstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, grau, in bis 2 cm starken Lagen, lagig angeordnete weißlich graue Anhydrit- und Gipsknöllchen und –flasern, steilstehende Klüftung, mit weißlichem Fasergips gefüllt
- 66,29 m Anhydritstein, grau und hellgrau, in Lagen bis 2 cm, teils auch flaserig und knollig, im engen Wechsel mit Tonstein, dunkelgrau, steilstehende Klüftung, mit weißlichem Fasergips gefüllt
- 66,38 m Anhydritstein, grau und hellgrau, wellig bis flaserig geschichtet, mit mm-dünnen dunkelgrauen Tonsteinflasern

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 66,85 m Tonstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, z.T. dolomitisch, grau, und Gipsstein, hellgrau und grau, in bis 2 cm starken Lagen, +/-lagig angeordnete weißlich graue Anhydrit- und Gipsknöllchen und –flasern
- 66,97 m Gipsstein, grau und hellgrau, flaserig
- 67,00 m Tonstein, dunkelgrau, mit grauen Anhydritflasern
- 67,14 m Gipsstein, grau und hellgrau, flaserig, nach unten mit dunkelgrauen Tonsteinflasern
- 67,44 m Tonstein, dunkelgrau, mit zahlreichen grauen, z.T. dolomitischen Anhydritflasern bis 7 cm, v.a. oben und unten mit lagig angeordneten, mm-kleinen, weißlich grauen Anhydritknöllchen, steilstehende Klüftung, mit weißlichem Fasergips gefüllt
- 67,68 m Tonstein, dunkelgrau, mit zahlreichen, meist lagig angeordneten, bis 0,5 cm großen weißlich grauen Anhydritknöllchen und -flasern, Anhydritanteil nach unten hin bis 50 % zunehmend
- 67,76 m Tonstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, grau, in bis 1,5 cm starken Lagen, Anhydritanteil ca. 45 %
- 67,82 m Tonstein, dunkelgrau, mit zahlreichen, meist lagig angeordneten bis 0,5 cm großen weißlich grauen Anhydritknöllchen und –flasern
- 68,05 m Tonstein, dunkelgrau, mit zahlreichen bis 3 mm großen weißlich grauen Anhydritknöllchen und –flasern und mm-dünnen, weißlich grauen Anhydritlagen, unten mehrere bis cm starke flaserige Anhydritsteinlagen
- 68,14 m Anhydritstein, grau und hellgrau, wechsellagernd mit Tonstein, dunkelgrau, in ca. 1 cm starken Lagen, oben ca. 2 cm starke, weißliche Fasergipslage
- 68,42 m Tonstein, dunkelgrau bis dunkel grüngrau , steilstehende Klüftung, mit weißlichem Fasergips gefüllt
- 68,48 m Tonstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, grau, in cm- starken Lagen, +/-lagig angeordnete weißlich graue Anhydritflasern, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 68,84 m Anhydritstein, grau und rötlich grau, oben und unten mit dünnen, dunkelgrauen Tonsteinlagen,
  von 68,64 m bis 64,66 m: steil stehende dunkelgraue Tonsteinlage
- 68,99 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, wechsellagernd mit Tonstein, dunkelgrau, wellig bis flaserig, bis 3 mm dünne weißliche Fasergipslagen
- 69,30 m Tonstein, dunkel grüngrau mit rotbraunen Schlieren, graue Anhydritknollen und –flasern bis 5 cm, steilstehende Klüftung, mit weißlichem Fasergips gefüllt
- 69,34 m Anhydritstein, grau, mit einzelnen dünnen, dunkelgrauen Tonsteinflasern
- 69,67 m Tonstein, dunkel grüngrau mit rotbraunen Flasern und Schlieren, oben mit zahlreichen grauen Anhydritknollen bis 5 cm Ø, nach unten mit meist lagig angeordneten, weißlich grauen Anhydritknöllchen und –flasern und einzelnen, mm-dünnen, weißlich grauen Anhydritlagen, einzelne steilstehende, mm-dünne weißliche Fasergipse
- 69,83 m Anhydritstein, grau, z.T. hellgrau, massig
- 69,90 m Anhydritstein, +/- dolomitisch, weißlich grau, wechsellagernd mit Tonstein, dunkelgrau, stark wellig

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 70,02 m Tonstein, dunkelgrau, mit bis 5 cm starken grauen Anhydritsteinlagen und lagig angeordneten, weißlich grauen Anhydritknöllchen
- 71,06 m Tonstein, dunkelgrau, mit Nestern aus Anhydritknöllchen, grau und Gipsknöllchen, weißlich grau
  einzelne Anhydrit- bzw Gipssteinlagen bei:
  70,09 m bis 70,11 m : Anhydritstein, weißlich grau, knollig bis flaserig
  70,16 m bis 70,18 m: Anhydritflasern, grau
  70,34 m bis 70,42 m: Anhydritstein, grau
  70,54 m bis 70,56 m. Gipsstein, weißlich grau
  70,74 m bis 70,76 m: Gipsstein, weißlich, knollig und Anhydritstein, grau
  70,84 m bis 70,86 m: Anhydritstein, weißlich grau, flaserig
  70,96 m bis 70,98 m: Anhydritstein, weißlich grau, flaserig
  71,00 m bis 71,01 m: Anhydritstein, grau
- 71,42 m Tonstein, dunkel grüngrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, grau, z.T weißlich grau, teils flaserig und knollig, teils eben geschichtet in bis 5 cm-starken Lagen, Anhydritanteil: ca. 40%
- 71,43 m Anhydritstein, grau
- 71,46 m Fasergips, weißlich bis durchsichtig (Probe)
- 71,53 m Tonstein, dunkel grüngrau, einzelne mm-dünne Fasergipslagen
- 71,45 m Anhydritstein, grau, flaserig, mit dünnen dunkelgrauen Tonsteinflasern
- 72,18 m Tonstein, dunkel grüngrau, einzelne mm-dünne Fasergipslagen, im unteren Drittel bis 10 cm große weißlich graue Anhydritknollen
  72,12 m bis 72,14 m: Anhydritstein, grau, wellig geschichtet
- 72,30 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, flaserig geschichtet
- 72,44 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit rotbraunen Lagen und Schlieren, lagig angeordnete, kleine weißlich graue Anhydritknöllchen und –flasern
- 73,50 m Tonstein, rotbraun bis violett, unten einzelne graugrüne Lagen, weißlich graue Anhydritflasern und –knollen meist bis 5 cm bis max. 10 cm Ø, einzelne steilstehende Klüfte mit weißlichen Fasergipsbelägen, oben Kern in Scheiben
- 73,75 m Tonstein, rotbraun bis violett, wechsellagernd mit Anhydritstein, weißlich grau, z.T. knollig bis flaserig, in bis 1,5 cm starken Lagen, mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
- 74,10 m Tonstein, z.T. dolomitisch, dunkelgrau bis dunkel grünlich grau, mit bis max. 2 cm starken Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau, z.T. knollig bis flaserig, unten mit weißlich graue Anhydritflasern bis 10 cm Länge
- 74,34 m Tonstein, dunkel grüngrau mit dunkelvioletten Schlieren, lagenweise Tonstein, dolomitisch, grau bis grünlich grau, mit cm-starken Lagen aus Anhydritstein, grau, z.T. flaserig, bis 1 cm starke, helle Faseranhydritlagen
- 74,59 m Tonstein, dunkelviolett, z.T. geklüftet, wenige mm-dünne weißliche Faseranhydritlagen, oben graue bis weißliche Anhydritlinse mit ca. 5 cm Ø
- 74,96 m Anhydritstein, grau bis weißlich grau, dünnlagig, mit grauen Dolomitsteinlagen und dünnen Tonsteinlagen, dunkelgrau, z.T. rotviolett
- 75,30 m Tonstein, violett bis rotbraun mit graugrünen Schlieren, steilstehende Klüftung mit weißlichem Fasergips besetzt, +/- mm-dünne weißliche Fasergipslagen

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 75,56 m Tonstein, graugrün bis dunkel graugrün, mm-dünne weißliche Fasergipslagen, Kern z.T. stückig zerlegt
- 75,71 m Anhydritstein, hellgrau bis weißlich grau, mit mm-dünnen grauen und grüngrauen Tonsteinlagen und -flasern
- 76,82 m Tonstein, dunkelviolett bis rotbraun und dunkel graugrün marmoriert, dunkelgraue Lagen, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 76,92 m Tonstein, dunkel grüngrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, grau und weißlich grau, in flaserigen bis knolligen Lagen, Anhydritlinsen und –flasern bis 3 cm Ø
- 76,96 m Kein Kern, Probe entnommen: Tonstein, dolomitisch?
- 77,09 m Anhydritstein, weißlich grau bis hellgrau, lagig, mit bis 3 mm starken dunkelgrauen und grüngrauen Tonsteinlagen und -flasern
- 77,22 m Tonstein, dunkel grüngrau und dunkelviolett marmoriert
- 77,25 m Anhydritstein, weißlich grau bis hellgrau, knollig, mit wenigen dünnen, dunkelgrauen Tonsteinflasern
- 77,29 m Tonstein, dunkel grüngrau und dunkelviolett marmoriert
- 77,47 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, flaserig bis knollig, wechsellagernd mit Tonstein, dunkel grüngrau und dunkelviolett, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 78,00 m Tonstein, z.T. dololmitisch, dunkel grünlich grau, z.T. feiner Fasergips auf Schichtflächen, bis cm-starke graue Dolomitstein- und Anhydritsteinlagen, zahlreiche mm-dünne weißliche Fasergipslagen, Kern unten stückig zerlegt
- 78,44 m Anhydritstein, grau und hellgrau, z.T. lagig, z.T. flaserig und knollig, wechsellagernd mit Tonstein, dunkel grüngrau, in Lagen bis 2 cm, teils steilstehend, mm-dünne weißliche Fasergipslagen,
  Anhydritanteil: ca. 60 %
- 78,96 m Tonstein, dunkel grünlich grau, v.a. im unteren Drittel mit bis 1,5 cm starken Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau, mm-dünne weißliche Fasergipslagen, 78,65 m bis 78,67 m: lagig angeordnete weißliche Anhydritknollen und -– flasern bis 3 cm Ø

Weinsberg-Horizont

- 79,63 m Tonstein, dunkel grüngrau, z.T. mit dunkelvioletten Schlieren, einzelne bis 1 cm starke Lagen aus Dolomitstein, grau und Anhydritstein, grau und weißlich grau, knollig und flaserig, reichlich mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 79,69 m Kein Kern, Probe entnommen: Dolomitstein, tonig (?)
- 80,10 m Tonstein, dunkel grünlich grau, mit bis 1,5 cm starken Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau, mm-dünne weißliche Fasergipslagen, weißliche Anhydritknollen bis mehrere cm Ø
- 80,34 m Tonstein, grünlich grau, z.T. bröckelig, teils zu Ton, schluffig, zersetzt, mit reichlich hellgrauen und weißlich grauen Anhydritknöllchen, stein, zahlreiche m-dünne weißliche Fasergipslagen, Kern stückig bis kleinstückig zerfallend
- 80,97 m Tonstein, dunkel grünlich grau, mit bis 1,5 cm starken Lagen aus Anhydritstein und Gipsstein, weißlich grau, einzelne mm-dünne Lagen aus weißlichem Fasergips

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 81,01 m Dolomitstein, anhydritisch bis Anhydritstein, grau bis grünlich grau
- 81,38 m Tonstein, dunkel grünlich grau, lagig
- 81,44 m Kein Kern, Probe entnommen: Dolomitstein, tonig (?)
- 81,70 m Tonstein, dunkel grünlich grau, lagig
- 82,10 m Tonstein und Tonstein, dolomitisch, dunkel grüngrau mit dunkelvioletten und rotbraunen Flecken und Schlieren

Dunkelrote Mergel

- 82,50 m Tonstein, z.T. dolomitisch, rotbraun bis rotviolett mit grüngrauen Flecken und Schlieren
- 82,54 m Kein Kern, Probe entnommen: Tonstein, dolomitisch?
- 84,85 m Tonstein, rotbraun bis rotviolett, z.T. grüngraue Flecken und Schlieren, einzelne Lagen aus kleinen Gipsknöllchen (bis 0,5 cm Ø), z.T. Spiegelharnische, steilstehende bis senkrechte Klüfte, mit weißlichem Fasergips besetzt, in unteren 50 cm Klüftung mit Versätzen
- 84,95 m Gipsstein, weißlich grau, knollig
- 85,02 m Tonstein, grüngrau mit rotvioletten Lagen und Schlieren
- 85,70 m Tonstein, rotviolett bis rotbraun, einzelne graue Flecken und Schlieren, einzelne bis 1,5 cm starke Lagen aus kleinen grauen bis rosagrauen Anhydritknöllchen, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 86,15 m Tonstein, dunkel grüngrau und dunkel violett marmoriert, einzelne steilstehende mm-dünne Klüfte, mit weißliche Fasergips besetzt, Kern oben stückig zerlegt
- 86,30 m Tonstein, dunkel violett, rotbraun und graugrün marmoriert
- 86,50 m Tonstein, dunkel grüngrau und dunkel violett marmoriert, v.a. oben reichlich weißlich graue bis graue Anhydritknöllchen- und flasern bis 10 cm
- 86,85 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, obere 5 cm lagig, darunter knollig, oben mit dünnen Lagen und Flasern aus Tonstein, violett und grüngrau, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 87,95 m Tonstein, z.T. dolomitisch, rotbraun bis dunkel violett, z.T. mit dunkel grüngrauen Schlieren, einzelne Horizonte mit bis 7 cm großen Knollen und Linsen aus Anhydritstein, weißlich grau und grau, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen, Kern unten z.T. stückig
- 86,85 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, mit dünnen Lagen und Flasern aus Tonstein, dunkel violett und grüngrau, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen,
  88,60 m bis 88,65 m: Tonstein, rotbraun bis dunkel violett mit Anhydritlagen und -flasern
- 89,10 m Tonstein, dunkel violett und rotbraun, z.T. mit dunkel grüngrauen Flecken und Schlieren, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 89,48 m Anhydritstein, weißlich grau und hellgrau, z.T. lagig angeordnete weißliche Gipsknollen, mit zahlreichen, meist mm-dünnen Lagen und Flasern aus Tonstein, dunkel grüngrau

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 89,73 m Tonstein, grüngrau und rotbraun marmoriert, nach unten v.a. rotbraun und dunkelviolett
- 89,90 m Anhydritstein, weißlich grau und hellgrau, lagig, Lagen z.T. randlich übergehend in Gipsstein, graurosa, wechsellagernd mit Tonstein, dunkel violett und rotbraun, in Lagen bis 0,5 cm, einzelne weißliche Gipsknöllchen
- 90,50 m Tonstein, rotbraun bis dunkel violett, z.T. mit grüngrauen Flecken und Schlieren, in oberen 30 cm reichlich Anhydritknollen, weißlich grau bis grau, z.T. randlich vergipst (meist 0,5 cm, bis max. 7 cm Ø)
  ab 90,20 m: einzelnen Horizonte mit bis 1,5 cm großen Knollen und Linsen aus Anhydritstein, in unteren 50 cm: steilstehende, mm-dünne Klüfte mit weißlichen Fasergipsbelägen, Kern unten z.T. stückig
- 90,84 m Tonstein, dunkel violett, rotbraun und dunkel grüngrau marmoriert, nach unten hin zunehmend grüngraue Lagen, mit bis 1,5 cm starken Anhydritsteinlagen, z.T. randlich vergipst, oben einzelne Anhydritknollen, weißlich grau bis grau (bis 3 cm Ø)
- 91,30 m Anhydritstein, weißlich grau bis hellgrau, feinlagig, in oberen 8 cm knollig, dort z.T. übergehend in weißliche Gipsknollen, mit zahlreichen dünnen Lagen aus Tonstein und Tonstein, dolomitisch, dunkel violett und dunkel grüngrau, in unteren 15 cm weißliche Gipsknöllchen (bis max. 2 cm Ø)
- 91,50 m Tonstein, dunkel violett und rotbraun, lagenweise grüngrau, wechsellagernd mit bis 1 cm starken weißlich grauen und grauen Anhydritsteinlagen, z.T. randlich vergipst, oben Lagen aus Anhydritknollen
- 91,65 m Tonstein, dunkel rotbraun und dunkel grüngrau marmoriert
- 91,93 m Tonstein, dunkel violett und rotbraun, in Wechsel mit Lagen aus weißlich grauen und grauen Anhydritknollen und –flasern,
  Anhydritanteil: ca. 40 %
- 92,00 m Tonstein, rotbraun, z.T. grüngraue Flecken, mit dünnen weißlichen Gipsbelägen und lagig angeordneten, mm-kleinen Gipsknöllchen
- 92,43 m Tonstein, rotbraun bis rotviolett, einzelne grüngraue Flecken und Schlieren, von 92,06 m bis 92,25 m: mit zahlreichen weißlich grauen und grauen Anhydritknöllchen und –knollen (bis max.4 cm Ø),
  einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 93,00 m Tonstein, dunkel violett, z.T. grüne Flecken, wechsellagernd mit Anhydritstein, weißlich grau und hellgrau in Lagen bis max. 5 cm,
  bei 92,55 m: Lage aus weißlich grauen Anhydritknollen (bis max.3 cm Ø),
  bei 92,90 m: Lage aus weißlich grauen Anhydritknollen (bis max.8 cm Ø),
  Anhydritanteil: ca. 40 %
- 93,95 m Tonstein, rotbraun und dunkel violett, einzelne grüngraue Flecken und Schlieren, vereinzelt mit lagig angeordneten, bis 3 mm großen Anhydritknöllchen, einzelne steil- bis senkrechtstehende, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 94,35 m Tonstein, dunkel violett und rotbraun, z.T. graugrüne Flecken, mit zahlreichen mm-dünnen Anhydritflasern und Schlieren, graurosa, oben mit bis 3 mm großen weißlichgrauen Anhydritknöllchen, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 95,00 m Tonstein, rotbraun bis dunkel violett, nach unten hin zunehmend mit grüngrauen Lagen, wechsellagernd mit Anhydritstein, weißlich grau und

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

hellgrau, in Lagen bis max. 1 cm (meist ca. 2 mm), vereinzelt Lagen aus weißlich grauen Gipsknöllchen (bis 2 mm Ø),
+/- steilstehende bis senkrechte Klüftung, mit Fasergips besetzte Klüfte bis 5 cm Länge, unten auch mm-dünne, ebene Fasergipslagen

- 95,40 m Tonstein, graugrün, lagenweise dunkel violett, z.T. Flecken, wechsellagernd mit zahlreichen dünnen weißlich grauen Anhydritsteinlagen,
95,00 m bis 95,25 m: senkrechte Kluft mit weißlichem Fasergipsbelag, unten mit zahlreichen Fiederklüften
- 96,14 m Anhydritstein, grau bis weißlich grau, feinlagig, oben z.T. flaserig geschichtet, mit zahlreichen dünnen (bis max. 1,5 cm starken) Lagen aus Tonstein, dunkel violett, z.T. mit grüngrauen Flecken
- 96,24 m Tonstein, dunkel violett, +/- grüngraue Flecken

Bochingen-Horizont

- 97,03 m Tonstein, dunkel grüngrau, z.T. mit dunkel violetten Flecken und Schlieren, einzelne, bis max. 0,5 cm starke Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau, im unteren Drittel Kern stückig
- 97,22 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, dünnlagig, mit einzelnen mm-dünnen dunkelgrauen Tonsteinlagen
- 97,28 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit bis 0,5 cm starken, wellig bis flaserigen Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau
Anhydritanteil: ca. 30 %
- 97,80 m Tonstein, grüngrau, unten stückig
- 97,97 m Tonstein, grüngrau bis dunkel grüngrau, wechsellagernd mit dünnen Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau und untergeordnet Tonstein, dolomitisch, hellgrau, oben Schichtung schrägstehend und wellig verbogen, +/- senkrechte bis steile Klüftung mit weißlichem Fasergipsbelag
- 98,20 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit Lagen und Flasern aus Tonstein, dolomitisch, hellgrau
- 98,83 m Tonstein, dunkel grüngrau, nach unten hin mit dunkel violetten Flecken und Schlieren, im unteren Drittel mit mm-dünnen Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau bis hellgrau,
98,20 m bis 98,50 m: senkrechte, bis 5 cm breite Kluft mit grauem bis weißlichem Fasergipsbelag
- 99,06 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit bis 2 cm starken Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau bis grau
Anhydritanteil: ca. 20 %
- 99,38 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, hart, mit einzelnen bis max. 2 cm-starken dunkelgrauen Tonsteinlagen
- 100,03 m Tonstein, dunkel grüngrau und graugrün, lagenweise mit dunkel violetten Schlieren, einzelne mm-dünne Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau bis hellgrau, mm-dünne Lagen aus weißlichem Fasergips,
in unteren 20 cm Kern stückig zerlegt
- 100,40 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, knollig, wechsellagernd mit Flasern und Lagen aus Tonstein, dunkel grüngrau, einzelne steilstehende mm-dünne Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 100,75 m Tonstein, grüngrau, ebene mm-dünne Lagen aus weißlichem Fasergips, z.T. steilstehende, bis 3 mm-dünne Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag

Grundgipsschichten

- 100,90 m Tonstein, dunkel violett, z.T. graugrüne Flecken und Schlieren, mit einzelnen grauen Anhydritknollen bis 5 cm Ø (**Rote Grundgipsletten**)

Plattengips (der Grundgipsschichten)

- 101,26 m Tonstein, dunkel violett, z.T. graugrüne Lagen, mit bis 2 cm starken Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau bis grau, z.T. randlich vergipst
  Anhydritanteil: ca. 25%
- 101,45 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, wechsellagernd mit Tonstein, dunkel violett und grüngrau, senkrechte Klüftung, mit Fasergips besetzte mm-dünne Klüfte bis 5 cm Länge
  Anhydritanteil: ca. 65%
- 101,70 m Tonstein, dunkel grüngrau und violett im Wechsel, einzelne bis 0,5 cm starke Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau bis grau
- 101,98 m Tonstein, dunkel violett, z.T. graugrüne Schlieren,
  senkrechte, bis 2 cm breite Kluft mit weißlichem Fasergipsbelag
- 102,20 m Tonstein, dunkel grüngrau, mm-dünne senkrechte Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag, einzelne mm-dünne Lagen aus Anhydritstein, grau
- 102,35 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, im engen Wechsel mit Tonstein, dunkel grüngrau, z.T. dunkel violett, in Lagen bis 0,5 cm
- 102,40 m Tonstein, dunkel grüngrau, mm-dünne senkrechte Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag, einzelne mm-dünne Lagen aus Anhydritstein, grau
- 102,67 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, mit mm-dünnen dunkel grüngrauen Tonsteinflasern und welligen Lagen
- 102,81 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, wechsellagernd mit Tonstein, dunkel grüngrau, in Lagen bis 2,5 cm
  Anhydritanteil: ca. 70%
- 103,27 m Tonstein, dunkel grüngrau, mm-dünne senkrechte Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag, einzelne mm-dünne Lagen aus Anhydritstein, grau
- 103,67 m Tonstein, dunkel violett und grüngrau im Wechsel, mit bis 2,5 cm starken, z.T. welligen Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau
  Anhydritanteil: ca. 25%
- 104,05 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, z.T. Schichtung wellig verbogen, einzelne bis 4 mm dünne Lagen aus Tonstein, dunkel violett und grüngrau
- 104,20 m Tonstein, dunkel violett und grüngrau im Wechsel, mit bis 1 cm starken Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau, z. T. mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
- 104,34 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, z.T. Schichtung wellig verbogen, einzelne bis 4 mm dünne Lagen aus Tonstein, dunkel violett und grüngrau

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 104,80 m Tonstein, dunkel violett und grüngrau im Wechsel, mit bis 1 cm starken Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau, senkrechte mit Fasergips besetzte mm-dünne Klüfte bis 5 cm Länge
- 104,90 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, einzelne bis 4 mm dünne Lagen aus Tonstein, dunkel violett und grüngrau
- 105,65 m Tonstein, dunkel violett und grüngrau im Wechsel, mit bis 1 cm starken Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau, z. T. mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
  Anhydritanteil: ca. 40%
- 105,95 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, z.T. flaserig geschichtet, wechsellagernd mit bis 2 cm starken Flasern und Lagen aus Tonstein, dunkel violett und grüngrau
  Anhydritanteil: ca. 60%
- 106,20 m Wechsellagerung aus Tonstein, dunkel grüngrau und Anhydritstein, grau bis weißlich grau, in Lagen bis 0,5 cm
  Anhydritanteil: ca. 45%
- 106,70 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, z.T. wellig geschichtet, mit mm-dünnen Lagen aus Tonstein, dunkel grüngrau,
  einzelne senkrechte, bis 3 cm breite und 5 cm lange Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag
- 106,75 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit mm-dünnen Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau
- 106,85 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, z. T. wellig geschichtet, mit mm-dünnen Lagen aus Tonstein, dunkel grüngrau
- 106,88 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit mm-dünnen Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau
- 107,83 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, z. T. wellig geschichtet, mit mm-dünnen Lagen aus Tonstein, dunkel grüngrau
- 107,95 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit mm-dünnen Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau
- 108,00 m Anhydritstein, grau, dünnlagig, z. T. wellig geschichtet, mit mm-dünnen Lagen aus Tonstein, dunkel grüngrau
- 109,00 m Anhydritstein, grau, in engen Wechsel mit Tonstein, dunkel grüngrau, in Lagen bis 1,5 cm,
  steilstehende bis senkrechte, bis 3 mm- dünne Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag
  Anhydritanteil: ca. 65%
- 109,49 m Anhydritstein, etwas vergipst, grau, dünnschichtig mit mm-starken Tonsteinlagen (Plattengips), cm-starke Tonsteinlagen bei 109,26 m bis 109,39 m, 109,34 m bis 109,35 m und 109,47 m bis 109,49 m
- 110,01 m Anhydritstein, etwas vergipst, grau, dünnschichtig mit mm-starken Tonsteinlagen (Plattengips), mm-starke Sulfatlagen mit gröberer Körnung
- 110,10 m Tonstein, feinschichtig, grüngrau, teilweise bräunlich, mit cm-starker Gipslage

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 110,25 m Anhydritstein, etwas vergipst, grau, dünnschichtig mit mm-starken Tonsteinlagen (Plattengips), cm-starke Tonsteinlage bei 110,24 m bis 110,25 m

Felsengips (der Grundgipsschichten)

- 110,65 m Anhydritstein, dolomitisch, uneben dünnschichtig, etwas vergipst, grau (Felsengips), mit dunklen Gipsporphyroblasten
- 110,73 m Anhydritstein, dolomitisch, uneben dünnschichtig, etwas vergipst, grau (Felsengips), einzelne Feinschichten mit Dolomitsand (Intraklasten), mit dunklen Gipsporphyroblasten und etwas Fasergips
- 110,95 m Dolomitstein, lutitisch, feinschichtig, grau, oben mit Drucklösungssuturen, Fasergips in Schichtfläche
- 111,62 m Anhydritstein, dolomitisch, uneben dünnschichtig, etwas vergipst, grau (Felsengips), bei 111,12 m kleine Zeltstrukturen
- 111,90 m Dolomitgipsit, anhydritisch, mittelarenitisch mit dolomitischen Intraklasten und Ooiden, einzelne kleine Muschelschalen, Basis uneben-erosiv
- 112,77 m Dolomitstein, tonig, grau, unten feinschichtig, 112,00 m bis 112,30 m: mm-große Anhydrit- und Gipsknoten, 112,30 m bis 112,45 m und 112,54 m bis 112,58 m Drucklösungssuturen mit schwarzen tonig-schluffigen Belägen und z.T. Harnischen
- 114,30 m Anhydritstein, dolomitisch, uneben dünnschichtig, etwas vergipst, grau (Felsengips)
- 115,04 m Gipsstein, etwas anhydritisch, grau bis hellgrau, undeutliche Schichtung

Unterkeuper

Erfurt-Formation (Lettenkeuper)

Grenzdolomit

- 115,07 m Dolomitgipsit, anhydritisch, mittelarenitisch mit dolomitischen Intraklasten
- 115,17 m Gipsstein, etwas anhydritisch, grau bis hellgrau, undeutliche Schichtung
- 115,25 m Dolomitgipsit, anhydritisch, grobarenitisch mit dolomitischen Intraklasten

Grüne Mergel

- 116,97 m Tonstein, dolomitisch, grüngrau, undeutlich geschichtet, mit Gipsstein-Knollen, grau bis hellgrau
- 118,09 m Tonmergelstein, stark dolomitisch, grüngrau, geschichtet, bei 117,75 m Trockenrisse, bei 117,85 m Fischschuppe
- 118,10 m Bonebed, dunkelbraungrau
- 118,40 m Dolomitmergelstein, grüngrau, bei 118,15 m ? Wurzelspuren, bei 118,37 m dünne Bonebedlagen

Böhringen-Sulfat

- 118,60 m Gipsstein, grau

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

Oberer Linguladolomit

- 119,00 m Dolomitstein, mergelig, dünnbankig, grau , im Wechsel mit Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, an der Basis mm-starkes Bonebed auf unebener Fläche
- 119,90 m Dolomitstein, mergelig, dünnbankig, grau , im Wechsel mit Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, bei 119,65 m: *Lingula*-Bruchschill.
- 120,35 m Dolomitmergelstein, dunkelgrau, bei 119,92 m: *Lingula*-Schalen

Unterer Linguladolomit (mit Äqu. des Lingulasandsteins)

- 121,65 m Dolomitstein, tonig, feinkörnig, 121,30 m bis 121,50 m knollig

Obere Graue Mergel

- 122,30 m Tonstein, dolomitisch, dunkelgrau, oben pedogene Harnische, unten Wurzelspuren, bei 122,17 m Haifischzahn, etwas Sekundärgips in Schichtflächen

Anoplophoradolomite

- 123,00 m Dolomitstein, tonig, feinkörnig, grau, bei 122,77 m Muscheln
- 123,60 m Dolomitstein, tonig, feinkörnig, grau

Untere Graue Mergel

- 124,10 m Dolomitmergelstein, schluffig, untere 10 cm feinsandig, tonig, dunkelgrau
- 124,58 m Tonstein, dolomitisch, dünnschichtig, dunkelgrau, bei 124,18 m und 124,56 m Conchostraken, bei 124,35 m: *Unionites*

Anthrakonitbank

- 125,45 m Dolomitstein, feinkörnig, grau

Sandige Pflanzenschiefer

- 125,60 m Pechbraunkohle, schluffig, tonig (Lettenkohle), schwarz.
- 125,84 m Schluffstein, dolomitisch, bei 125,64 m: *Unionites*-Pflaster, nach unten zunehmender Feinsandgehalt
- 126,07 m Feinsandstein, schluffig, dolomitisch, dunkelgrau, nach oben Übergang in Schluffstein, feinsandig
- 125,84 m Schluffstein, dolomitisch, bei 125,64 m: *Unionites*-Pflaster, nach unten zunehmender Feinsandgehalt
- 126,07 m Feinsandstein, schluffig, dolomitisch, dunkelgrau, nach oben Übergang in Schluffstein, feinsandig
- 126,39 m Schluffstein, tonig, dunkelgrau, mit grauen und dunkelgrauen Feinsandsteinlagen und –flasern bis 1 cm

Estherienton

- 127,90 m Schluffstein, tonig, dunkelgrau
- 127,91 m Dolomitstein, sparitisch, grau, flaserig
- 131,00 m Schluffstein, tonig, dunkelgrau,
  bei 128,74 m: Linse aus Dolomitstein, grau, ca. 15 cm lang und 4 cm dick

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 131,66 m Tonstein, schluffig, dunkelgrau, massig,
  130,36 m bis 130,45 m: mit bis 0,5 cm-starken, flaserigen Lagen aus Dolomitstein, grau

  Basisschichten

  Untere Dolomite und Dolomitische Mergelschiefer

- 131,74 m Dolomitstein, tonig, grau bis dunkelgrau, mit hellgrauen cm-großen Intraklasten aus Kalkstein, dolomitisch
- 131,81 m Kalkstein, sparitisch, feinsandig, grau, mit braungrauen Intraklasten aus Kalkstein, dolomitisch bis 0,5 cm Ø, einzelne mm-kleine abgerollte schwärzliche Wirbeltierreste (Bonebed)
- 131,82 m Dolomitstein, tonig, grau bis dunkelgrau, mit hellgrauen Intraklasten aus Kalkstein, dolomitisch, bis 0,5 cm Ø
- 131,89 m Tonstein, schluffig, dunkelgrau, feinschichtig, nach unten übergehend in Tonstein, dolomitisch
- 132,25 m Dolomitstein, feinsparitisch, grau, z.T. Kalkstein, dolomitisch, grau
- 132,55 m Tonstein, dolomitsch, grau bis dunkelgrau, untere 10 cm stückig bis kleinstückig, z.T. tonig zersetzt
- 132,83 m Dolomitstein, feinkörnig, grau bis gelblich grau, feinlagig bis laminitisch
- 133,08 m Tonstein, dolomitisch, dunkelgrau

  Blaubank

- 133,63 m Dolomitstein, feinsparitisch, grau, senkrechte, mm-dünne Klüftung mit weißlichem Kalkspatbesatz,**)**
  133,50 m: schräger Stylolithenzug,
  untere 20 cm: mit Flasern aus Tonstein, schluffig

  Vitriolschiefer

- 133,77 m Tonstein, schluffig, dunkelgrau
- 133,81 m Dolomitstein, sparitisch, grau

  Grenzbonebed (?)

- 133,89 m Schlufftonstein, feinsandig, grau bis dunkelgrau, bröckelig, tonig zersetzt

  Muschelkalk

  Oberer Muschelkalk

  Rottweil-Formation

  Trigonodusdolomit

- 134,80 m Dolomitstein, sparitisch, gelblich grau bis ockergrau, z.T. zellig mit Lösungshohlräumen bis 1cm Ø
- 136,30 m Dolomitstein, feinkörnig, gelblich grau bis ockergrau, dicht, Kern z.T. entlang steilstehender Klüfte zerlegt, sonst Kernstücke bis 40 cm Länge
  135,40 m bis 135,65 m: Kern stückig
- 137,31 m Dolomitstein, sparitisch, gelblich grau bis ockergrau, hart, z.T. zellig mit lagig angeordneten Lösungshohlräumen bis 2,5 cm Ø, einzelne feine Stylolithenzüge, oben Kern entlang flacher Klüftung stückig zerlegt

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 139,60 m Dolomitstein, feinkörnig, gelblich grau bis ockergrau, z.T. braungrau, z.T. zellig bis kavernös mit lagig angeordneten Lösungshohlräumen, Kernstücke bis 30 cm Länge,
  137,55 m bis 137,65 m: Lösungshohlraum, Wandung mit weißlichem Kalkspat besetzt
  138,00 m bis 138,30 m: senkrechte Kluft
- 139,91 m Dolomitstein, ockergrau, stark zellig
- 140,18 m Dolomitstein, feinkörnig, gelblich grau bis ockergrau, z.T. braungrau, einzelne Schlieren mit Dolomitmergelstein
- 140,75 m Dolomitstein, grau bis gelblich grau, z.T. cm-starke Schlieren aus Tonstein, dolomitisch, senkrechte, mm-dünne Klüfte mit Besatz aus weißlichem Kalkspat
- 141,17 m Dolomitstein, sparitisch, gelblich grau bis grau, z. T dünne Schlieren aus Tonstein, dolomitisch
  141,45 m bis 141,50 m: Kalkstein, dolomitisch, grau
- 142,21 m Dolomitstein, z..T. sparitisch, ockergrau
  141,80 m bis 142,00 m: Kern entlang von Klüftung grobstückig bis stückig zerlegt
- 143,06 m Dolomitstein, grau bis ockergrau, massig, dicht, hart

Meißner-Formation

Künzelsau-Schichten

Region der Terebratelbänke

- 143,20 m Kalkstein, mikritisch und feinsparitisch, grau, mit flaserigen Lagen aus Tonmergelstein, dunkelgrau, einzelne dünne Stylolithenzüge
- 143,63 m Kalkstein, sparitisch, grau, zahlreiche mm- bis max. cm-dünne dunkelgraue Tonmergelsteinflasern, reichlich ebene Stylolithenzüge
- 143,67 m Schalentrümmerkalkstein, hellgrau, zellig
- 143,83 m Kalkstein, sparitisch, grau, zahlreiche Schalenreste, reichlich flaserige Lagen und Flasern aus Tonmergelstein, dunkelgrau, unten schwach zellig
- 144,00 m Dolomitstein, grau bis gelblich grau, dicht
- 144,75 m Kalkstein, sparitisch, grau, lagenweise mit zahlreichen Schalenresten, flaserige Lagen und Flasern aus Tonmergelstein, dunkelgrau, graue Mikrit-Intraklasten bis 1 cm Ø, zahlreiche feine Stylolithenzüge, im unteren Drittel kavernös mit Lösungshohlräumen bis mehrere cm Ø, Wandungen mit weißlichem Kalkspat besetzt, z.B. bei 144,40 m: offener Lösungshohlraum, ca. 5 cm Ø,
  im unteren Drittel feine steilstehende Klüftung, Kluftflächen mit weißlichem Kalkspat besetzt
- 145,0 m Kein Kern (Probe: Kalkstein)

ET

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 0 – 14,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 14,0 – 28,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 28,0 – 42,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 42,0 – 56,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 56,0 – 72,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 72,0 – 90,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 90,0 – 108,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 108,0 – 126,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 126,0 – 143,0 m

Fotodokumentation

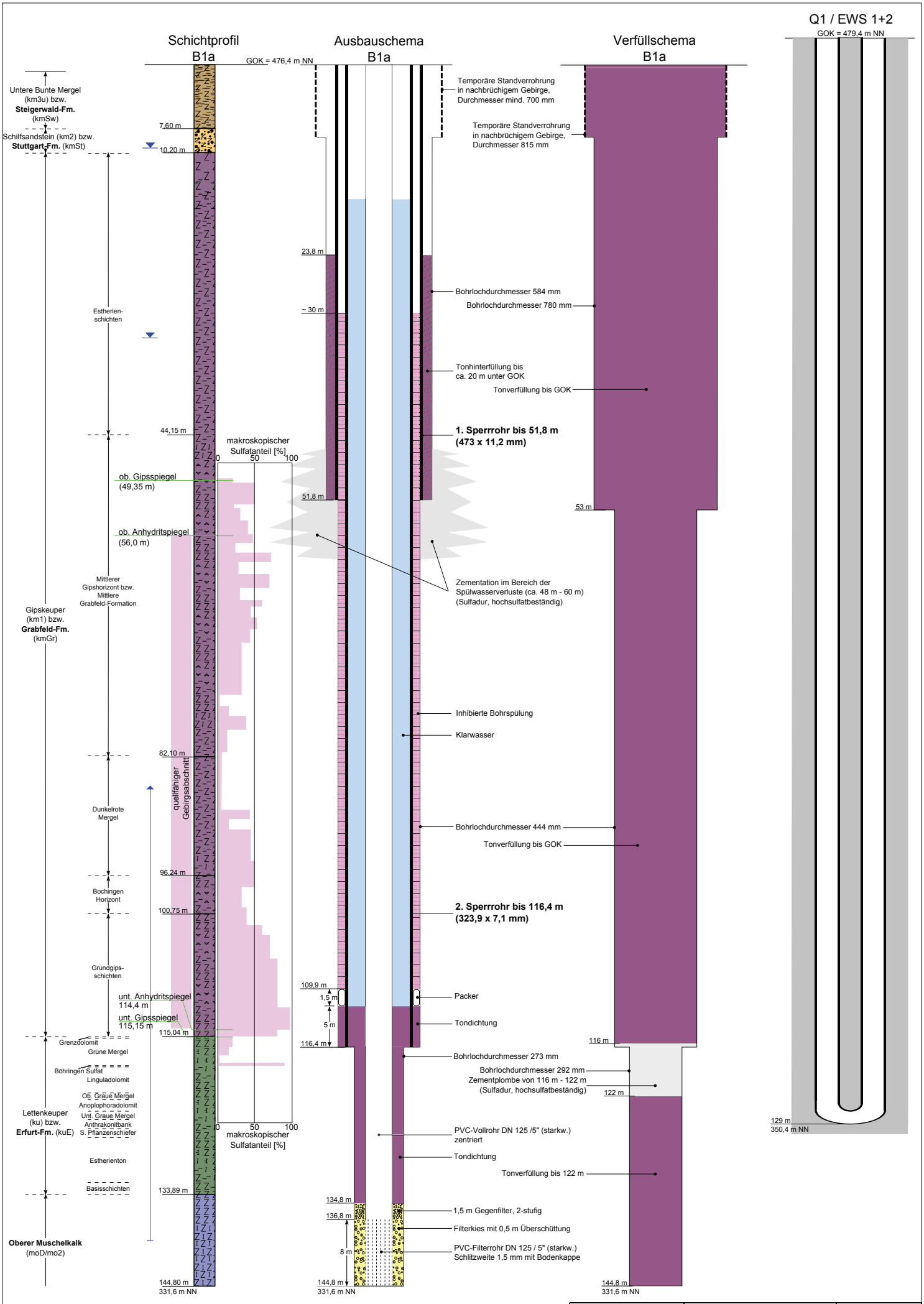
Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 143,0 – 145,0 m

m m

143 144

144 145



VEES | PARTNER
Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH
Friedrich-List-Straße 42
70771 Leinfelden-Echterdingen

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Schichtprofil, Ausbau- / Verfüllschema
tiefe Erkundungsbohrung B1a

Anlage	2.1.3
Az	14 012
MdH.	1:250
Datum	22.10.2015
Bearbeiter	Bs

Regierungspräsidium Freiburg
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Az.:

BOHRPROFIL

Bezeichnung:	B 1 (km1) Böblingen	**TK 25 Nr.:**	7320	**Archiv-Nr.:**	2198
Projekt:	EWS-Hebungsschäden	**Blatt:**	Böblingen		
Lage:	Siemensstr. 11/13, Flst-Nr.: 1797	**Koordinaten** (geodät. eingemessen)			
		R:	3502093,58	**H:**	5394902,661
Gemeinde:	Böblingen	**Höhen** (geodät. eingemessen)			
Teilort:		**Ansatzpunkt:**	479,292	m ü. NN	
Kreis:	Böblingen	**Messpunkt:**		m ü. NN	
Geol. Aufnahme:	29.09.2014	**Ruhewasserspiegel:**		m u. A.	
Bearbeiter:	Zedler			m ü. NN	
Bohrfirma:	Goller			m ü. NN	
				m ü. NN	
Bohrverfahren (m u. A./Ø mm)**:**	Kernbohrung	**Endteufe:**	52,55	m u. A.	

Filterstrecken (m u. A./Ø mm)**:**

Abdichtungen (m u. A.)**:**

Bemerkungen:

Kurzprofil (mit stratigr. Deutung):

0 - 0,50 m: Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung), qhy
- 8,10 m: Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel), kmSw
- 13,35 m: Stuttgart-Formation (Schilfsandstein i. w. S.), kmSt
- 16,60 m: Obere Bunte Estherienschichten, kmOBE
- 32,25 m: Graue Estherienschichten, kmGES
- 48,20 m: Untere Bunte Estherienschichten, kmUBE
- 52,55 m: Mittlere Grabfeld-Formation (Mittlerer Gipshorizont), kmGm

Gipsspiegel = 50,5 m u .Gel. = 428,8 m NN

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

Teufe (m u. A.)**:** Gesteinsart (Haupt-, Nebengemengeteile usw.), Farbe, Gefüge, Verwitterungsgrad, Konsistenz, Fossilinhalt, Klüftung u. a.

Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung)

0 - 0,05 m Schwarzdecke

\- 0,30 m Steine, grau, unten Kies, sandig, schluffig, grau (Straßenunterbau)

\- 0,50 m Kies, sandig, schluffig, graubraun, ockerbraun, mit Bröckchen von Tonstein grau (Straßenunterbau)

Keuper

Mittelkeuper

Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel)

Rote Wand

\- 1,90 m Tonstein, z.T. schluffig, bröckelig, weitgehend zersetzt zu Ton, schluffig, mit Tonsteinbröckchen, rotbraun bis rotviolett, einzelne graugrüne Schlieren und Streifen, steif

\- 2,10 m Schlufftonstein, bröckelig, weitgehend zersetzt zu Schluff, tonig, mit festen Bröckchen, rotbraun bis rotviolett, einzelne graugrüne Schlieren und Lagen

\- 2,30 m Schlufftonstein, hell grüngrau und rotbraun bis rotviolett marmoriert, bröckelig, angewittert

\- 2,85 m Tonstein, schluffig, rotbraun bis rotviolett, angewittert, stückig zerbohrt

\- 3,20 m Schlufftonstein, hell grüngrau und hell rotviolett marmoriert, bröckelig, angewittert, stückig zerbohrt

\- 4,40 m Tonstein, z.T. schluffig, rotbraun bis rotviolett, undeutlich geschichtet, bröckelig, angewittert, stückig zerbohrt

\- 6,85 m Tonstein, z.T. schluffig, rotviolett bis rotbraun, z.T. mit hell grüngrauen Lagen und Schlieren, geschichtet, halbfest, grobstückig zerbohrt, einzelne Kernstücke bis 20 cm

Beaumont-Horizont

\- 7,80 m Tonstein, weitgehend zersetzt zu Ton, schluffig, mit Tonsteinbröckchen, hell gelblich grau bis grünlichgrau, mit blass violetten Lagen und Schlieren, z.T. verstürzt und bröckelig, lagenweise Tonstein, dolomitisch, hell grünlich grau, hell ockerfarbene und rötliche GAR-Lagen, Kern in Scheiben

\- 8,10 m Tonstein, schluffig, grünlichgrau und z.T. rotviolett bis rotbraun, bröckelig, verstürzt, stückig zerbohrt

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

Stuttgart-Formation (Schilfsandstein i. w. S.)

Dunkle Mergel

- 8,60 m Tonstein, schluffig, schwach feinsandig bis feinsandig, violett und dunkel rotbraun, mit grünlichen Flecken, stückig zerbohrt

Schilfsandstein

- 9,20 m Tonstein, feinsandig, schluffig, graugrün, z.T. rotbraune Schlieren, einzelne Hellglimmerflitter, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Kluftflächen, stückig zerbohrt

- 9,50 m Feinsandstein, graugrün und violettgrau, massig, feine Hellglimmerflitter, gut sortiert, gleichkörnig, Körner gerundet

- 9,75 m Feinsandstein, z.T. tonig, rotbraun bis dunkel violett, feine Hellglimmerflitter, gut sortiert, gleichkörnig, stückig zerbohrt

- 10,30 m Tonstein, feinsandig, grüngrau und rotbraun bis rotviolett marmoriert, massig

- 10,75 m Tonstein, stark feinsandig, nach unten übergehend in Feinsandstein, tonig, oben grünlichgrau und violett, nach unten dunkel violett, feine Hellglimmerflitter, unten stückig zerbohrt

- 11,40 m Tonstein, feinsandig, nach unten übergehend in Tonstein, stark feinsandig mit Feinsandsteinflasern, dunkel violett, z.T. mit grünlichen Schlieren

- 11,60 m Feinsandstein, tonig, grünlich grau und rotviolett, dünnbankig

- 12,30 m Tonstein, feinsandig, mit Feinsandsteinflasern und –lagen bis 1,5 cm , grünlich grau und graugrün

- 13,00 m Feinsandstein, graugrün und z.T. rotbraun bis rotviolett marmoriert, feine Hellglimmerflitter, gut sortiert, gleichkörnig, Körner gerundet, Kern gröbstückig zerbohrt

- 13,15 m Tonstein, stark feinsandig, lagenweise Feinsandstein, tonig, dunkel violett, feine Hellglimmerflitter, unten stückig zerbohrt

- 13,35 m Feinsandstein, graugrün und rotviolett marmoriert, feine Hellglimmerflitter, massig, hart

Grabfeld-Formation (Gipskeuper)

Obere Bunte Estherienschichten

- 13,65 m Tonstein, dunkel violett, oben grünlich und violett marmoriert, geschichtet , teils bröckelig und zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen zersetzt, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Kluftflächen, grobstückig zerbohrt

- 14,00 m Tonmergelstein, violett und dunkel violett, hart, stückig zerbohrt

- 14,90 m Tonstein, z.T. schluffig, violett, z.T. grünlichgrau und violettgrau, teils zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen, vereinzelt Tonstein, dolomitisch, Kerngewinn ca. 50 %, kleinstückig bis stückig zerbohrt

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 15,00 m Dolomitstein, tonig, grau und gelblich grau, hart, stückig zerbohrt

- 15,30 m Tonstein, z.T. schluffig, violett, z.T. grünlichgrau und violettgrau, bröckelig, teils zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen, oben stückig zerbohrt

- 16,00 m Tonstein, rotbraun bis rotviolett, , teils zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen, lagenweise Tonstein, dolomitisch, gelblich bis rötlich grau, mit dünnen GAR-Lagen, unten stückig zerbohrt

- 16,30 m Tonstein, schluffig, grünlichgrau und violettgrau, z.T. mit rötlichen Flecken, bröckelig, z.T. zersetzt und verstürzt, Kerngewinn ca. 50 %

- 16,60 m Tonstein, schluffig, rotviolett, z.T. grünlichgraue Flecken und Schlieren, bröckelig

Graue Estherienschichten

- 17,10 m Tonstein, schluffig, grünlichgrau, grau und grauviolett, bröckelig, z.T. verstürzt

- 17,50 m Kalkmergelstein, dunkelgrau und grau, feinlaminiert, hart, nach unten Dolomitmergelstein, gelblichgrau, klüftig, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen, oben komplett zerbohrt, nach unten stückig bis grobstückig zerbohrt

- 17,60 m Tonmergelstein, grünlich grau

- 17,80 m Kalkmergelstein, hell ockergrau, laminiert, hart

- 19,20 m Tonstein, z.T. dolomitisch, dunkelgrau bis grau, hart, klüftig, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Schicht- und Kluftflächen, z.T. stückig zerbohrt

- 19,90 m Tonstein, schluffig, dunkel grünlichgrau bis grau, massig, rostfarbene FeOOH-Beläge und -Imprägnationen

- 21,20 m Tonstein, lagenweise Tonstein, dolomitisch, grau bis dunkelgrau, hart, klüftig, reichlich rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen, bis auf einzelne Kernstücke grobstückig und stückig zerbohrt

- 21,40 m Tonstein, dunkelgrau, geschichtet, teils zersetzt zu Ton mit festen Tonsteinbröckchen, intensive FeOOH-Imprägnationen und reichlich rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen

- 22,30 m Tonmergelstein, dunkelgrau, hart, klüftig, reichlich rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen, stückig bis grobstückig zerbohrt

- 22,73 m Tonstein, dunkelgrau bis schwarzgrau, geschichtet, hart, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen

- 22,85 m Tonmergelstein, grau, bröckelig

- 23,00 m Tonstein, dunkelgrau bis schwarzgrau, geschichtet, hart, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 24,40 m Tonstein, z.T. Tonmergelstein, grau, massig, hart, klüftig, stückig zerbohrt, untere 20 cm: Kerngewinn ca.15 %, kleinstückig zerbohrt

- 26,60 m Tonmergelstein, dunkelgrau, massig, hart, geklüftet mit hellen, karbonatischen Kluftfüllungen, Kerngewinn ca.50 %, komplett stückig zerbohrt

- 27,00 m Schlufftonstein, dunkelgrau, nach unten grünlich grau, undeutlich geschichtet

- 27,80 m Tonmergelstein, grau bis dunkelgrau, geklüftet mit hellen, karbonatischen Kluftfüllungen, stückig zerbohrt

- 28,00 m Schlufftonstein, grünlich grau bis dunkelgrau, undeutlich geschichtet, mit hellen, karbonatischen Kluftfüllungen

- 30,00 m Tonmergelstein, dunkelgrau, geklüftet mit hellen, karbonatischen Kluftfüllungen und Belägen auf Schichtflächen, Kerngewinn ca. 50 %, komplett stückig zerbohrt

- 32,25 m Tonstein, z.T. schluffig, grau bis dunkelgrau, im unteren Drittel bröckelig, z.T. rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen, stückig bis kleinstückig zerbohrt

Untere Bunte Estherienschichten

- 32,55 m Tonstein, schluffig, grünlichgrau mit rotbraunen und violettgrauen Flasern, Lagen und Flecken

- 33,52 m Dolomitstein, grau bis hellgrau, feinlagig, hart, klüftig, einzelne Lagen Dolomitstein, tonig, hellgrau, Klüfte mit rostfarbenen FeOOH-Belägen (**Estherienbank**)

- 34,30 m Tonstein, z.T. schluffig, grau bis dunkelgrau, untergeordnet rötlich violett, kleinstückig bis stückig zerbohrt

- 34,50 m Tonstein, schluffig, grünlich grau, bröckelig, z.T. tonig zersetzt, kleinstückig zerbohrt

- 34,75 m Tonstein, schluffig, rotbraun, bröckelig, z.T. tonig zersetzt, kleinstückig zerbohrt

- 35,60 m Tonstein, grünlich grau und violett bis rotbraun marmoriert, massig, hart, geklüftet mit hellen, karbonatischen Kluftbelägen, z.T. stückig zerbohrt

- 35,70 m Tonstein, violett bis rotbraun, grünfleckig, massig, hart, geklüftet, karbonatische Kluflbeläge, z.T. stückig zerbohrt

- 36,00 m Tonstein, dolomitisch, grau, massig

- 36,50 m Tonstein, schluffig, grau bis dunkelgrau, bröckelig, verstürzt(?), Kerngewinn ca. 50 %, kleinstückig zerbohrt

- 37,15 m Tonstein, schluffig, dunkelgrau, dunkelviolett und rotbraun, bröckelig, verstürzt,z.T. graue bis ockerfarbene GAR-Reste, unten Kerngewinn ca. 50 %

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 37,25 m Dolomitstein, tonig, hell ockergrau bis gelblich grau, stückig zerbohrt
- 38,10 m Tonstein, schluffig, z.T. Tonstein, dolomitisch, grauviolett, z.T. violett bis rotbraun, bröckelig, verstürzt, GAR-Reste, selten karbonatischen Kluftbeläge, stückig zerbohrt
- 39,35 m Tonstein, schluffig, grau bis dunkelgrau, bröckelig, verstürzt, reichlich hell ockerfarbene GAR-Reste, Kerngewinn ca. 50 %, stückig zerbohrt
- 39,75 m Tonstein, z.T. Tonstein, dolomitisch, grau bis dunkelgrau und grünlich grau, unten bröckelig, mit zahlreichen hell ockerfarbenen GAR-Lagen und Schlieren
- 39,95 m Tonstein, rotbraun, geschichtet, klüftig zerfallend
- 40,13 m Tonstein, z.T. Tonstein, dolomitisch, grau bis dunkelgrau und grünlich grau, bröckelig zerfallend, selten hell ockerfarbenen GAR-Lagen und Schlieren, Kerngewinn ca. 50 %
- 40,40 m Dolomitstein, tonig, übergehend in Tonstein, dolomitisch, grau
- 40,70 m Tonstein, schluffig, grau bis dunkelgrau, bröckelig, verstürzt, reichlich hell ockerfarbene GAR-Reste, Kerngewinn ca. 30 %, stückig zerbohrt
- 41,00 m Tonstein, grauviolett, nach unten rotbraun, undeutlich geschichtet, teils tonig zersetzt, steif- halbfest, mit hellen, ockerfarbenen GAR-Lagen, z.T. steilstehende Klüftung
- 41,35 m Tonstein, rotbraun, massig, hart, z.T. grobstückig
- 41,50 m Tonstein, rotbraun und graugrün marmoriert
- 41,80 m Tonstein, dolomitisch, grau bis grünlich grau, stückig zerbohrt
- 42,20 m Tonstein, grau bis dunkelgrau und grünlich grau, unten violettfleckig, geschichtet, nach unten hin bröckelig zerfallend, reichlich hell ockerfarbene GAR-Lagen und Schlieren
- 43,45 m Tonstein, rotbraun, teils graugrün marmoriert, massig, hart
- 43,75 m Tonstein, grau, massig, hart
- 44,60 m Tonstein, grau, bröckelig, hell gelbliche bis ockerfarbene GAR-Lagen und Schlieren, stückig zerlegt
- 45,02 m Tonstein, rotbraun, z.T. grünlich graufleckig, hart, in einzelnen Abschnitten bröckelig mit gelblichen bis ockerfarbenen GAR-Lagen und Schlieren
- 45,30 m Tonstein, grau bis grünlich graufleckig, hart, Kernscheiben bis 3 cm
- 45,85 m Tonstein, rotbraun, bröckelig, verstürzt, oben stückig zerbohrt
- 46,50 m Tonstein, rotbraun und graugrün marmoriert, hart, dünne karbonatische Kluftbeläge, unten stückig

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 47,60 m Tonstein, schluffig, dunkel grüngrau bis grau, z.T. tonig zersetzt, bröckelig, verstürzt, z.T. rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen

Engelhofen-Horizont (?)

- 47,80 m Tonmergelsstein, z.T. Tonstein, dolomitisch, grüngrau, grau und z.T. violettgrau, Kerngewinn ca. 30 %, kleinstückig zerbohrt

- 48,20 m Tonsteinmergelstein, z.T. Tonstein, dolomitisch, grau bis grünlich grau, reichlich rostfarbene FeOOH-Beläge auf Kluftflächen, unten stückig

Mittlere Grabfeld-Formation (Mittlerer Gipshorizont)

- 48,90 m Tonstein, schluffig, grünlich grau bis violett grau, z.T. tonig zersetzt, bröckelig, z.T. verstürzt, oben tonig zersetzt mit hellen GAR-Lagen und Schlieren

- 49,70 m Kein Kern
  Nach Bohrmeisterangabe: geringer Bohrwiderstand, ohne Kerngewinn, gleichzeitig kompletter Spülwasserverlust

- 50,00 m Tonstein, rotbraun, z.T. violett grau, Kerngewinn ca. 30 %, stückig zerbohrt

- 50,25 m Tonstein, rotbraun und graugrün, , stückig zerbohrt

- 50,48 m Tonstein, z.T. Tonmergelstein, grau bis dunkelgrau, mit rotbraunen Flecken

- 50,75 m Gipsstein, weißlich grau bis hellgrau, massig, mit grünlich grauen und rötlich braunen, dünnen Tonsteinlagen und -Schlieren

- 50,85 m Tonstein, rotbraun, feinschichtig, unten weißliche Gipsknolle

- 51,10 m Gipsstein, knollig, weißlich grau, Knollen bis 15 cm Ø, mit Tonstein, dolomitisch bzw. Tonmergelstein, rötlich braun und graugrün

- 51,15 m Gipsstein, knollig, weißlich grau bis hellgrau

- 51,40 m Tonstein, rotbraun, nach unten grünlich grau, unten mit zahlreichen dünnen weißlichen Fasergipslagen, lagenweise helle Gipsknollen und Flasern bis 1 cm

- 51,47 m Gipsstein, hellgrau, massig, mit dünnen weißlichen Fasergipslagen, einzelne dünne Tonsteinflasern und Lagen

- 51,64 m Tonstein, rotbraun, z.T. grünlich grau, mit zahlreichen dünnen weißlichen Fasergipslagen, einzelne helle Gipsknollen und Flasern bis 1 cm

- 51,85 m Gipsstein, weißlich grau bis hellgrau, massig, mit dünnen dunkeln Tonsteinlagen und Flasern

- 52,00 m Tonstein, rotbraun und grünlich grau, mit mm- dünnen, weißlichen Fasergipslagen, im unteren Drittel mit ca. 15 cm großer, weißlich grauer Gipsknolle

- 52,20 m Tonmergelstein, dunkel violett, nach unten dunkel grüngrau, massig

- 52,35 m Gipsstein, hellgrau, massig

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 52,42 m Tonstein, dunkel rotbraun und grüngraufleckig

- 52,55 m Gipsstein, grau und weißlich grau, flaserig bis knotig, mit dunkel violetten und graugrünen Tonsteinlagen und Flasern, zahlreiche bis mm-starke weißliche Fasergipslagen

  ET

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1 0 – 14,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1 14,0 – 28,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1 28,0 – 41,0 m

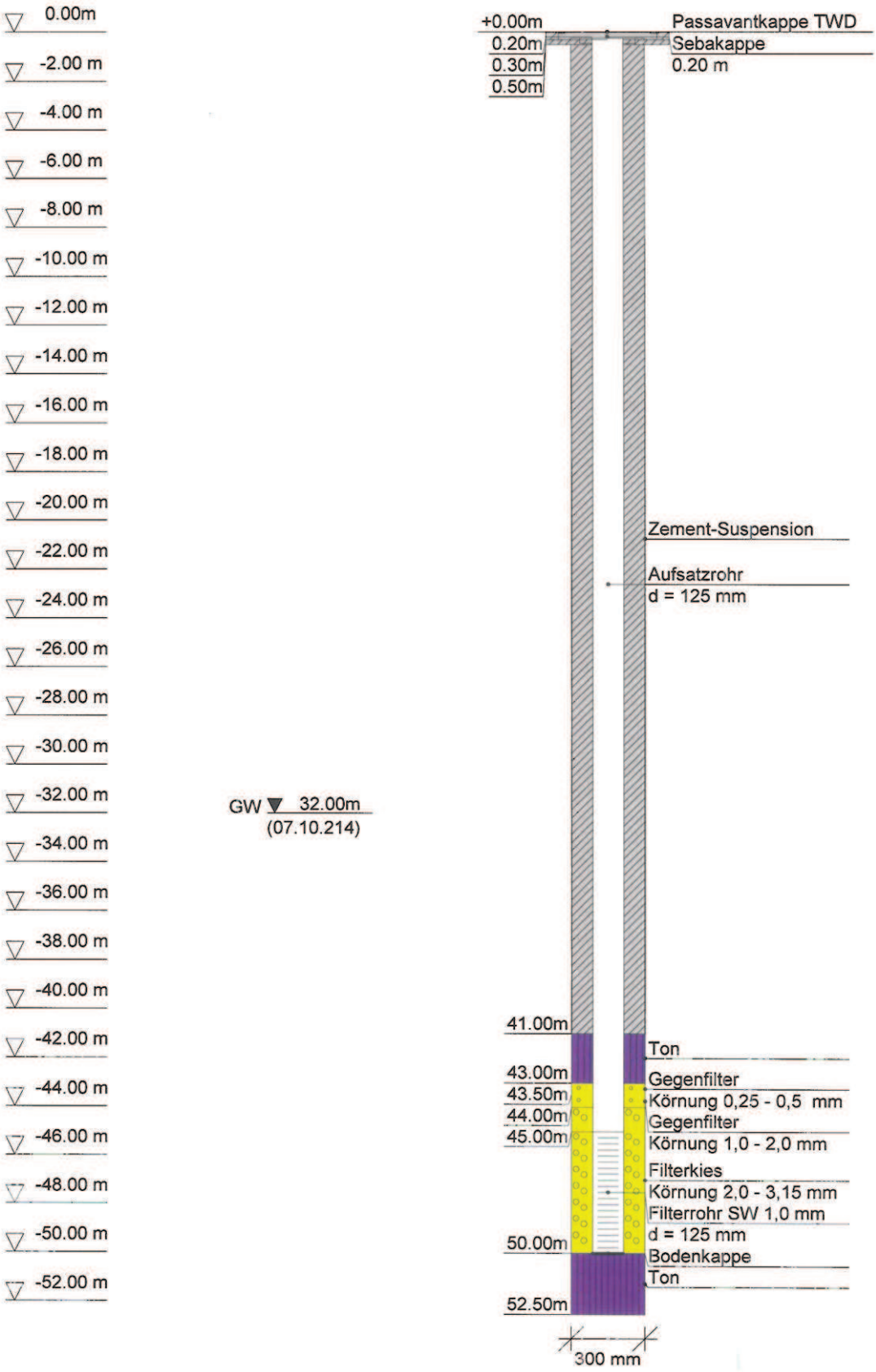
Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1 41,0 – 52,5 m

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG	Projekt : Böblingen Hebungsschäden
Kusterdinger Straße 18	Projektnr.: 448/2014
72138 Kirchentellinsfurt	Anlage : 2.2
Telefon 07121/68213 Fax: 68858	Maßstab : 1: 250 / 1: 25

KB 1



DC

BURKHARDT GmbH
TULPENSTRASSE 15, 75389 NEUWEILER
TEL. 07055-9297-0, FAX 07055-9297-77
E-MAIL info@burkhardt-bohrungen.de

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Böblingen, LRA, Vees und Partner**

Bohrung Nr. B1B Blatt 3

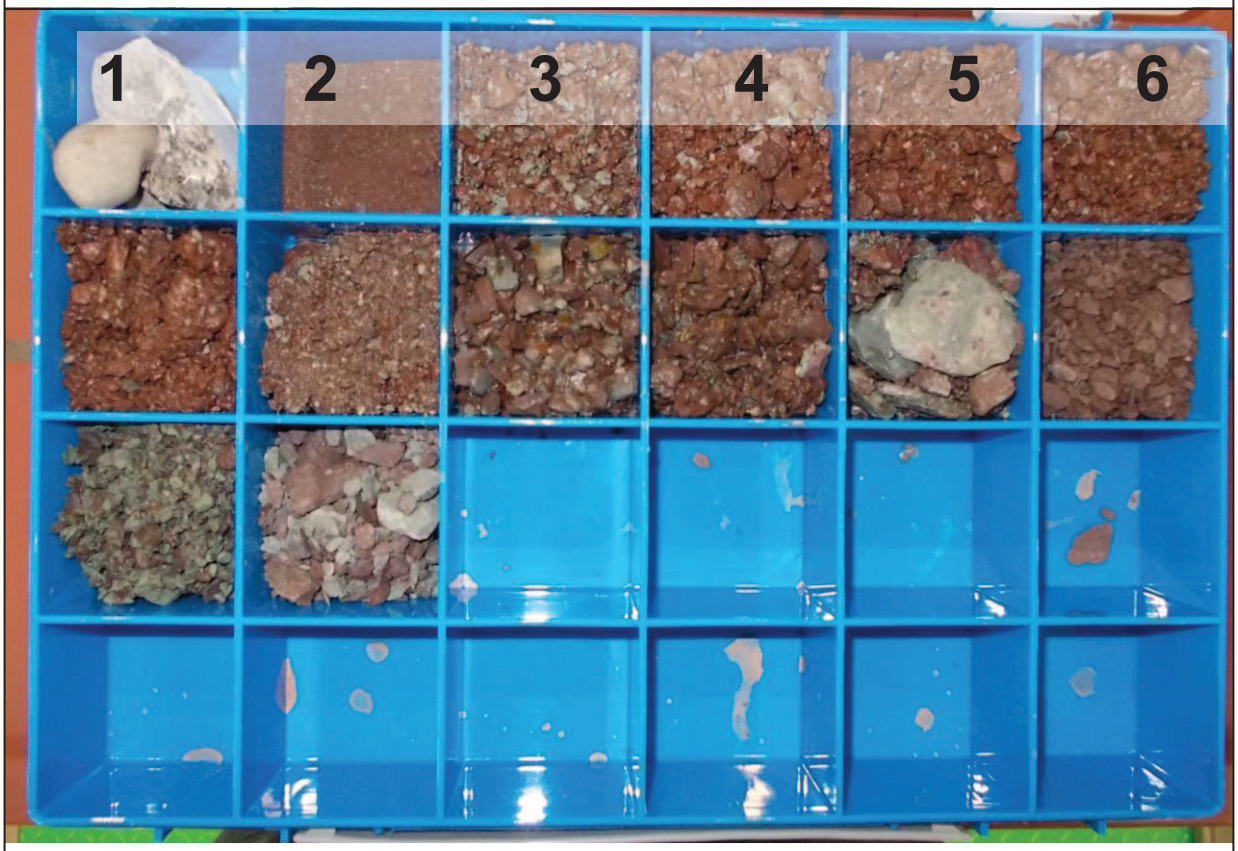
Datum: **27.11.2014-28.11.2014**

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
1.00	a) **Auffüllung**							
	b) **Auffüllung**							
	c)	d)	e) **schwarz, grau**					
	f)	g)	h)	i)				
8.00	a) **Tonstein**							
	b) **Tonstein**							
	c)	d) **gut zu bohren**	e) **rotbraun**					
	f)	g)	h)	i)				
13.80 Endtiefe	a) **Tonstein, Sandstein**							
	b) **Tonstein, Sandstein**							
	c) **leicht zu bohren**	d)	e) **rotbraun, grau**					
	f)	g)	h)	i)				

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

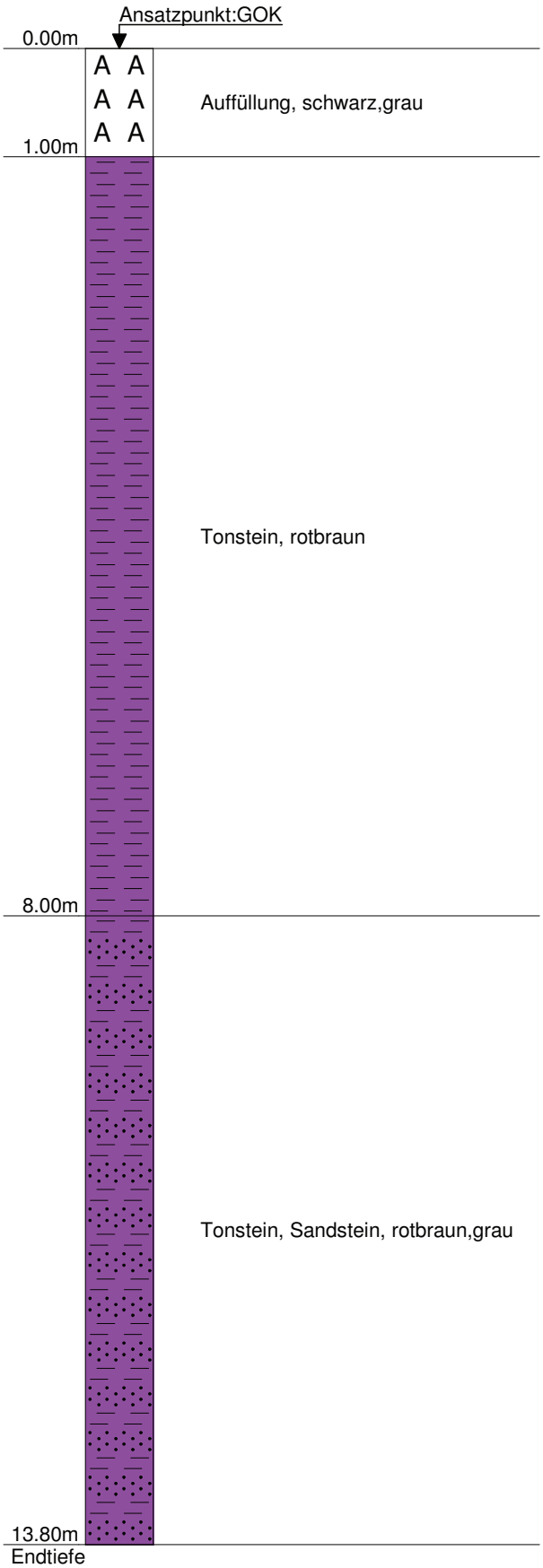
Bohrung: B 1b 0 – 13,8 m



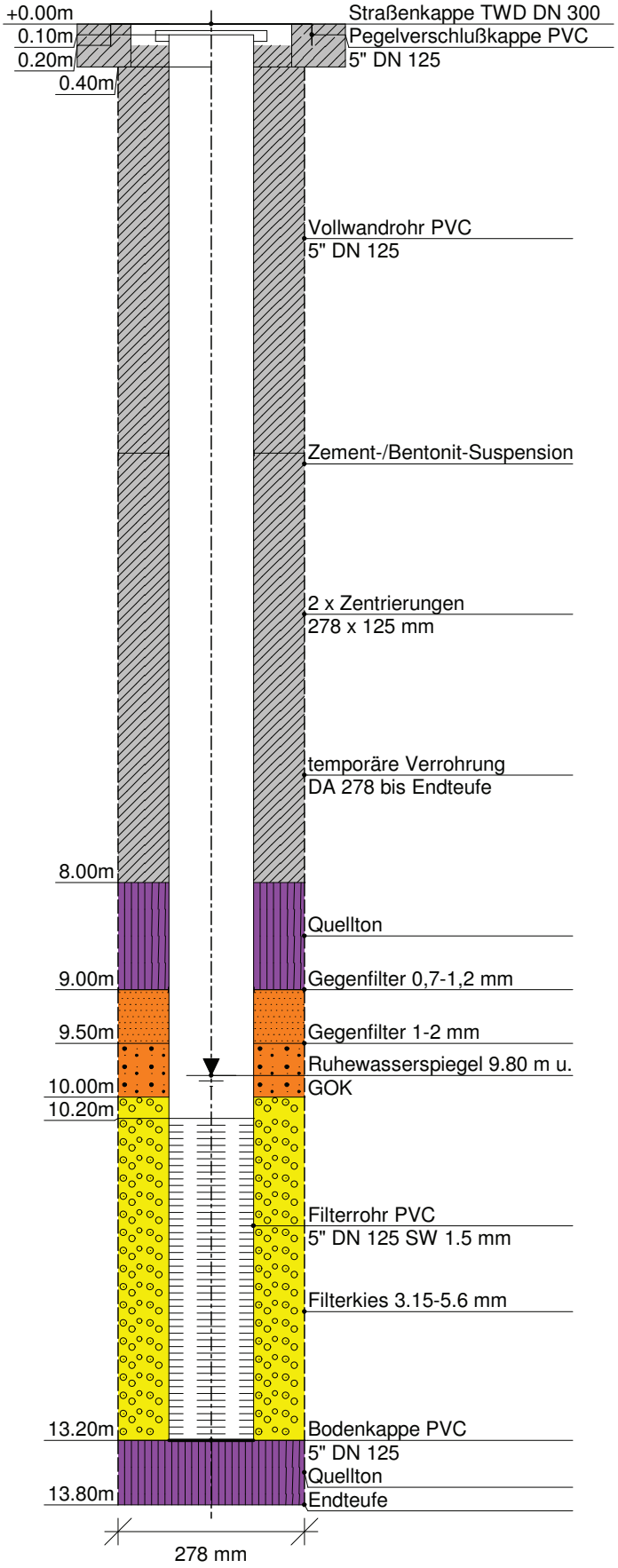
BURKHARDT GmbH
TULPENSTRASSE 15, 75389 NEUWEILER
TEL. 07055-9297-0, FAX 07055-9297-77
E-MAIL info@burkhardt-bohrungen.de

Projekt: Böblingen LRA, Vees und Partner, B14/100752
Bearbeiter: Yannik Pfrommer
Maßstab: 1: 63 / 1: 10 Datum: 13.01.2014
Rechtswert/Hochwert Gauß-Krüger:

B1B



B1B Pegelausbau



DC

Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG
LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU

Entnahmestelle:	Erkundungsbohrung B 1a (134 - 144 m)
Gemeinde:	Böblingen
Arnum:	TK: 7320 (Böblingen)
Geologie:	Oberer Muschelkalk (mo)
Entnahme Datum:	16.02.2015
Probenehmer:	Büro Voutta, Herrenberg

Temperatur:		℃			
el. Leitfähigkeit (25 ℃):	737	µS/cm			
Sauerstoff :		mg/l	Dichte (20 ℃) :		g/cm^3
pH Wert (Labor):	7,08		E_h-Wert :		mV
KS 4.3	6,23	mmol(eq)/l	$SAK_{\lambda 254}$:	0,64	Ext./m^{-1}
KS 8.2		mmol(eq)/l	$SAK_{\lambda 436}$:	< 0,10	Ext./m^{-1}
KB 8.2		mmol(eq)/l	Gesamthärte :	8,67	mmol(eq)/l

Kationen

Calcium	113	mg/l	5,639	mmol(eq)/l
Magnesium	37,0	mg/l	3,045	mmol(eq)/l
Natrium	4,34	mg/l	0,189	mmol(eq)/l
Kalium	6,78	mg/l	0,173	mmol(eq)/l
Ammonium		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Eisen		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Mangan		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Lithium	0,013	mg/l	0,002	mmol(eq)/l
Strontium	0,976	mg/l	0,022	mmol(eq)/l
Rubidium		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Barium		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Aluminium	< 0,010	mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Cadmium		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Blei		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Quecksilber		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Kupfer		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Chrom		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Cäsium		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Zink		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Summe Kationen	162,109	mg/l	9,070	mmol(eq)/l

Anionen

Chlorid	4,75	mg/l	0,134	mmol(eq)/l
Hydrogencarbonat	380	mg/l	6,228	mmol(eq)/l
Nitrat	< 0,55	mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Nitrit		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Phosphat	< 0,009	mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Sulfat	126	mg/l	2,623	mmol(eq)/l
Fluorid	0,150	mg/l	0,008	mmol(eq)/l
Carbonat		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Hydroxid		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Bromid		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Jodid		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Sulfite		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Thiosulfat		mg/l	0,000	mmol(eq)/l
Summe Anionen	510,9	mg/l	8,993	mmol(eq)/l

Ionenbilanzfehler: 0,85%

$Si0_2$	9,58	mg/l	$\delta\ ^2H$	‰SMOW
Bor	0,035	mg/l		
P_{ges}	< 0,011	mg/l	$\delta\ ^{18}O$	‰SMOW

Feststoffinhalt : 682,6 mg/l

Anorganische Spurenstoffe

Silber (Ag)	µg/l	Nickel (Ni)	µg/l
Aluminium (Al)	µg/l	Blei (Pb)	µg/l
Arsen (As)	µg/l	Rubidium (Rb)	µg/l
Beryllium (Be)	µg/l	Antimon (Sb)	µg/l
Wismut (Bi)	µg/l	Selen (Se)	µg/l
Cadmium (Cd)	µg/l	Titan (Ti)	µg/l
Cer (Ce)	µg/l	Thorium (Th)	µg/l
Kobalt (Co)	µg/l	Thallium (Tl)	µg/l
Chrom (Cr)	µg/l	Uran (U)	µg/l
Cäsium (Cs)	µg/l	Vanadium (V)	µg/l
Kupfer (Cu	µg/l	Yttrium (Y)	µg/l
Lanthan (La)	µg/l	Zink (Zn)	µg/l
Molybdän (Mo)	µg/l		

Untersuchungsprogramm-Nummer: 001929 Wasseruntersuchung 01.10.2014

Proben-Nummer: 074659

ARFACH: BO TK25: 7320 ARNUM: 02199

Aufschlußname: B1a mo Böblingen

Meßstellenkennziffer: Bautiefe:

Vertraulichkkeit: offen

Proben-Bezeichnung: B 1a Böblingen

Art des Wassers: Grundwasser Rohwasser: J

Probenehmer-Instution: Landesamt f. Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg

Probenehmer-Namen: Sutter Nübling

Entnahmeart: Pumpprobe

Probenentnahmegerät: Pumpe

übernommen von:

Entnahmebedingungen:

Bemerkungen: Pumpversuch

Material Entnahmegerät: PE (Polyethylen)

Beginn der Probenahme Datum: 24.03.2015 11:15

weitere Parameter		Methode
Entnahmerate bei Probenahme:	0.0002 m3/s	
Geologische Einheit:	Oberer Muschelkalk	

Analysen-Nummer: 0000075083 Analysedatum: 31.03.2015

Labor: Landesamt f. Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg

Labornummer: BB 1

übernommen von:

Vertraulichkeit: offen

Bemerkungen:

Wassertyp: Süßwasser

Parameter	<	Wert/Text	Maßeinheit	Methode	Präparat	Best.-Grenze	Meßgenauigkeit %	+- 2s	Anz. Wied.
T Wasser		16.0	°C	Sen	gelaen	0.1			
elLF(25°C)		819.	µS/cm	Sen	gelaen	1.	1.09		
O2 gel	<	0.5	mg/l	Pot	gelaen	0.5			
Färbung		farblos		OLP	gelaen				
TR qual		klar		OLP	gelaen				
Geruch		nach H2S		OLP	gelaen				
SAK254		0.98	m-1	Pho	unbeh	0.10			
SAK436	<	0.10	m-1	Pho	unbeh	0.10			
pH Gel		7.02		Pot	gelaen	0.01	.13		
Eh		171.	mV	Pot	gelaen				
KS4.3		6.25	mmol(eq)/l	Tit	gelaen	0.01	.27		
CO2 frei		35.	mg/l	ber	kein				
KB8.2		0.80	mmol(eq)/l	Tit	gelaen	0.01			
Ca		120.	mg/l	Tit	unbeh	10.0	1.16		
Mg		36.0	mg/l	ICP-OES	f+s	0.34	.70		
Na		7.34	mg/l	ICP-OES	f+s	0.56	.48		
K		19.1	mg/l	ICP-OES	f+s	0.06	.49		
NH4 +	<	0.01	mg/l	Pho	gelaen	0.01	2.50		
Fe		0.321	mg/l	ICP-MS	f+s	0.001	14.80		
Mn		0.00678	mg/l	ICP-MS	f+s	0.00002	6.77		
GH		9.09	mmol(eq)/l	Tit	unbeh	0.01	2.27		
Cl -		6.38	mg/l	Tit	unbeh	2.00	2.45		
HCO3 -		381.	mg/l	ber	gelaen	0.61			
NO3 -	<	0.48	mg/l	Pho	unbeh	0.48			
NO2 -		0.005	mg/l	Slt	gelaen	0.005			
SO4 2-		158.	mg/l	Gra	unbeh	1.	1.75		
B		42.01	µg/l	ICP-MS	f+s	0.985	25.90		
Pges		15.	µg/l			11.	.80		

		15.		ICP-OES	f+s		
HS -		80.	µg/l	Slt	gelaen	20.	
SiO2		9.33	mg/l	ICP-OES	f+s	0.05	.45
Li		15.46	µg/l	ICP-MS	f+s	0.012	8.70
Rb		27.65	µg/l	ICP-MS	f+s	0.002	4.53
Cs		0.854	µg/l	ICP-MS	f+s	0.001	4.96
Be	<	0.014	µg/l	ICP-MS	f+s	0.014	9.10
Sr		1040.	µg/l	ICP-MS	f+s	0.038	10.80
Ba		65.06	µg/l	ICP-MS	f+s	0.413	5.44
Al		3.139	µg/l	ICP-MS	f+s	0.071	6.09
Pb		0.081	µg/l	ICP-MS	f+s	0.009	5.45
As		1.097	µg/l	ICP-MS	f+s	0.015	5.27
Sb		0.159	µg/l	ICP-MS	f+s	0.015	10.80
Se		0.440	µg/l	ICP-MS	f+s	0.063	8.91
V		0.173	µg/l	ICP-MS	f+s	0.031	4.46
Cr		0.278	µg/l	ICP-MS	f+s	0.018	5.19
Mo		1.879	µg/l	ICP-MS	f+s	0.015	3.96
Co		0.018	µg/l	ICP-MS	f+s	0.002	4.14
Ni		0.748	µg/l	ICP-MS	f+s	0.014	9.34
Cu		0.589	µg/l	ICP-MS	f+s	0.022	5.52
Ag	<	0.009	µg/l	ICP-MS	f+s	0.009	8.17
Zn		20.47	µg/l	ICP-MS	f+s	0.075	9.01
Cd	<	0.009	µg/l	ICP-MS	f+s	0.009	8.91
Thorium		0.008	µg/l	ICP-MS	f+s	0.002	10.90
Uran		0.665	µg/l	ICP-MS	f+s	0.001	6.65
Yttrium		0.021	µg/l	ICP-MS	f+s	0.001	4.49
Cer		0.006	µg/l	ICP-MS	f+s	0.001	4.51
Wismut		0.010	µg/l	ICP-MS	f+s	0.006	33.00
Thallium		0.023	µg/l	ICP-MS	f+s	0.013	6.67
Titan	<	0.068	µg/l	ICP-MS	f+s	0.068	8.40
Lanthan		0.016	µg/l	ICP-MS	f+s	0.002	6.40

Kontrollausdruck

Probennummer: 74659

Analysennummer: 75083

Parameter		Vertrauensklasse
gelöster Sauerstoff	0.50 mg/l	
Ionenbilanzfehler	0.86 %	Messwert/Analyse vertrauenswuerdig
pH-Wert Gelände	7.0	Meßwert/Analyse vertrauenswuerdig
pH-Wert Labor		Prüfung (noch) nicht möglich
Gesamthärtefehler	1.3 %	Messwert/Analyse vertrauenswuerdig
Fehler der elektrischen Leitfähigkeit		Prüfung (noch) nicht möglich
Fehler des Feststoffgehalts	9.6 %	Messwert/Analyse vertrauenswuerdig
Sauerstoff/Eisen		Prüfung (noch) nicht möglich
Sauerstoff/Mangan		Prüfung (noch) nicht möglich
Sauerstoff/Ammonium		Prüfung (noch) nicht möglich
Sauerstoff/Schwefelwasserstoff		Prüfung (noch) nicht möglich
Eisen/Nitrat		Prüfung (noch) nicht möglich
Eisen/Schwefelwasserstoff		Messwert/Analyse vertrauenswuerdig
Mangan/Nitrat		Prüfung (noch) nicht möglich
Mangan/Schwefelwasserstoff		Messwert/Analyse vertrauenswuerdig
Schwefelwasserstoff/Nitrat		Prüfung (noch) nicht möglich
pH-Wert Gelände/Gesamthärte		Messwert/Analyse vertrauenswuerdig
pH-Wert Labor/Gesamthärte		Prüfung (noch) nicht möglich

Analyse auffällig n. DVWK (1979):

Ionenbilanzfehler > 5% bei Kationen- oder Anionensumme bis 2mmol(eq)/l
Ionenbilanzfehler > 2% bei Kationen- oder Anionensumme über 2mmol(eq)/l

Folgende Vertrauensklassen sind möglich:

Prüfung (noch) nicht möglich
Meßwert/Analyse fraglich
Meßwert/analys auffällig
Meßwert/Analyse vertrauenswuerdig

Für folgende Bedingungen werden die Stabilitätsbereiche nicht erreicht:

O2/Fe O2>5.0 mg/l und Fe>0.05 mg/l
O2/Mn O2>5.0 mg/l und Mn>0.05 mg/l
O2/NH4 O2>5.0 mg/l und NH4>0.1 mg/l
O2/H2S O2>5.0 mg/l und H2S>0.1 mg/l
Fe/NO3 Fe>0.2 mg/l und NO3>2.0 mg/l
Fe/H2S Fe>1.0 mg/l und H2S>0.1 mg/l
Mn/NO3 Mn>0.2 mg/l und NO3>2.0 mg/l
Mn/H2S Mn>0.2 mg/l und H2S>0.1 mg/l
H2S/NO3 H2S>0.1 mg/l und NO3>1.0 mg/l
pH Gel/GH 8<pH Gel<6.5 und (Ca+Mg)>1mmol/l
pH Lab/GH 8<pH Lab<6.5 und (Ca+Mg)>1mmol/l

Untersuchungsprogramm-Nummer: 001929 Wasseruntersuchung 01.10.2014

Proben-Nummer: 074669

ARFACH: BO TK25: 7320 ARNUM: 02199

Aufschlußname: B1a mo Böblingen

Meßstellenkennziffer: Bautiefe:

Vertraulichkeit: offen

Proben-Bezeichnung: B 1a Böblingen

Art des Wassers: Grundwasser Rohwasser: J

Probenehmer-Instution:

Probenehmer-Namen: Büro Voutta, Herrenberg

Entnahmeart: Pumpprobe

Probenentnahmegerät: Pumpe

übernommen von:

Entnahmebedingungen:

Bemerkungen:

Material Entnahmegerät: PE (Polyethylen)

Beginn der Probenahme Datum: 27.03.2015 11:30

weitere Parameter **Methode**

Geologische Einheit: Oberer Muschelkalk

Analysen-Nummer: 0000075090 Analysedatum: 15.04.2015

Labor: Landesamt f. Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg

Labornummer: BB 1

übernommen von:

Vertraulichkeit: offen

Bemerkungen:

Wassertyp: Prüfung (noch) nicht möglich

Parameter	<	Wert/Text	Maßeinheit	Methode	Präparat	Best.-Grenze	Meßgenauigkeit %	+- 2s	Anz. Wied.
Dichte		0.9988	g/cm3	pyk	unbeh	0.9982			
elLF(25°C)		793.	µS/cm	Sen	unbeh	1.	1.09		
SAK254		0.44	m-1	Pho	unbeh	0.10			
SAK436	<	0.10	m-1	Pho	unbeh	0.10			
pH Labor		7.06		Pot	unbeh	0.01	.13		
KS4.3		6.25	mmol(eq)/l	Tit	unbeh	0.01	.27		
Ca		115.	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.67	.90		
Mg		38.4	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.34	.70		
Na		5.11	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.56	.48		
K		10.1	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.06	.49		
NH4 +	<	0.01	mg/l	Pho	unbeh	0.01	2.50		
GH		9.05	mmol(eq)/l	Tit	unbeh	0.01	2.27		
Cl -		6.10	mg/l	Tit	unbeh	2.00	2.45		
HCO3 -		381.	mg/l	ber	unbeh	0.61			
NO3 -	<	0.46	mg/l	Pho	unbeh	0.46			
SO4 2-		142.	mg/l	Gra	unbeh	1.00	1.75		
PO4 3-	<	0.010	mg/l	Pho	unbeh	0.010			
F -		165.	µg/l	Pot	unbeh	20.	2.37		
B		34.	µg/l	ICP-OES	unbeh	11.	.81		
Pges	<	11.	µg/l	ICP-OES	unbeh	11.	.80		
SiO2		9.81	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.05	.45		
Sr		1000.	µg/l	ICP-OES	unbeh	4.	.28		

Kontrollausdruck

Probennummer: 74669

Analysennummer: 75090

Parameter		Vertrauensklasse
gelöster Sauerstoff		Prüfung (noch) nicht möglich
Ionenbilanzfehler	0.22 %	Messwert/Analyse vertrauenswuerdig
pH-Wert Gelände		Prüfung (noch) nicht möglich
pH-Wert Labor	7.1	Meßwert/Analyse vertrauenswuerdig
Gesamthärtefehler	1.4 %	Messwert/Analyse vertrauenswuerdig
Fehler der elektrischen Leitfähigkeit		Prüfung (noch) nicht möglich
Fehler des Feststoffgehalts	10 %	Messwert/Analyse auffaellig
Sauerstoff/Eisen		Prüfung (noch) nicht möglich
Sauerstoff/Mangan		Prüfung (noch) nicht möglich
Sauerstoff/Ammonium		Prüfung (noch) nicht möglich
Sauerstoff/Schwefelwasserstoff		Prüfung (noch) nicht möglich
Eisen/Nitrat		Prüfung (noch) nicht möglich
Eisen/Schwefelwasserstoff		Prüfung (noch) nicht möglich
Mangan/Nitrat		Prüfung (noch) nicht möglich
Mangan/Schwefelwasserstoff		Prüfung (noch) nicht möglich
Schwefelwasserstoff/Nitrat		Prüfung (noch) nicht möglich
pH-Wert Gelände/Gesamthärte		Prüfung (noch) nicht möglich
pH-Wert Labor/Gesamthärte		Messwert/Analyse vertrauenswuerdig

Analyse auffällig n. DVWK (1979):

Ionenbilanzfehler > 5% bei Kationen- oder Anionensumme bis 2mmol(eq)/l
Ionenbilanzfehler > 2% bei Kationen- oder Anionensumme über 2mmol(eq)/l

Folgende Vertrauensklassen sind möglich:

Prüfung (noch) nicht möglich
Meßwert/Analyse fraglich
Meßwert/analys auffällig
Meßwert/Analyse vertrauenswuerdig

Für folgende Bedingungen werden die Stabilitätsbereiche nicht erreicht:

O2/Fe O2>5.0 mg/l und Fe>0.05 mg/l
O2/Mn O2>5.0 mg/l und Mn>0.05 mg/l
O2/NH4 O2>5.0 mg/l und NH4>0.1 mg/l
O2/H2S O2>5.0 mg/l und H2S>0.1 mg/l
Fe/NO3 Fe>0.2 mg/l und NO3>2.0 mg/l
Fe/H2S Fe>1.0 mg/l und H2S>0.1 mg/l
Mn/NO3 Mn>0.2 mg/l und NO3>2.0 mg/l
Mn/H2S Mn>0.2 mg/l und H2S>0.1 mg/l
H2S/NO3 H2S>0.1 mg/l und NO3>1.0 mg/l
pH Gel/GH 8<pH Gel<6.5 und (Ca+Mg)>1mmol/l
pH Lab/GH 8<pH Lab<6.5 und (Ca+Mg)>1mmol/l

Untersuchungsprogramm-Nummer: 001948 Wasseruntersuchung 26.08.2015

Proben-Nummer: 074727 **Probenart:** Wasser

ARFACH: BO TK25: 7320 ARNUM: 02198

Aufschlußname: B1 km1 Böblingen

Meßstellenkennziffer: **Bautiefe:**

Vertraulichkkeit: offen

Proben-Bezeichnung: B 1 km1 Böblingen

Art des Wassers: Grundwasser **Rohwasser:** J

Probenehmer-Instution: Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner, Baugrundinstitut

Probenehmer-Namen: P. Brandscheid

Entnahmeart: Pumpprobe

Probenentnahmegerät: Pumpe

übernommen von:

Entnahmebedingungen:

Bemerkungen:

Material Entnahmegerät:

Beginn der Probenahme Datum: 10.07.2015

weitere Parameter		Methode
Entnahmetiefe unter Meßpunkt:	33. m	
Geologische Einheit:	Grabfeld-Formation (Gipskeuper)	

Analysen-Nummer: 0000075149 **Analysedatum:** 14.09.2015

Labor: Landesamt f. Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg

Labornummer: BB 4

übernommen von:

Vertraulichkeit: offen

Bemerkungen:

Wassertyp: Prüfung (noch) nicht möglich

Parameter	<	Wert/Text	Maßeinheit	Methode	Präparat	Best.-Grenze	Meßgenauigkeit %	+- 2s	Anz. Wied.
Dichte		0.9993	g/cm3	pyk	unbeh	0.9982			
elLF(25°C)		1430.	µS/cm	Sen	unbeh	1.	1.09		
SAK254		0.38	m-1	Pho	unbeh	0.10			
SAK436	<	0.10	m-1	Pho	unbeh	0.10			
pH Labor		7.29		Pot	unbeh	0.01	.13		
T pH Lab		20.6	°C	Sen	unbeh	0.1			
KS4.3		6.65	mmol(eq)/l	Tit	unbeh	0.01	.27		
Ca		227.	mg/l	Tit	unbeh	10.0	1.16		
Mg		84.0	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.34	.70		
Na		6.83	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.56	.48		
K		4.16	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.06	.49		
GH		18.4	mmol(eq)/l	Tit	unbeh	0.01	2.27		
Cl -		75.2	mg/l	Tit	unbeh	2.00	2.45		
HCO3 -		406.	mg/l	ber	unbeh	0.61			
NO3 -	<	0.51	mg/l	Pho	unbeh	0.51			
SO4 2-		486.	mg/l	Gra	unbeh	1.00	1.75		
PO4 3-	<	0.010	mg/l	Pho	unbeh	0.010			
F -		220.	µg/l	Pot	unbeh	20.	2.37		
B		100.	µg/l	ICP-OES	unbeh	11.	.81		
Pges	<	11.	µg/l	ICP-OES	unbeh	11.	.80		
SiO2		13.0	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.05	.45		
Li		17.	µg/l	ICP-OES	unbeh	4.	.46		
Sr		19300.	µg/l	ICP-OES	unbeh	4.	.28		

Untersuchungsprogramm-Nummer: 001948 Wasseruntersuchung 26.08.2015

Proben-Nummer: 074728 **Probenart:** Wasser

ARFACH: BO TK25: 7320 ARNUM: 02228

Aufschlußname: B1b/14 flache Erkundungsbohrung Böblingen

Meßstellenkennziffer: Bautiefe:

Vertraulichkkeit: offen

Proben-Bezeichnung: B 1b/14 flache Erkundungsbohrung Böblingen

Art des Wassers: Grundwasser **Rohwasser:** J

Probenehmer-Instution: Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner, Baugrundinstitut

Probenehmer-Namen: P. Brandscheid

Entnahmeart: Pumpprobe

Probenentnahmegerät: Pumpe

übernommen von:

Entnahmebedingungen:

Bemerkungen:

Material Entnahmegerät:

Beginn der Probenahme Datum: 08.07.2015

weitere Parameter		Methode
Entnahmetiefe unter Meßpunkt:	10. m	
Geologische Einheit:	Stuttgart-Formation (Schilfsandstein i. w. S.)	

Analysen-Nummer: 0000075150 Analysedatum: 14.09.2015

Labor: Landesamt f. Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg

Labornummer: BB 5

übernommen von:

Vertraulichkeit: offen

Bemerkungen:

Wassertyp: Prüfung (noch) nicht möglich

Parameter	<	Wert/Text	Maßeinheit	Methode	Präparat	Best.-Grenze	Meßgenauigkeit %	+- 2s	Anz. Wied.
Dichte		0.9990	g/cm3	pyk	unbeh	0.9982			
elLF(25°C)		1430.	µS/cm	Sen	unbeh	1.	1.09		
SAK254		1.3	m-1	Pho	unbeh	0.10			
SAK436	<	0.10	m-1	Pho	unbeh	0.10			
pH Labor		7.20		Pot	unbeh	0.01	.13		
T pH Lab		20.6	°C	Sen	unbeh	0.1			
KS4.3		7.52	mmol(eq)/l	Tit	unbeh	0.01	.27		
Ca		128.	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.67	.90		
Mg		95.6	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.34	.70		
Na		25.0	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.56	.48		
K		3.03	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.06	.49		
GH		15.1	mmol(eq)/l	Tit	unbeh	0.01	2.27		
Cl -		249.	mg/l	Tit	unbeh	2.00	2.45		
HCO3 -		459.	mg/l	ber	unbeh	0.61			
NO3 -		17.5	mg/l	Pho	unbeh	0.51			
SO4 2-		29.2	mg/l	Gra	unbeh	1.00	1.75		
PO4 3-	<	0.010	mg/l	Pho	unbeh	0.010			
F -		140.	µg/l	Pot	unbeh	20.	2.37		
B		35.	µg/l	ICP-OES	unbeh	11.	.81		
Pges	<	11.	µg/l	ICP-OES	unbeh	11.	.80		
SiO2		11.8	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.05	.45		
Li		17.	µg/l	ICP-OES	unbeh	4.	.46		
Sr		1020.	µg/l	ICP-OES	unbeh	4.	.28		

Untersuchungsprogramm-Nummer: 001948 Wasseruntersuchung 26.08.2015

Proben-Nummer: 074729 **Probenart:** Wasser

ARFACH: BO TK25: 7320 ARNUM: 02228

Aufschlußname: B1b/14 flache Erkundungsbohrung Böblingen

Meßstellenkennziffer: **Bautiefe:**

Vertraulichkkeit: offen

Proben-Bezeichnung: B 1b/14 flache Erkundungsbohrung Böblingen

Art des Wassers: Grundwasser **Rohwasser:** J

Probenehmer-Instution: Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner, Baugrundinstitut

Probenehmer-Namen: P. Brandscheid

Entnahmeart: Pumpprobe

Probenentnahmegerät: Pumpe

übernommen von:

Entnahmebedingungen:

Bemerkungen:

Material Entnahmegerät:

Beginn der Probenahme Datum: 09.07.2015

weitere Parameter		Methode
Entnahmetiefe unter Meßpunkt:	10. m	
Geologische Einheit:	Stuttgart-Formation (Schilfsandstein i. w. S.)	

Analysen-Nummer: 0000075151 **Analysedatum:** 14.09.2015

Labor: Landesamt f. Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg

Labornummer: BB 5a

übernommen von:

Vertraulichkeit: offen

Bemerkungen:

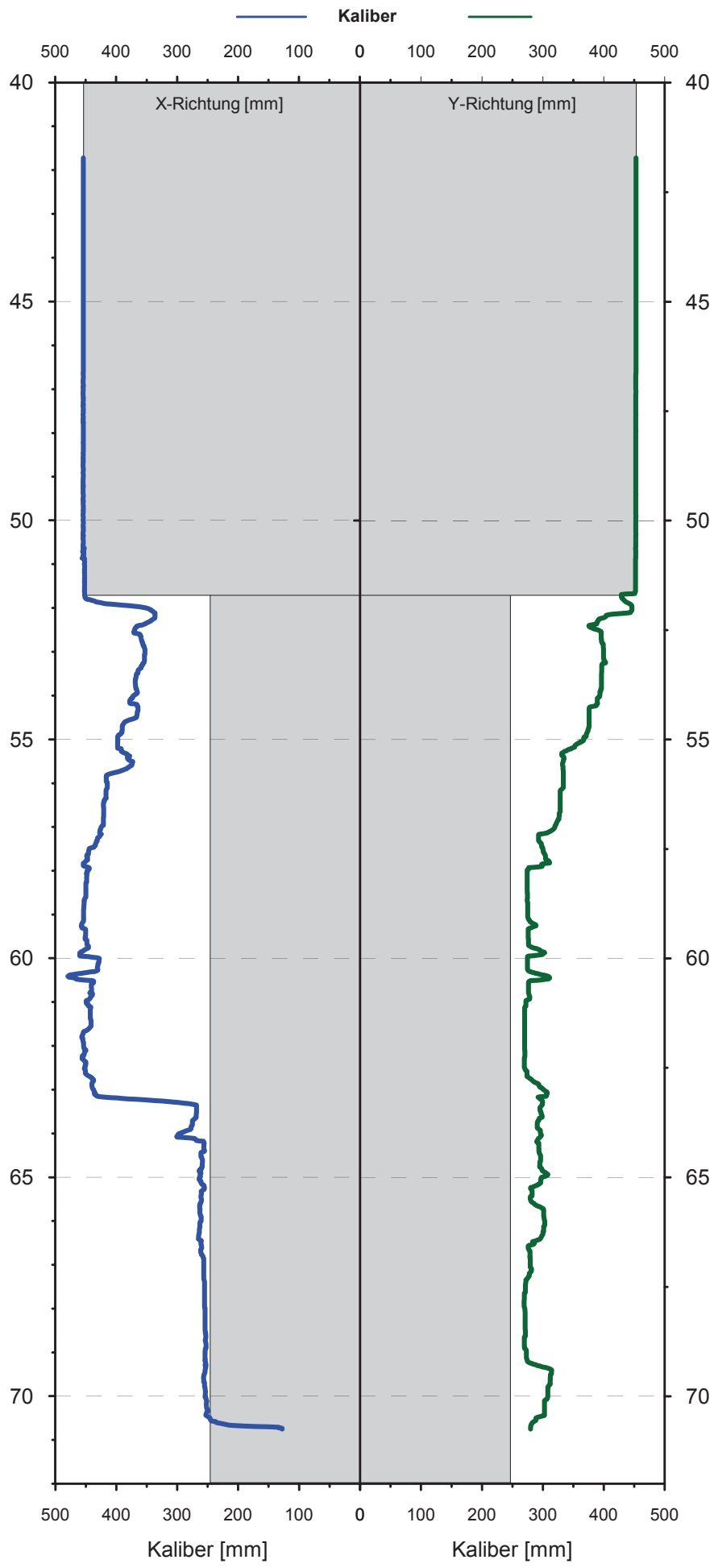
Wassertyp: Prüfung (noch) nicht möglich

Parameter	<	Wert/Text	Maßeinheit	Methode	Präparat	Best.-Grenze	Meßgenauigkeit %	+- 2s	Anz. Wied.
Dichte		0.9990	g/cm3	pyk	unbeh	0.9982			
elLF(25°C)		1450.	µS/cm	Sen	unbeh	1.	1.09		
SAK254		1.3	m-1	Pho	unbeh	0.10			
SAK436	<	0.10	m-1	Pho	unbeh	0.10			
pH Labor		7.11		Pot	unbeh	0.01	.13		
T pH Lab		20.6	°C	Sen	unbeh	0.1			
KS4.3		7.61	mmol(eq)/l	Tit	unbeh	0.01	.27		
Ca		125.	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.67	.90		
Mg		96.7	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.34	.70		
Na		25.1	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.56	.48		
K		3.00	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.06	.49		
GH		15.0	mmol(eq)/l	Tit	unbeh	0.01	2.27		
Cl -		249.	mg/l	Tit	unbeh	2.00	2.45		
HCO3 -		464.	mg/l	ber	unbeh	0.61			
NO3 -		14.7	mg/l	Pho	unbeh	0.51			
SO4 2-		23.5	mg/l	Gra	unbeh	1.00	1.75		
PO4 3-	<	0.010	mg/l	Pho	unbeh	0.010			
F -		145.	µg/l	Pot	unbeh	20.	2.37		
B		35.	µg/l	ICP-OES	unbeh	11.	.81		
Pges	<	11.	µg/l	ICP-OES	unbeh	11.	.80		
SiO2		11.8	mg/l	ICP-OES	unbeh	0.05	.45		
Li		16.	µg/l	ICP-OES	unbeh	4.	.46		
Sr		1020.	µg/l	ICP-OES	unbeh	4.	.28		

Geophysikalische Bohrlochvermessung

Bohrung	B1a (tief)	Projekt:	Erkundungsbohrungen BB	Geologie:	km1, km2
Bohrdurchmesser:	versch.	Ort:	Böblingen	Wasserspiegel:	-Spülung-
Teufe:	84 m	Datum:	05.12.2014	ausgeführt durch:	Voutta

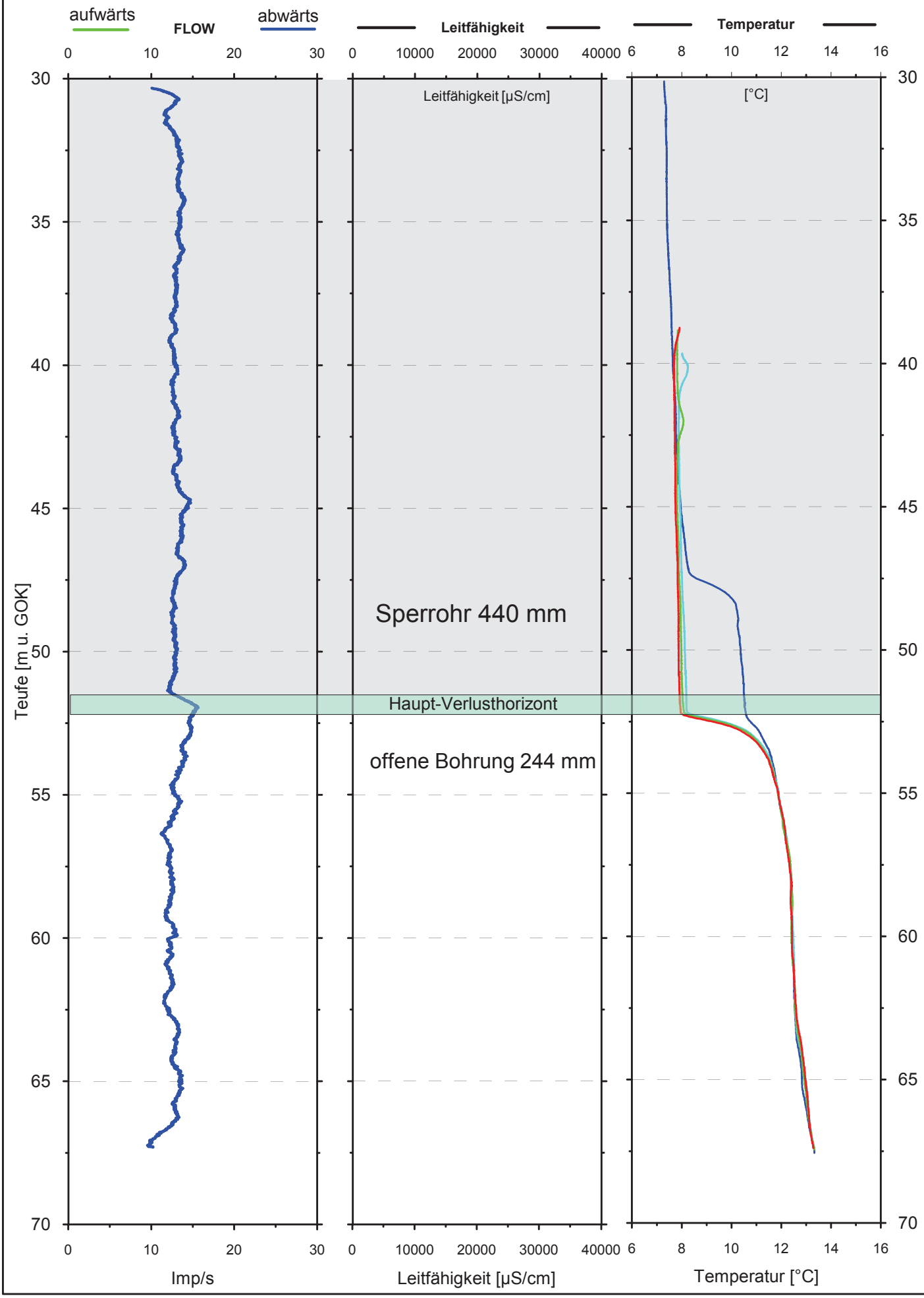
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Hydrophysikalische Bohrlochvermessung

Bohrung	B 1a (tief)	Projekt:	Erkundungsbohrungen BB	Geologie:	km1/km2
Bohrurchmesser:	146/244 mm	Ort:	Böblingen	Wasserspiegel:	Spülung
Teufe:	84 m u. GOK	Datum:	5.12.2014	ausgeführt durch:	Voutta

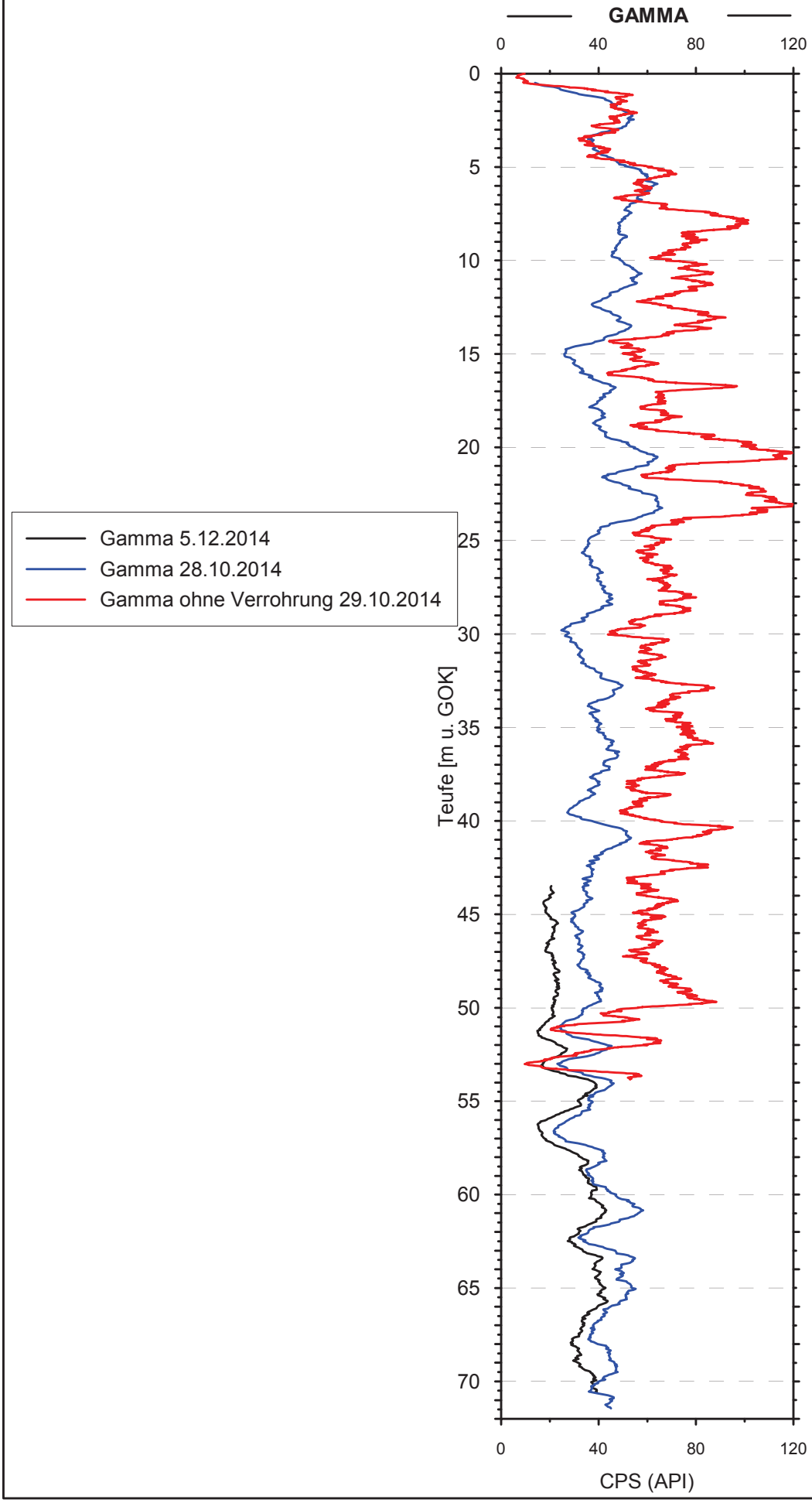
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



geophysikalische Bohrlochvermessung

Brunnen	B1a (tief)	Projekt:	Erkundungsbohrungen BB	Geologie:	km1, km2
Bohrdurchmesser:	versch.	Ort:	Böblingen	Wasserspiegel:	ca. 28 m
Teufe:	-	Datum:	5.12.2014	ausgeführt durch:	Pailliart/Voutta

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



terratec
Geophysical Services

BOHRLOCHMESSUNGEN
in der Bohrung B1A
Böblingen, Deutschland

28.10.2014 – 16.02.2015

Projekt:	Bohrlochgeophysik – Erkundungsbohrung Böblingen
Pr.-Nr. (terratec):	546_2014 & 559_2015
Auftraggeber:	Burkhardt Geologische und hydrologische Bohrungen GmbH & Co. KG, D – 75389 Neuweiler
Auftragnehmer:	terratec Büro für Geologie und Geophysik, D - 79423 Heitersheim
Durchführung:	M Gracia, A. Nöltner, Dr. C. Pohl, P. Glasnák
Zeitraum:	28.10.2014 – 16.02.2015
Berichtsdatum:	18.06.2015

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung ... 3
1.1 Allgemeines ... 3
1.2 Aufgabenstellung ... 3
1.3 Angewandte Methoden ... 3
1.3.1 3-arm und 4-arm Kalibersonde ... 3
1.3.2 Akustischer Scanner ... 3
1.3.3 Bohrlochverlauf, Neigung und Azimut ... 4
1.3.4 Natürliche Gammastrahlung ... 4
1.4 Spaltenbezeichnungen der Messdiagramme ... 4
2 B1A – 1. Einsatz ... 5
2.1 Ablauf der Messungen ... 5
2.2 Beschreibung der Messergebnisse ... 6
2.2.1 Kalibermessung ... 6
2.2.2 Bohrlochverlauf ... 6
2.2.3 Natürliche Gammastrahlung ... 7
2.2.4 Akustischer Scanner und Strukturdaten ... 8
3 B1A – 2. Einsatz ... 9
3.1 Ablauf der Messungen ... 9
3.2 Beschreibung der Messergebnisse ... 9
3.2.1 Kalibermessung ... 9
3.2.2 Bohrlochverlauf ... 9
3.2.3 Natürliche Gammastrahlung ... 11
4 B1A - 3. und 4. Einsatz ... 11
4.1 Ablauf der Messungen ... 12
4.2 Beschreibung der Messergebnisse ... 12
4.2.1 Azimut und Neigung ... 12
4.2.2 Natürliche Gammastrahlung ... 12
4.2.3 Akustischer Scanner und Strukturdaten ... 13
5 Sondenbeschreibung ... 16
5.1 Akustischer Scanner ... 16
5.2 3-Arm Kalibersonde ... 17
5.3 4-Arm Kalibersonde ... 18

Anlagen:

- Messkurven:
  - Kaliber, Verlauf- und Gammakurve Maßstab 1:200
  - Messkurve akustischer Scan mit Strukturauswertung 1:10

- CD-ROM:
  - Kaliber, Verlauf- und Gammakurve (*.wcl, *.pdf)
  - Akustischer Scan mit Strukturauswertung (*.wcl, *.pdf)
  - Bullseye- und Profildarstellung (*.pdf)
  - Kaliber, Verlaufs- und Gammawerte (*.txt)
  - Betrachtungssoftware WellCAD Reader (*.exe)
  - vorliegender Bericht (*.pdf)
  - Strukturdaten (*.xls)

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Der vorliegende Bericht beschreibt die Durchführung und die Ergebnisse der geophysikalischen Bohrlochmessungen in der Erkundungsbohrung „B1A“ im Projekt “Bohrlochgeophysik - Erkundungsbohrung Böblingen”.
Auftraggeber für die Messungen ist die Fa. Burkhardt Geologische und hydrologische Bohrungen GmbH & Co. KG, 75389 Neuweiler. Auftragsnehmer ist die Fa. terratec Büro f. Geologie u. Geophysik, D - 79423 Heitersheim. Die Messungen wurden am 28.10. und 11.12.2014 sowie am 27.01. und 16.02.2015 in vier Einsätzen durchgeführt.

1.2 Aufgabenstellung

Ziel der Messungen war die Gewinnung von Bohrlochverlaufs-, natürlichen Gamma- und Kaliberdaten der Bohrung. Ergänzend hierzu wurde die Wandung der Bohrung mit einem akustischen Scanner abgebildet und die Bilder einer strukturgeologischen Auswertung (Art, Tiefen- und Raumlage der Strukturen) unterzogen.

1.3 Angewandte Methoden

1.3.1 3-arm und 4-arm Kalibersonde

Am 28.10.2014 wurde das Kaliber mit einer Drei-Arm-Kalibersonde ermittelt. Die Sonde besitzt drei mechanische Arme, welche kontinuierlich die Bohrlochwand abtasten und somit den Bohrlochdurchmesser ermittelt. Die Sonde wird bis zum Bohrlochtiefsten eingebracht, wo dann die Arme aufgespannt werden. Die Messung erfolgt beim Herausziehen der Sonde. Die Überprüfung der Messung erfolgte im bekannten Durchmesser in der Verrohrung. Ab einer Bohrlochabweichung von ca. 5° können die Arme durch das Eigengewicht der Sonde zusammengedrückt werden, was zu einer Verfälschung der Ergebnisse führen kann.

Am 11.12.2014 wurde aufgrund des großen Bohrungsdurchmessers ein 4-arm Kaliber verwendet. Die Bohrlochwandung wird mit vier federbelasteten Armen kontinuierlich im Profil abgetastet. Je zwei gegenüberliegende Arme sind mechanisch miteinander gekoppelt und ergeben eine Durchmessermessung. Die beiden Messungen der zwei Armpaare können durch das integrierte Verlaufsmodul in ihrer räumlichen Lage bestimmt werden. Im Falle eines elliptischen Bohrlochquerschnittes richten sich die Arme in der Regel in der langen und der kurzen Achse des Querschnitts aus. Die Sonde wird ebenfalls bis zum Bohrlochtiefsten eingebracht und hier die Arme aufgespannt. Die Messung wird beim Herausziehen der Sonde durchgeführt und der Durchmesser in der Verrohrung überprüft.

1.3.2 Akustischer Scanner

Beim akustischen Scanner wird der Umfang der Bohrung mit einem Ultraschallsignal abgetastet. Im Messdiagramm sind die TRAVEL TIME und die AMPLITUDE als abgerollte 360° Bohrlochinnenwandabtastung als Falschfarbenbild dargestellt. Bei der TRAVEL TIME stehen dunkle Farbtöne für kurze und helle für lange Laufzeiten (z.B. längerer Weg). Bei der AMPLITUDE stehen dunkle Farbtöne für niedrige Reflexionsamplituden (Risse, Klüfte, „weiches“ Material), helle Farbtöne für hohe Reflexionsamplituden („festes“ Material).
Aus den Daten des Akustischen Scanners (TRAVEL TIME, AMPLITUDE) wurden die Strukturen nach folgenden Kriterien in ihrer Richtung und Neigung eingemessen:

Offene Kluft
Schichtung/Schieferung
Geschlossene Kluft

Schichtfuge
Lithologischer Wechsel

Wenn keine optischen Bilder (Scanner) vorliegen, bezieht sich die Auswertung ausschließlich auf die akustischen Eigenschaften des Gebirges. Ein akustisches Messsystem unterscheidet nicht zwischen einer lokalen Schwächung des Gebirges (zum Beispiel ein Riss oder eine feine Kluft) und akustisch schwächerem Material (zum Beispiel Toneinlagerungen).
Bei größerer Neigung der Bohrung werden das scheinbare Einfallen und der Azimut der eingemessenen Strukturen mit Hilfe der Bohrungsverlaufsdaten auf ihre tatsächliche Raumlage korrigiert.
Die Strukturverläufe (Sinusspuren) auf dem Amplitudenbild zeigen dann die scheinbaren, unrotierten Orientierungen relativ zur Bohrungsachse. Das scheinbare Einfallen und der Azimut der eingemessenen Strukturen wurden mit Hilfe der Bohrungsverlaufsdaten auf ihre tatsächliche Raumlage korrigiert. Das Tad Pole Diagramm (s. unten) (Strukturen rotiert) und die Lagekugel (Stereo Plot) zeigen also die wahren, orientierten Azimut- und Einfallswerte.
Die gewonnen Gefügedaten sind dem Datenträger als EXCEL-Datei zu entnehmen. Die Bilddaten der gesamten Befahrungen befinden sich auf dem Datenträger und können mit der beigefügten Software „Wellcad Reader“ betrachtet werden.

1.3.3 Bohrlochverlauf, Neigung und Azimut

Die Kurven der Neigung und Richtung (Azimut), bezogen auf magnetisch Nord, geben die Bohrlochabweichung in der entsprechenden Tiefe in Grad an. Der Bohrlochverlauf wird aus der Kombination von einer Kompassmessung (3 Fluxgate-Magnetometer) und einer Neigungsmessung (3 Accelerometer) bestimmt. Innerhalb der magnetischen Stahlverrohrung ist die Kompassmessung gestört.

In der Tabelle auf dem beiliegenden Datenträger sind die Richtung (magnetisch Nord) und Neigung aus der Vertikalen des Bohrlochs in Grad, sowie die nördliche und östliche Abweichung vom Anfangspunkt der Messung über die Bohrlochlänge und die wahren Teufen in Metern angegeben.

1.3.4 Natürliche Gammastrahlung

Die Messungen der natürlich auftretenden Gammastrahlung der Gesteine wurden zusammen mit dem akustischen Scanner, bzw. mit der 4-arm Kalibermessung durchgeführt. Ein NaI-Szintillationskristall misst die totale natürliche Gammastrahlung in CPS („**C**ounts **P**er **S**econd“/“Zählern pro Sekunde“), welche beim radioaktiven Zerfall emittiert wird. Die wesentlichen Gamma-Quellen im geologischen Kontext sind K, U und Th. Im allgemeinen Fall kann man die Häufigkeit der Gamma-Ereignisse mit dem K-Gehalt, und damit wiederum in erster Annäherung mit dem Ton-Gehalt des Gesteins gleichsetzen. Somit bietet ein Gamma-Log ein gutes Mittel zur Charakterisierung der Lithologie bzw. zur Korrelation zwischen mehreren Bohrungen.

Die Zählraten sind auf API – Standard kalibriert, das heißt sie entsprechen den Zählraten gemessen in der Typ-Bohrung des American Petroleum Institute. Die Messungen können auch durch Verrohrungen und Ausbauten vorgenommen werden und sind sowohl im spülungsgefüllten wie im trockenen Bohrloch möglich. Die hier dargestellten Daten sind nicht auf die Dämpfung durch Stahlverrohrung oder Wasser korrigiert.

1.4 Spaltenbezeichnungen der Messdiagramme

Die folgende Tabelle erläutert die in den Spalten der Messdiagramme verwendeten Bezeichnungen:

Abkürzung / Spaltenbezeichner	Erläuterung
Natural Gamma	Natürliche Gammastrahlung (API)
Kaliber	Bohrlochdurchmesser/Kaliber (mm)

Neigung aus der Vertikalen	Neigung der Bohrung gegenüber der Lotrechten (°)
Azimut mag. Nord	Richtung der Bohrung gegen magnetisch Nord (°)
Northing	Entfernung vom Anfangspunkt nach magnetisch Nord in Metern; Minuswerte entsprechen der Abweichung in Richtung magnetisch Süd
Easting	Abweichung der Bohrung von der Lotrechten nach magnetisch Ost in Metern; Minuswerte entsprechen der Abweichung in Richtung magnetisch West
TVD	Wahre Bohrungstiefe; Bohrungstiefe in der Lotrechten in Metern
Strukturen scheinbar	Scheinbares Einfallen der Strukturen, bezogen auf die Bohrungsachse
Strukturen rotiert	Wahres Einfallen der Strukturen. Nageldiagramm der rotierten Strukturen: die horizontale Skala gibt den tatsächlichen Einfallswinkel im Gebirge der jeweiligen Struktur von 0 - 90° an. Der Richtungsstrich zeigt die Einfallsrichtung von 0 - 360° an
Stereo Plot	Schmidt'sches Netz untere Hemisphäre, Darstellung der Flächenpole
Travel Time	Abgerolltes (0 – 360°) Laufzeitbild des akustischen Signals
Amplitude	Abgerolltes (0 – 360°) Amplitudenbild des akustischen Signals

Als **Messbezug** für die Bohrungen wurde die **Geländeoberkante (GOK)** verwendet.

2 B1A – 1. Einsatz

Datum des Messeinsatzes: 28.10.2014
Bohrtiefe: 72,50 m
Messtiefe: 72,10 m
Ausbau: -1,40 – 51,20 m; Vollrohr Stahl, 157 mm iD
51,20 – EOH; offenes Bohrloch, 152 mm

2.1 Ablauf der Messungen

In einer ersten Befahrung wurde der untere, offene Teil der Bohrung (ca. 50 – 70 m) befahren. Nachdem die Verrohrung gezogen wurde, konnte auch der obere Teil von 0 – 50 m gemessen werden. Die Wartezeit zwischen den Messungen betrug ca. 4 Stunden.

In einer ersten Messfahrt wurde ein Kaliberlog mit einem 3-arm Kaliber aufwärtsfahrend durchgeführt. Als zweite Messung wurde der akustische Scanner eingesetzt. Mit dieser Sonde wurde ebenfalls aufwärtsfahrend gemessen.

Anschließend an die erste Messetappe wurde die Verrohrung bis auf 6,80 m zurückgezogen.

In der zweiten Messetappe wurde zunächst der akustische Scanner und anschließend die Kaliber Sonde gefahren.

2.2 Beschreibung der Messergebnisse

2.2.1 Kalibermessung

Das Kaliberlog zeigt im ersten Messabschnitt zwischen Endtiefe und 51,25 m einen durchschnittlichen Durchmesser von 155 mm. Zwischen 65,10 m und 54,60 m ist die Bohrung stellenweise bis auf maximal 167 mm geweitet.

Im zweiten Messabschnitt zwischen 51,25 m und 6,82 m zeigt das Kaliberlog eine meist gut kaliberhaltige Bohrung mit 186 mm Durchmesser. Zwischen 47,30 m und 45,00 m zeigt das Kaliber größere Ausschläge bis maximal 296 mm.

2.2.2 Bohrlochverlauf

Der Bohrlochverlauf für den ersten und zweiten Messabschnitt zeigt eine Bohrlochneigung von 0,0° bis 0,4° aus der Vertikalen. Der Azimut der Bohrung dreht zwischen 0° und 360°.

Die Abweichung von Bohransatzpunkt in der Endtiefe beträgt 0,04 m in östlicher und 0,02 m in südlicher Richtung.

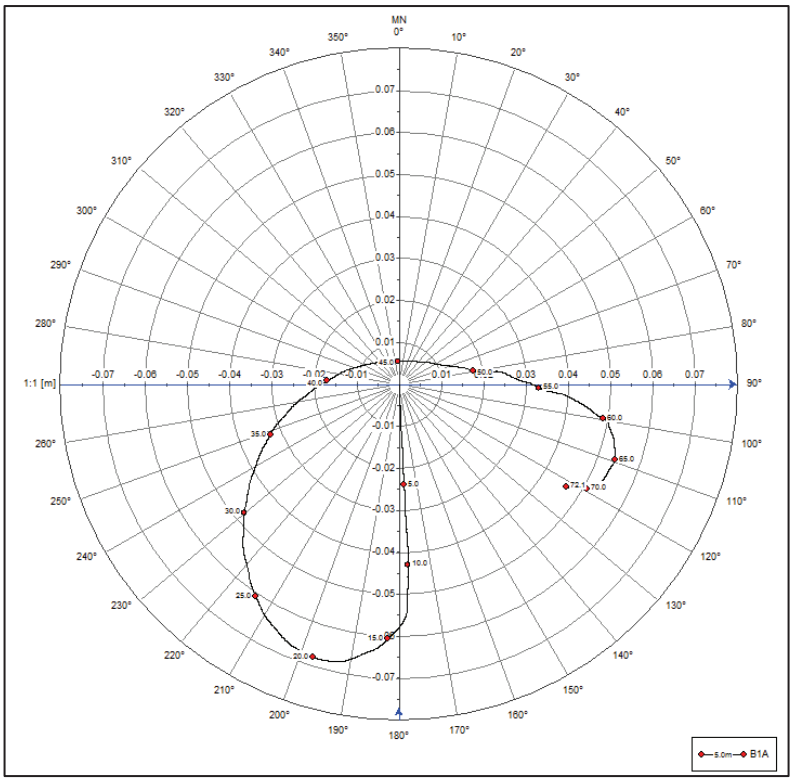


Abbildung 1: Bullseyedarstellung des Verlaufs der B1A vom 28.10.2014

Da die Unterkante der Verrohrung bei ca. 6,80 m stand, wird für die Richtung der Bohrung, in Bezug auf Nord, im Bereich der Stahlverrohrung die erste ungestörte Richtungsmessung unterhalb der Verrohrung angenommen und zur Oberfläche extrapoliert.

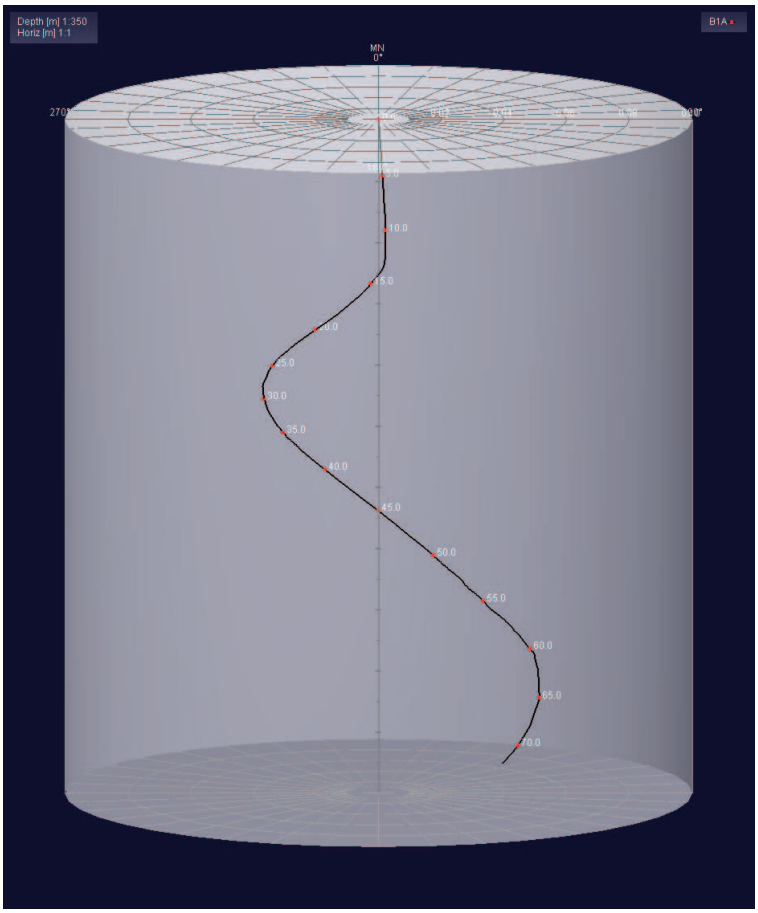


Abbildung 2: Zylinderdarstellung des Verlaufs der B1A vom 28.10.2014

2.2.3 Natürliche Gammastrahlung

Die Werte der natürlichen Gammastrahlung liegen über die gesamte Messtiefe zwischen 15 und 260 API. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht der API Werte in ausgewählten Tiefenintervallen:

Tiefe von	Tiefe bis	API Wertebereich
0,00	6,80	40 - 130
6,80	13,60	100 – 180
13,60	15,70	80 - 110
15,70	23,80	100 – 260
23,80	28,10	100 – 150
28,10	49,60	60 – 160
49,60	ET	15 - 150

Tabelle 1: Natürliche Gammastrahlung in ausgewählten Tiefenintervallen

2.2.4 Akustischer Scanner und Strukturdaten

Die Messdaten des akustischen Scanners im ersten Messabschnitt sind von guter Qualität. Die Messdaten im zweiten Messabschnitt sind von brauchbarer Qualität, wobei einige „Löcher“ (dunkle Stellen im Amplitudenbild) in den Messdaten zu sehen sind. Diese Löcher entstehen durch ein fehlendes Signal von der Bohrlochwand. Dies kann geschehen wenn die Bohrlochwand zu weit entfernt oder diese zu weich ist.

Zusätzlich zu den Scanner Daten wurden mittels einer speziellen Software (TEC-CORIM) die Kernkistenbilder bearbeitet und als separate Spur in die Logs mit eingebunden.

Auf den Aufnahmen des akustischen Scanners wurden insgesamt 67 Strukturen eingemessen. Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der Strukturen.

Strukturtyp	Anzahl Strukturen	Neigung (bevorzugt)	Azimut (bevorzugt)
Schichtung / Schieferung	27	0° - 10°	Keine
Lithologischer Wechsel	5	0° - 15°	S – SSW
Offene Kluft	13	keine	Keine
Geschlossene Kluft	8	Keine	Keine
Schichtfuge	14	0° - 20°	SE - SSW

Tabelle 2: Übersicht der eingemessenen Strukturen

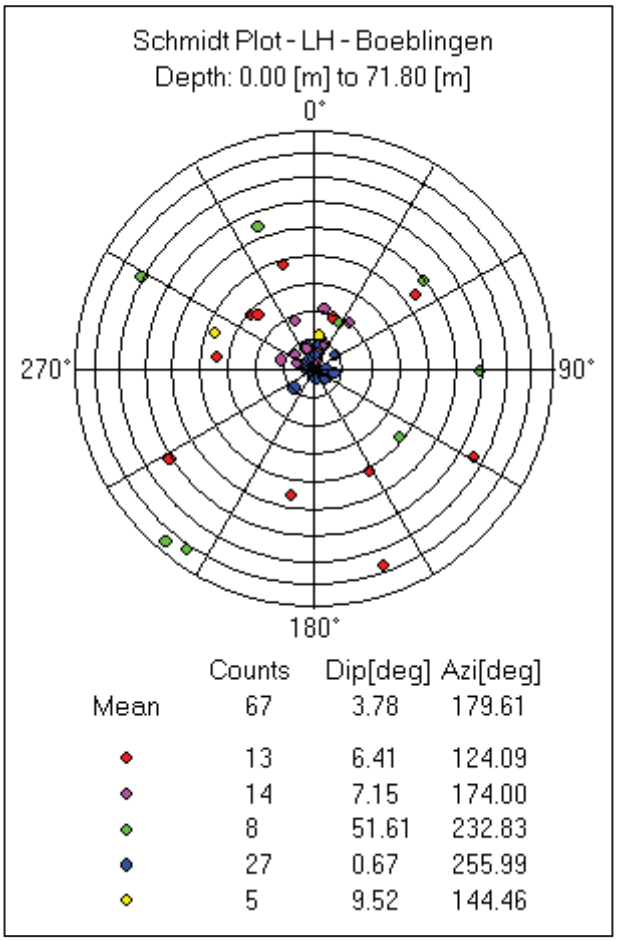


Abbildung 3: Schmidt'sches Netz, untere Halbkugel, Flächenpole

3 B1A – 2. Einsatz

Datum des Messeinsatzes: 11.12.2014
Bohrtiefe: 84,60 m
Messtiefe: 83,78 m
Ausbau: -1,40 – 51,80 m; Vollrohr Stahl, 476 mm - 450 mm ID
51,80 – EOH; offenes Bohrloch, 444 mm

3.1 Ablauf der Messungen

Am 11.12.2014 wurde der offene Abschnitt der Bohrung direkt im Abschluss an die Bohrarbeiten mit einem 4-arm Kaliber mit integriertem Verlaufsmodul befahren. Die Sonde wurde bis zum Bohrlochtiefsten eingebracht und hier die Arme aufgespannt. Die eigentliche Messung wurde aufwärtsfahrend mit ca. 4,5 m/min durchgeführt und der ermittelte Durchmesser in der Verrohrung überprüft. Die Messung der natürlichen Gammastrahlung erfolgte ebenfalls mit der Kaliber-Befahrung.

3.2 Beschreibung der Messergebnisse

3.2.1 Kalibermessung

Das Kaliberlog zeigt in der Verrohrung bis 51,80 m Werte um 450 mm, im oberen und unteren Verrohrungsabschnitt differieren die beiden Armpaare X und Y leicht. Dies lässt sich vermutlich auf Ablagerungen der inhibierten Spülung an der Rohrwandung und den Kaliberarmen zurückführen. Am Ende der Messungen waren die Spitzen der Kaliberarme mit Ablagerungen tonartiger Rückstände besetzt. Inwieweit sich dies auf die Messungen in der offenen Bohrung auswirkt ist nicht bekannt, diese Beobachtung sollte bei der Interpretation der Daten jedoch berücksichtigt werden.

Unterhalb der Verrohrung ist auf der X-Achse ein Maximalausschlag von 472 mm zu beobachten. Bis auf den Abschnitt von 56,60 – 63,70 m ist die Bohrung +/- kaliberhaltig. Im beschriebenen Tiefenintervall differieren die X- und Y-Achse um ca. 6 mm und geben damit einen Hinweis auf eine leichte Ovalität der Bohrung.

Im Folgenden werden die Kaliberkurven für ausgewählte Tiefenintervalle beschrieben:

Tiefe von	Tiefe bis	Bohrlochdurchmesser (mm)
0,0	51,8	X-Achse und y-Achse: Werte um 450 bis Verrohrungsende
51,8	52,3	Unterhalb Verrohrungsende: X-Achse: 472 max.; Y-Achse: um 446, 449 max.
52,3	56,6	X-Achse und Y-Achse: Werte um 444, 448 max.
56,6	63,7	X-Achse: um 449, 459 max.; Y-Achse: um 444, 464 max. in 59,80 m
63,7	79,0	X-Achse und Y-Achse: Werte um 443, 449 max.
79,0	ET	X-Achse und Y-Achse: Werte um 442, 446 max.

Tabelle 3: Tiefenintervalle der Kaliberanomalien

3.2.2 Bohrlochverlauf

Die Bohrung verläuft annähernd senkrecht und zeigt bis auf die oberen 15 m eine Neigung unter 1°. Der Azimut der Bohrung dreht zwischen 0° und 360°. Erst auf den unteren ca. 8 m baut sich eine Richtung auf.

Der Endpunkt liegt 0,19 m in westlicher und 0,11 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe (TVD) unter dem Bohransatzpunkt beträgt 83,77 m, die Messendtiefe zugrunde gelegt.

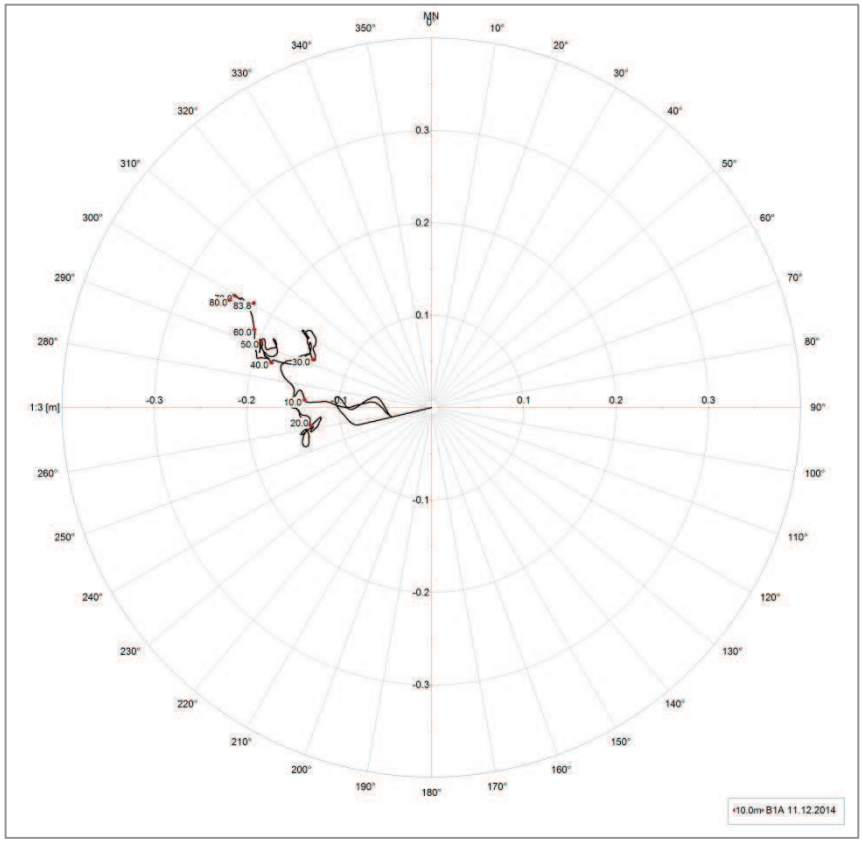


Abbildung 4: Bullseyedarstellung des Verlaufs der B1A vom 11.12.2014

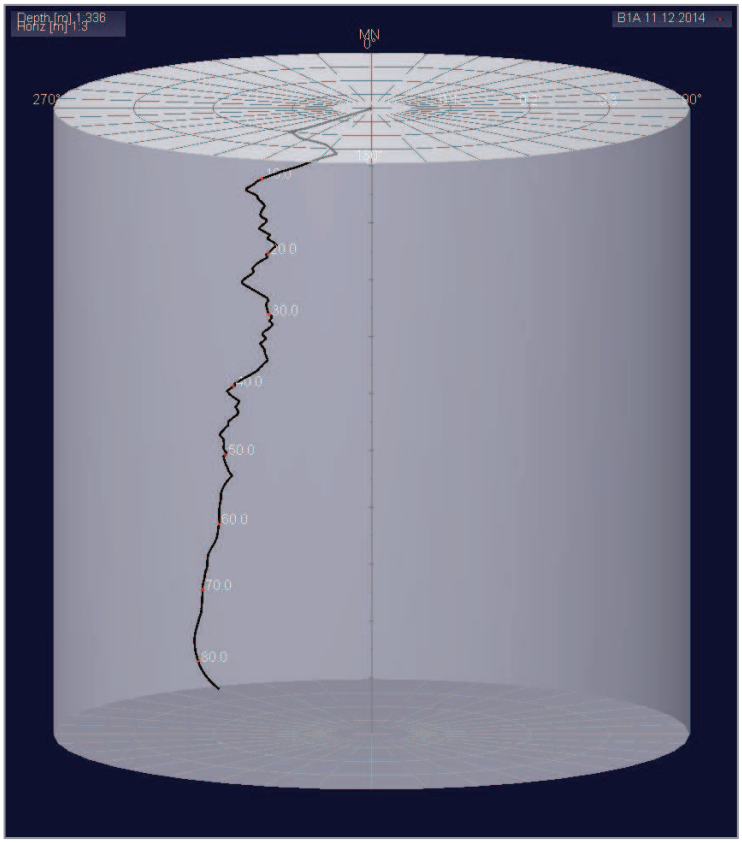


Abbildung 5: Zylinderdarstellung des Verlaufs der B1A vom 11.12.2014, Blickrichtung magnetisch Nord, horizontale Achse entspricht 0,4 m.

Anmerkungen zum Bohrlochverlauf:

Dass die Bohrung auf den oberen 15 m an Neigung aufbaut, liegt vermutlich daran, dass für das Verlaufsmodul kleinere Zentrierungen als der Bohrdurchmesser verwendet werden mussten und die Sonde in diesem Abschnitt dezentral lief. Dies wurde evtl. auch durch die Ablagerungen auf der Verrohrungsinnenseite unterstützt. Da die Bohrung keine bevorzugte Richtung hat, bzw. annähernd Vertikal ist, und die Azimut-Messung in der Verrohrung zudem gestört ist, kann der berechnete Verlauf (Northing, Easting, TVD) leicht vom „wahren" Verlauf abweichen. Da die Abweichung von der Vertikalen sehr gering ist, wird sich die Abweichung wahrscheinlich im Rahmen der Sondengenauigkeit bewegen. Um den Verlauf magnetisch ungestört berechnen zu können, müsste in der Verrohrung eine gyroskopische Messung des Azimuts ausgeführt werden.

3.2.3 Natürliche Gammastrahlung

Die Werte der natürlich auftretenden Gammastrahlung liegen im Bereich der Messstrecke um 62 API.

In der folgenden Tabelle sind auffällige Intervallabschnitte und deren durchschnittliche natürliche Gammastrahlung in API aufgeführt:

Tiefe von	Tiefe bis	Nat. Gamma Average/Intervall (API)
0,0	4,3	Plateaucharakter mit Werten um 42
4,3	13,3	Werte um 66, auffällige negative Anomalie um 41
13,3	15,9	Plateau mit Werten um 48
15,9	23,3	Werte um 66
23,3	52,7	Plateau mit Werten um 56
52,7	55,2	Werte um 65
55,2	57,0	Werte um 45
57,0	65,5	Werte um 68
65,5	74,6	Min. „coarsening upward"-Trend innerhalb Intervall, Werte um 66
74,6	76,4	Mehrere Einzelspitzen, Werte um 91, max. 120
76,4	ET	Plateau erhörter Werte um 89

Tabelle 4: Natürliche Gammastrahlung in ausgewählten Tiefenintervallen

4 B1A - 3. und 4. Einsatz

Datum des Messeinsatzes: 27.01.2015
Bohrtiefe: 116,00 m
Messtiefe: 115,84 m
Ausbau: -1,40 – 85,00 m; Vollrohr Stahl, 157 mm iD
85,00 – EOH; offenes Bohrloch, 152 mm

Datum des Messeinsatzes: 16.02.2015
Bohrtiefe: 144,80 m
Messtiefe: 142,46 m
Ausbau: -1,40 – 116,40 m; Vollrohr Stahl, 178 mm
116,40 – EOH; offenes Bohrloch, 146 mm

4.1 Ablauf der Messungen

Messeinsatz vom 27.01.2015: Da die Bohrung nicht mit klarem Frischwasser befüllt war, wurde eine Messung mit dem akustischen Scanner durchgeführt. Hierzu wurde die Sonde mit für den gebohrten Durchmesser geeigneten Zentriereinheiten bestückt und bis zum Bohrloch tiefsten Punkt eingebracht. Die Messung erfolgte beim Herausfahren.

Messeinsatz vom 16.02.2015: Zunächst wurde versucht eine Messung mit dem optischen Scanner durchzuführen. Die Sonde wurde mit für den Bohrdurchmesser geeigneten Zentriereinheiten ausgestattet und in die Bohrung eingebracht. Da das in der Bohrung angetroffene Wasser sehr stark getrübt war und keine optische Sicht bis zur Bohrlochwand möglich war, wurde eine Messung mit dem akustischen Scanner durchgeführt. Hierzu wurde die Sonde mit für den gebohrten Durchmesser geeigneten Zentriereinheiten bestückt und bis zum Bohrloch tiefsten Punkt eingebracht. Die Messung erfolgte beim Herausfahren.

4.2 Beschreibung der Messergebnisse

4.2.1 Azimut und Neigung

Der Bohrlochverlauf für den ersten und zweiten Messabschnitt zeigt eine Bohrlochneigung von 0,0° bis 1,0° aus der Vertikalen. Der Azimut der Bohrung dreht auf Grund der annähernden Vertikalität zwischen 0° und 360°.

Der Endpunkt liegt 0,13 m in westlicher und 0,24 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe (TVD) unter dem Bohransatzpunkt beträgt 141,24 m.

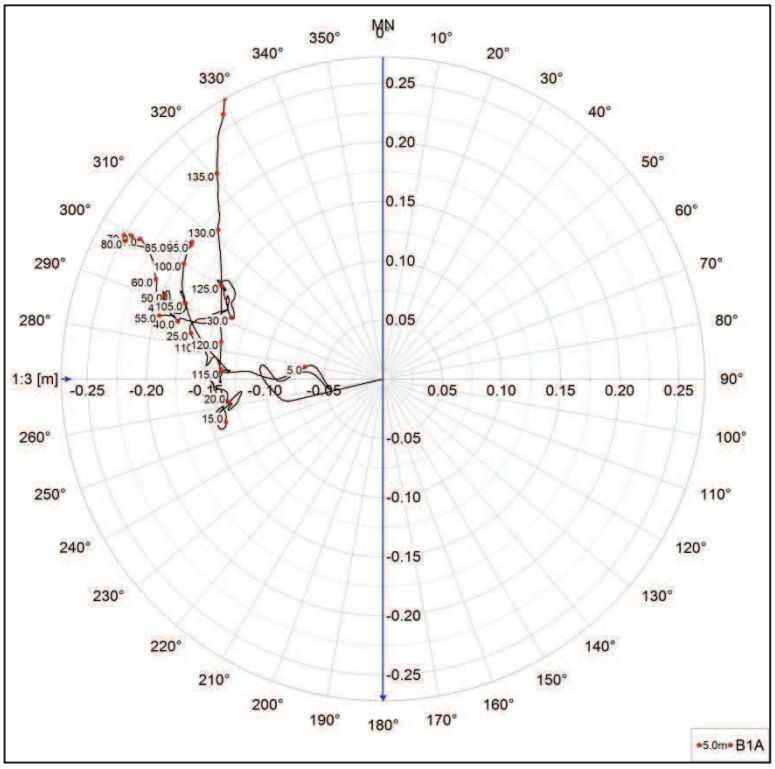


Abbildung 6: Bullseyedarstellung des Verlaufs der B1A gesamt

4.2.2 Natürliche Gammastrahlung

Die Werte der natürlichen Gammastrahlung liegen über die gesamte Messtiefe zwischen 55 und 170 API. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht der API Werte in ausgewählten Tiefenintervallen:

Tiefe von	Tiefe bis	API Wertebereich
85,00	103,00	25 – 115 (deutliche Wechsellagerung)
103,00	114,00	75 – 5 (zur Tiefe hin abnehmend)
114,00	125,00	20 – 150 (deutliche Wechsellagerung)
125,00	131,00	135 – 170
131,00	133,50	15 – 80 (deutliche Wechsellagerung)
133,50	ET	15 – 25

Tabelle 5: Natürliche Gammastrahlung in ausgewählten Tiefenintervallen

4.2.3 Akustischer Scanner und Strukturdaten

Die Messdaten des akustischen Scanners im ersten Messabschnitt sind von guter Qualität. Im Tiefenabschnitt zwischen 112,40 m und 115,70 m zeigt das Amplitudenbild des Scanners eine starke Dunkelfärbung. Diese Dunkelfärbung deutet entweder auf sehr weiches Material der Bohrlochwand oder eine Verschlammung am Bohrgrunde hin. In diesem Fall wird eher die zweite Möglichkeit vermutet.

Auf den Aufnahmen des akustischen Scanners wurden insgesamt (Abschnitt 1 und Abschnitt 2) 147 Strukturen eingemessen. Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der Strukturen.

Strukturtyp	Anzahl Strukturen	Neigung (bevorzugt)	Azimut (bevorzugt)
Schichtung / Schieferung	51	0° - 10°	S - SE
Lithologischer Wechsel	5	0° - 10°	S – SSE
Offene Kluft	17	0° - 20°	Keine
Geschlossene Kluft	74	0° - 10°	S - SSE

Tabelle 6: Übersicht der eingemessenen Strukturen

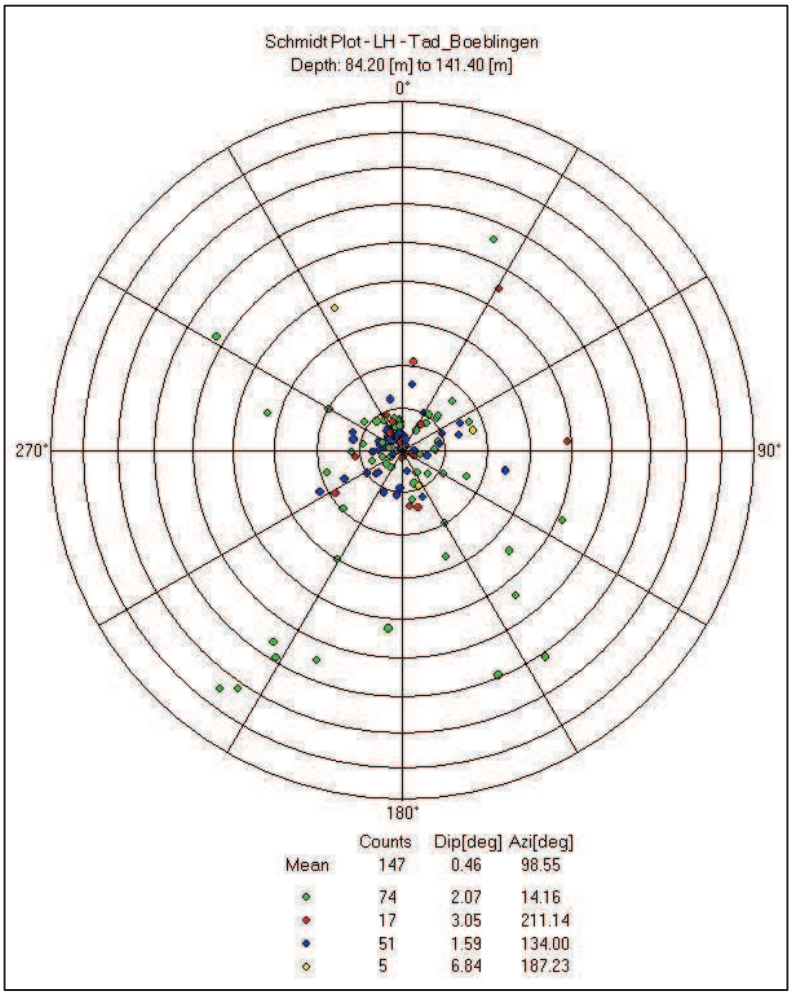


Abbildung 7: Schmidt'sches Netz, untere Halbkugel, Flächenpole

Aus den Daten aller Messeinsätze wurden somit 214 Strukturen eingemessen. Eine detaillierte Tabelle mit den Einfalls- und Richtungswerten der einzelnen Strukturen ist dem beigefügten Datenträger zu entnehmen.

Strukturtyp	Anzahl Strukturen	Neigung (bevorzugt)	Azimut (bevorzugt)
Schichtung / Schieferung	78	0° - 10°	S - SE
Lithologischer Wechsel	10	0° - 10°	S – SSE
Offene Kluft	30	0° - 20°	Keine
Geschlossene Kluft	82	0° - 20°	keine
Schichtfuge	14	0° - 20°	SE - SSW

Tabelle 7: Übersicht der eingemessenen Strukturen

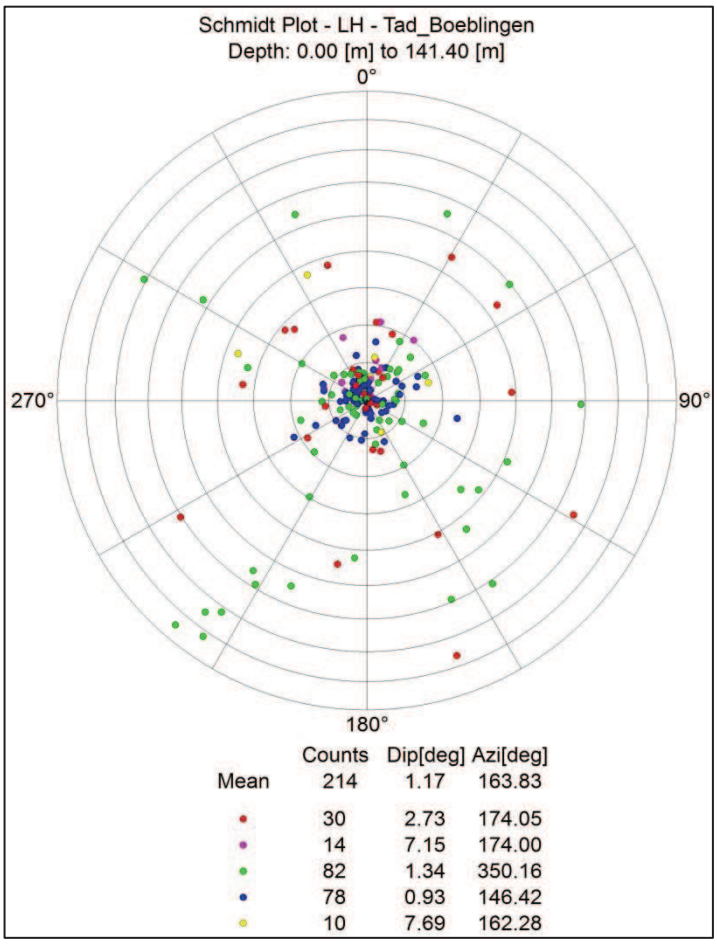


Abbildung 8: Schmidt'sches Netz, untere Halbkugel, Flächenpole, Zusammenfassung der gesamten Bohrung

Heitersheim, 09.07.2015

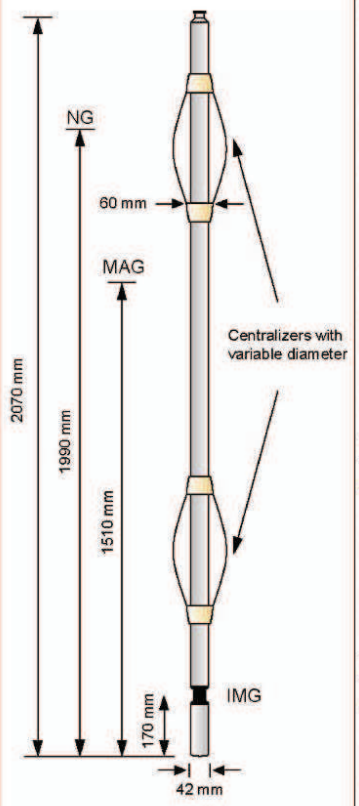
Dipl. Geol. D. Fischer
Dipl. Geol. M. Gracia
Dr. C. Pohl

5 Sondenbeschreibung

5.1 Akustischer Scanner

Borehole Probe Data Sheet BHTV

terratec Geophysical Services



Overview

Principle
The BHTV probe uses fixed acoustic transducer and a rotating acoustic mirror to scan the borehole walls with a focused ultrasound beam. The amplitude and travel time of the reflected acoustic signal are recorded simultaneously as separate image logs.

Results
The BHTV generates an unrolled 360° - false color image of the borehole wall. The images are oriented to magentic north, high side in inclined hole respectively using the integrated orientation module. From travel time a 360° caliper can be calculated.

Applications
Structural interpretation with dip and dip direction, fracture frequency, lithology, casing inspection ... Probe can be used in water filled DD, RC and RAB holes.

Options
Natural gamma, borehole deviation (mag. direction).

Borehole Conditions

Borehole Fluid:	✔ water	✔ mud	✘ dry
Casing:	✔ PVC	✔ steel	✔ none
Drill:	✔ core	✔ destructive	
Max depth:	1000 – 1500 m (dep. on fluid dens.)		
Diameter:	76 mm – 380 mm		
Temperature:	0°C – 70°C		
Max pressure:	150 bar		

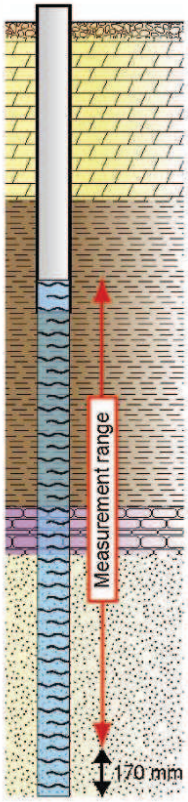
Technical spezification

Dimensions

Length:	2070 mm
Diameter:	42 mm
Weight:	10 kg

Sensors

1 Transmitter –receiver head (1.5 MHz)	IMG
1 Magnetometer (3 axis) and accelerometer (3 axis)	MAG
1 Natural gamma ray (NaI-crystal)	NG



Measurement – Image – Orientation

Measurement

Probe:	✔ centered	✘ excentric
Measurement:	✔ downward	✔ upward
Logging speed:	2 – 3 m/min with vert. resol. of approx. 3 mm and hor. resol. of 180 ppr	

Image - Orientation

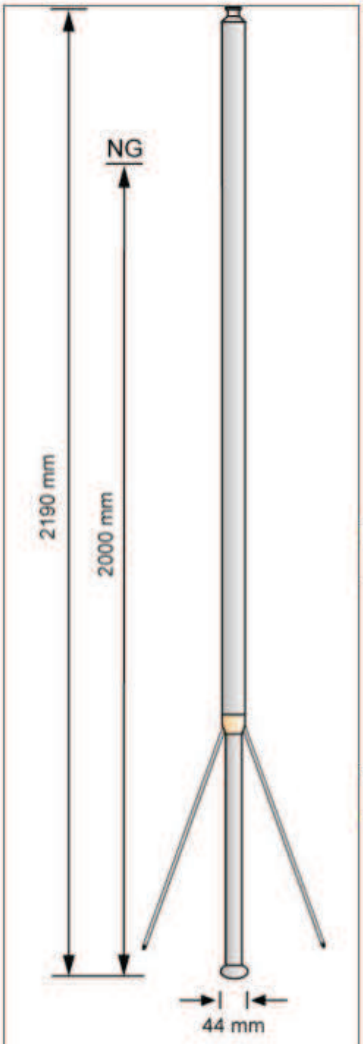
Horizontal resolution:	90, 120,180, 360 ppr
Vertical resolution:	max. 0.5 mm
Azimuth:	± 1°
Inclination:	± 0.5°

Terratec – Schillerstrasse 3 – D-79423 Heitersheim – Germany
Phone: +49 7634-4644 – Fax: +49 7634-4634
www.terratec-geoservices.com - info@terratec-geoservices.com

5.2 3-Arm Kalibersonde

Borehole Probe Data Sheet Caliper

terratec **Geophysical Services**



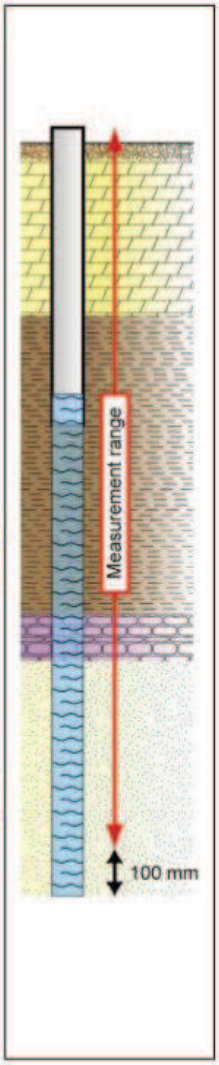
Overview

Principle
Opening and closing of the motor-driven caliper arms is under surface control, allowing the probe to be run into the borehole with the arms retracted. Once opened, at the start of logging, the spring-loaded arms respond to borehole diameter variations as the probe is raised up the borehole. The coupling between the arms means that the resulting log usually represents the minimum diameter in non-circular boreholes. A field calibrator is provided to allow logs to be displayed directly in linear metric or imperial units.

Results
Continuous log of borehole diameter.

Applications
Location of borehole collapse or obstructions.
Cement volume calculations for grouting.
Location of caving, faulting, casing breaks.

Options
Natural gamma



Borehole Conditions

Borehole Fluid:	✓ water	✓ mud	✓ dry
Casing:	✓ PVC	✓ steel	✓ none
Drill:	✓ core	✓ destructive	
Max depth:	1000 – 1500 m (dep. on fluid dens.)		
Diameter:	Min. 50 mm		
Temperature:	0°C – 70°C		
Max pressure:	200 bar		

Technical spezification

Dimensions

Length:	2190 mm
Diameter:	44 mm
Weight:	9 kg

Sensors

3 mech. Arms	CAL
1 Natural gamma ray (NaI-crystal)	NG

Measurement – Sensor

Measurement

Probe:	✓ centered	✓ excentric
Measurement:	✓ downward	✓ upward

Logging speed: 4 – 8 m / min

Sensor

Range:	50 – 700 mm
Resolution:	± 3 mm

Terratec – Schillerstrasse 3 – D-79423 Heitersheim – Germany
Phone: +49 7634-4644 – Fax: +49 7634-4634
www.terratec-geoservices.com - info@terratec-geoservices.com

Bohrungskennung: B1A

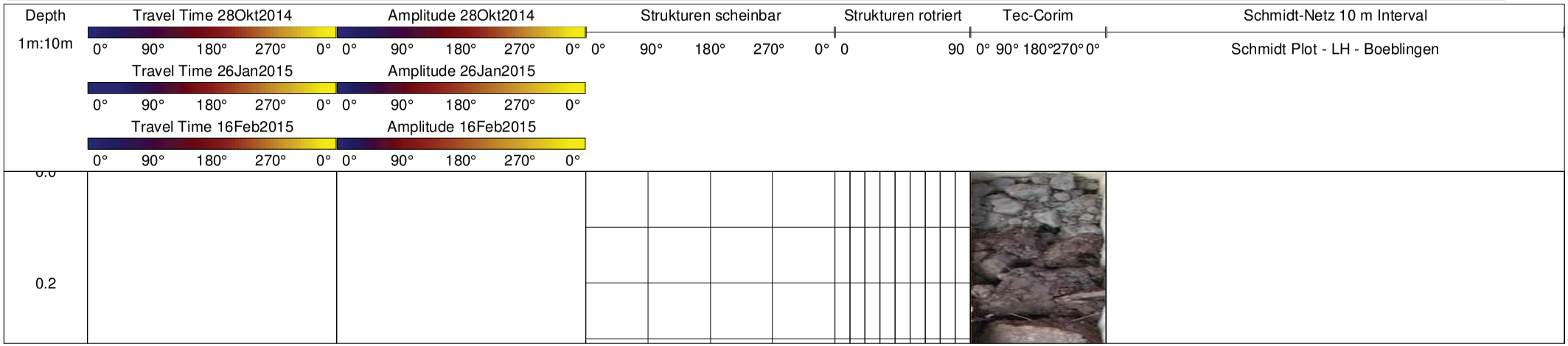
terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

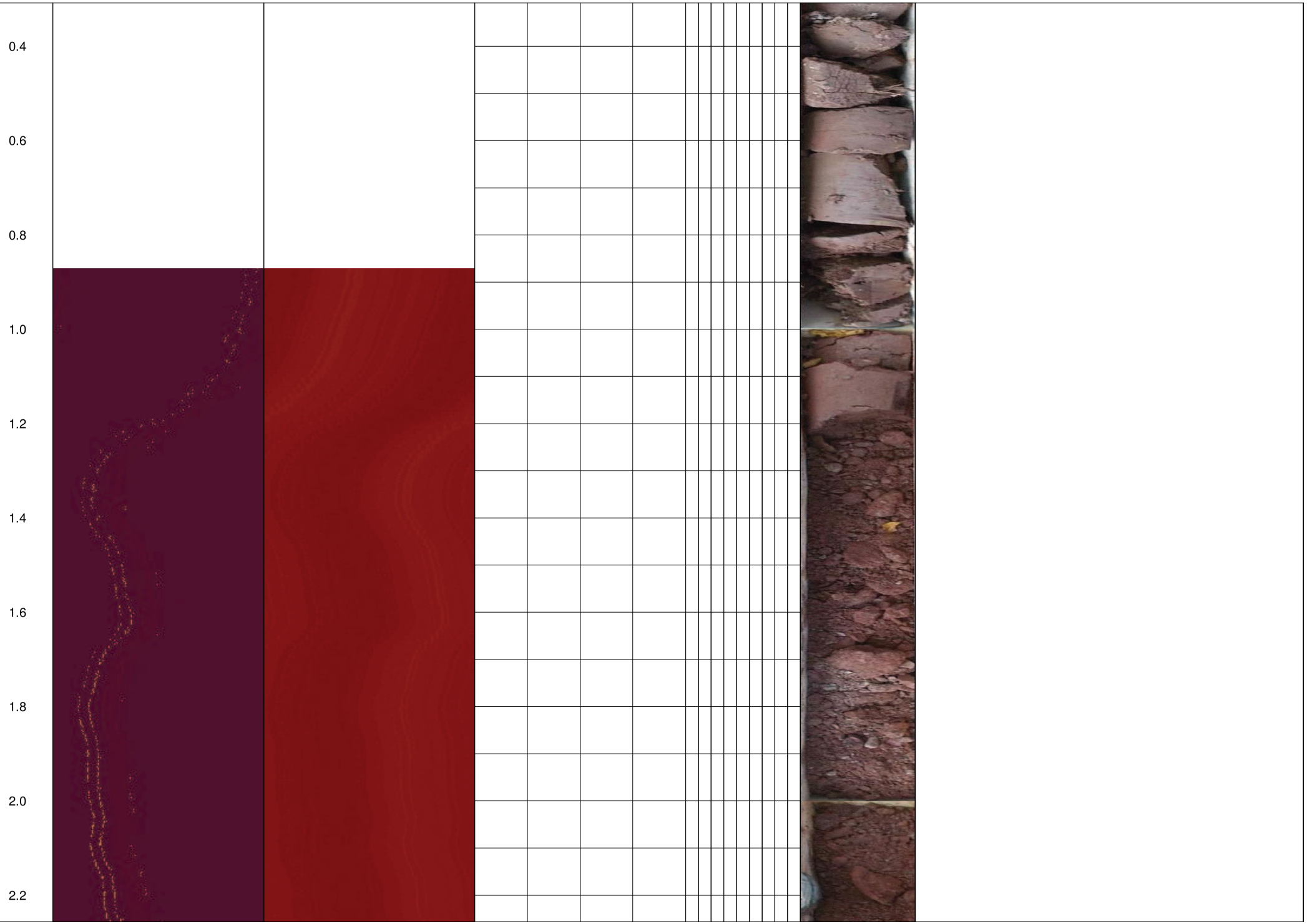
Ort:	Böblingen
Auftraggeber:	Burkhardt GmbH & Co. KG
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Bohrlochgeophysik - Erkundungsbohrung Böblingen
Messdurchführung:	terratec: M. Gracia, P. Glasnák Datum: 28.Okt.2014, 27.Jan, 16.Feb.2015
Messungen:	BHTV
Tiefenbezug:	Geländeoberkante
Tiefe:	logging: unterschiedlich
Ausbau:	28.Okt.14: -1.40 - 51.20 m: Vollrohr Stahl; 157 mm iD; 51.20 - 72.50 m: offenes Bohrloch; 152 mm 27.Jan.15: -1.40 - 84.58 m Vollrohr Stahl; 178 mm ID; 84.58 - 116.00 m offenes Bohrloch; 152 mm 16.Feb.15: -1.40 - 115.84 m Vollrohr Stahl 146 mm ID; 115.84 - 141.25 m offenes Bohrloch; 152 mm
Überstand:	- 1.40 m
Pumpdaten:	x
Bemerkung:	
Tiefenskala:	(siehe Spalte "depth")

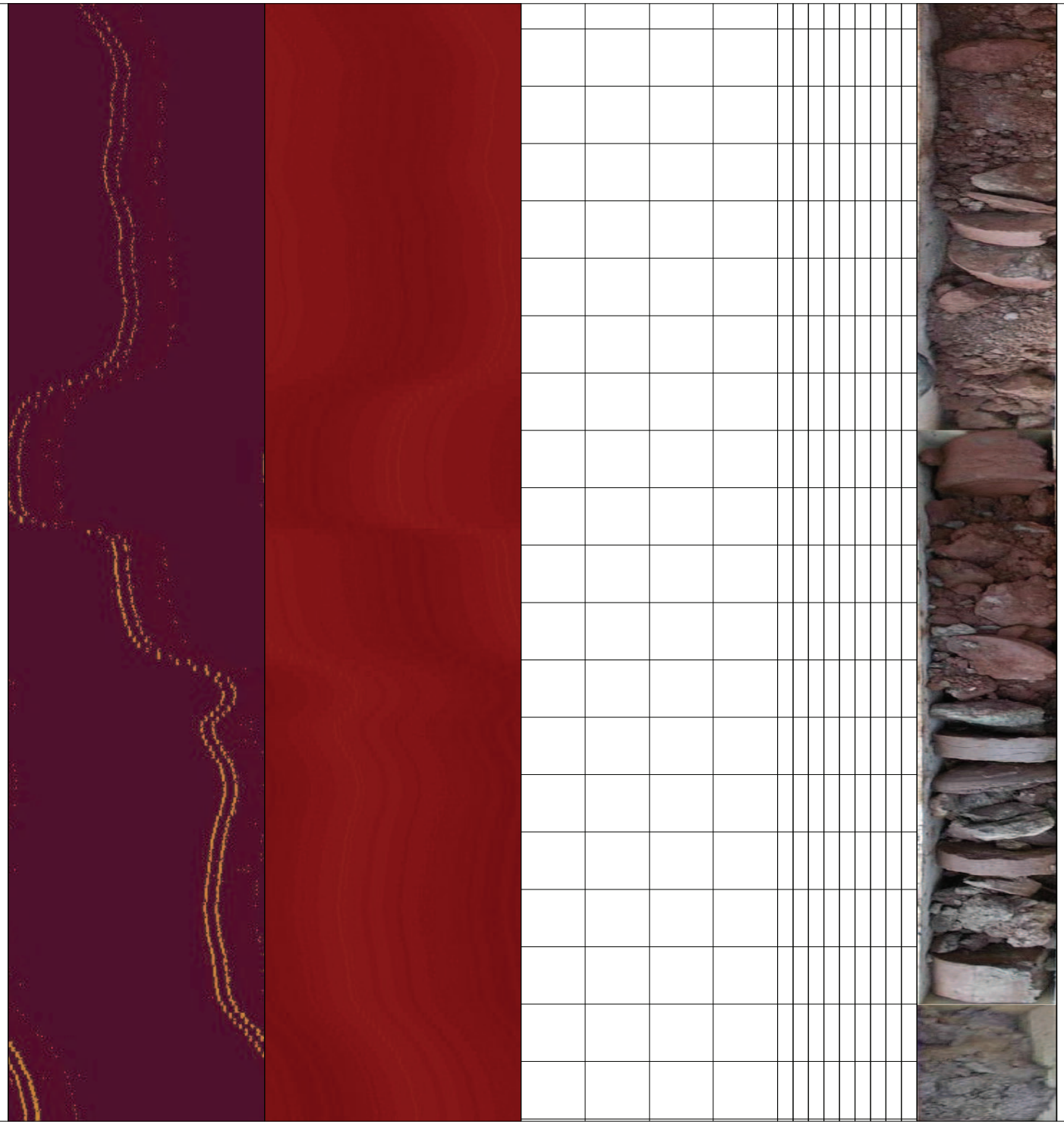
Pr.Nr.: 546-2014 & 559-2015
RWS: Ruhewasserspiegel
PWS: Pumpwasserspiegel

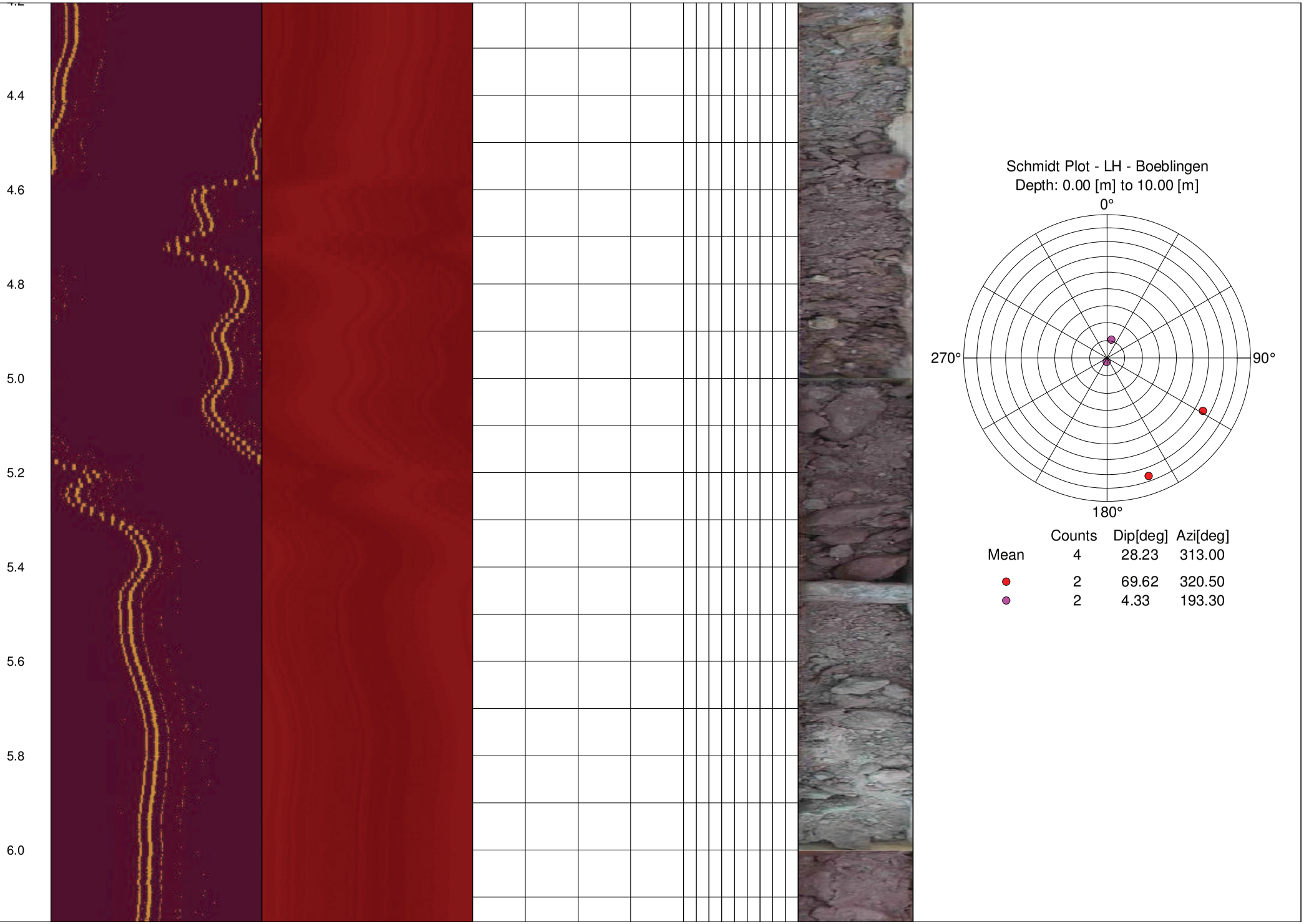
structures

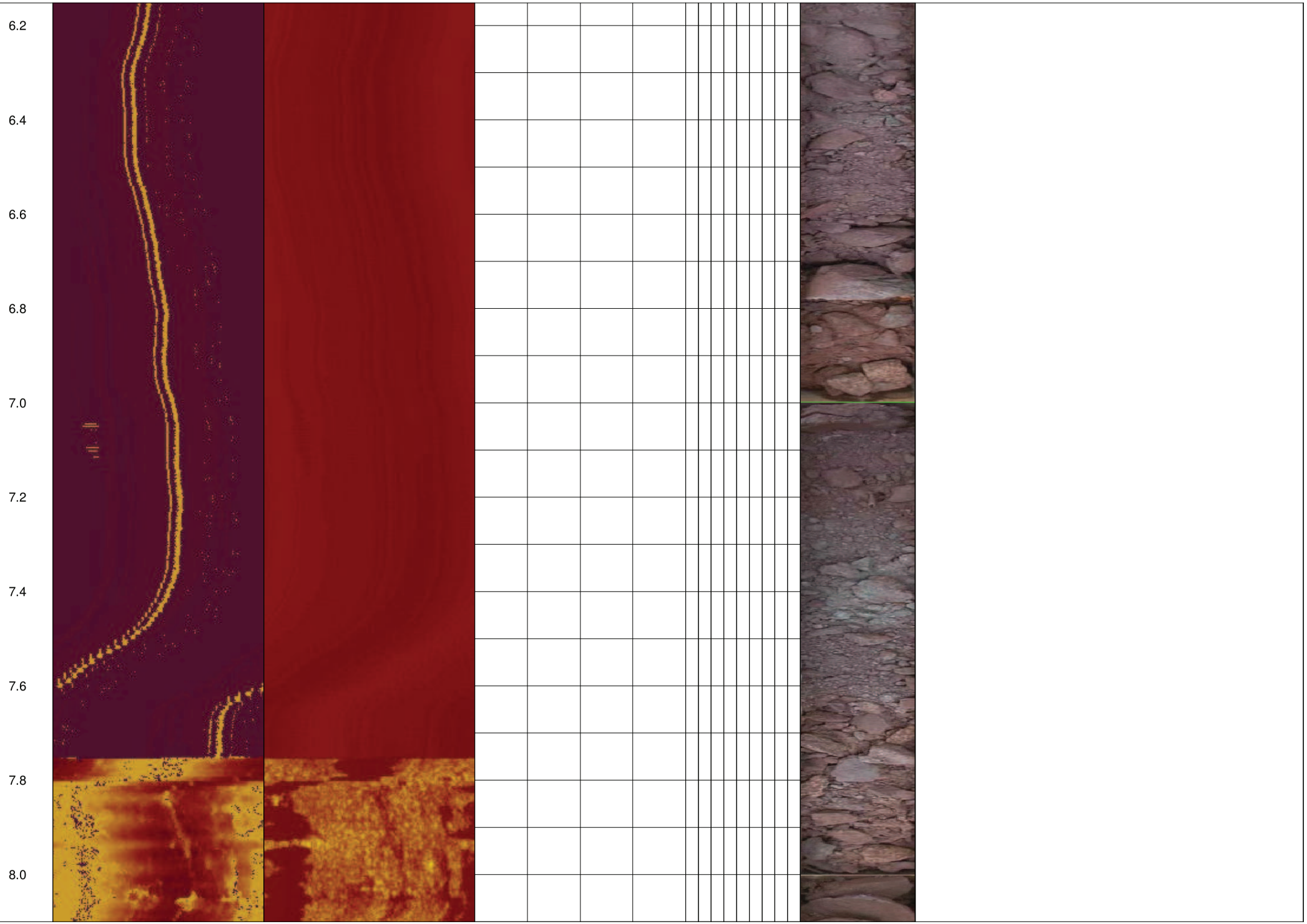
Lithologischer Wechsel | Schichtung / Schieferung | offene Kluft | geschlossene Kluft | Schichtfuge

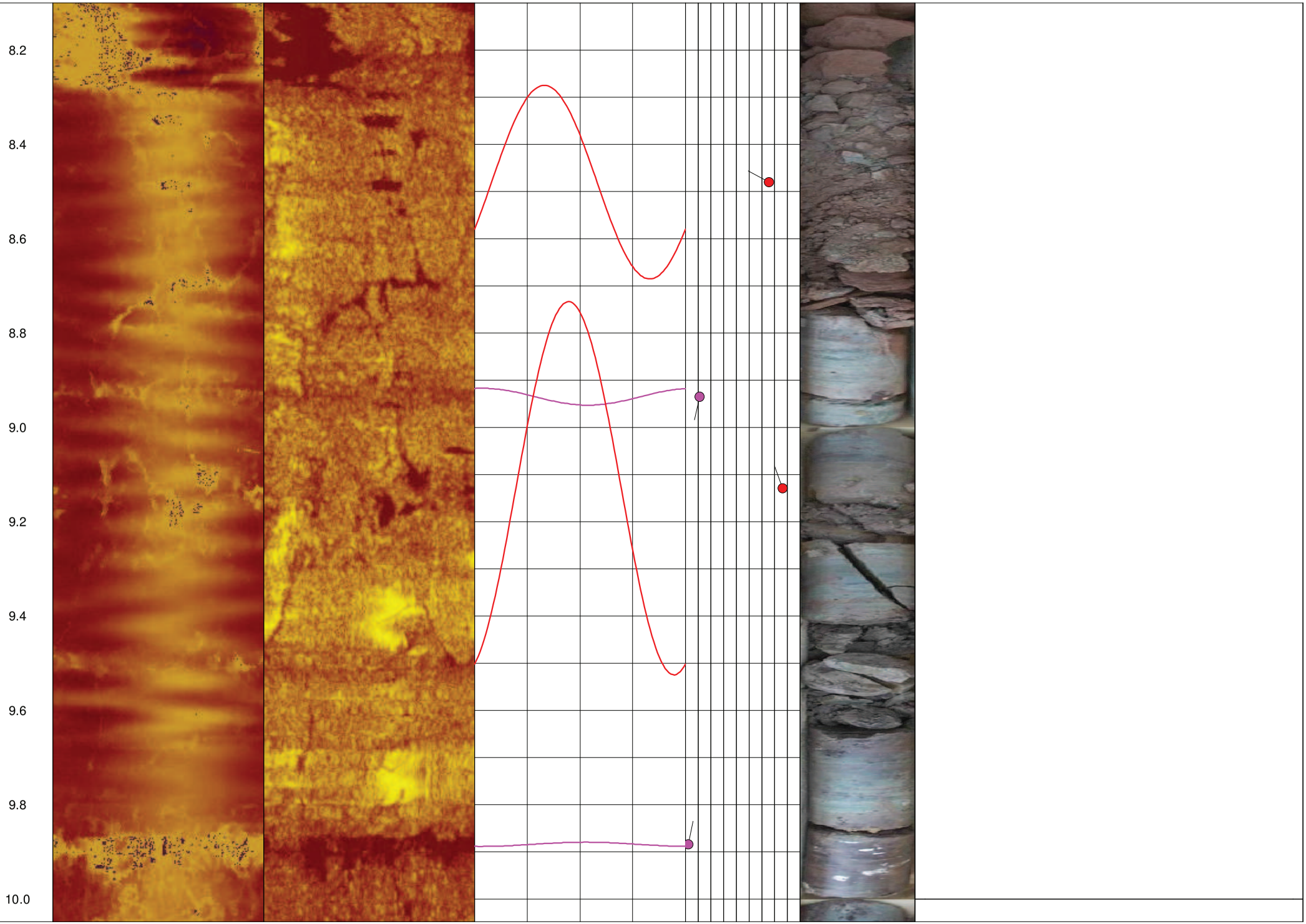


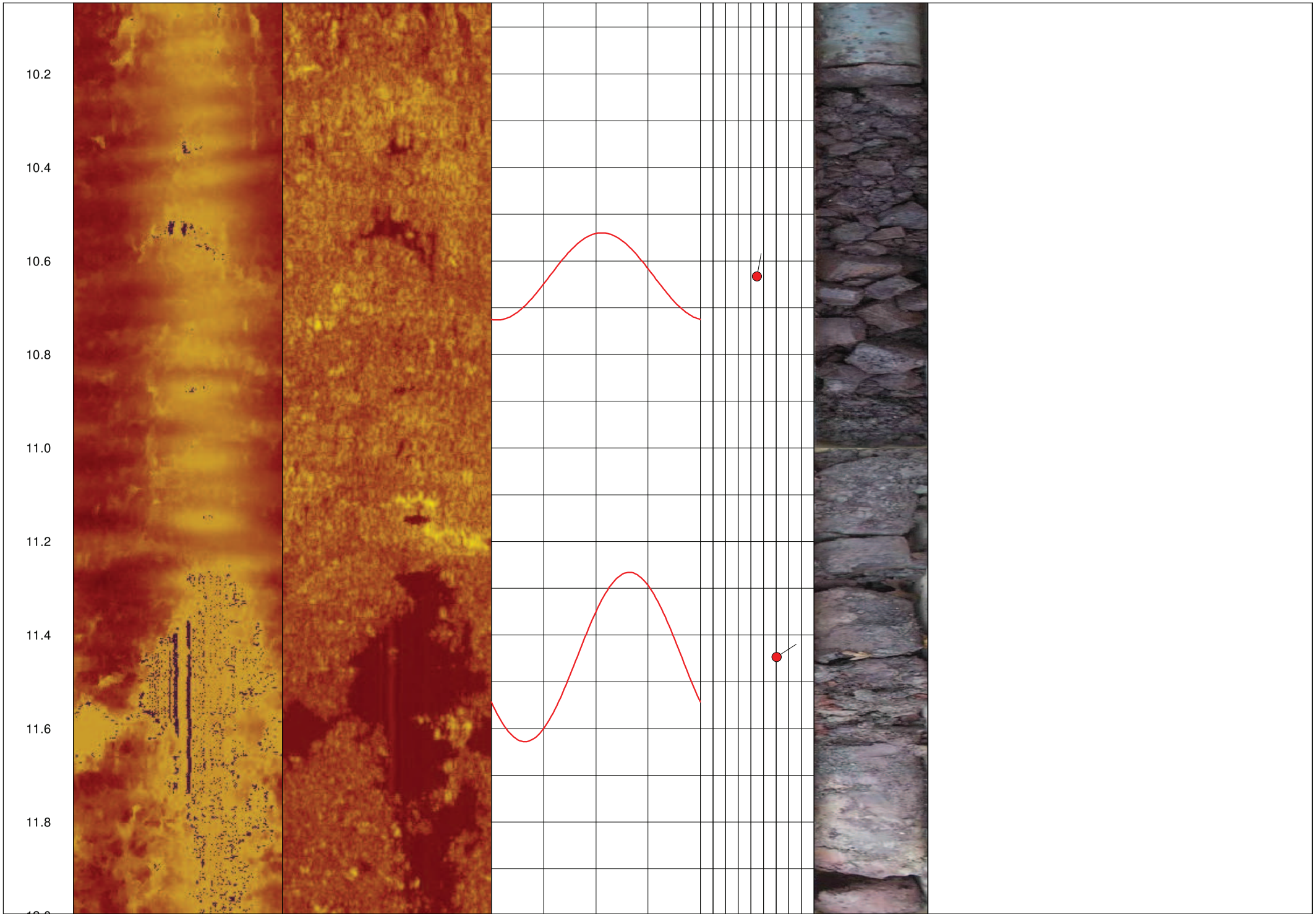

0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
2.2

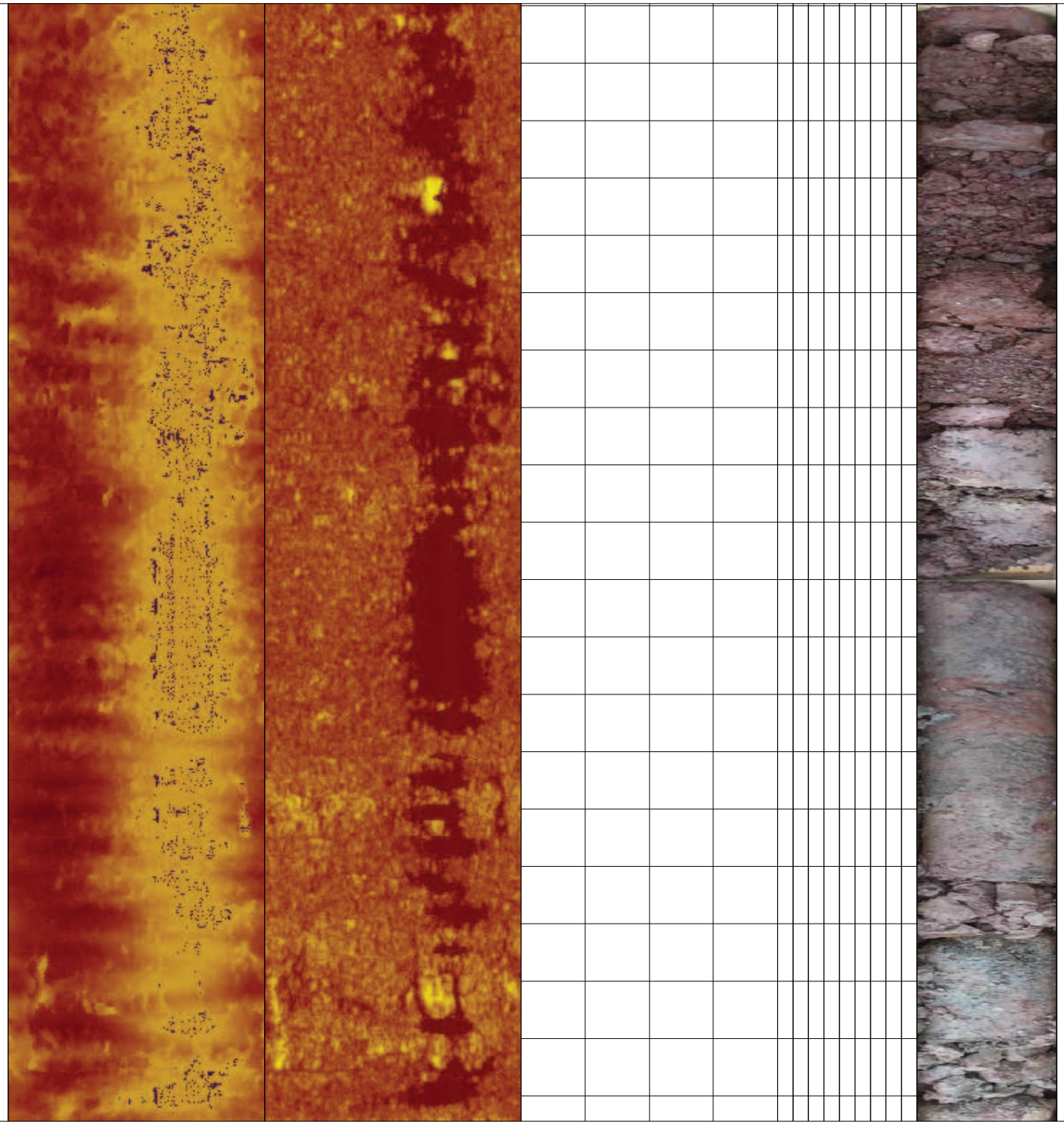

2.4
2.6
2.8
3.0
3.2
3.4
3.6
3.8
4.0
4.2

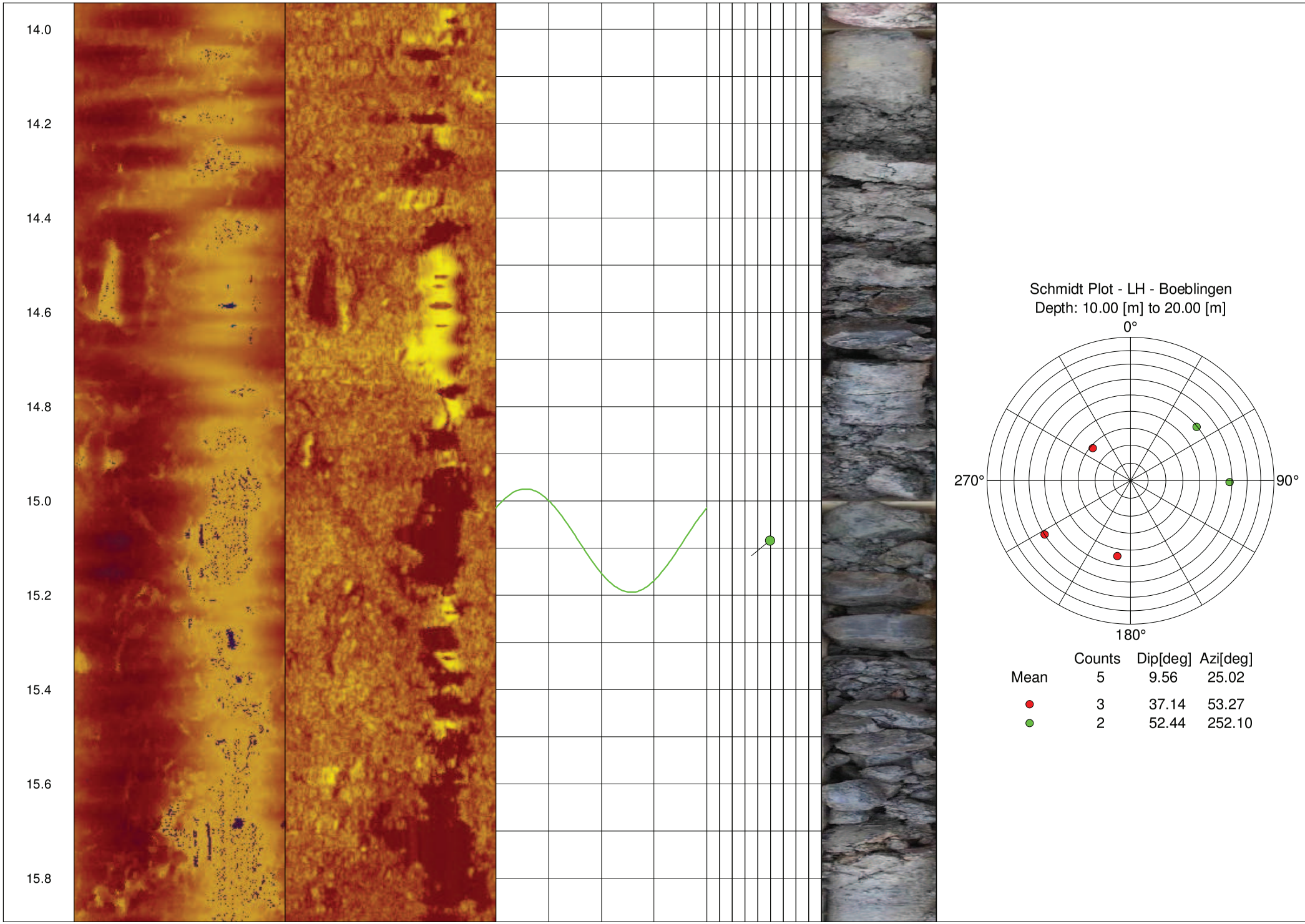

4.4
4.6
4.8
5.0
5.2
5.4
5.6
5.8
6.0
Schmidt Plot - LH - Boeblingen
Depth: 0.00 [m] to 10.00 [m]
0°
270°
90°
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 4 28.23 313.00
2 69.62 320.50
2 4.33 193.30

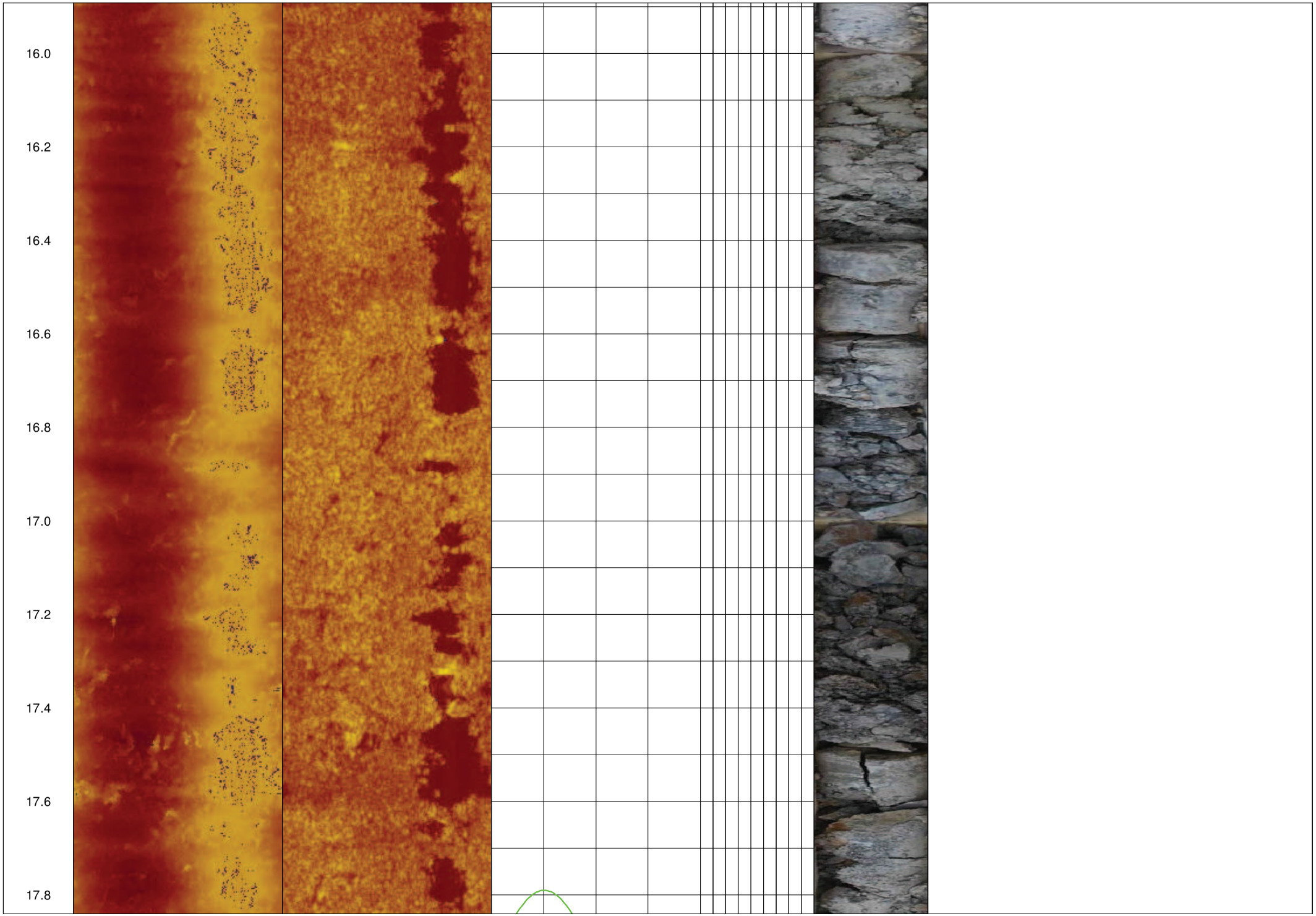

6.2
6.4
6.6
6.8
7.0
7.2
7.4
7.6
7.8
8.0

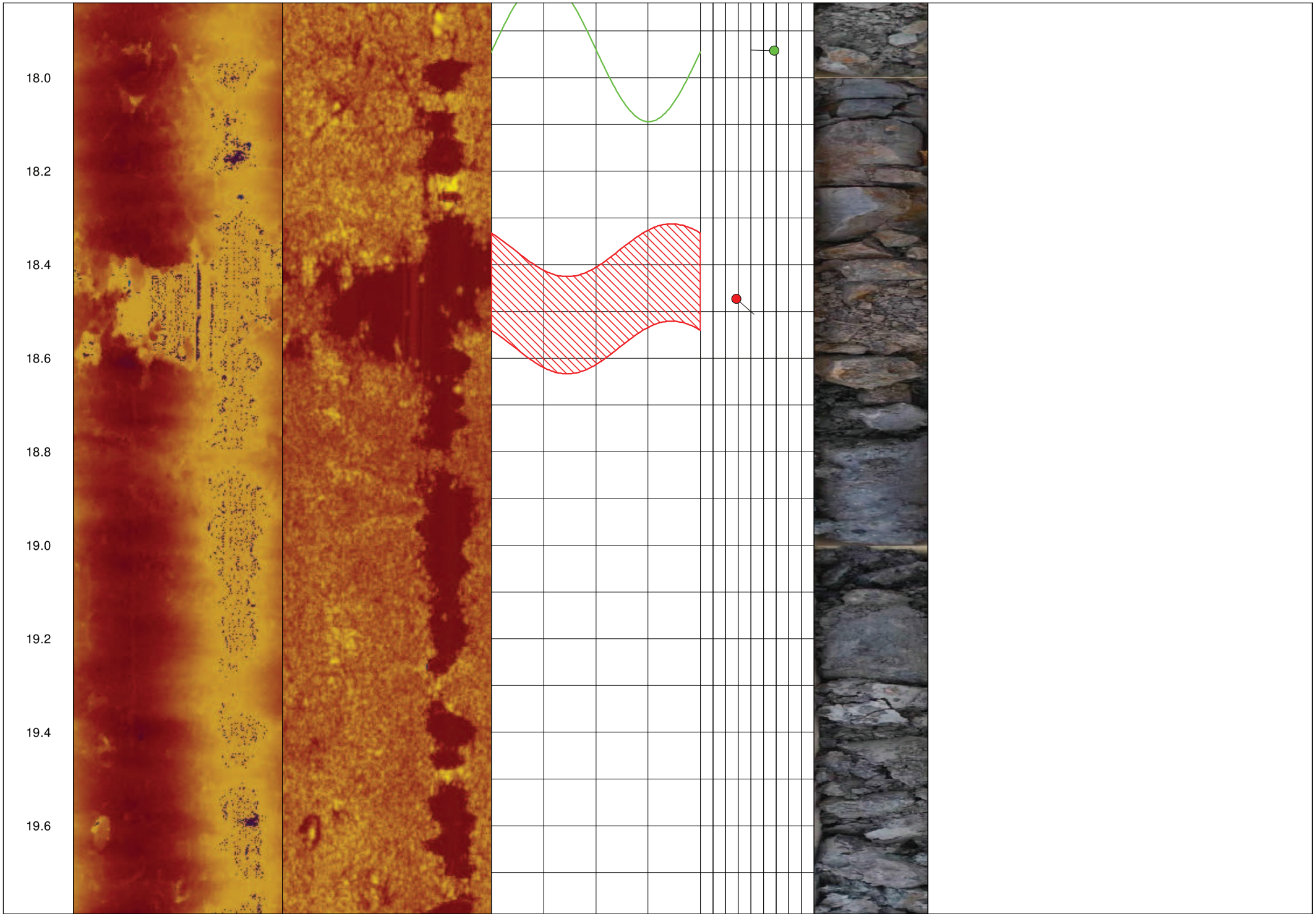

8.2
8.4
8.6
8.8
9.0
9.2
9.4
9.6
9.8
10.0

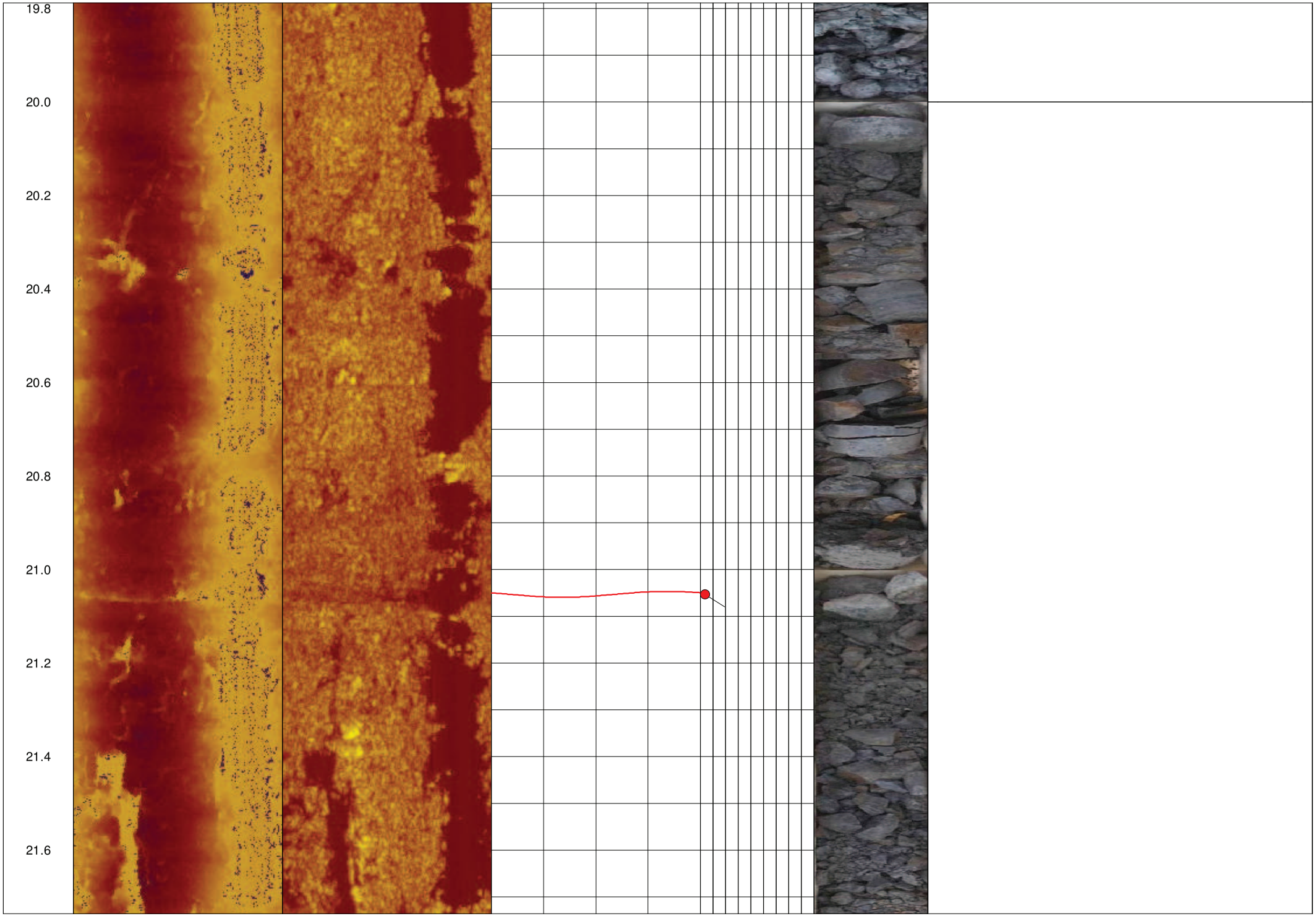

10.2
10.4
10.6
10.8
11.0
11.2
11.4
11.6
11.8

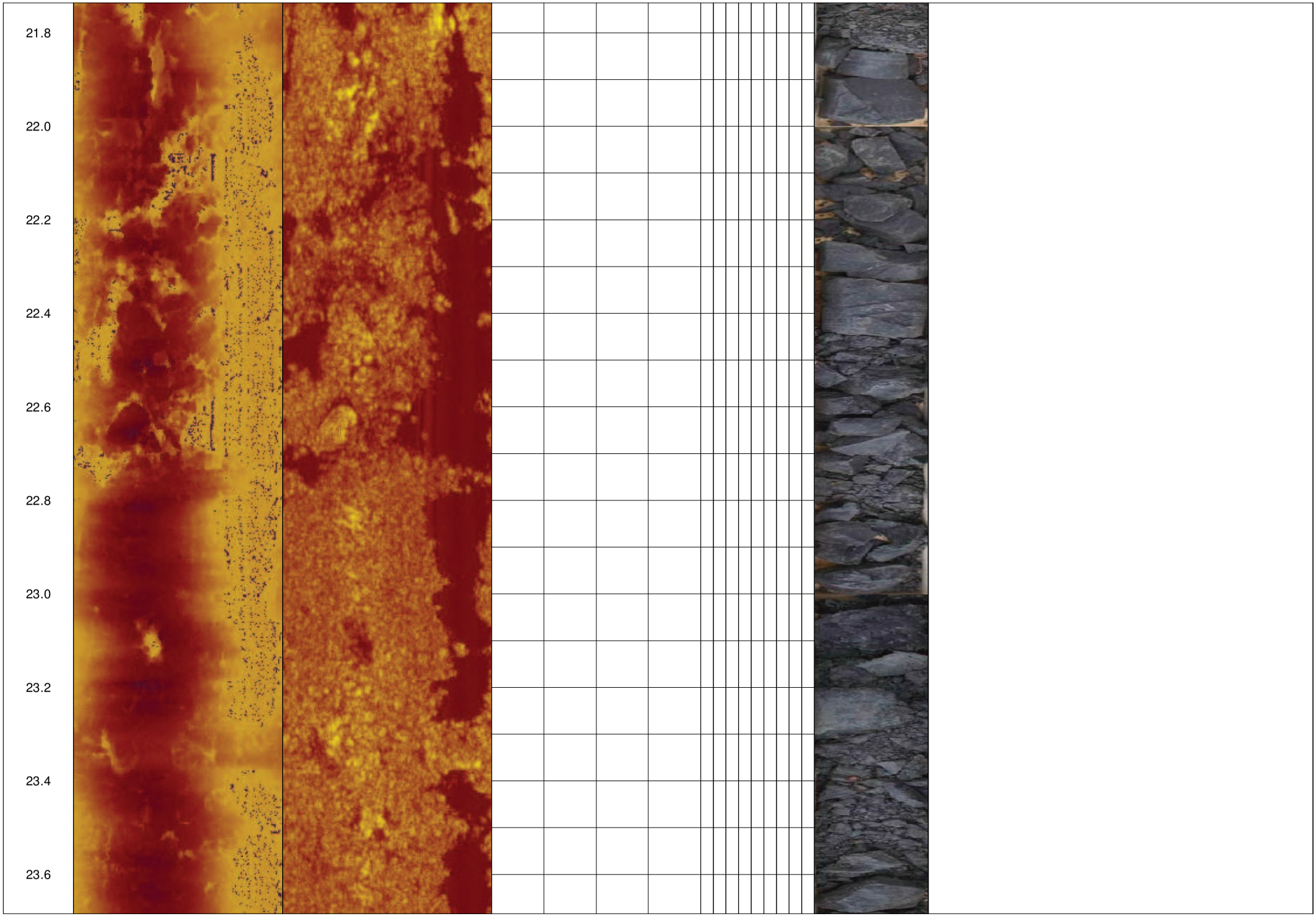

12.0
12.2
12.4
12.6
12.8
13.0
13.2
13.4
13.6
13.8

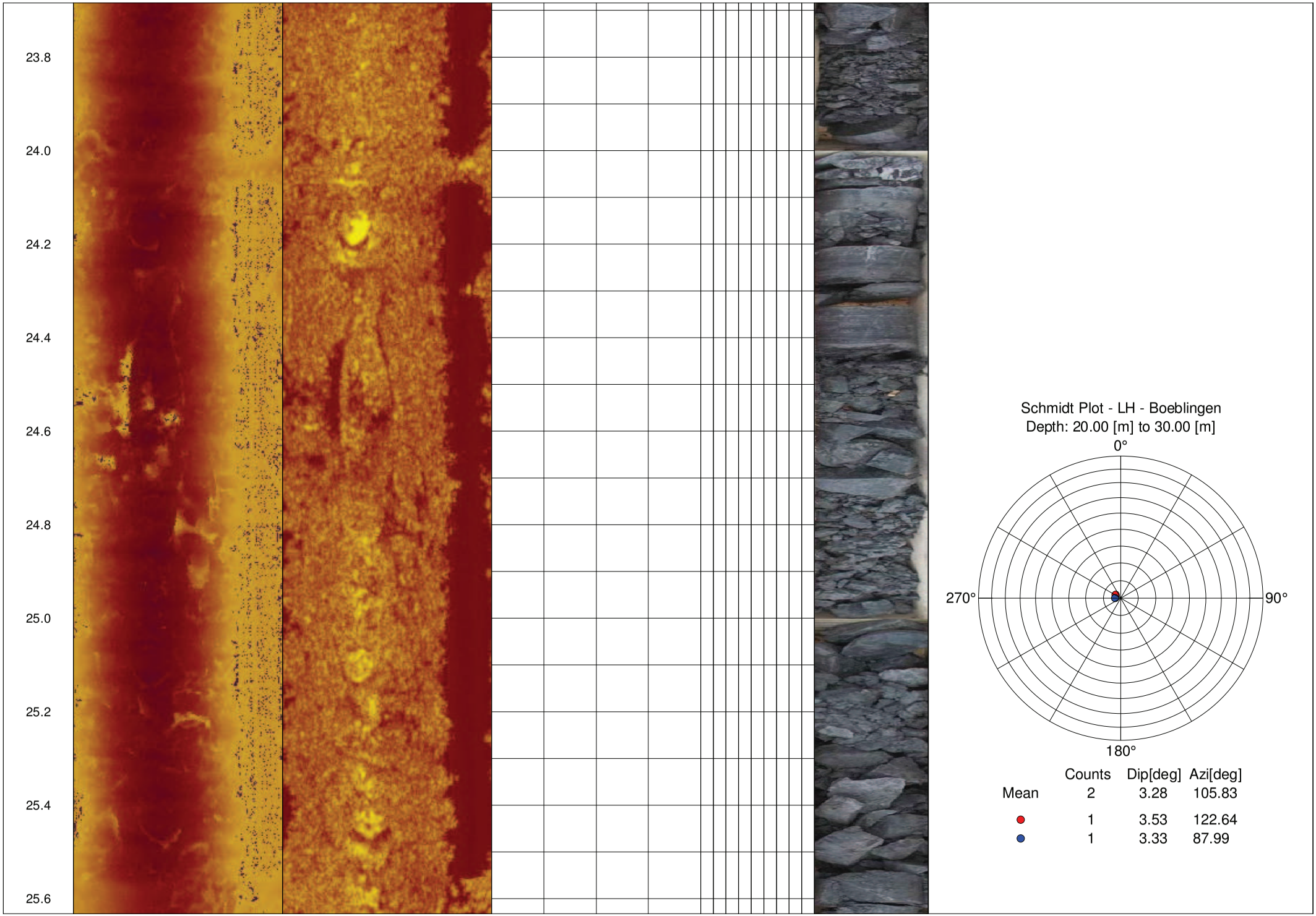

14.0
14.2
14.4
14.6
14.8
15.0
15.2
15.4
15.6
15.8
Schmidt Plot - LH - Boeblingen
Depth: 10.00 [m] to 20.00 [m]
0°
90°
180°
270°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 5 9.56 25.02
3 37.14 53.27
2 52.44 252.10

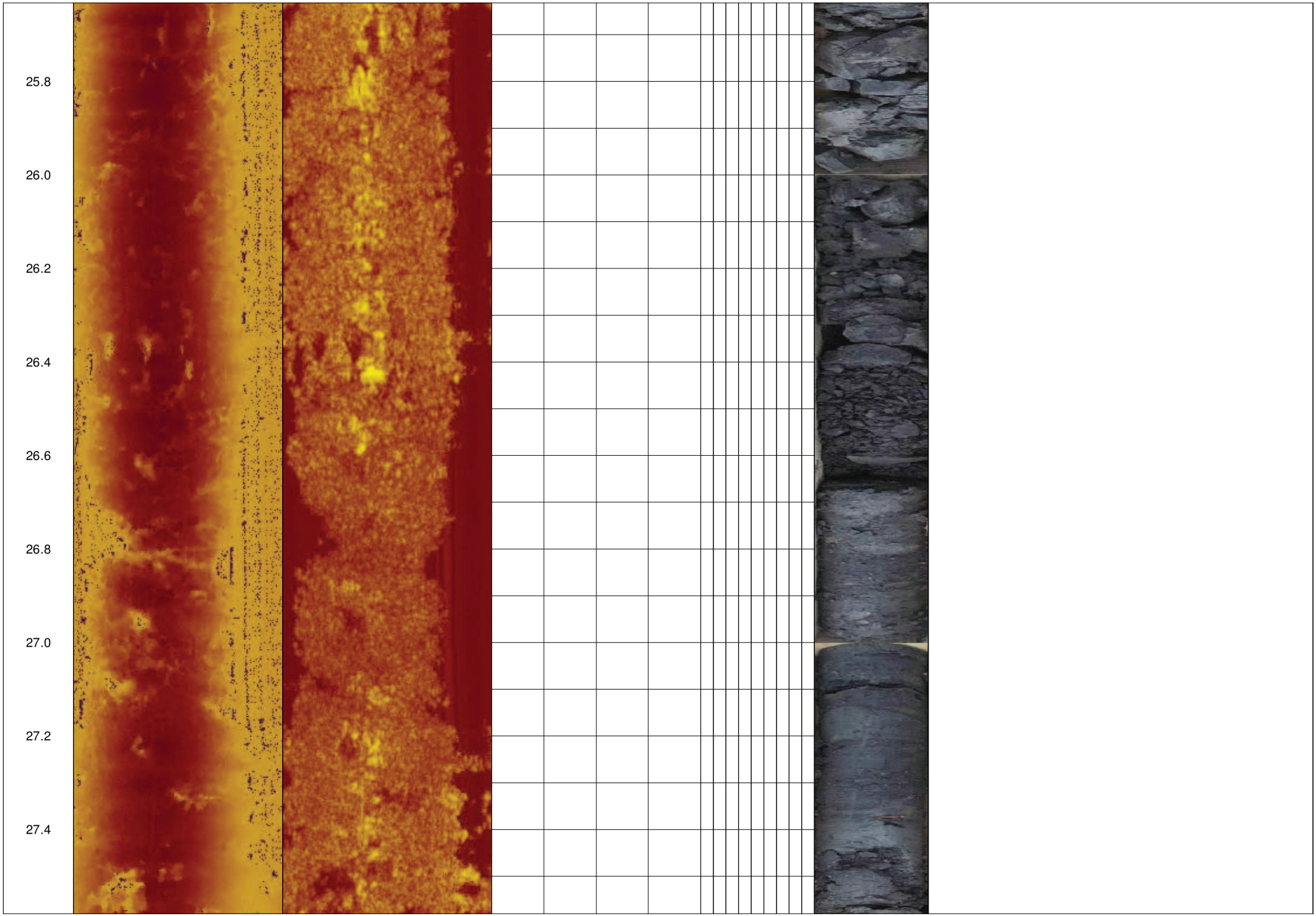

16.0
16.2
16.4
16.6
16.8
17.0
17.2
17.4
17.6
17.8

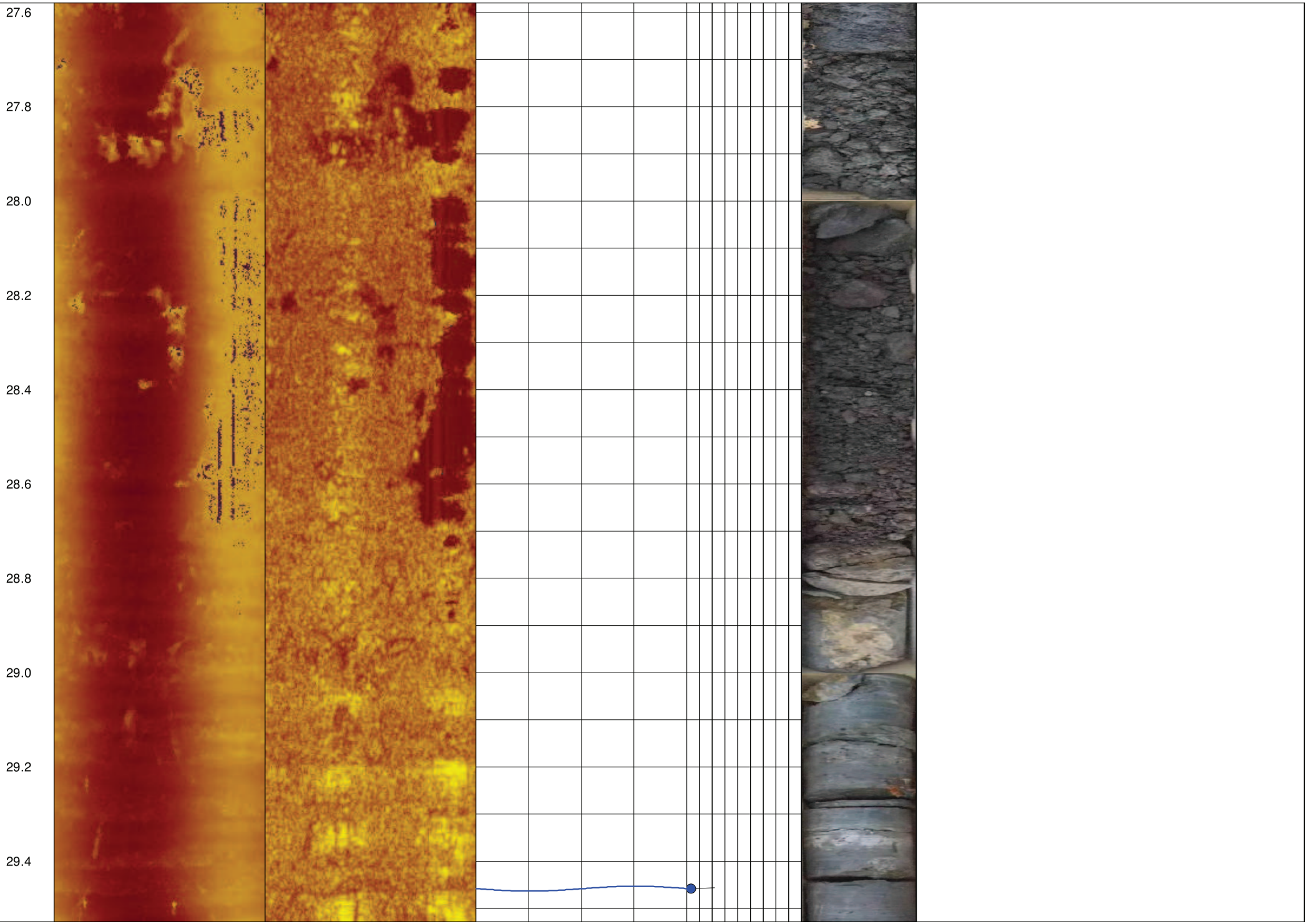

18.0
18.2
18.4
18.6
18.8
19.0
19.2
19.4
19.6

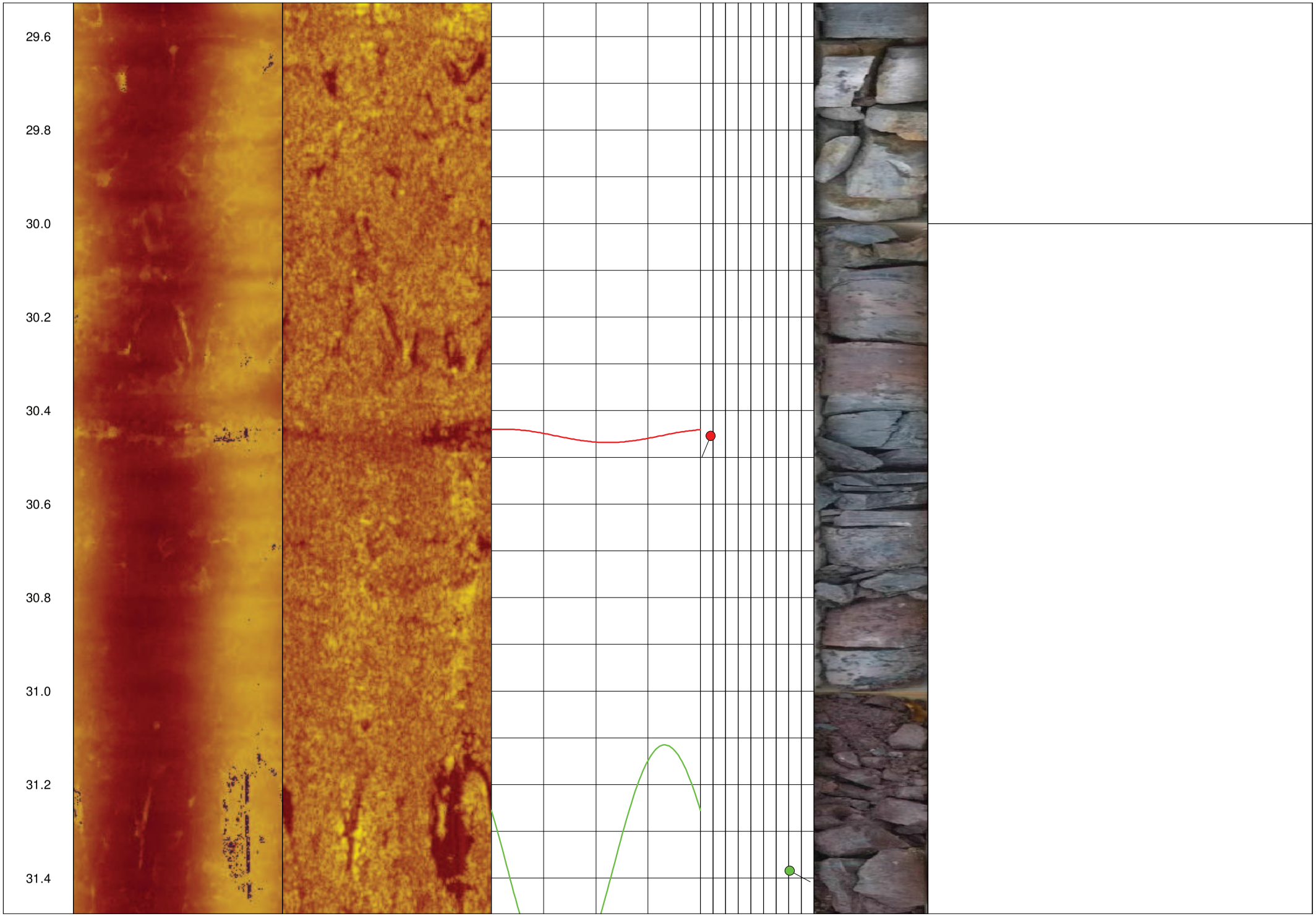

19.8
20.0
20.2
20.4
20.6
20.8
21.0
21.2
21.4
21.6

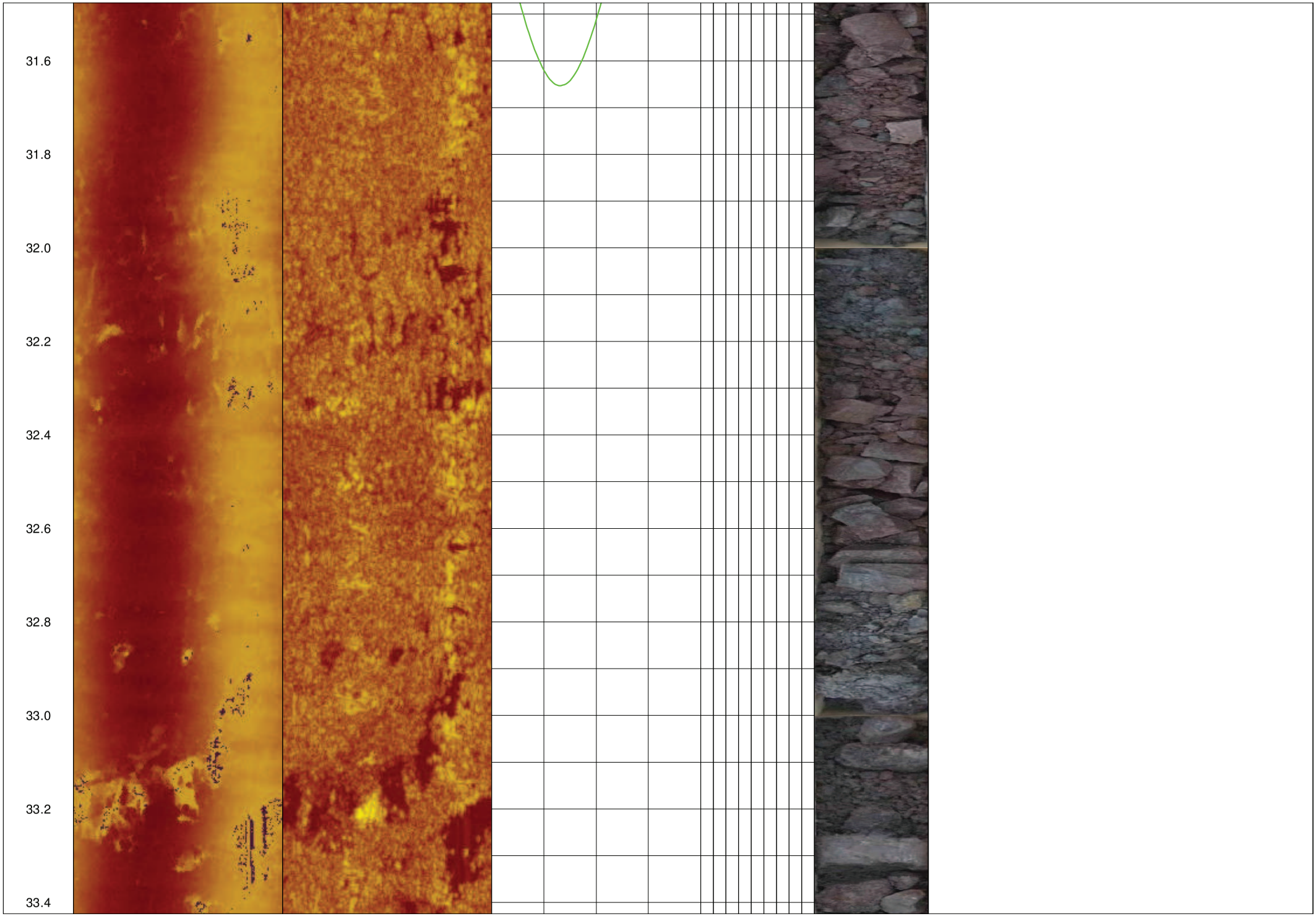

21.8
22.0
22.2
22.4
22.6
22.8
23.0
23.2
23.4
23.6

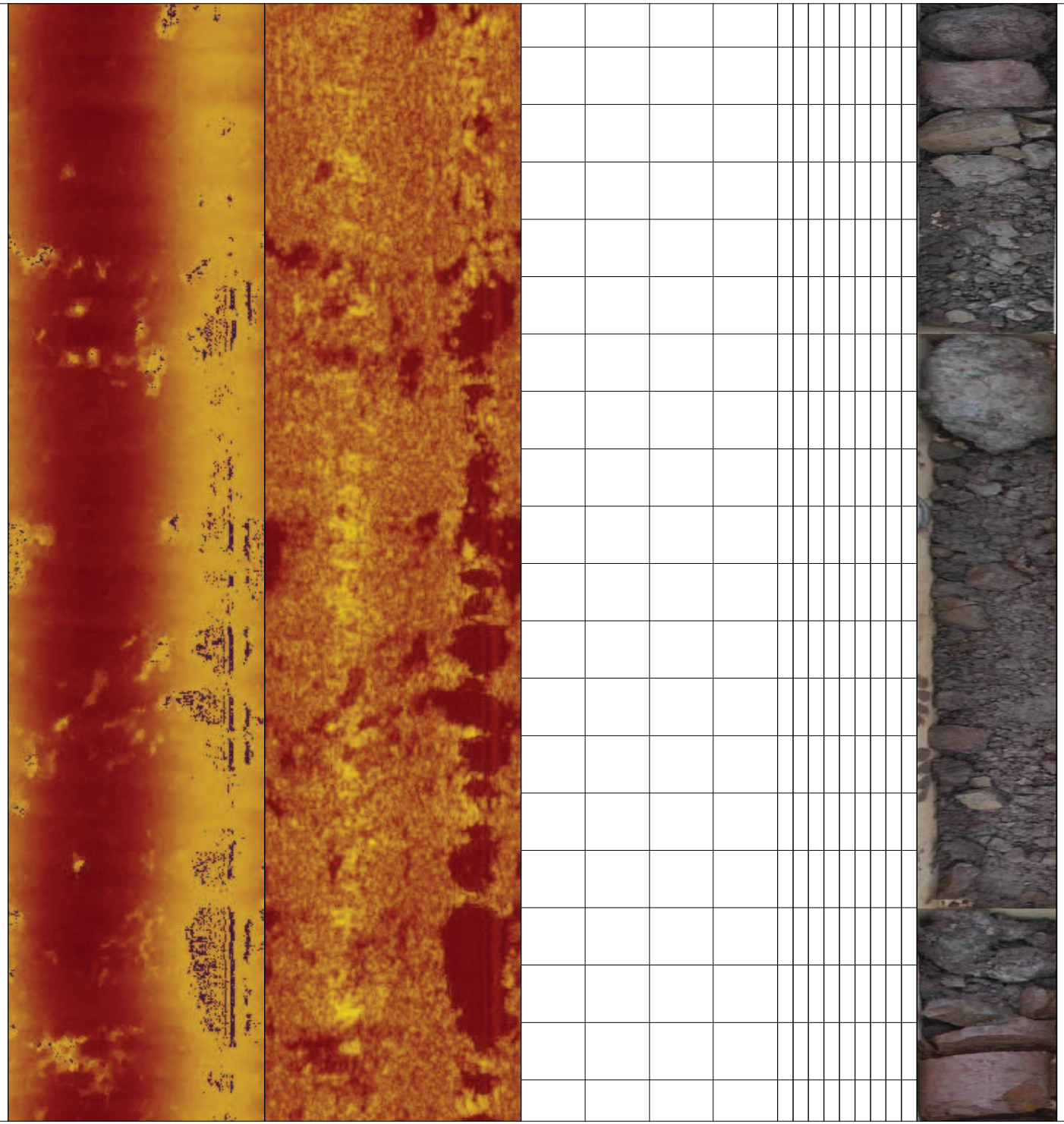

23.8
24.0
24.2
24.4
24.6
24.8
25.0
25.2
25.4
25.6
Schmidt Plot - LH - Boeblingen
Depth: 20.00 [m] to 30.00 [m]
0°
270°
90°
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 2 3.28 105.83
1 3.53 122.64
1 3.33 87.99

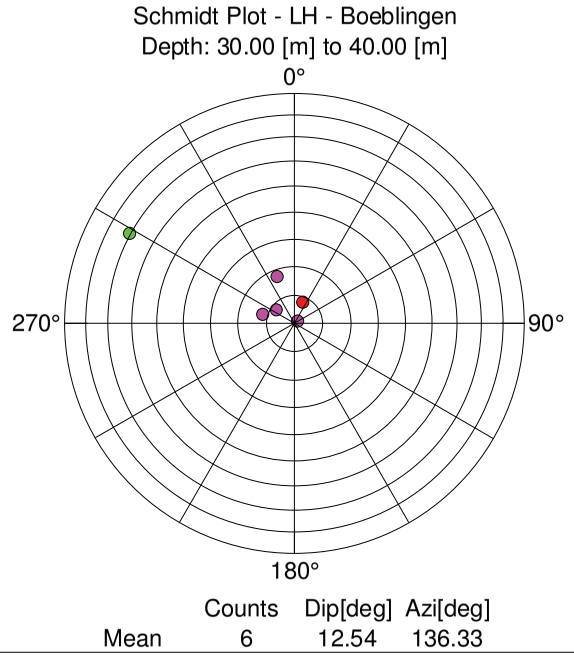

25.8
26.0
26.2
26.4
26.6
26.8
27.0
27.2
27.4


27.6
27.8
28.0
28.2
28.4
28.6
28.8
29.0
29.2
29.4

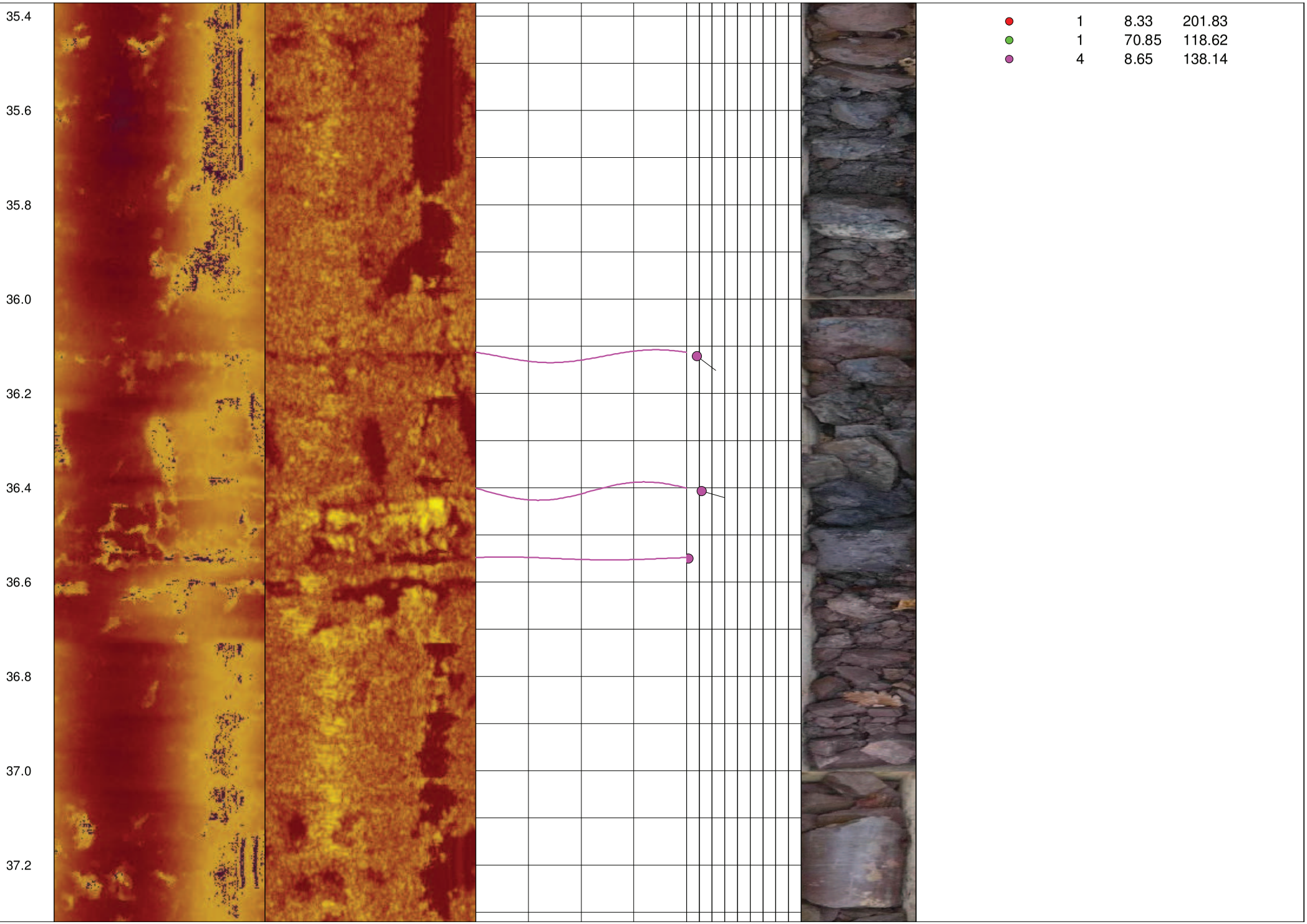

29.6
29.8
30.0
30.2
30.4
30.6
30.8
31.0
31.2
31.4

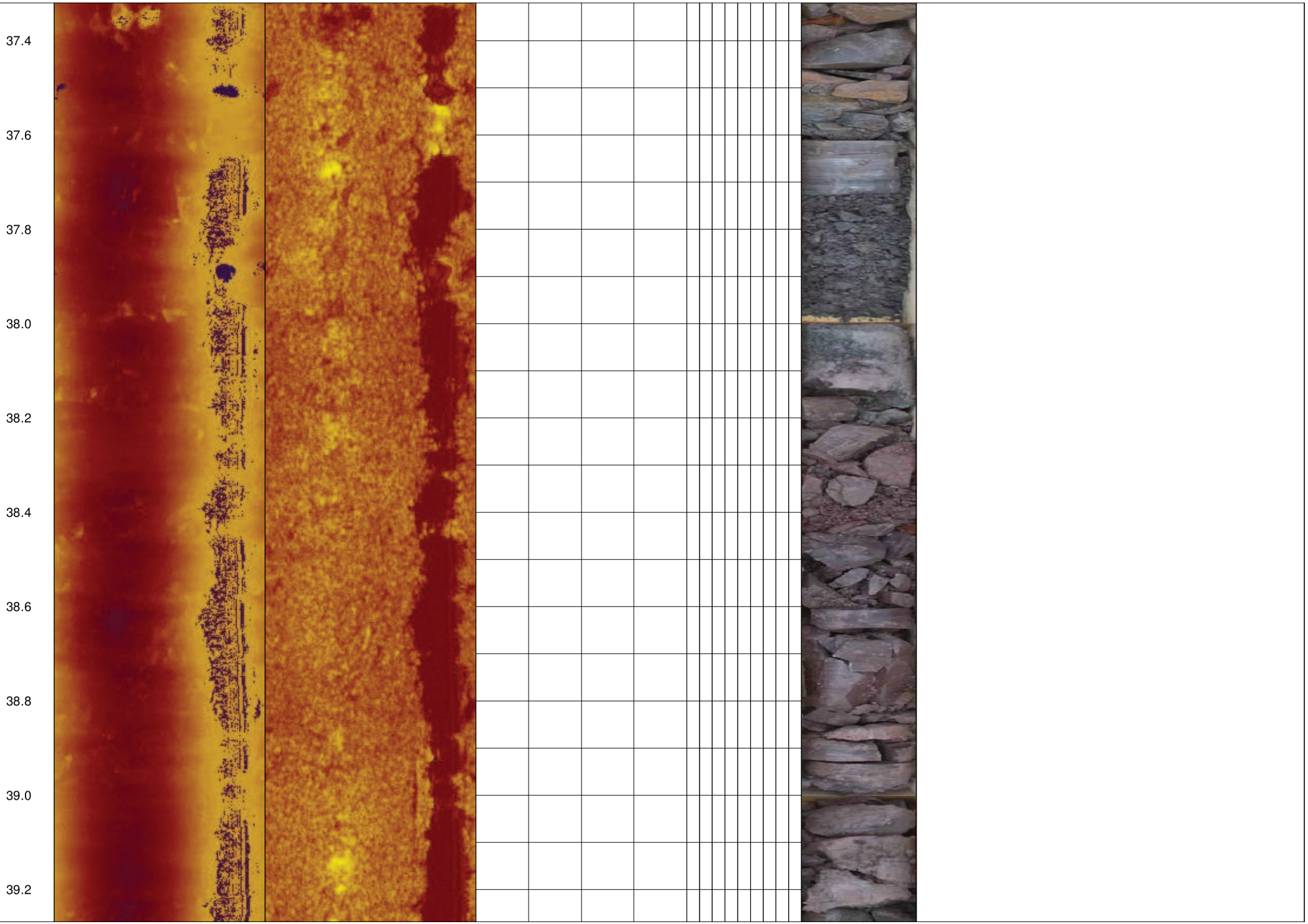

31.6
31.8
32.0
32.2
32.4
32.6
32.8
33.0
33.2
33.4

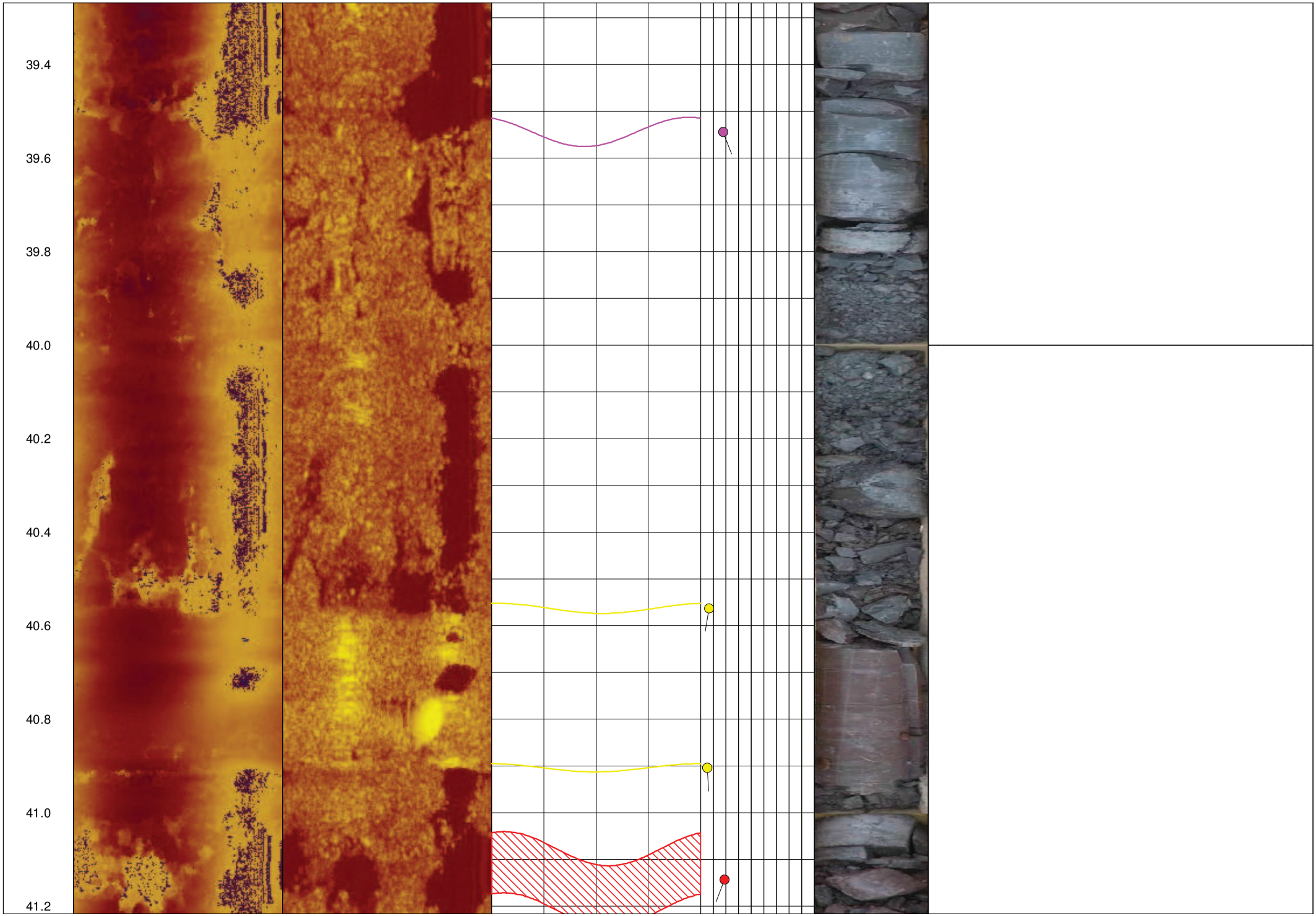


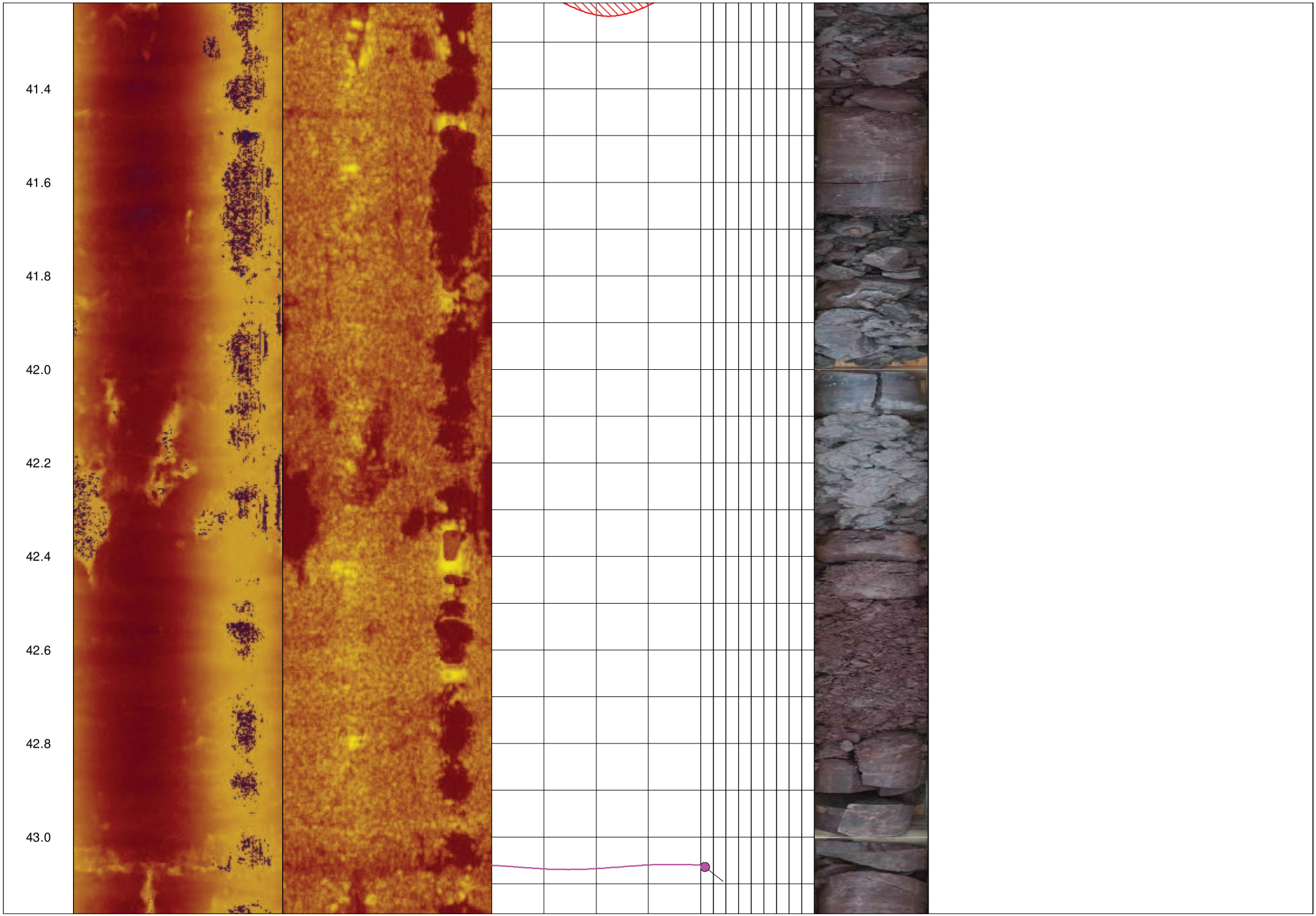


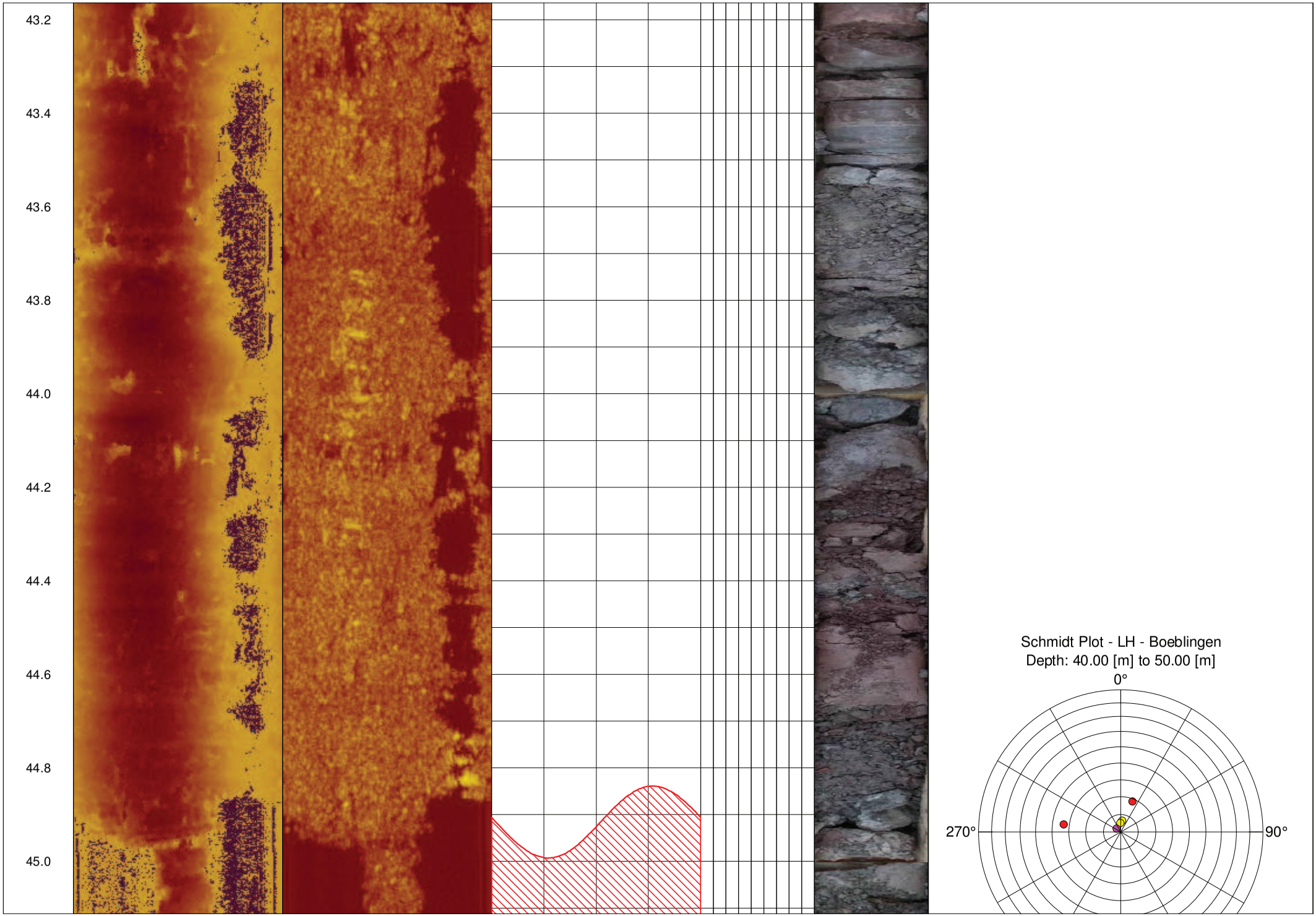
	Counts	Dip[deg]	Azi[deg]
Mean	6	12.54	136.33

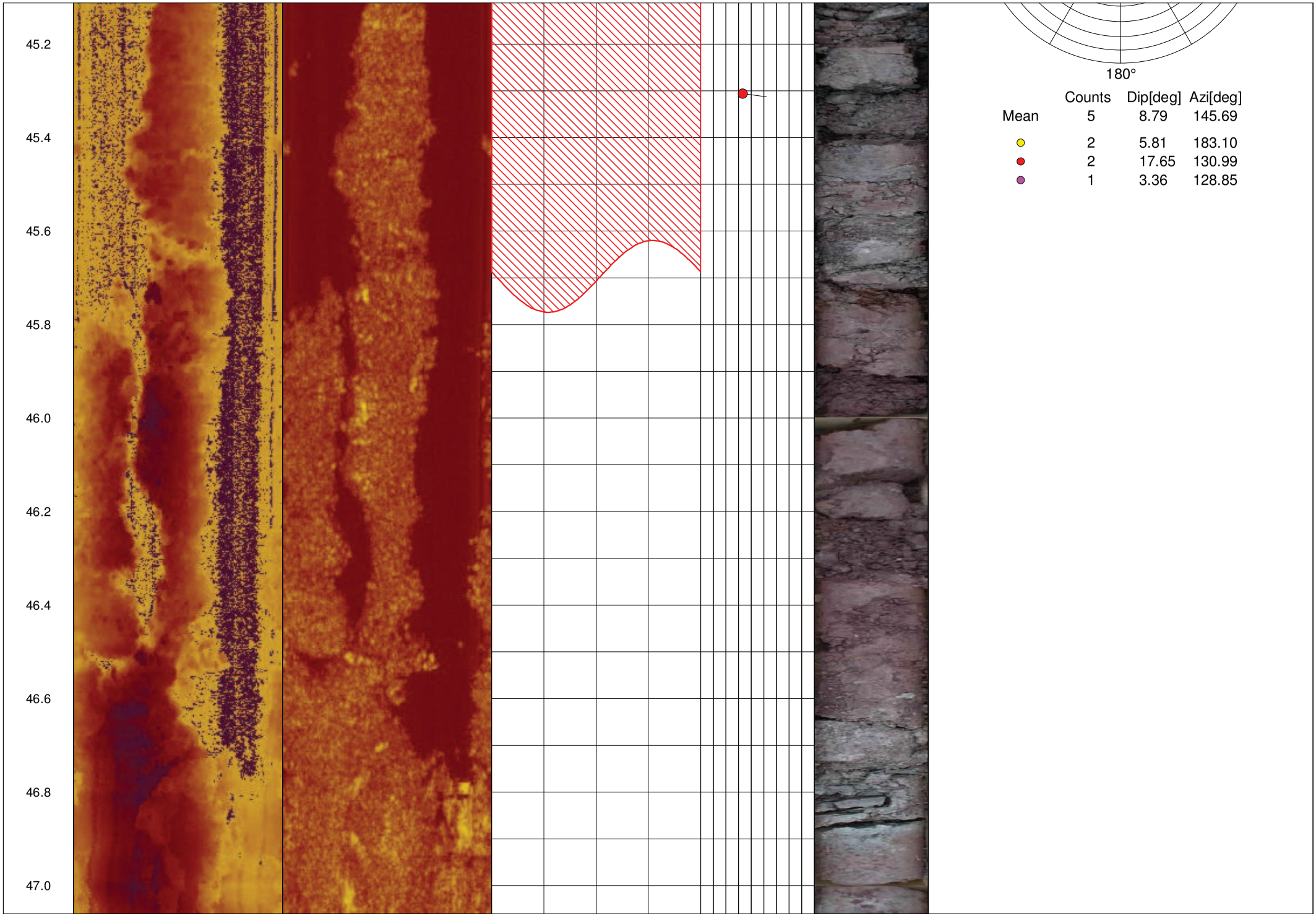

35.4
35.6
35.8
36.0
36.2
36.4
36.6
36.8
37.0
37.2
1 8.33 201.83
1 70.85 118.62
4 8.65 138.14

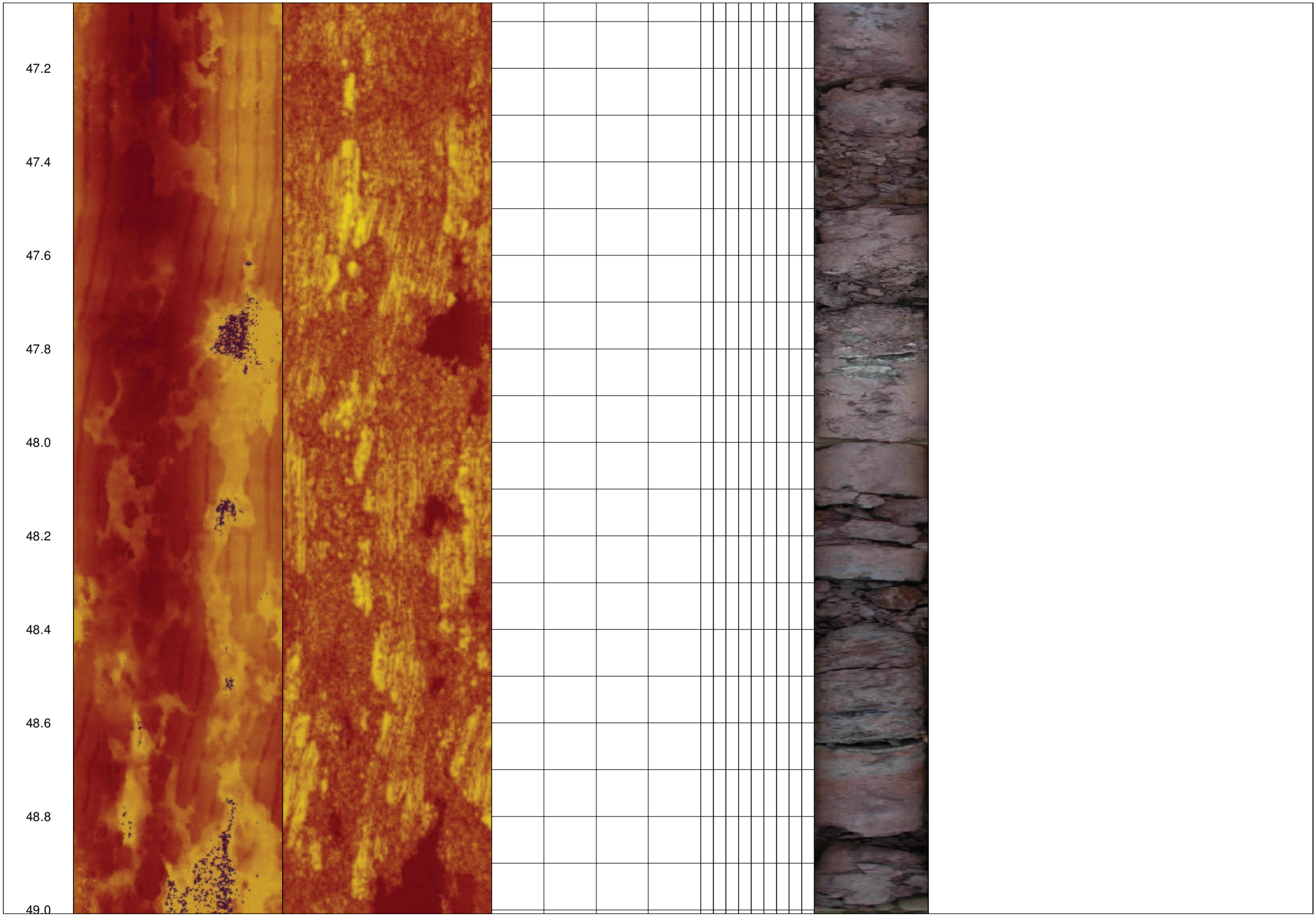

37.4
37.6
37.8
38.0
38.2
38.4
38.6
38.8
39.0
39.2

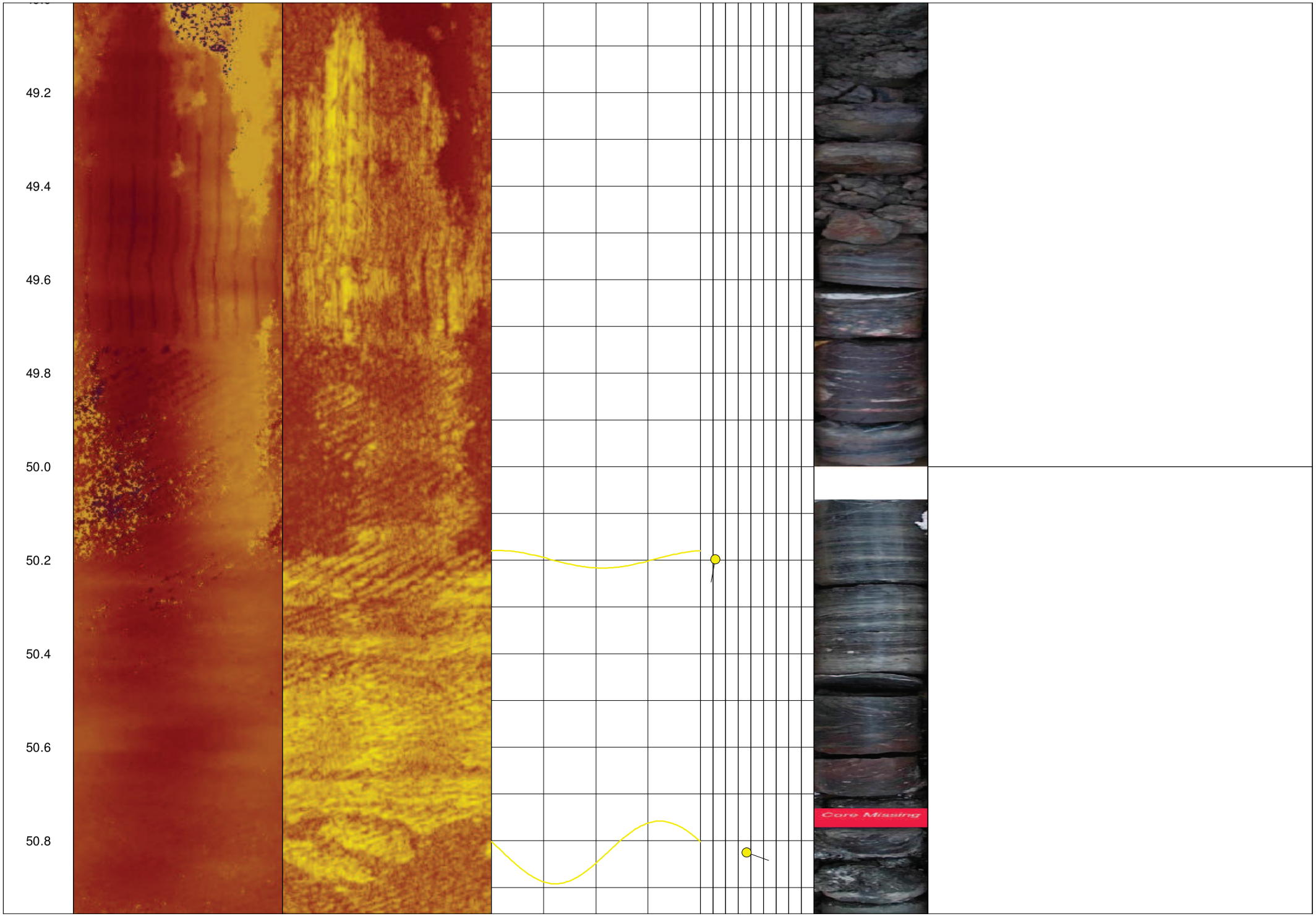

39.4
39.6
39.8
40.0
40.2
40.4
40.6
40.8
41.0
41.2

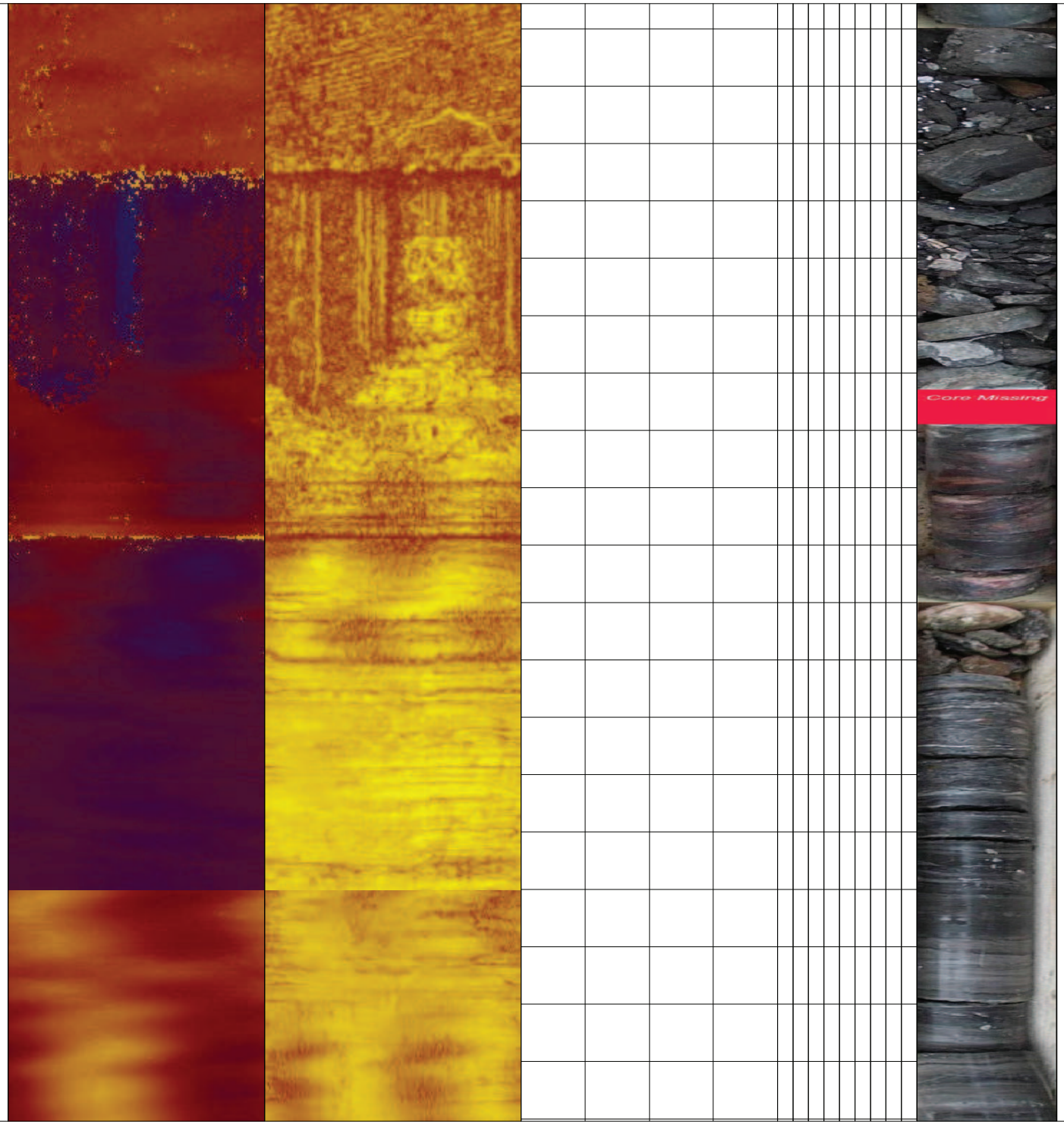

41.4
41.6
41.8
42.0
42.2
42.4
42.6
42.8
43.0

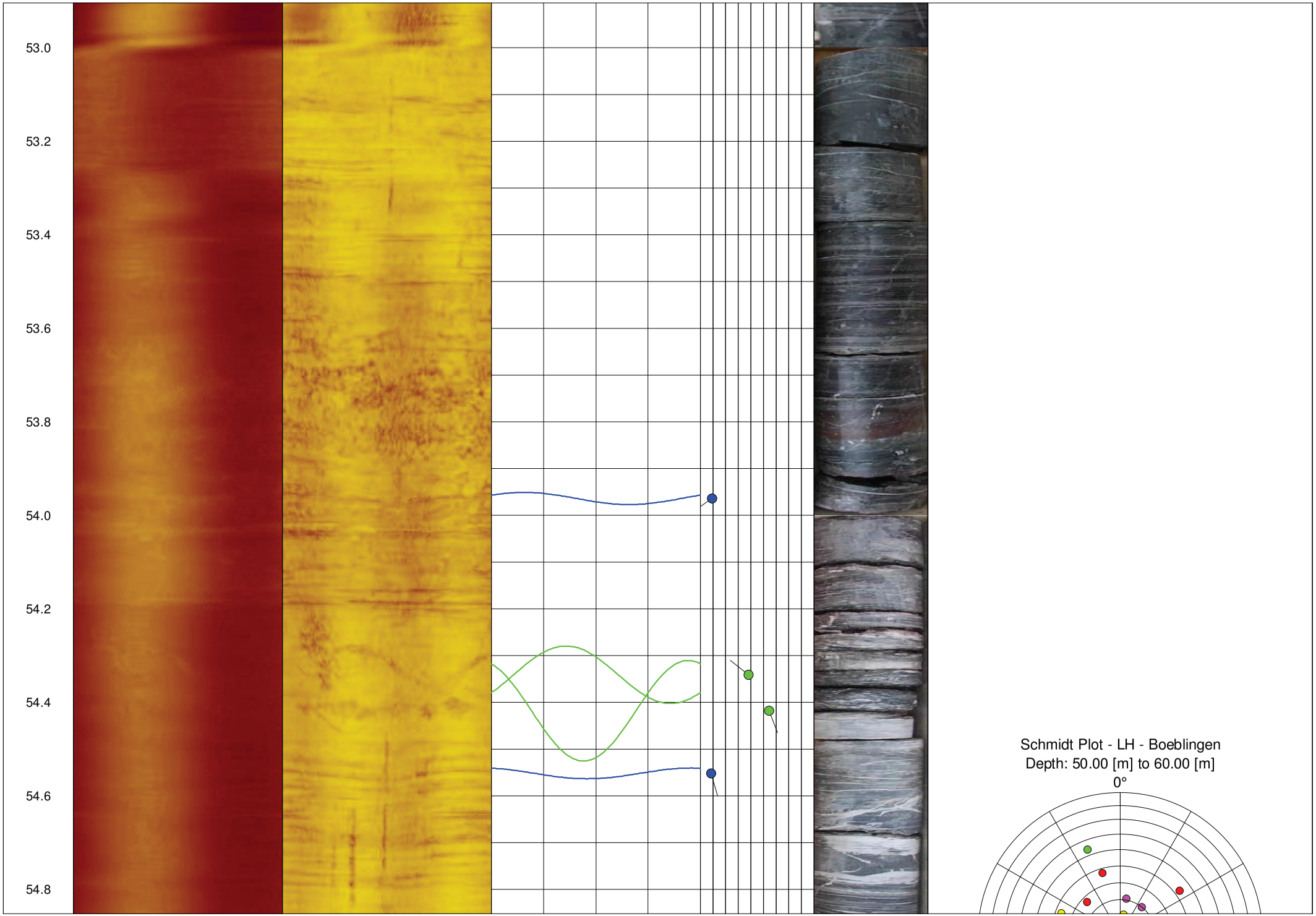

43.2
43.4
43.6
43.8
44.0
44.2
44.4
44.6
44.8
45.0
Schmidt Plot - LH - Boeblingen
Depth: 40.00 [m] to 50.00 [m]
0°
270°
90°

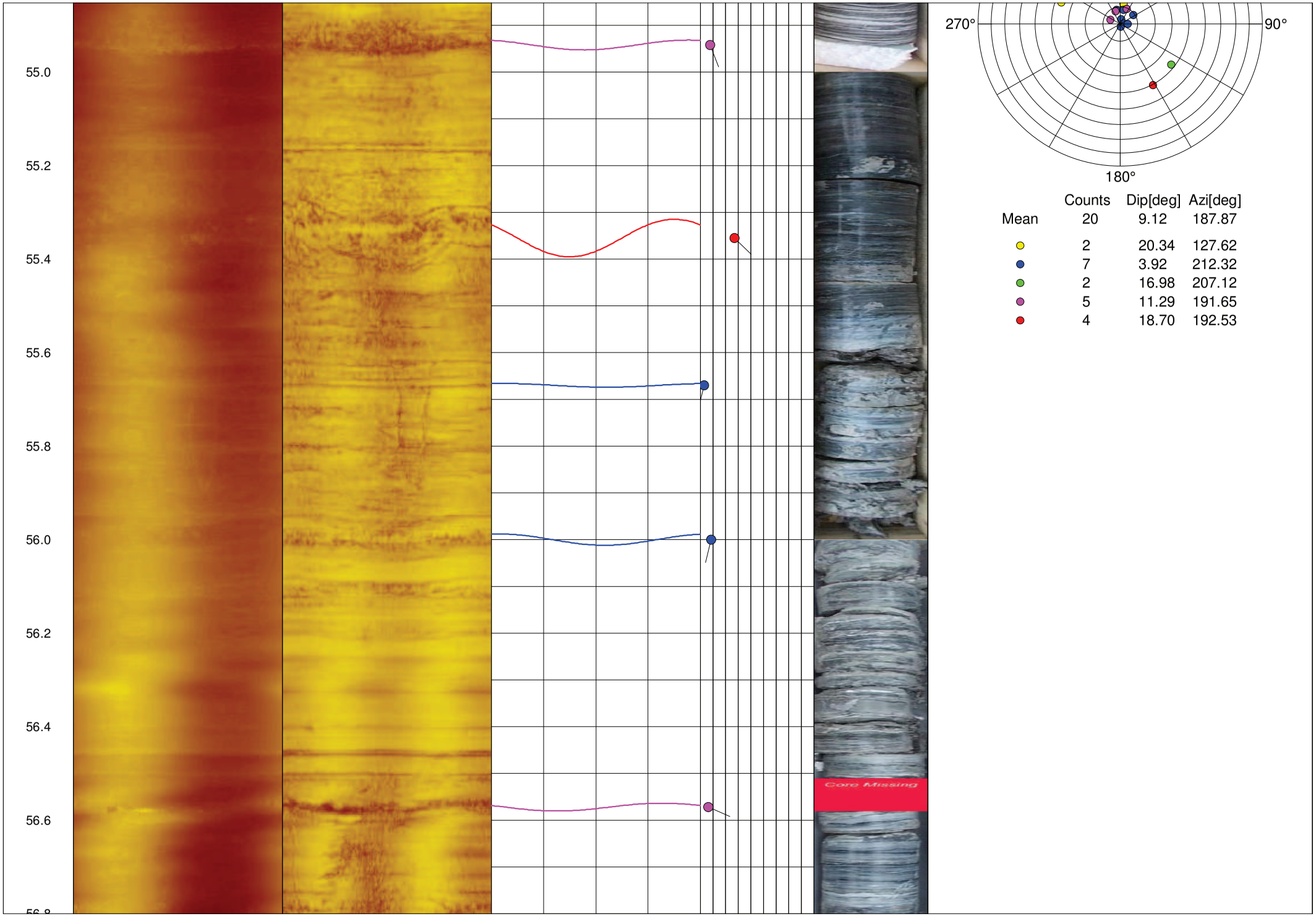

45.2
45.4
45.6
45.8
46.0
46.2
46.4
46.6
46.8
47.0
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 5 8.79 145.69
2 5.81 183.10
2 17.65 130.99
1 3.36 128.85

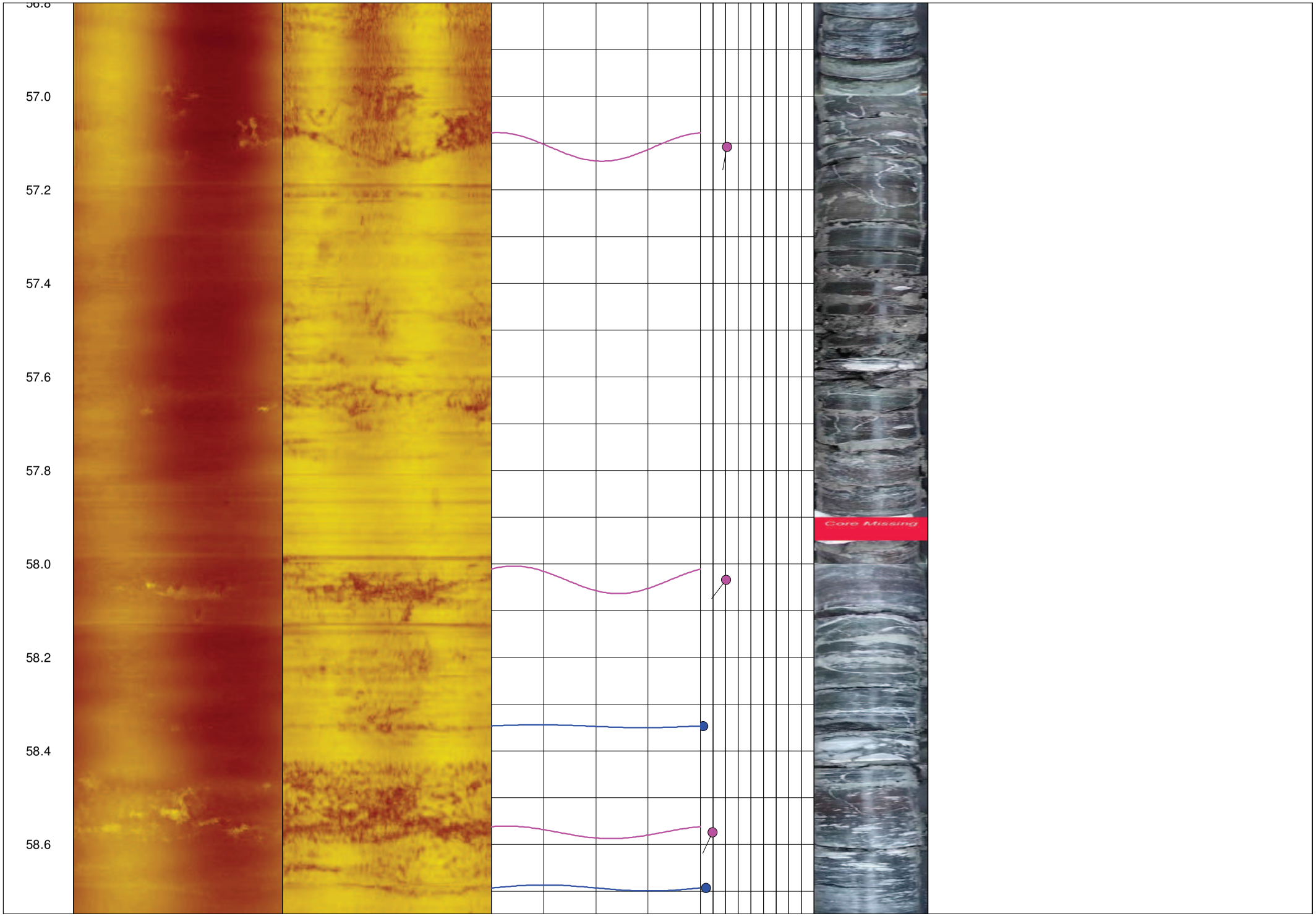

47.2
47.4
47.6
47.8
48.0
48.2
48.4
48.6
48.8
49.0

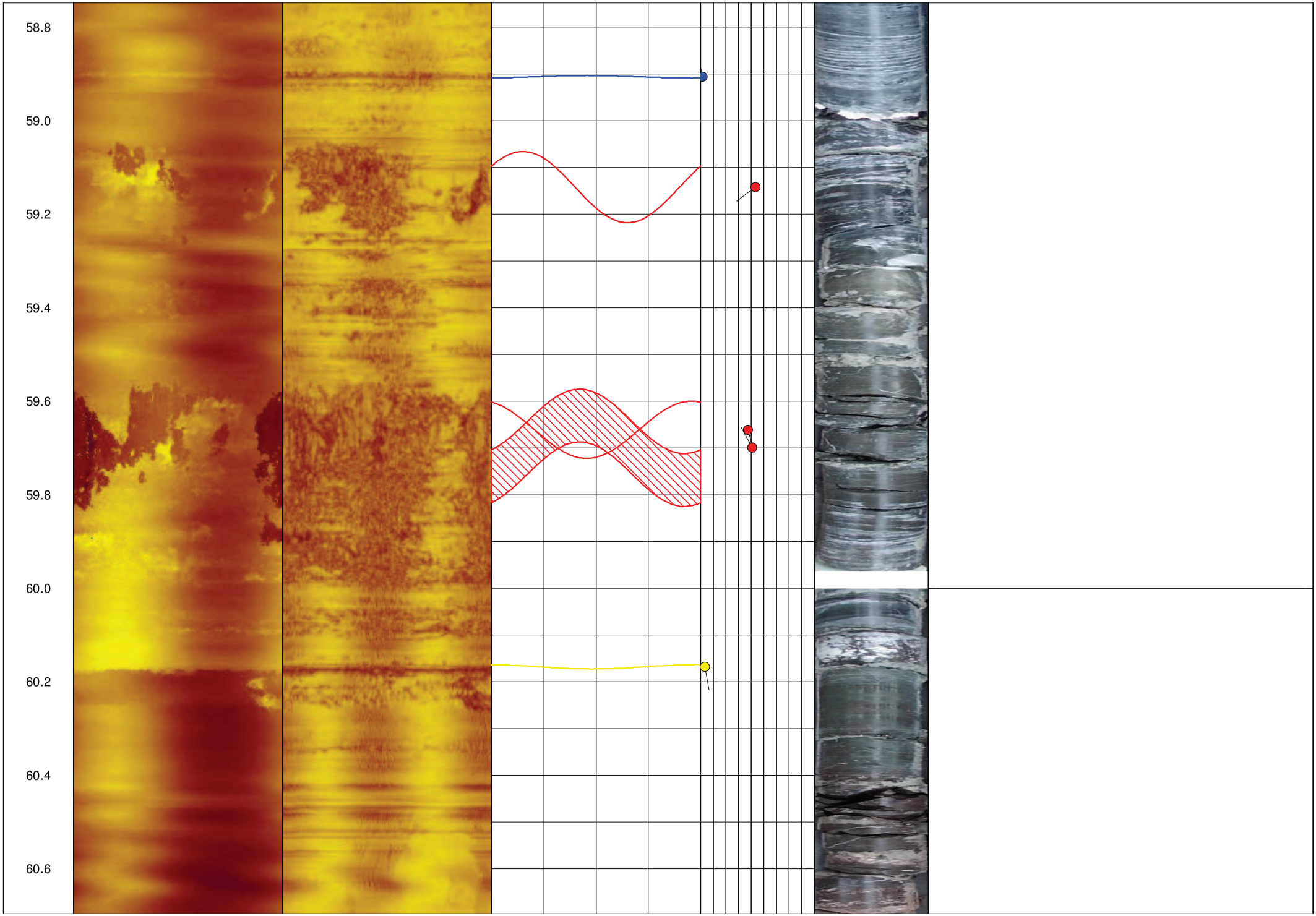

49.2
49.4
49.6
49.8
50.0
50.2
50.4
50.6
50.8
Core Missing

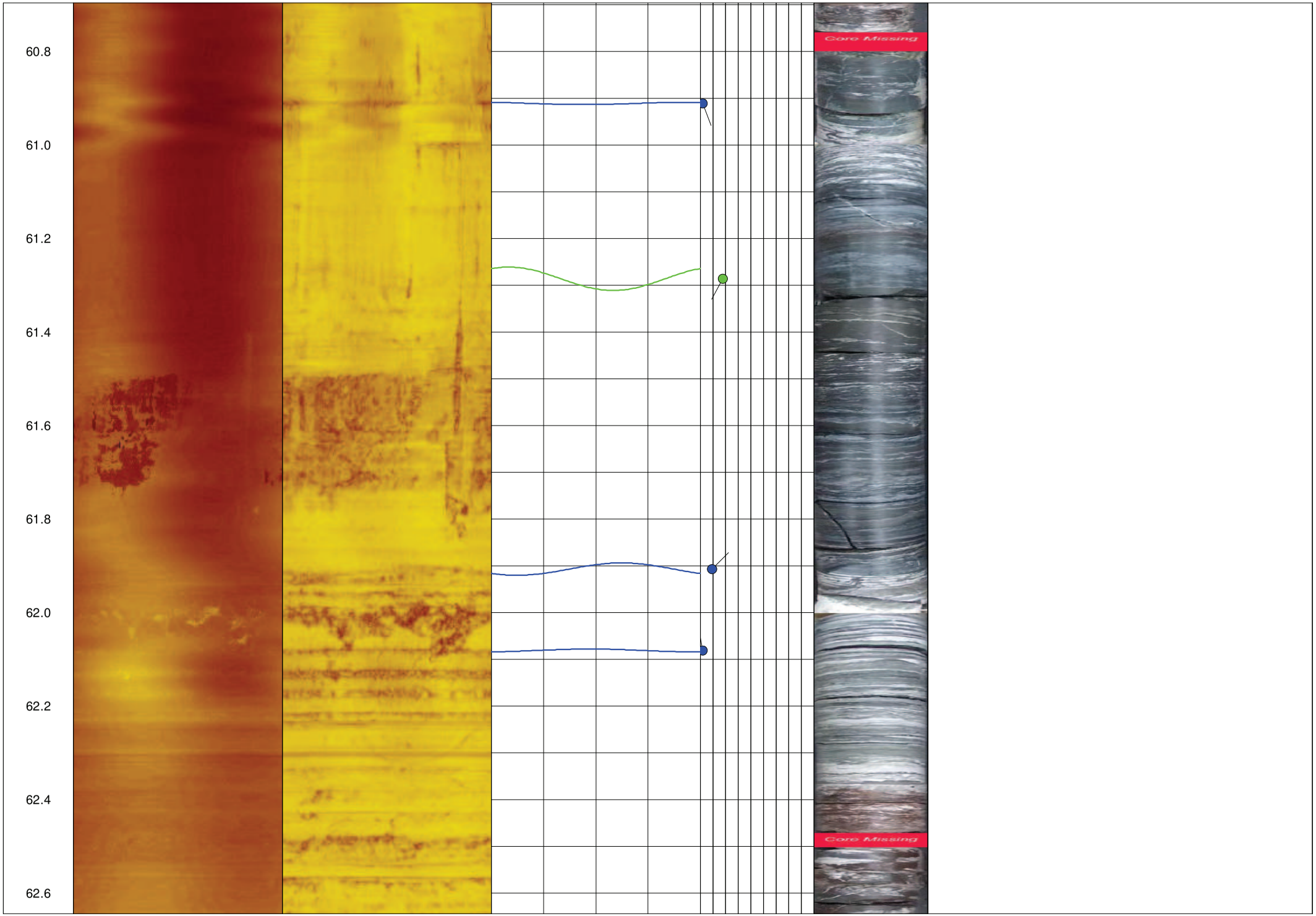

51.0
51.2
51.4
51.6
51.8
52.0
52.2
52.4
52.6
52.8
Core Missing

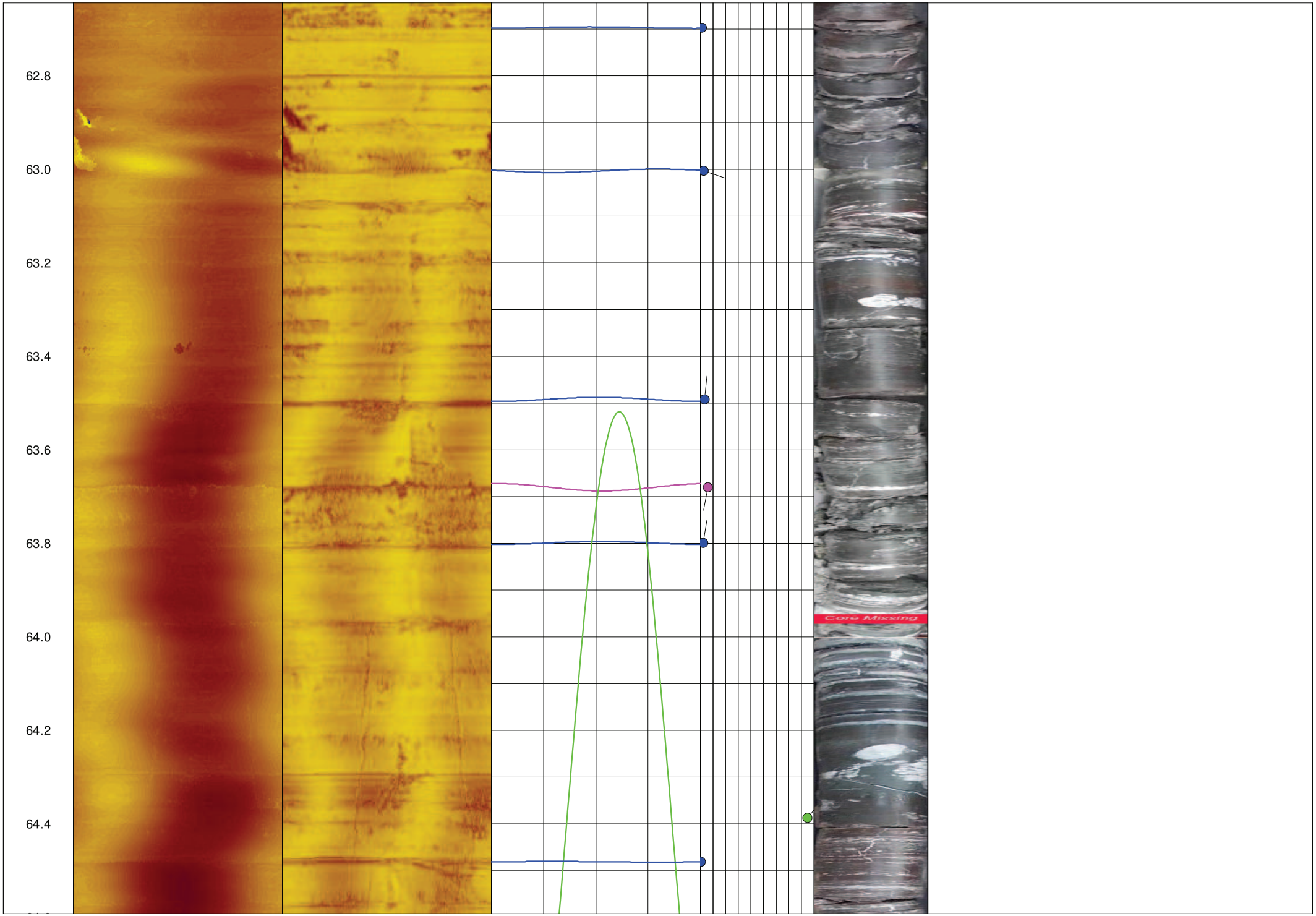

53.0
53.2
53.4
53.6
53.8
54.0
54.2
54.4
54.6
54.8
Schmidt Plot - LH - Boeblingen
Depth: 50.00 [m] to 60.00 [m]
0°

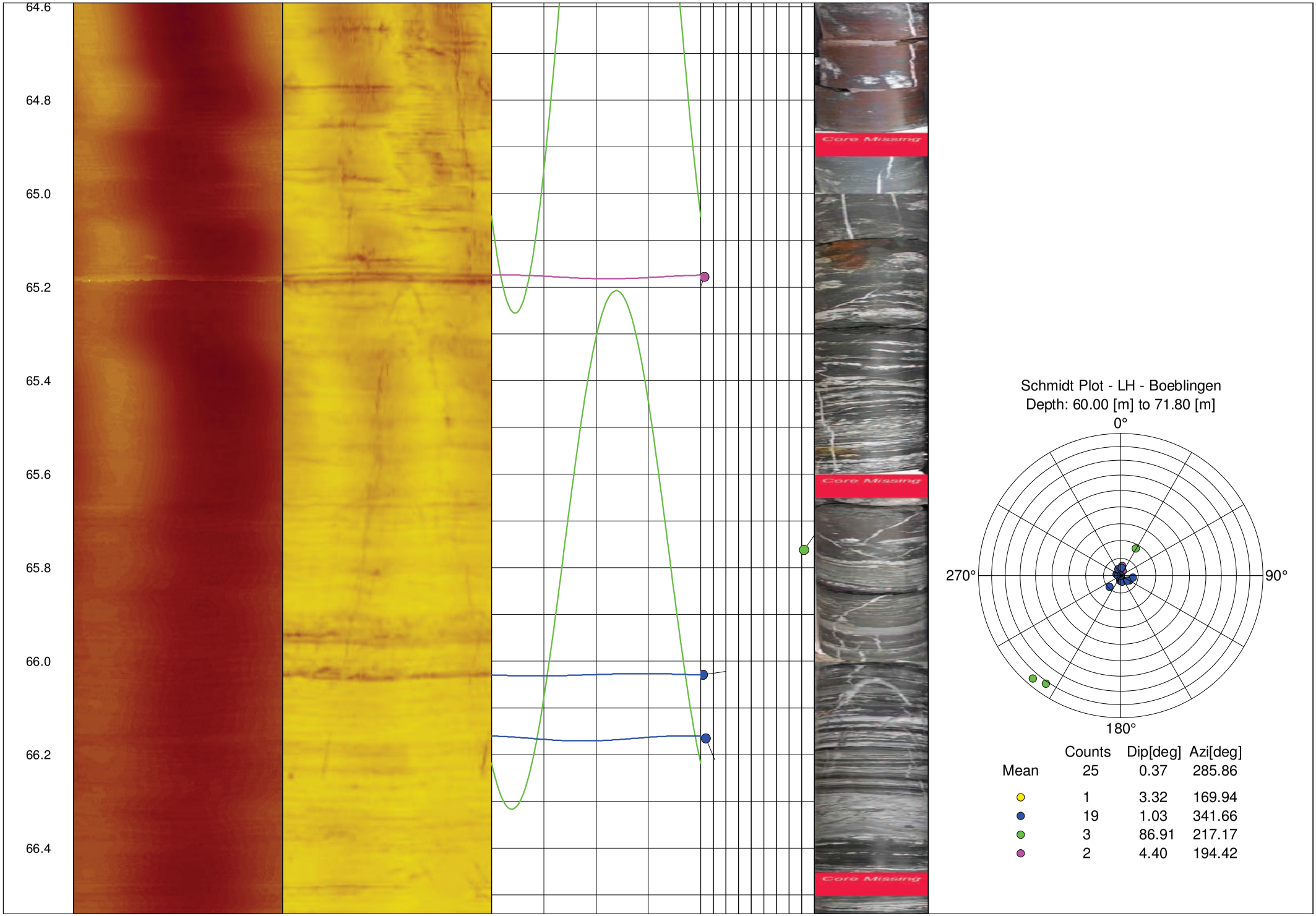

55.0
55.2
55.4
55.6
55.8
56.0
56.2
56.4
56.6
Core Missing
270°
90°
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 20 9.12 187.87
2 20.34 127.62
7 3.92 212.32
2 16.98 207.12
5 11.29 191.65
4 18.70 192.53


56.8
57.0
57.2
57.4
57.6
57.8
58.0
58.2
58.4
58.6
Core Missing

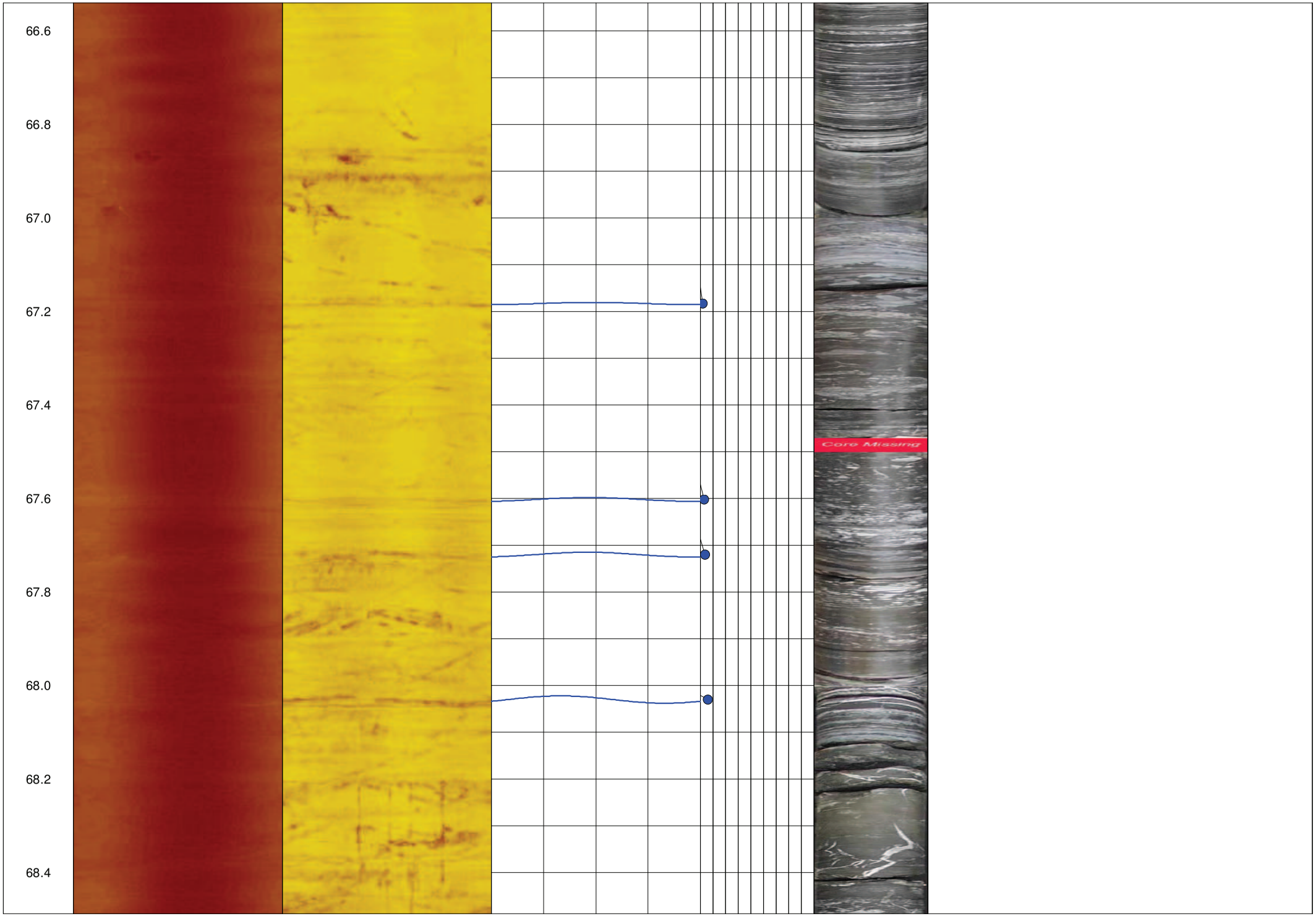

58.8
59.0
59.2
59.4
59.6
59.8
60.0
60.2
60.4
60.6

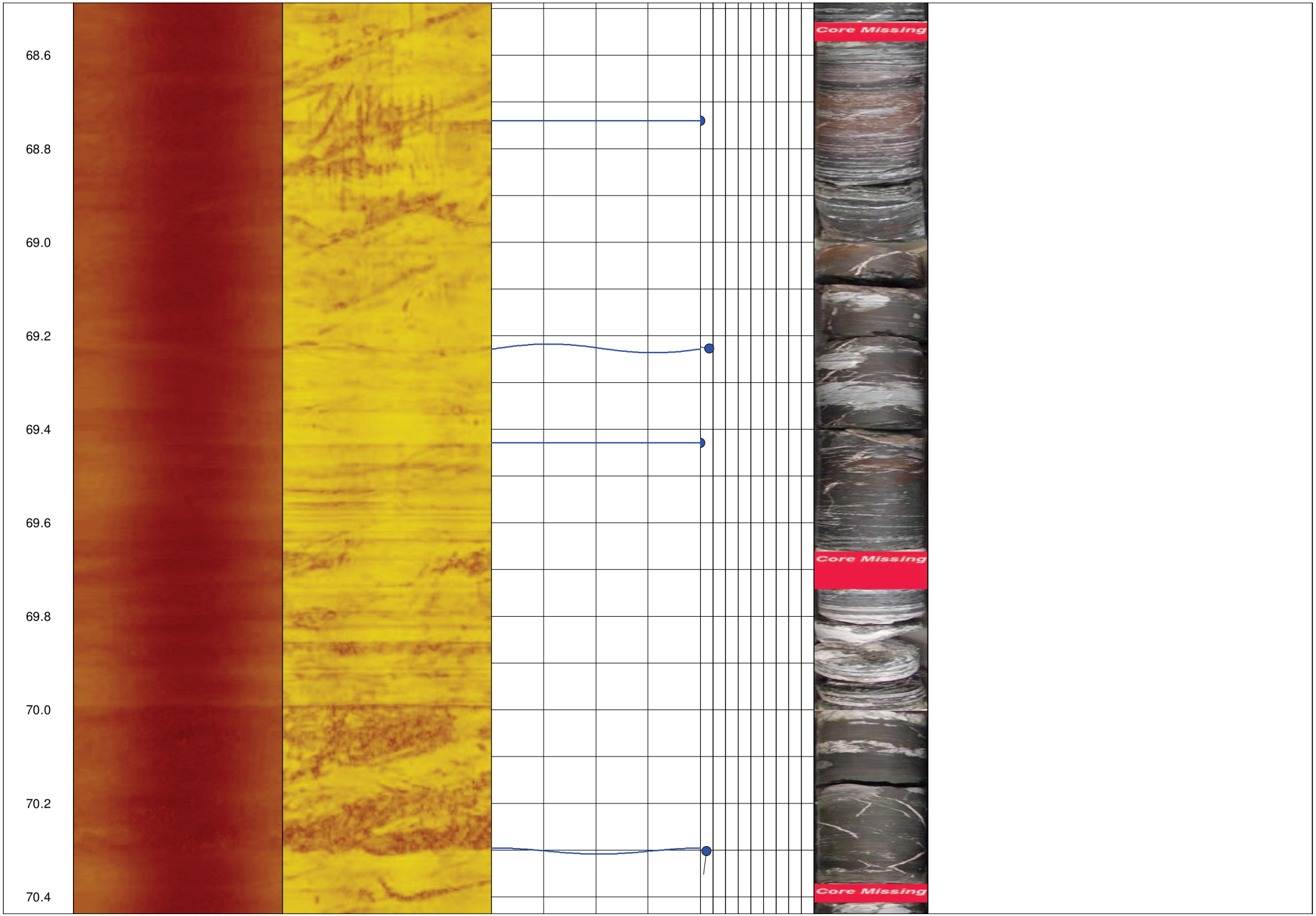

60.8
61.0
61.2
61.4
61.6
61.8
62.0
62.2
62.4
62.6
Core Missing
Core Missing

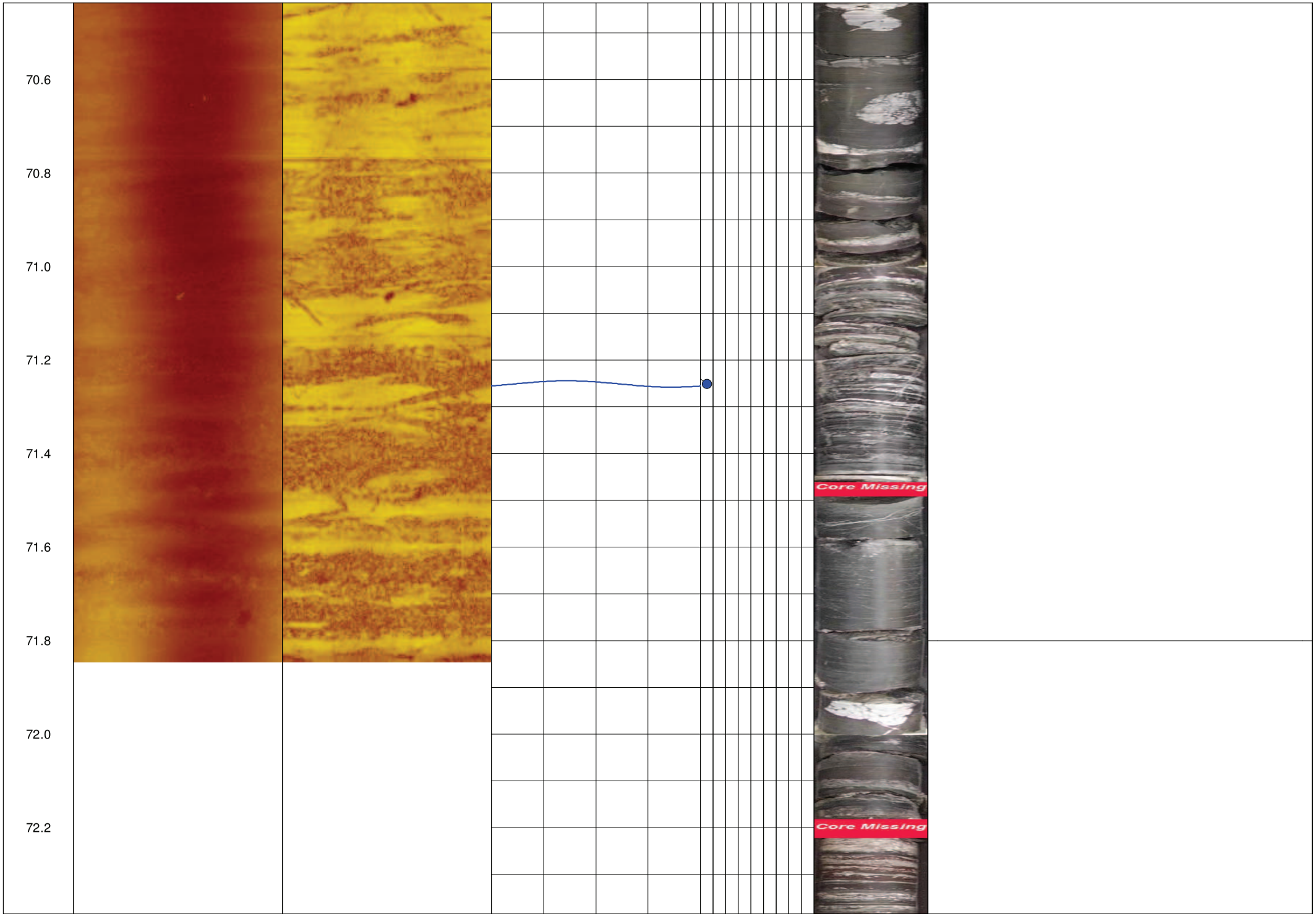

62.8
63.0
63.2
63.4
63.6
63.8
64.0
64.2
64.4
Core Missing



	Counts	Dip[deg]	Azi[deg]
Mean	25	0.37	285.86
	1	3.32	169.94
	19	1.03	341.66
	3	86.91	217.17
	2	4.40	194.42


66.6
66.8
67.0
67.2
67.4
67.6
67.8
68.0
68.2
68.4
Core Missing


68.6
68.8
69.0
69.2
69.4
69.6
69.8
70.0
70.2
70.4
Core Missing
Core Missing
Core Missing


70.6
70.8
71.0
71.2
71.4
71.6
71.8
72.0
72.2
Core Missing
Core Missing

72.4

72.6

72.8

73.0

73.2

73.4

73.6

73.8

74.0

74.2

74.4

74.6

74.8

75.0

75.2

75.4

75.6

75.8

76.0

76.2

76.4

76.6

76.8

77.0

77.2

77.4

77.6

77.8

78.0

78.2

78.4

78.6

78.8

79.0

79.2

79.4

79.6

79.8

80.0

80.2

80.4

80.6

80.8

81.0

81.2

81.4

81.6

81.8

82.0

82.2

82.4

82.6

82.8

83.0

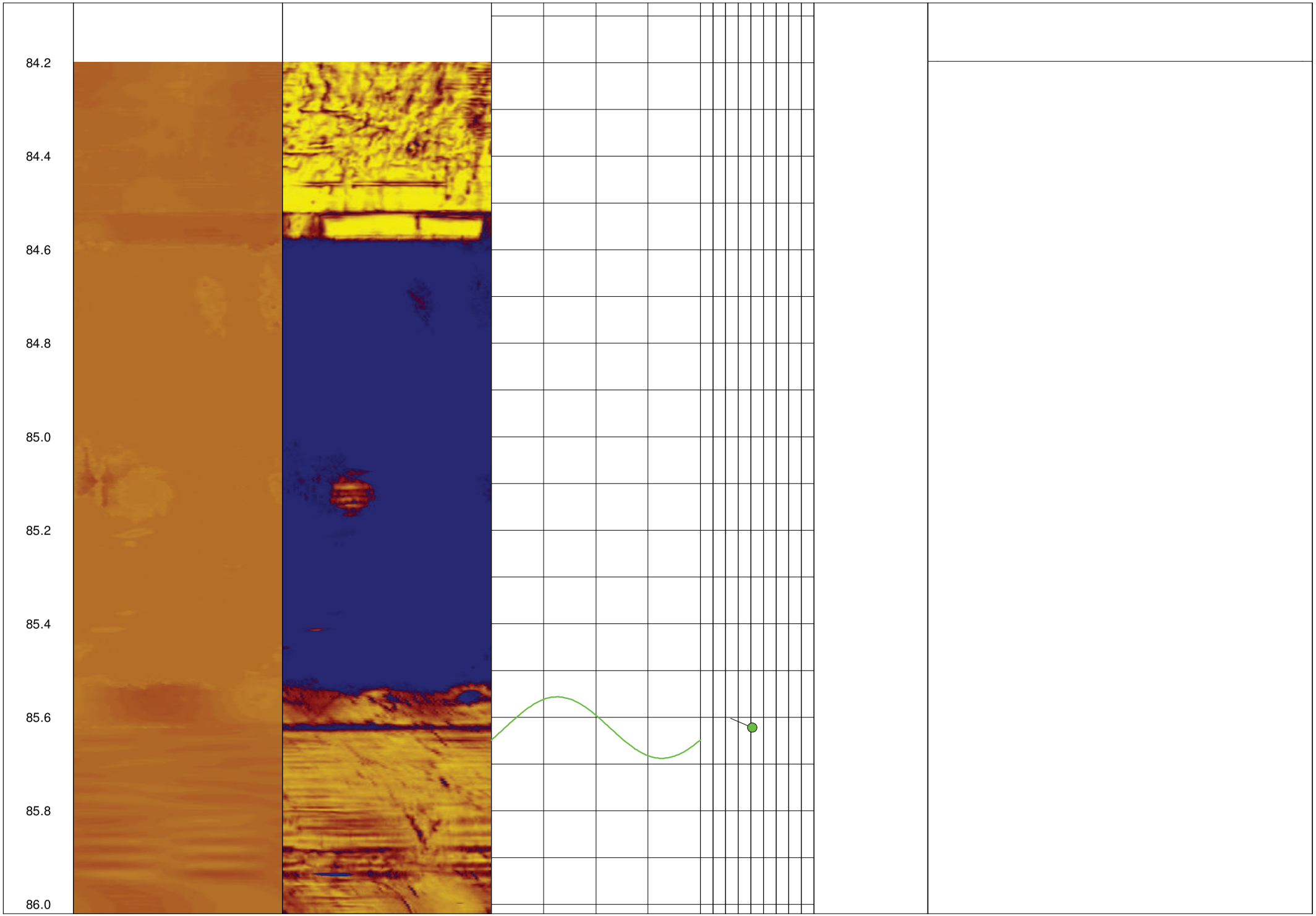
83.2

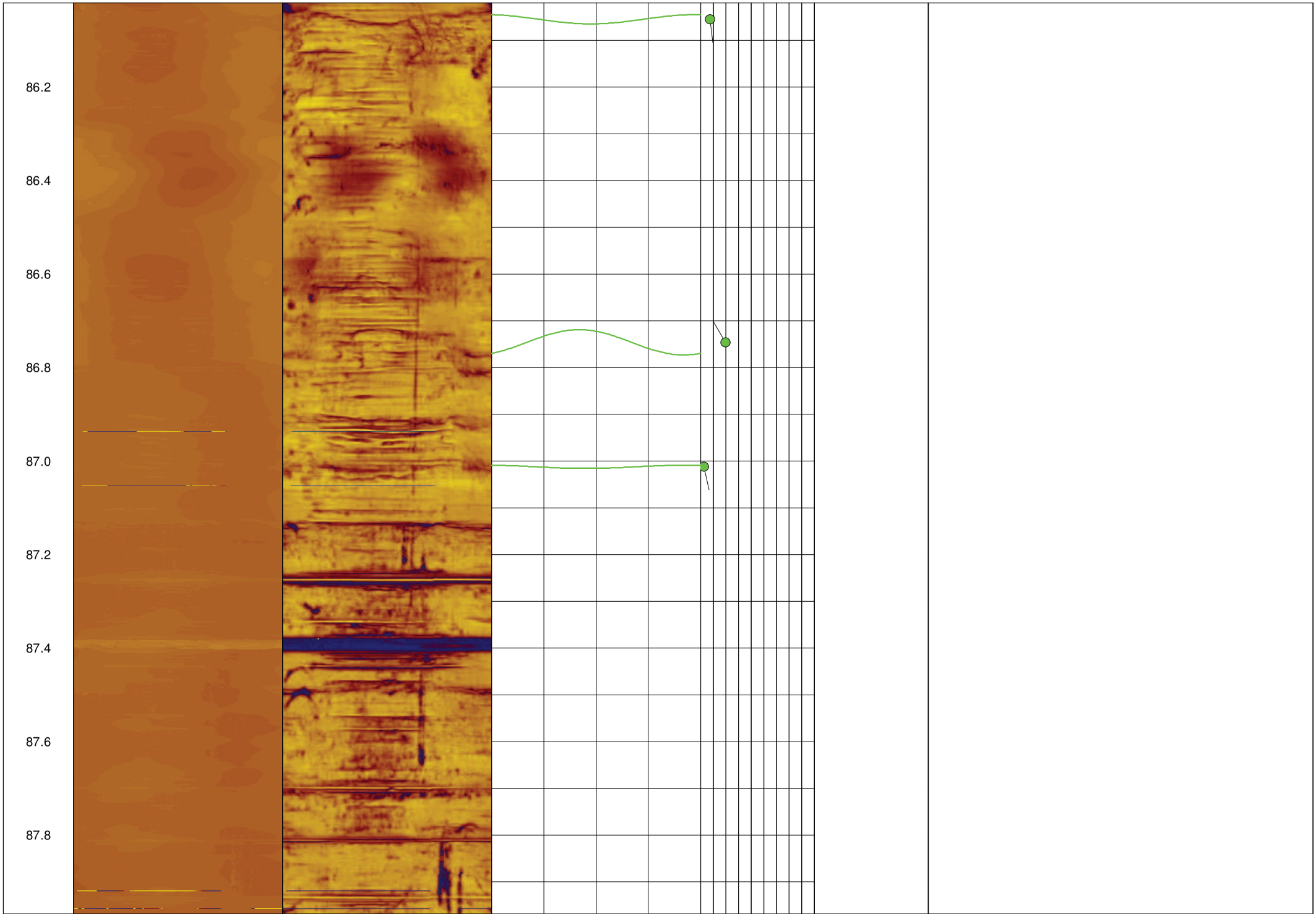
83.4

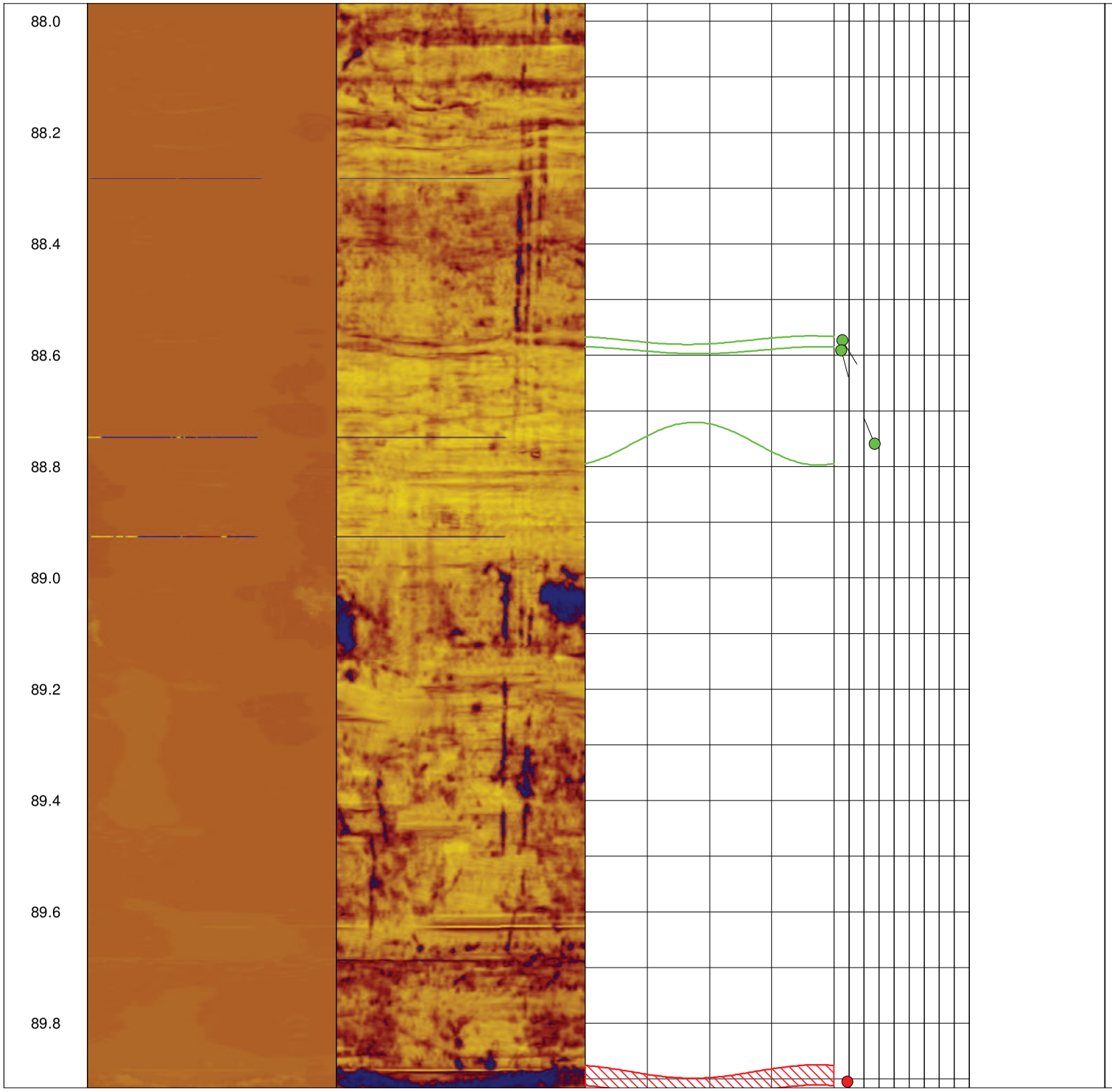
83.6

83.8

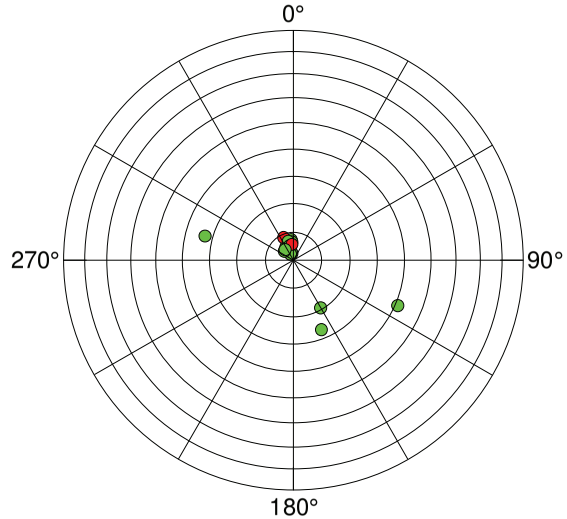
84.0


84.2
84.4
84.6
84.8
85.0
85.2
85.4
85.6
85.8
86.0

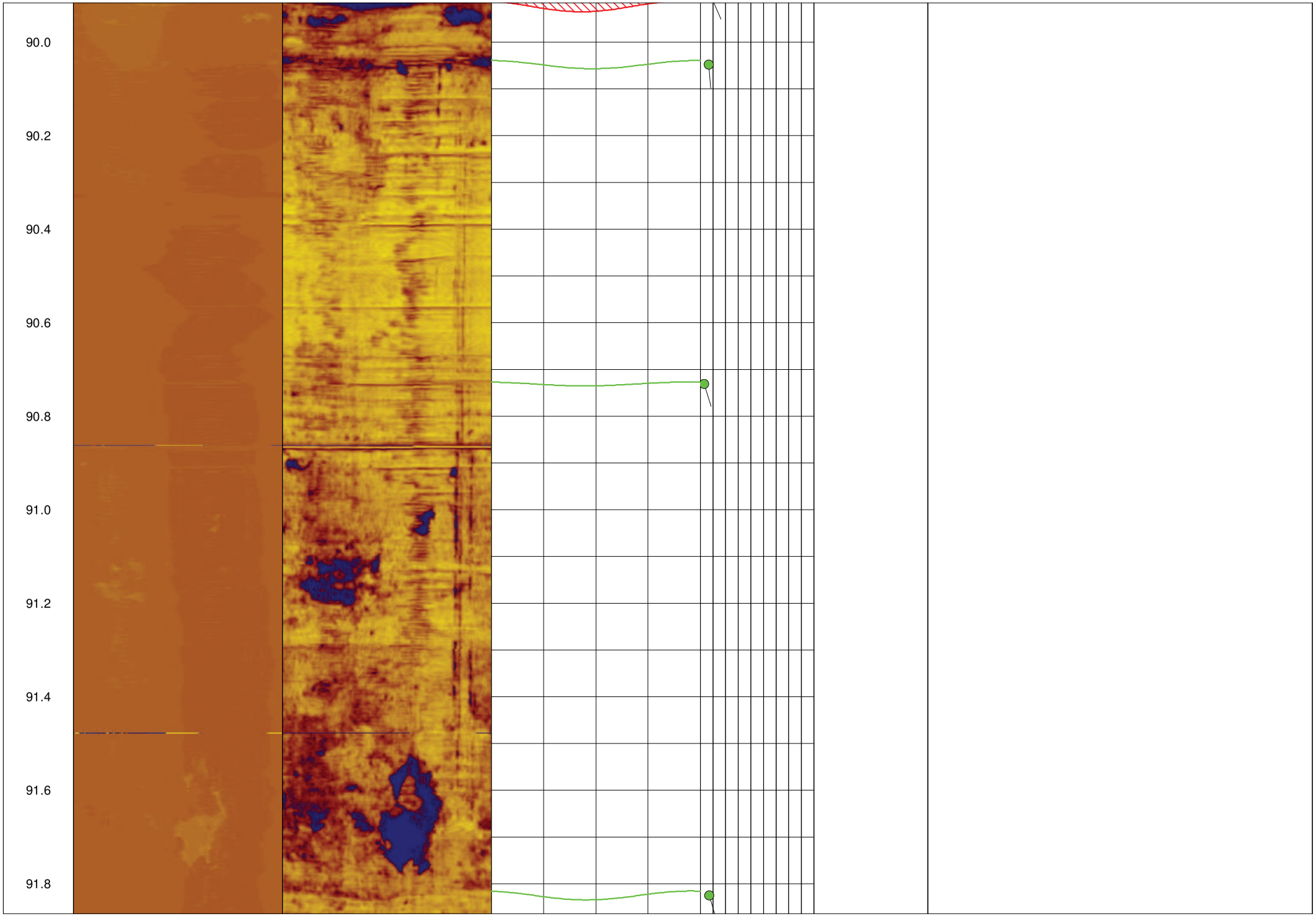

86.2
86.4
86.6
86.8
87.0
87.2
87.4
87.6
87.8

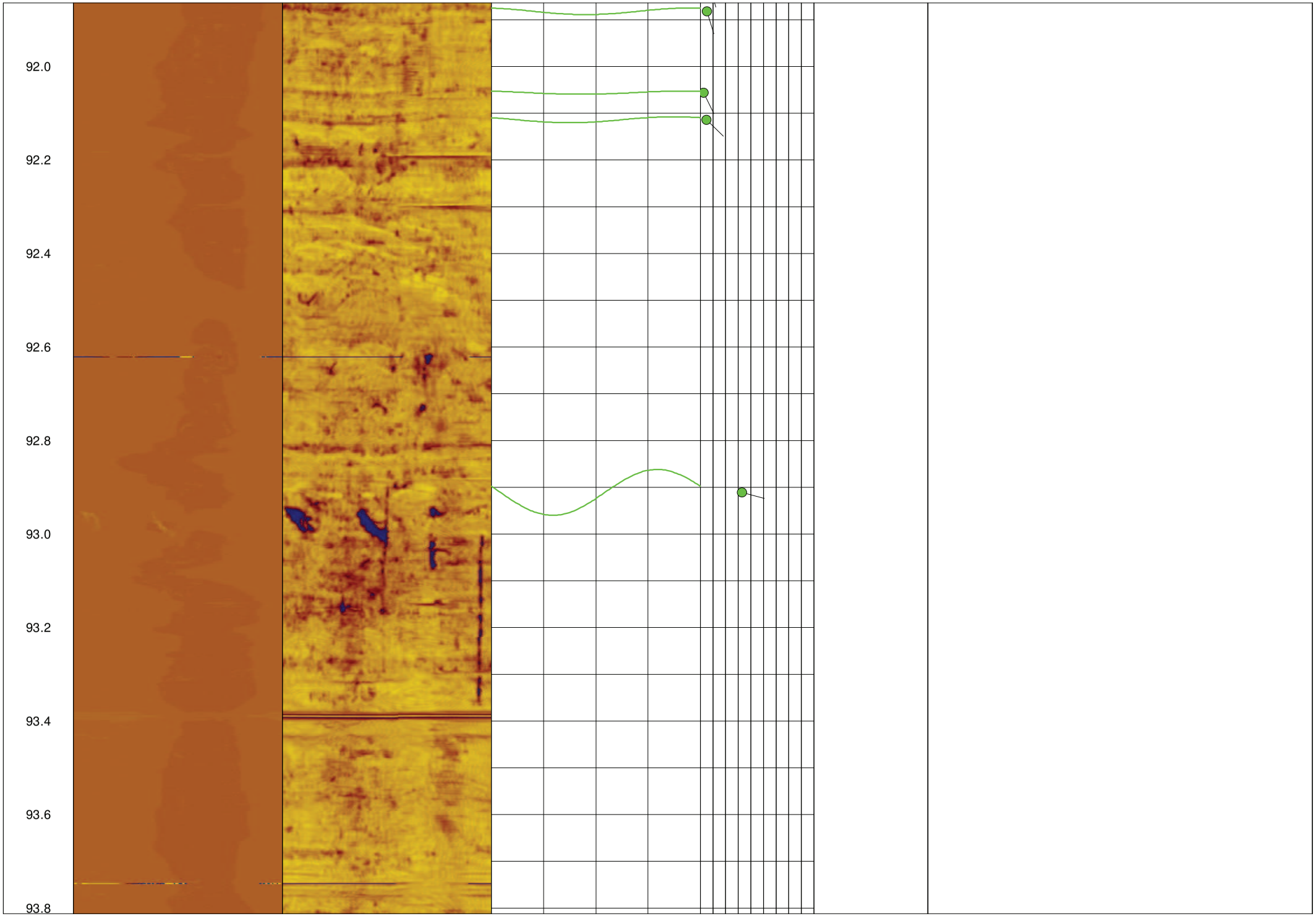


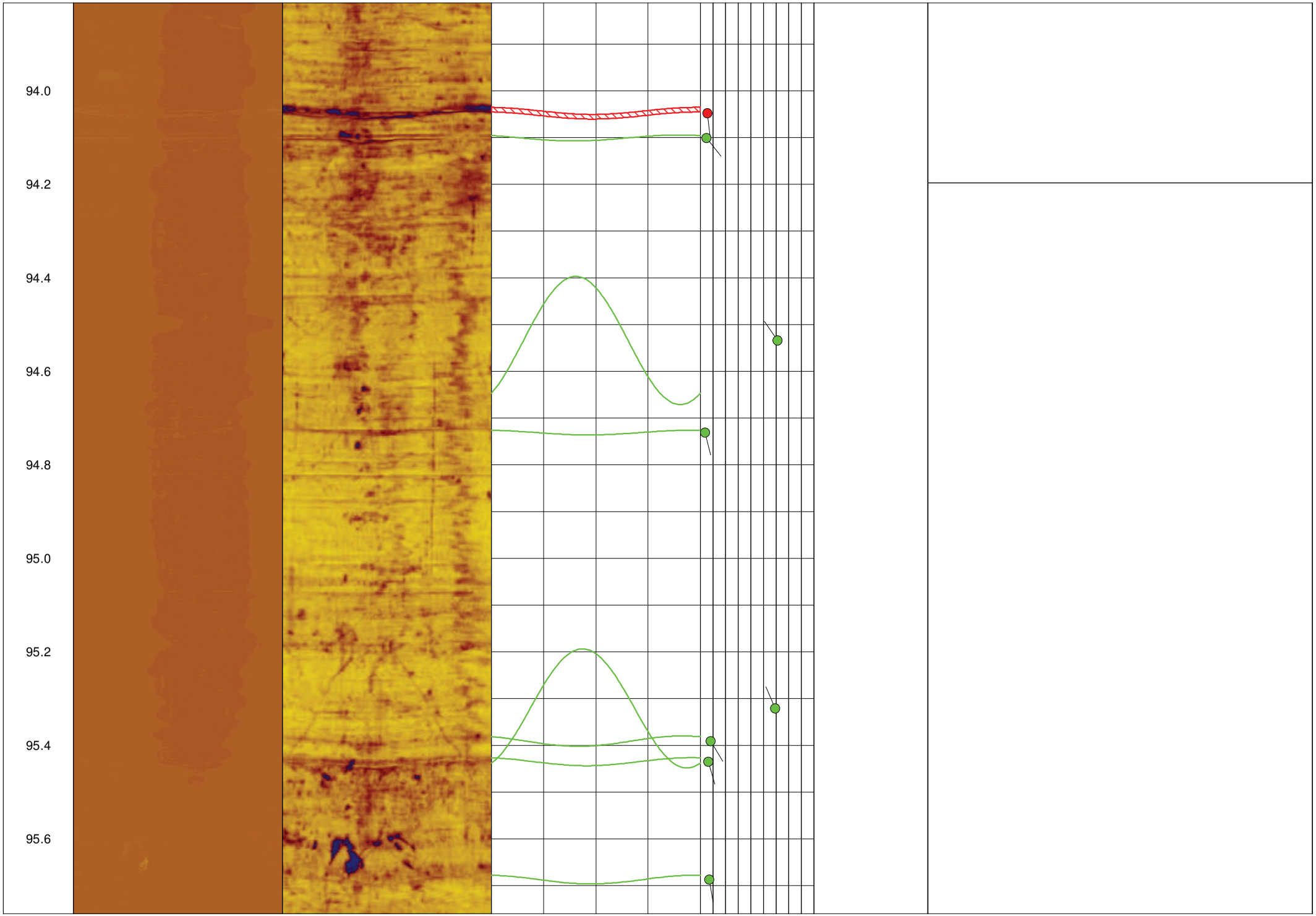
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 84.20 [m] to 94.20 [m]

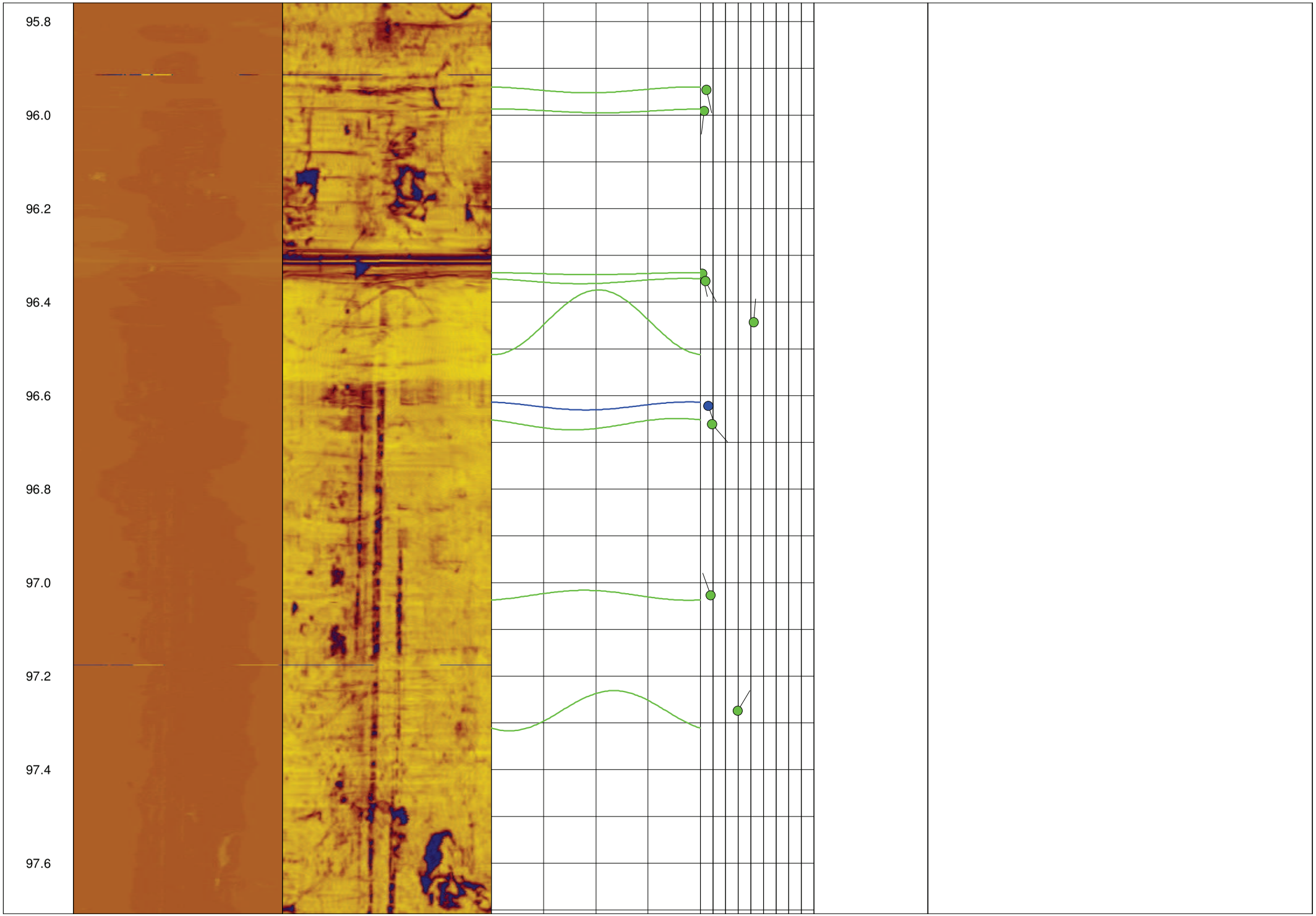


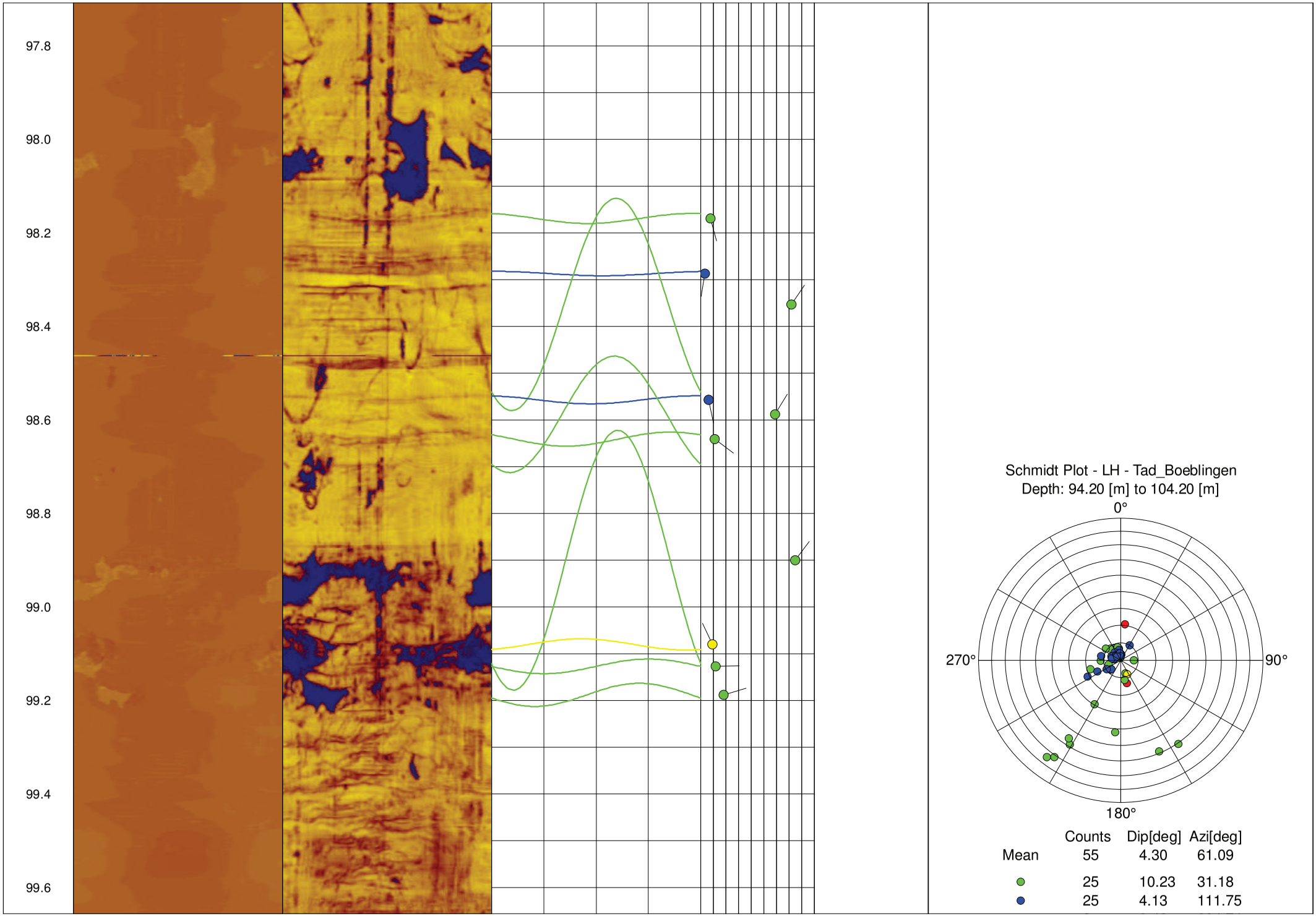
	Counts	Dip[deg]	Azi[deg]
Mean	17	1.46	168.84
●	15	0.62	181.67
●	2	7.22	162.81

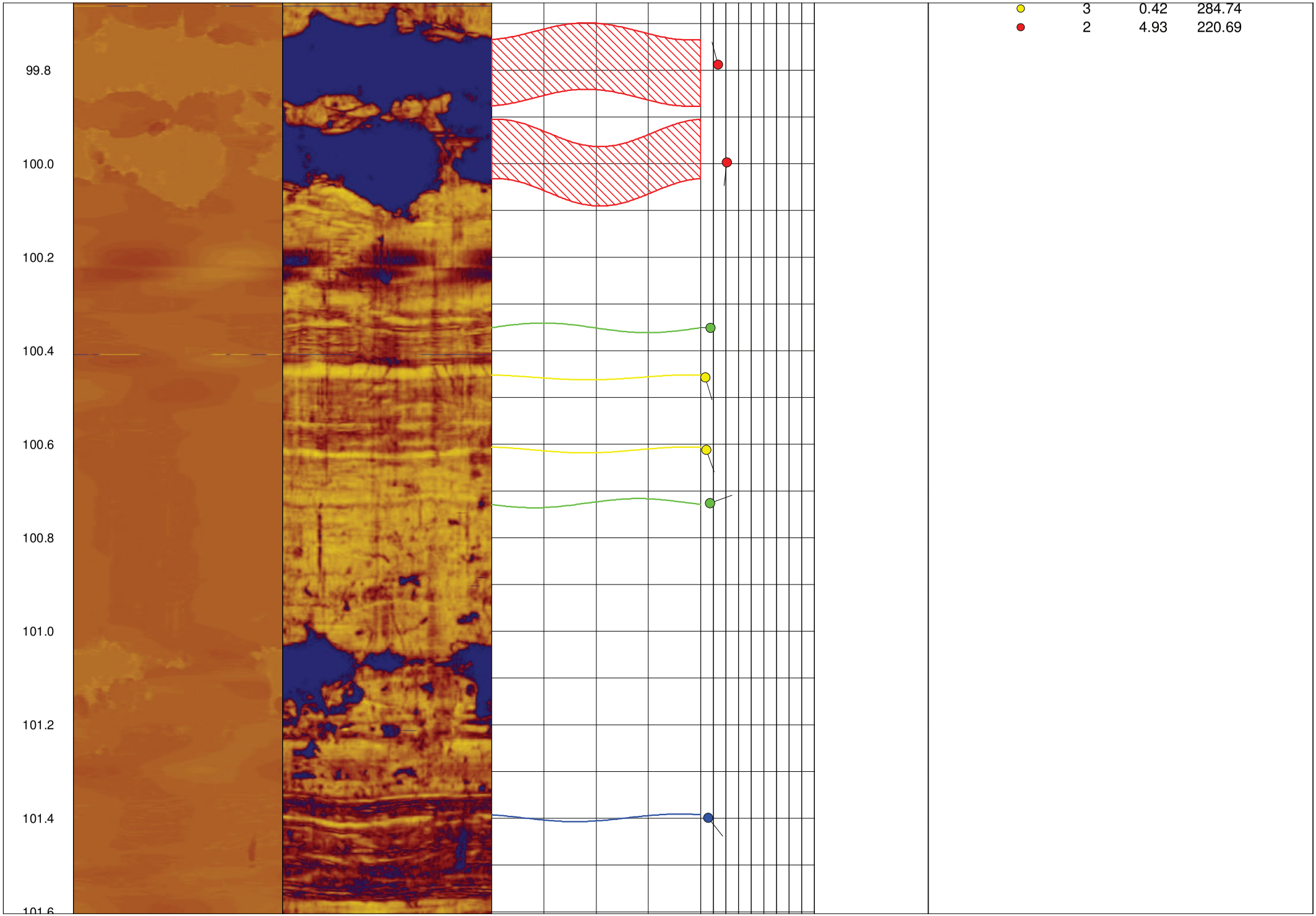

90.0
90.2
90.4
90.6
90.8
91.0
91.2
91.4
91.6
91.8

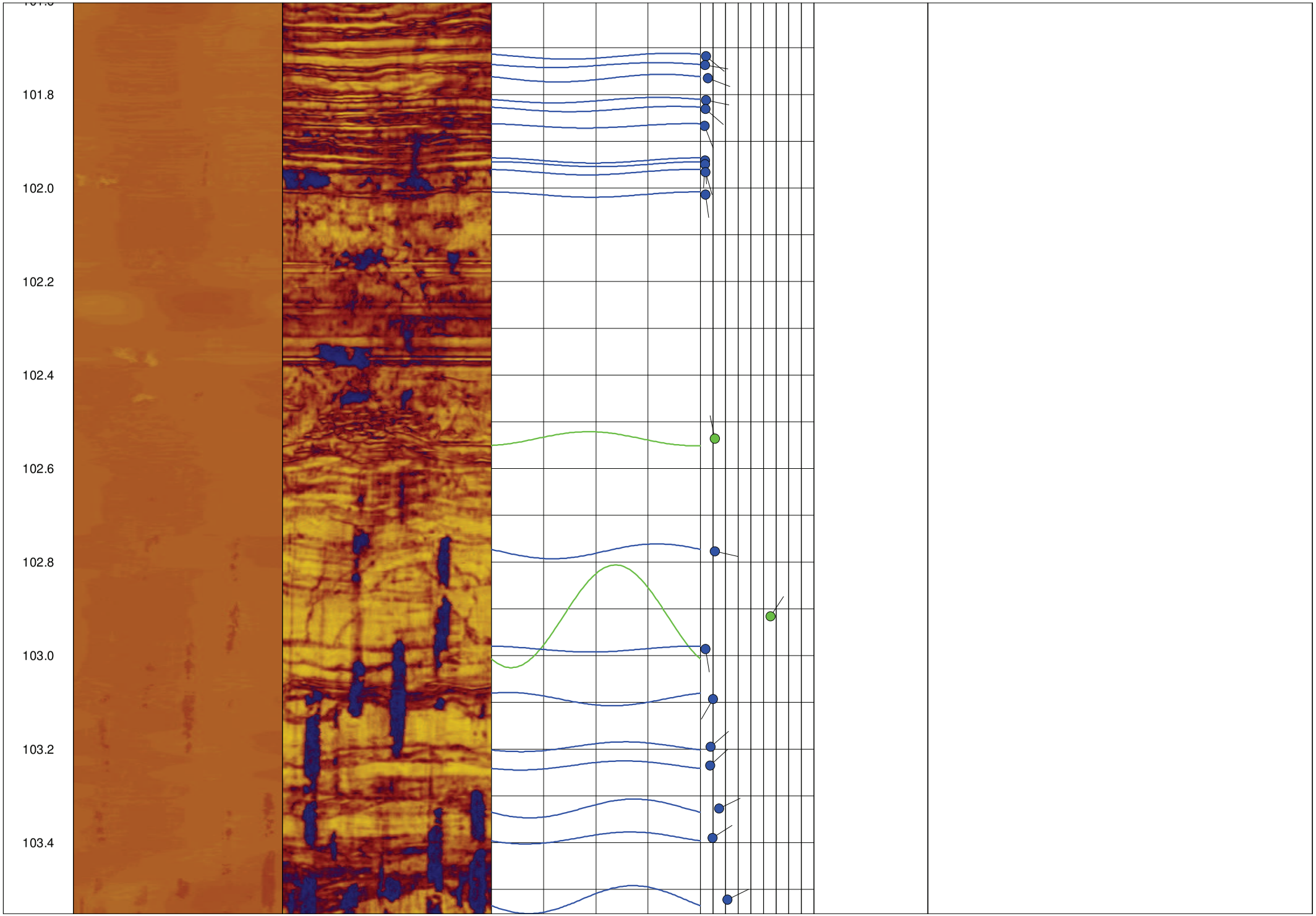

92.0
92.2
92.4
92.6
92.8
93.0
93.2
93.4
93.6
93.8

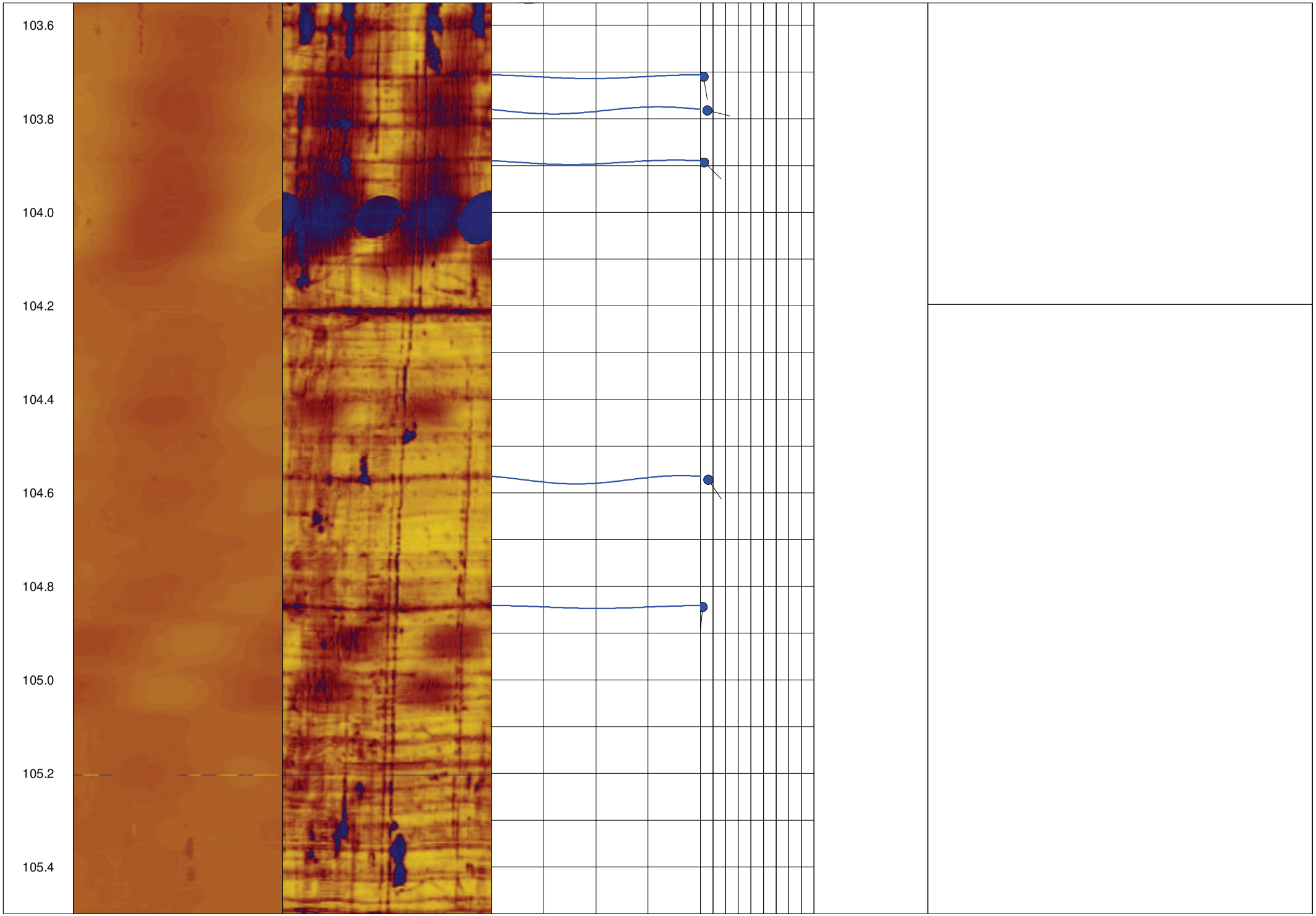

94.0
94.2
94.4
94.6
94.8
95.0
95.2
95.4
95.6

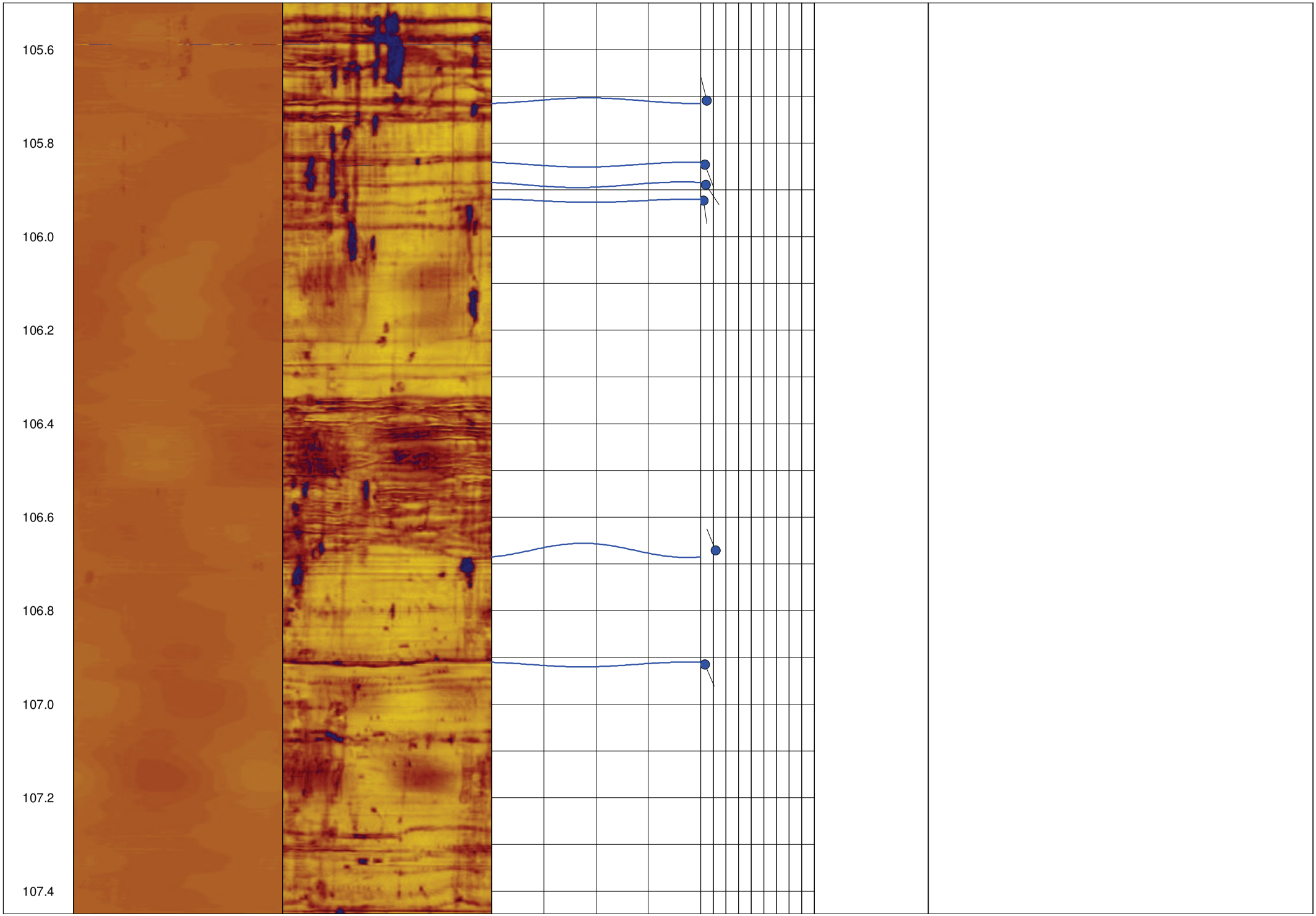

95.8
96.0
96.2
96.4
96.6
96.8
97.0
97.2
97.4
97.6

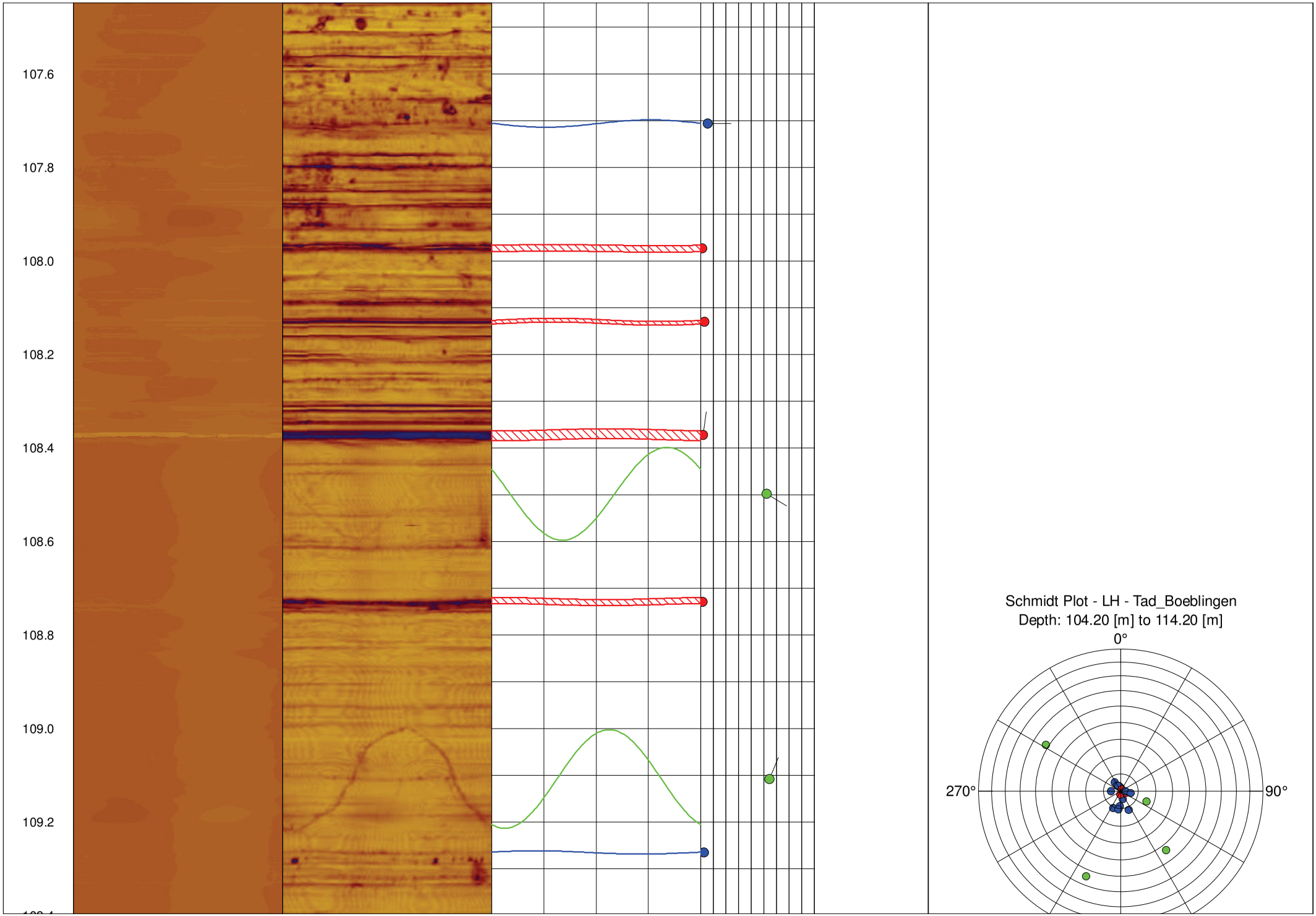

97.8
98.0
98.2
98.4
98.6
98.8
99.0
99.2
99.4
99.6
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 94.20 [m] to 104.20 [m]
0°
270°
90°
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 55 4.30 61.09
25 10.23 31.18
25 4.13 111.75

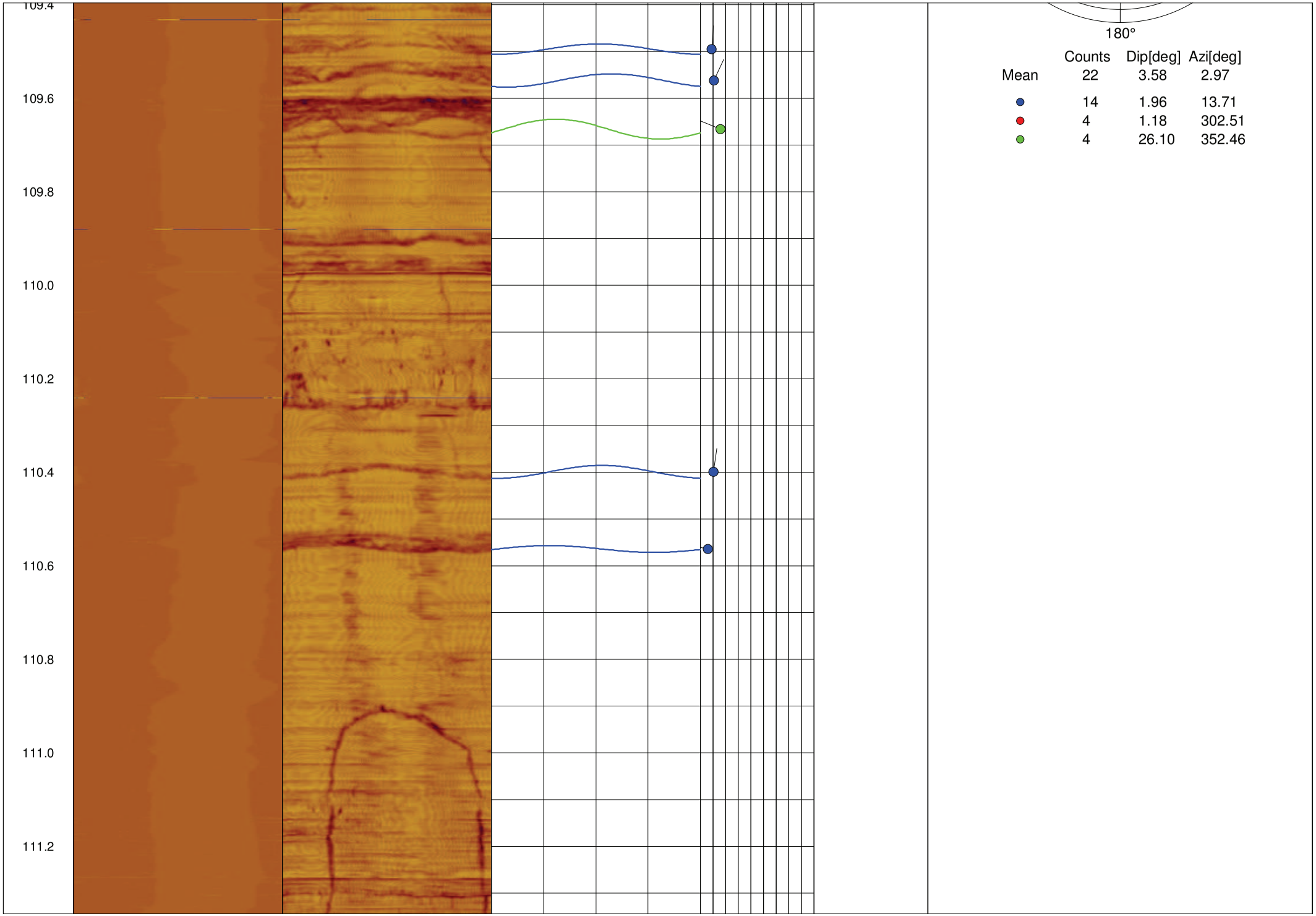

99.8
100.0
100.2
100.4
100.6
100.8
101.0
101.2
101.4
101.6
3 0.42 284.74
2 4.93 220.69

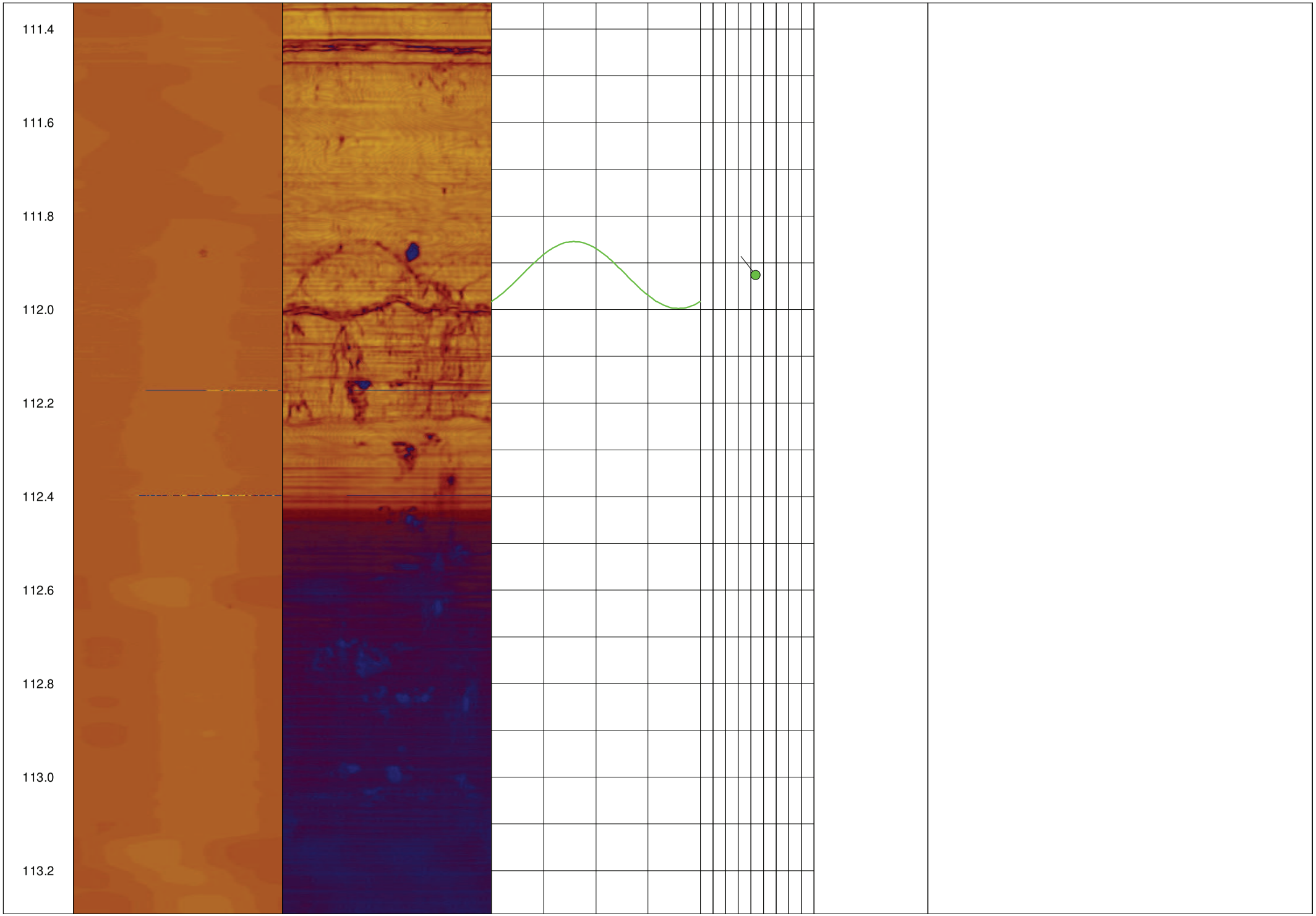

101.8
102.0
102.2
102.4
102.6
102.8
103.0
103.2
103.4

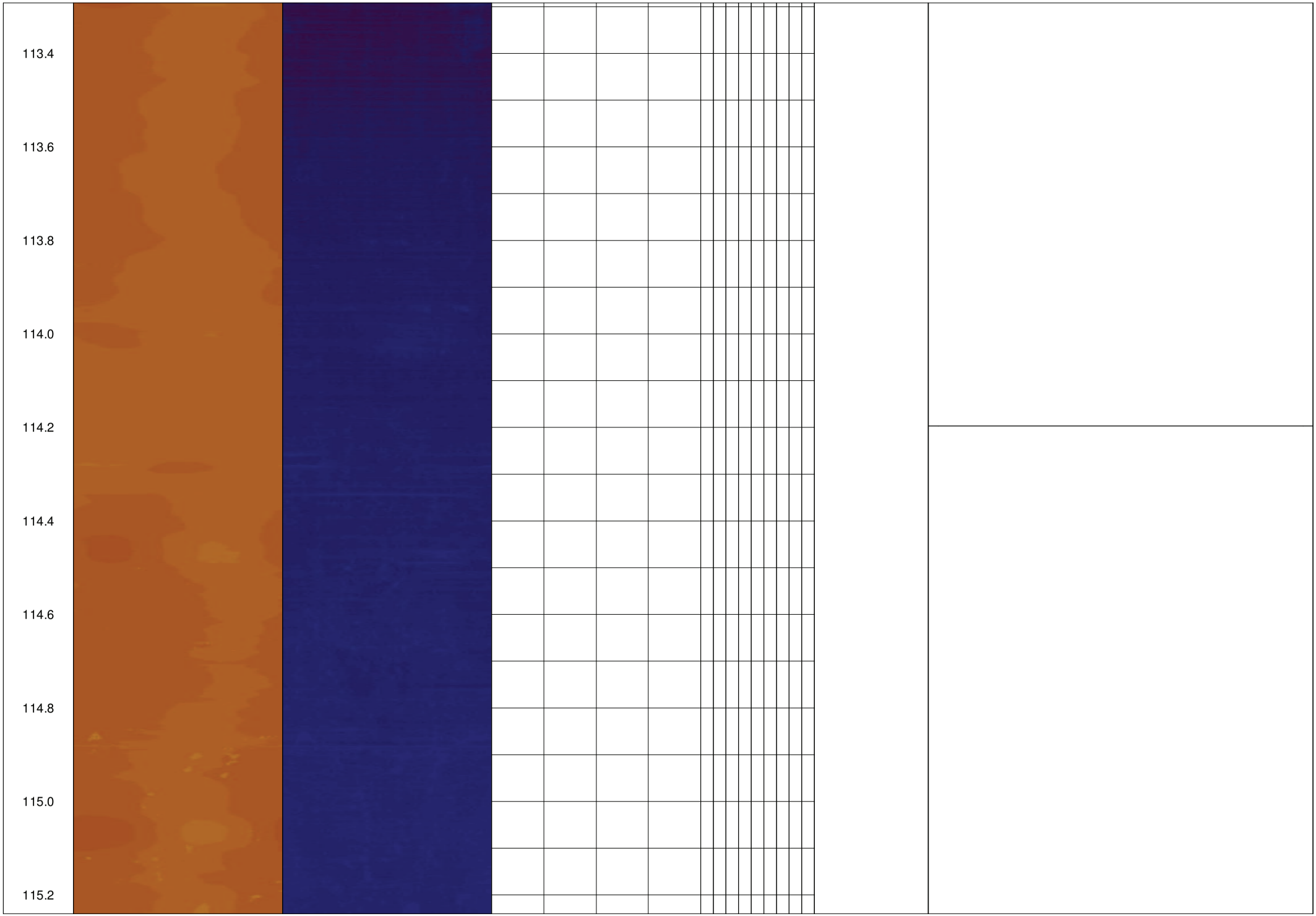

103.6
103.8
104.0
104.2
104.4
104.6
104.8
105.0
105.2
105.4

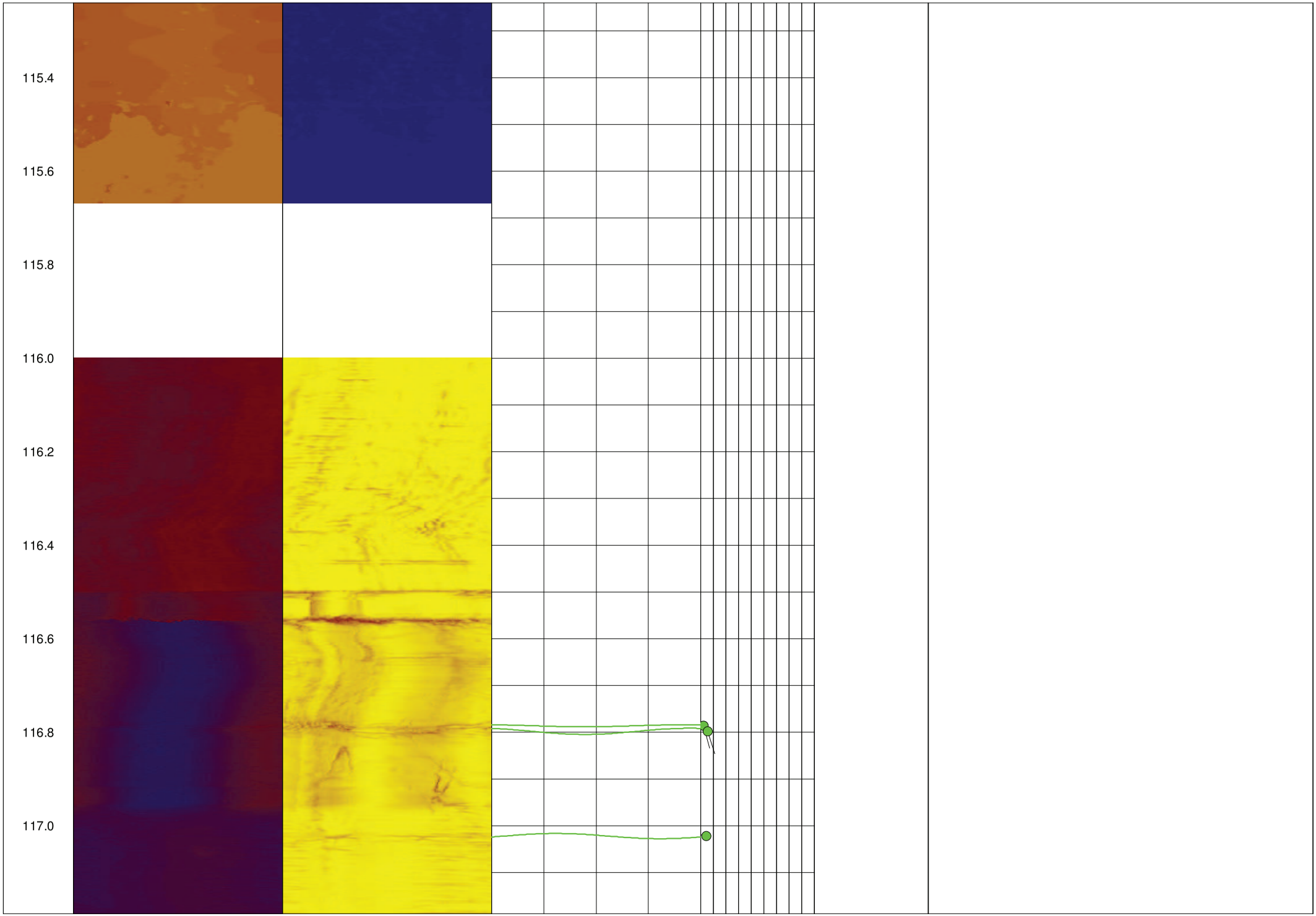

105.6
105.8
106.0
106.2
106.4
106.6
106.8
107.0
107.2
107.4

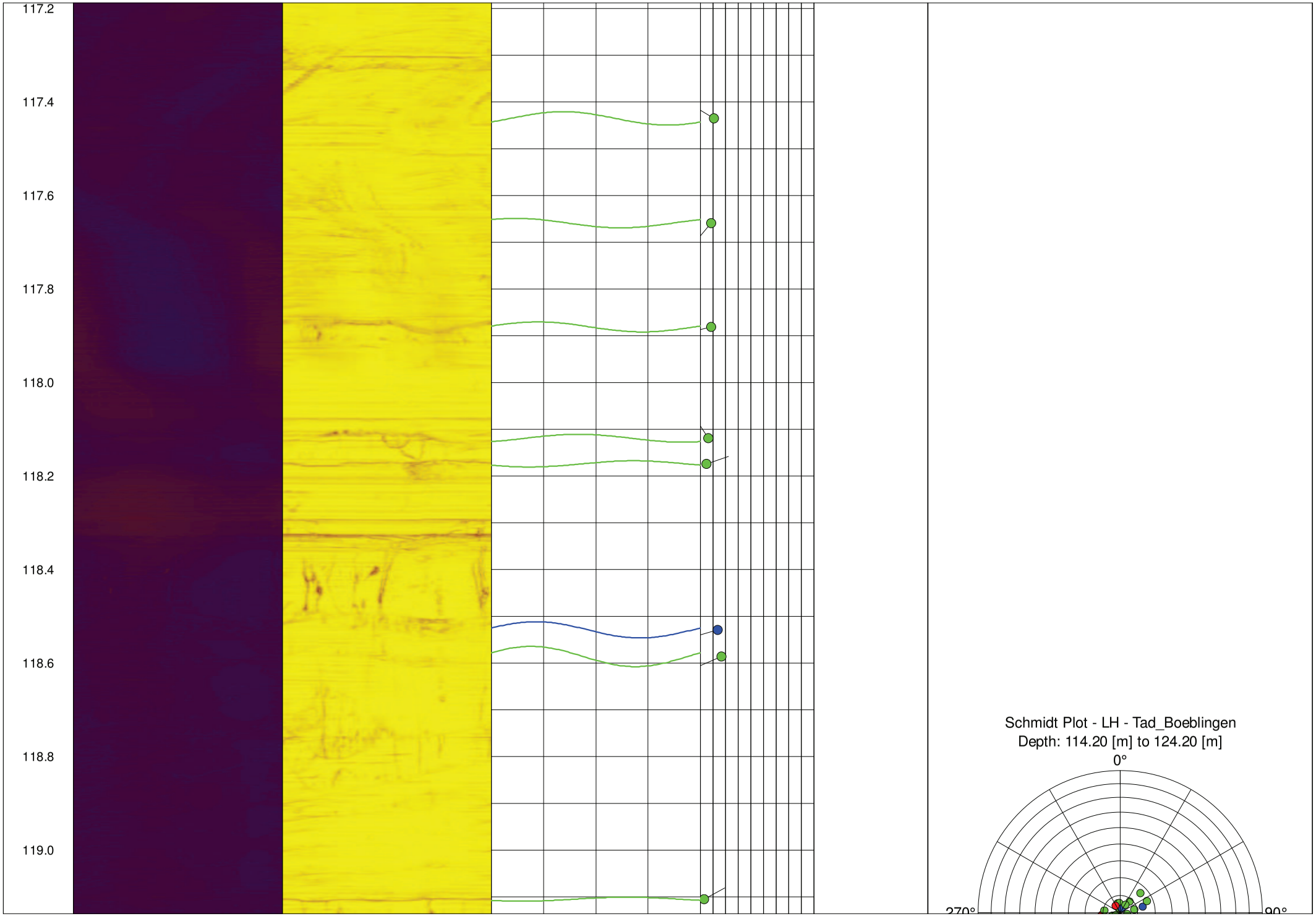

107.6
107.8
108.0
108.2
108.4
108.6
108.8
109.0
109.2
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 104.20 [m] to 114.20 [m]
0°
270°
90°

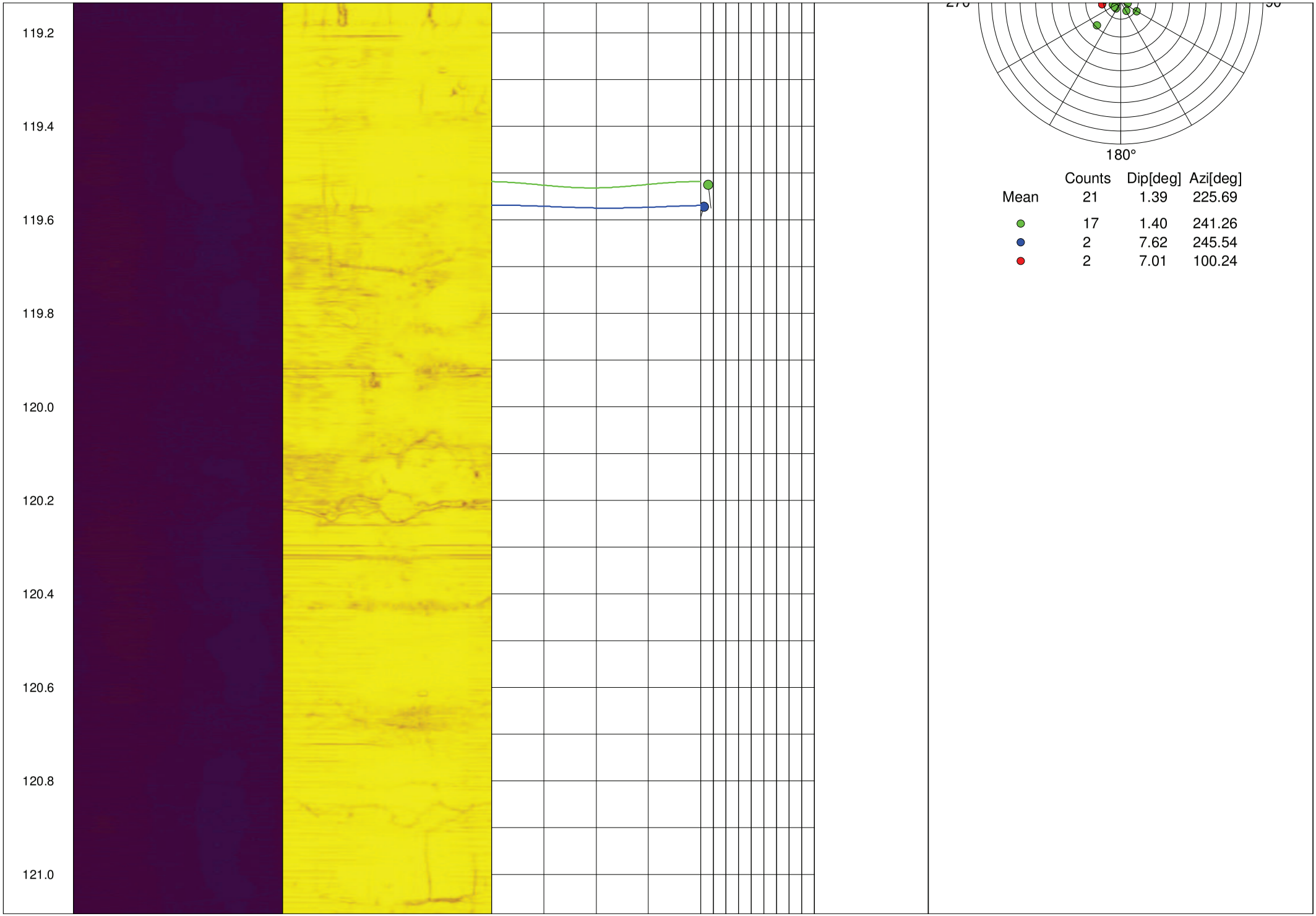

109.4
109.6
109.8
110.0
110.2
110.4
110.6
110.8
111.0
111.2
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 22 3.58 2.97
14 1.96 13.71
4 1.18 302.51
4 26.10 352.46

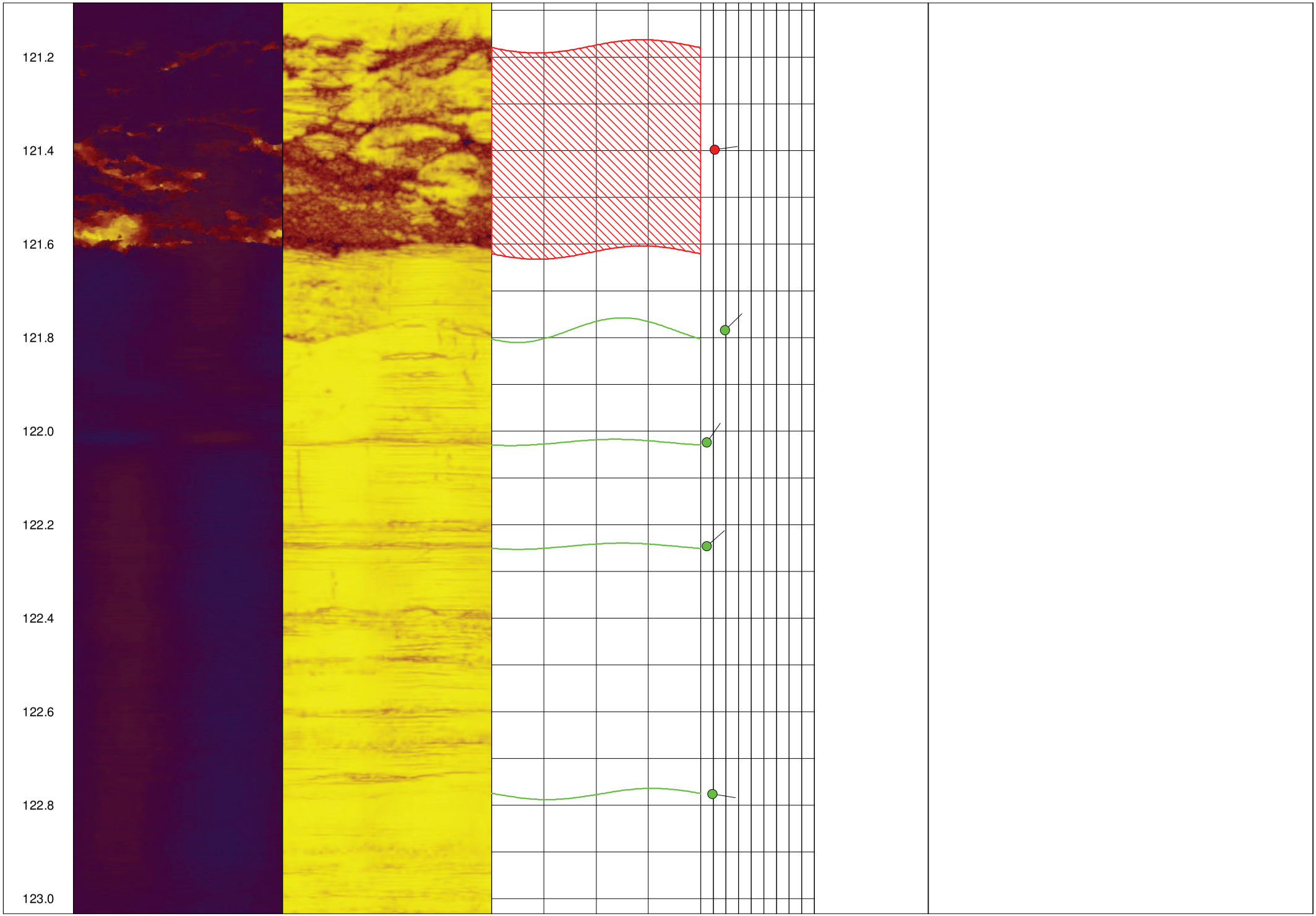

111.4
111.6
111.8
112.0
112.2
112.4
112.6
112.8
113.0
113.2

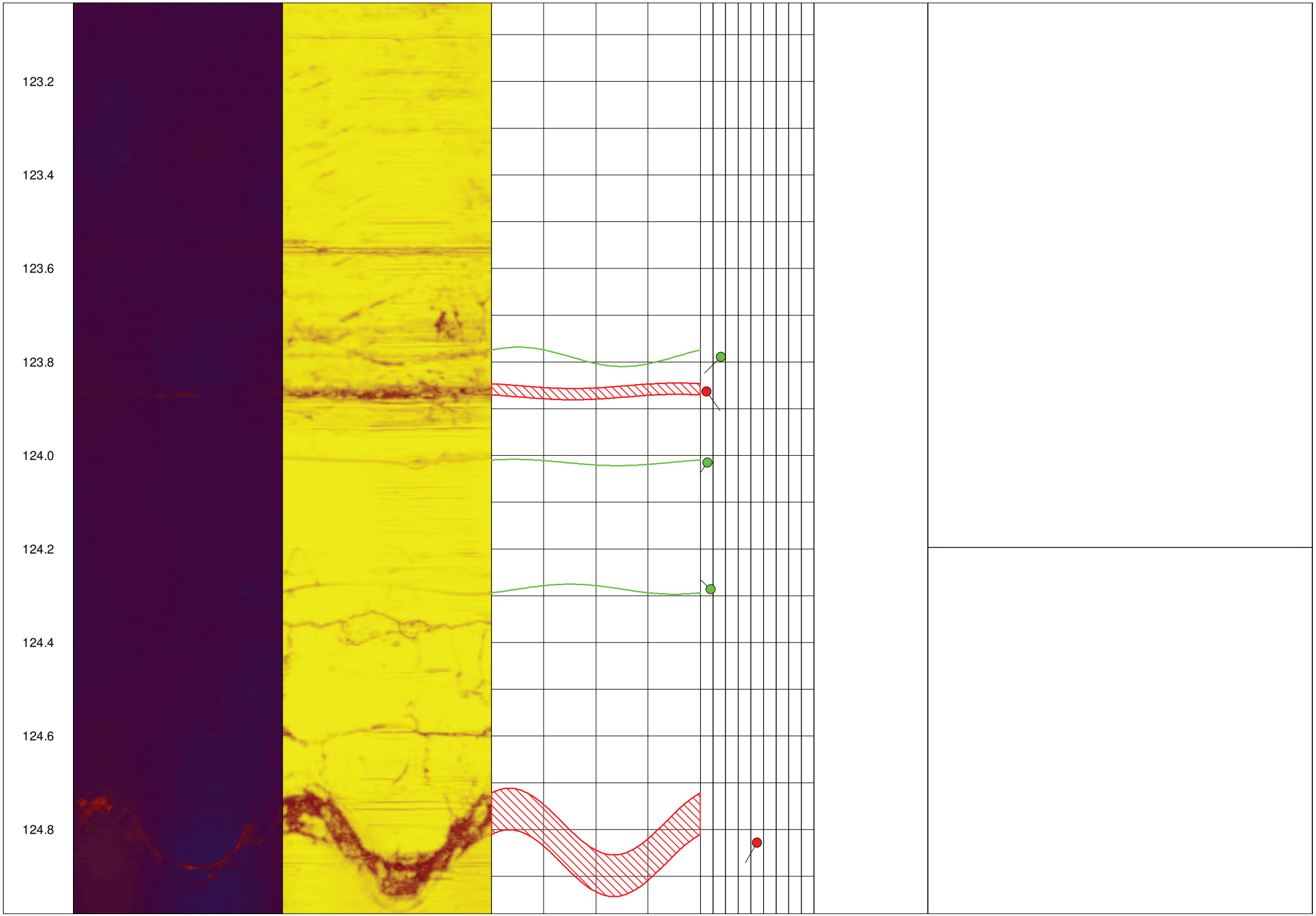

113.4
113.6
113.8
114.0
114.2
114.4
114.6
114.8
115.0
115.2

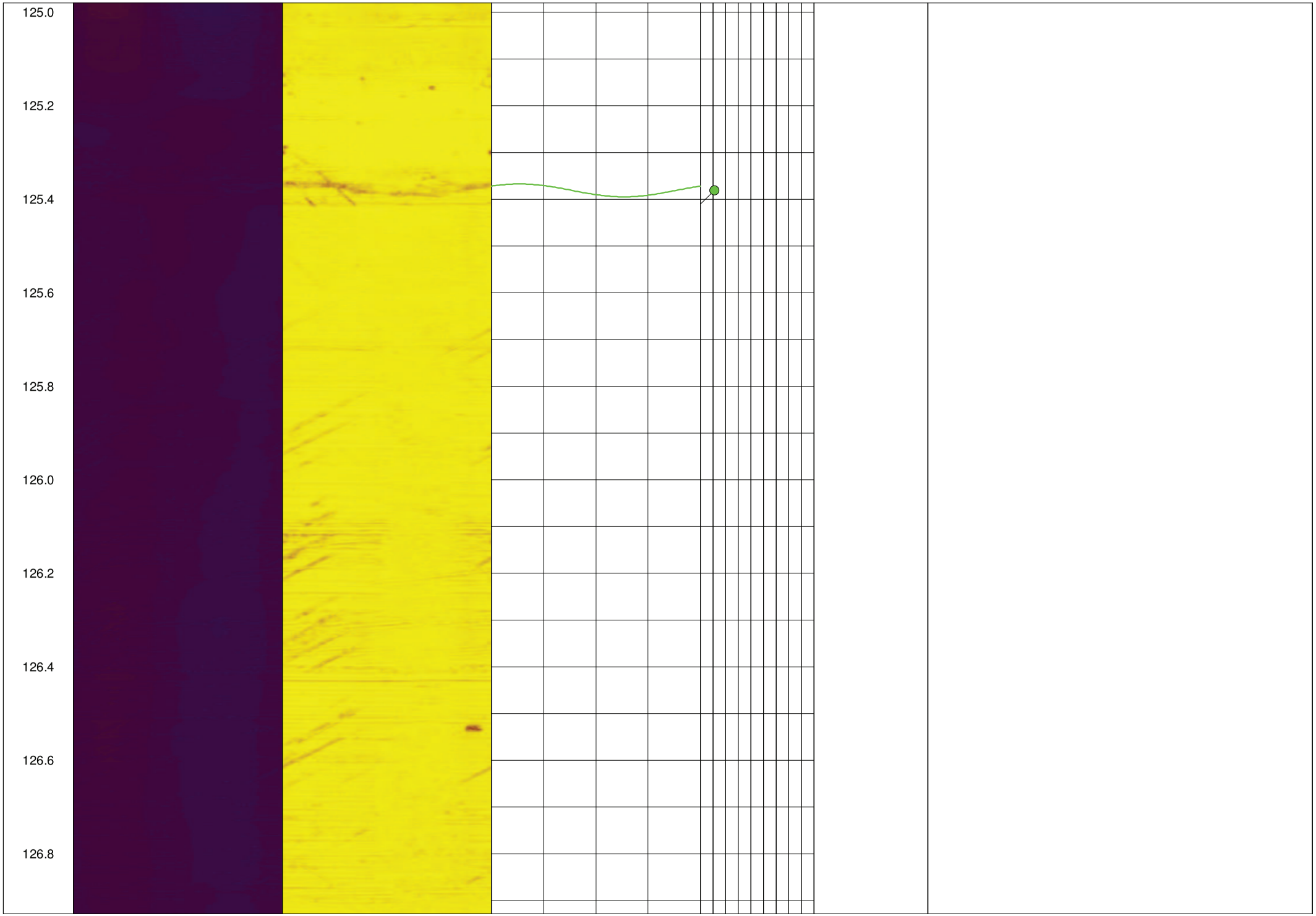

115.4
115.6
115.8
116.0
116.2
116.4
116.6
116.8
117.0

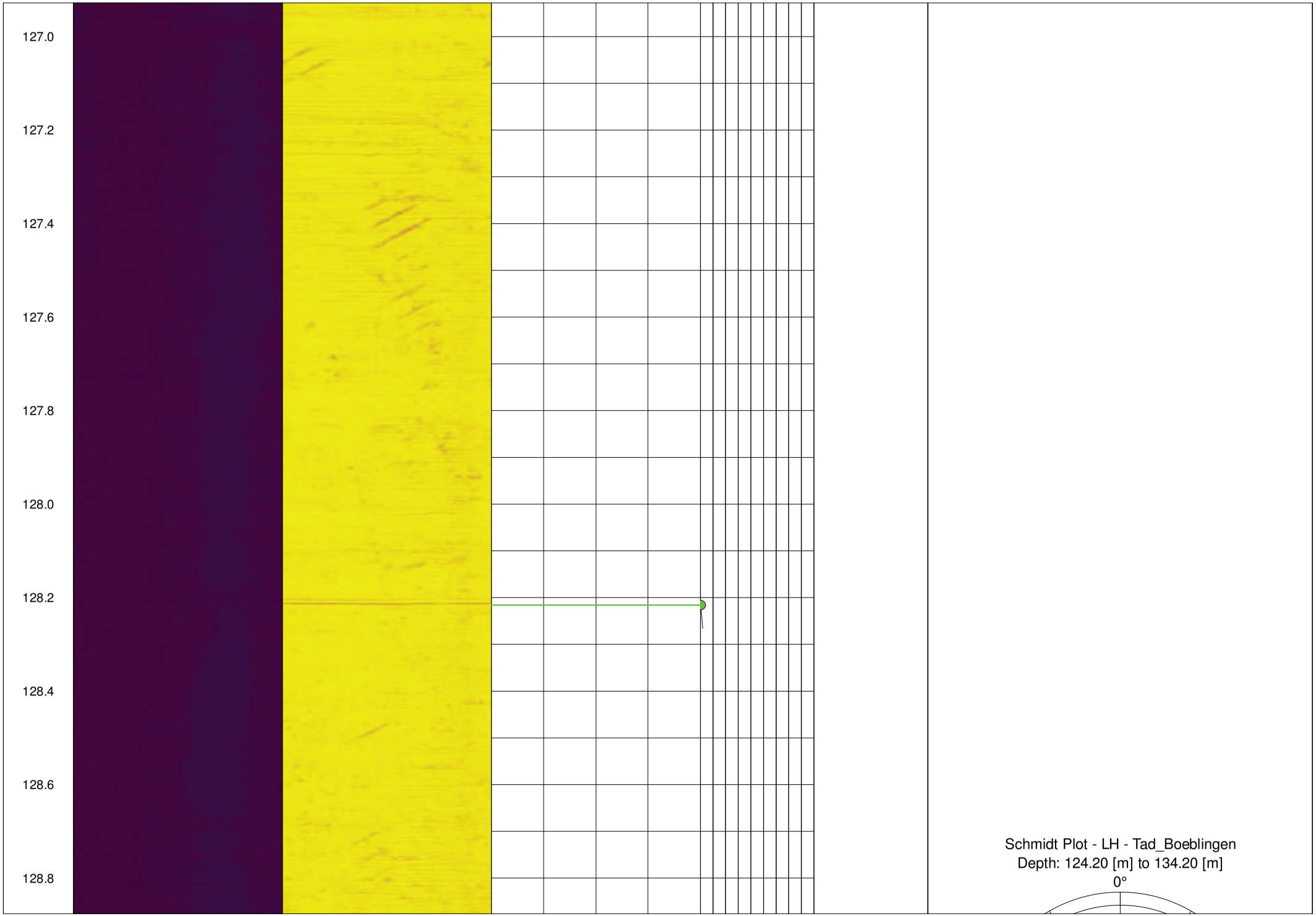

117.2
117.4
117.6
117.8
118.0
118.2
118.4
118.6
118.8
119.0
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 114.20 [m] to 124.20 [m]
0°
270°
90°

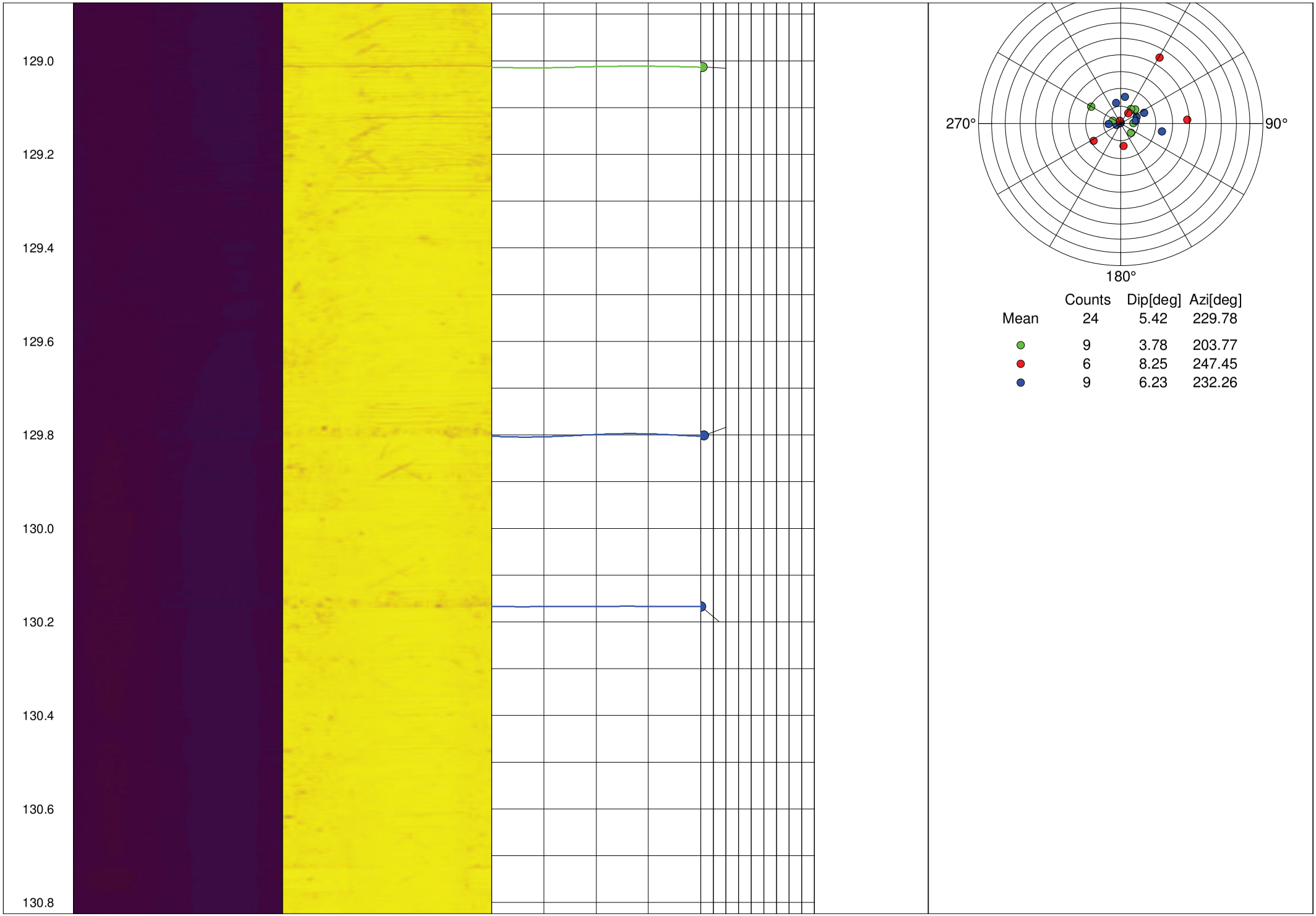

119.2
119.4
119.6
119.8
120.0
120.2
120.4
120.6
120.8
121.0
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 21 1.39 225.69
17 1.40 241.26
2 7.62 245.54
2 7.01 100.24

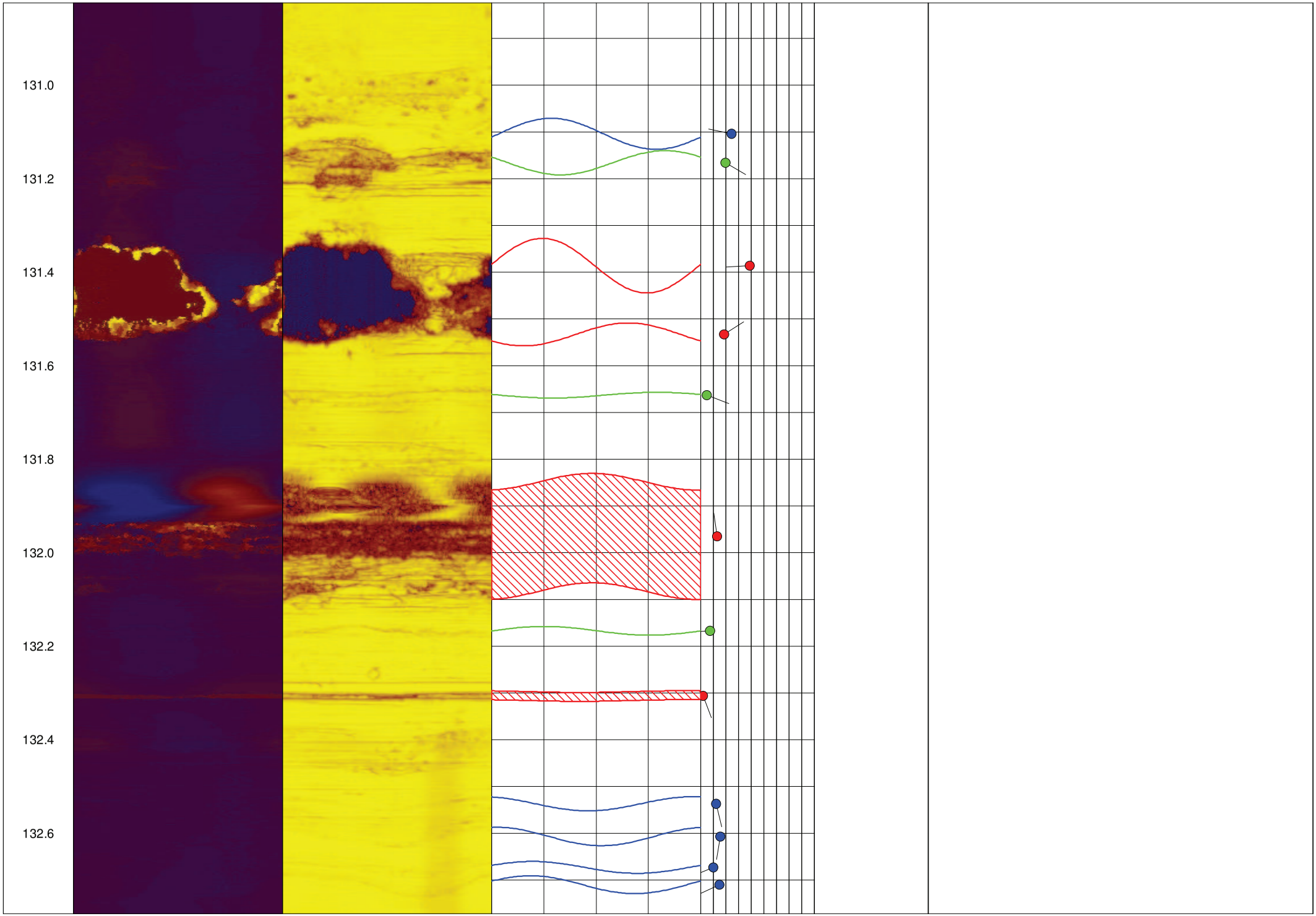

121.2
121.4
121.6
121.8
122.0
122.2
122.4
122.6
122.8
123.0

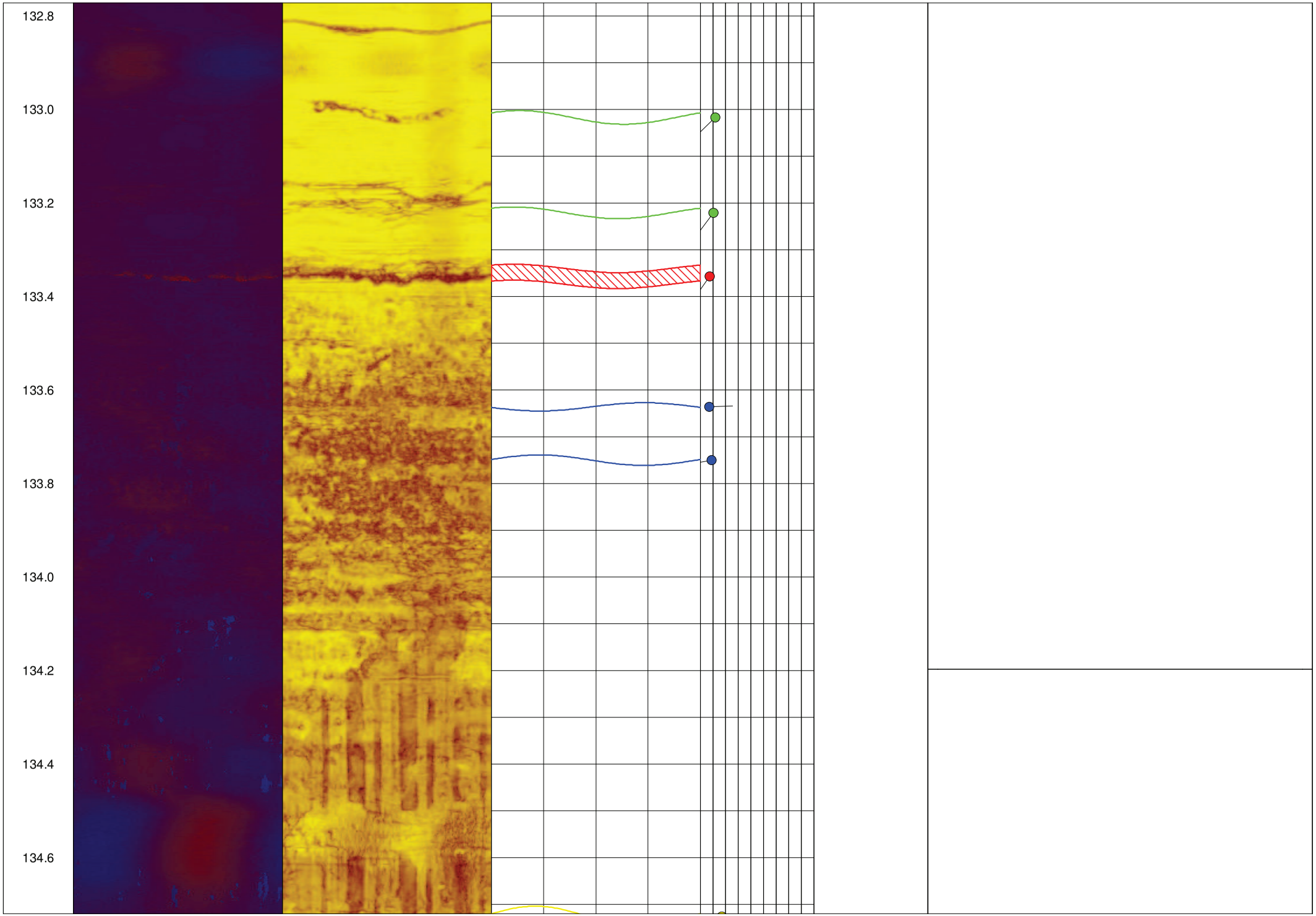

123.2
123.4
123.6
123.8
124.0
124.2
124.4
124.6
124.8

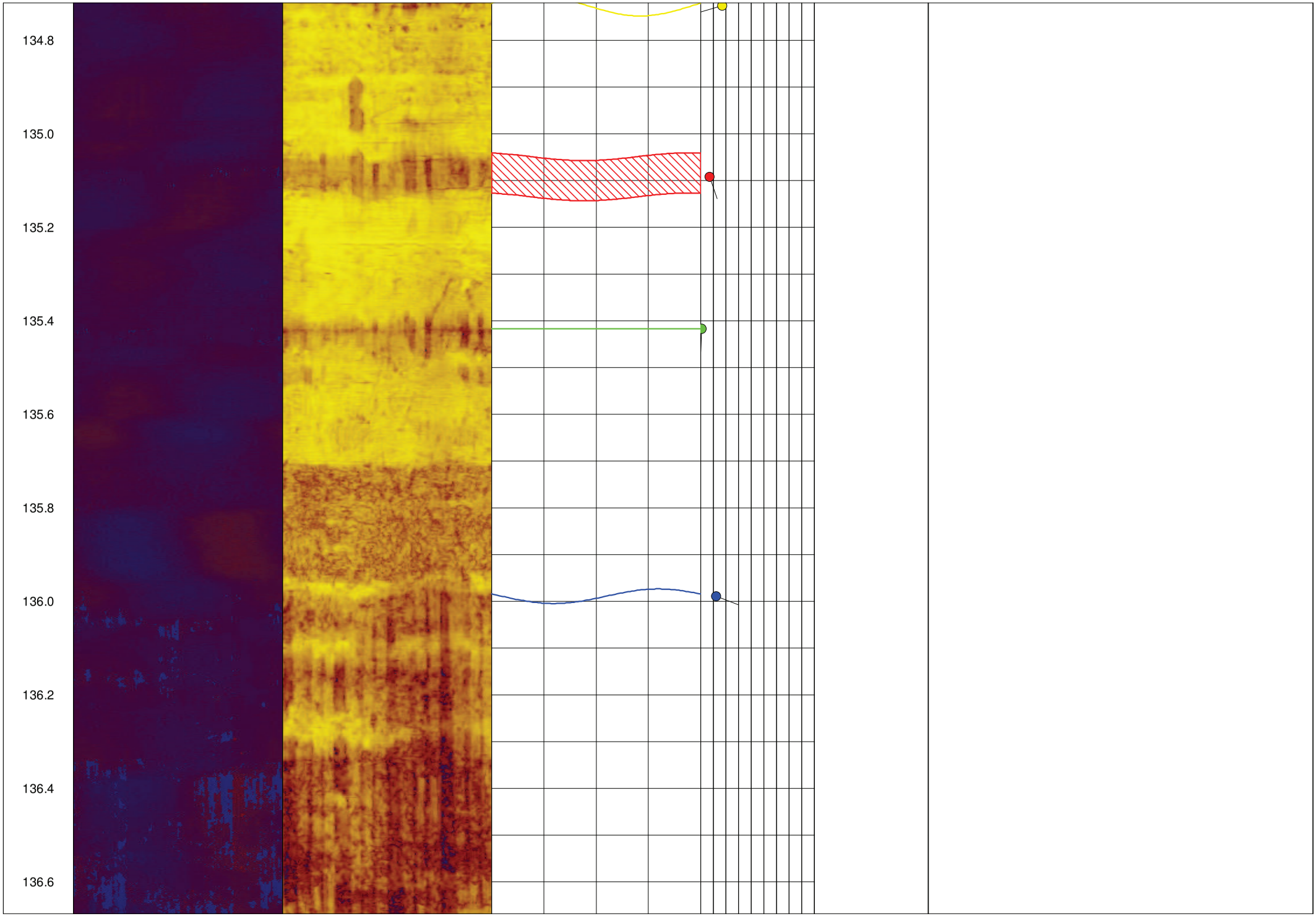

125.0
125.2
125.4
125.6
125.8
126.0
126.2
126.4
126.6
126.8

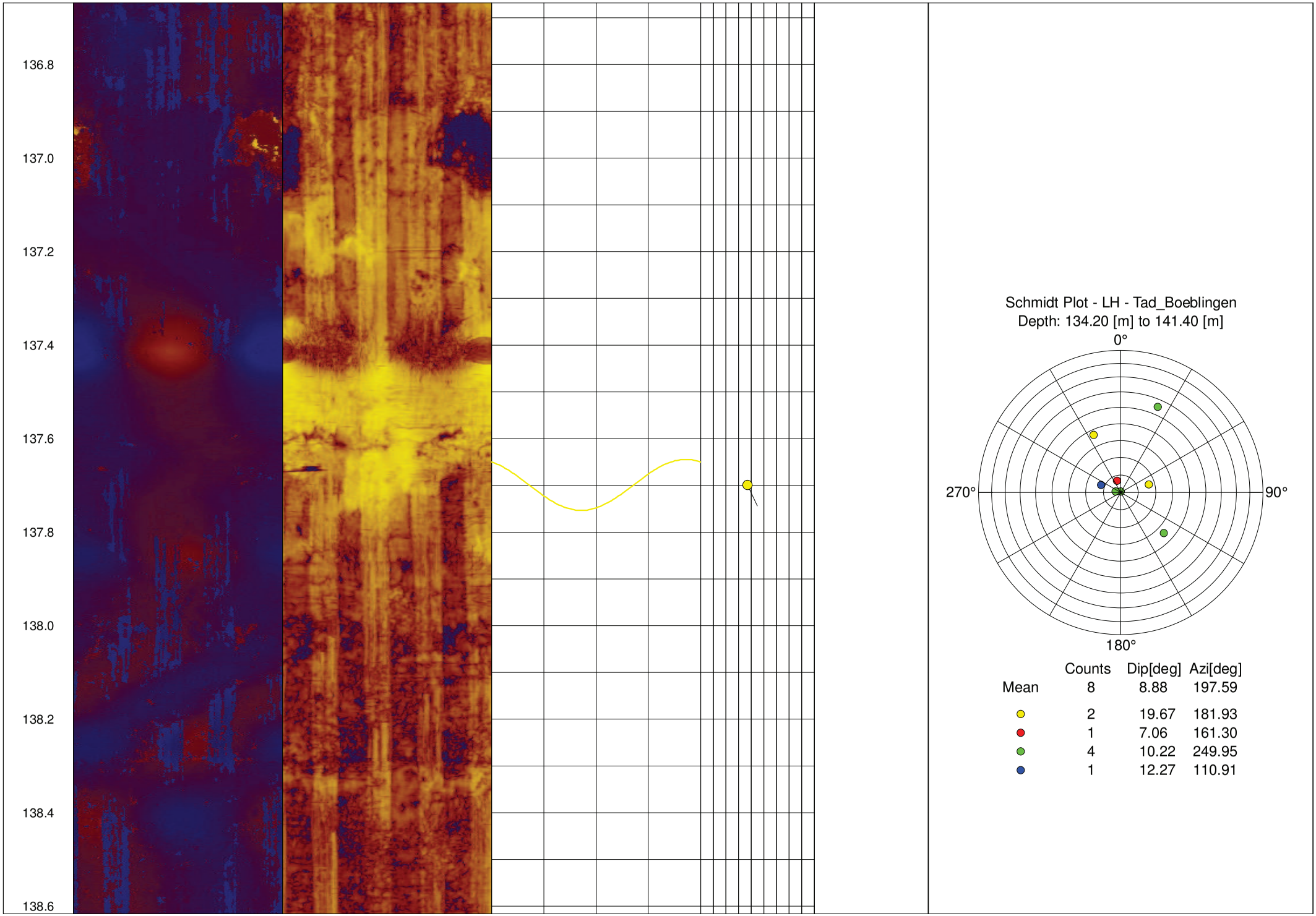

127.0
127.2
127.4
127.6
127.8
128.0
128.2
128.4
128.6
128.8
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 124.20 [m] to 134.20 [m]
0°

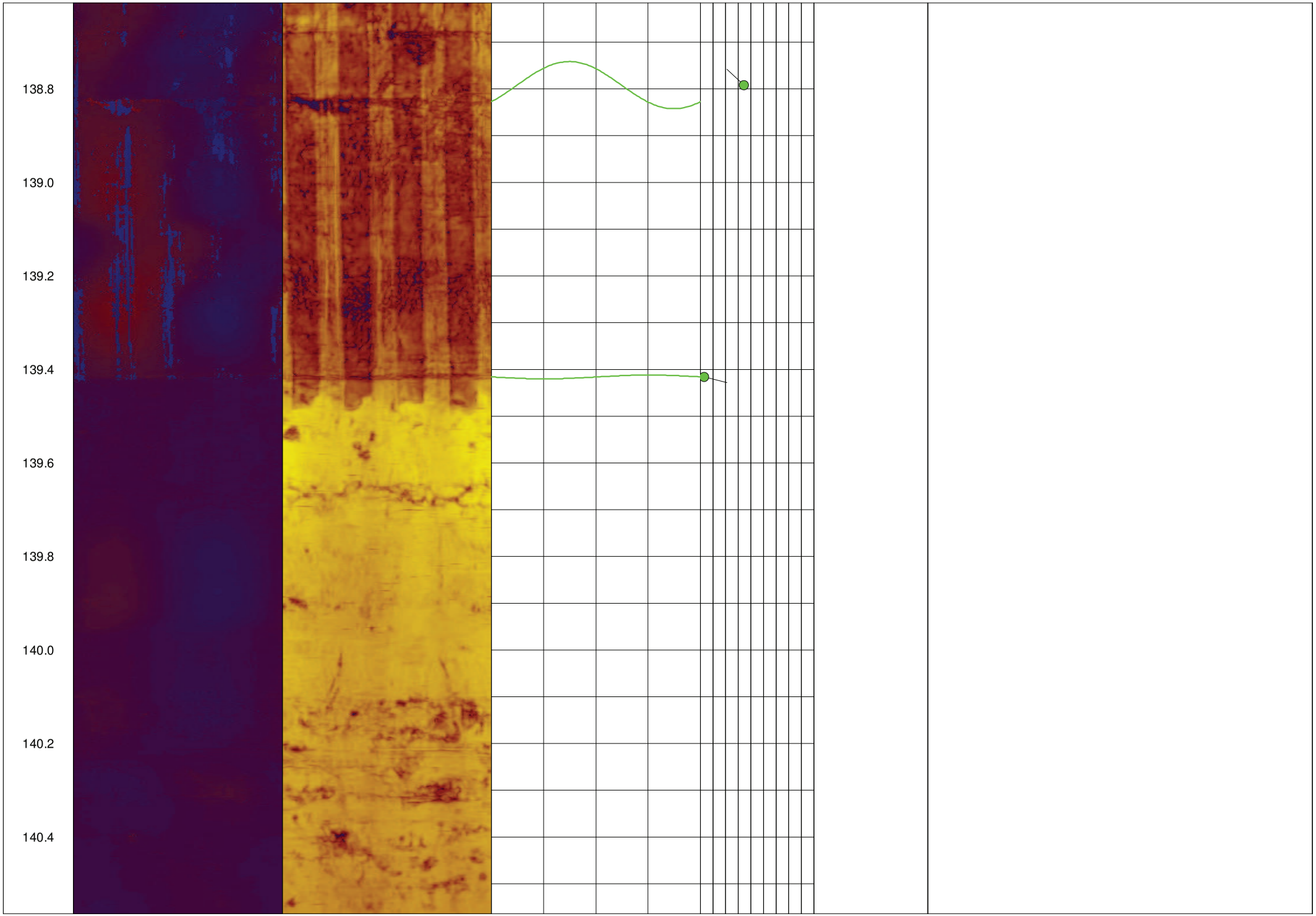

129.0
129.2
129.4
129.6
129.8
130.0
130.2
130.4
130.6
130.8
270°
90°
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 24 5.42 229.78
9 3.78 203.77
6 8.25 247.45
9 6.23 232.26

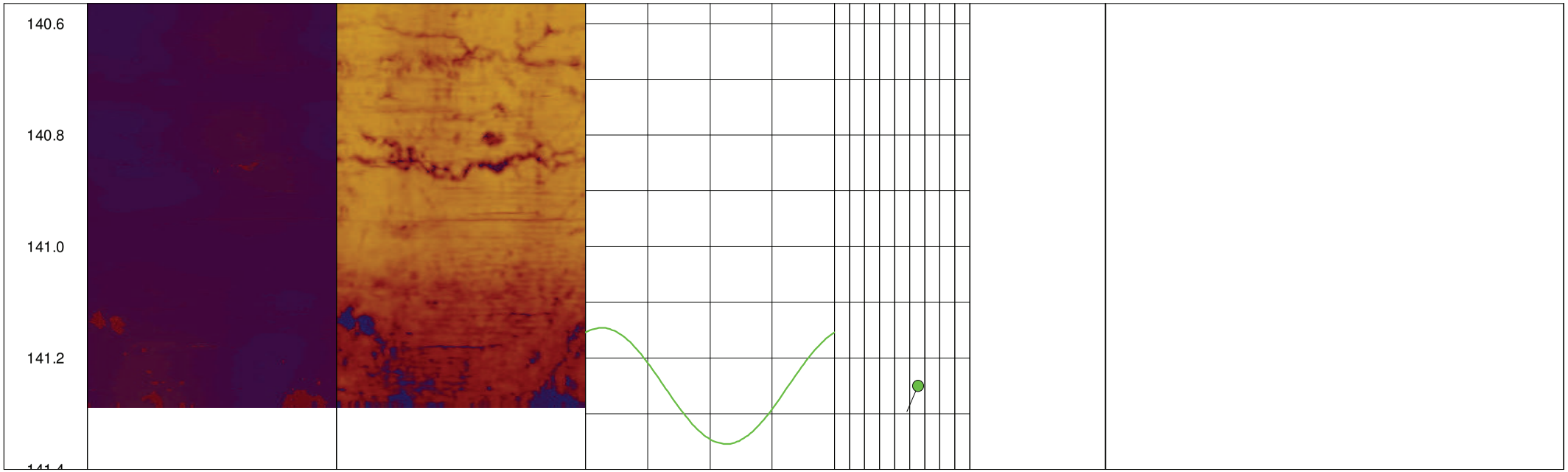

131.0
131.2
131.4
131.6
131.8
132.0
132.2
132.4
132.6


132.8
133.0
133.2
133.4
133.6
133.8
134.0
134.2
134.4
134.6


134.8
135.0
135.2
135.4
135.6
135.8
136.0
136.2
136.4
136.6


136.8
137.0
137.2
137.4
137.6
137.8
138.0
138.2
138.4
138.6
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 134.20 [m] to 141.40 [m]
0°
270°
90°
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 8 8.88 197.59
2 19.67 181.93
1 7.06 161.30
4 10.22 249.95
1 12.27 110.91


138.8
139.0
139.2
139.4
139.6
139.8
140.0
140.2
140.4

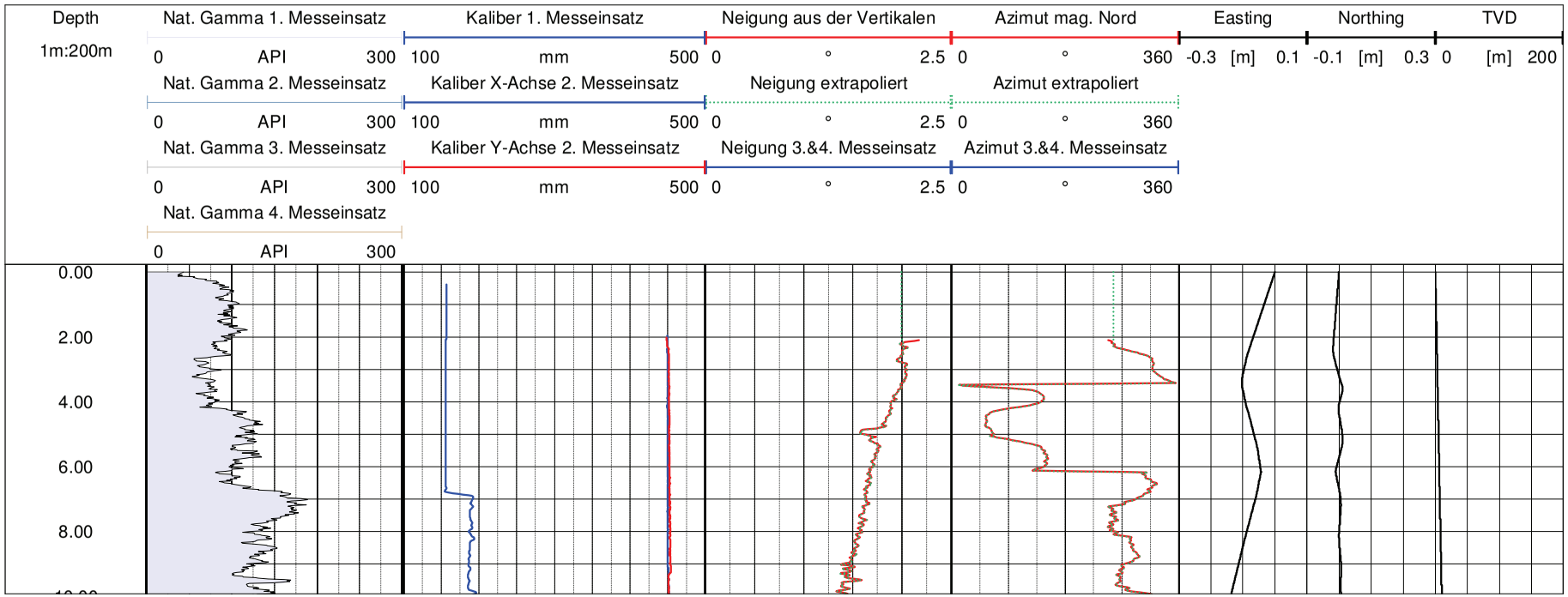

140.6
140.8
141.0
141.2

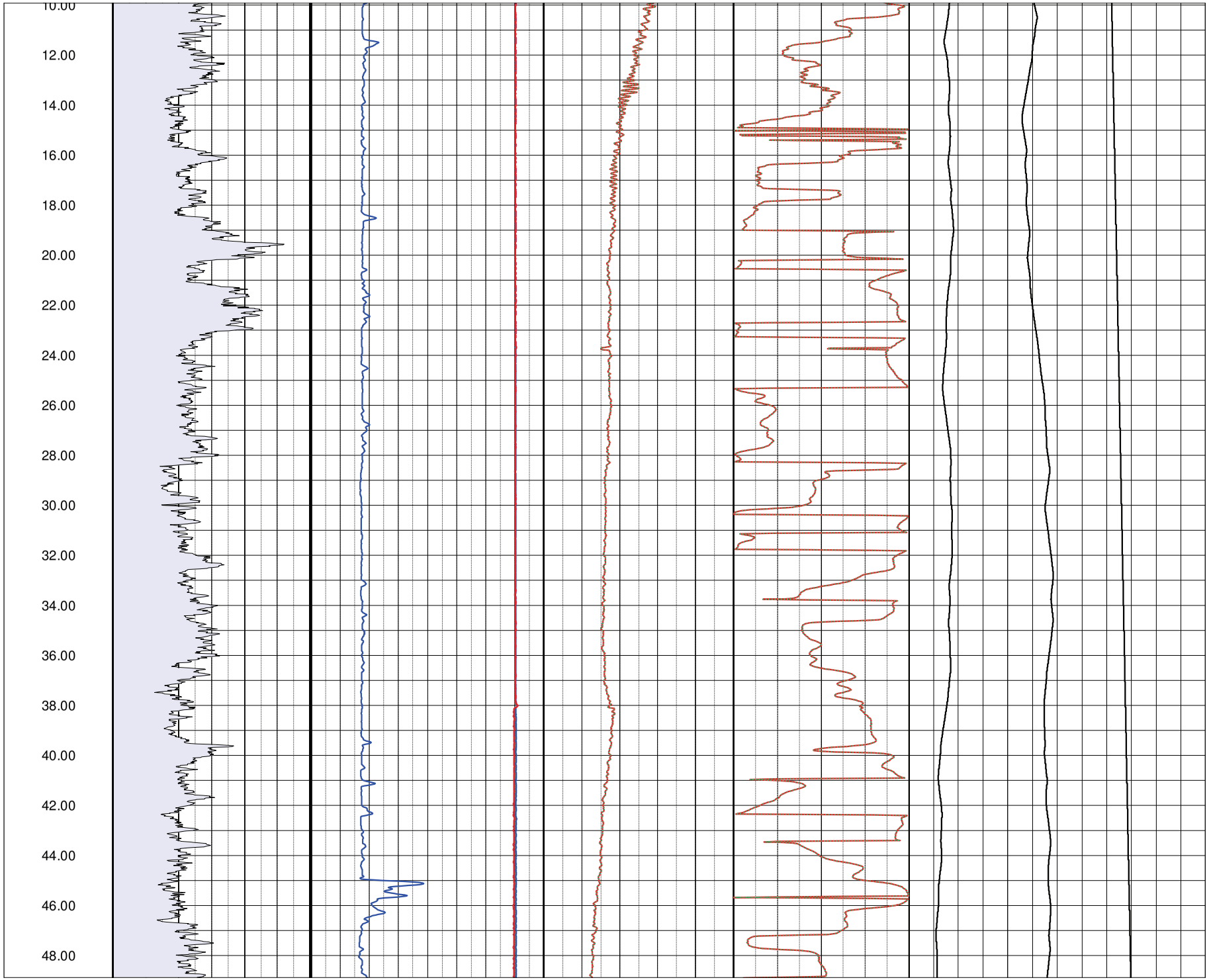
Bohrungskennung: B1A

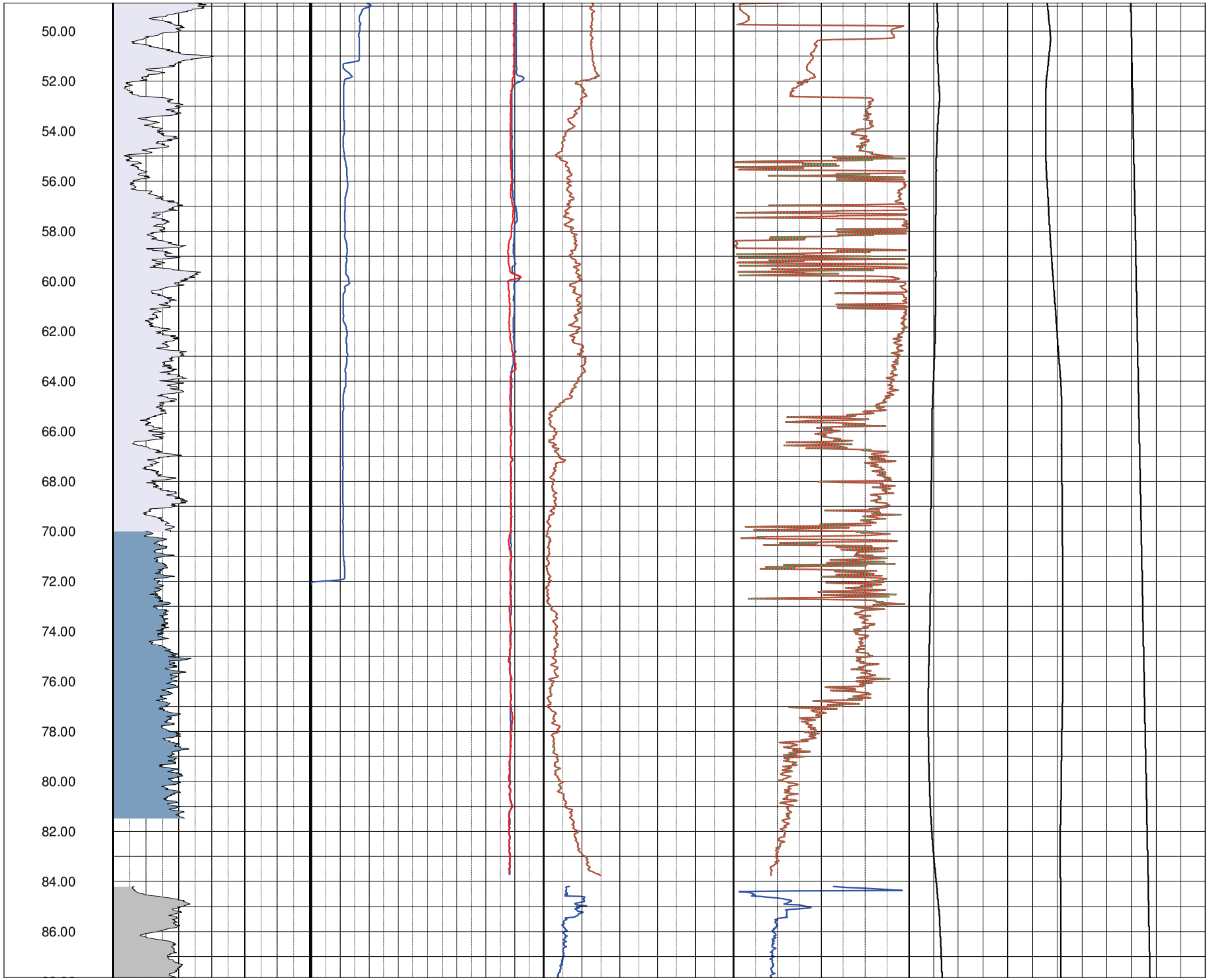
terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

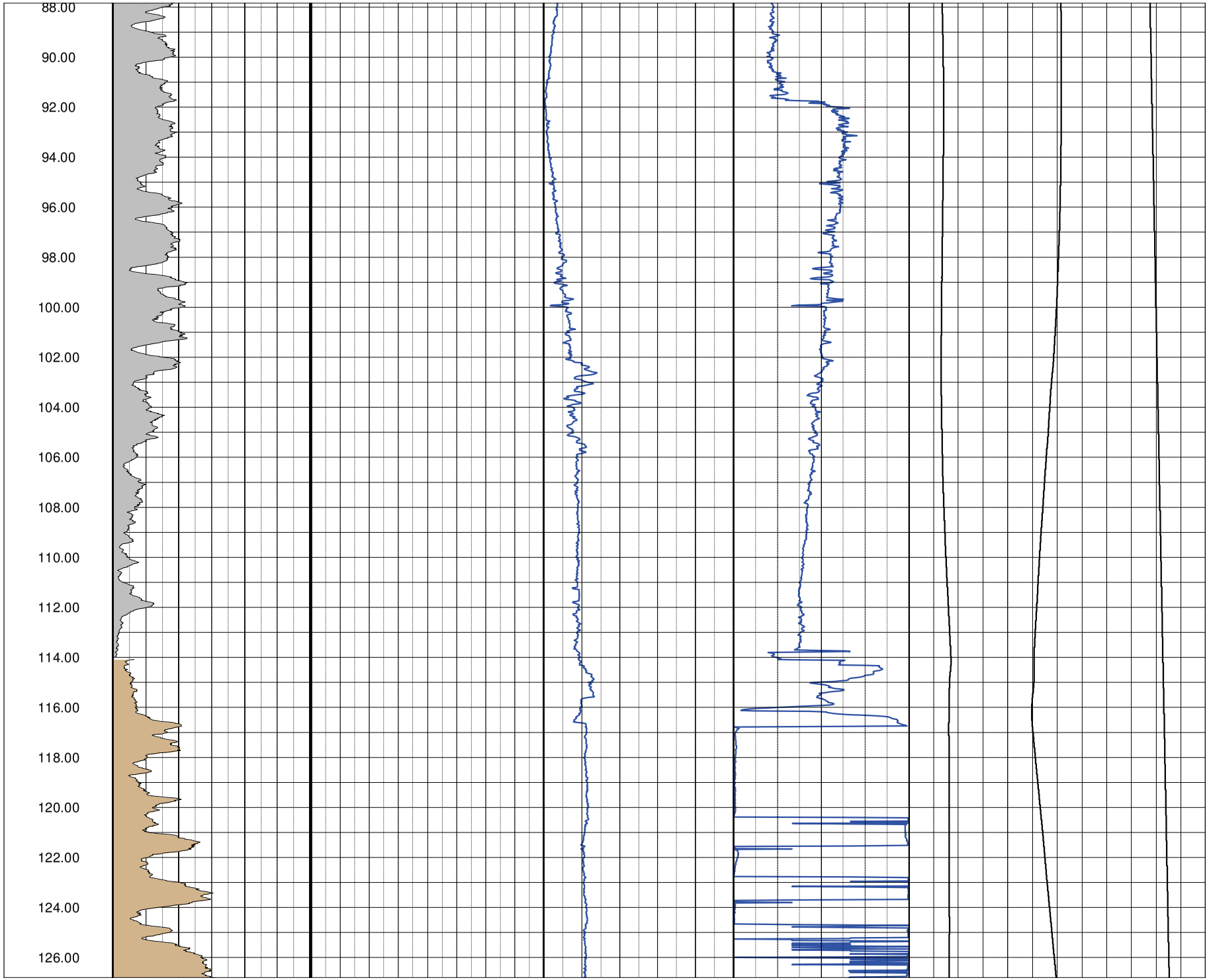
Ort:	Böblingen
Auftraggeber:	Burkhardt GmbH & Co. KG
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Bohrlochgeophysik - Erkundungsbohrung Böblingen
Messdurchführung:	terratec: C. Pohl, M. Gracia, P. Glasnák Datum: 28.Okt., 11.Dez.2014, 27.Jan, 16.Feb.2015
Messungen:	Natuerliches Gamma, Verlauf
Tiefenbezug:	Geländeoberkante
Tiefe:	logging: unterschiedlich
Ausbau:	28.Okt.14: -1.40 - 51.20 m Vollrohr Stahl; 157 mm iD; 51.20 - 72.50 m: offenes Bohrloch; 152 mm 11.Dez.14: -1.40 - 51.80 m Vollrohr Stahl; 476 mm - 450 mm ID; 51.80 - 83.78 m: offenes Bohrloch; 444 mm 27.Jan.15: -1.40 - 84.58 m Vollrohr Stahl; 178 mm ID; 84.58 - 116.00 m offenes Bohrloch; 152 mm 16.Feb.15: -1.40 - 115.84 m Vollrohr Stahl 146 mm ID; 115.84 - 141.25 m offenes Bohrloch; 152 mm
Überstand:	- 1.40 m
Pumpdaten:	x
Bemerkung:	
Tiefenskala:	(siehe Spalte "depth")

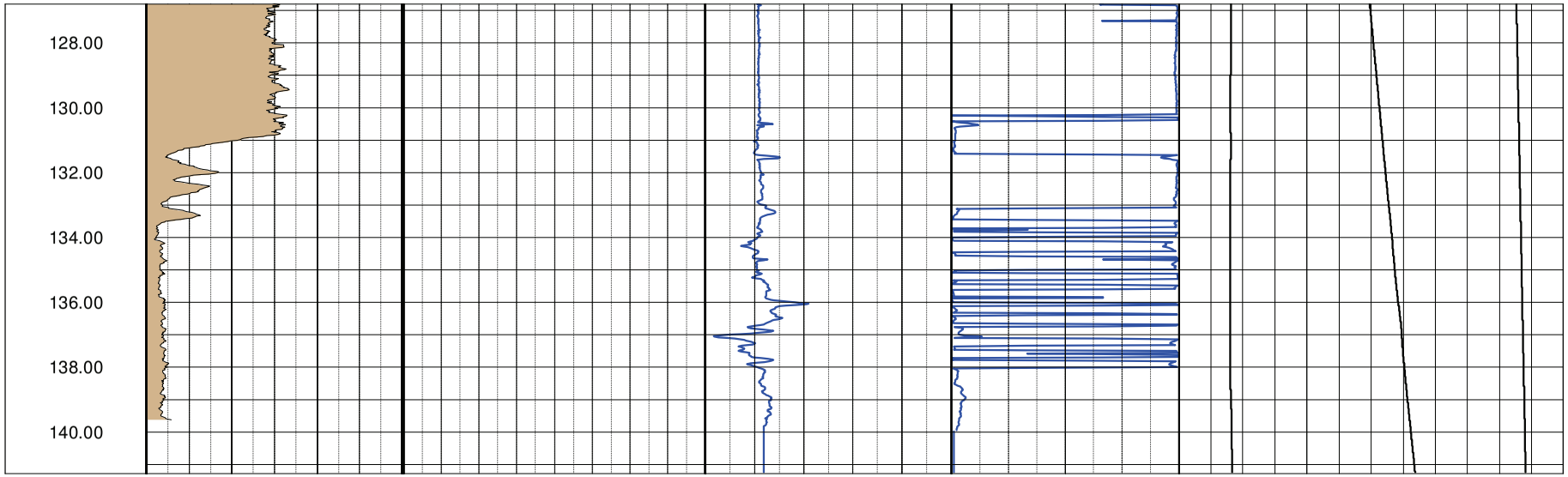
Pr.Nr.: 546-2014 & 559-2015
RWS: Ruhewasserspiegel
PWS: Pumpwasserspiegel




10.00
12.00
14.00
16.00
18.00
20.00
22.00
24.00
26.00
28.00
30.00
32.00
34.00
36.00
38.00
40.00
42.00
44.00
46.00
48.00


50.00
52.00
54.00
56.00
58.00
60.00
62.00
64.00
66.00
68.00
70.00
72.00
74.00
76.00
78.00
80.00
82.00
84.00
86.00

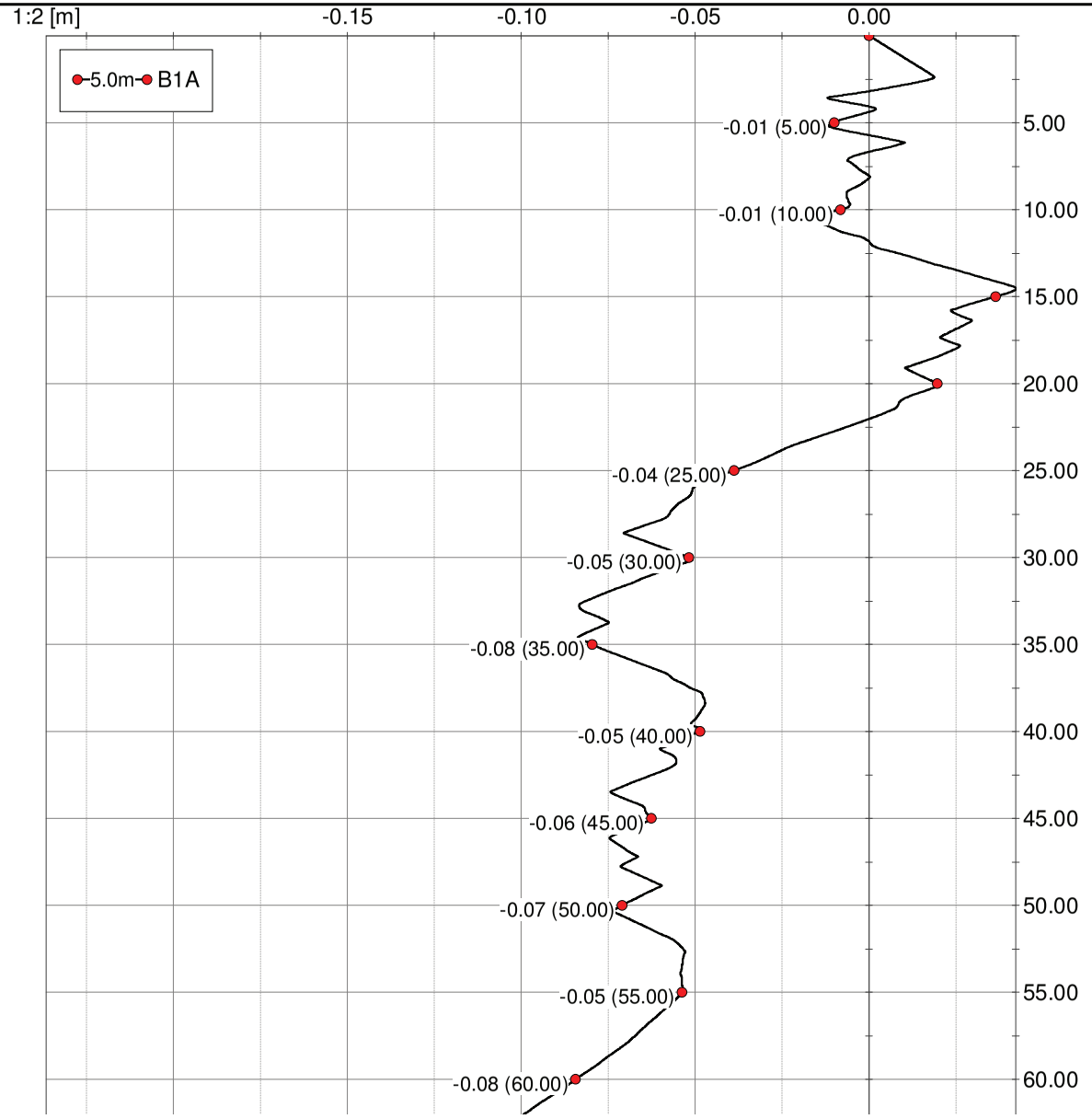

88.00
90.00
92.00
94.00
96.00
98.00
100.00
102.00
104.00
106.00
108.00
110.00
112.00
114.00
116.00
118.00
120.00
122.00
124.00
126.00

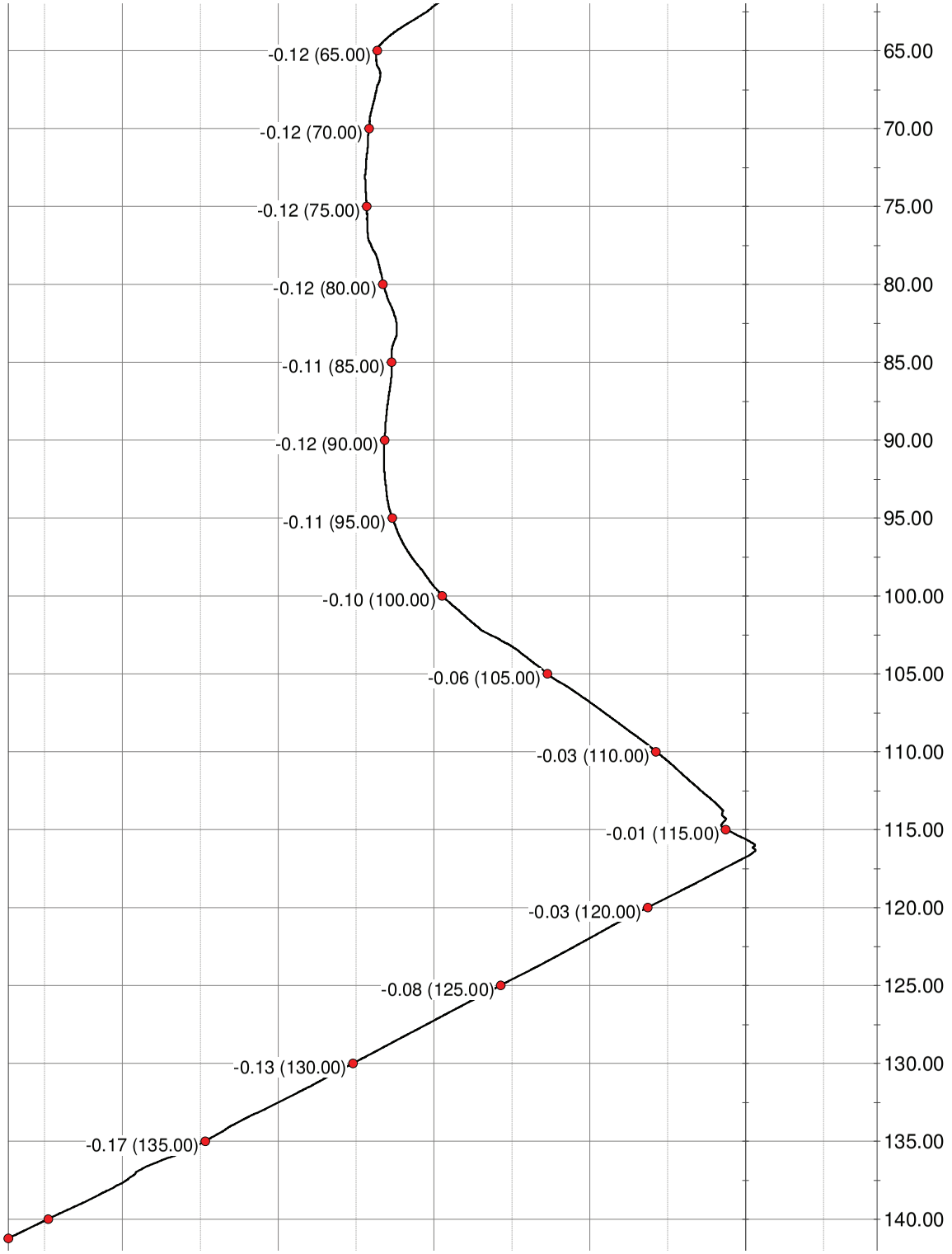

128.00
130.00
132.00
134.00
136.00
138.00
140.00

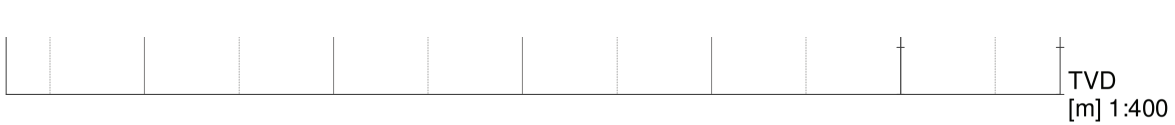
Bohrungskennung **B1A NS-Profil**

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen
Auftraggeber:	Burkhardt GmbH & Co. KG
Auftragnehmer:	terratec Büro f. Geologie u. Geophysik
Projekt:	Bohrlochgeophysik - Erkundungsbohrung Böblingen
Messdurchführung:	terratec: C. Pohl, M. Gracia, P. Glasnák
Datum:	11.Dez.2014; 27. Jan. & 16. Feb2015
Messung:	Verlauf




-0.12 (65.00)
-0.12 (70.00)
-0.12 (75.00)
-0.12 (80.00)
-0.11 (85.00)
-0.12 (90.00)
-0.11 (95.00)
-0.10 (100.00)
-0.06 (105.00)
-0.03 (110.00)
-0.01 (115.00)
-0.03 (120.00)
-0.08 (125.00)
-0.13 (130.00)
-0.17 (135.00)
65.00
70.00
75.00
80.00
85.00
90.00
95.00
100.00
105.00
110.00
115.00
120.00
125.00
130.00
135.00
140.00

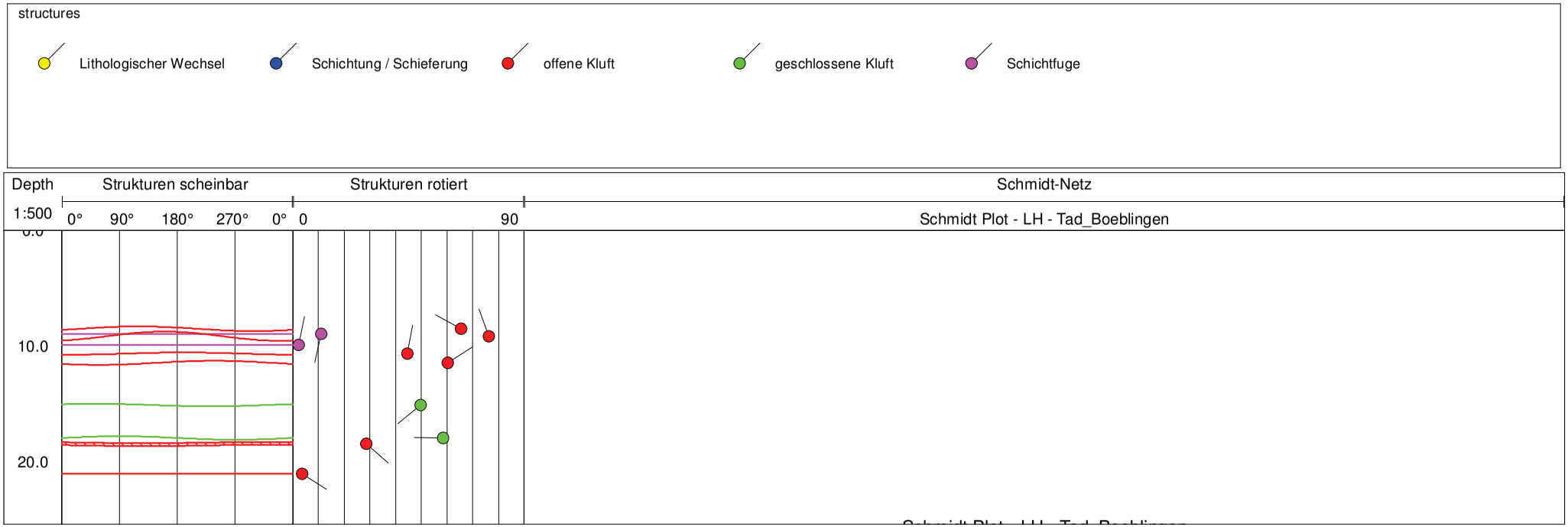

TVD
[m] 1:400

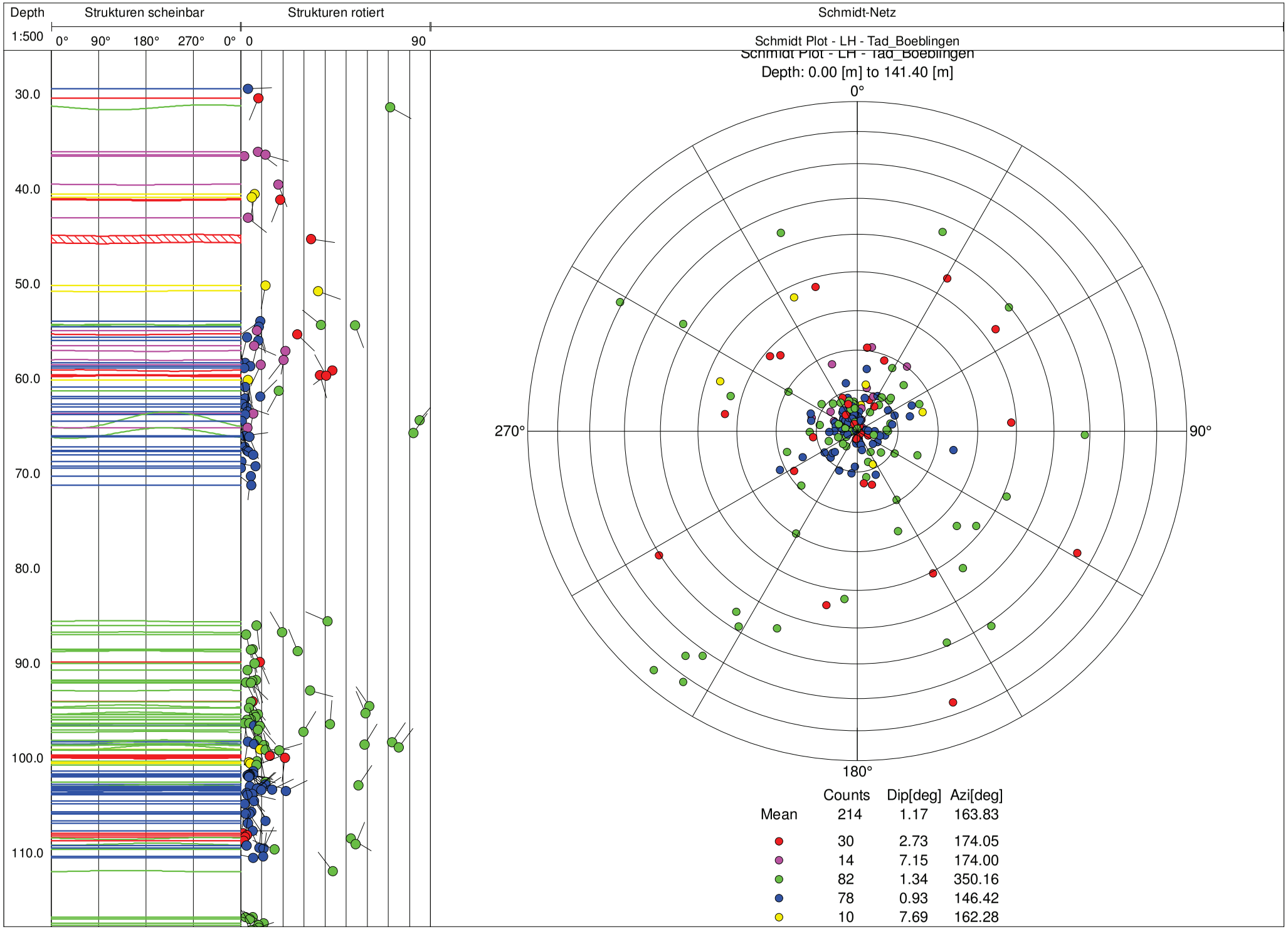
Bohrungskennung: B1A

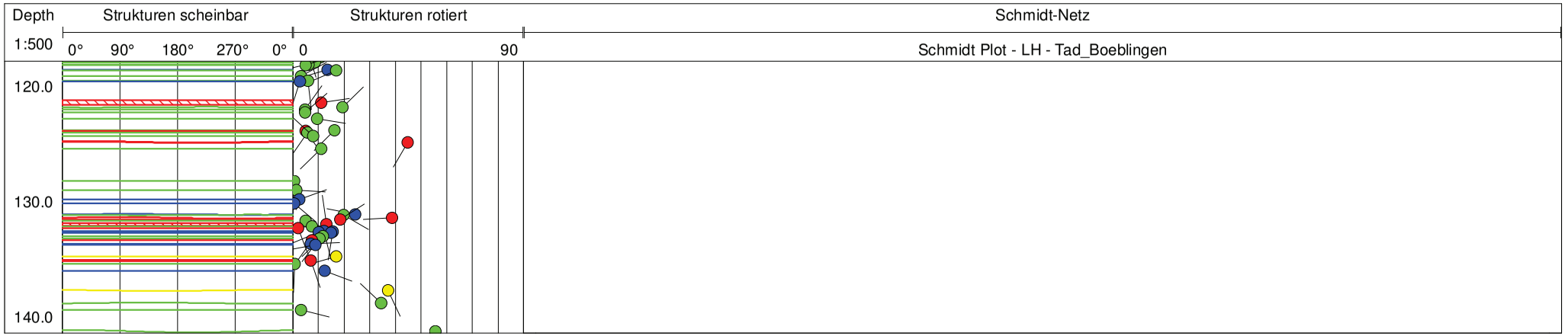
terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen
Auftraggeber:	Burkhardt GmbH & Co. KG
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Bohrlochgeophysik - Erkundungsbohrung Böblingen
Messdurchführung:	terratec: P. Glasnák Datum: 26.Jan. und 15.Feb 2015
Messungen:	BHTV
Tiefenbezug:	Geländeoberkante
Tiefe:	logging:
Ausbau:	27.Jan.2015 -1.40 - 84.58 m Vollrohr Stahl; 178 mm ID; 84.58 - 116.00 m offenes Bohrloch; 152mm
	16.Feb. 2015: -1.40 - 115.84 m Vollrohr Stahl 146 mm ID; 115.84 - 141.25 m offenes Bohrloch; 152 mm
Überstand:	-1.40 m
Pumpdaten:	
	x
Bemerkung:	x
	x
Tiefenskala:	(siehe Spalte "depth")

Pr.Nr.: 559 - 2015
RWS: Ruhewasserspiegel
PWS: Pumpwasserspiegel



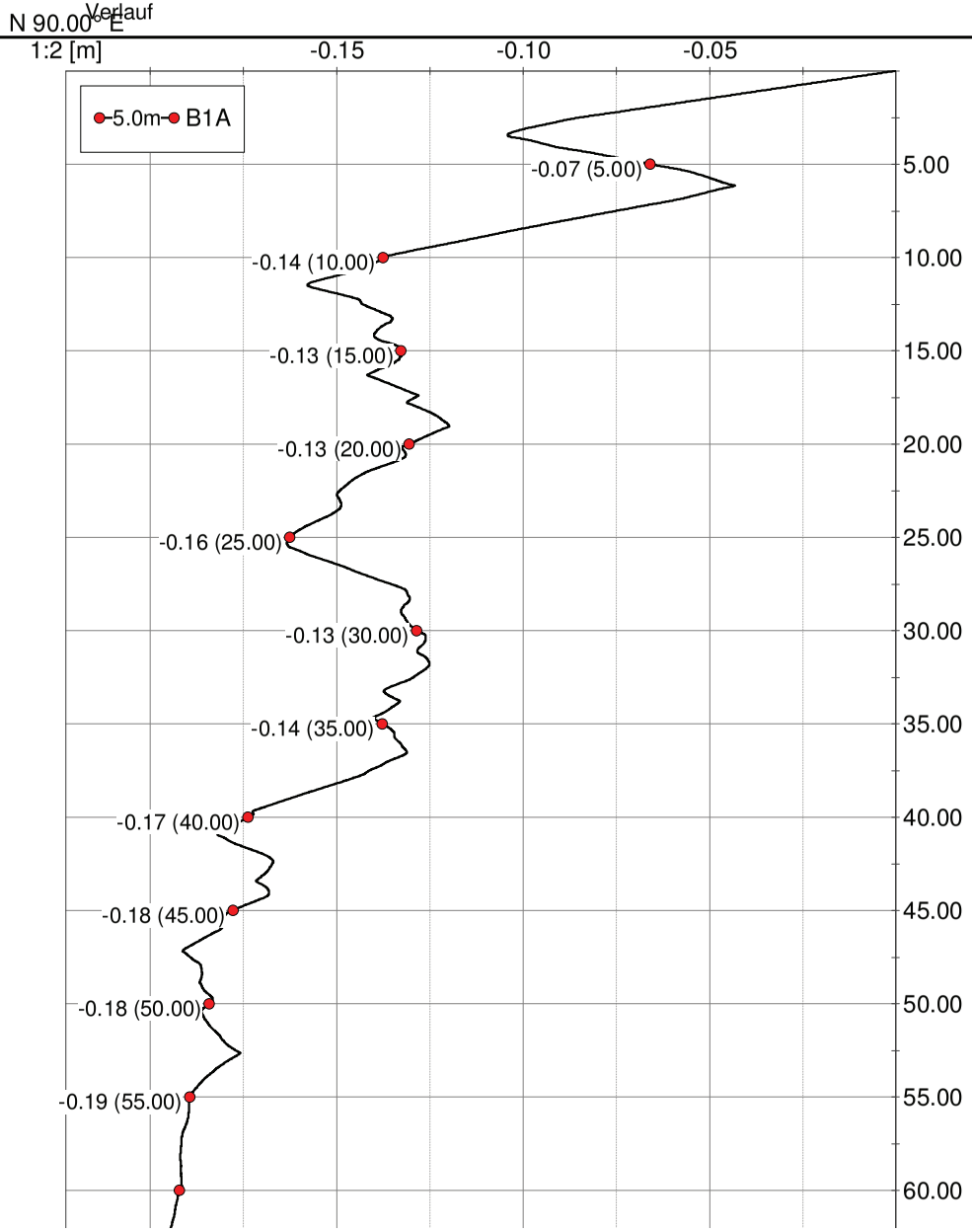

Depth
1:500
Strukturen scheinbar
0°
90°
180°
270°
0°
Strukturen rotiert
0
90
Schmidt-Netz
30.0
40.0
50.0
60.0
70.0
80.0
90.0
100.0
110.0
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 0.00 [m] to 141.40 [m]
0°
90°
180°
270°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 214 1.17 163.83
30 2.73 174.05
14 7.15 174.00
82 1.34 350.16
78 0.93 146.42
10 7.69 162.28

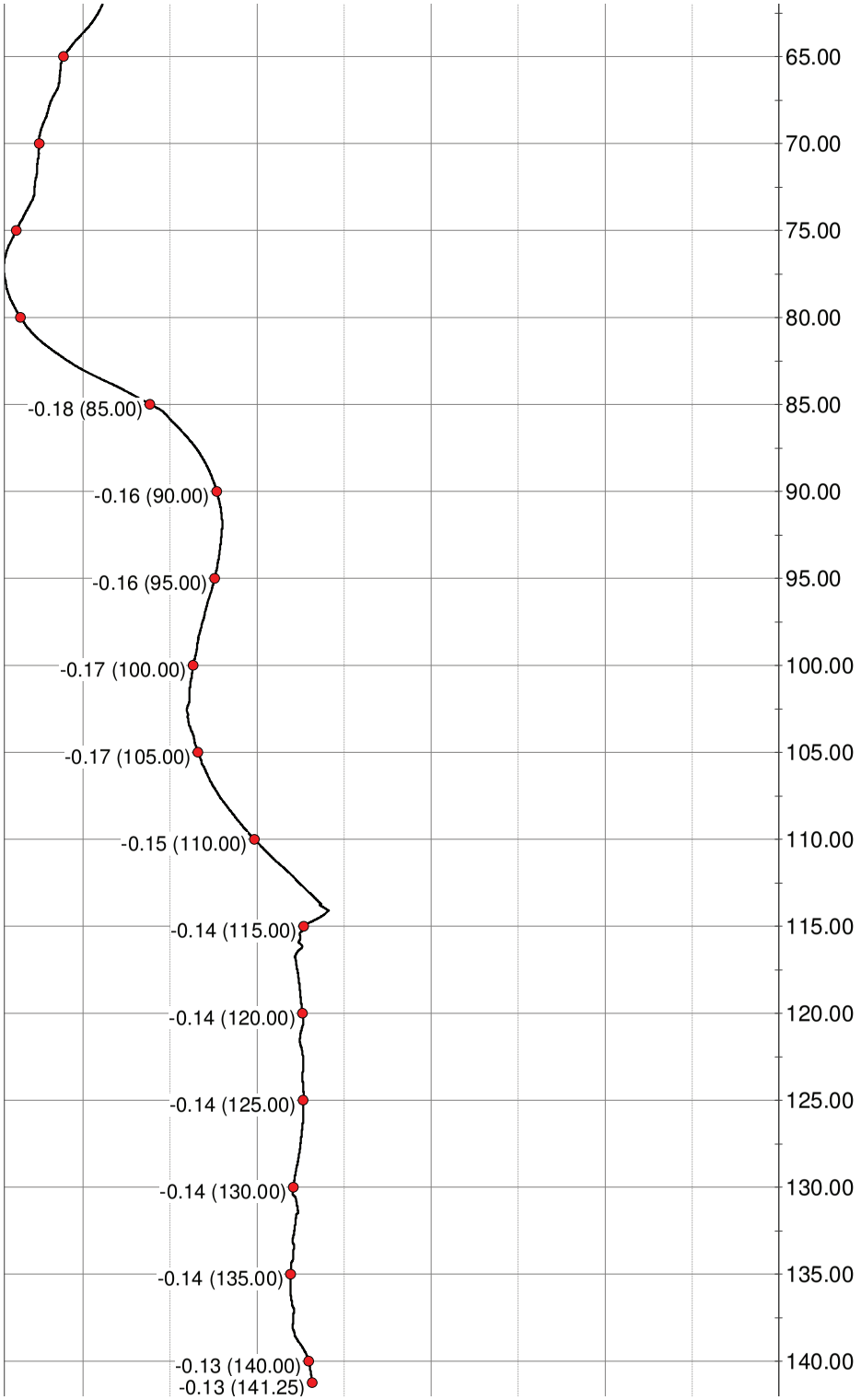

Depth
Strukturen scheinbar
Strukturen rotiert
Schmidt-Netz
1:500
0°
90°
180°
270°
0°
0
90
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
120.0
130.0
140.0

Bohrungskennung B1A WE-Profil

terratec Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen
Auftraggeber:	Burkhardt GmbH & Co. KG
Auftragnehmer:	terratec Büro f. Geologie u. Geophysik
Projekt:	Bohrlochgeophysik - Erkundungsbohrung Böblingen
Messdurchführung:	terratec: C. Pohl, M. Gracia, P. Glasnák
Datum:	11.Dez.2014; 27. Jan. & 16. Feb2015
Messung:	Verlauf



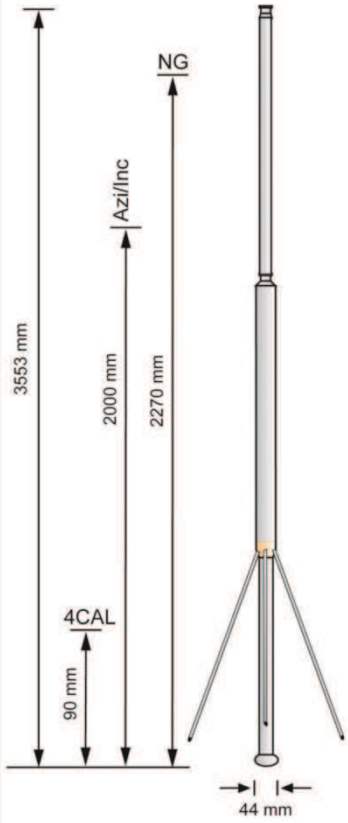

65.00
70.00
75.00
80.00
85.00
90.00
95.00
100.00
105.00
110.00
115.00
120.00
125.00
130.00
135.00
140.00
-0.18 (85.00)
-0.16 (90.00)
-0.16 (95.00)
-0.17 (100.00)
-0.17 (105.00)
-0.15 (110.00)
-0.14 (115.00)
-0.14 (120.00)
-0.14 (125.00)
-0.14 (130.00)
-0.14 (135.00)
-0.13 (140.00)
-0.13 (141.25)

TVD
[m] 1:400

5.3 4-Arm Kalibersonde

BGGS Borehole Geometry Gamma Sonde Datenblatt

terratec **Geophysical Services**



Übersicht

Prinzip
Der XY-Kaliber liefert eine kontinuierliche Messung des Bohrlochdurchmessers mit zwei unabhängigen Paaren jeweils verbundener Arme. Durch 3-Achs Accelerometer und 3-Achs Inclinometer werden Neigung und Richtung der Bohrung erfasst

Ergebnis
Bohrlochdurchmesser, ggf. Elliptizität der Bohrung in langer und kurzer Achse, Richtung der Ellipsenachse, Azimut und Neigung der Bohrung

Anwendung
Verlauf, Zustand einer Bohrung; Formation Stress Analysis

Zusätzlicher Parameter
Natural Gamma

Einsatzbedingungen

Bohrspülung:	✓ Wasser	✓ Mud	✓ Luft
Ausbau:	✓ PVC	✓ Stahl*	✓ kein
Bohrungstyp:	✓ Kern	✓ Destruktiv	
Max Tiefe:	2000 m (H_2O)		
Durchmesser:	Min. 76 mm		
Temperature:	0°C – 70°C		
Max Druck:	20 MPa		

(* nur GR, Neigung, Kaliber)

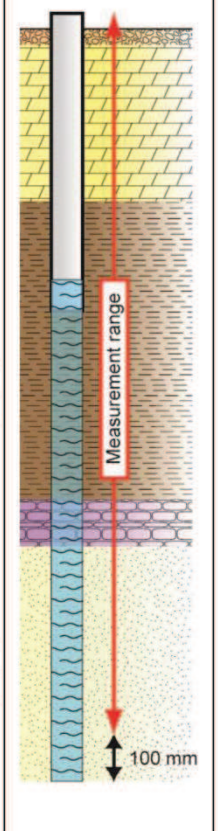
Technische Spezifikationen

Dimensionen

Länge:	3530 mm
Durchmesser:	60 mm
Gewicht:	40 kg

Sensoren

4 mech. Kaliberarme	4CAL
1 Natural gamma ray (NaI-Kristal)	NG
Accelerometer + Inclinometer	Azi / Inc



Messbedingungen und Messbereich

Messung

Sonde:	✓ zentriert	✗ Exzentrisch
Messung:	✗ abwärts	✓ aufwärts
Bohrrichtung:	✗ schräg/horizontal	✓ vertikal
Logging Speed:	4 – 8 m / min	

Sensor

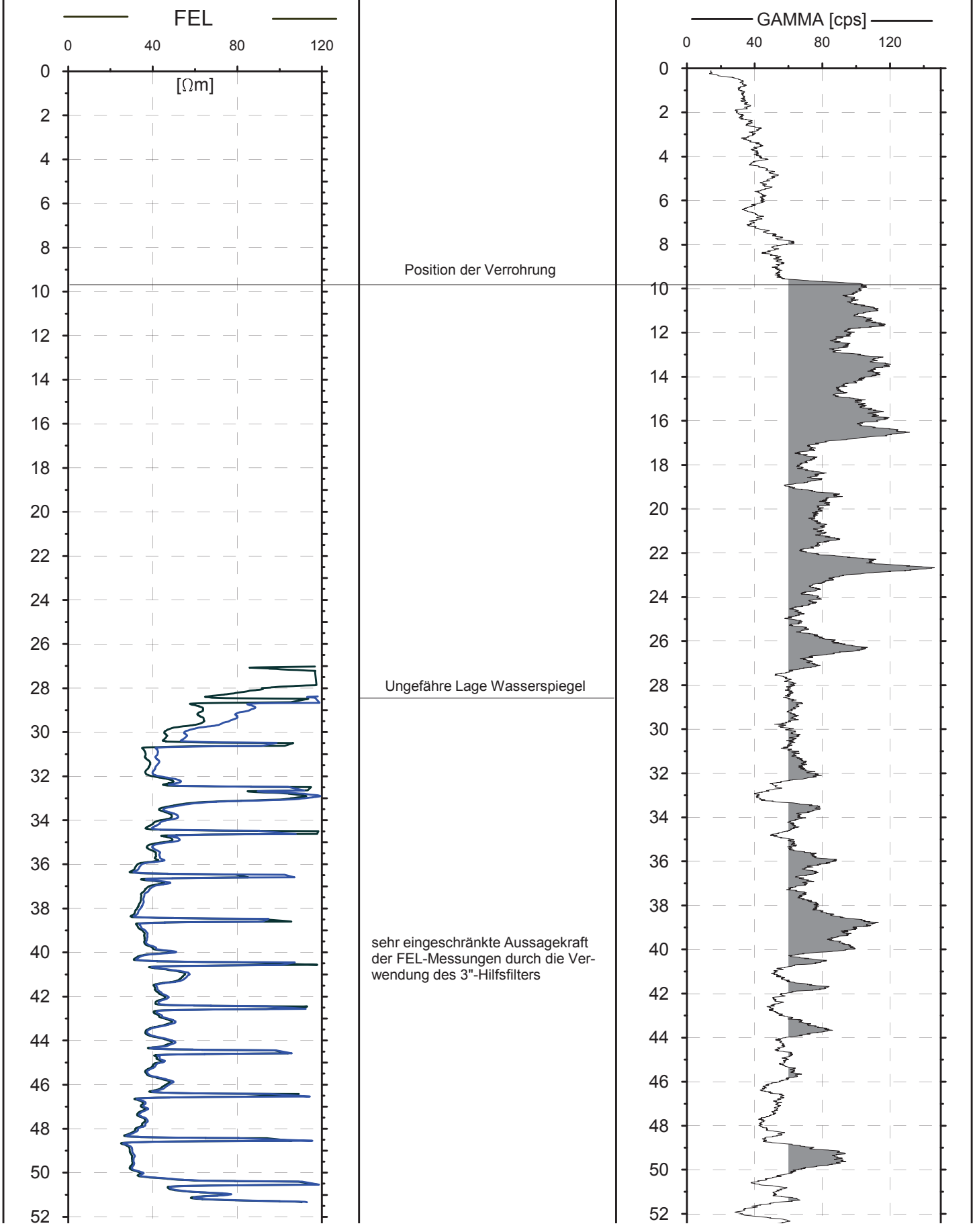
Kaliber:	75 – 700 mm (umrüstbar bis 1000 mm), +/- 3 mm
Azimut / Neigung	0-360° (+/- 1°), 0-90 °(+/- 0.5°)

Terratec – Schillerstrasse 3 – D-79423 Heitersheim – Germany
Phone: +49 7634-4644 – Fax: +49 7634-4634
www.terratec-geoservices.com - info@terratec-geoservices.com

Geophysikalische Bohrlochvermessung

Bohrung :	B 1	Projekt:	Erkundungsbohrungen BB	Geologie:	Gipskeuper
Bohrdurchmesser:	146 mm	Ort:	Böblingen	Wasserspiegel:	ca. 28 m
Teufe:	52 m	Datum:	29.9.2014	ausgeführt durch:	Voutta

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

Sudetenstraße 5
D-71083 Herrenberg
Telefon 07032/957144
Fax 07032/957145
Mobil 0171/5662630
avoutta@avoutta.de
www.avoutta.de

Bericht zu den grundwasserhydraulischen Versuchen in den Grundwassermessstellen und der Erkundungsbohrung rund um das Grundstück Siemensstraße 11

73635 Böblingen

Auftraggeber: Ladratsamt Böblingen
Verfasser: André Voutta

Datum: 19.10.2015

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1 Veranlassung 1
2 Standort 2
2.1 Geologie 4
2.2 Hydrogeologie 5
2.3 Erdwärmesonden am Standort 6
3 Grundwassermonitoring 7
3.1 Injektionsversuch in der Grundwassermessstelle B 1 9
3.2 Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B 1 10
3.3 Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B1b 12
4 Erkundungsbohrung B1a 13
4.1 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 104.4 m, Intervall 95 – 104.4 m 15
4.2 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 108.8 m, Intervall 95 – 108.8 m 16
4.3 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 116.4 m, Intervall 108-116.4m 17
4.4 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 126.9 m, Intervall 118-126.9 m 18
4.5 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 138 m, Intervall 134-138m 19
4.6 Packerpumpversuch bei einer Bohrtiefe von 144 m, Intervall 132-144m 20
4.7 Abschlusspumpversuch B1a 22

Verwendete Unterlagen

Präsentation des Landratamtes Untere Wasserbehörde am 25.10.2013 Jochen Weinbrecht

Geologische Karte 1:25.000 mit Erläuterungen zu Blatt 7320 Böblingen: Geologisches Landesamt Baden-Württemberg Landesvermessungsamt Baden-Württember Stuttgart 1986

Anlagen:

Injektionsversuch in der Grundwassermessstelle B1

Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B 1 – Wasserstand und Förderrate

Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B 1 – Vor-Ort-Parameter

Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B 1b – Wasserstand und Förderrate

Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B 1 – Vor-Ort-Parameter

Pulsetest in der B1a, 85-95 m

Pulsetest in der B1a, 95-108.8 m

Pulsetest in der B1a, 108-116.4 m

Pulsetest in der B1a, 118-126.9 m

Pulse- und Drill-SDtem-Test in der B1a, 134-138 m

Packerpumpversuch 132 – 144 m – Wasserstand und Förderrate

Packerpumpversuch 132 – 144 m – Vor-Ort-Parameter

Pumpversuch 136 – 144 m – Wasserstand und Förderrate

Pumpversuch 136 – 144 m – Vor-Ort-Parameter

1 Veranlassung

Im Nordosten der Stadt Böblingen im Wohngebiet Altinger Straße sind am 29.09.2008 bzw. 01.10.2008 zwei 130 m tiefe Erdwärmesonden zur Beheizung des Gebäudes Siemensstraße 11 niedergebracht worden.

Seit 2011 und vermehrt in den Jahren 2012/13 wurden von Anwohnern in den angrenzenden Straßenzügen Gebäudeschäden in Form von Rissen und/oder Setzungen dem Landratsamt Böblingen gemeldet.

Die Auswertung der Laserscanbefliegungen zwischen 2002 bis 2013 zur Vermessungen des Geländeniveaus erbrachte, dass großflächige Geländehebungen von bis zu 35 cm eingetreten sind:

Abbildung 1: Räumliche Ausdehnung der Geländehebungen im nördlichen Hebungsgebiet Wohngebiet Altinger Straße (Quelle LRA Böblingen)

Im Dezember 2013 wurde André Voutta Grundwasserhydraulik von der Bohrfirma Gungl beauftragt, Ruhe-Temperaturprofile und Kurz-Thermal-Response-Tests (K-TRT) sowie

Dichte-Anomalie-Messungen in den zwei Erdwärmesonden auf dem Grundstück Siemensstraße 11 durchzuführen. Die Befunde dieses Untersuchungsprogramm sollen zur Klärung beitragen, ob die Erdwärmesonden in einem ursächlichen Zusammenhang mit den festgestellten Geländehebungen stehen.

Die ersten geophysikalischen Messarbeiten in den zwei Erdwärmesonden wurden im Zeitraum vom 10.12.2013 – 02.01.2014 ausgeführt.

Die daraus gewonnenen Messergebnisse dienten der Feststellung des aktuellen Status und des Gefährungspotentials und waren Ausgangspunkt für die daran anschließende Sanierung der Erdwärmesonden durch die Fa. Keller Grundbau.

Neben der Untersuchung der Erdwärmesonden war auch eine begleitende Erkundung der lokalen Geologie vorgesehen. In einem ersten Untersuchungsprogramm, das in enger Zusammenarbeit mit den Fachleuten des Landesamtes für Geologie und Bergbau in Baden-Württemberg sowie des Böblinger Wasserwirtschaftsamtes erstellt wurde, waren im nördlichen Hebungsgebiet eine Grundwassermessstelle sowie eine Erkundungsbohrung vorgesehen.

Die Beschreibung der in diesen Grundwassermessstellen bzw. den Erkundungsbohrungen dazu durchgeführten geophysikalischen und grundwasserhydraulischen Messungen sowie die Darstellung und Bewertung der Versuchsergebnisse sind Gegenstand dieser Dokumentation.

2 Standort

Das Wohngebiet Altinger Straße / Siemensstraße liegt am nordöstlichen Ortsrand von Böblingen (vgl. Abbildung 2).

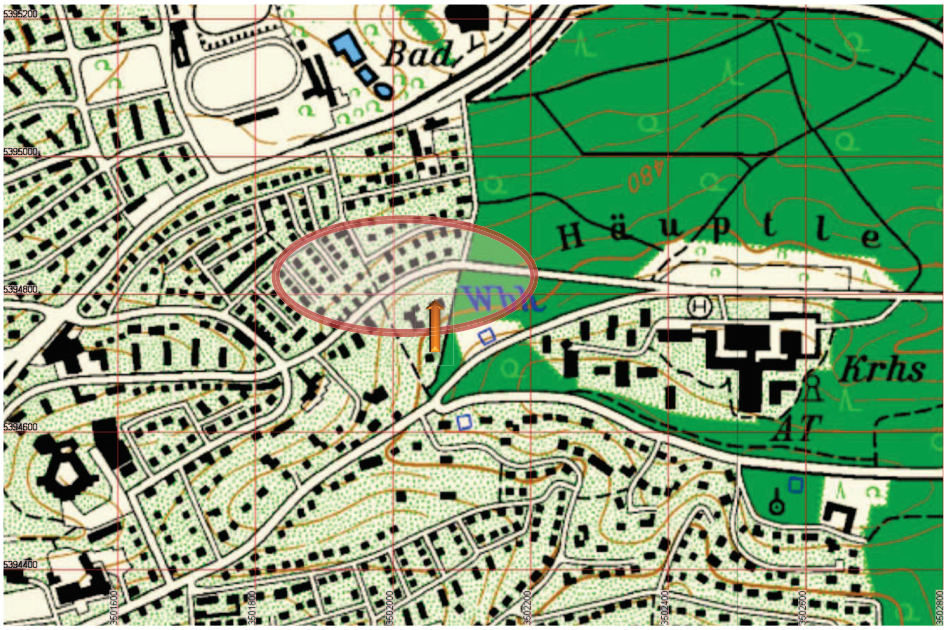


Abbildung 2: Ausschnitt aus der topographischen Karte M 1:25.000 des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg mit Markierung des Wohngebiete Altinger Straße / Siemensstraße in Böblingen

- Ort: Böblingen, Siemensstraße 11
- Flurstück Nr.: 1790
- Rechtswert 3502072
- Hochwert: 5394914
- mittlere Geländehöhe ca. 476 m NN

Die Abbildung 3 zeigt das Grundstück Siemensstraße 11 im Wohngebiet Altinger Straße mit der Lage der errichteten Erdwärmesonden in einem Ausschnitt von Google Maps.

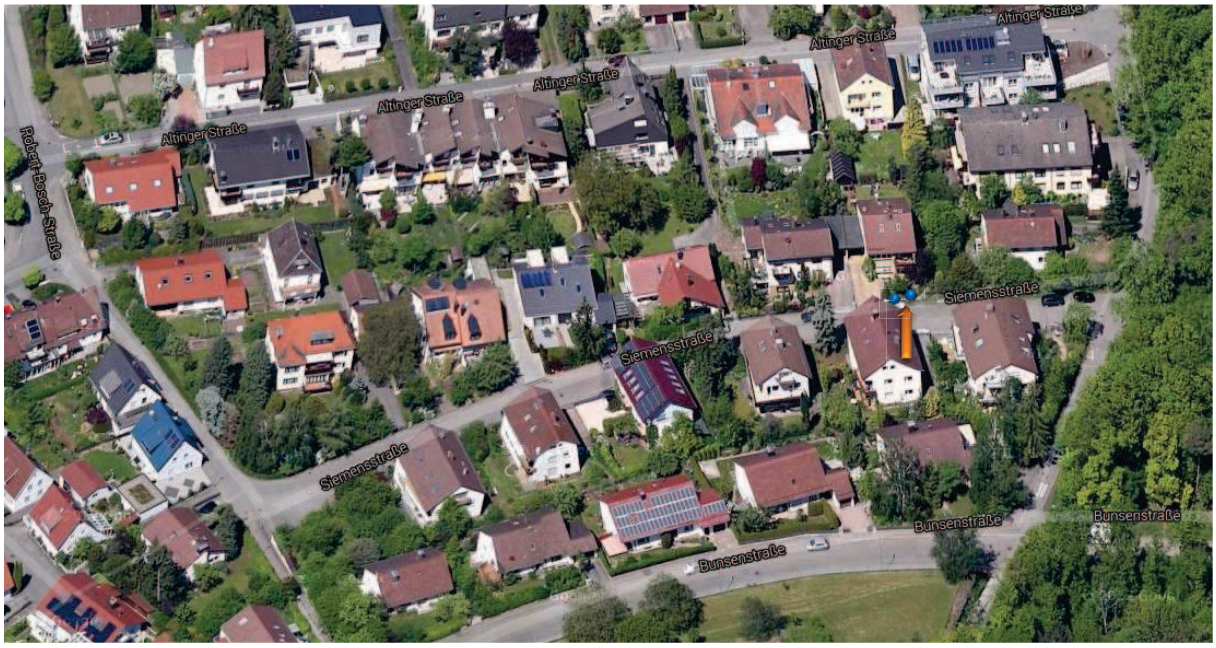


Abbildung 3: Blick auf das Wohngebiet Altinger Straße/Siemensstraße mit Lage der hier errichteten Erdwärmesonden (Quelle: Google Maps)

2.1 Geologie

Auf der geologischen Karte des Blattes 7320 Böblingen treten am Standort Siemensstraße 11 die Unteren Bunten Mergel (km3u) zutage. Nach den Erläuterungen zum geologischen Blatt Böblingen bestehen die zwischen 14 bis 16 m mächtigen Unteren Bunten Mergeln aus undeutlich geschichteten, ziegelrot bis rotbraun oder braunviolettrot gefärbten und z.T. dolomitischen Tonsteinen mit einzelnen tonigen Dolomitsteinbänkchen.

Darunter folgen die zwischen 95 und 100 m mächtigen Lagen des Gipskeupers (km1). Diese bestehen aus wechselnden Schichten von zum Teil dolomitischen Tonstein- und Sulfatgesteinslagen.

Grundwasser ist über dem „Gipsspiegel“ an der Grenze zum unausgelaugten Gips/Anhydrit führendem Gestein in den Lagen des Gipskeupers zu erwarten.

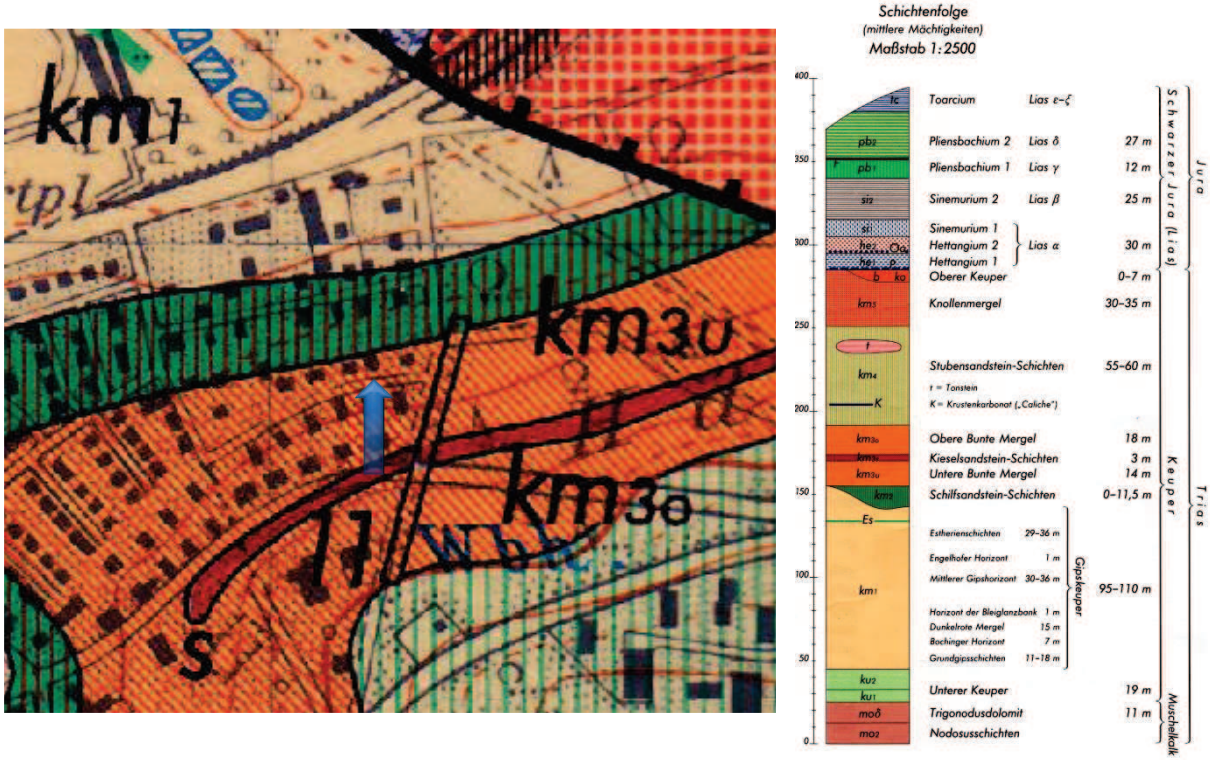


Abbildung 4: Ausschnitte aus der geologischen Karte Blatt 7320 Böblingen

Nach dem aktuellen Schichtenverzeichnis, aufgenommen durch das LGRB aus den Kernen der Bohrung B1a stehen unter 7 m mächtigen Tonmergel- bzw. Tonsteinen der Unteren Bunten Mergel (km3u) und einem mit 2 m geringmächtigen Schilfsandstein bis 115 m die Schichten des Gipskeupers an. Danach folgen bis zur Endteufe der Erdwärmesonden bei 130 m u. GOK die Gesteine des Lettenkeupers. Unterhalb 49 m u. GOK und bis zu einer Tiefe von ca. 120 m wurde makroskopisch sichtbarer Gips gefunden.

In beiden Erdwärmesondenbohrungen wurde der Grundwasserspiegel im Verlauf der Bohrbeiten bei 33 m u. GOK gemessen.

2.2 Hydrogeologie

Die Tonsteine der Unteren Bunten Mergel und des Gipskeupers sind in der Regel nahezu undurchlässig oder nur sehr gering wasserführend. Dichtes, undurchlässiges Gestein bilden auch die sulfatgesteinshaltigen Bereiche. Grundwasser und eine nennenswerte

Durchlässigkeit tritt über dem Gipsspiegel an der Grenze zum unausgelaugtem Gips/Anhydrit führendem Gestein auf.[1]

Nach dieser Beschreibung ist es naheliegend, dass das bei 33 m u. GOK am Standort angetroffene Grundwasser dem Bereich der Auslaugungszone über dem Gipsspiegel zuzuordnen ist.

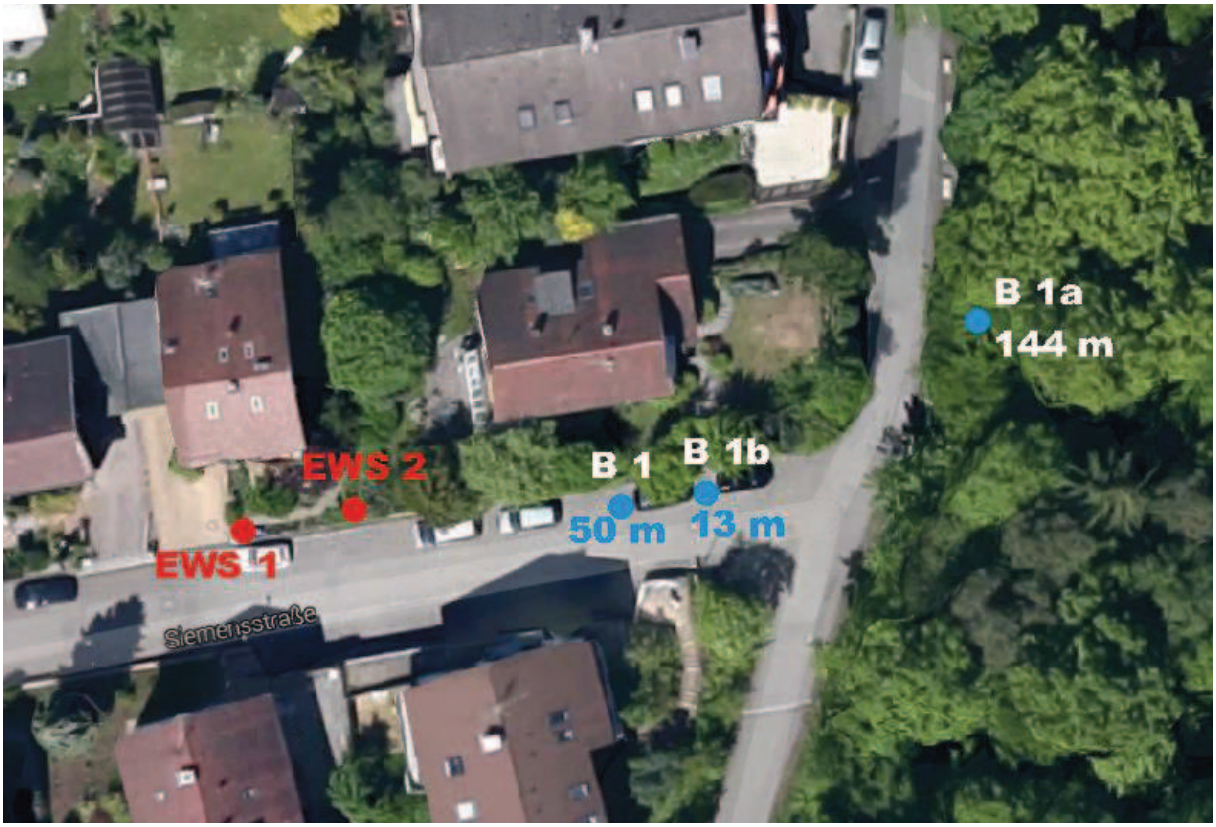
2.3 Erdwärmesonden am Standort

Unmittelbar an die Straße angrenzend sind am 29.09. bis 01.10.2008 an der südlichen Grundstücksgrenze zwei 130 m tiefe Bohrungen im Abstand von 6 m niedergebracht worden. Die darin errichteten Erdwärmesonden weisen eine Endteufe von ca. 125 m auf. Nach den Unterlagen der Firma Gungl wurde der Ringraum der Erdwärmesonden mit einem Volumen von jeweils 1.969,12 l mit 2.402,32 l (EWS 1) und 2.422,01 l (EWS 2) sulfatbeständiger Zement-Bentonit Suspension verpresst.

[1] H.-U. Kobler: Erläuterungen zu Blatt 7320 Böblingen, Geologische Karte 1:25.000 von Baden-Württemberg – Kapitel 5. Hydrogeologie

3 Grundwassermonitoring

Die Erkundungsbohrung zur Messstelle B 1 wurde Ende September in der Siemensstraße bis in eine Tiefe von 56 abgeteuft. Nach der Sichtung der Bohrkerne wurden die unteren Bohrmeter wieder verschlossen und die eigentliche Messstelle mit einer Filterstrecke von 50 bis 45 m und einer Vollrohrstrecke zwischen 45 und 0 m ausgebaut. Im Verlauf der Bohrarbeiten wurde ein bei ca. 12 m u. GOK liegender Grundwasserleiter angetroffen. Aus diesem Grund wurde im November 2014 etwas versetzt von der B 1 eine weitere flache Grundwassermessstelle B1b abgeteuft und ausgebaut. Die nachfolgende Planskizze zeigt die Lage der Messstellen sowie der Erkundungsbohrung B1a in der Siemensstraße.



Nach der Fertigstellung der Grundwassermessstelle B 1 wurde am 8.10.2015 ein Wasserstandsdatenlogger eingesetzt und mit der kontinuierlichen Messung und Aufzeichnung des Wasserstandes begonnen.

Im Oktober 2014 wurden auch die Grundwassermessstelle GWM 2 im Heinrich Heine-Weg, die Grundwassermessstelle GWM3 im Herdweg sowie die Grundwassermessstelle GWM4 am Ganssee fertiggestellt und ebenfalls mit Wassserstandsdatenloggern verse-

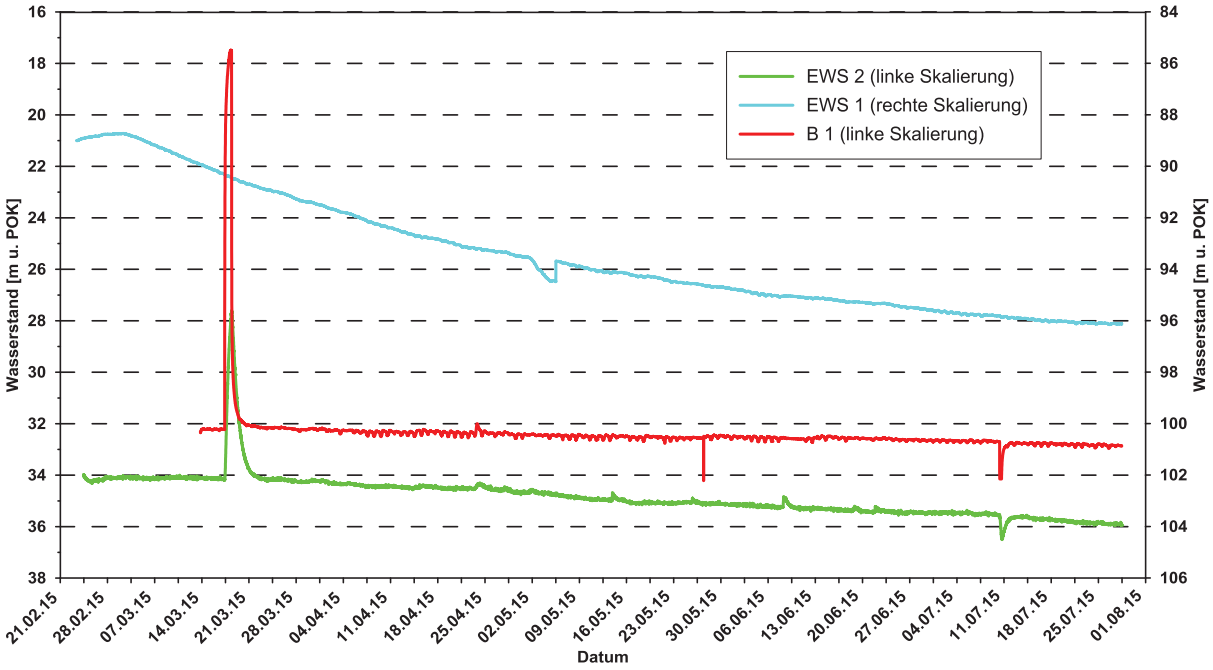
hen. Im November folgten als Ergänzung zum ursprünglichen Programm noch die Messstellen B1b und die B2flach.

Nach dem Abschluss der Sanierungsarbeiten in den Erdwärmesonden in der Siemensstraße wurde festgestellt, dass die im Verlauf der Sanierungsarbeiten geschnittenen Sondenrohre nicht wasserdicht waren und sich mit der Zeit ein stabiler Wasserstand einstellte. Bei einer Besprechung im Landratsamt im Februar 2015 wurde daher beschlossen, die Messbarkeit dieser Wasserstände zu untersuchen und ggf. eine kontinuierliche Messung zu beginnen.

In der Erdwärmesonde 1 wurde am 23.2.2015 ein Wasserstand von 89.0 m, u. GOK gemessen.

> Für die kontinuierliche Messung wurde das Einperlverfahren gewählt. Bei dieser Methode wird eine 6mm Druckluftleitung in die Erdwärmesonde und bis unter den Wasserspiegel platziert und dann ein sehr geringer Stickstoffstrom durch diese Druckleitung geführt. Eine übertägig in die Druckluftleitung eingebundene Drucksonde misst den dafür notwendigen Überdruck, der genau der Eintauchtiefe des Druckluftschlauches entspricht.

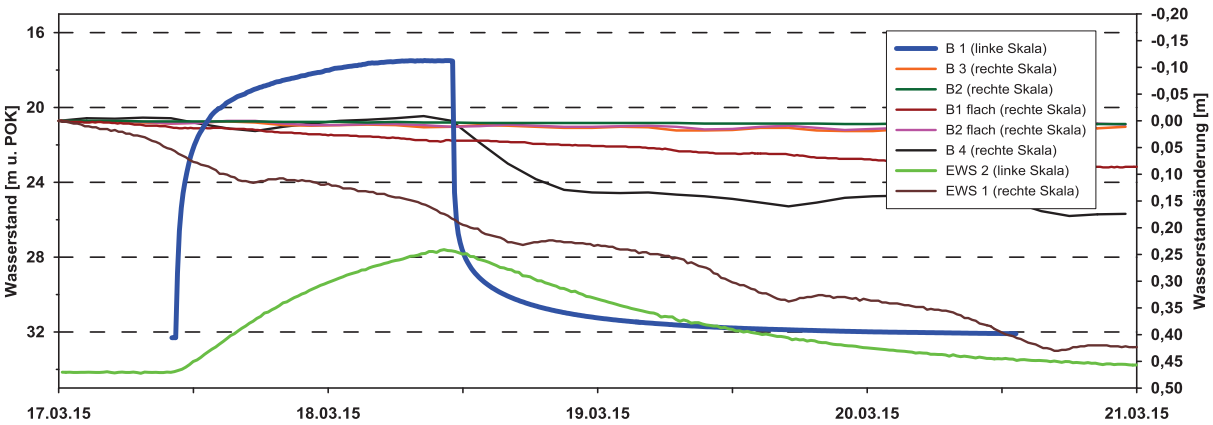
In der EWS 2 lag der Wasserstand am 24.2.2015 bei 33.98 m u. GOK. Hier konnte der Wasserstand mit einer speziellen Drucksonde mit einem Aussendurchmesser von nur 10 mm gemessen werden. Die Daten aller beiden Sensoren wurden zusammen in einem Messrechner zusammengeführt und dort aufgezeichnet. Ab dem 13.3.2015 wurden auch die Wasserstandsdaten der Grundwassermessstelle B 1 mit einem zusätzlichen Sensor erfasst und an den Messrechner weitergeleitet. Die nachfolgende Grafik zeigt die zeitliche Entwicklung aller Wasserstände in den drei Messstellen bis zum Ende der Aufzeichnung Ende August 2015.



Die Grafik zeigt deutlich die hydraulische Verbindung der Erdwärmesonde EWS 2 mit dem Grundwasserleiter, der durch B 1 erschlossen wird. Auch der im Juli durchgeführte Kurzpumpversuch in der B1 belegt diesen Zusammenhang.

3.1 Injektionsversuch in der Grundwassermessstelle B 1

Am 17.3.2015 wurde in der Messstelle B 1 ein Injektionsversuch durchgeführt. Dabei wurden die Messstellen B2, $B2_{flach}$, B3, B4 sowie die Wasserstände in den zwei Erdwärmesonden EWS1 und EWS2 in der Siemensstraße mitgemessen. In die Messstelle B 1 wurde dabei Wasser aus dem Hydranten mit einer Injektionsrate von 1 l/s eingeleitet. Die Injektionsphase wurde über 24 h aufrechterhalten.



Die Auswertung der Druckentwicklung in B 1 führt zu einer Transmissivität von ca.

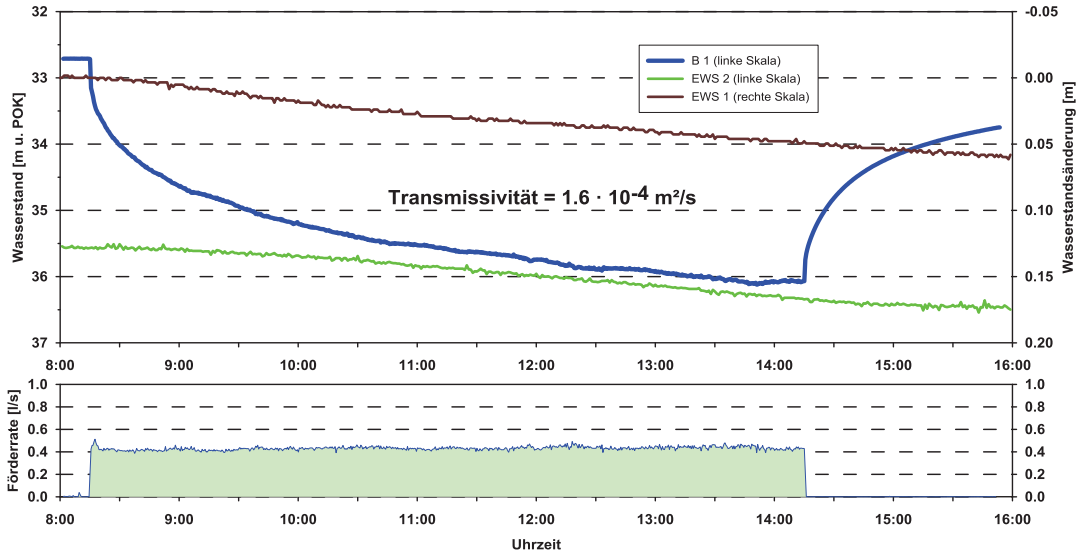
$$T = 6.1 \cdot 10^{-5}\ m^2/s$$

Die Auswertung der Druckentwicklung in der EWS2 führt zu einer Transmissivität von ca.

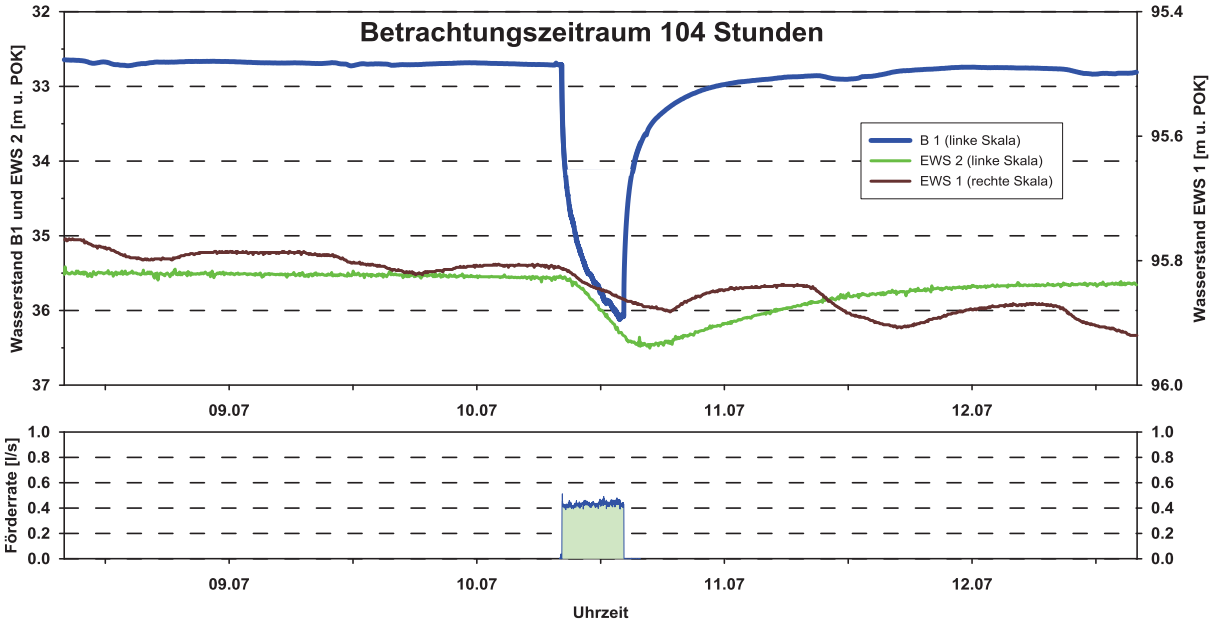
$$T = 2.6 \cdot 10^{-5}\ m^2/s$$

3.2 Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B 1

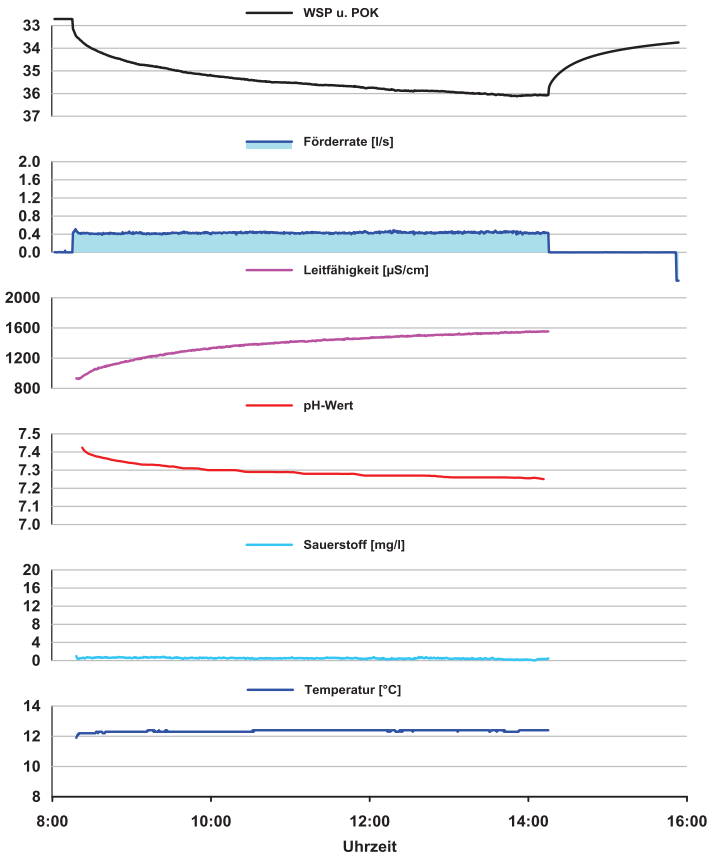
Am 9.7.2015 wurde in der Messstelle B 1 noch ein Kurzpumpversuch durchgeführt, Die nachfolgende Grafik visualisiert das Ergebnis dieses Versuches, bei dem die Charakterisierung des geförderten Grundwassers über die Messung der Vor-Ort-Parameter im Vordergrund stand.



Zur besseren Beurteilung der Druckreaktionen in den Beobachtungsmessstellen wurden die Wasserstandsdaten aller beteiligten Grundwassermessstellen in einem längeren zeitlichen Zusammenhang gestellt. Es wird deutlich, dass ausschließlich die EWS 2 auf den Förderbetrieb in B 1 reagiert.

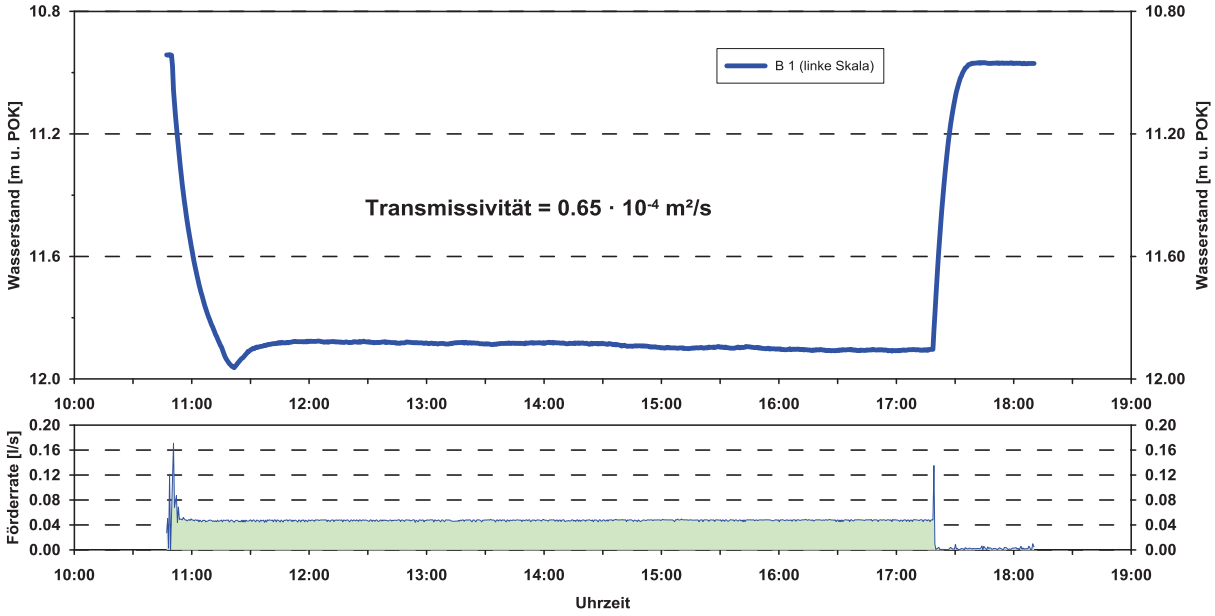


Die Vor-Ort-Parameter zeigen eine stetig steigende Leitfähigkeit, die zu Beginn des Versuchs bei 930 µS/cm lag und innerhalb der folgenden sechs Stunden auf 1550 µS/cm stieg. Der pH-Wert lag anfänglich bei 7.4 und sank bis Versuchsende auf 7.25 ab. Die Sauerstoffkonzentration lag bei 0,2 mg/l, die Temperatur weitgehend konstant bei 12.4 °C.

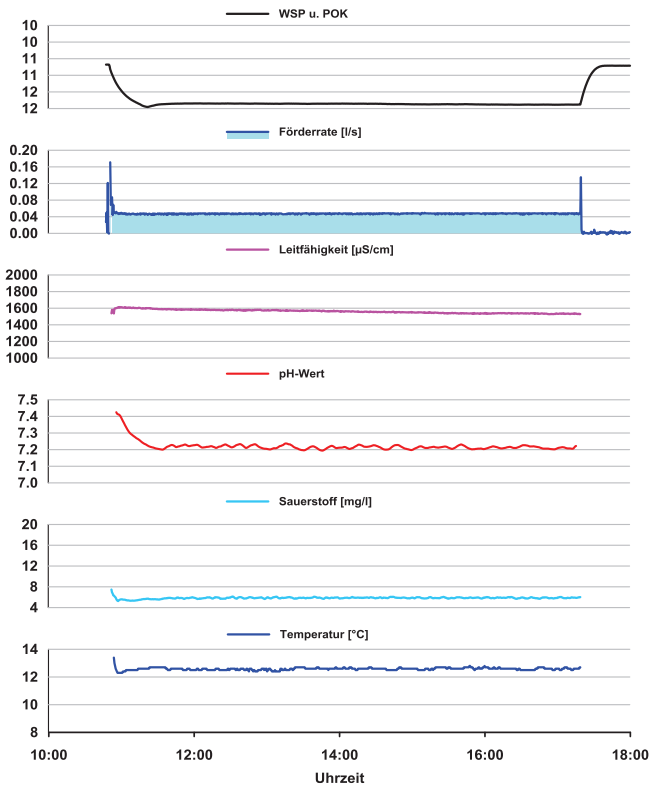


3.3 Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B1b

Am 9.7.2015 wurde auch in der nur bis in eine Tiefe von 13 m ausgebauten Messstelle B 1b ein sechsstündiger Pumpversuch durchgeführt. Da der Wasserspiegel mit 10.94 m u. GOK lag und somit nur ca. 2 m Wassersäule zur Verfügung standen, wurde die Förderrate auf 0.04 l/s begrenzt. Die nachfolgende Grafik zeigt die zeitliche Entwicklung des Wasserspiegels während des Versuchs.



Die Vor-Ort-Parameter zeigen eine weitgehend konstante Leitfähigkeit, von 1600 µS/cm. Der pH-Wert lag leicht undulierend bei 7.22. Die Sauerstoffkonzentration lag bei 5.5 mg/l und die Temperatur weitgehend konstant bei 12.4 °C



4 Erkundungsbohrung B1a

Mit dem Erreichen einer Bohrtiefe von 85 m wurde in der Erkundungsbohrung B1a ein Versuchsprogramm gestartet, um die hydraulische Durchlässigkeit der durchteuften Formationen charakterisieren zu können. Diese Versuche wurden alle als Einfachpackerversuche mit integriertem shut-in-Ventil oder wahlweise als Packerpumpversuche durchgeführt. Durch die Integration in den laufenden Bohrbetrieb konnte eine zeitlich optimale Versuchsdurchführung nicht immer gewährleistet werden.

Die nachfolgende Tabelle listet die Versuche in der Versuchsbohrung B1a in ihrer zeitlichen Abfolge auf.

Von	bis	Versuchstyp, Testintervall	Bohrtiefe
20.01.2015 10:30	21.01.2015 10:30	Pulsetest Intervall 85 - 104 m	104 m
21.01.2015 15:50	23.01.2015 07:50	Pulsetest Intervall 95 - 108.8 m	108.8 m
26.01.2015 08:40	27.01.2015 08:55	Pulsetest Intervall unter 108m	116.4 m
09.02.2015 16:34	11.02.2015 07:54	Packertest B1a, unterhalb 118 m	126.9 m
11.02.2015 19:10	12.02.2015 09:50	Packertest B1a, unterhalb 134 m	144.0 m
12.02.2015 13:16	16.02.2015 07:03	Packerpumpversuch 126 - 144m	144.0 m
27.02.2015 16:02	19.03.2015 17:21	Monitoring	
17.03.2015 10:05	20.03.2015 13:15	Injektionsversuch GWM B1	
20.03.2015 10:10	07.04.2015 09:37	PPV und Monitoring in B1a	

Die Besonderheit an allen Ventiltests ist der Umstand, dass sie in einer inhibierten Spülung stattfinden mussten. Diese Spülung mit einer elektrischen Leitfähigkeit zwischen 50 und 100 mS/cm und einem stark alkalischen pH-Wert soll verhindern, dass Wasser bei Kontakt mit Anhydrit die Umwandlung in Gips bewirkt.

Die Spülung wurde von uns hinsichtlich ihrer hydraulischen Eigenschaften in einer einfachen Versuchsanordnung nach Darcy untersucht. Dazu wurde ein mit dem zu testenden Fluid gesättigter Sandbehälter DN 150 mit einer Potentialdifferenz von 30 Zentimetern beaufschlagt und der Potentialausgleich abgewartet. Der Unterschied zwischen reinem Wasser und der Bohrspülung in verschiedenen Rezepturen betrug dabei im Verhältnis zwischen 1.2 und 1.3 und dürfte vor allem auf die vergrößerte kinematische Viskosität der Spülung zurückzuführen sein. Um diesen Betrag war die scheinbare hydraulische Durchlässigkeit bei Anwendung der Bohrspülung geringer.

Die Dichtedifferenz von durchschnittlich 2-3 % gegenüber Wasser und die daraus resultierenden „Wasserstände“ wurden bereits in der Sensorik berücksichtigt.

Zur Berücksichtigung der errechneten hydraulischen Durchlässigkeiten kommt noch der Effekt von osmotischen Strömungen, die aufgrund der hohen Mineralisation der Bohrspülung vom Gebirge in Richtung Bohrloch verlaufen. Dieser Effekt, der bei den langen Messzeiten von z.T. mehreren Tagen eine Rolle spielen dürfte, verzögert die Druckerholungszeiten bei den Slug-Injection-Versuchen und täuscht damit eine geringere hydraulische Durchlässigkeit vor. Bei Slug-Withdrawal-Versuchen hingegen findet eine Beschleunigung der Druckerholung statt.

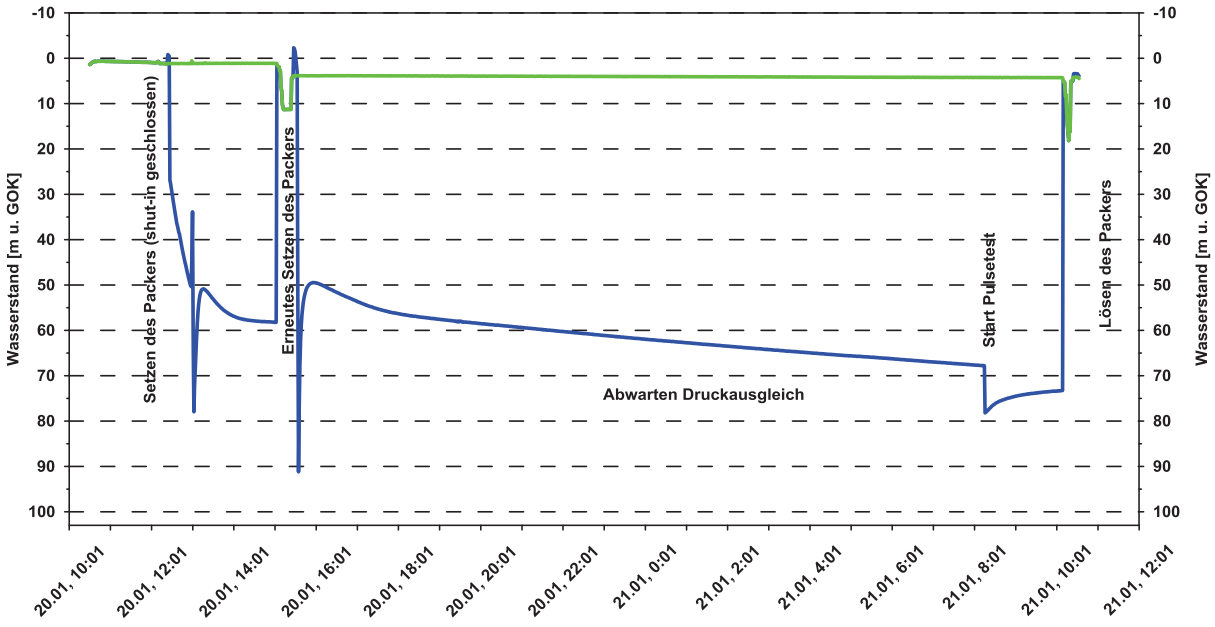
Welches Ausmaß diese physikalischen Effekte haben, ist unklar. Bei Versuchsbohrungen im Opalinuston der Nordschweiz (Benken) wurde dieser Effekt dadurch ausgeschaltet, dass die Bohrspülung während der Testdurchführung exakt der Porenwassermineralisation des Opalinuston (Pearson-Wasser) entsprach.

Eine exakte Korrektur der gefundenen hydraulischen Durchlässigkeiten ist deshalb nicht möglich. Aus diesem Grund werden die Werte nur in Bezug auf die „Darcy-Korrektur“ und die Dichte korrigiert.Die gefundenen Durchlässigkeitswerte sollten vor allem hinsichtlich ihrer Größenordnung betrachtet werden und in die Kategorien

- gut durchlässig
- moderat durchlässig
- wenig durchlässig
- sehr gering durchlässig

unterteilt werden. In allen Versuchen im Gipskeuper wurden demnach nur Durchlässigkeiten der letzten Kategorie - sehr gering durchlässig - gefunden.

4.1 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 95 m, Intervall 85 – 95 m



Am 20.1.2015 erreichten die Bohrarbeiten eine Tiefe von 95 m. In dieser Tiefe wurde der erste Ventiltest durchgeführt. Da sich das zu untersuchende Intervall im unverwitterten Gipskeuper befand, wurde die Durchführung eines Pumpversuches nicht erwogen.

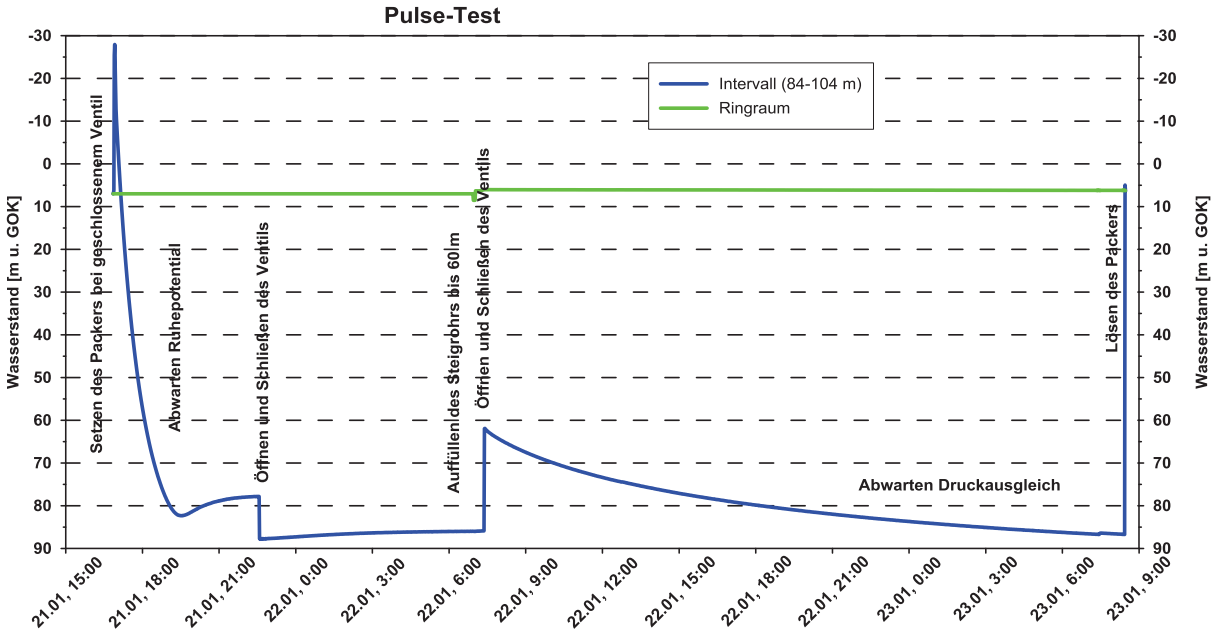
Der Einbau des Einfach-Packersystems erfolgte mit geschlossenem Ventil. Da sich das vermutete Ruhepotential vergleichsweise langsam einstellte, wurde das Ventil kurz geöffnet und dann wieder geschlossen, um den Druckabbau im Intervall zu beschleunigen. Diese Hoffnung bestätigte sich nicht und so wurde gegen 14:00 Uhr beschlossen, den Versuch erneut zu starten, in dem der Packer gelöst, die Wasserstände erneut eingegeben wurden und dann der Packer mit geschlossenen shut-in-Ventil erneut gesetzt wurde.

In den darauf folgenden 17 Stunden fiel der Druck im Intervall langsam und weitgehend linear von ca. 50 m u. GOK auf 68 m u. GOK. In Anbetracht des Bohrplans wurde beschlossen, jetzt noch einen Test auszuführen, um wenigstens ein qualitativ auswertbares Ergebnis der hydraulischen Durchlässigkeit zu bekommen. Der ausgeführte Pulsetest zeigte auch ohne Auswertung allein auf Grund seiner sehr langsamen Druckerholung eine sehr geringe hydraulische Durchlässigkeit der getesteten Formation an.

Eine vereinfachte Auswertung des Versuchs erbrachte eine Transmissivität von

$$T = 4 \cdot 10^{-8}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 4 \cdot 10^{-9}\ m^2/s \text{ bei } M = 10\ m)$$

4.2 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 108.8 m, Intervall 95 – 108.8 m



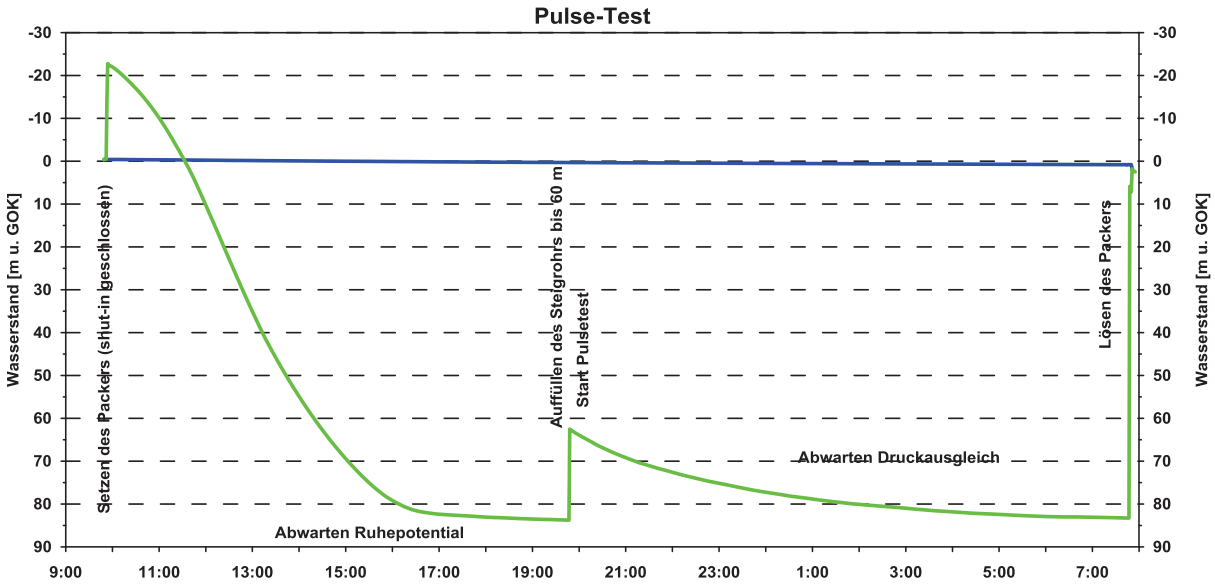
Nach der Beendigung des vorangegangenen Tests wurde die Bohrung noch am 21.1.2015 auf 108.8 m vertieft. Nach dem Ziehen des Bohrgestänges auf eine Position von ca. 93 m wurde der Einfachpacker zwischen 94 und 95 m platziert. Wieder erfolgte der Einbau mit geschlossenem Ventil, was bei Setzen des Packers zu einem sog. Squeeze-Effekt führte, der den Intervalldruck kurz bis auf 30 m über GOK ansteigen liess – ein sicheres Zeichen für eine sehr geringe hydraulische Durchlässigkeit.

In den folgenden 3 Stunden sank der Druckspiegel im Testintervall rasch auf 82.3 m u. GOK, begann dann aber wieder leicht anzusteigen und sich auf ein Druckniveau von 77 m u. GOK hinzubewegen. Daraufhin wurde das Ventil um 22:30 Uhr kurz geöffnet, um die Ruhedruckeinstellung zu beschleunigen. Am folgenden Morgen wurde das Steigrohr bis auf eine Höhe von 61 m u. GOK mit Spülung gefüllt und um 7:22 Uhr das Ventil für ca. 60 Sekunden geöffnet, um den Druckimpuls auf das Intervall einwirken zu lassen. Nach dem Schließen des Ventils wurde die Druckerholung für 25 Stunden weiter beobachtet. Um 8:26 Uhr am 23.1.2015 wurde der Versuch beendet, in dem das Ventil geöffnet und der Packer gelöst wurden.

Auch in diesem Fall konnte kein stabiler Ruhedruck erreicht werden, so dass die Auswertung des Versuchs einer gewissen Unsicherheit unterliegt. Die Auswertung erbrachte eine Transmissivität von

$$T = 4.4 \cdot 10^{-8}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 3.2 \cdot 10^{-9}\ m^2/s \text{ bei } M = 13.8\ m)$$

4.3 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 116.4 m, Intervall 108-116.4m



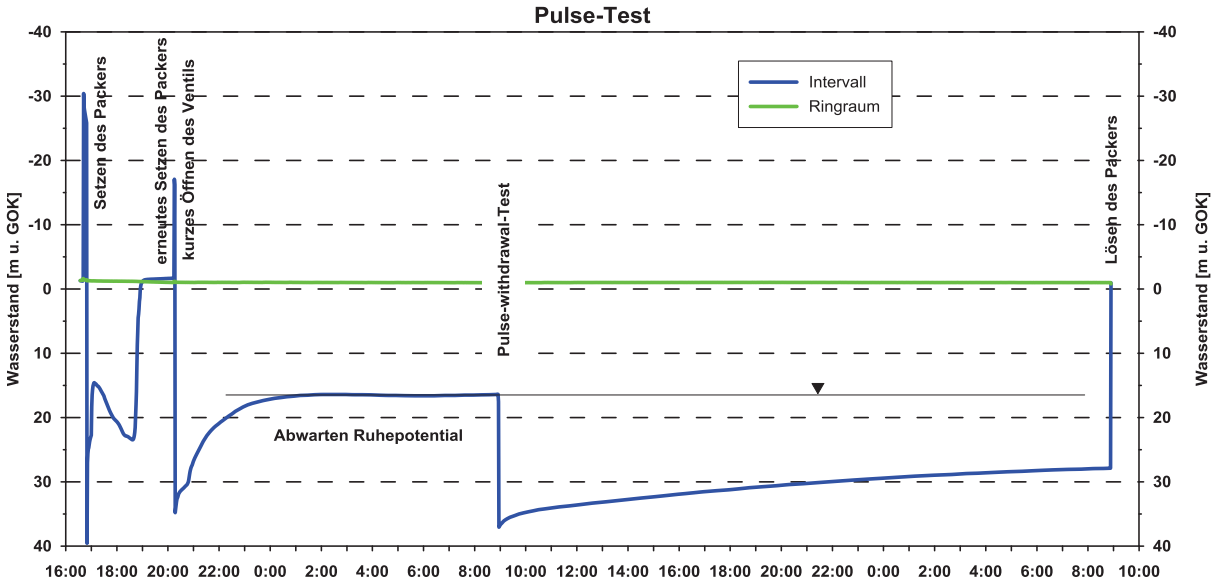
Nach dem Vertiefen der Bohrung auf 116.4 wurde das Bohrgestänge bis auf 106.5 m ausgebaut und die Testausausrüstung direkt unterhalb der Bohrkrone positioniert. Der Packersitz betrug 107-108 m. Der Packer wurde nach der obligatorischen Verknüpfung des Spülungsstandes mit den Sensordrücken mit 18 bar und bei geschlossenem Ventil gesetzt. Der sich entwickelnde deutliche Squeeze zeigte ein sehr gering durchlässiges Gebirge an und führte zu der Entscheidung, wieder einen Pulse-Test durchzuführen.

Nach dem Erreichen eines Ruhedruckes von 83.8 m u. GOK wurde das bis dahin leere Steigrohr bis auf 62 m u. GOK aufgefüllt und dann das Ventil um 19:47 Uhr für ca. 60 Sekunden geöffnet. Die Druckerholung wurde bis zum Folgetag um 7:45 Uhr beobachtet und der Packer geöst.

In diesem Fall konnte war die Einstellung des Ruhedruck ausreichend, so dass die Auswertung des Versuchs nur noch einer geringen Unsicherheit unterliegt. Die Auswertung erbrachte eine Transmissivität von

$$T = 8.6 \cdot 10^{-9}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 1 \cdot 10^{-9}\ m^2/s \text{ bei } M = 8.4\ m)$$

4.4 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 126.9 m, Intervall 118-126.9 m



Nach der Vertiefung der Bohrung auf 126.9 m wurde das Testequipment eingebaut und der Packer zwischen 117- 118 m u. GOK platziert. Nach dem Setzen des Packers mit geschlossenem shut-in-Ventil gab es wieder einen deutlichen Squeeze-Effekt und der Intervalldruck fiel sehr rasch auf 40 m u. GOK. Mit dem Erreichen dieses Intervalldruckes begann der Druck aber wieder bis auf 14.6 m anzusteigen und dann wieder langsam zu fallen. Diese jetzt einsetzende langsame Druckabnahme wurde noch bis 19:00 Uhr beobachtet und dann der Packer gelöst und der Versuch neu gestartet.

Nach dem erneuten Setzen des Packers stabilisierte sich der Ruhedruck im Intervall bei 16.5 m u. GOK. Da es im Ringraum keine Hinweise auf Umläufigkeiten gab, wurde am Folgetag gegen 9:00 Uhr ein Pulse-Withdrawal-Test eingeleitet, also ein Versuch, bei dem der Intervalldruck nicht erhöht, sondern abgesenkt wird. Die Druckabsenkung betrug 2.07 bar und die anschließende Druckerholung wurde bis zum Folgetag um 9:00

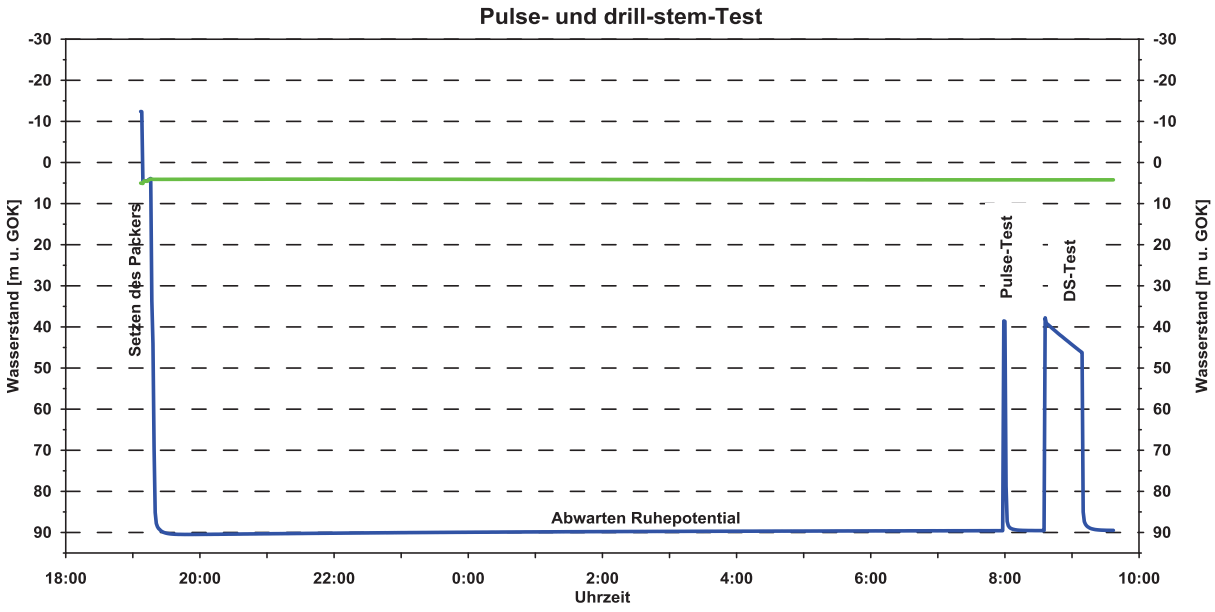
Uhr beobachtet und betrug lediglich 44%. Das Lösen des Packers führte zu konsistenten Ergebnissen, denn beide Drücke erreichten wieder den gleichen Wert.

Die Einstellung eines Intervalldruckes von 16.6 m u. GOK kann mit der grundwasserhydraulischen Modellvorstellung nicht in Einklang gebracht werden, zumal die Formationsdrücke in den Intervallen ober- und unterhalb dieses Testintervalls zwischen 80 und 90 m u. GOK liegen. Mögliche Erklärungen wären eine Gebirgsumläufigkeit um den Packer herum oder ein Kratzer in der Bohrlochwand, der ebenfalls eine Umläufigkeit erzeugt. Der wirkliche Grund für dieses unrealistische Ergebnis bleibt leider offen, so dass die Auswertung der Druckreaktion unter großen Vorbehalten gesehen werden muss.

Die Auswertung erbrachte eine Transmissivität von

$$T = 9.2 \cdot 10^{-9}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 1.5 \cdot 10^{-8}\ m^2/s \text{ bei } M = 9\ m)$$

4.5 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 138 m, Intervall 134-138m



Bei der Vertiefung der Bohrung von 126.9 auf 144 m u. GOK wurde der Obere Muschelkalk auf einer Länge von 6 m erbohrt. Nach der Wiederverschließung des Abschnitts von 138 m bis 144 mit Tonpellets wurde das Testequipment eingebaut und der Packer zwischen 133 und 134 m u. GOK positioniert. Nach dem Setzen des Packers wurde die Baustelle in Erwartung einer langsamen Ruhedruckeinstellung um 19:10 Uhr verlassen.

Die Einstellung des Ruhedruckes erfolgte jedoch unerwartet rasch und erreichte einen Wert von 90.47 m u. GOK bereits nach 30 Minuten. Der am folgenden Tag um 8:00 Uhr gestartete Pulsetest bestätigte die gegenüber den höher liegenden Intervallen deutlich erhöhte hydraulische Leitfähigkeit. Da die Druckerholungsphase nur ca. 15 Minuten dauerte, wurde noch ein Drill-stem-Test nachgeschoben. Diese Kombination aus Pulse- und Slug-Test eignet sich für Durchlässigkeiten, die für Pulse-Tests zu hoch sind, aber bei denen Slug-Tests eine zu lange Zeit für die Druckerholung benötigen. Um 9:37 Uhr wurde der Packer gelöst und der Versuch beendet.

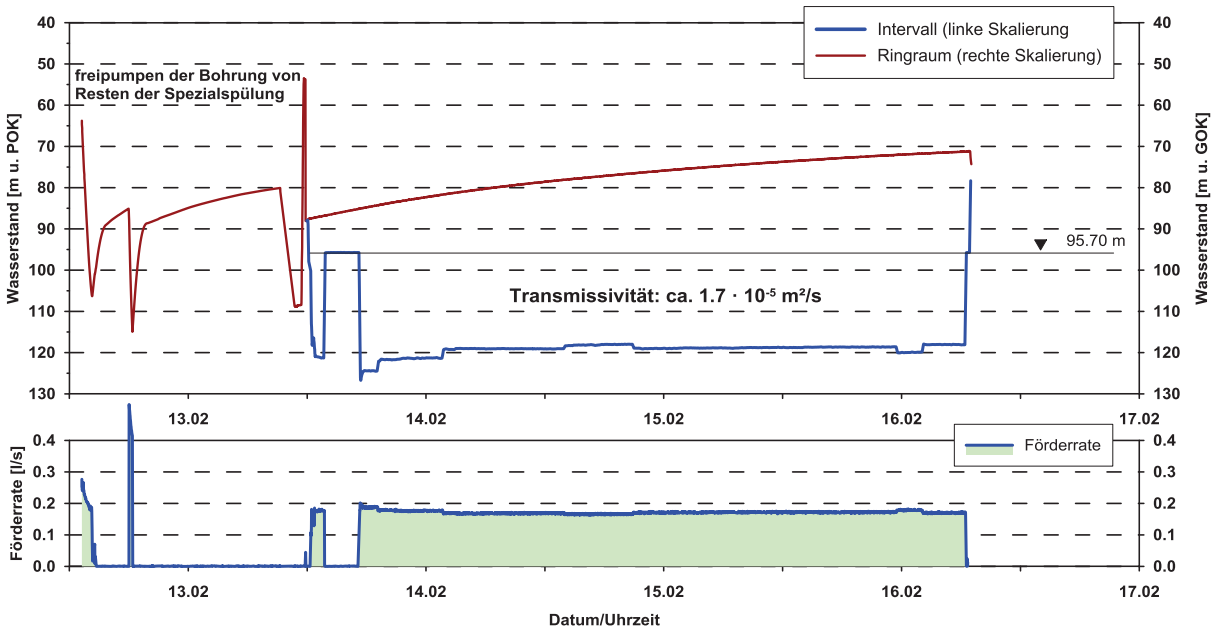
Aus dem kurzen Pulse-Test ergibt sich eine Transmissivität von

$$T = 1.6 \cdot 10^{-6}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 4 \cdot 10^{-7}\ m^2/s \text{ bei } M = 4\ m)$$

Beim DST-Test wird die Fließphase in eine Förderrate umgewandelt. Im vorliegenden Fall ergibt sich eine Rate von 0.5 l/min. Die folgende Schließphase wird als Wiederanstiegsphase gerechnet und führt zu einer Transmissivität von

$$T = 2.8 \cdot 10^{-6}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 7 \cdot 10^{-7}\ m^2/s \text{ bei } M = 4\ m)$$

4.6 Packerpumpversuch bei einer Bohrtiefe von 144 m, Intervall 132-144m



Nach dem Erreichen des Muschelkalkes und dem hydraulischen Test im untersten Lettenkeuper wurde die temporäre Abdichtung durch Tonpellets wieder entfernt und ein Pumpversuch ohne Packereinsatz vorbereitet. Der Einbau der Pumpe erfolgte am 12.2.2015, die Aufzeichnung wurde um 13:16 Uhr gestartet. Bei einer kurzen Funktionskontrolle der Pumpe und dem Start des Versuches gegen18:00 Uhr wurde durch begleitende Handmessungen festgestellt, dass der Wasserspiegel im äusseren Ringraum mitreagierte. Aus diesem Grund wurde der Versuch abgebrochen und die Einstellung des Ruhewasserspiegels bis zum folgenden Morgen abgewartet.

Am folgenden Morgen wurde die Pumpe ausgebaut und durch eine Packerpumpversuchsgarnitur ersetzt. Ein erster Testlauf wurde um 13:00 Uhr gestartet, der eigentliche Pumpversuch begann um 17:20 Uhr mit einer eingestellten Pumprate von 0.2 l/s. Dabei wurde der Wasserspiegel von anfänglich 95.75 auf 124.40 abgesenkt.

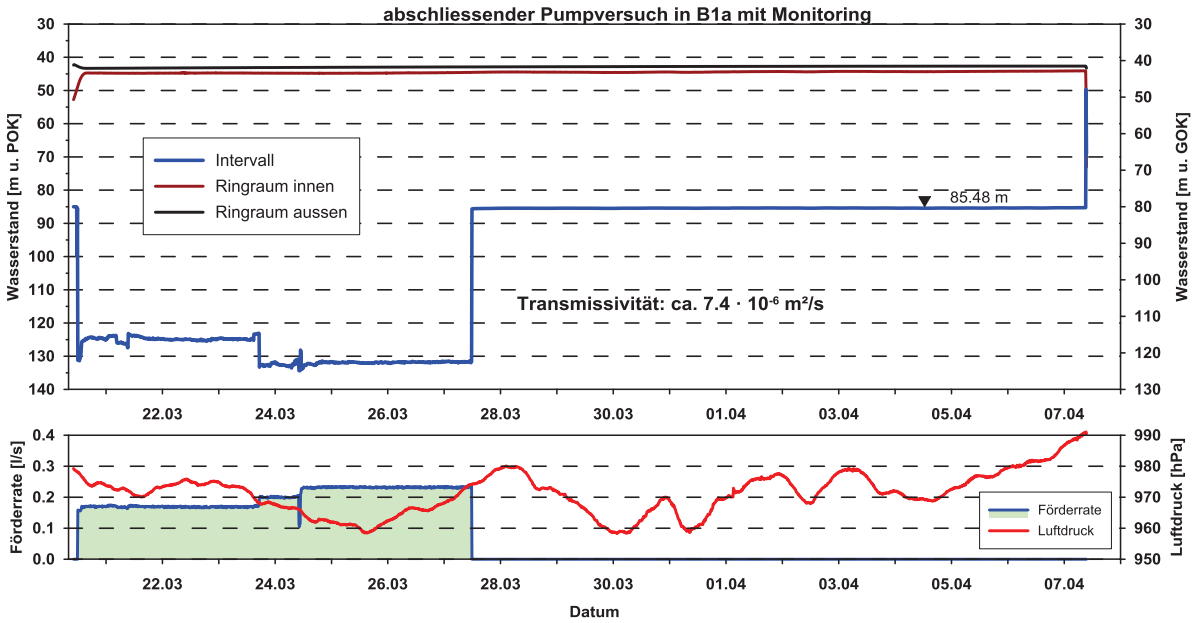
Im Verlauf der fünftägigen Versuchszeit reduzierte sich die Pumprate geringfügig und spontan, was jeweils zu Wasserspiegeländerungen im Meterbereich führte. Diese starken Reaktionen auf Ratenveränderungen sind nicht ungewöhnlich bei Packerpumpversuchen, weil hier die Brunnenspeicherung entfällt. Zum Ende des Packerpumpversuchs betrug der Wasserspiegel bei einer Förderrate von 0.17 l/s noch 118,1 m u. GOK.

Die Vor-Ort-Parameter stabilisierten sich innerhalb von wenigen Stunden: Die elektrische Leitfähigkeit sank innerhalb von drei Stunden von 1200 µS/cm auf einen Wert von 850 µS/cm. Zum Ende des Versuchs betrug der Wert noch 700 µS/cm. Der pH-Wert betrug spülungsbedingt zu Versuchsbeginn 8.6 und sank rasch auf einen Wert von 7.4. Zu Versuchsende wurden noch 7.2 gemessen. Der Sauerstoffgehalt sank sehr rasch auf Werte unter 1% und stagnierte dort. Die Temperatur lag weitgehend konstant bei 15.9 °C.

Die Auswertung der Spätzeitdaten des Pumpversuchs führten zu einer Transmissivität von

$$T = 1.7 \cdot 10^{-5}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 1.4 \cdot 10^{-6}\ m^2/s \text{ bei } M = 12\ m)$$

4.7 Abschlusspumpversuch B1a



Nach dem Erreichen der Endtiefe und der Durchführung der hydraulischen Tests mittels Packerpumpversuch wurde die Bohrung erweitert, eine weitere Sperrohrtour eingezogen und die verbleibende Bohrstrecke im Muschelkalk als temporäre G5“-Grundwassermess-stelle ausgebaut.

Nach dem Abschluss dieser Umbauarbeiten wurde In dieser Grundwassermessstelle am 20.3.2015 eine Pumpe vom Typ SP2A27 in einer Tiefe von 134 m eingebaut. Ein unmit-telbar oberhalb der Pumpe platzierter Drucksensor erlaubte es, den Wasserspiegel im geplanten Pumpversuch so weit als möglich abzusenken und zu beobachten.

Nach einer kurzen Funktionskontrolle der Pumpe wurde der Pumpversuch am 20.3.2015 um 11:50 Uhr bei einem Ruhewasserspiegel von 85.05 m u. GOK mit einer Förderrate von 0.16 l/s gestartet.

In der Folge variierten Wasserstand und Förderrate in geringem Maße. Am 23.3 und 24.3.2015 wurde die Förderrate jeweils vorsichtig erhöht, um eine maximale Absenkung bzw. Anregung des Grundwasserleiters zu erreichen. Der tiefste erreichte Wasserspiegel betrug 133,2 m u. GOK entsprechend einer Absenkung von 48 m.

Die Vor-Ort-Parameter zeigten keine signifikanten Entwicklungen, die auf eine Änderung der hydraulischen Randbedingungen schließen ließen. Kleinere Sprünge beim pH-Wert

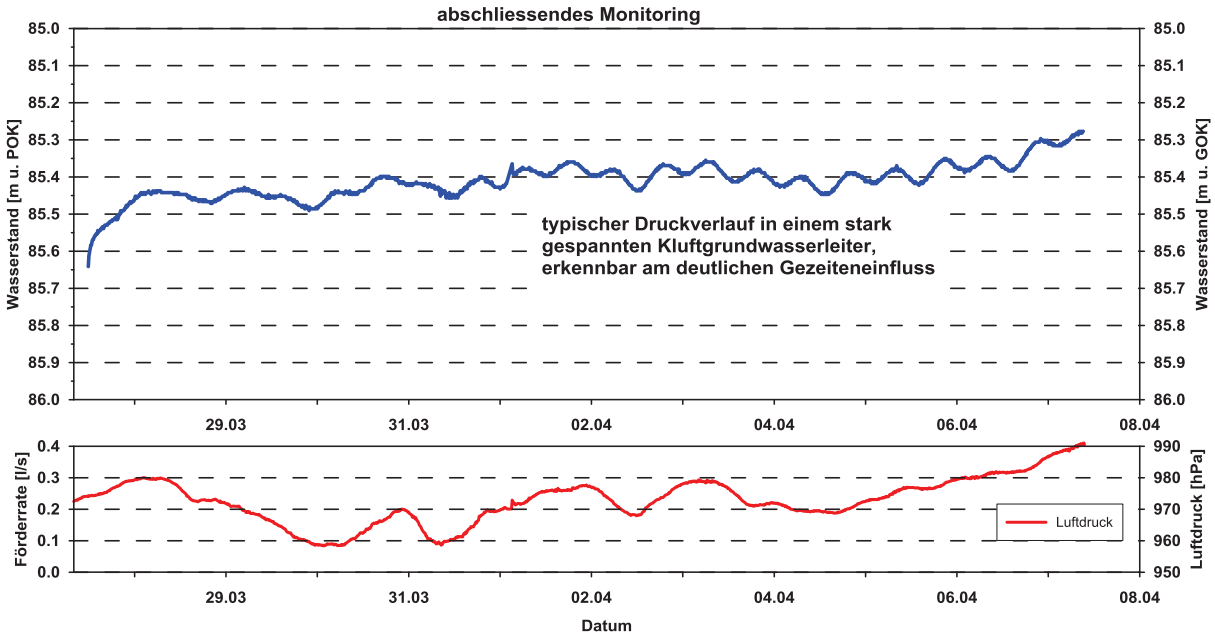
und der Leitfähigkeit sind apparativer Natur. Die nachfolgende Tabelle fasst die Entwicklung der Vor-Ort-Parameter zusammen, eine grafische Darstellung ist der Anlage zu entnehmen.

Pumpzeit [h]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Förderrate [l/s]	Leitfähigkeit [µS/cm]	Temperatur [°C]	pH-Wert [-]	Sauerstoff [mg/l]	Redox [mV]
1	130,8	0,16	2680	15,9	7,41	1,02	-237,5
24	123,7	0,17	1014	16,7	7,21	0,12	-237,8
48	124,9	0,17	880	16,4	7,2	0,07	-241,9
72	125	0,17	823	16,5	7,22	0,14	-210,7
96	133,7	0,23	814	16,9	7,15	0,02	-315,1
120	131,9	0,23	792	16,9	7,15	0,02	-353,6
144	131,8	0,23	784	16,6	7,15	0,02	-370,4
168	131,7	0,23	771	16,7	7,13	0,02	-402,2

Die Auswertung der Spätzeitdaten des Pumpversuchs führten zu einer Transmissivität von

$$T = 4.5 \cdot 10^{-6}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 7.5 \cdot 10^{-7}\ m^2/s \text{ bei } M = 6\ m)$$

Im Anschluss an den Pumpversuch wurde der Wasserspiegel in der provisorischen Messstelle noch weitere 11 Tage bis zum 7.April weiterbeobachtet. Die Entwicklung des Grundwasserspiegels zeigt einen Druckverlauf, wie er für starkgespannte Kluftgrundasserleiter wie den erschlossenen Oberen Muschelkalk typisch ist. Die nachfolgende Grafik zeigt die Wasserstandsentwicklung in diesem Zeitraum stark herausvergrößert.



Am 7.4 wurden die Aufzeichnungen des Wasserstandes beendet und die Versuchstechnik ausgebaut.

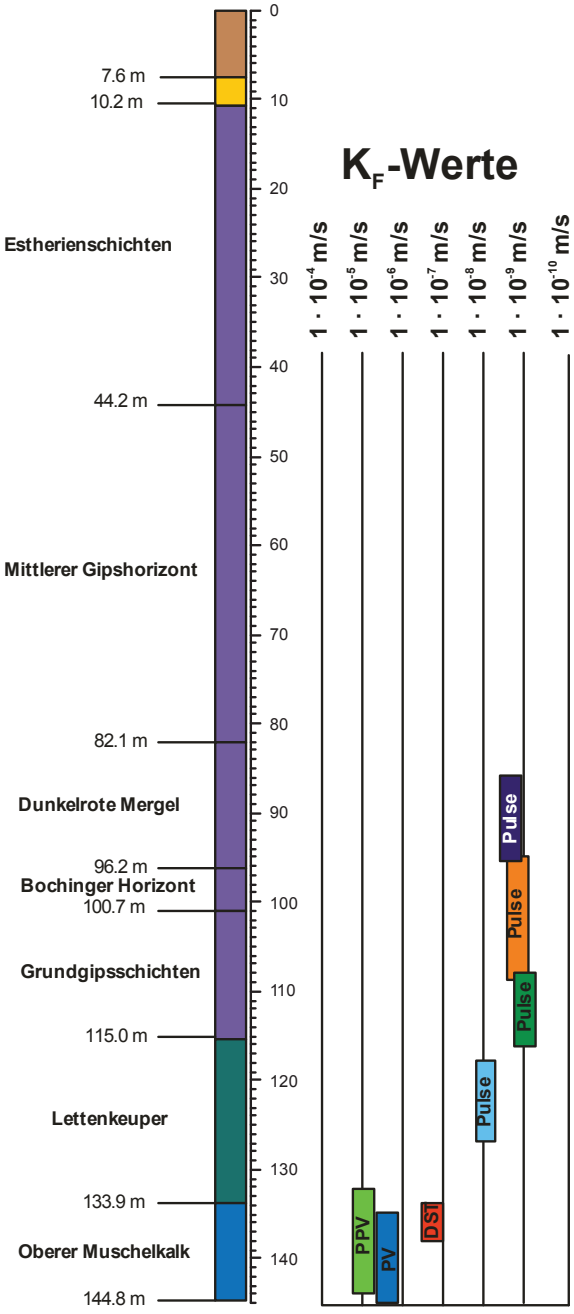
Insgesamt zeigte sich in den durchgeführten hydraulischen Versuchen eine deutliche Zonierung:

Gipskeuper: k_F-Werte um die 1 · 10^{-9}

Unterkeuper: k_F-Werte um die 1 · 10^{-8}

Ob. Muschelkalk: k_F-Werte um die 1 · 10^{-7}

In der nebenstehenden Grafik sind die Ergebnisse der verschiedenen hydraulischen Versuche noch einmal grafisch aufgetragen:



Herrenberg, den 19.10.2015

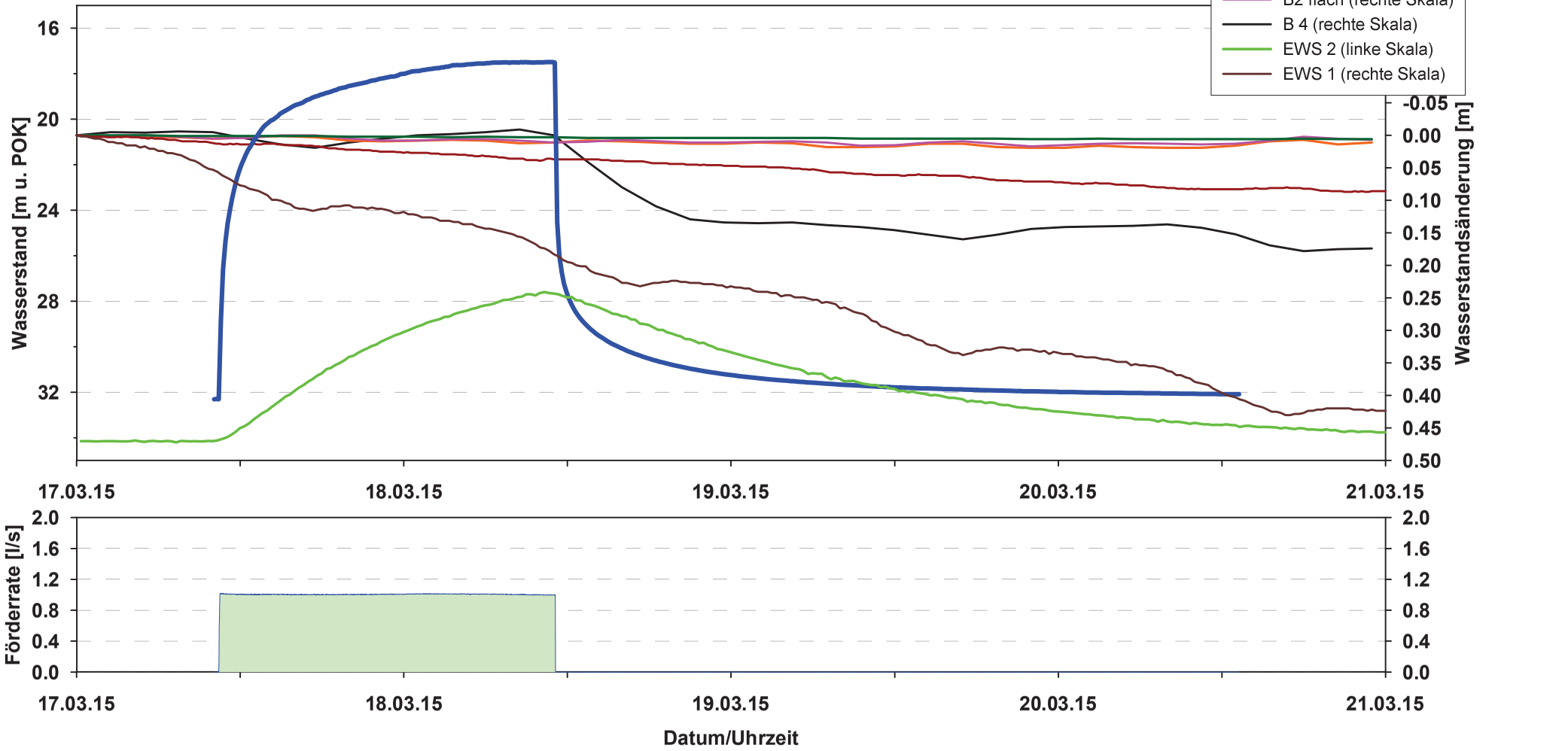
André Voutta (Dipl. Geologe)

Anlagen

Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	32.09
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1	Versuchstyp:	Injektionsversuch
Startdatum:	17.3.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	50 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Datenlogger
Ausbaudurchmesser:	DN 125	Packersitz:	ohne
Versuchsende:	20.3.2015	Filter:	45 - 50 m

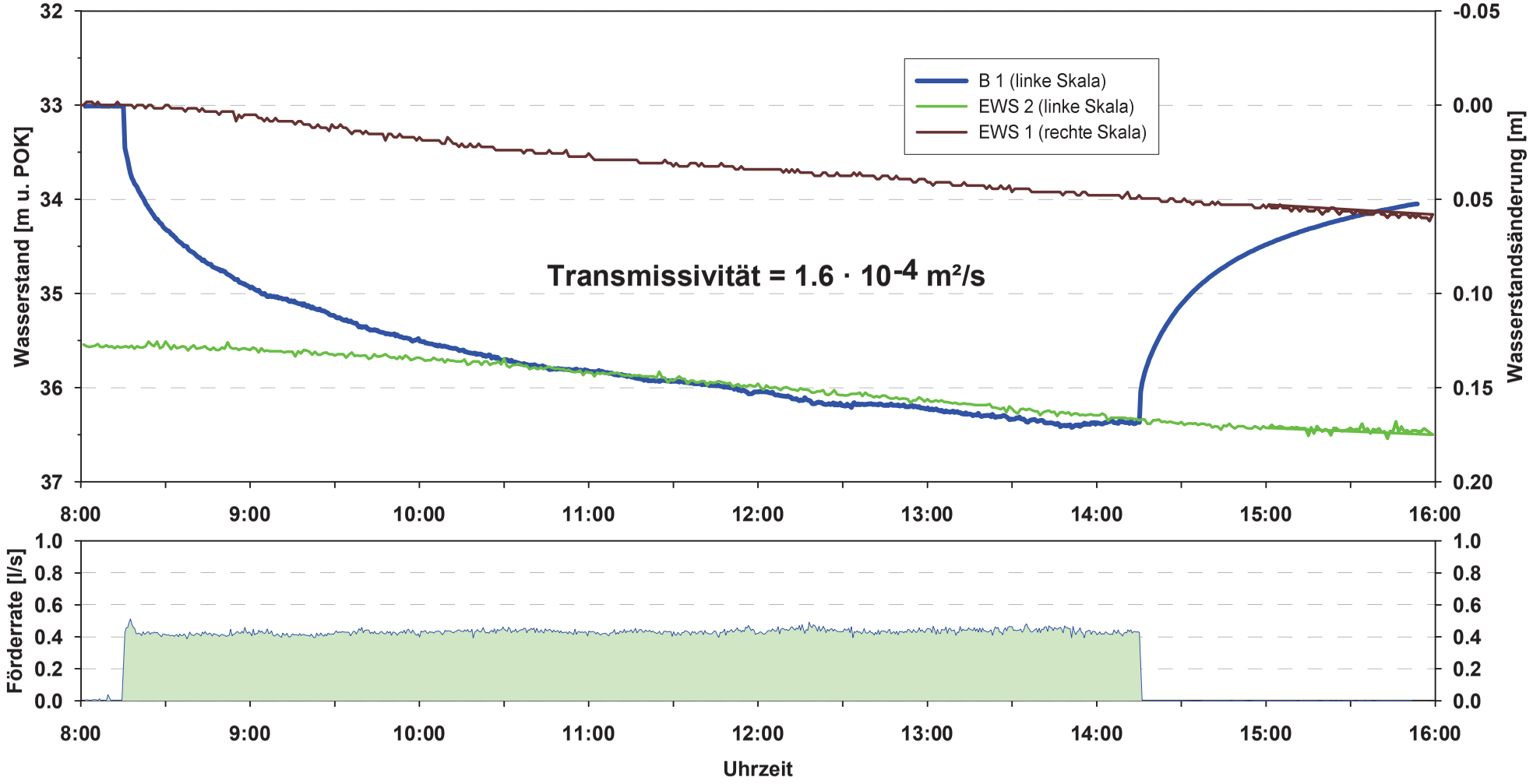
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Versuchsprotokoll Pumpversuch

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	33.01
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1	Versuchstyp:	Kurzpumpversuch
Startdatum:	10.7.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	50 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Datenlogger
Ausbaudurchmesser:	DN 125	Packersitz:	ohne
Versuchsende:	10.7.2015	Filter:	43 - 50 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

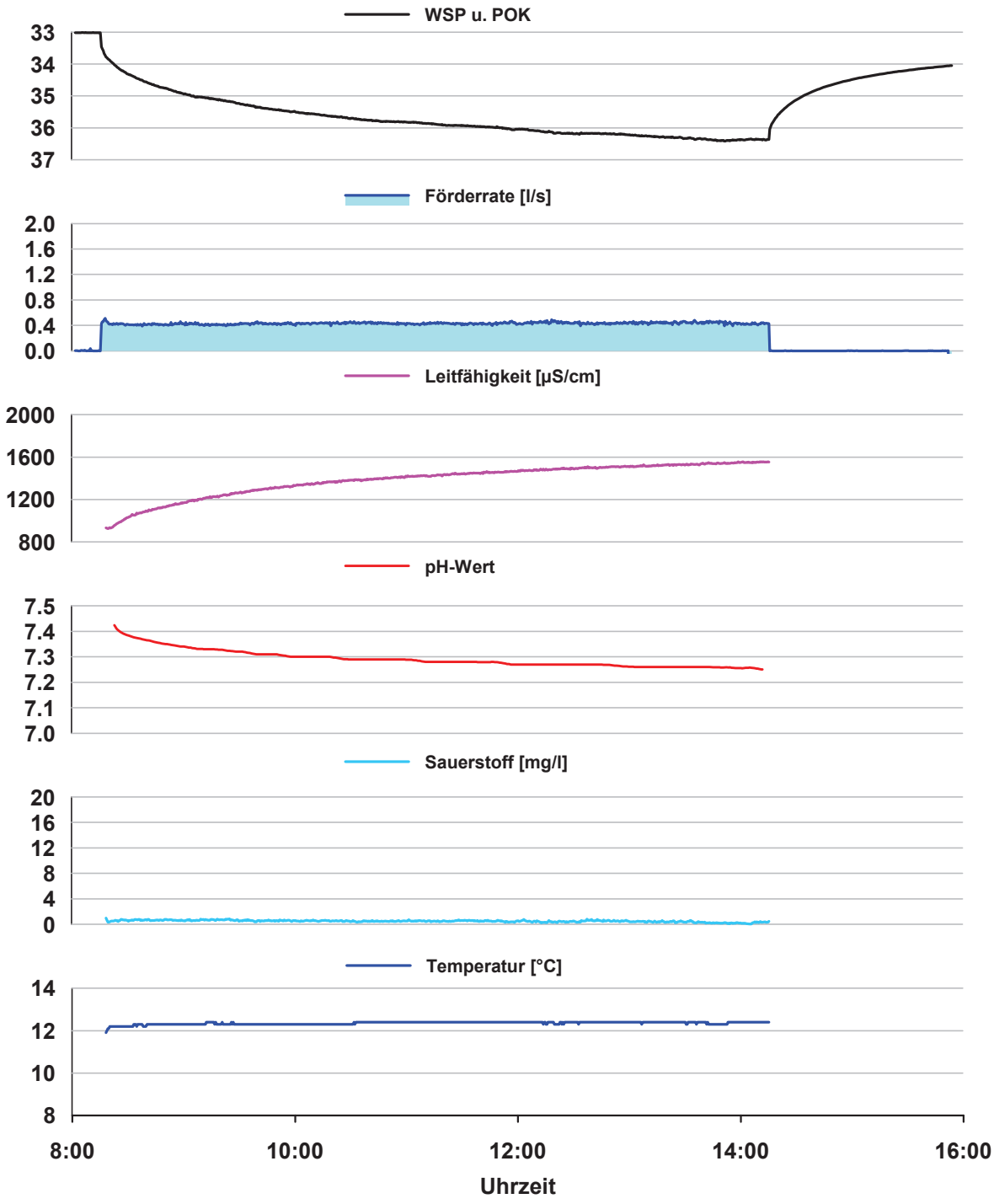


Pumpversuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen
Ort:	Böblingen
Messstelle:	Erkundungsbohrung B 1
Versuchstyp:	Kurzpumpversuch

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

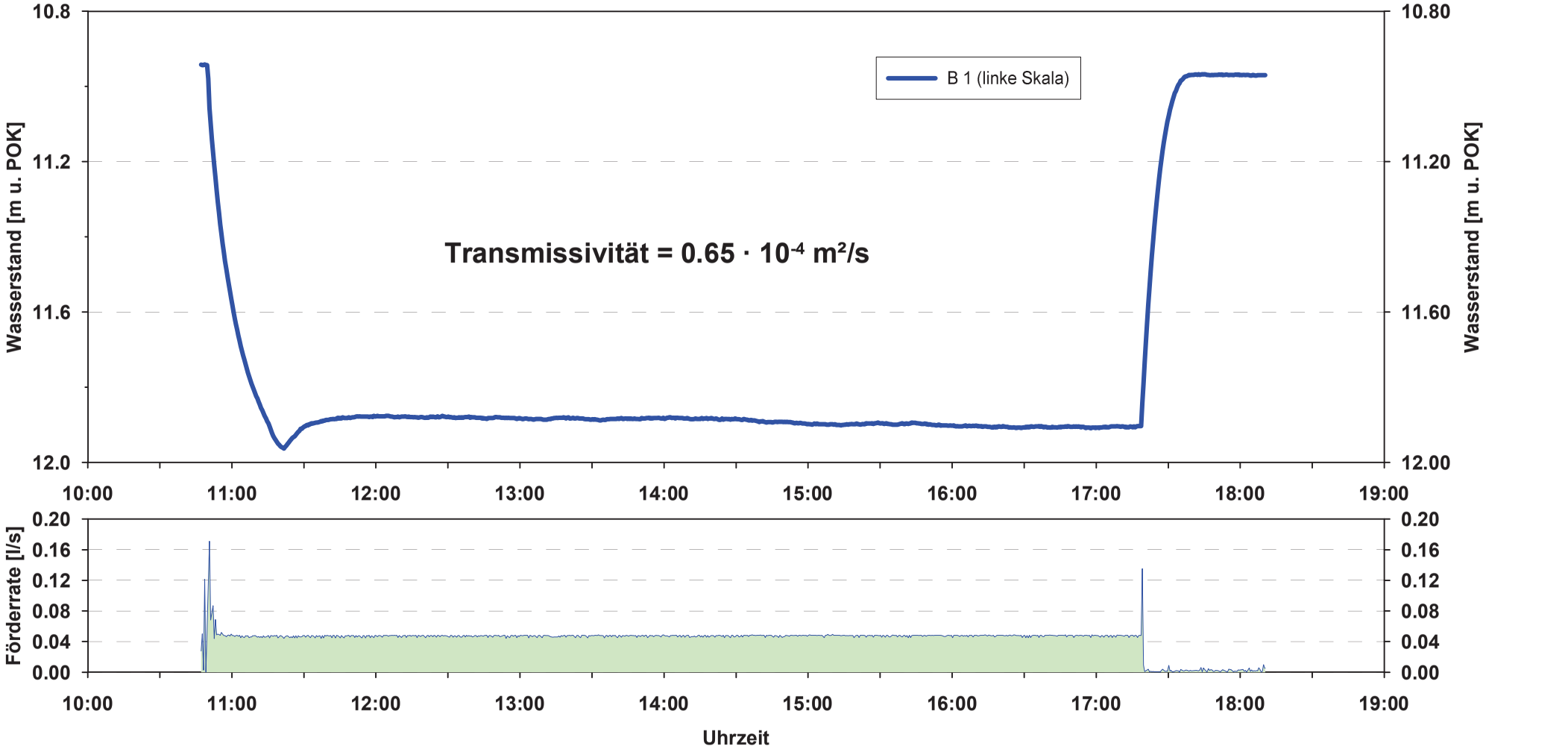
Start der Pumpmaßnahme:	10.7.2015
Durchführung:	Pailliart
Aufzeichnung:	Messrechner



Versuchsprotokoll Pumpversuch

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	10.94
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1b	Versuchstyp:	Kurzpumpversuch
Startdatum:	9.7.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	20 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Datenlogger
Ausbaudurchmesser:	DN 125	Packersitz:	ohne
Versuchsende:	10.7.2015	Filter:	9,0 - 13,2 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

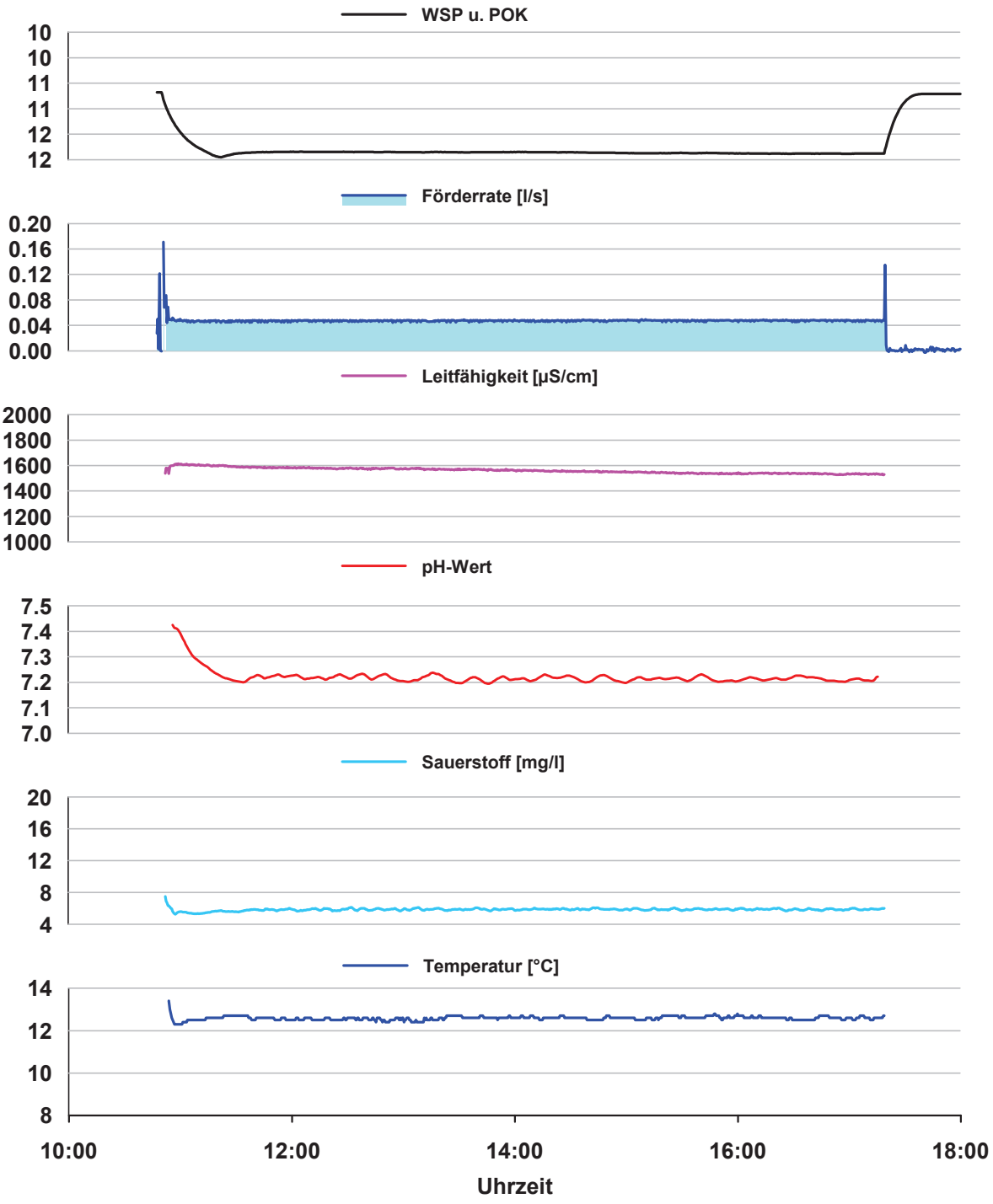


Pumpversuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen
Ort:	Böblingen
Messstelle:	Erkundungsbohrung B 1b
Versuchstyp:	Kurzpumpversuch

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

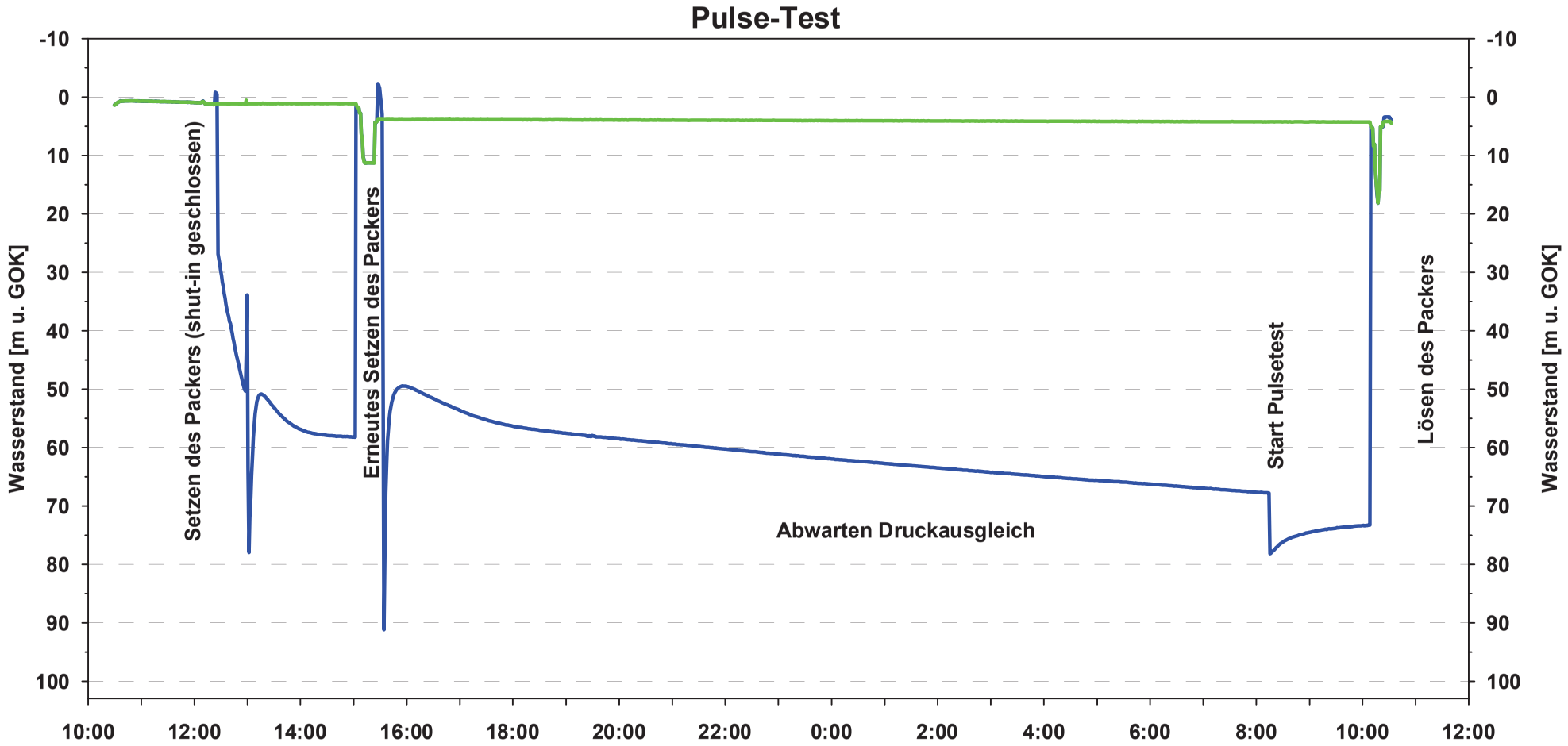
Start der Pumpmaßnahme:	9.7.2015
Durchführung:	Pailliart
Aufzeichnung:	Messrechner



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	Ruhedruck [m u. GOK]:	ca. 71 m
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Pulse-Test
Bohrtiefe:	105 m	Strangtyp:	Einpachpacker mit shut-in-Ventil
Bohrdurchmesser:	146 mm	Aufzeichnung:	Messrechner
Versuchsende:	21.1.2015, 7:54 Uhr	Packersitz:	94 - 95 m
		Testintervall:	95 - 105 m

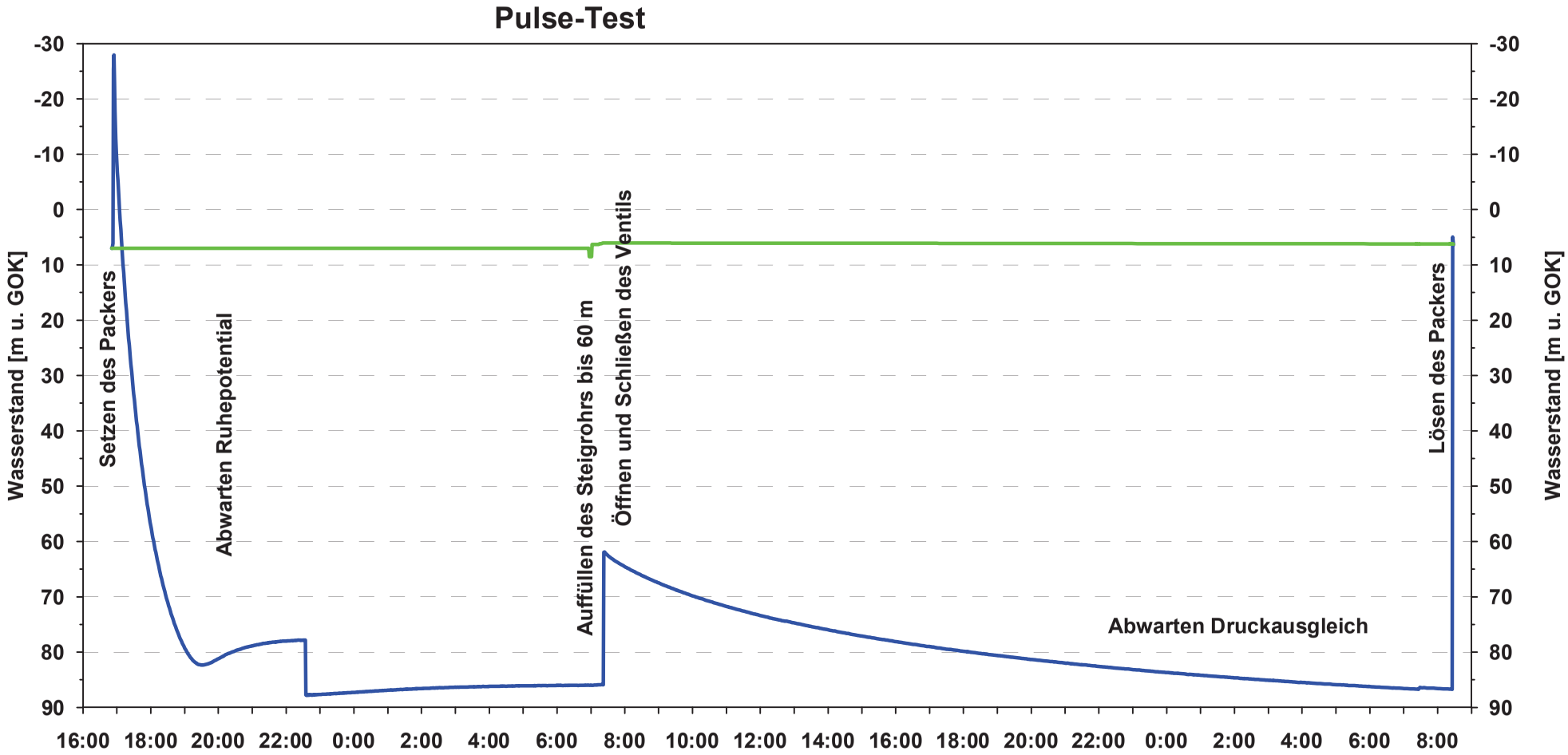
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	Ruhedruck [m u. GOK]:	ca. 87 m
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Pulse-Test
Bohrtiefe:	108 m	Strangtyp:	Einpachpacker mit shut-in-Ventil
Bohrdurchmesser:	146 mm	Aufzeichnung:	Messrechner
Letze Messung am:	23.1.2015, 8:28 Uhr	Packersitz:	84 - 85 m
		Testintervall:	85 - 108 m

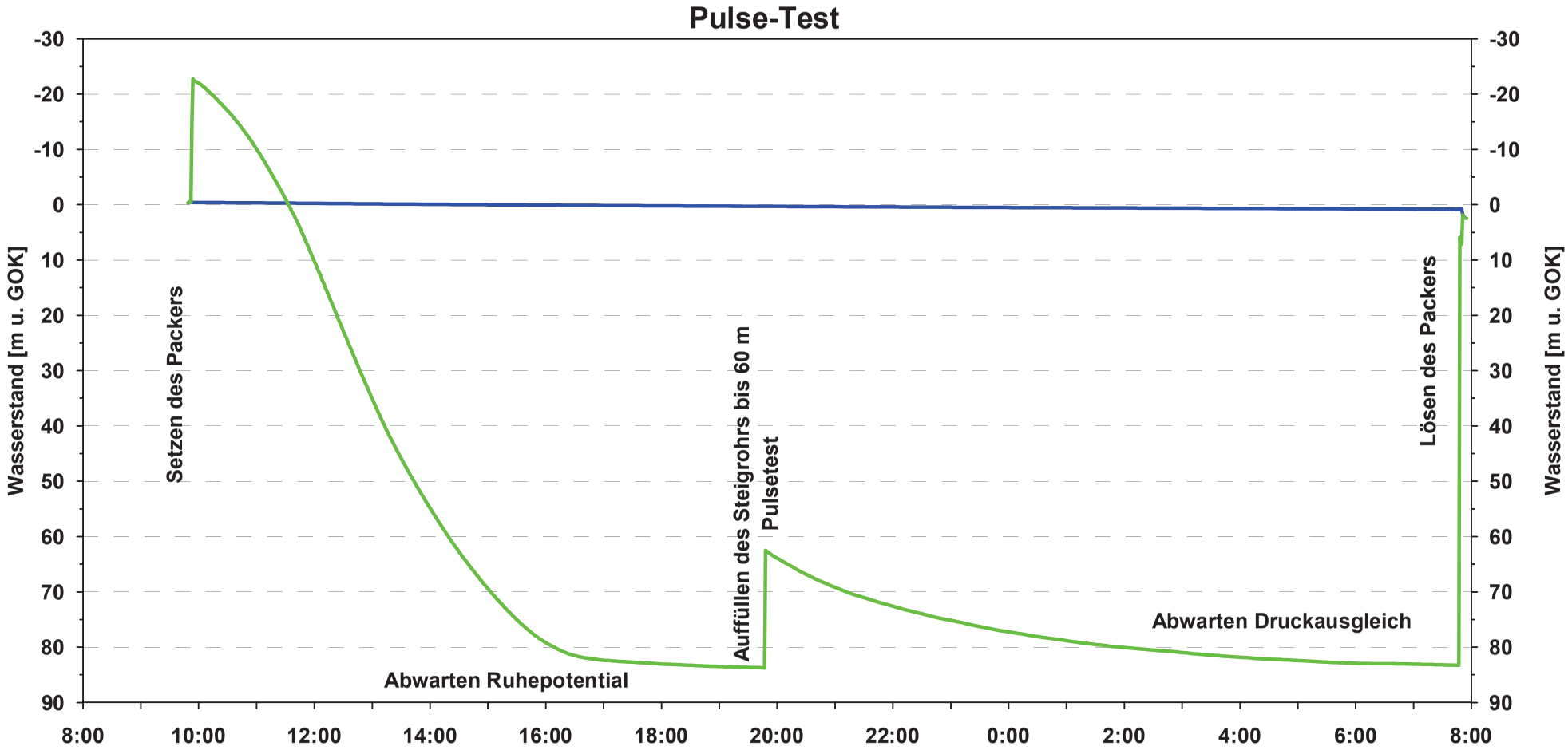
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	Ruhedruck [m u. GOK]:	ca. 84 m
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Pulse-Test
Bohrtiefe:	118 m	Strangtyp:	Einpachpacker mit shut-in-Ventil
Bohrdurchmesser:	146 mm	Aufzeichnung:	Messrechner
Versuchsende:	27.1.2015, 7:54 Uhr	Packersitz:	107 - 108 m
		Testintervall:	108 - 118 m

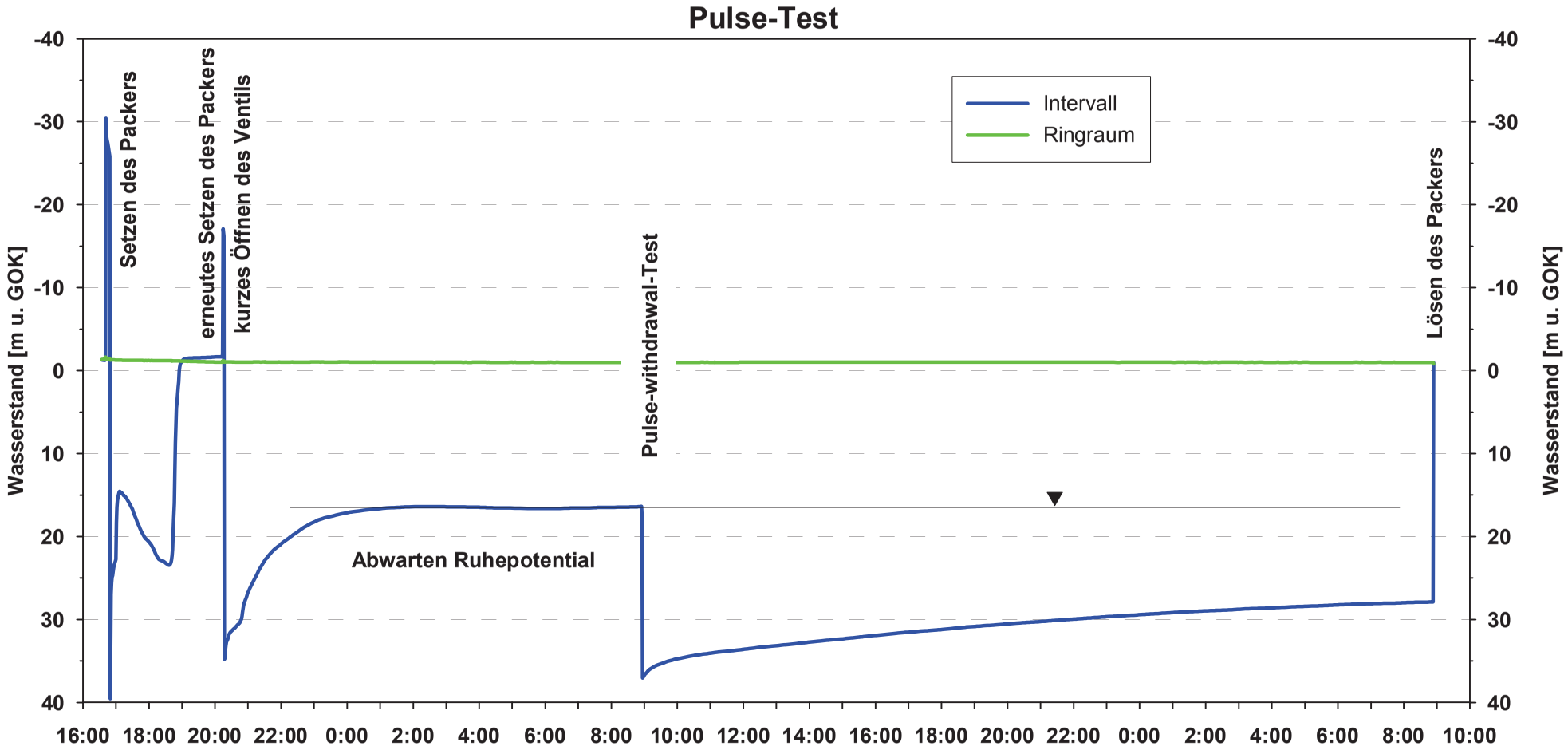
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	Ruhedruck [m u. GOK]:	16.61 m
Ort:	Böblingen	Aquifer:	ku
Bohrung:	B1a	Versuchstyp:	Pulse-Test
Bohrtiefe:	126 m	Strangtyp:	Einpachpacker mit shut-in-Ventil
Bohrdurchmesser:	146 mm	Aufzeichnung:	Messrechner
Versuchsdauer:	9.2. - 11.2.2015	Packersitz:	117 - 118 m
		Testintervall:	118 - 126 m

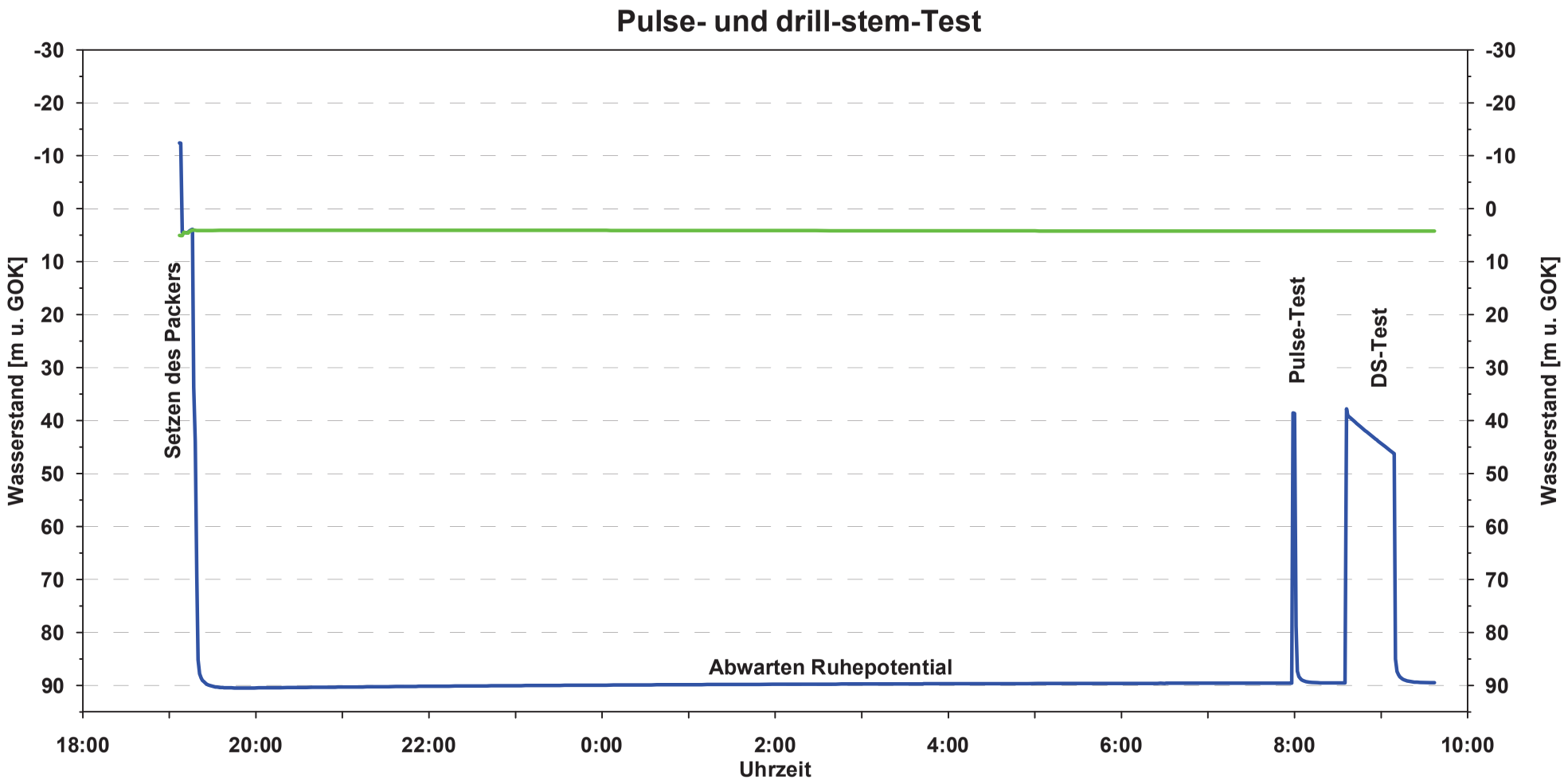
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	Ruhedruck [m u. GOK]	89.6 m u. GOK
Ort:	Böblingen	Aquifer:	mo
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Pulse- und DST-Test
Bohrtiefe:	138 m	Strangtyp:	Einpachpacker mit shut-in-Ventil
Bohrdurchmesser:	146 mm	Aufzeichnung:	Messrechner
Versuchsende:	12.2.2015, 9:54 Uhr	Packersitz:	133 - 134 m
		Testintervall:	134 - 138 m

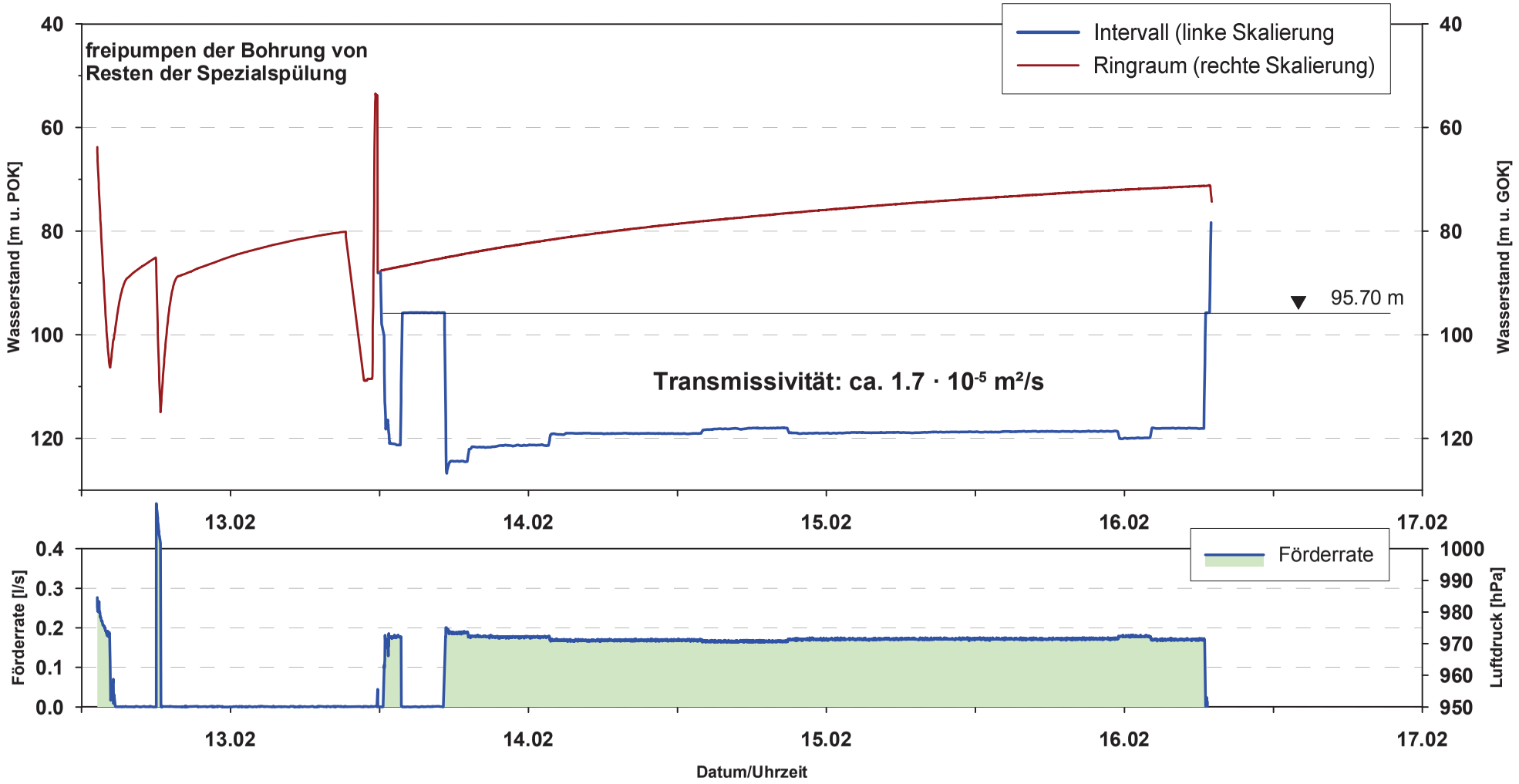
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	95.70
Ort:	Böblingen	Aquifer:	mo1
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Packerpumpversuch
Startdatum:	13.2.2015	Durchführung:	Voutta
Bohrtiefe:	144 m	Aufzeichnung:	Messrechner
Ausbaudurchmesser:	offene Bohrung	Packersitz:	125 - 126 m
Versuchsende:	16.02.2015	Filter:	offene Bohrung

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

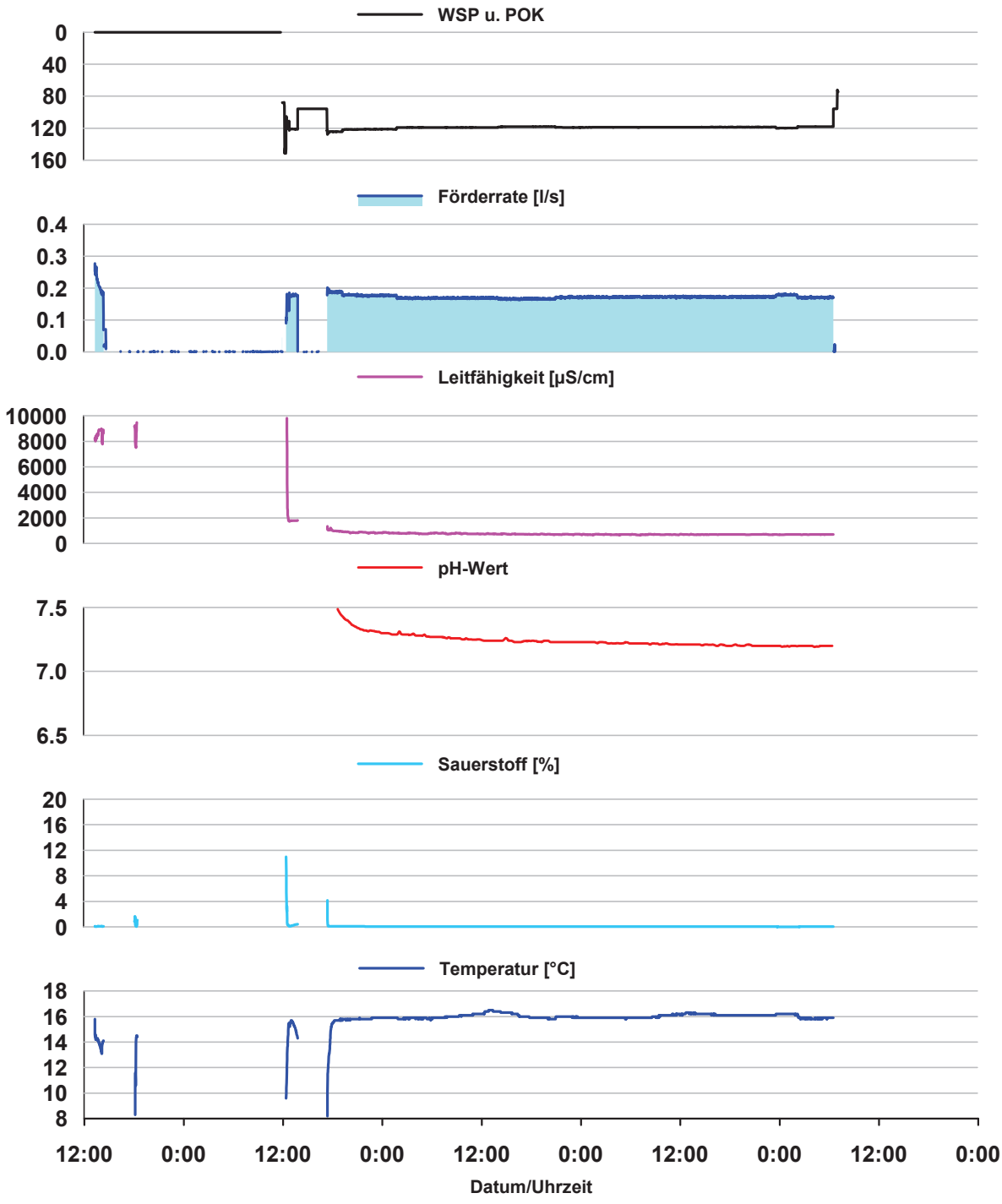


Pumpversuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen
Ort:	Böblingen
Messstelle:	Erkundungsbohrung B1a
Versuchstyp:	Kurzpumpversuch

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

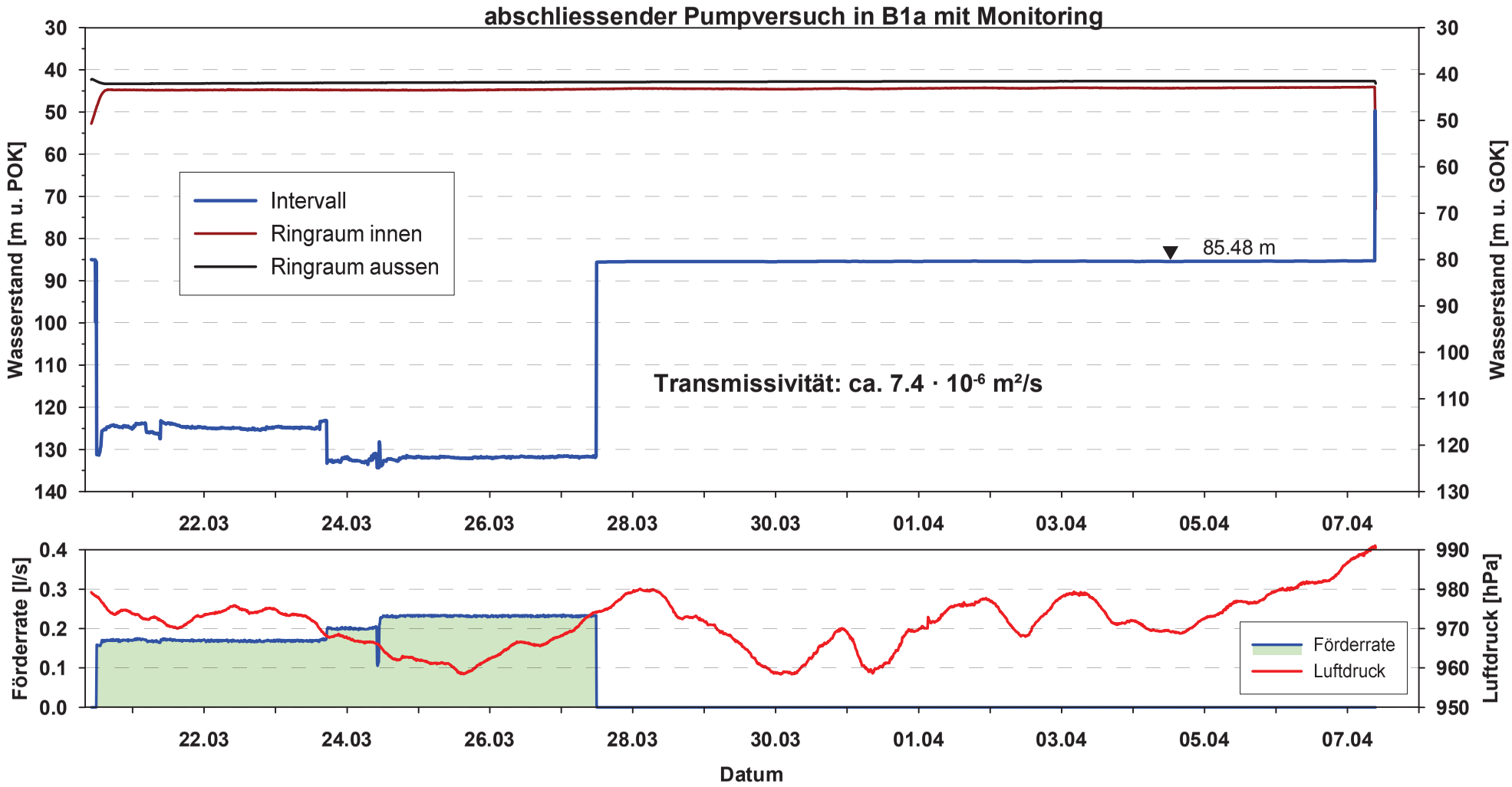
Start der Pumpmaßnahme:	13.-16.2.2015
Durchführung:	Burkhardt
Aufzeichnung:	Messrechner



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	85.48
Ort:	Böblingen	Aquifer:	mo1
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Packerpumpversuch
Startdatum:	20.3.2015	Durchführung:	Voutta
Bohrtiefe:	144 m	Aufzeichnung:	Messrechner
Bohrdurchmesser:	146 mm	Packersitz:	131 - 132 m
Versuchsende:	7.4.2015	Testintervall:	132 - 144 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

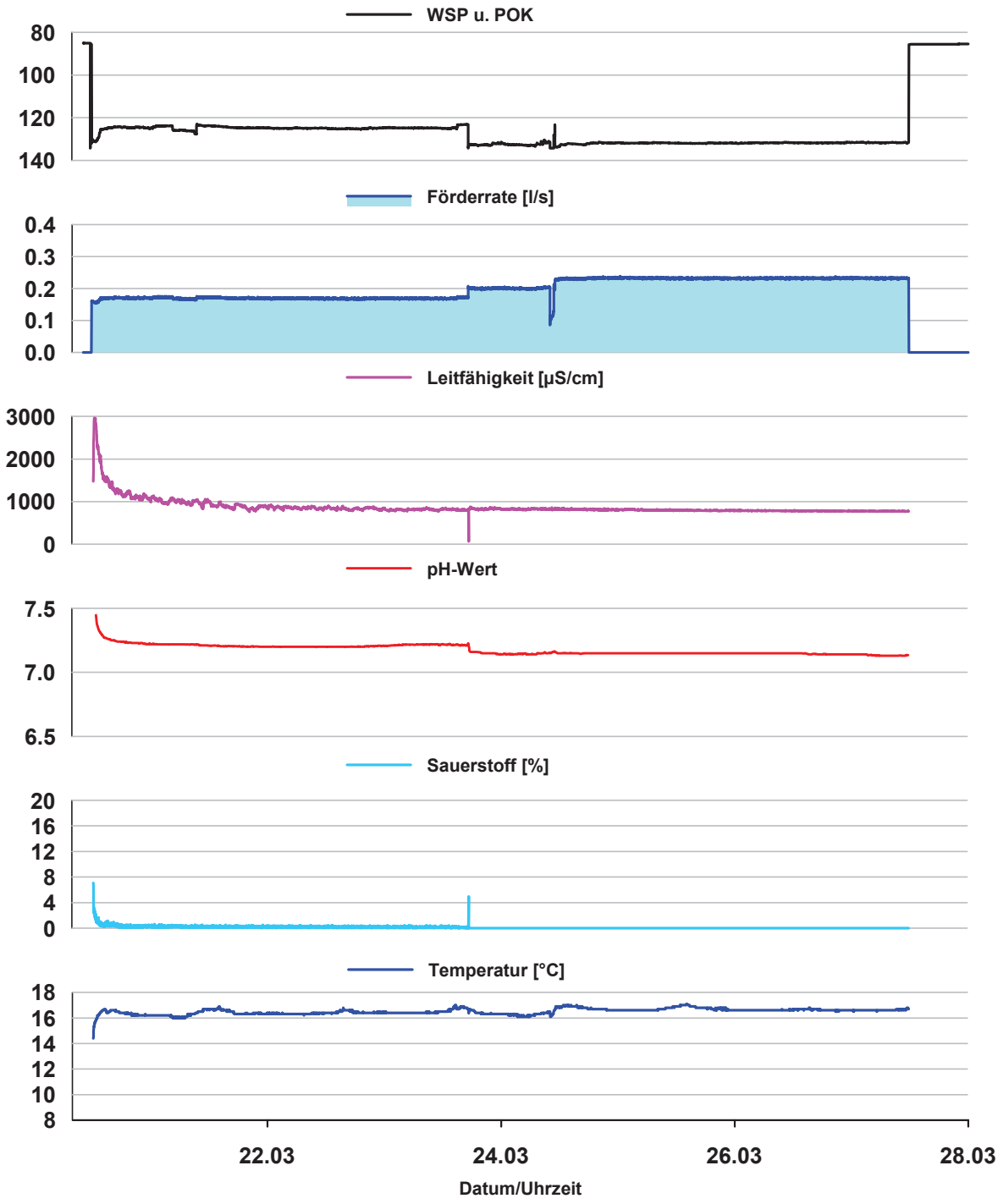


Pumpversuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen
Ort:	Böblingen
Messstelle:	Erkundungsbohrung B1a
Versuchstyp:	Pumpversuch

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

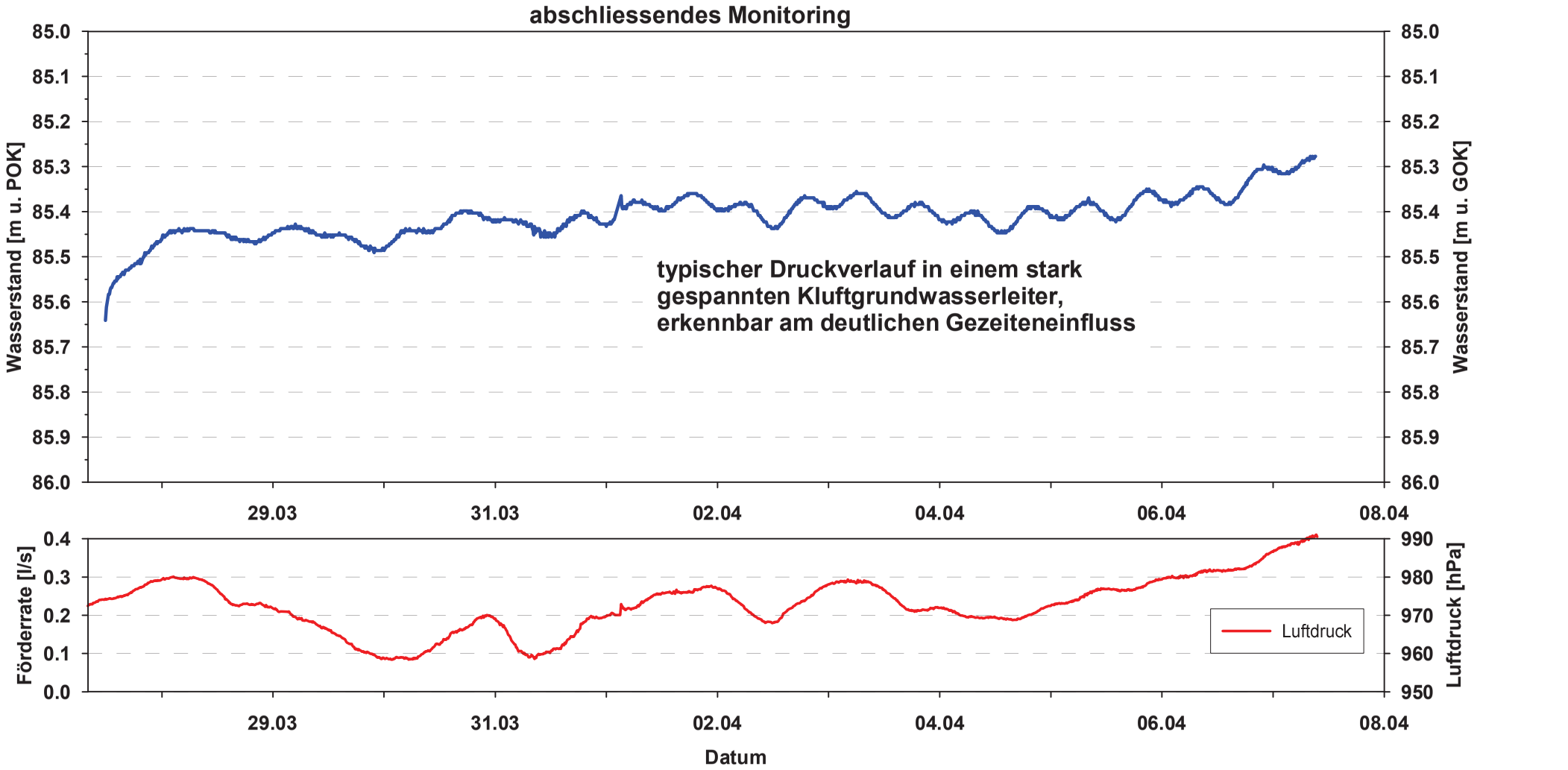
Start der Pumpmaßnahme:	20.- 27.3.2015
Durchführung:	Voutta/Burkhardt
Aufzeichnung:	Messrechner



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	85.48
Ort:	Böblingen	Aquifer:	mo1
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Monitoring
Startdatum:	28.3.2015	Durchführung:	Voutta
Bohrtiefe:	144 m	Aufzeichnung:	Messrechner
Bohrdurchmesser:	146 mm	Packersitz:	131 - 132 m
Versuchsende:	7.4.2015	Testintervall:	132 - 144 m

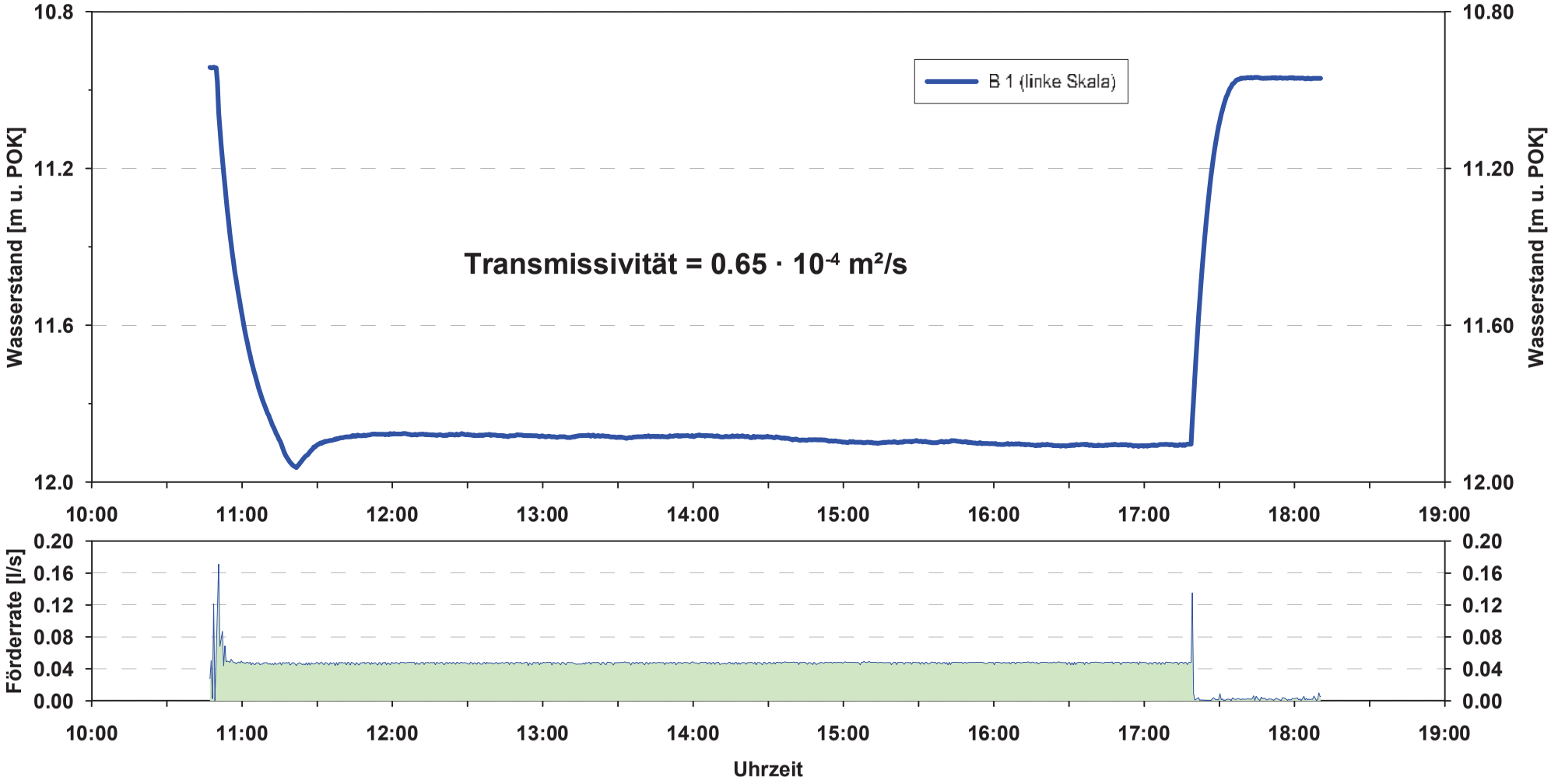
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Versuchsprotokoll Pumpversuch

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	10.94
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1b	Versuchstyp:	Kurzpumpversuch
Startdatum:	9.7.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	20 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Datenlogger
Ausbaudurchmesser:	DN 125	Packersitz:	ohne
Versuchsende:	10.7.2015	Filter:	9,0 - 13,2 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

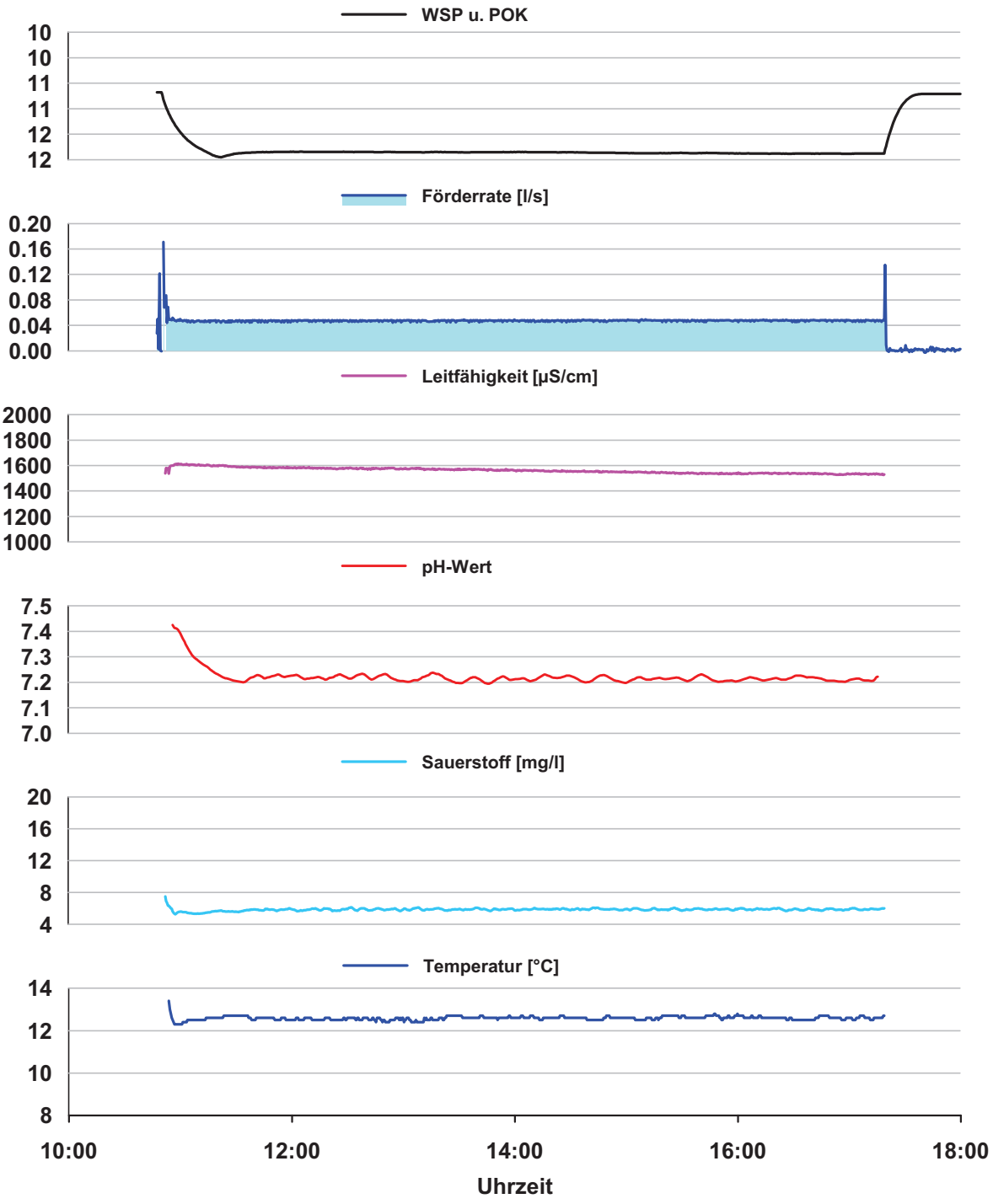


Pumpversuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen
Ort:	Böblingen
Messstelle:	Erkundungsbohrung B 1b
Versuchstyp:	Kurzpumpversuch

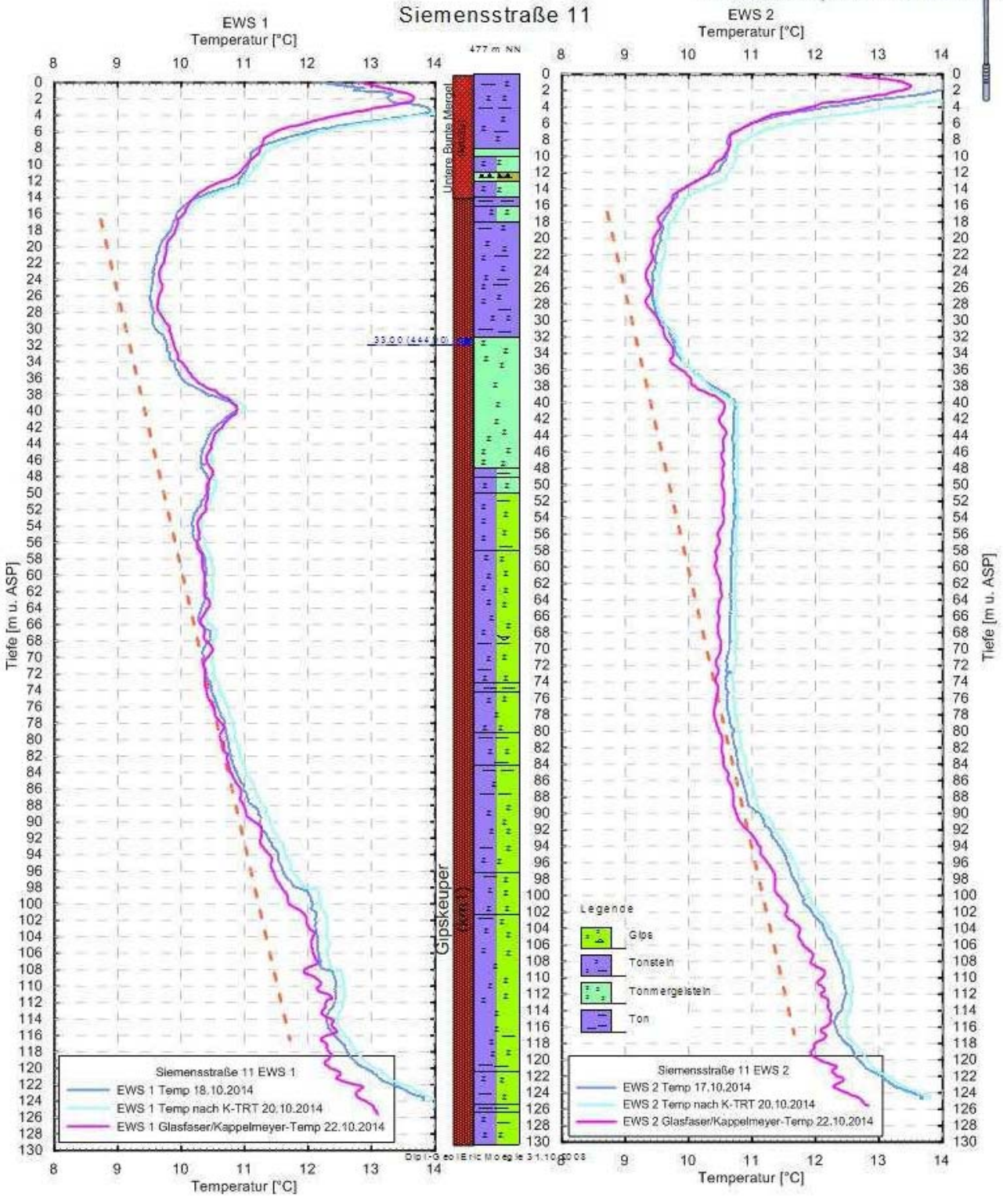
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

Start der Pumpmaßnahme:	9.7.2015
Durchführung:	Pailliart
Aufzeichnung:	Messrechner



André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

Siemensstraße 11



terratec
Geophysical Services

BOHRLOCHMESSUNGEN
in der EWS 1 & EWS 2
Böblingen, Deutschland

06.10.2014

Projekt:	Verlaufs- und Gammamessungen im Projekt Böblingen
Pr.-Nr. (terratec):	542 - 2014
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen, D – 71006 Böblingen
Auftragnehmer:	terratec Büro für Geologie und Geophysik, D - 79423 Heitersheim
Durchführung:	Dr. C. Pohl, A. Nöltner
Zeitraum:	06.10.2014
Berichtsdatum:	17.10.2014

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung ... 3
1.1 Allgemeines ... 3
1.2 Aufgabenstellung und Situation Vorort ... 3
1.3 Angewandte Methoden ... 3
1.3.1 Mini-Verlaufssonde (miniDEV) ... 3
1.3.2 Mini-Gamma-Temperatur-Sonde (miniGamT) ... 3
1.4 Spaltenbezeichnungen der Messdiagramme ... 3
1.5 Übersicht: gemessene EWS ... 5
1.5.1 EWS 1 ... 5
1.5.2 EWS 2 ... 5
2 EWS 1 – Strang 1 ... 6
2.1 Ablauf der Messungen ... 6
2.2 Beschreibung der Messergebnisse ... 6
2.2.1 Verlaufsmessungen ... 6
3 EWS 1 – Strang 2 ... 7
3.1 Ablauf der Messungen ... 7
3.2 Beschreibung der Messergebnisse ... 7
3.2.1 Verlaufsmessungen ... 7
4 EWS 1 – Strang 3 ... 9
4.1 Ablauf der Messungen ... 9
4.2 Beschreibung der Messergebnisse ... 9
4.2.1 Verlaufsmessungen ... 9
4.2.2 Natürliche Gammastrahlung ... 10
4.2.3 Temperatur ... 11
5 EWS 1 – Strang 4 ... 11
5.1 Ablauf der Messungen ... 11
5.2 Beschreibung der Messergebnisse ... 11
5.2.1 Verlaufsmessungen ... 11
6 EWS 1 – Gesamtdarstellung ... 12
7 EWS 2 – Strang 1 ... 14
7.1 Ablauf der Messungen ... 14
8 EWS 2 – Strang 2 ... 14
8.1 Ablauf der Messungen ... 14
8.2 Beschreibung der Messergebnisse ... 14
8.2.1 Verlaufsmessungen ... 14

9 EWS 2 – Strang 3 16
9.1 Ablauf der Messungen 16
9.2 Beschreibung der Messergebnisse 16
9.2.1 Verlaufsmessungen 16
10 EWS 2 – Strang 4 17
10.1 Ablauf der Messungen 17
10.2 Beschreibung der Messergebnisse 17
10.2.1 Verlaufsmessungen 17
10.2.2 Natürliche Gammastrahlung 18
10.2.3 Temperatur 19
11 EWS 2 – Gesamtdarstellung 20
12 ANHANG: SONDENBESCHREIBUNG 22
12.1 Mini-Verlaufssonde (miniDEV) 22
12.2 Mini-Gamma-, Temperatur-Sonde (miniGamT) 23

Anlagen:

- Messkurven:
  - Temperatur- und Gammakurve Maßstab 1:200 (EWS1: Anlage 1.4; EWS2: Anlage 2.4)
  - Messkurve Verlauf: Azimut, Neigung, Northing, Easting und TVD Maßstab 1:200 (EWS 1: Anlage 1.1 – 1.3 & 1.5 – 1.6; EWS2: Anlage 2.1 – 2.3 & 2.5)

- CD-ROM:
  - Temperatur- und Gammakurve (*.wcl, *.pdf)
  - Messkurve Verlauf: Azimut, Neigung, Northing, Easting und TVD (*.wcl, *.pdf)
  - Bullseye- und Profildarstellung (*.jpg)
  - Temperatur-, Verlaufs- und Gammawerte (*.txt)
  - Betrachtungssoftware WellCAD Reader (*.exe)
  - vorliegender Bericht (*.pdf)

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Der vorliegende Bericht beschreibt die Durchführung und die Ergebnisse der geophysikalischen Bohrlochmessungen in den Erdwärmesonden „EWS 1“ und „EWS 2“ im Projekt “Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen”.
Auftraggeber für die Messungen ist das Landratsamt Böblingen, 71006 Böblingen. Die fachliche Betreuung vor Ort erfolgte durch Herrn Dipl. Geol. P. Branscheid (Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH). Auftragsnehmer ist die Fa. terratec Büro f. Geologie u. Geophysik, D - 79423 Heitersheim. Die Messungen wurden am 06.10.2014 in einem Einsatz durchgeführt.

1.2 Aufgabenstellung und Situation Vorort

Ziel der Messungen war die Gewinnung von Bohrlochverlaufsdaten in zwei Sondensträngen pro Erdwärmesonde. Neben der Neigung und dem Azimut werden die Verlaufsdaten als Relativkoordinaten „Northing“, „Easting“ und „TVD“ angegeben. Darüber hinaus sollte in einem Sondenstrang pro EWS die natürliche Gammastrahlung des Gebirges und das Temperaturprofil der Strangfüllung erfasst werden.

In Absprache mit Herrn Dipl. Geol. P. Branscheid (Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH) wurde Vorort entschieden, dass aufgrund einer schwierig zu passierenden Stelle im Bereich um 33 – 34 m jeder Strang der beiden EWS auf seine Befahrbarkeit hin getestet werden sollte.

Direkt vor den Messungen durch die Fa. terratec wurde in einigen Strängen der beiden EWS bereits durch Herrn Dipl. Geol. A. Voutta (Grundwasserhydraulik) Bohrlochmessungen durchgeführt, weshalb kein ungestörtes Temperaturprofil von Seiten terratec garantiert werden kann.

1.3 Angewandte Methoden

1.3.1 Mini-Verlaufssonde (miniDEV)

Um den Verlauf der Bohrungen an sich zu messen, werden ein oder mehrere EWS-Stränge mit der Mini-Verlaufssonde befahren. In der Messsonde befinden sich ein 3-achs Accelerometer und ein 3-achs Magnetometer. Mit dem Accelerometer wird die Neigung gegen die Vertikale ermittelt, mit dem Magnetometer die Richtung im Erdmagnetfeld. Die Richtung wird als Azimut angegeben, welcher der Abweichung gegen magnetisch Nord entspricht. Die Präzision der Sensoren beträgt ± 1° für die Neigung und ± 2° für den Azimut (s. Datenblatt im Anhang).

1.3.2 Mini-Gamma-Temperatur-Sonde (miniGamT)

Mit der MiniGamT-Sonde werden während einer Messfahrt die beiden Parameter Temperatur und natürliche Gammastrahlung der Gesteine aufgezeichnet. Das Temperaturprofil wird mit Hilfe eines an der Sondenspitze angebrachten Messfühlers erfasst und kann Auskunft über die im Untergrund vorherschenden Temperaturen geben sowie gegebenenfalls Undichtigkeiten in der Hinterfüllung aufzeigen. Ein NaI-Szintillationskristall misst die totale natürliche Gammastrahlung in CPS („Counts Per Second“), welche beim radioaktiven Zerfall emittiert wird. Die gemessene Gammaintensität kann durch vorhandene Stahlverrohrung und das Wasser/Glycol vermindert werden, was in den Messdiagrammen nicht berücksichtigt wird.

1.4 Spaltenbezeichnungen der Messdiagramme

Die folgende Tabelle erläutert die in den Spalten der Messdiagramme verwendeten Bezeichnungen:

Abkürzung / Spaltenbezeichner	Erläuterung
Nat. Gamma	Natürliche Gammastrahlung (API)
Temperatur R	Wassertemperatur (°C) in Ruhe
Grad. Temperatur	Temperaturgradient über einen Meter berechnet (°C/m)
Neigung	Neigung der Bohrung gegenüber der Lotrechten in Grad
Azimut	Richtung der Bohrung gegen magnetisch Nord in Grad
Northing	Abweichung der Bohrung von der Lotrechten nach magnetisch Nord in Meter; Minuswerte entsprechen der Abweichung in Richtung magnetisch Süd
Easting	Abweichung der Bohrung von der Lotrechten nach magnetisch Ost in Meter; Minuswerte entsprechen der Abweichung in Richtung magnetisch West
TVD	Wahre Bohrungstiefe; Bohrungstiefe in der Lotrechten in Meter

Als **Messbezug** für die Bohrungen wurde die **Strangoberkante** verwendet, da ein eindeutiger GOK-Bezug nicht hergestellt werden konnte.

- EWS 1: Differenz Strangoberkante S1 & S4 – Platten Gartenweg: ca. 0,36 m
- EWS 1: Differenz Strangoberkante S2 & S3 – Platten Gartenweg: ca. 0,34 m
- EWS 2: Differenz Strangoberkante 1 bis 4 – ehem. Gartenweg: ca. 0,13 m

Linkes Bild: Bohrlochmessungen in der EWS1; rechtes Bild: Messungen in der EWS2. Die oben angegebenen Abstände Strangoberkanten - GOK beziehen sich auf den Gartenweg (linke Bildränder).

1.5 Übersicht: gemessene EWS

Die folgenden Tabellen geben einen zusammenfassenden chronologischen Überblick über die im Projekt durchgeführten geophysikalischen Bohrlochmessungen:

1.5.1 EWS 1

	Strang	Parameter	Datum	Operator terratec	ET (gemessen)* [m]	ET laut Bohrfirma [m]	Bemerkungen
1	EWS1 S2	Verlauf	06.10.2014	Pohl	33,58	130,00	
2	EWS1 S1	Verlauf	06.10.2014	Pohl	33,55	130,00	
3	EWS1 S3	Verlauf, Temperatur, nat. Gamma	06.10.2014	Pohl	33,60	130,00	
4	EWS1 S4	Verlauf	06.10.2104	Pohl	33,50	130,00	

*Gemessene Endtiefe bezieht sich auf Oberkante Sondenstrang

1.5.2 EWS 2

	Strang	Parameter	Datum	Operator terratec	ET (gemessen)* [m]	ET laut Bohrfirma [m]	Bemerkungen
1	EWS2 S3	Verlauf	06.10.2014	Pohl	33,98	130,00	Die oberen 10 m ließen sich nur schwierig befahren.
2	EWS2 S4	Verlauf, Temperatur, nat. Gamma	06.10.2014	Pohl	33,95	130,00	
3	EWS2 S2	Verlauf	06.10.2014	Pohl	33,95	130,00	
4	EWS2 S1	Verlauf	06.10.2104	Pohl	\	130,00	Eine Biegung am oberen Strangende verhinderte die Sondenbefahrung.

*Gemessene Endtiefe bezieht sich auf Oberkante Sondenstrang

2 EWS 1 – Strang 1

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,55 m

2.1 Ablauf der Messungen

Die Verlaufsmessung im Erdwärmesondenstrang 1 der EWS 1 wurde mit der miniDEV-Sonde abwärtsgerichtet ausgeführt. Die Fahrtgeschwindigkeit betrug ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

2.2 Beschreibung der Messergebnisse

2.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 1 in Richtung SW, dabei beschreibt er allerdings einige Umschwünge. Der Mess-Endpunkt in 33,55 m Tiefe der EWS liegt 0,37 m in westlicher und 0,27 m in südlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,39 m. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

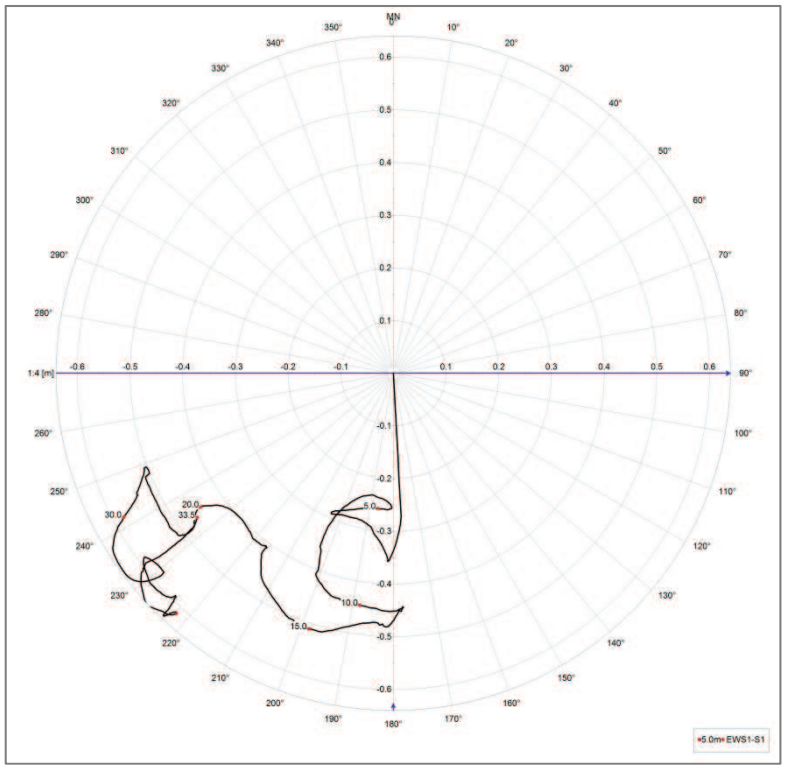


Abb. 1: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 1 bis zur Messendtiefe.

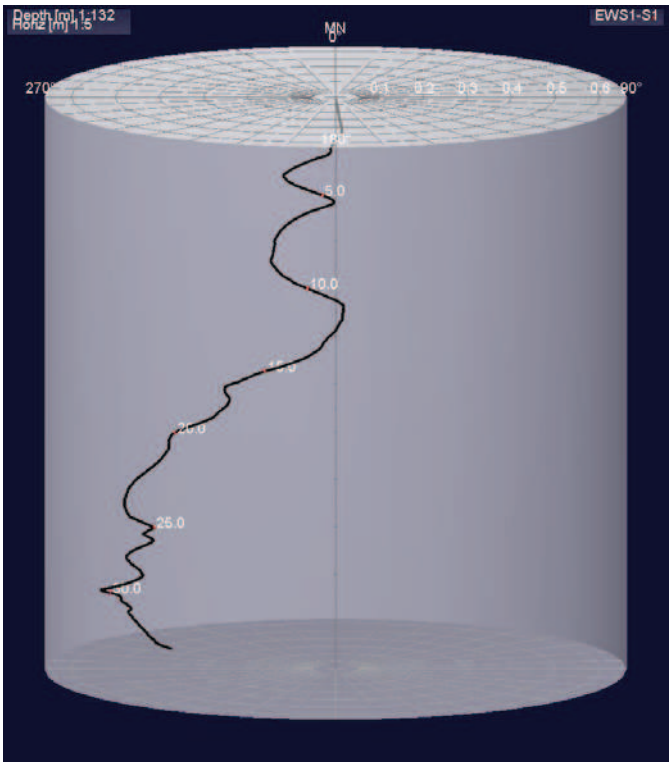


Abb. 1: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 1, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

3 EWS 1 – Strang 2

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,58 m

3.1 Ablauf der Messungen

Die Verlaufsmessung im Erdwärmesondenstrang 2 der EWS 1 wurde mit der miniDEV-Sonde abwärtsgerichtet ausgeführt. Die Fahrtgeschwindigkeit betrug ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

3.2 Beschreibung der Messergebnisse

3.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 2 in Richtung W - WSW, dabei beschreibt er allerdings einige Umschwünge. Der Mess-Endpunkt in 33,58 m Tiefe der EWS liegt 0,56 m in westlicher und 0,03 m in südlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Maximal weicht der gemessene Strang bei ca. 17,0 m Tiefe 0,25 m von der Lotrechten Richtung N ab. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,45 m. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

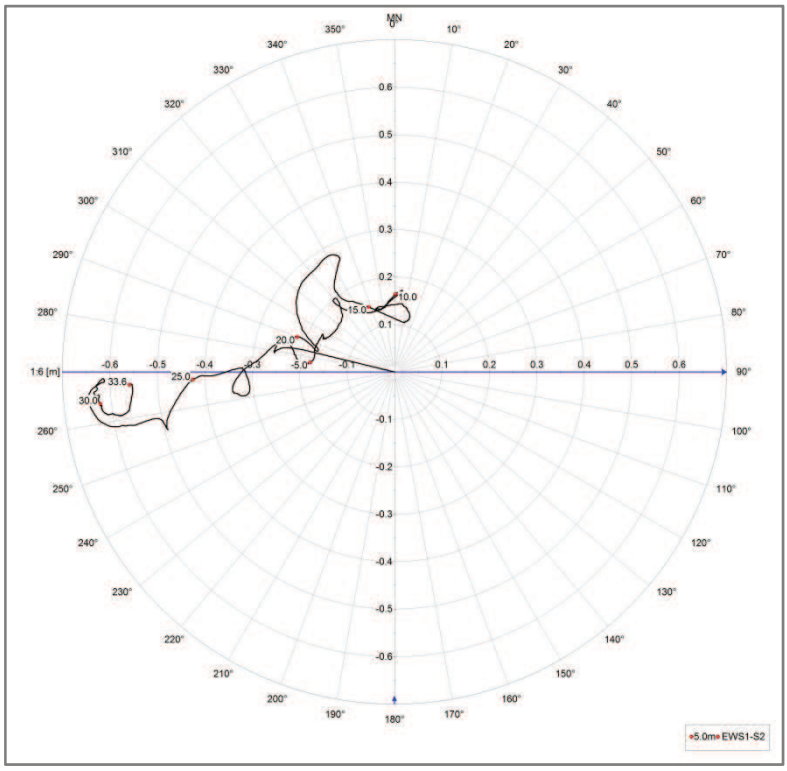


Abb. 3: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 2 bis zur Messendtiefe.

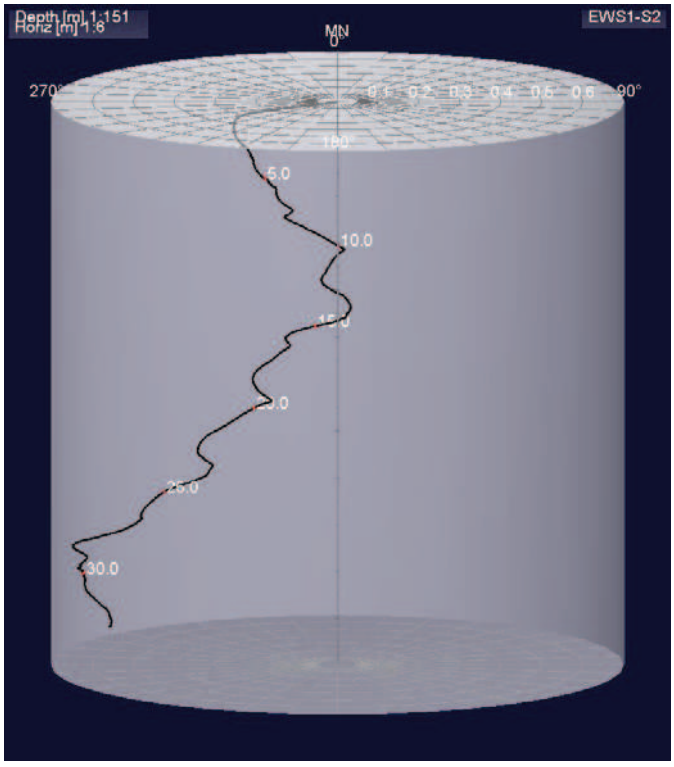


Abb. 4: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 2, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

4 EWS 1 – Strang 3

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,60 m (MGamT), 33,58 m (MDEV)

4.1 Ablauf der Messungen

Der Erdwärmesondenstrang 3 der EWS 1 wurde zunächst mit der MGamT-Sonde zur Ermittlung der Parameter Temperatur und natürliche Gammastrahlung befahren. Die Messung wurde mit ca. 2,0 m/min abwärtsfahrend ausgeführt. Die Abtastrate betrug 1 cm.

Im Anschluss erfolgte die Messung des Verlaufs mit einer Fahrtgeschwindigkeit von ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

4.2 Beschreibung der Messergebnisse

4.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 3 zunächst in Richtung W und ab ca. 25 m in Richtung NW. Der Mess-Endpunkt in 33,58 m Tiefe der EWS liegt 1,39 m in westlicher und 0,29 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,45 m. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

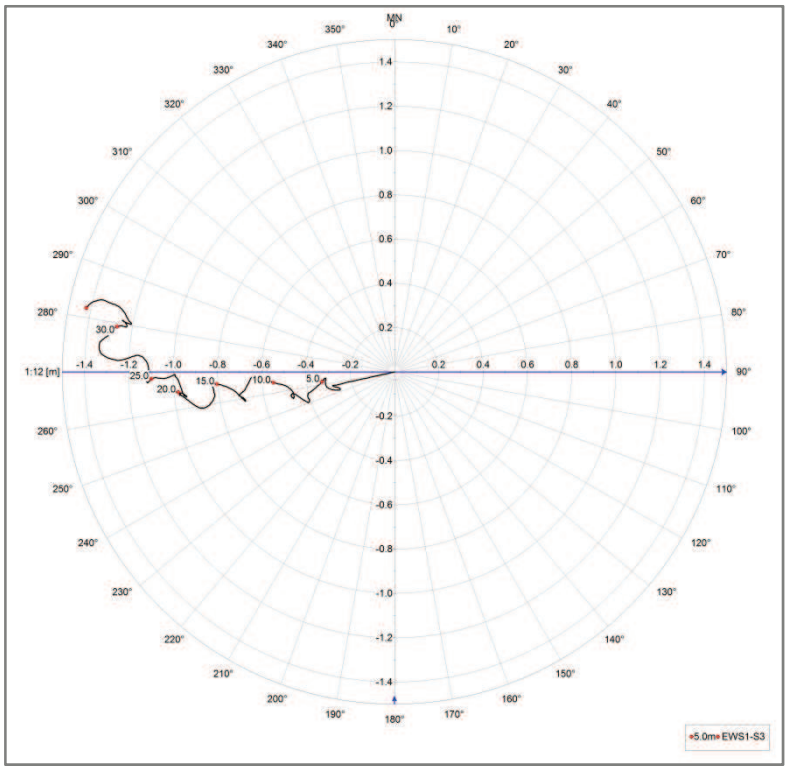


Abb. 5: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 3 bis zur Messendtiefe.

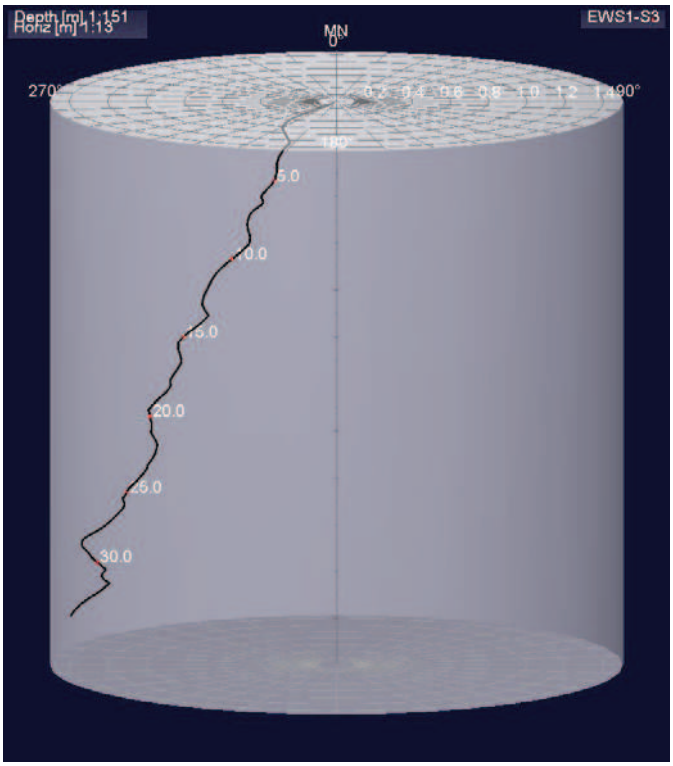


Abb. 6: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 3, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

4.2.2 Natürliche Gammastrahlung

Im Mittel bewegen sich die Werte der natürlich auftretenden Gammastrahlung bis zum Messende um 42 CPS.

In der folgenden Tabelle sind auffällige Intervallabschnitte mit ihren durchschnittlichen CPS-Werten aufgeführt:

Intervall von – bis	Natural Gamma Average / Intervall
(m u. GOK)	(CPS)
1,5 – 6,0	Werte um 45
6,0 – 10,2	54
10,2 – 17,4	45
17,4 – 22,2	33
22,2 – 22,9	59, Spitze max. 227
22,9 – 24,9	Plateau mit niedrigeren Werten um 31
24,9 – ET	37

4.2.3 Temperatur

Bis zu einer Messtiefe von ca. 30,90 m nimmt die Temperatur nach Eintauchen der Sonde insgesamt von 14,9 °C (1,59 m u. GOK) auf 9,2 °C ab. Daran anschließend, ist eine leicht Temperaturzunahme bis auf den Endwert von 9,5 °C zu beobachten. Im Folgenden wird der Verlauf der Temperaturkurve tabellarisch dargestellt.

Intervall von – bis	Temperaturentwicklung / Intervall
(m u. GOK)	(°C)
1,6 – 4,8	Temperaturabnahme von 14,9 °C auf 13,0 °C, Durchschnittstemperatur im Intervall 14,1 °C
4,8 – 8,0	Weitere Abnahme auf 11,0 °C, Durchschnittstemperatur im Intervall 11,8 °C
8,0 – 13,2	Temperaturabnahme minimal auf 10,5 °C, Durchschnittstemperatur 10,8 °C
13,2 – 15,0	Abnahme bis auf 9,9 °C, Durchschnittstemperatur 10,2 °C
15,0 – 30,9	Kontinuierlicher Abnahme auf 9,2 °C, Durchschnittstemperatur 9,4 °C
30,9 – 33,1	Temperaturzunahme auf 9,5 °C, Durchschnittstemperatur 9,3 °C
33,1 – ET	Temperatur +/- konstant mit Werten um 9,5 °C, Durchschnittstemperatur 9,5 °C

5 EWS 1 – Strang 4

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,50 m

5.1 Ablauf der Messungen

Die Verlaufsmessung im Erdwärmesondenstrang 4 der EWS 1 wurde mit der miniDEV-Sonde abwärtsgerichtet ausgeführt. Die Fahrtgeschwindigkeit betrug ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

5.2 Beschreibung der Messergebnisse

5.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 4 in Richtung NW, dabei beschreibt er allerdings einige Umschwünge. Der Mess-Endpunkt in 33,50 m Tiefe der EWS liegt 0,54 m in westlicher und 0,67 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,40 m. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

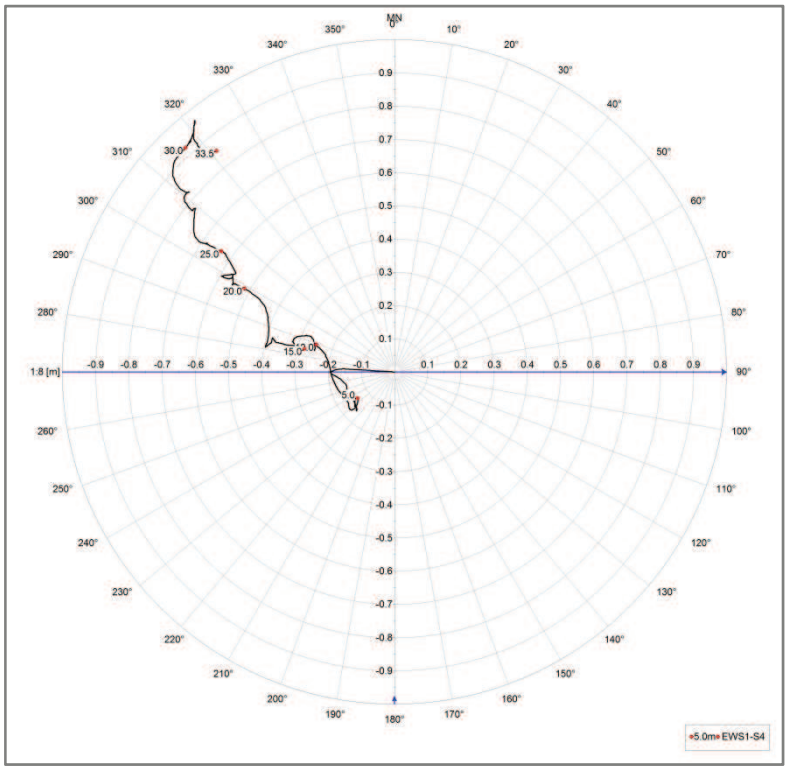


Abb. 7: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 4 bis zur Messendtiefe.

Abb. 8: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 4, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

6 EWS 1 – Gesamtdarstellung

Im Folgenden werden der Verlauf der Stränge 1-4 der EWS 1 in einer gemeinsamen Bullseye – und Zylinderdarstellung abgebildet. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungs-

kurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus den ständigen Lageänderungen der EWS Stränge zu begründen und ein typisches Bild. Eine Abweichung im Verlauf der Stränge insgesamt über den Bohrungsdurchmesser hinaus ergibt sich aus der Sensorgenauigkeit der Sonde.

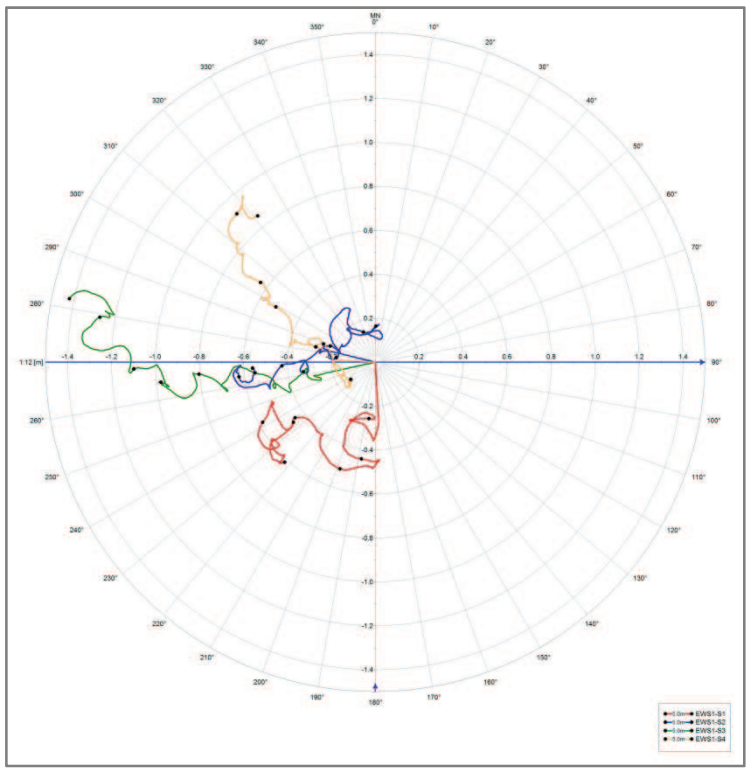


Abb. 9: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 1 alle Stränge bis zur Messendtiefe (Strang 1 = rot; Strang 2 = blau; Strang 3 = grün; Strang 4 = gelb).

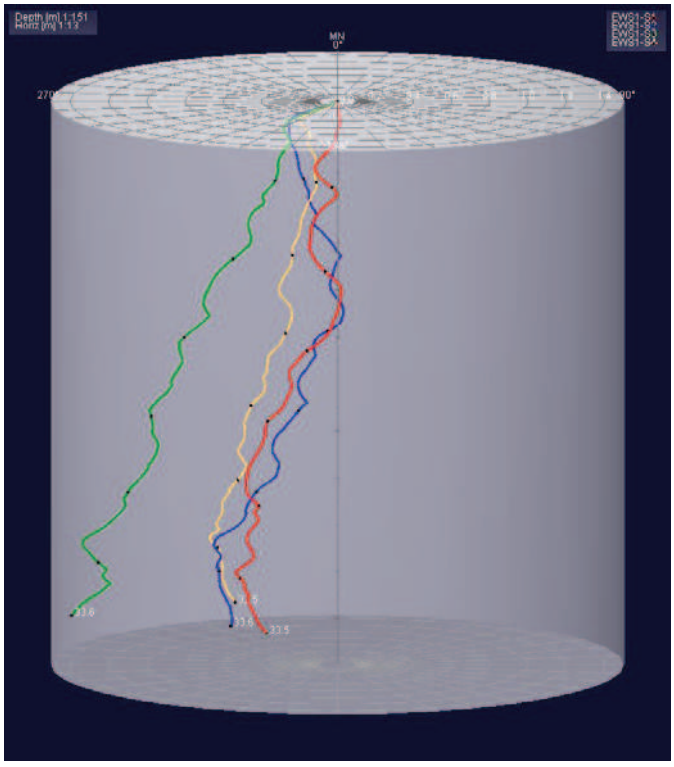


Abb. 10: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 1 alle Stränge, Blickrichtung Magnetisch-Nord (Strang 1 = rot; Strang 2 = blau; Strang 3 = grün; Strang 4 = gelb).

7 EWS 2 – Strang 1

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: \

7.1 Ablauf der Messungen

Im Erdwärmesondenstrang 1 der EWS 2 konnten leider keine Messungen durchgeführt werden, da ein Einführen der Messsonden durch den am oberen Ende stark gebogenen Schlauch nicht möglich war.

Der im Bild linke Strang 1 der EWS 2 konnte aufgrund der starken Biegung am oberen Ende nicht befahren werden.

8 EWS 2 – Strang 2

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,95 m

8.1 Ablauf der Messungen

Die Verlaufsmessung im Erdwärmesondenstrang 2 der EWS 2 wurde mit der miniDEV-Sonde abwärtsgerichtet ausgeführt. Die Fahrtgeschwindigkeit betrug ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

8.2 Beschreibung der Messergebnisse

8.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 2 in Richtung WSW. Der Mess-Endpunkt in 33,95 m Tiefe der EWS liegt 1,04 m in westlicher und 0,70 m in südlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,80 m. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häu-

fig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

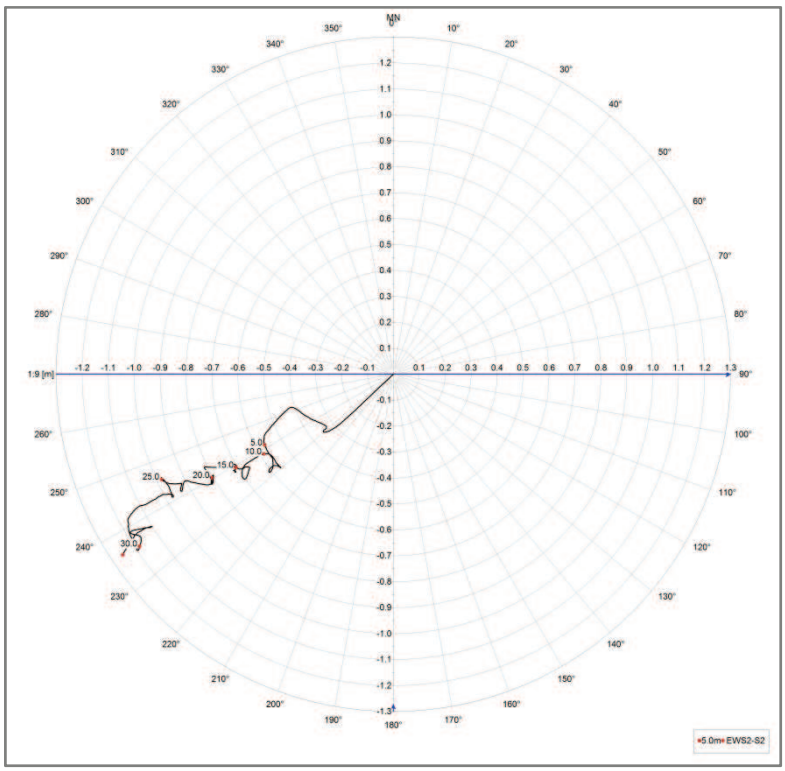


Abb. 11: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 2-Strang 2 bis zur Messendtiefe.

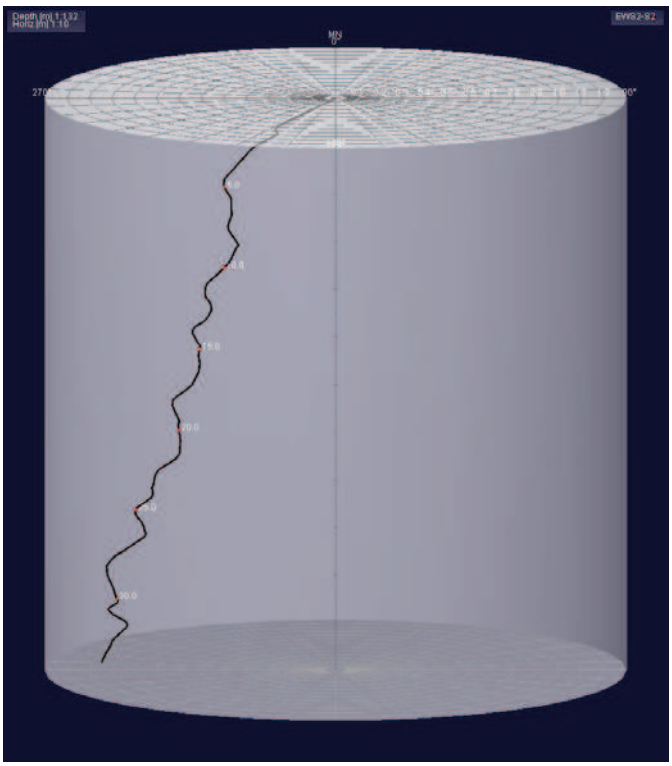


Abb. 12: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 2-Strang 2, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

9 EWS 2 – Strang 3

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,98 m

9.1 Ablauf der Messungen

Die Verlaufsmessung im Erdwärmesondenstrang 3 der EWS 2 wurde mit der miniDEV-Sonde abwärtsgerichtet ausgeführt. Die Fahrtgeschwindigkeit betrug ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

9.2 Beschreibung der Messergebnisse

9.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 3 zunächst in Richtung S, anschließend ab ca. 5 m in Richtung W und ab ca. 20,0 m Tiefe in nördliche Richtung. Der Mess-Endpunkt in 33,98 m Tiefe der EWS liegt 0,60 m in westlicher und 0,01 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,87 m. Auf Grund des Verseilungseffekts sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

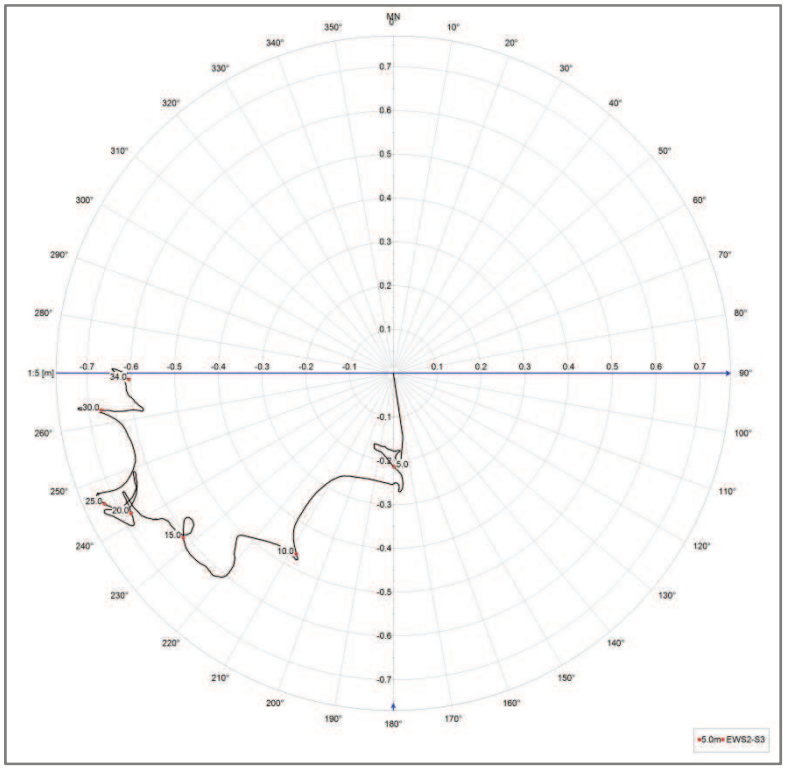


Abb. 13: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 2-Strang 3 bis zur Messendtiefe.

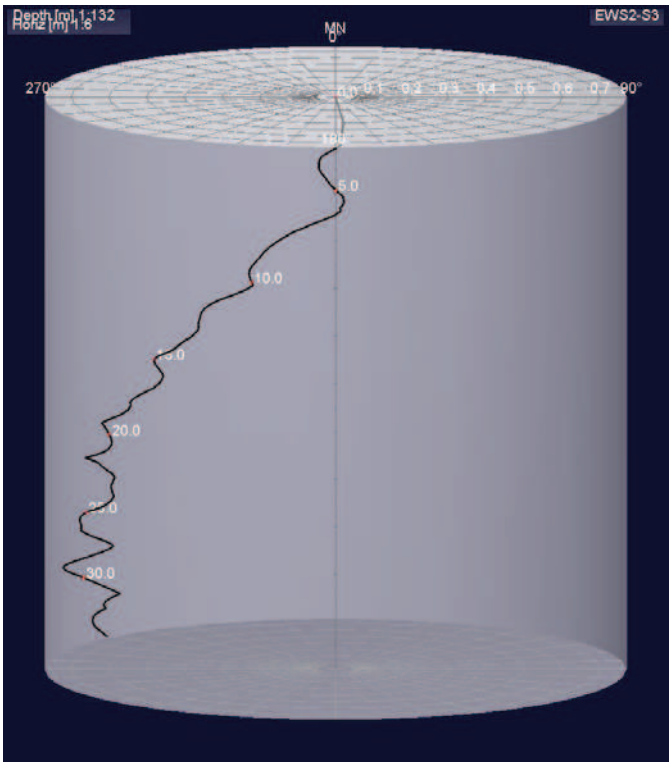


Abb. 14: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 2-Strang 2, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

10 EWS 2 – Strang 4

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,95 m (MGamT), 33,91 m (MDEV)

10.1 Ablauf der Messungen

Der Erdwärmesondenstrang 4 der EWS 2 wurde zunächst mit der MGamT-Sonde zur Ermittlung der Parameter Temperatur und natürliche Gammastrahlung befahren. Die Messung wurde mit ca. 2,0 m/min abwärtsfahrend ausgeführt. Die Abtastrate betrug 1 cm.

Im Anschluss erfolgte die Messung des Verlaufs mit einer Fahrtgeschwindigkeit von ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

10.2 Beschreibung der Messergebnisse

10.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 4 in Richtung W, dabei beschreibt er allerdings einige Umschwünge. Der Mess-Endpunkt in 33,91 m Tiefe der EWS liegt 1,01 m in westlicher und 0,04 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,75 m. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

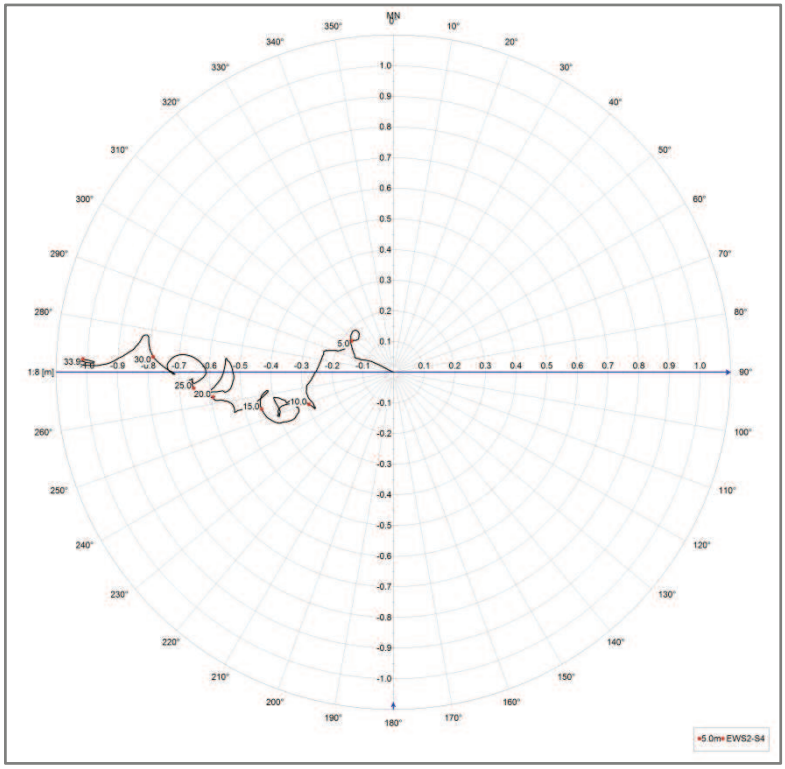


Abb. 16: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 2-Strang 4 bis zur Messendtiefe.

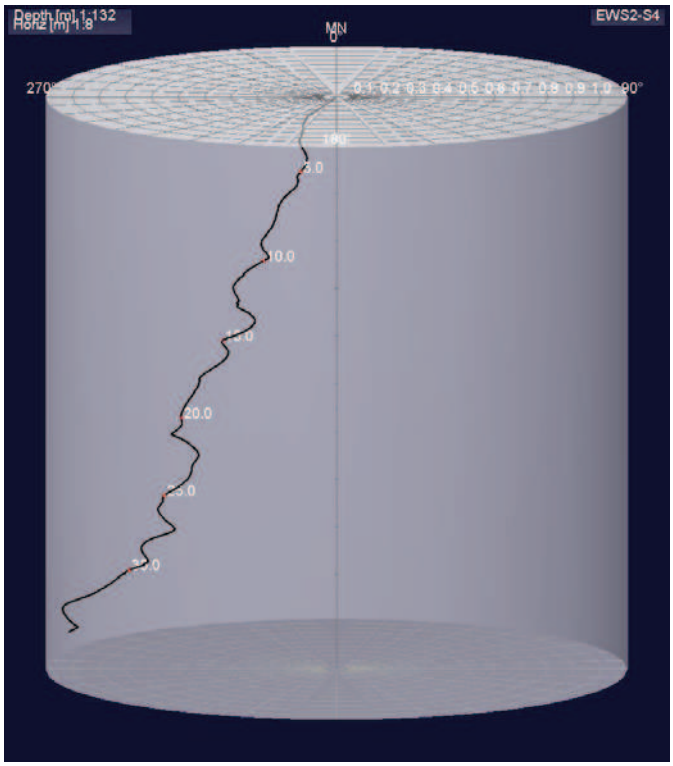


Abb. 17: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 2-Strang 4, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

10.2.2 Natürliche Gammastrahlung

Im Mittel bewegen sich die Werte der natürlich auftretenden Gammastrahlung bis zum Messende um 41 CPS.

In der folgenden Tabelle sind auffällige Intervallabschnitte mit ihren durchschnittlichen CPS-Werten aufgeführt:

Intervall von – bis	Natural Gamma Average / Intervall
(m u. GOK)	(CPS)
1,4 – 7,6	Werte um 45
7,6 – 13,0	54
13,0 – 15,7	51, Spitze max. 193
15,7 – 22,4	33
22,4 – 23,9	54
23,9 – 25,8	31
25,8 – 29,6	44
29,6 – ET	35

10.2.3 Temperatur

Bis zu einer Messtiefe von ca. 30,90 m nimmt die Temperatur nach Eintauchen der Sonde insgesamt von 14,2 °C (1,6 m u. GOK) auf 9,2 °C ab. Daran anschließend, ist eine leicht Temperaturzunahme bis auf den Endwert von 9,5 °C zu beobachten. Im Folgenden wird der Verlauf der Temperaturkurve tabellarisch dargestellt.

Intervall von – bis	Temperaturentwicklung / Intervall
(m u. GOK)	(°C)
1,6 – 4,7	Temperaturabnahme von 14,2 °C auf 12,2 °C, Durchschnittstemperatur im Intervall 13,3 °C
4,7 – 7,5	Weitere Abnahme auf 10,5 °C, Durchschnittstemperatur im Intervall 11,2 °C
7,5 – 13,0	Temperaturabnahme auf 10,2 °C, Durchschnittstemperatur 10,3 °C
13,0 – 16,6	Weitere Abnahme auf 9,5 °C, Durchschnittstemperatur 9,8 °C
16,6 – 18,7	Minimale Abnahme auf 9,4 °C, Durchschnittstemperatur 9,4 °C
18,7 – 31,1	Kontinuierliche Temperaturabnahme auf 9,1 °C, Durchschnittstemperatur 9,2 °C
31,1 – 33,6	Temperaturzunahme auf 9,2 °C, Durchschnittstemperatur 9,3 °C
33,6 – ET	Temperatur +/- konstant mit Werten um 9,5 °C, Durchschnittstemperatur 9,5 °C

11 EWS 2 – Gesamtdarstellung

Im Folgenden werden der Verlauf der Stränge 1-4 der EWS 2 in einer gemeinsamen Bullseye – und Zylinderdarstellung abgebildet. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus den ständigen Lageänderungen der EWS Stränge zu begründen und ein typisches Bild. Eine Abweichung im Verlauf der Stränge insgesamt über den Bohrungsdurchmesser hinaus ergibt sich aus der Sensorgenauigkeit der Sonde.

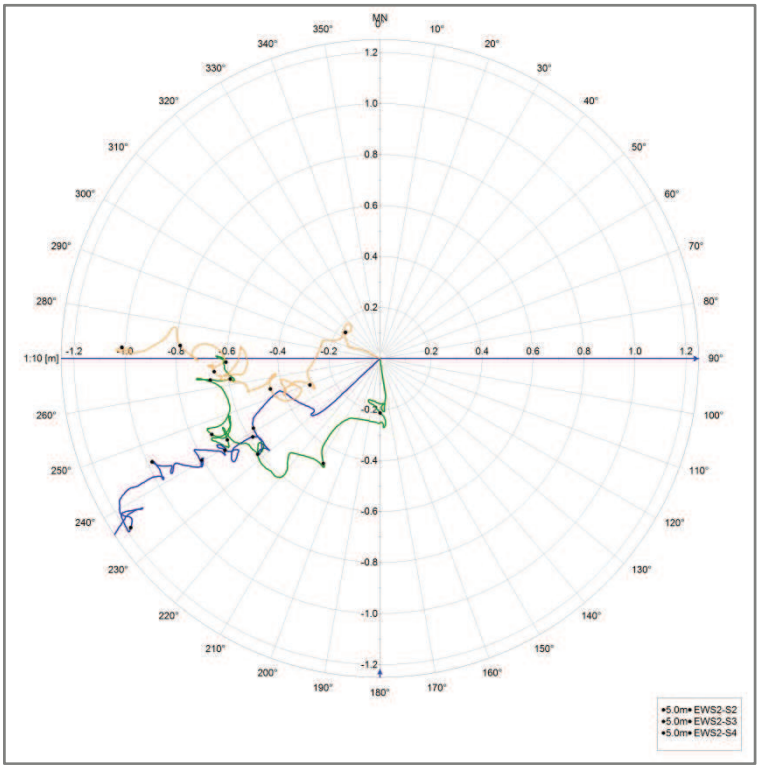


Abb. 18: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 1 alle gemessenen Stränge bis zur Messendtiefe (Strang 2 = blau; Strang 3 = grün; Strang 4 = gelb).

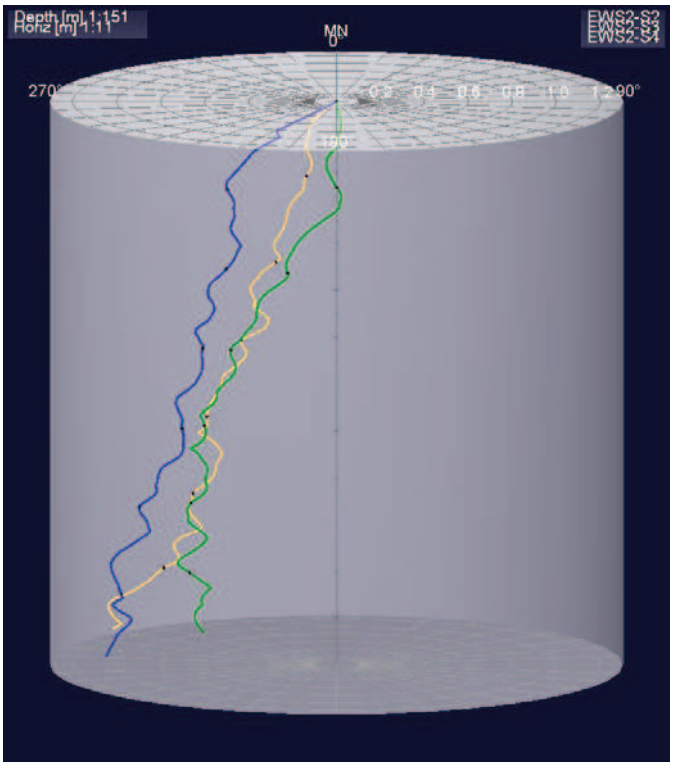


Abb. 19: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 2 alle gemessenen Stränge, Blickrichtung Magnetisch-Nord (Strang 2 = blau; Strang 3 = grün; Strang 4 = gelb).

--- ------ ---

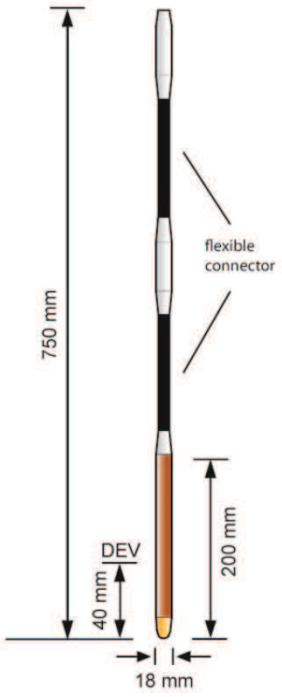
Heitersheim, den 17.10.2014

12 ANHANG: SONDENBESCHREIBUNG

12.1 Mini-Verlaufssonde (miniDEV)

Borehole Probe Data Sheet MBDV

terratec Geophysical Services



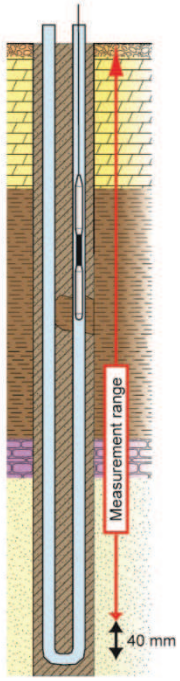
Overview

Principle
The probe is equipped with an AMR orientation module. The AMR module consists of a three-axis accelerometer and a three-axis magnetometer. From the accelerometer and magnetometer data the inclination and the magnetic direction are calculated.

Results
The MBDV probe generates three sets of data, inclination, azimuth and total magnetic field.

Applications
Borehole deviation and localization of magnetic anomalies in geothermal probes.

Option
None



Borehole Conditions

Borehole Fluid:	✓ water	✓ glycol	✓ dry
Tubes:	✓ PVC	✗ steel	✓ none
Drill:	✓ core	✓ destructive	
Max depth:	300 m (dep. on fluid dens.)		
Diameter:	Min. 25 mm		
Temperature:	0°C – 70°C		
Max pressure:	30 bar		

Technical specifications

Dimensions

Total length:	750 mm
Max. segment length: (flexible tubes between segments)	200 mm
Diameter:	18 mm
Weight:	0.69 kg

Sensors

1 Deviation module (Hx,Hy,Hy,Gx,Gy,Gz)	DEV

Measurement – Sensor

Measurement

Probe:	✓ centered	✓ excentric
Measurement:	✓ downward	✓ upward
Logging speed:	5 – 8 m / min	

Sensor

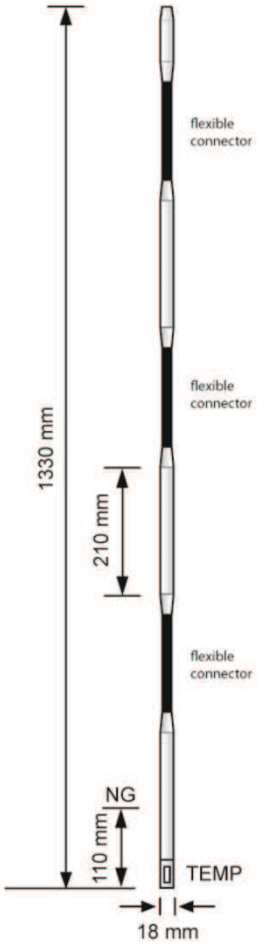
Range:	0 – 100.000 nTesla
Resolution:	Inclination: 0.1° Azimuth: 0.1°
Accuracy:	Inclination: ± 1° Azimuth: ± 2°
Sampling interval:	5 cm

Terratec – Schillerstrasse 3 – D-79423 Heitersheim – Germany
Phone: +49 7634-4644 – Fax: +49 7634-4634
www.terratec-geoservices.com - info@terratec-geoservices.com

12.2 Mini-Gamma-, Temperatur-Sonde (miniGamT)

Borehole Probe Data Sheet MGAMT

terratec **Geophysical Services**



Overview

Principle
The probe is equipped with a temperature sensor for fluid temperature measurement. Additionally the probe is equipped with a gamma ray scintillation crystal.

Results
The MGAMT probe generates two sets of data, natural gamma ray total count and fluid temperature.

Applications
Measurement of geothermal gradient and geothermal anomalies. Measurement of natural gamma and control of backfill if gamma ray active backfill was used.

Option
None

Borehole Conditions

Borehole Fluid:	✔ water	✔ glycol	✔ dry
Tubes:	✔ PVC	✔ steel	✔ none
Drill:	✔ core	✔ destructive	
Max depth:	300 m (dep. on fluid dens.)		
Diameter:	Min. 25 mm		
Temperature:	0°C – 70°C		
Max pressure:	30 bar		

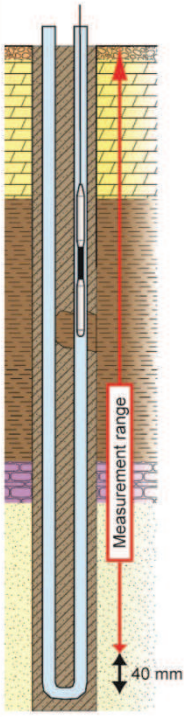
Technical specifications

Dimensions

Total length:	1370 mm
Max. segment length: (flexible tubes between segments)	210 mm
Diameter:	18 mm
Weight:	1.0 kg

Sensors

1 temperature	TEMP
1 natural gamma scintillation crystal	NG



Measurement – Sensor

Measurement

Probe:	✔ centered	✔ excentric
Measurement:	✔ downward	✔ upward
Logging speed:	1 – 2 m/min	

Sensor

Range TEMP:	65° C
Resolution TEMP:	0.1°
Sampling interval:	1 cm

Terratec – Schillerstrasse 3 – D-79423 Heitersheim – Germany
Phone: +49 7634-4644 – Fax: +49 7634-4634
www.terratec-geoservices.com - info@terratec-geoservices.com

Bohrungskennung:EWS 1 gesamt

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

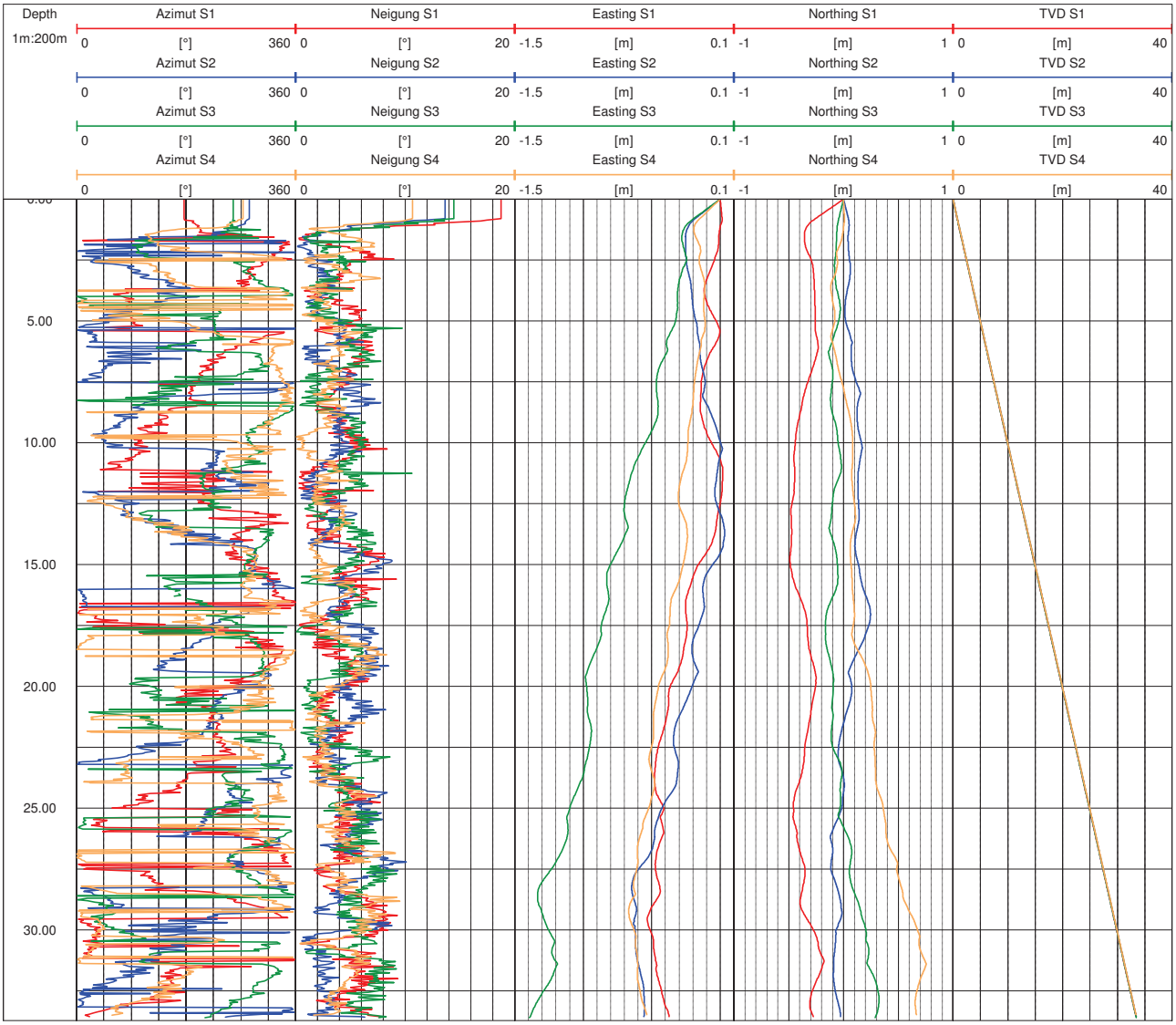
Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,60 m max. (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.34 m und -0.36 m unter GOK
Pumpdaten:	\

Anlage: 1.6

Bemerkungen:

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel

Teufenskala: (s. Spalte "depth")



Bohrungskennung:EWS 1 - S 1

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

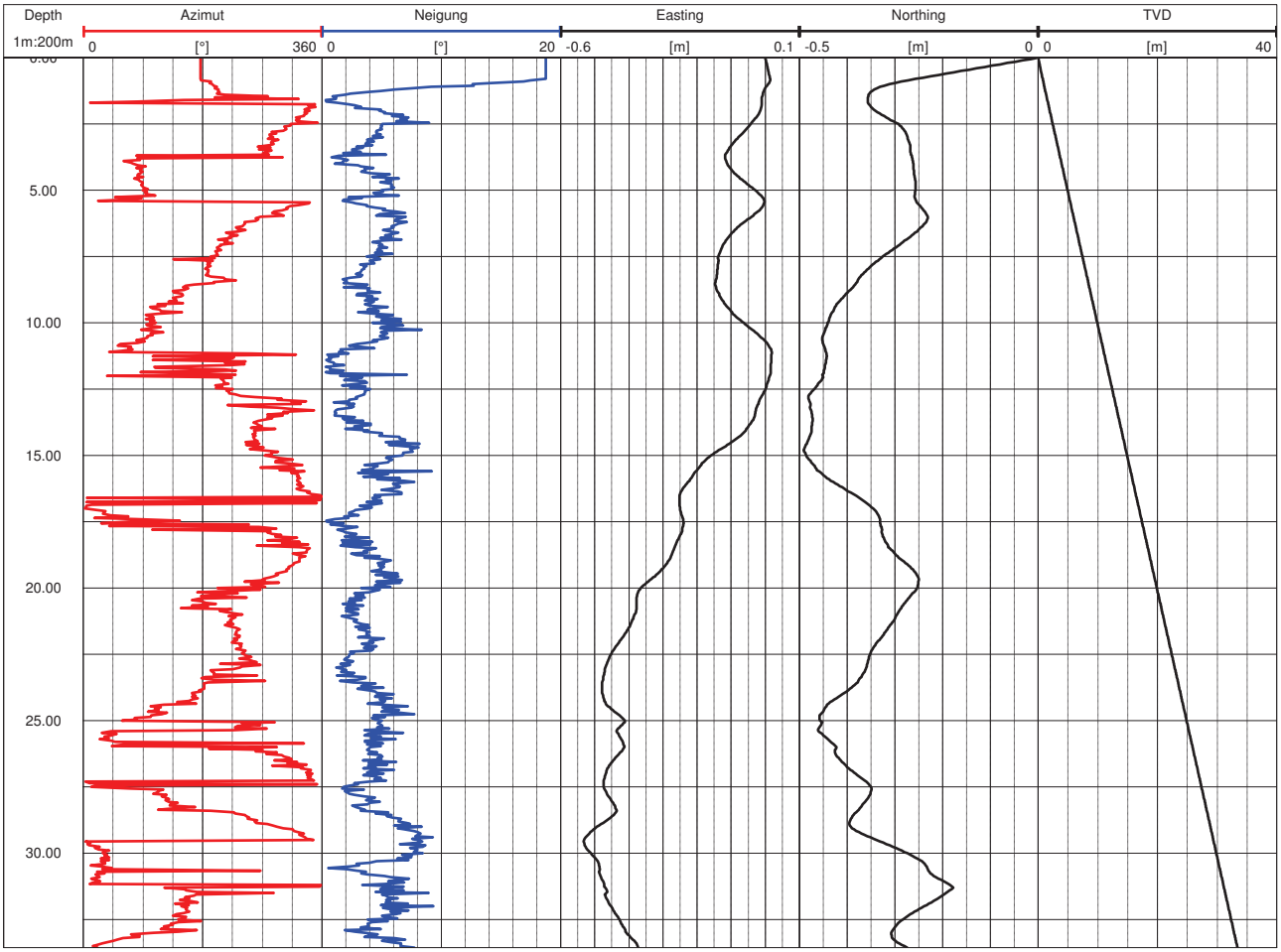
Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,55 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.36 m unter GOK
Pumpdaten:	\

Anlage: 1.1

Bemerkungen:

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel

Teufenskala: (s. Spalte "depth")



Bohrungskennung:EWS 1 - S 2

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

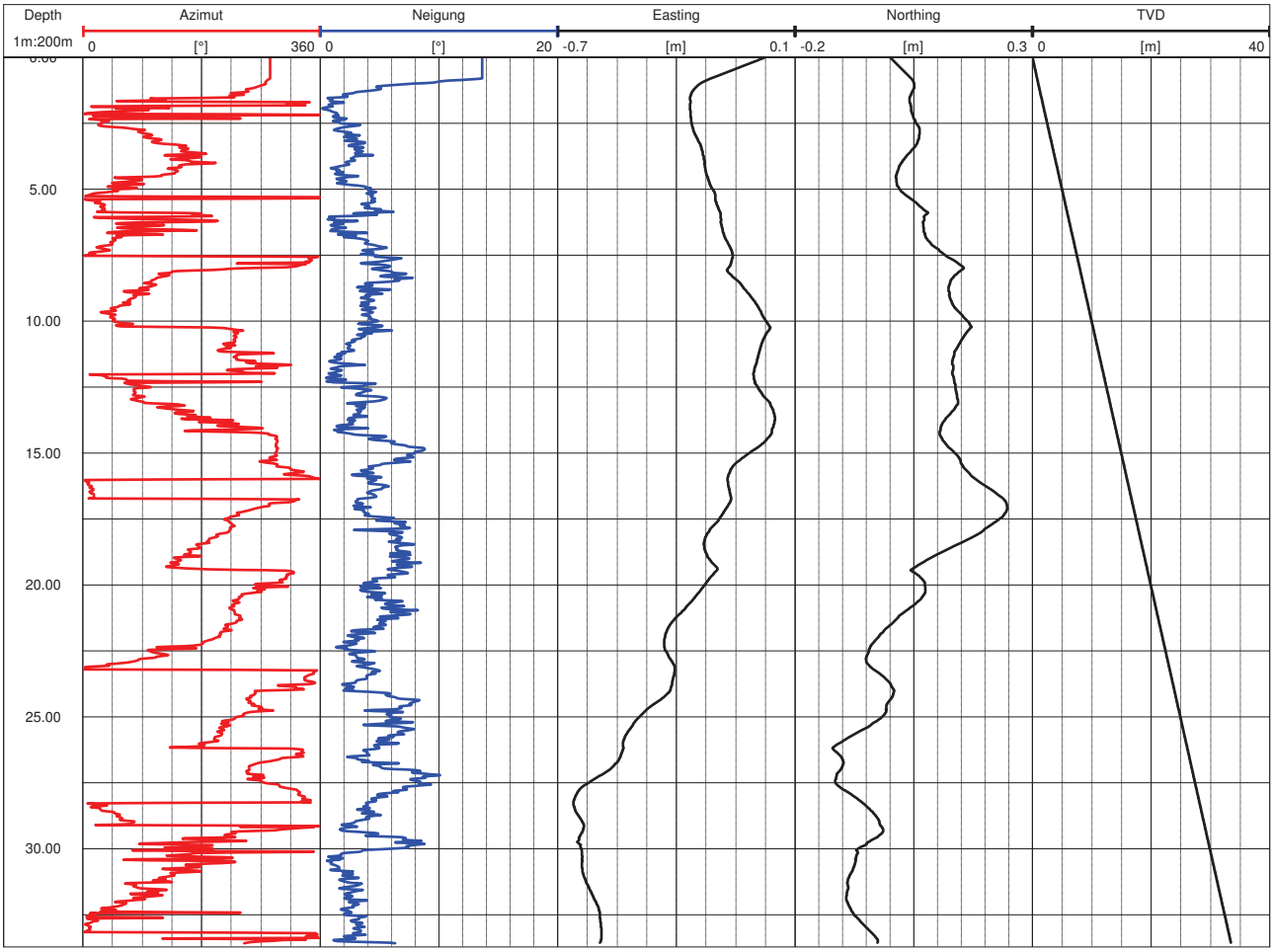
Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,58 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.34 m unter GOK
Pumpdaten:	\

Anlage: 1.2

Bemerkungen:

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel

Teufenskala: (s. Spalte "depth")



Bohrungskennung:EWS 1 - S 3

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

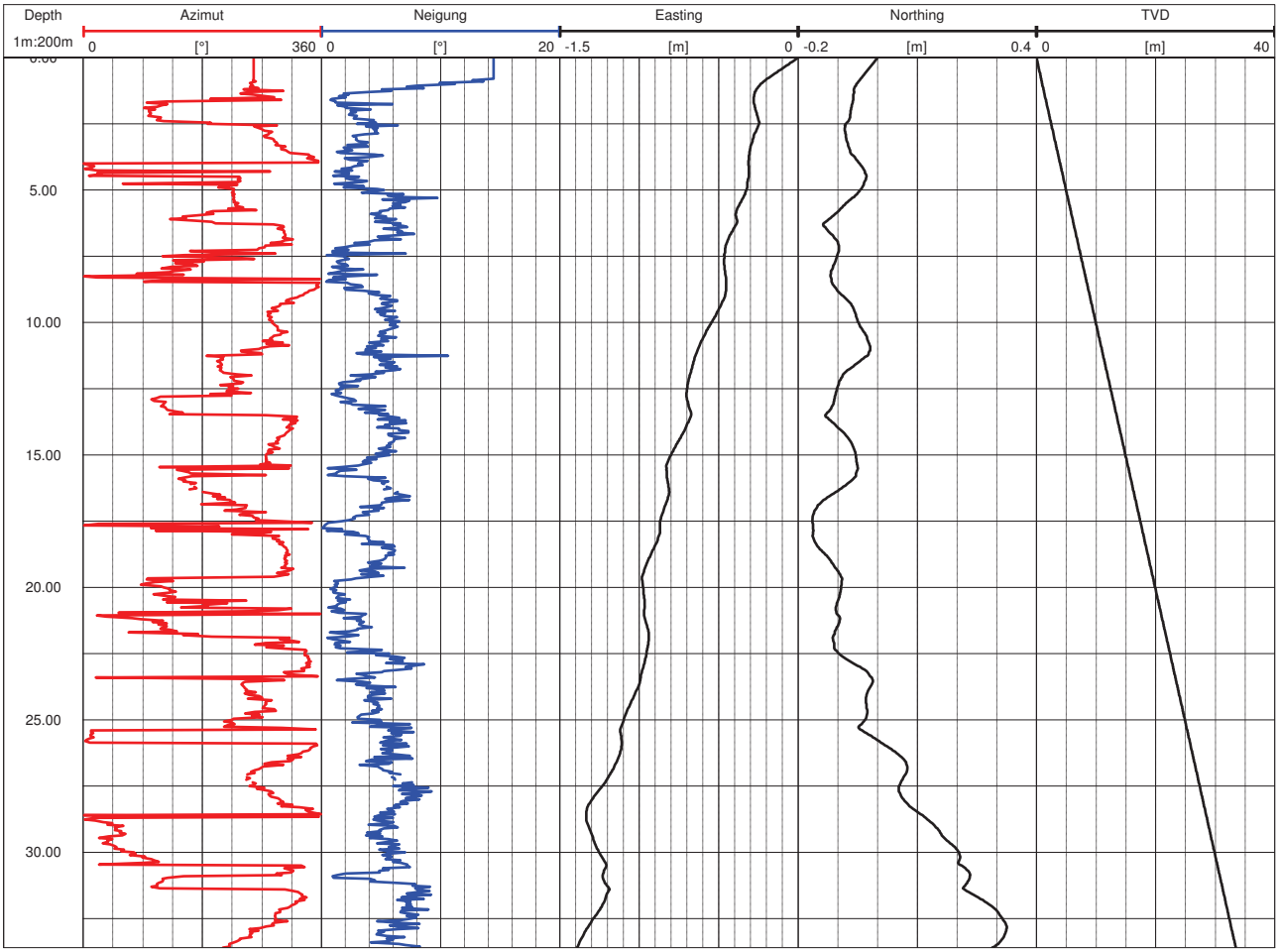
Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,60 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.34 m unter GOK
Pumpdaten:	\

Anlage: 1.3

Bemerkungen:

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel

Teufenskala: (s. Spalte "depth")



Bohrungskennung:EWS 1 - S 4

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

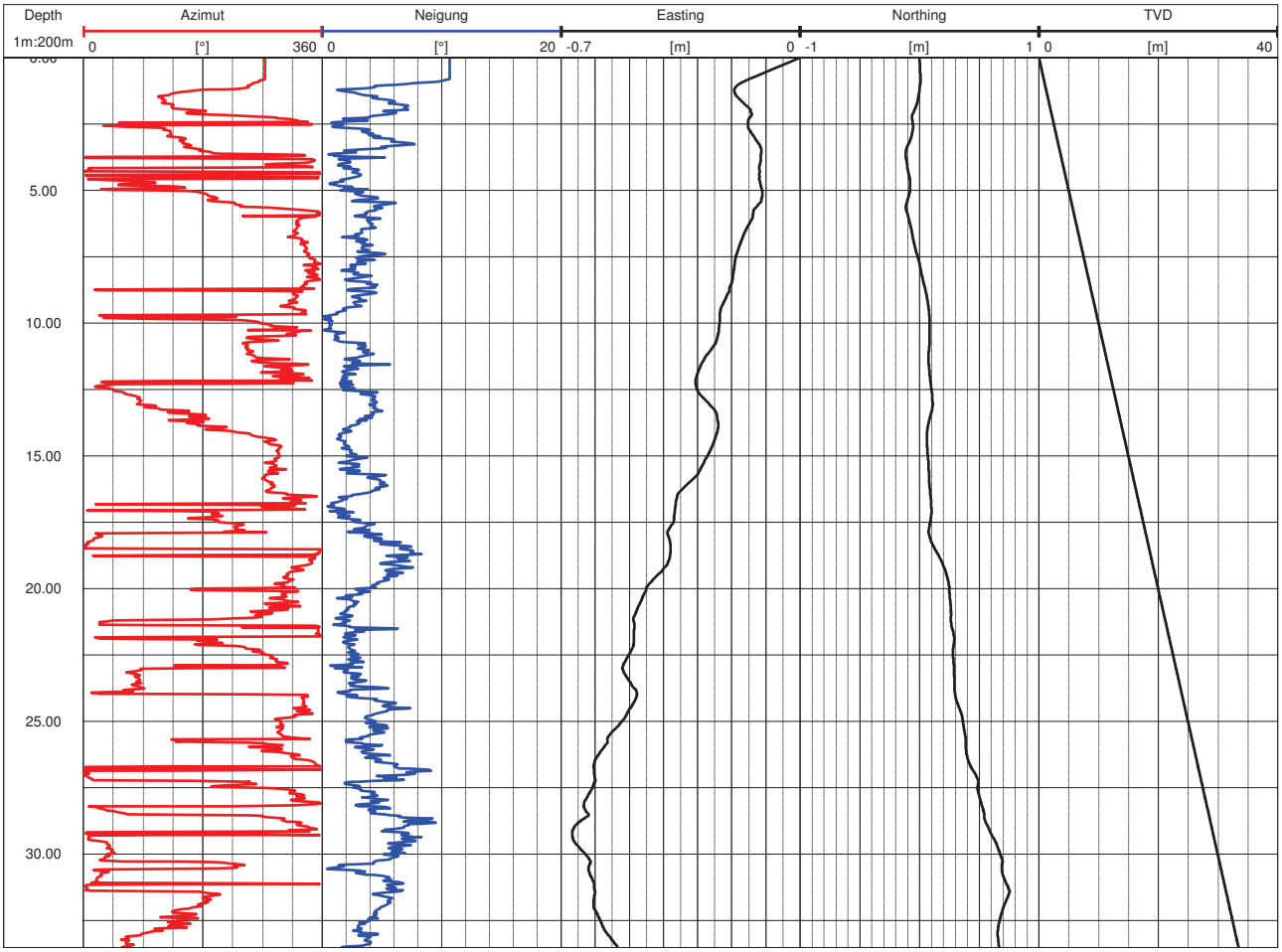
Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,50 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.36 m unter GOK
Pumpdaten:	\

Anlage: 1.5

Bemerkungen:

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel

Teufenskala: (s. Spalte "depth")



Bohrungskennung:EWS 1 - S 3

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

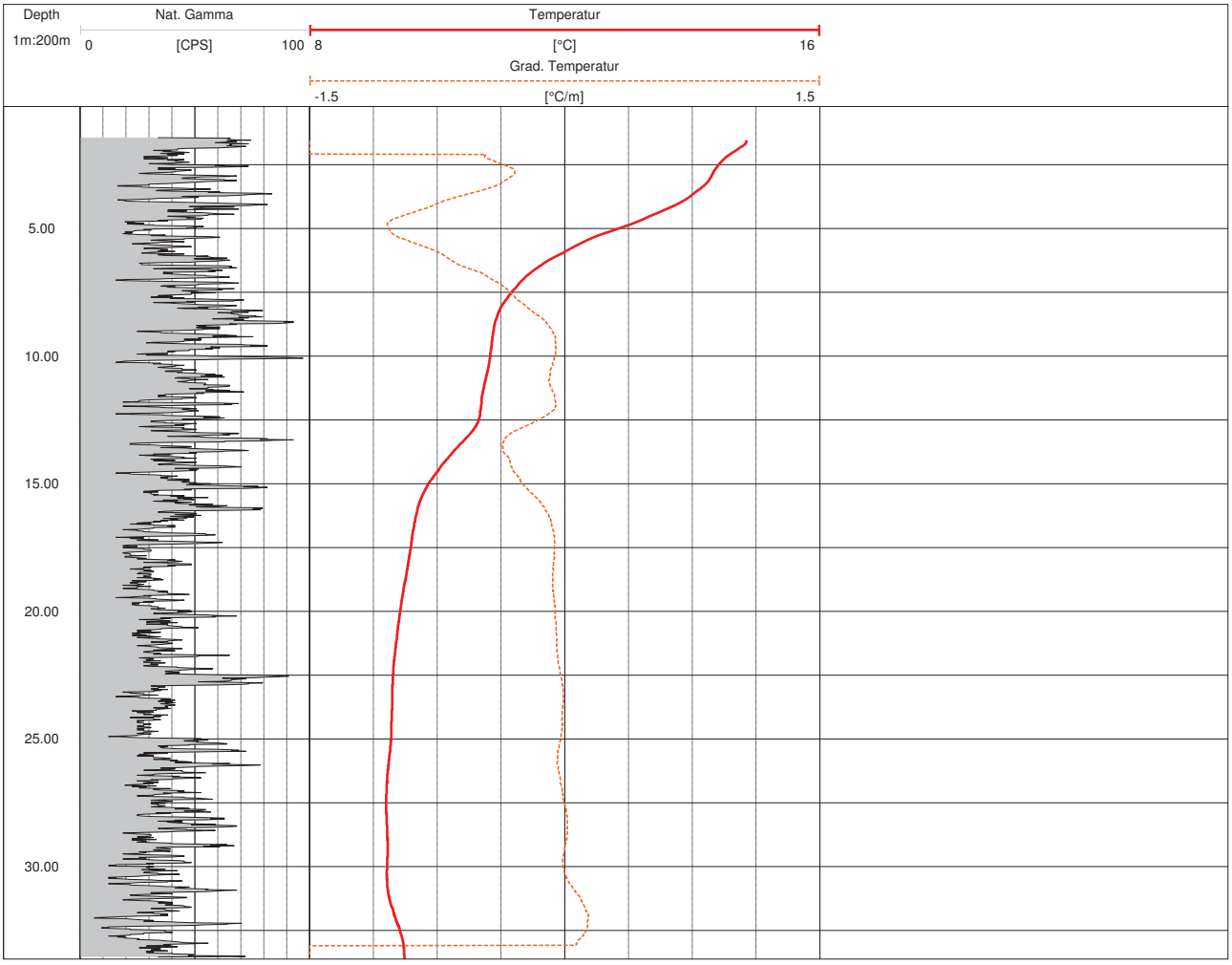
Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,60 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.34 m unter GOK
Pumpdaten:	\

Anlage: 1.4

Bemerkungen:

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel

Teufenskala: (s. Spalte "depth")



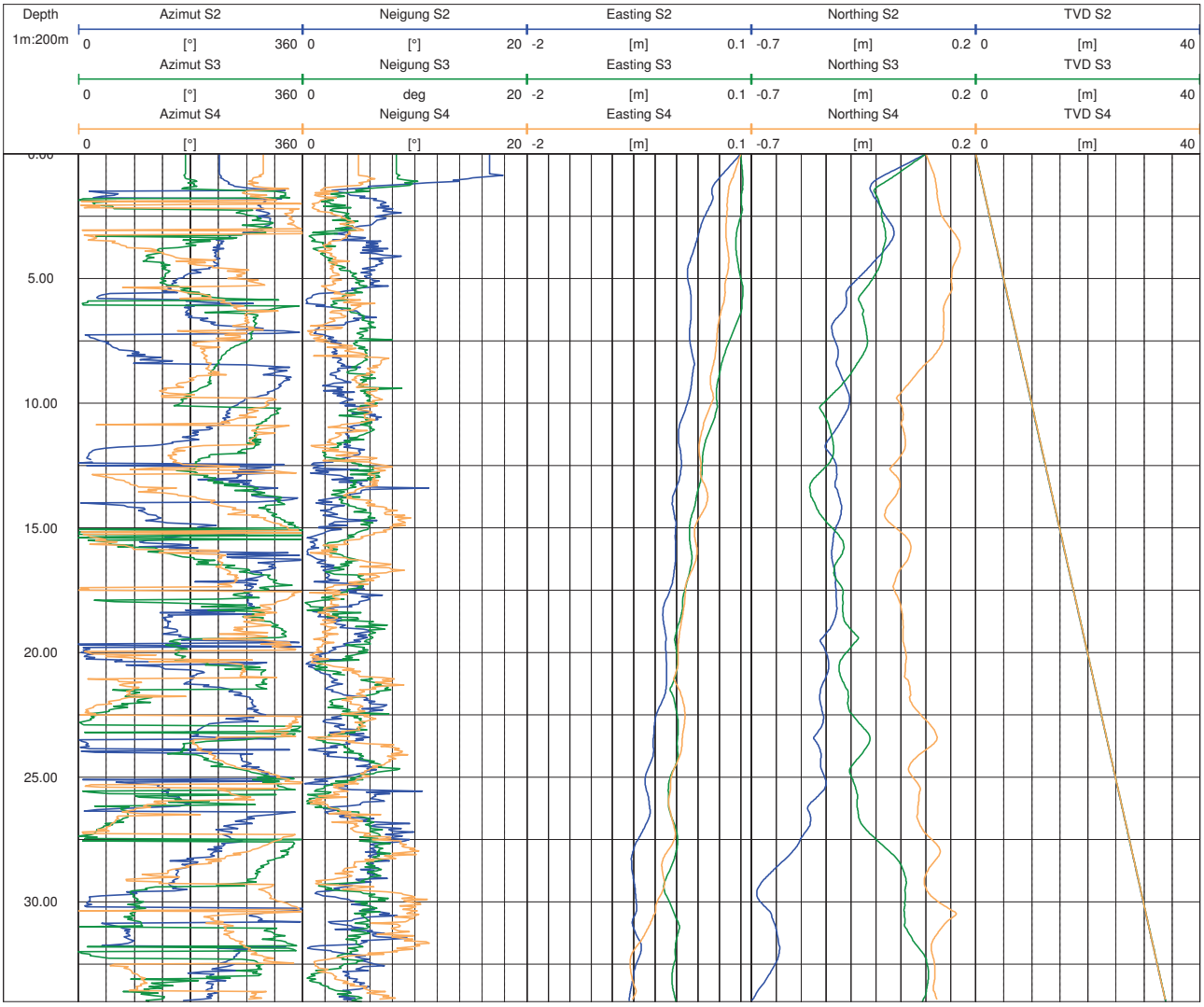
Bohrungskennung:EWS 2 gesamt

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,98 m max. (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.13 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 2.5

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



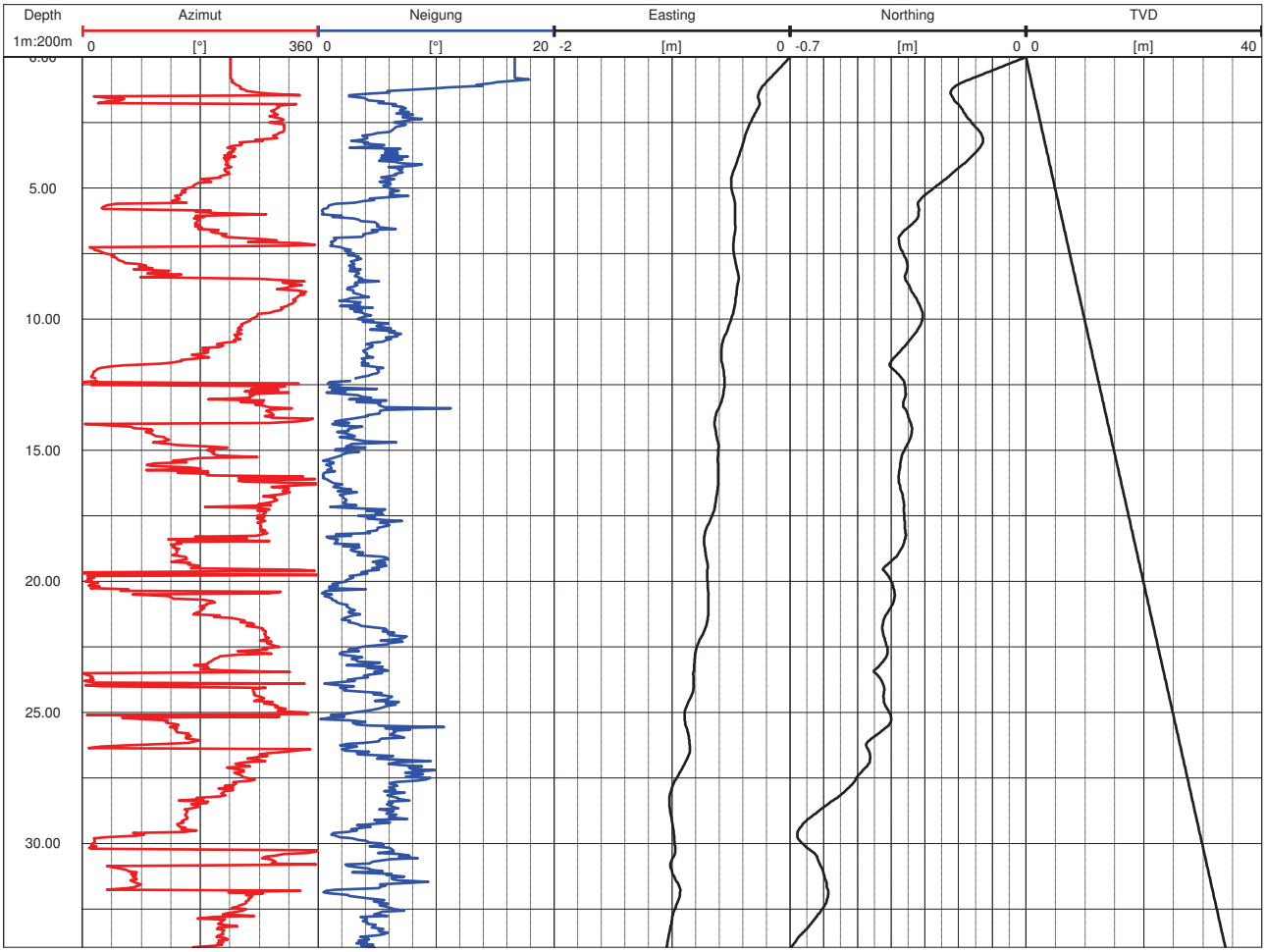
Bohrungskennung:EWS 2 - S 2

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,95 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.13 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 2.1

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



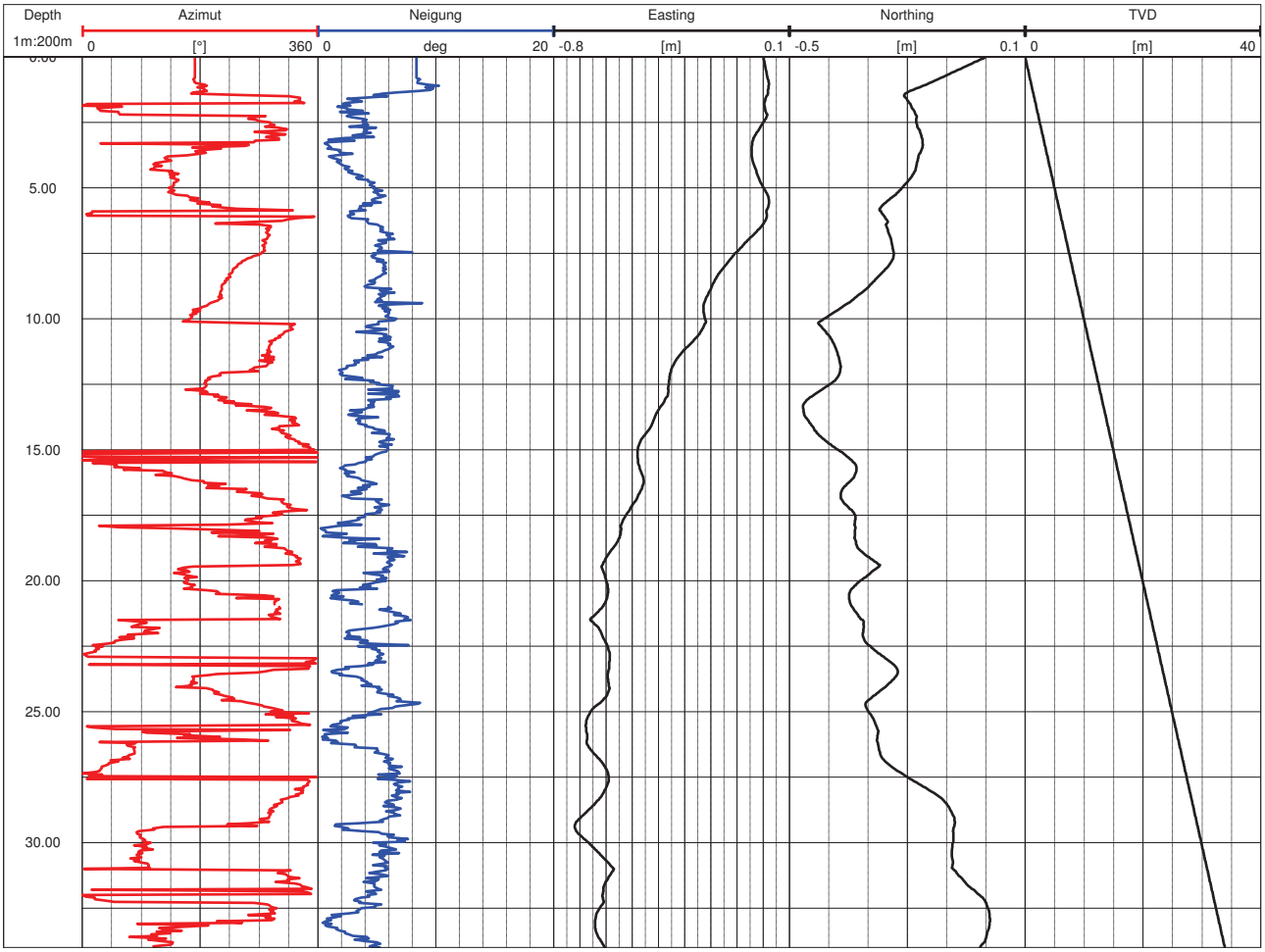
Bohrungskennung:EWS 2 - S 3

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,98 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.13 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 2.2

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



Bohrungskennung:EWS 2 - S 4

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

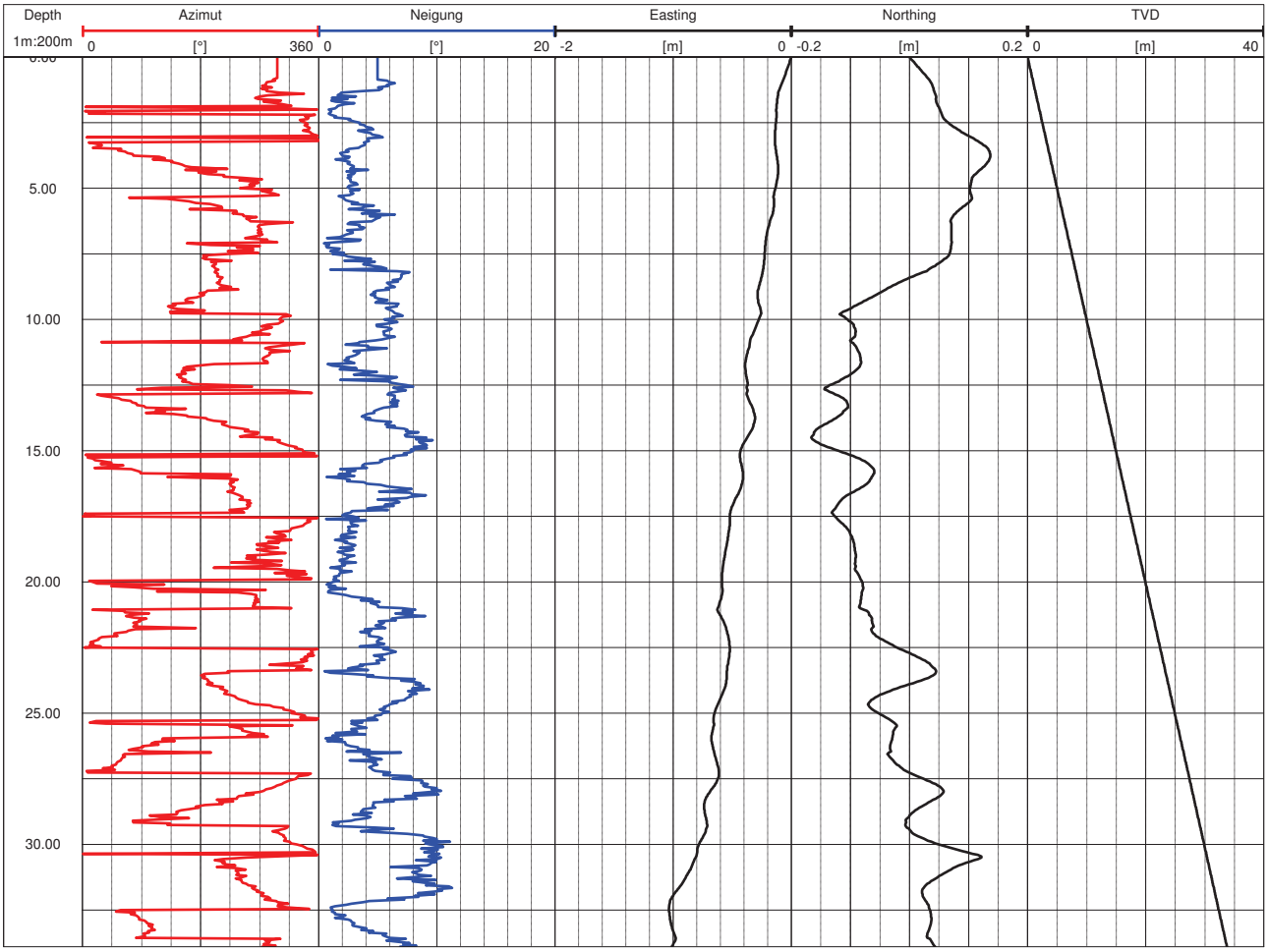
Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,91 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.13 m unter GOK
Pumpdaten:	\

Anlage: 2.3

Bemerkungen:

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel

Teufenskala: (s. Spalte "depth")



Bohrungskennung:EWS 2 - S 4

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

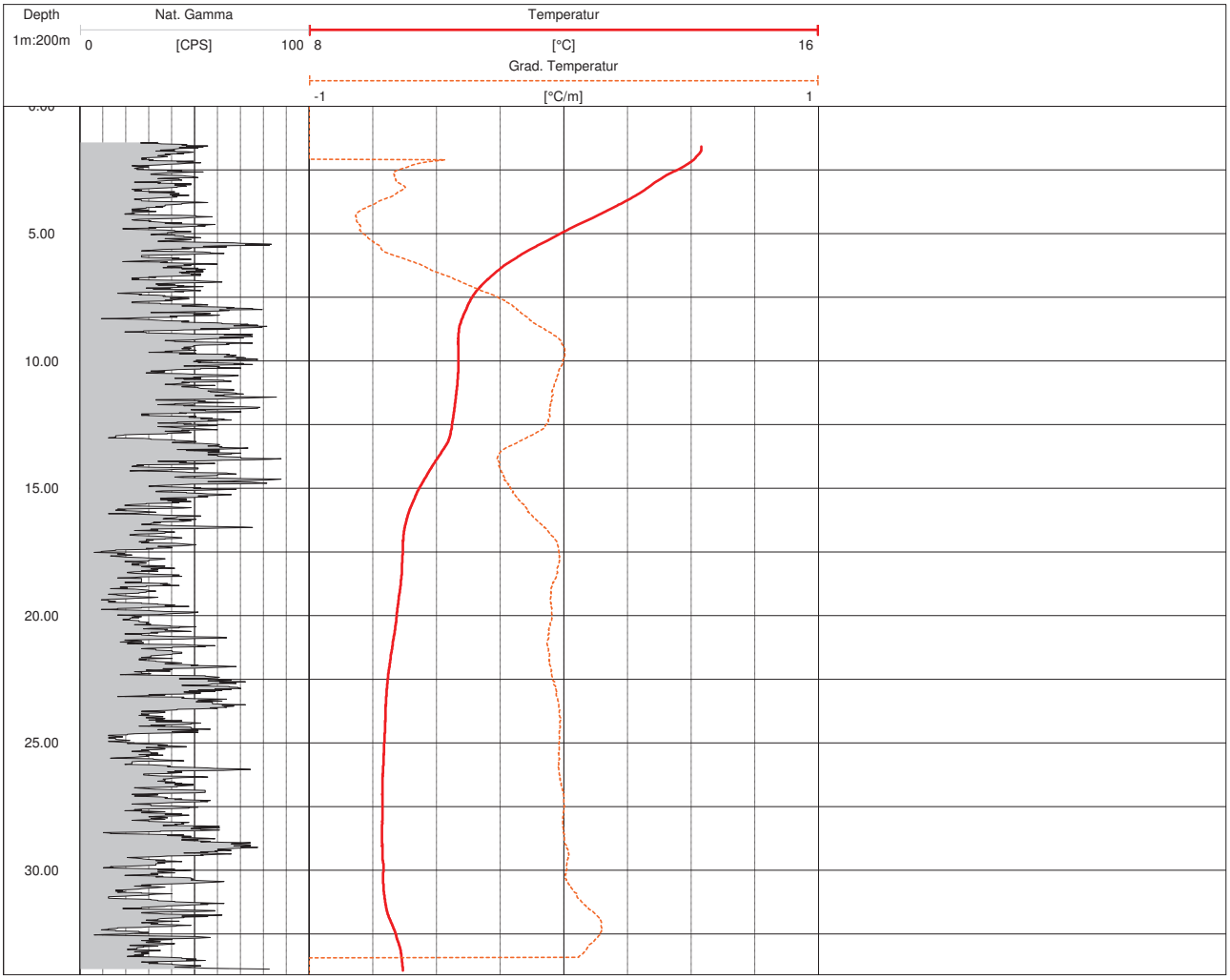
Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,95 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.13 m unter GOK
Pumpdaten:	\

Anlage: 2.4

Bemerkungen:

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel

Teufenskala: (s. Spalte "depth")



Probentabelle der Erkundungsbohrung B1a

Stand: 28.07.2015

Projekt: Erkundungsbohrungen Böblingen

Ort: Böblingen, Siemensstr. / Altinger Str., Flurstücknummer. 5766

Bohrung B1a

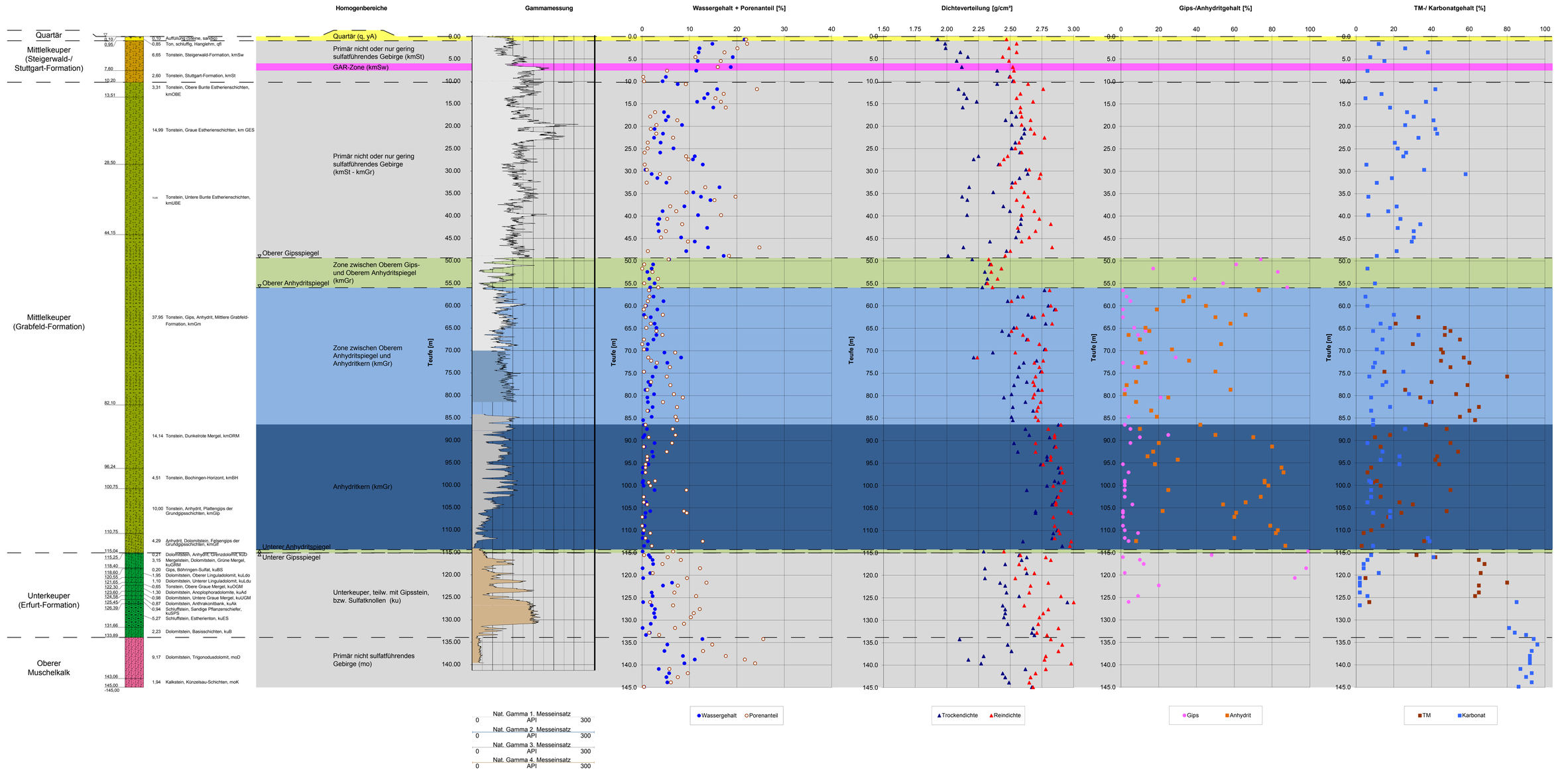
TK-Nr.: 7320, Blatt Böblingen
Rechtswert: 3502129,30
Hochwert: 5394936,53
Höhe Ansatzpunkt: 476,43 m ü. NN

Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Aktenzeichen: 4764//15-7202 Anlage: 8.1

Probenbezeichnung				Zuordnung			Ergebnisse: Gesteinspysikalische Kennwerte und Mineralgehalte									
Bohrung	Entnahmetiefe oben	Entnahmetiefe unten	Entnahmetiefe gemittelt	Stratigraphie		Homogenbereich	Wassergehalt	Trockendichte	Reindichte	Dichtigkeitsgrad	Gesamtporosität	Gipsgehalt	Anhydritgehalt	Tonmineralgehalt	Karbonatgehalt	Sonstige Mineralien
							W	ρ_d	ρ_s		n	Gy	Anh	TM	CO_3	Sonst
	[m]	[m]	[m]				[%]	[g/cm³]	[g/cm³]	[-]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
B1a	0,64	0,68	0,66	q	fl	Quartär	21,6	1,93	2,47	0,781	21,9	<1*	<1*	-	<5*	ca. 2
B1a	1,60	1,65	1,63	km	Sw	Primär nicht oder nur gering sulfatführendes Gebirge	14,8	1,99	2,55	0,779	22,1	<1*	<1*	-	12	-
B1a	2,60	2,64	2,62	km	Sw		12,1	1,99	2,49	0,799	20,1	<1*	<1*	-	26	-
B1a	3,50	3,52	3,51	km	Sw		11,9	2,11	2,55	0,826	17,4	<*	<1*	-	38	-
B1a	4,55	4,60	4,58	km	Sw		19,1	2,17	2,44	0,888	11,2	<1*	<1*	-	7,5	-
B1a	5,43	5,47	5,45	km	Sw		11,7	2,08	2,49	0,834	16,6	<1*	<1*	-	15	-
B1a	6,78	6,83	6,81	km	Sw	GAR	18,7	2,12	2,52	0,840	16,0	<1*	<1*	-	<5*	ca. 3
B1a	7,60	7,66	7,63	km	St	Primär nicht oder nur gering sulfatführendes Gebirge	11,4	2,40	2,53	0,947	5,3	<1*	<1*	-	6	-
B1a	8,96	9,00	8,98	km	St		5,0	2,49	2,50	0,998	0,2	<1*	<1*	-	<5*	ca.1
B1a	9,93	10,00	9,97	km	St		4,3	2,52	2,53	0,996	0,4	<1*	<1*	-	<5*	ca. 4
B1a	10,57	10,62	10,60	km	OBE		7,5	2,40	2,64	0,908	9,2	<1*	<1*	-	<5*	ca. 2
B1a	11,70	11,75	11,73	km	OBE		15,8	2,09	2,76	0,758	24,2	<1*	<1*	-	42	-
B1a	12,75	12,80	12,78	km	OBE		13,8	2,14	2,58	0,828	17,2	<1*	<1*	-	13,5	-
B1a	13,70	13,75	13,73	km	GES		13,1	2,16	2,55	0,845	15,5	<1*	<1*	-	5	-
B1a	14,50	14,55	14,53	km	GES		11,6	2,24	2,68	0,834	16,6	<1*	<1*	-	37	-
B1a	15,79	15,84	15,82	km	GES		15,0	2,13	2,58	0,824	17,6	<1*	<1*	-	18	-
B1a	16,80	16,87	16,84	km	GES		4,6	2,51	2,58	0,973	2,7	<1*	<1*	-	27	-
B1a	17,81	17,88	17,85	km	GES		5,5	2,55	2,59	0,983	1,7	<1*	<1*	-	30,5	-
B1a	18,62	18,69	18,66	km	GES		5,0	2,46	2,66	0,926	7,4	<1*	<1*	-	41	-
B1a	19,68	19,74	19,71	km	GES		8,4	2,51	2,59	0,970	3,0	<1*	<1*	-	26	-
B1a	20,55	20,60	20,58	km	GES		2,6	2,61	2,66	0,982	1,8	<1*	<1*	-	42	-
B1a	21,60	21,66	21,63	km	GES		4,4	2,61	2,69	0,970	3,0	<1*	<1*	-	43	-
B1a	22,52	22,58	22,55	km	GES		2,5	2,59	2,77	0,935	6,5	<1*	<1*	-	33	-
B1a	23,60	23,67	23,64	km	GES		3,9	2,54	2,57	0,988	1,2	<1*	<1*	-	20,5	-
B1a	24,89	24,95	24,92	km	GES		6,6	2,51	2,54	0,989	1,1	<1*	<1*	-	22	-
B1a	25,82	25,86	25,84	km	GES		3,8	2,58	2,59	0,995	0,5	<1*	<1*	-	26,5	-
B1a	26,66	26,70	26,68	km	GES		11,1	2,25	2,48	0,907	9,3	<1*	<1*	-	25	-
B1a	27,34	27,39	27,37	km	GES		10,7	2,21	2,45	0,902	9,8	<1*	<1*	-	<5*	ca.3
B1a	28,50	28,55	28,53	km	UBE		12,8	2,41	2,42	0,995	0,5	<1*	<1*	-	5,5	-
B1a	29,62	29,75	29,69	km	UBE		0,7	2,62	2,65	0,990	1,0	<1*	<1*	-	36	-
B1a	30,61	30,65	30,63	km	UBE		2,0	2,64	2,74	0,962	3,8	<1*	<1*	-	58	-
B1a	31,51	31,57	31,54	km	UBE		3,2	2,57	2,73	0,942	5,8	<1*	<1*	-	19	-
B1a	32,54	32,59	32,57	km	UBE		5,1	2,52	2,54	0,991	0,9	<1*	<1*	-	11	-
B1a	33,55	33,61	33,58	km	UBE		16,3	2,18	2,51	0,867	13,3	<1*	<1*	-	<5*	ca.2
B1a	34,68	34,75	34,72	km	UBE		10,8	2,37	2,61	0,907	9,3	<1*	<1*	-	<5*	ca.3
B1a	35,66	35,71	35,69	km	UBE		12,4	2,12	2,64	0,803	19,7	<1*	<1*	-	6,5	-
B1a	36,41	36,45	36,43	km	UBE		14,4	2,16	2,55	0,847	15,3	<1*	<1*	-	<5*	ca.4
B1a	37,80	37,86	37,83	km	UBE		8,9	2,45	2,60	0,941	5,9	<1*	<1*	-	21,5	-
B1a	38,89	38,94	38,92	km	UBE		4,3	2,50	2,69	0,928	7,2	<1*	<1*	-	17	-
B1a	39,76	39,81	39,79	km	UBE		11,8	2,16	2,59	0,834	16,6	<1*	<1*	-	6,5	-
B1a	40,60	40,65	40,63	km	UBE		3,6	2,59	2,73	0,947	5,3	<1*	<1*	-	23,5	-
B1a	41,78	41,84	41,81	km	UBE		3,3	2,58	2,82	0,916	8,4	<1*	<1*	-	34	-
B1a	42,60	42,65	42,63	km	UBE		13,7	-	2,56	-	-	<1*	<1*	-	22	-
B1a	43,33	43,37	43,35	km	UBE		3,5	2,57	2,70	0,950	5,0	<1*	<1*	-	30,5	-
B1a	44,73	44,78	44,76	km	Gm		8,2	2,55	2,65	0,960	4,0	<1*	<1*	-	30,5	-
B1a	45,65	45,69	45,67	km	Gm		11,1	2,34	2,59	0,903	9,7	<1*	<1*	-	29,5	-
B1a	46,95	47,00	46,98	km	Gm		13,9	2,13	2,83	0,753	24,7	<1*	<1*	-	<5*	ca.4%
B1a	47,77	47,82	47,80	km	Gm		9,3	2,47	2,50	0,988	1,2	<1*	<1*	-	21,5	-
B1a	48,82	48,86	48,84	km	Gm		17,2	2,01	2,46	0,817	18,3	<1*	<1*	-	11	-
B1a	49,63	49,66	49,65	km	Gm	Zone zwischen Oberem Gipsspiegel und Oberem Anhydritspiegel	5,7	2,20	2,33	0,944	5,6	74	<1*	ML, Ill, Kaol	<5 Dol	Qz
B1a	50,74	50,78	50,76	km	Gm		2,3	2,34	2,35	0,996	0,4	61	<1*	ML, Ill, Kaol	<5 Dol	Qz
B1a	51,67	51,70	51,69	km	Gm		2,0	2,43	2,43	1,000	0,0	17	<1*	ML, Ill, Kaol	6 Dol	Qz
B1a	52,40	52,45	52,43	km	Gm		1,1	2,30	2,35	0,978	2,2	83	<1*	Ill	<5 Dol	Qz
B1a	53,94	54,00	53,97	km	Gm		1,5	2,32	2,40	0,967	3,3	39	<1*	ML, Ill, Kaol	<5 Dol	Qz
B1a	54,96	55,00	54,98	km	Gm		2,6	2,31	2,32	0,996	0,4	54	<1*	ML, Ill, Kaol	10 Dol	Qz
B1a	55,85	55,90	55,88	km	Gm		1,7	2,28	2,36	0,966	3,4	88	<1*	Ill	<5 Dol	Qz
B1a	56,50	56,54	56,52	km	Gm	Zone zwischen Oberem Anhydritspiegel und Anhydritkern	1,5	2,77	2,81	0,986	1,4	1	73	Ill	<5	Qz
B1a	57,91	57,96	57,94	km	Gm		2,4	2,56	2,60	0,985	1,5	3	36	ML, Ill, Kaol	5 Dol	Qz
B1a	58,93	58,97	58,95	km	Gm		4,5	2,48	2,51	0,988	1,2	5	33	ML, Ill, Kaol	<5	Qz
B1a	59,95	60,00	59,98	km	Gm		0,8	2,80	2,82	0,993	0,7	<1*	45	ML, Ill, Kaol	6 Dol	Qz
B1a	60,78	60,81	60,80	km	Gm		3,2	2,85	2,86	0,997	0,3	1	19	ML, Ill, Kaol	<5 Dol	Qz
B1a	61,97	62,00	61,99	km	Gm		0,4	2,64	2,76	0,957	4,3	<1*	66	-	20 Dol	Qz
B1a	62,50	62,53	62,52	km	Gm		1,8	2,67	2,69	0,993	0,7	1	50	33 ML, Ill, Kao	<5 Dol	14 Qz
B1a	63,94	63,96	63,95	km	Gm		2,6	2,78	2,83	0,982	1,8	<1*	58	21 ML, Ill, Kao	13 Dol	8 Qz
B1a	64,86	64,90	64,88	km	Gm		3,0	2,53	2,55	0,991	0,9	7	13	47 ML, Ill, Kao	18 Dol	10 Qz
B1a	65,57	65,61	65,59	km	Gm		3,0	2,44	2,51	0,970	3,0	13	15	50 ML, Ill, Kao	9 Dol	13 Qz
B1a	66,45	66,50	66,48	km	Gm		3,0	2,49	2,60	0,957	4,3	9	4	47 ML, Ill, Kao	33 Dol	9 Qz
B1a	67,47	67,52	67,50	km	Gm		2,4	2,63	2,64	0,996	0,4	<1*	10	55 ML, Ill, Kaol	14 Dol	13 Qz
B1a	68,48	68,53	68,51	km	Gm		1,2	2,73	2,73	1,000	0,0	<1*	53	30 ML, Ill, Kaol	<5 Dol	12 Qz
B1a	69,67	69,72	69,70	km	Gm		1,0	2,77	2,78	0,996	0,4	<1*	27	45 ML, Ill, Kaol	11 Dol	13 Qz
B1a	70,37	70,42	70,40	km	Gm		4,7	2,36	2,54	0,930	7,0	13	11	46 ML, Ill, Kaol	14 Dol	10 Qz
B1a	71,48	71,50	71,49	km	Gm		8,2	2,21	2,24	0,987	1,3	29	<1*	57 ML, Ill, Kaol	<5 Dol	12 Qz
B1a	72,20	72,22	72,21	km	Gm		1,9	2,71	2,76	0,981	1,9	<1*	36	45 ML, Ill, Kaol	<5 Dol	10 Qz
B1a	72,66	72,67	72,67	km	Gm		5,3	2,61	2,69	0,969	3,1	1	13	60 ML, Ill, Kaol	10 Dol	10 Qz
B1a	73,62	73,65	73,64	km	Gm		2,9	2,57	2,73	0,941	5,9	7	9	50 ML, Ill, Kaol	9 Dol	15 Qz
B1a	74,64	74,66	74,65	km	Gm		0,4	2,74	2,75	0,996	0,4	<1*	50	15 ML, Ill, Kaol	25 Dol	10 Qz
B1a	75,71	75,76	75,74	km	Gm		2,2	2,56	2,70	0,948	5,2	<1*	<1*	80 ML, Ill, Kaol	7 Dol	10 Qz
B1a	76,92	76,96	76,94	km	Gm		1,3	2,63	2,68	0,981	1,9	8	8	40 ML, Ill, Kaol	16 Dol	20 Qz
B1a	77,62	77,67	77,65	km	Gm		1,7	2,53	2,69	0,941	5,9	3	3	59ML, Ill, Kaol	14 Dol	20 Qz
B1a	78,68	78,73	78,71	km	Gm		0,7	2,72	2,75	0,989	1,1	2	58	26ML, Ill, Kaol	<5 Dol	7 Qz
B1a	79,63	79,69	79,66	km	Gm		2,5	2,51	2,69	0,933	6,7	<1*	2	53ML, Ill, Kaol	28 Dol	17 Qz
B1a	80,38	80,43	80,41	km	Gm		1,1	2,45	2,68	0,914	8,6	21	25	34ML, Ill, Kaol	8 Dol	10 Qz
B1a	81,38	81,44	81,41	km	Gm		1,2	2,62	2,74	0,956	4,4	<1*	8	40ML, Ill, Kaol	39 Dol	12 Qz
B1a	82,50	82,54	82,52	km	DRM		2,2	2,52	2,72	0,926	7,4	<1*	<1*	65ML, Ill, Kaol	18 Dol	13 Qz
B1a	83,31	83,38	83,35	km	DRM		1,3	2,68	2,71	0,989	1,1	<1*	16	60ML, Ill, Kaol	8 Dol	14 Qz
B1a	84,68	84,74	84,71	km	DRM		2,0	2,51	2,70	0,930	7,0	4	19	55ML, Ill, Kaol	<5 Dol	16 Qz
B1a	85,43	85,48	85,46	km	DRM		0,2	2,52	2,72	0,926	7,4	<1*	<1*	63ML, Ill, Kaol	9 Dol	23 Qz
B1a	86,47	86,51	86,49	km	DRM	Anhydritkern	0,4	2,88	2,90	0,993	0,7	2	42	37ML, Ill, Kaol	9 Dol	7 Qz
B1a	87,40	87,43	87,42	km	DRM		1,0	2,62	2,80	0,936	6,4	5	10	48ML, Ill, Kaol	26 Dol	11 Qz
B1a	88,73	88,80	88,77	km	DRM		0,5	2,65	2,85	0,930	7,0	25	50	18ML, Ill, Kaol	<5 Dol	5 Qz
B1a	89,25	89,29	89,27	km	DRM		0,2	2,81	2,85	0,986	1,4	10	70	10ML, Ill, Kaol	<5 Dol	5 Qz
B1a	90,53	90,57	90,55	km	DRM		2,6	2,53	2,70	0,937	6,3	5	20	50ML, Ill, Kaol	6 Dol	12 Qz
B1a	91,35	91,38	91,37	km	DRM		0,5	2,85	2,86	0,997	0,3	<1*	80	13ML, Ill, Kaol	<5 Dol	5 Qz
B1a	92,46	92,50	92,48	km	DRM		2,1	2,56	2,70	0,948	5,2	<1*	17	54ML, Ill, Kaol	14 Dol	13 Qz
B1a	93,51	93,55	93,53	km	DRM		2,3	2,79	2,82	0,989	1,1	<1*	14	43ML, Ill, Kaol	23 Dol	12 Qz
B1a	94,27	94,30	94,29	km	DRM		1,2	2,79	2,82	0,989	1,1	<1*	30	42ML, Ill, Kaol	13 Dol	12 Qz
B1a	95,27	95,31	95,29	km	DRM		1,3	2,74	2,76	0,993	0,7	1	18	44ML, Ill, Kaol	23 Dol	11 Qz
B1a	96,00	96,05	96,03	km	DRM		0,2	2,88	2,90	0,993	0,7	<1*	85	8ML, Ill, Kaol	<5 Dol	5 Qz
B1a	97,07	97,13	97,10	km	BH		0,1	2,89	2,91	0,993	0,7	4	86	6ML, Ill, Kaol	<5 Dol	2 Dol
B1a	98,97	99,00	98,99	km	BH		0,2	2,85	2,93	0,973	2,7	2	76	11ML, Ill, Kaol	7 Dol	3 Qz
B1a	99,30	99,37	99,34	km	BH		0,1	2,88	2,92	0,986	1,4	2	76	9ML, Ill, Kaol	8 Dol	3 Qz
B1a	100,04	100,08	100,06	km	BH		0,3	2,79	2,84	0,982	1,8	2	78	13ML, Ill, Kaol	<5 Dol	4 Qz
B1a	101,00	101,04	101,02	km	Glp		2,6	2,63	2,90	0,907	9,3	2	25	50ML, Ill, Kaol	8 Dol	13 Qz
B1a	102,53	102,56	102,55	km	Glp		0,4	2,87	2,88	0,997	0,3	2	74	13ML, Ill, Kaol	8 Dol	3 Qz
B1a	103,74	103,78	103,76	km	Glp		0,8	2,85	2,86	0,997	0,3	<1*	66	23ML, Ill, Kaol	6 Dol	5 Qz
B1a	104,22	104,26	104,24	km	Glp		0,9	2,83	2,86	0,990	1,0	6	54	30ML, Ill, Kaol	<5 Dol	7 Qz
B1a	105,69	105,73	105,71	km	Glp		1,7	2,70	2,96	0,912	8,8	1	22	48ML, Ill, Kaol	18 Dol	11 Qz
B1a	106,09	106,12	106,11	km	Glp		0,7	2,70	2,98	0,906	9,4	1	61	24ML, Ill, Kaol	9 Dol	5 Qz
B1a	107,00	107,04	107,02	km	Glp		0,6	2,84	2,84	1,000	0,0	1	60	17ML, Ill, Kaol	18 Dol	4 Qz
B1a	108,97	109,00	108,99	km	Glp		0,5	2,85	2,85	1,000	0,0	1	79	14ML, Ill, Kaol	<5 Dol	2 Qz
B1a	109,97	110,00	109,99	km	Glp		0,3	2,87	2,88	0,997	0,3	2	83	8ML, Ill, Kaol	<5 Dol	2 Qz
B1a	110,60	110,63	110,62	km	Glf		0,2	2,84	2,89	0,983	1,7	9	82	4ML, Ill, Kaol	<5 Dol	2 Qz
B1a	111,73	111,75	111,74	km	Glf		0,1	2,83	2,85	0,993	0,7	2	60	<3TM	38 Dol	<1 Qz
B1a	112,40	112,45	112,43	km	Glf		1,2	2,60	2,98	0,872	12,8	4	8	36ML, Ill, Kaol	39 Dol	12 Qz
B1a	113,44	113,48	113,46	km	Glf		0,4	2,91	2,97	0,980	2,0	<1*	87	3TM	9 Dol	1 Qz
B1a	114,68	114,71	114,70	km	Glf	Zone zwischen Anhydritkern und Unterem Gipsspiegel	0,1	2,29	2,45	0,935	6,5	99	<1*	<3TM	<5 Dol	<1 Qz
B1a	115,47	115,53	115,50	ku	GRM	Unterkeuper, teilw. mit Gipsstein, bzw. Sulfatknollen	1,4	2,57	2,58	0,996	0,4	48	<1*	32ML, Ill, Kaol	8 Dol	12 Qz
B1a	115,96	116,00	115,98	ku	GRM		1,7	2,63	2,78	0,946	5,4	1	<1*	42ML, Ill, Kaol	41 Dol	16 Qz
B1a	116,57	116,62	116,60	ku	GRM		2,2	2,59	2,82	0,918	8,2	10	<1*	65ML, Ill, Kaol	6 Dol	18 Qz
B1a	117,49	117,53	117,51	ku	GRM		2,3	2,46	2,57	0,957	4,3	12	<1*	68ML, Ill, Kaol	<5 (ca.4)	17 Qz
B1a	118,43	118,47	118,45	ku	BS		0,1	2,30	2,62	0,878	12,2	98	<1*	<3TM	<5 (ca.4)	>1 Qz
B1a	119,50	119,53	119,52	ku	Ldo		1,7	2,63	2,69	0,978	2,2	2	<1*	66ML, Ill, Kaol	12 Dol	20 Qz
B1a	120,63	120,66	120,65	ku	Ldu		0,2	2,30	2,54	0,906	9,4	92	<1*	5ML, Ill, Kaol	<5 (ca.2)	1 Qz
B1a	121,63	121,68	121,66	ku	Ldu/OGM		6,3	2,42	2,80	0,864	13,6	<1*	<1*	80ML, Ill, Kaol	<5 (ca.2)	20 Qz
B1a	122,28	122,31	122,30	ku	OGM/Ad		4,4	2,46	2,66	0,925	7,5	20	<1*	65ML, Ill, Kaol	<5 (ca.2)	15 Qz
B1a	123,82	123,85	123,84	ku	UGM		2,0	2,47	2,65	0,932	6,8	<1*	<1*	65ML, Ill, Kaol	<5 (ca.2)	32 Qz
B1a	124,63	124,65	124,64	ku	Ak		2,2	2,57	2,90	0,886	11,4	9	<1*	63ML, Ill, Kaol	6 Dol	21 Qz
B1a	125,96	126,00	125,98	ku	SPS		0,2	2,95	3,00	0,983	1,7	4	<1*	7TM	85 Dol	2 Qz
B1a	126,70	126,72	126,71	ku	ES		2,0	2,44	2,61	0,935	6,5	<1*	<1*	-	<5 (ca.2)	-
B1a	127,54	127,56	127,55	ku	ES		2,7	2,46	2,80	0,879	12,1	<1*	<1*	-	<5(ca <2)	-
B1a	128,43	128,46	128,45	ku	ES		2,5	2,46	2,76	0,891	10,9	<1*	<1*	-	<5(ca <2)	-
B1a	129,34	129,37	129,36	ku	ES		2,7	2,45	2,73	0,897	10,3	<1*	<1*	-	<5(ca <2)	-
B1a	130,81	130,84	130,83	ku	ES		1,8	2,48	2,72	0,912	8,8	<1*	<1*	-	<5(ca <2)	-
B1a	131,74	131,77	131,76	ku	B		0,1	2,68	2,88	0,931	6,9	<1*	<1*	-	81 Cc	-
B1a	132,78	132,80	132,79	ku	B		1,6	2,67	2,71	0,985	1,5	<1*	<1*	-	84 Dol	-
B1a	133,30	133,32	133,31	ku	B		0,8	2,69	2,79	0,964	3,6	<1*	<1*	-	90 Dol	-
B1a	134,19	134,24	134,22	mo	D	Primär nicht sulfatführendes Gebirge	12,7	2,10	2,82	0,745	25,5	<1*	<1*	-	94 Dol	-
B1a	135,40	135,48	135,44	mo	D		5,3	2,48	2,91	0,852	14,8	<1*	<1*	-	96 Dol	-
B1a	136,85	136,90	136,88	mo	D		4,7	2,51	2,88	0,872	12,8	<1*	<1*	-	93 Dol	-
B1a	137,95	138,00	137,98	mo	D		8,6	2,29	2,78	0,824	17,6	<1*	<1*	-	92 Dol	-
B1a	138,75	138,80	138,78	mo	D		11,1	2,17	2,77	0,783	21,7	<1*	<1*	-	92 Dol	-
B1a	139,60	139,65	139,63	mo	D		8,9	2,27	2,98	0,762	23,8	<1*	<1*	-	92 Dol	-
B1a	140,87	140,90	140,89	mo	D		3,5	2,62	2,78	0,942	5,8	<1*	<1*	-	87 Dol	-
B1a	141,78	141,84	141,81	mo	D		5,7	2,44	2,70	0,904	9,6	<1*	<1*	-	93 Dol	-
B1a	142,68	142,71	142,70	mo	D		5,1	2,46	2,66	0,925	7,5	<1*	<1*	-	90 Dol	-
B1a	143,83	143,90	143,87	mo	K		5,3	2,49	2,65	0,940	6,0	<1*	<1*	-	93 Dol	-
B1a	144,85	144,88	144,87	mo	K		0,4	2,67	2,68	0,996	0,4	<1*	<1*	-	86 Cc+Dol	-

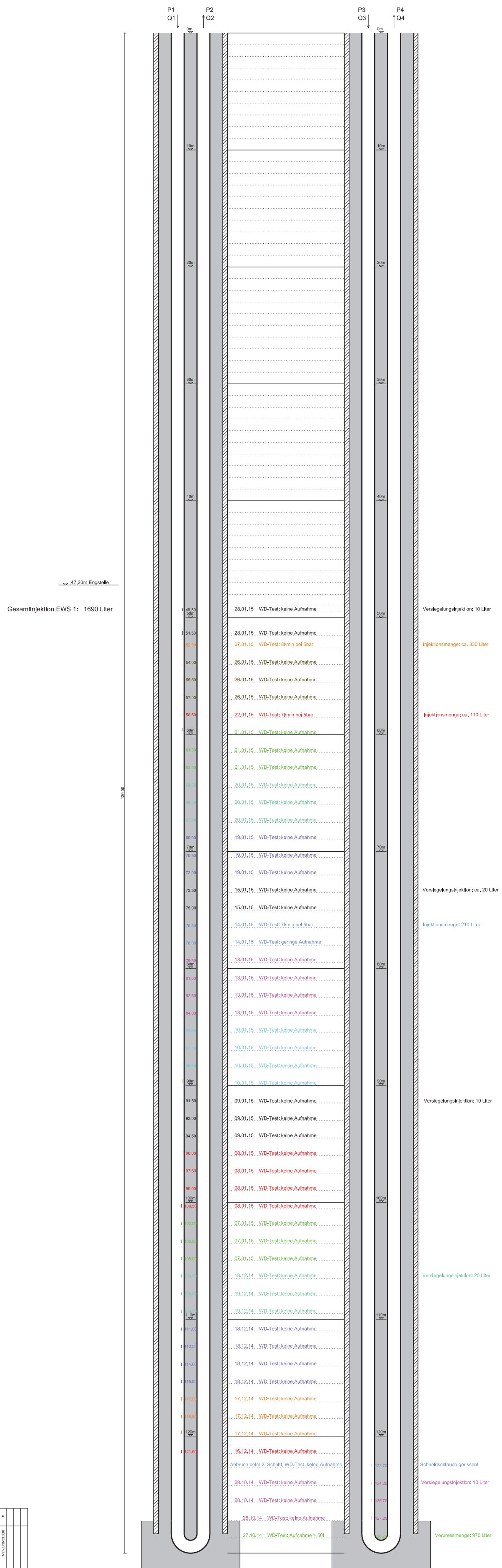
* Werte liegen unterhalb der Nachweisgrenze



Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Aktenzeichen: 4764//15-7202 Anlage: 8.2

EWS 1



a	BESTANDSPLAN	20.04.2015	Kr.
INDEX	ÄNDERUNG	DATUM	NAME

KELLER

Keller Grundbau GmbH
Schwarzwaldstr. 1 77871 Renchen
Tel. 07843 / 709-0 Fax 07843 / 709-173

PROJEKT: Sanierung Geothermie Bohrungen, Siemensstraße 11
71034 Böblingen

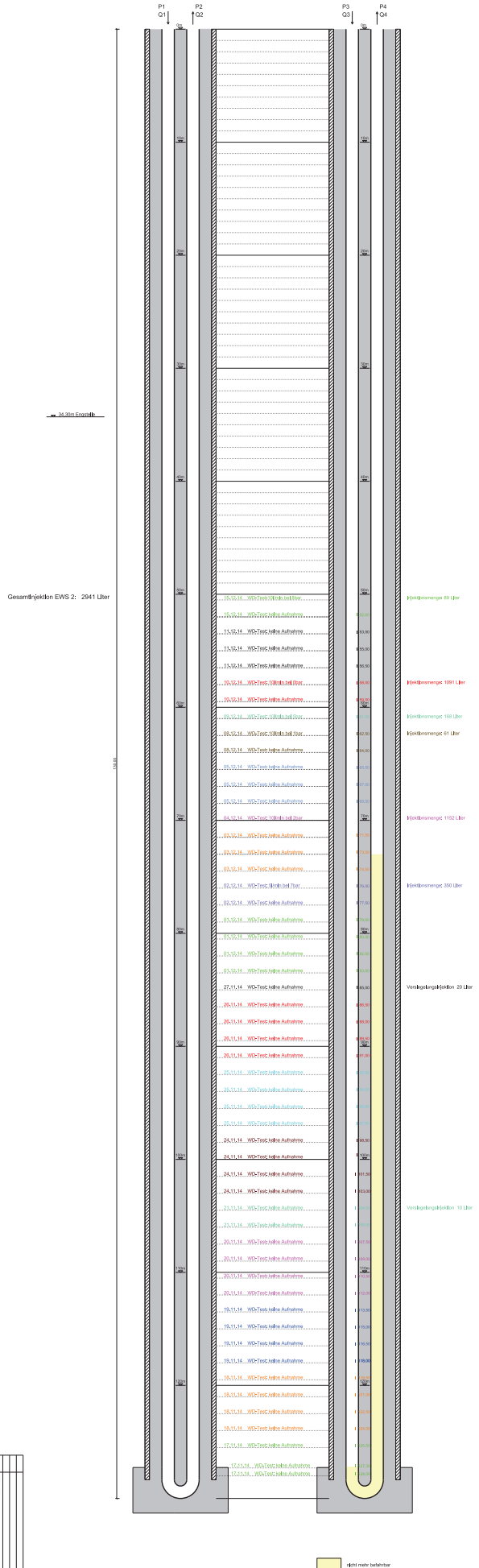
BAUHERR: Landratsamt Böblingen
Parkstraße 16, 71034 Böblingen

AUFTRAGGEBER: Landratsamt Böblingen
Parkstraße 16, 71034 Böblingen

Schnitt- und Injektionsplan — EWS 1

	DATUM	NAME	MASSSTAB	BAUSTELLEN - NR.	ZEICHNUNG - NR.
GEZEICHNET	8.10.2014	Krausbauer	1:100	630 16 0561	16-0561-01a
GEPRÜFT	8.10.2014	Adler			
GESEHEN					

EWS 2



KELLER

Keller Grundbau GmbH
Kabelkamp 7
74321 Bietigheim-Bissingen
Tel. 07142 / 7004-0
Fax 07142 / 7004-10

Auftrag: Sanierung Gasthaus Bönnigheim, Obermenzlen 11
74354 Besigheim

Auftrag-Nr.: 14.0001

Auftraggeber: Landratsamt Bietigheim
Parkstraße 16, 74354 Besigheim

Architekt: Schäfer und Feldmaßen
Parkstraße 16, 74354 Besigheim

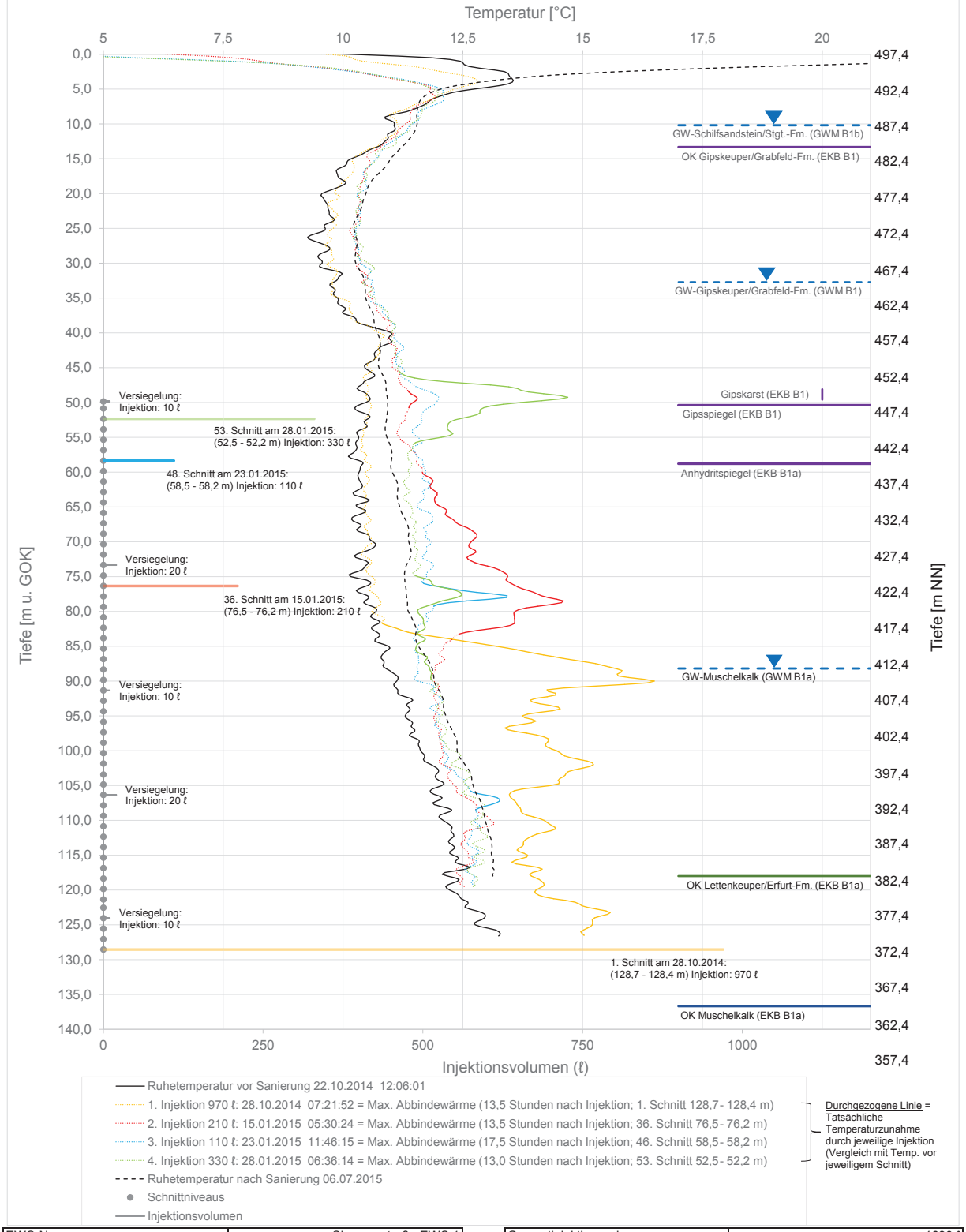
Bauvorhaben: EWS 2

Datum	Name	Maßstab: 1:100
gezeichnet: 15.12.14	Schäfer	
geprüft: 15.12.14	Schäfer	
freigegeben:		

Anlage: Ausführungsplan
Blatt-Nr.: 600-16-0001
Index: 14-0001-1629

Index	Änderungen	Datum	Name
A	Ausführungsplan	15.12.14	Schäfer
B			

EWS-Sanierung BB-Quartier I
Siemensstraße EWS 1
Zementabbindetemperaturen im Sanierungsverlauf



EWS-Nr.	Siemensstraße EWS 1
EWS-Koordinaten:	3502073,1 / 5394901,8
EWS-Ansatzhöhe / EWS-Tiefe:	479,2 m NN / 129 m
Zeitraum der Sanierung:	27.10. - 29.10.14 & 16.12.14 - 28.01.15
Anzahl Doppel-/Einzelschnitte:	55
Geschnittener Tiefenbereich:	128,7 - 49,7 m
Geschnittenes Rohr:	Rohr 4 + 1
GFK*-Temperaturmessung in Rohr:	Rohr 3

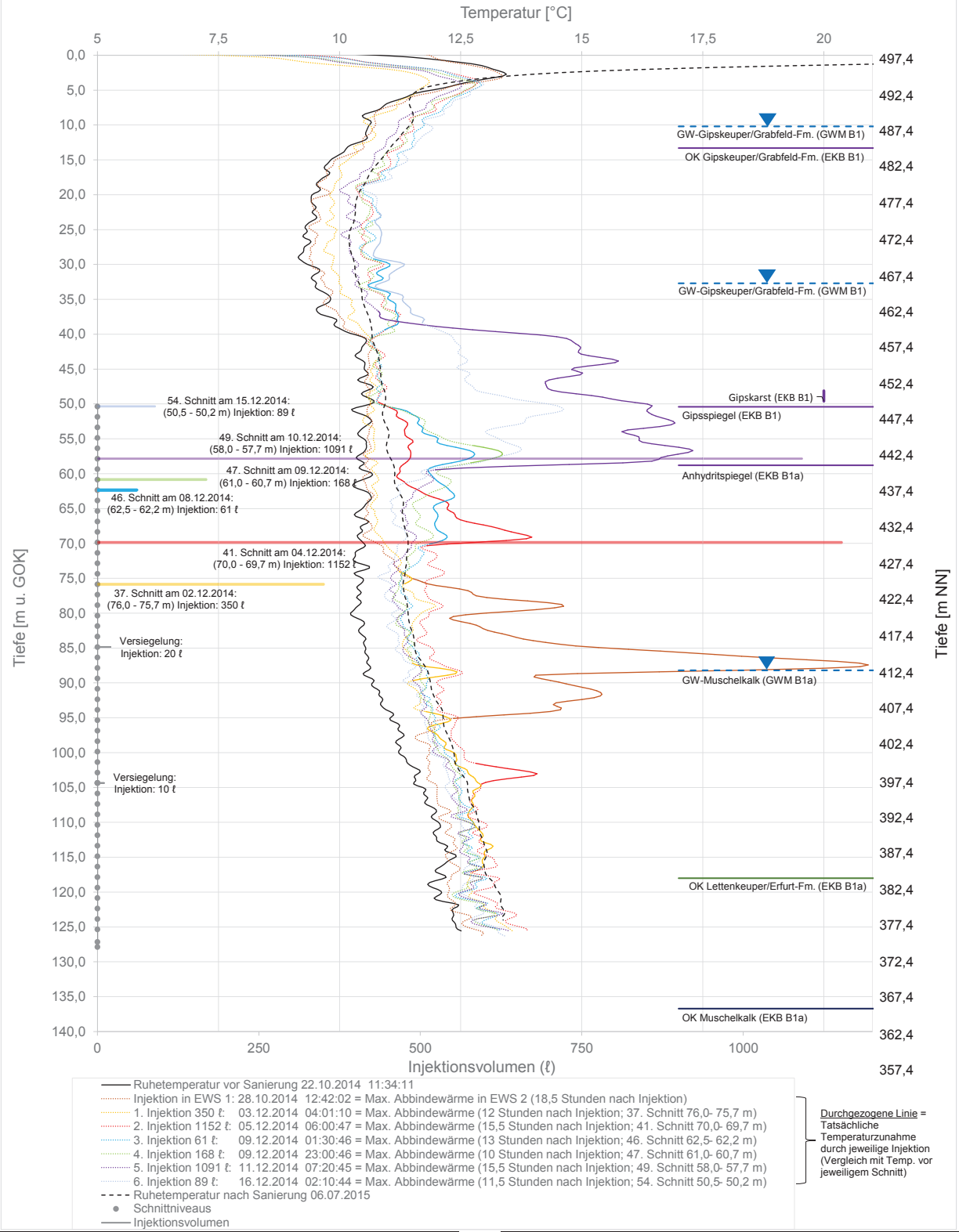
* GFK = Glasfaserkabel (aufheizbar)

Gesamtinjektionsvolumen:	1690 ℓ
Auswirkung auf Nachbar-EWS:	ja in EWS 2 durch 1. Verpressen
Verpressschlauch frei bis:	---
Befahrbarkeit nach Sanierung:	1 = 57,2 m; 2 = 123,0 m; Umlauf vorh.
(1-4 = Sondenrohre)	3 = GFK**; 4 = 0 m***; kein Umlauf
"Ruhe"-Wasserstand im ge-schnittenen Rohr nach Sanierung:	ca. 95 m u. GOK (Rohr 1+2)

** GFK einzementiert

*** Schneidschlauch abgerissen

EWS-Sanierung BB-Quartier I
Siemensstraße EWS 2
Zementabbindetemperaturen im Sanierungsverlauf



EWS-Nr.	Siemensstraße EWS 2
EWS-Koordinaten:	3502078,1 / 5394902,6
EWS-Ansatzhöhe / EWS-Tiefe:	479,2 m NN / 129 m
Zeitraum der Sanierung:	17.11. - 15.12.14
Anzahl Doppel-/Einzelschnitte:	54
Geschnittener Tiefenbereich:	128,0 - 50,2 m
Geschnittenes Rohr:	Rohr 4
GFK*-Temperaturmessung in Rohr:	Rohr 2

Gesamtinjektionsvolumen:	2941 ℓ
Auswirkung auf Nachbar-EWS:	ja durch 1. Verpressen in EWS 1
Verpressschlauch frei bis:	---
Befahrbarkeit nach Sanierung:	1 = 128,6 m; 2 = GFK; Umlauf vorh.
(1-4 = Sondenrohre)	3 = 58,9 m; 4 = 60,6 m; kein Umlauf
"Ruhe"-Wasserstand im ge-schnittenen Rohr nach Sanierung:	ca. 35,5 m u. GOK (Rohr 3)

* GFK = Glasfaserkabel (aufheizbar)

Abbildung 4

Temperatur-Tiefenprofile der EWS1 in der Siemenstrasse 11, Böblingen
Ein Profil vor der Sanierung, zwei danach

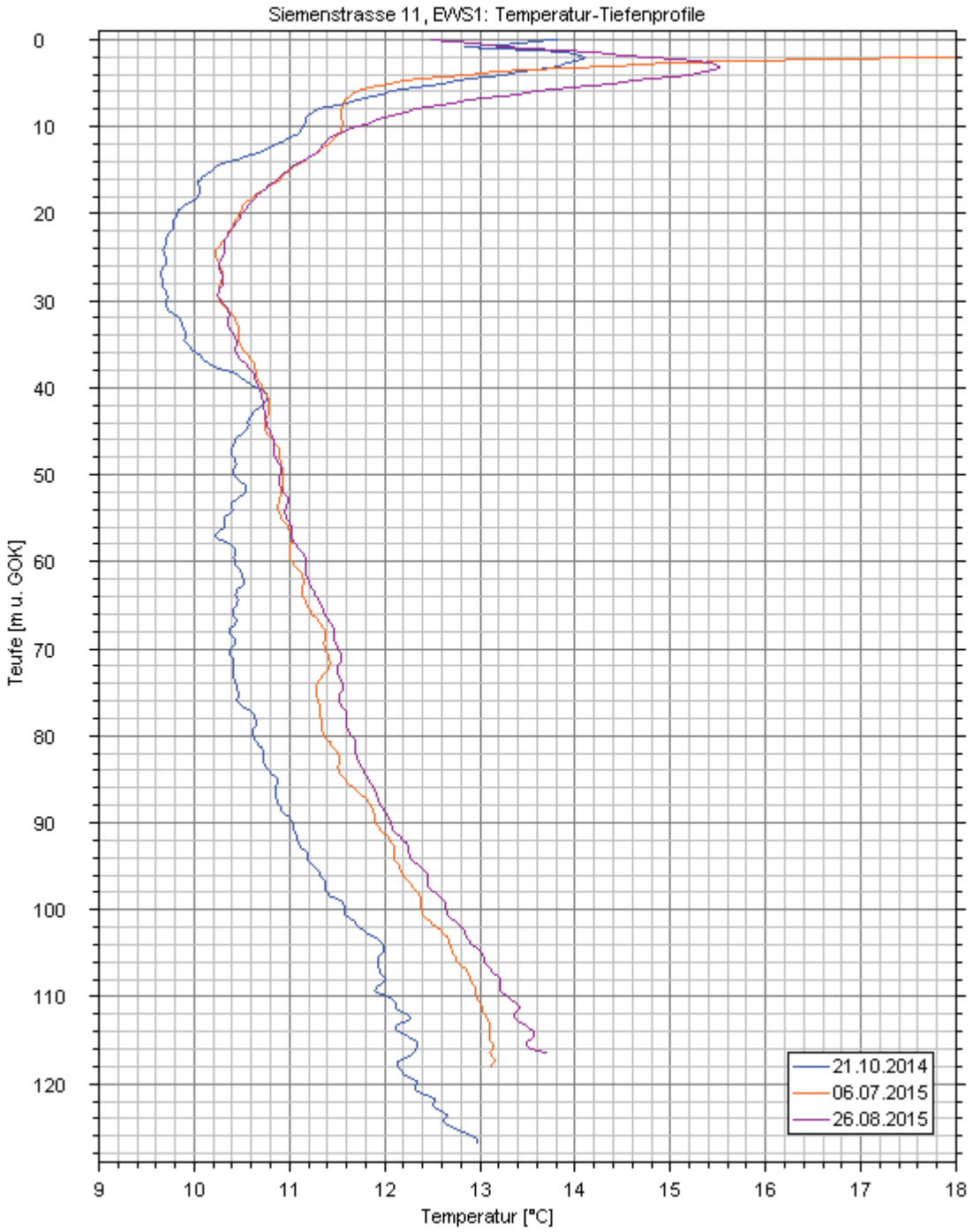
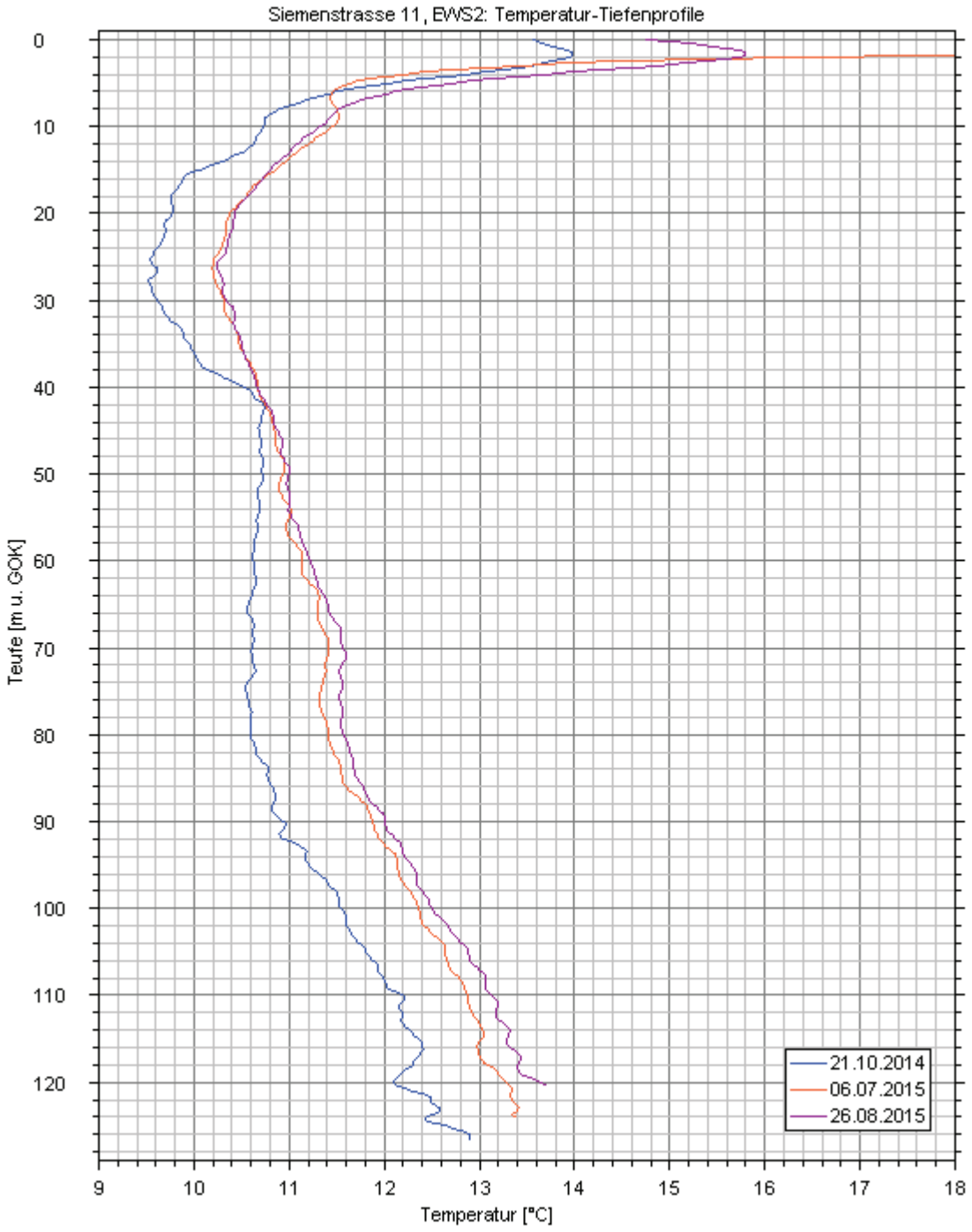


Abbildung 5

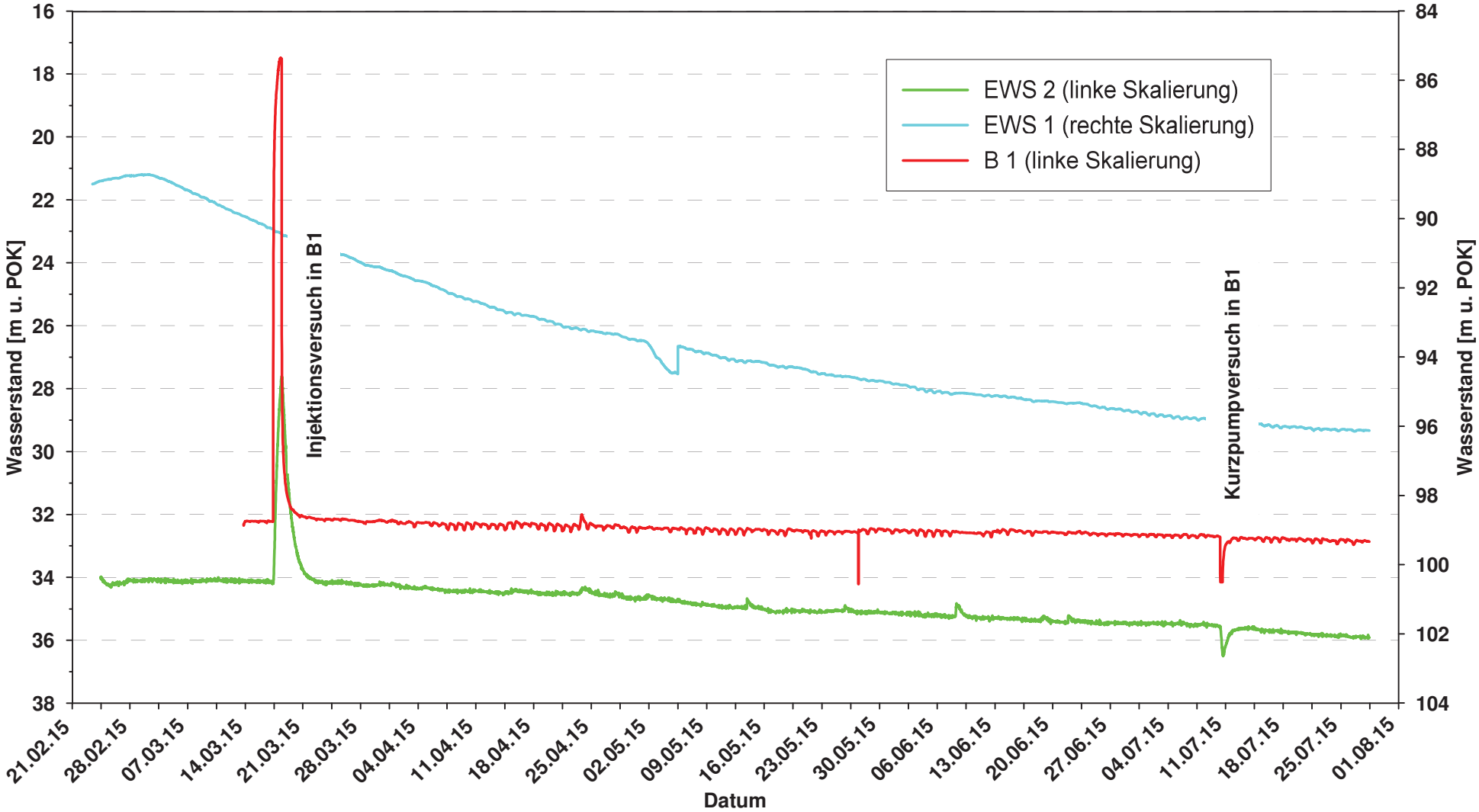
Temperatur-Tiefenprofile der EWS2 in der Siemenstrasse 11, Böblingen
Ein Profil vor der Sanierung, zwei danach



Wasserstandsmonitoring

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	-
Ort:	Böblingen	Aquifer:	-
Bohrung:	EWS1, EWS2 und B 1	Versuchstyp:	Monitoring
Startdatum:	25.02.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	-	Aufzeichnung:	Messrechner
Ausbaudurchmesser:	-	Packersitz:	-
Versuchsende:	13.6.2015	Filter:	-

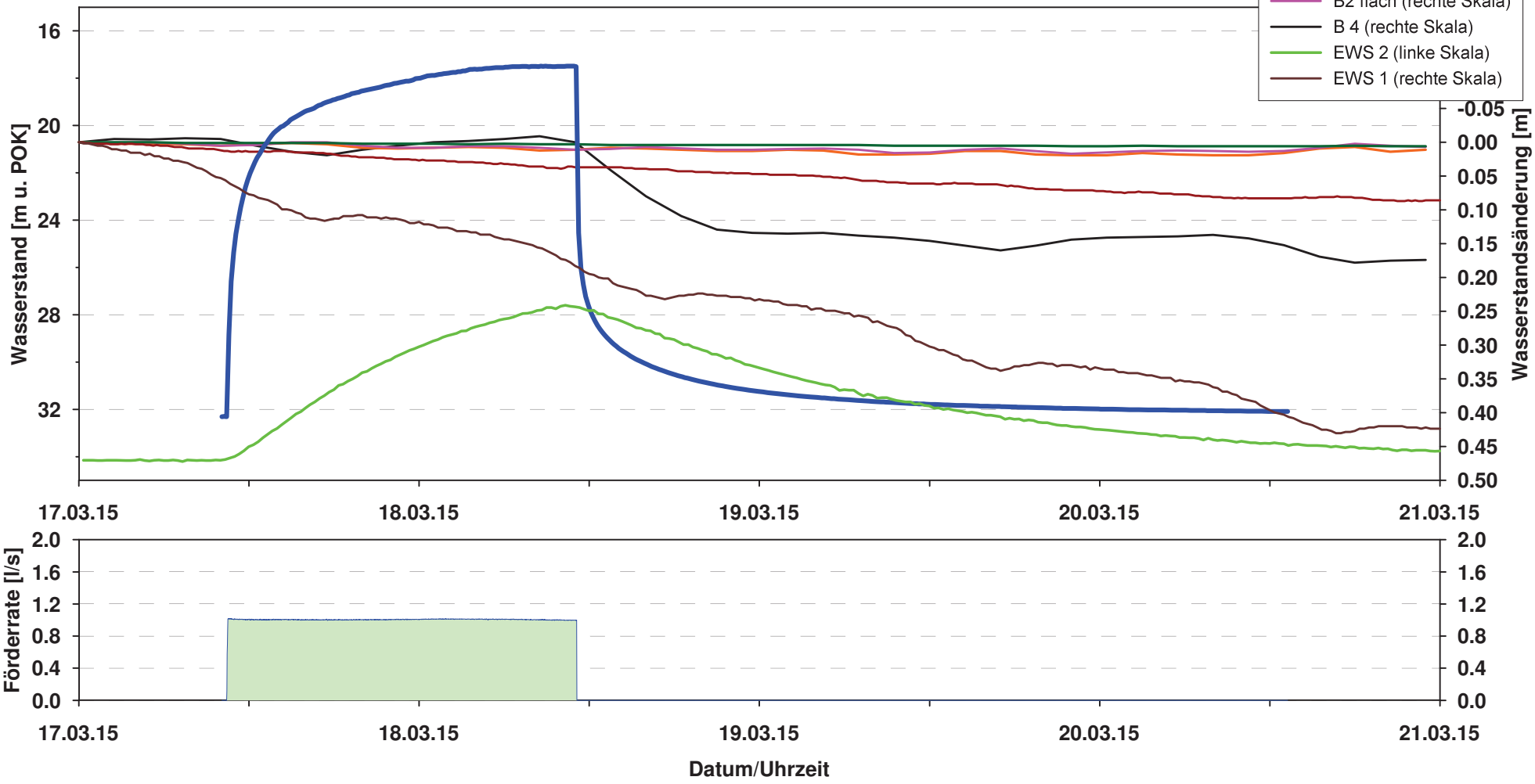
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

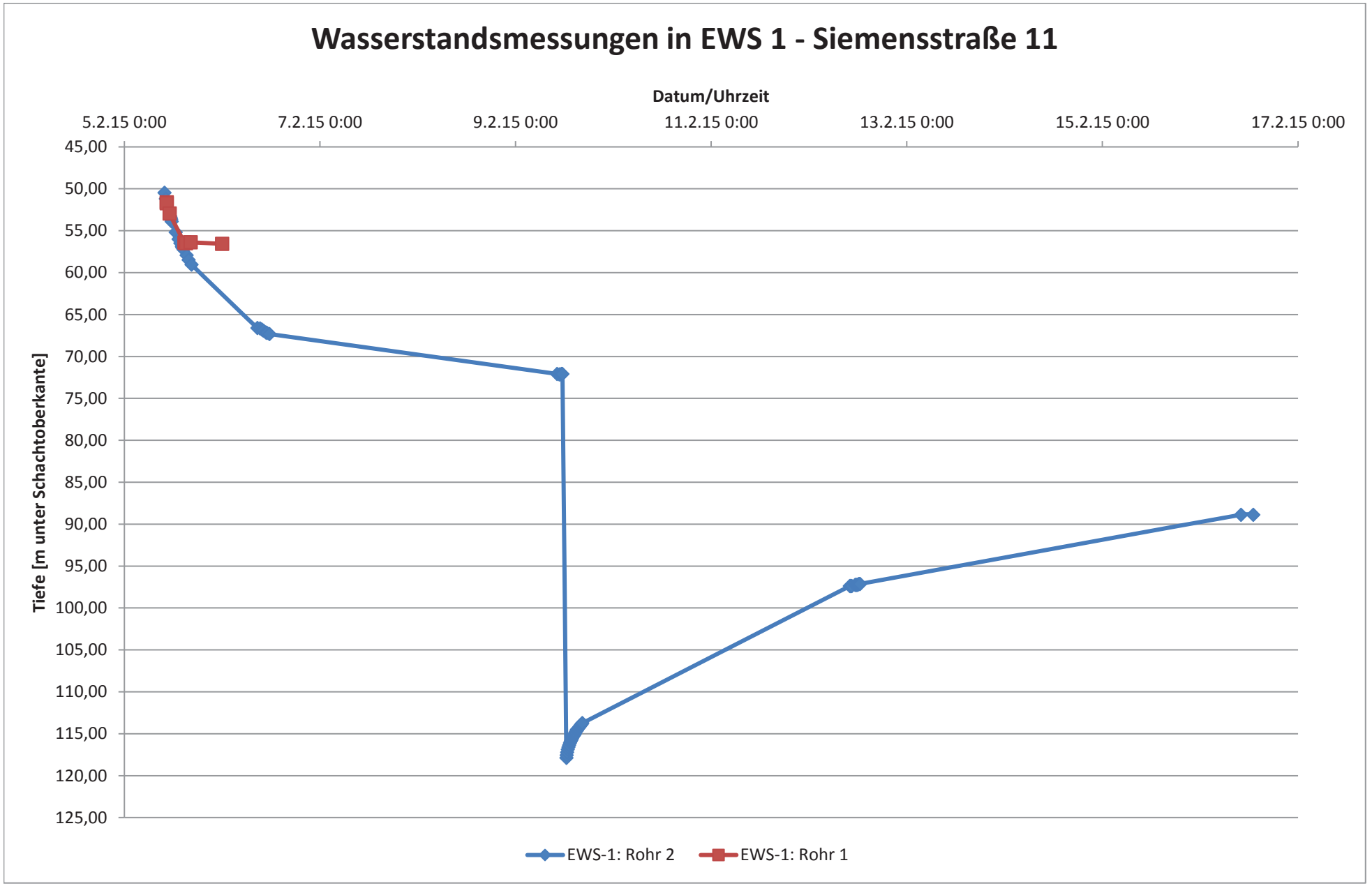


Versuchsprotokoll

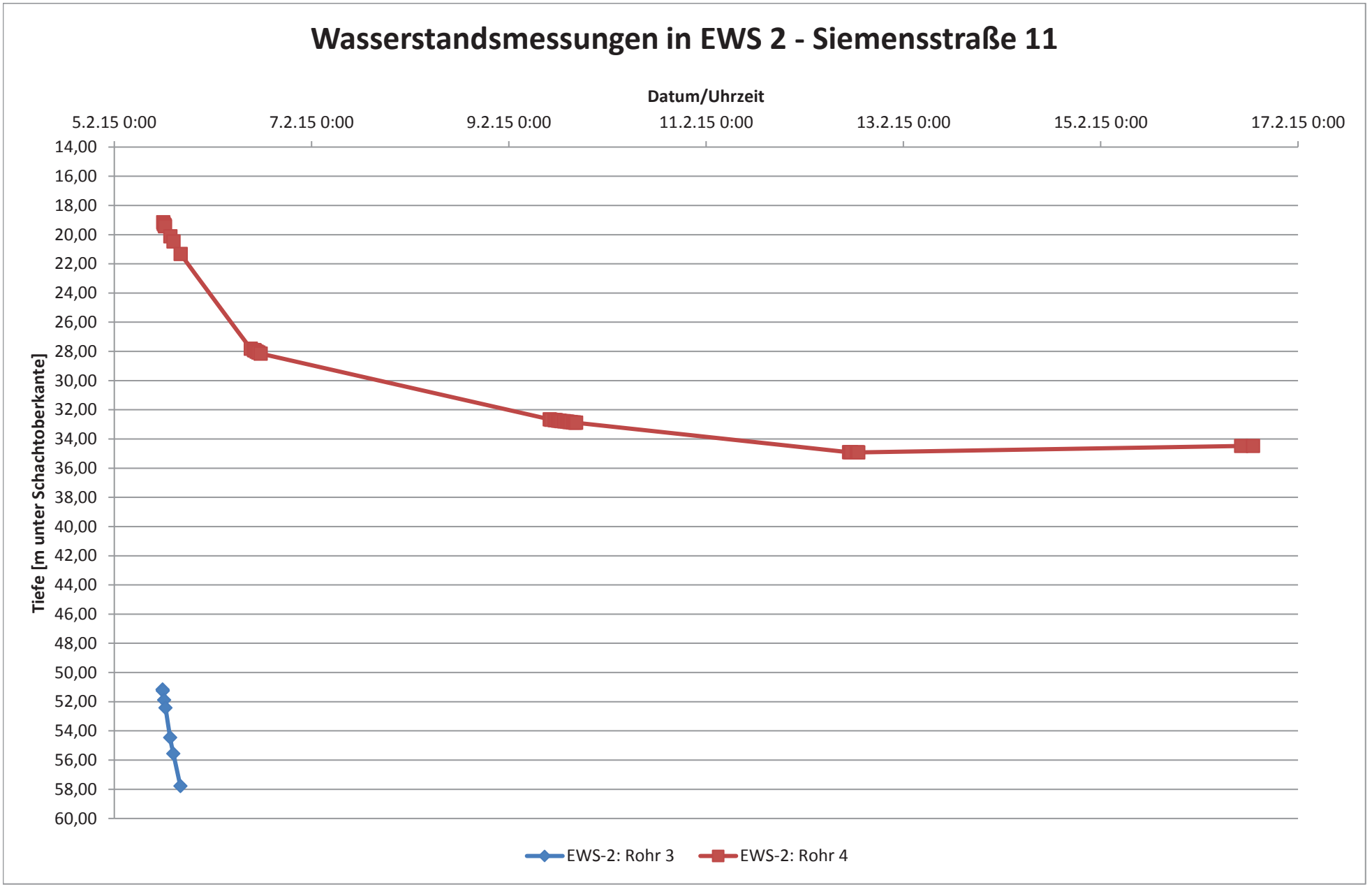
Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	32.09
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1	Versuchstyp:	Injektionsversuch
Startdatum:	17.3.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	50 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Datenlogger
Ausbaudurchmesser:	DN 125	Packersitz:	ohne
Versuchsende:	20.3.2015	Filter:	45 - 50 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik




Wasserstandsmessungen in EWS 1 - Siemensstraße 11
Datum/Uhrzeit
5.2.15 0:00
7.2.15 0:00
9.2.15 0:00
11.2.15 0:00
13.2.15 0:00
15.2.15 0:00
17.2.15 0:00
Tiefe [m unter Schachtoberkante]
45,00
50,00
55,00
60,00
65,00
70,00
75,00
80,00
85,00
90,00
95,00
100,00
105,00
110,00
115,00
120,00
125,00
EWS-1: Rohr 2
EWS-1: Rohr 1

Wasserstandsmessungen in EWS 2 - Siemensstraße 11



EWS-Kennung: EWS-1
Auftraggeber: Landratsamt Böblingen
Betreuung Vorort: Herr Branscheid (Prof. Dr-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH)
Auftragsnehmer: terratec Büro f. Geologie und Geophysik GbR
Schillerstraße 3, 79423 Heitersheim
Projekt: Wassserstandsmessungen EWS-Siemensstraße, Böblingen
Projekt-Nr. terratec: 555-2015
Messung am: 05.02.2015; 06.02.2015; 09.02.2015; 12.02.2015; 16.02.2015
Durchführung: Gracia, Pohl, Fischer, Lüke, Glasnak
Bezugspunkt: *EWS1: Rohroberkante: Rohr1: 0,63cm, Rohr2: 0,61cm unter GOK/Schachtoberkante*

EWS-1: Rohr 1

Tiefe Wasserspiegel (m)	Uhrzeit St. : Min.	Datum	Datum / Uhrzeit	Geschw. m/min	Tiefe Wasserspiegel unter SOK (m)	Bemerkungen
52,25	10:23	05.02.15	5.2.15 10:23		51,62	Vortag 16 Uhr: letzte Auffüllung, Hahn geschlossen Vakuumbildung
52,35	10:25	05.02.15	5.2.15 10:25	0,050	51,72	
53,58	11:06	05.02.15	5.2.15 11:06	0,030	52,95	
57,04	14:43	05.02.15	5.2.15 14:43	0,016	56,41	
57,06	14:53	05.02.15	5.2.15 14:53	0,002	56,43	
57,12	15:05	05.02.15	5.2.15 15:05	0,005	56,49	Sensor mit weißer Masse verstopft
57,02	16:16	05.02.15	5.2.15 16:16	-0,001	56,39	Sensor mit weißer Masse verstopft
57,20	8:46	06.02.15	6.2.15 0:00	?	56,57	Über Nacht Hahn offen; >57,20m
						Ende Befahrbarkeit: 57,20 m
57,28	10:15	09.02.15	9.2.15 10:15		56,65	K. Wasser ENDE > 57,28 m

EWS-1: Rohr 2

Tiefe Wasserspiegel (m)	Uhrzeit St. : Min.	Datum	Datum / Uhrzeit	Geschw. m/min	Tiefe Wasserspiegel unter SOK (m)	Bemerkungen
51,09	9:52	05.02.15	5.2.15 9:52		50,48	Vortag 16 Uhr: letzte Auffüllung, Hahn geschlossen Vakuumbildung
51,80	10:10	05.02.15	5.2.15 10:10	0,039	51,19	
53,84	11:12	05.02.15	5.2.15 11:12	0,033	53,23	
54,01	11:19	05.02.15	5.2.15 11:19	0,024	53,40	
54,18	11:25	05.02.15	5.2.15 11:25	0,028	53,57	
54,31	11:31	05.02.15	5.2.15 11:31	0,022	53,70	
54,52	11:37	05.02.15	5.2.15 11:37	0,035	53,91	
55,79	12:35	05.02.15	5.2.15 12:35	0,022	55,18	
56,61	13:19	05.02.15	5.2.15 13:19	0,019	56,00	
57,10	13:46	05.02.15	5.2.15 13:46	0,018	56,49	
57,50	14:07	05.02.15	5.2.15 14:07	0,019	56,89	
57,63	14:15	05.02.15	5.2.15 14:15	0,016	57,02	
57,85	14:31	05.02.15	5.2.15 14:31	0,014	57,24	
58,54	15:16	05.02.15	5.2.15 15:16	0,015	57,93	
59,09	15:45	05.02.15	5.2.15 15:45	0,019	58,48	
59,64	16:28	05.02.15	5.2.15 16:28	0,013	59,03	
67,22	8:38	06.02.15	6.2.15 8:38	0,008	66,61	Über Nacht Hahn offen
67,27	9:19	06.02.15	6.2.15 9:19	0,001	66,66	
67,40	9:43	06.02.15	6.2.15 9:43	0,005	66,79	
67,53	10:06	06.02.15	6.2.15 10:06	0,006	66,92	
67,74	10:43	06.02.15	6.2.15 10:43	0,006	67,13	
67,81	11:01	06.02.15	6.2.15 11:01	0,004	67,20	
67,93	11:35	06.02.15	6.2.15 11:35	0,004	67,32	Ende Befahrbarkeit: 122,97 m
72,69	9:50	09.02.15	9.2.15 10:09		72,08	
72,76	10:44	09.02.15	9.2.15 10:44	0,001	72,15	
72,76	11:01	09.02.15	9.2.15 11:01	0,000	72,15	
72,71	11:15	09.02.15	9.2.15 11:15	-0,004	72,10	
72,71	11:30	09.02.15	9.2.15 11:30	0,000	72,10	Ausblassversuch
118,49	12:27	09.02.15	9.2.15 12:27		117,88	
118,16	12:32	09.02.15	9.2.15 12:32	-0,066	117,55	
117,83	12:39	09.02.15	9.2.15 12:39	-0,047	117,22	
117,48	12:49	09.02.15	9.2.15 12:49	-0,035	116,87	
117,22	12:59	09.02.15	9.2.15 12:59	-0,026	116,61	
116,98	13:09	09.02.15	9.2.15 13:09	-0,024	116,37	
116,72	13:21	09.02.15	9.2.15 13:22	-0,022	116,11	
116,53	13:31	09.02.15	9.2.15 13:31	-0,019	115,92	
116,36	13:40	09.02.15	9.2.15 13:40	-0,019	115,75	
116,17	13:52	09.02.15	9.2.15 13:52	-0,016	115,56	
116,02	14:02	09.02.15	9.2.15 14:02	-0,015	115,41	
115,86	14:13	09.02.15	9.2.15 14:13	-0,015	115,25	
115,74	14:22	09.02.15	9.2.15 14:22	-0,013	115,13	
115,61	14:32	09.02.15	9.2.15 14:32	-0,013	115,00	
115,46	14:41	09.02.15	9.2.15 14:41	-0,017	114,85	
115,31	14:53	09.02.15	9.2.15 14:53	-0,012	114,70	
115,21	15:03	09.02.15	9.2.15 15:02	-0,010	114,60	
115,10	15:12	09.02.15	9.2.15 15:02	-0,012	114,49	
115,00	15:21	09.02.15	9.2.15 15:21	-0,011	114,39	
114,88	15:32	09.02.15	9.2.15 15:32	-0,011	114,27	
114,76	15:42	09.02.15	9.2.15 15:42	-0,012	114,15	
114,66	15:52	09.02.15	9.2.15 15:52	-0,010	114,05	
114,56	16:02	09.02.15	9.2.15 16:02	-0,010	113,95	
114,46	16:12	09.02.15	9.2.15 16:12	-0,010	113,85	
114,35	16:23	09.02.15	9.2.15 16:23	-0,010	113,74	
97,39	10:00	12.02.15	12.2.15 10:00		97,39	
97,39	10:10	12.02.15	12.2.15 10:10	0,000	97,39	
97,38	10:15	12.02.15	12.2.15 10:15	-0,002	97,38	
97,37	10:30	12.02.15	12.2.15 10:30	-0,001	97,37	
97,26	11:20	12.02.15	12.2.15 11:20	-0,002	97,26	neuer Messanfang n. Umsetzen auf EWS2
97,26	11:30	12.02.15	12.2.15 11:30	0,000	97,26	
97,25	11:40	12.02.15	12.2.15 11:40	-0,001	97,25	
97,24	11:50	12.02.15	12.2.15 11:50	-0,001	97,24	
97,22	12:00	12.02.15	12.2.15 12:00	-0,002	97,22	
97,18	12:10	12.02.15	12.2.15 12:10	-0,004	97,18	
97,15	12:20	12.02.15	12.2.15 12:20	-0,003	97,15	
97,13	12:30	12.02.15	12.2.15 12:30	-0,002	97,13	
88,88	10:00	16.02.15	16.2.15 10:00		88,88	
88,88	13:02	16.02.15	16.2.15 13:02	0,000	88,88	

EWS-Kennung:	EWS-2
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Betreuung Vorort:	Herr Branscheid (Prof. Dr-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH)
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik GbR
	Schillerstraße 3, 79423 Heitersheim
Projekt:	Wassserstandsmessungen EWS-Siemensstraße, Böblingen
Projekt-Nr. terratec:	555-2015
Messung am:	05.02.2015; 06.02.2015; 09.02.2015; 12.02.2015; 16.02.2015
Durchführung:	Gracia, Pohl, Fischer, Lüke, Glasnak
Bezugspunkt:	*EWS2: Rohroberkante: Rohr3: 0,15 cm, Rohr4: 0,15 cm **unter** GOK/Schachtoberkante*

EWS-2: Rohr 3

Tiefe Wasserspiegel (m)	Uhrzeit St. : Min.	Datum	Datum / Uhrzeit	Geschw. m/min	Tiefe Wasserspiegel unter SOK (m)	Bemerkungen
51,01	11:44	05.02.15	5.2.15 11:44		51,16	Vortag 16 Uhr: letzte Auffüllung, Hahn geschlossen Vakuumbildung
51,10	11:47	05.02.15	5.2.15 11:47	0,030	51,25	
51,73	12:07	05.02.15	5.2.15 12:07	0,031	51,88	
52,26	12:28	05.02.15	5.2.15 12:28	0,025	52,41	
54,31	13:35	05.02.15	5.2.15 13:35	0,031	54,46	
55,40	14:22	05.02.15	5.2.15 14:22	0,023	55,55	
57,62	16:04	05.02.15	5.2.15 16:04	0,022	57,77	
58,90	08:59	06.02.15	6.2.15 8:59	?		Über Nacht Hahn offen, >58,90m
						Ende Befahrbarkeit: 58,90 m
58,7	10:53	09.02.2015	9.2.15 10:53			K.Wasser ENDE > 58,70 m

EWS-2: Rohr 4

Tiefe Wasserspiegel (m)	Uhrzeit St. : Min.	Datum	Datum / Uhrzeit	Geschw. m/min	Tiefe Wasserspiegel unter SOK (m)	Bemerkungen
19,00	11:55	05.02.15	5.2.15 11:55		19,15	Vortag 16 Uhr: letzte Auffüllung, Hahn geschlossen Vakuumbildung
19,10	12:02	05.02.15	5.2.15 12:02	0,014	19,25	
19,20	12:14	05.02.15	5.2.15 12:14	0,008	19,35	
19,27	12:21	05.02.15	5.2.15 12:21	0,010	19,42	
19,96	13:40	05.02.15	5.2.15 13:40	0,009	20,11	
20,31	14:25	05.02.15	5.2.15 14:25	0,008	20,46	
21,18	16:09	05.02.15	5.2.15 16:09	0,008	21,33	
27,66	09:12	06.02.15	6.2.15 9:12	0,006	27,81	Über Nacht Hahn offen
27,76	09:59	06.02.15	6.2.15 9:59	0,002	27,91	
27,79	10:10	06.02.15	6.2.15 10:10	0,003	27,94	
27,86	10:38	06.02.15	6.2.15 10:38	0,003	28,01	
27,92	11:04	06.02.15	6.2.15 11:04	0,002	28,07	
28,00	11:36	06.02.15	6.2.15 11:36	0,002	28,15	
32,50	09:55	09.02.15	9.2.15 9:55		32,65	
32,53	10:19	09.02.15	9.2.15 10:19	0,0013	32,68	Ende Befahrbarkeit: 60,62 m
32,55	11:05	09.02.15	9.2.15 11:05	0,0004	32,70	
32,56	11:18	09.02.15	9.2.15 11:18	0,0008	32,71	
32,57	11:30	09.02.15	9.2.15 11:30	0,0008	32,72	
32,59	11:58	09.02.15	9.2.15 11:58	0,0007	32,74	
32,6	12:20	09.02.15	9.2.15 12:20	0,0005	32,75	
32,62	12:47	09.02.15	9.2.15 12:47	0,0007	32,77	
32,63	13:20	09.02.15	9.2.15 13:20	0,0003	32,78	
32,64	13:33	09.02.15	9.2.15 13:33	0,0008	32,79	
32,66	14:03	09.02.15	9.2.15 14:03	0,0007	32,81	
32,67	14:24	09.02.15	9.2.15 14:24	0,0005	32,82	
32,68	14:43	09.02.15	9.2.15 14:43	0,0005	32,83	
32,69	15:03	09.02.15	9.2.15 15:03	0,0005	32,84	
32,71	15:32	09.02.15	9.2.15 15:32	0,0007	32,86	
32,72	15:52	09.02.15	9.2.15 15:52	0,0005	32,87	
32,73	16:06	09.02.15	9.2.15 16:06	0,0007	32,88	
32,74	16:22	09.02.15	9.2.15 16:22	0,0006	32,89	
34,91	10:45	12.02.15	12.2.15 10:45		34,91	
34,91	11:00	12.02.15	12.2.15 11:00	0,0000	34,91	
34,91	11:15	12.02.15	12.2.15 11:15	0,0000	34,91	
34,92	12:40	12.02.15	12.2.15 12:40	0,0001	34,92	
34,92	12:50	12.02.15	12.2.15 12:50	0,0000	34,92	
34,92	13:00	12.02.15	12.2.15 13:00	0,0000	34,92	
34,48	10:10	16.02.15	16.2.15 10:10		34,48	
34,48	13:02	16.02.15	16.2.15 13:02	0,0000	34,48	

Vorab per Mail: j.weinbrecht@lrabb.de
a.steinacker@lrabb.de

Keller Grundbau GmbH · Schwarzwaldstraße 1 · 77871 Renchen

Landratsamt / Wasserwirtschaft
Parkstr. 16
71034 Böblingen

Keller Grundbau GmbH
Renchen
Schwarzwaldstraße 1
77871 Renchen

Telefon +49 7843 709-0
Fax +49 7843 709-173
renchen@kellergrundbau.com
www.kellergrundbau.de

Unsere Zeichen	☎ Dw.	🖷	E-Mail	Datum
Herr Schuhmacher/bx	-142	-188	N.Schuhmacher@kellergrundbau.com	28.07.2015

Sanierung Erdwärmesonden-Rohre Böblingen
Zwischenverwahrung der nachverpressten EWS

Sehr geehrte Damen und Herren,

Bezug nehmend auf Punkt 3 „Zwischenverwahrung der nachverpressten EWS" des Besprechungsprotokolls der Besprechung vom 16.06.2015 im LRA Böblingen sowie auf verschiedene Baubesprechungen im Zuge der Sanierungsarbeiten im Quartier 2 (Heinrich-Heine-Weg) erhalten Sie nachfolgend unsere Stellungnahme dazu:

In der Anlage zu diesem Schreiben finden Sie eine tabellarische Übersicht (Anlage 1) der sich einstellenden Fließgrenzen für verschieden hoch konzentrierte Bentonitsuspensionen von Herrn Dr. Rolf Ahlers, Fa. Clariant (vormals Südchemie), Moosburg.

Nach telefonischer Auskunft von Herrn Dr. Ahlers (23.07.2015) ist, um eine langzeitstabile Suspension zu erhalten, eine Mindestkonzentration von 3 % Bentonit in der Suspension erforderlich.

Bei einer Fließgrenze von ca. 11 N/m² wäre der Berechnung in Anlage 2 zufolge ein Auspressdruck von etwa 4,5 bar notwendig, um eine 3 %ige Bentonit-Frischsuspension aus einer (2 x 130 m) langen Erdwärmesonde zu pressen; Umläufigkeit der beiden Rohrschenkel vorausgesetzt.

Nach mehrjähriger Alterung und einer damit verbundenen möglichen Konzentrationserhöhung der Suspension auf angenommen 4% steigt die Fließgrenze gemäß Tabelle auf etwa 30 N/m². Der jetzt erforderliche Auspressdruck würde dann ca. 12 bar betragen, sofern - wie bereits oben erwähnt – eine Umläufigkeit in den beiden verfüllten Rohrschenkeln vorhanden ist.

Nicht berücksichtigt wurde in der Berechnung etwaige durch bereits vorhandene Knick-oder durch Quelldruck entstehende Verengungen im Leitungsquerschnitt der Sondenrohre.

.../2

Der uns gegenwärtig zur Verfügung stehende (Bentonit) Spülschlauch hat einen Außendurchmesser von 7,1 mm; d. h. in den Sondenrohren vorhandene Knicke und/oder Einengungen könnten möglicherweise nicht mehr befahren werden; ein Ausspülen der eingebrachten Bentonit-Suspension unterhalb dieser Engstellen wäre somit nicht mehr möglich.

Einhergehend mit diesen Verengungen im Sondenrohrquerschnitt erhöht sich hier auch der aufzubringende Auspressdruck entsprechend und, da das Ausmaß der etwaigen Einengungen nicht bekannt ist, auf eine unbekannte Größe, welche aber möglicherweise höher als der von den Sondenrohren (Prüfdruck 16 bar) aufnehmbare Druck ansteigen kann.

Fazit:
Das temporäre Verfüllen der nachverpressten EWS-Rohre mit einer Bentonitsuspension birgt die oben beschriebenen Risiken, welche allen an den Sanierungsarbeiten beteiligten Stellen und Behörden bewusst sein müssen und von Fa. Keller Grundbau nicht übernommen werden können.

Wir bitten um Kenntnisnahme.

Mit freundlichen Grüßen

Keller Grundbau GmbH
Renchen

i. V. i. V.

cc Baugrundinstitut Prof. Dr.-Ing. Vees u. Partner
Waldenbucher Str. 19
70771 Leinfelden – Echterdingen

Vorab per Mail: kleinert@geotechnik-vees.de
branscheid@geotechnik-vees.de

Anlage

Satellitenbasierte Bodenbewegungsmessung in Böblingen, Deutschland

Landratsamt Böblingen (LRABB)

Aktualisierung II: Bodenbewegungsanalyse basierend auf TerraSAR-X Daten (02/2014 bis 09/2015)

Version I 1.0
05. Oktober 2015

Autor:

Dr. Jan Anderssohn

Airbus DS Geo GmbH

Dokument-Freigabe

Autor:	Dr. Jan Anderssohn, Airbus Defence & Space	Unterschrift: Jan Anderssohn 2015.10.05 10:54:27 +02'00'
Review:	Dr. Oliver Lang, Airbus Defence & Space	Unterschrift: Oliver Lang Digital unterschrieben von Oliver Lang DN: cn=Oliver Lang, o=Infoterra GmbH, ou=EEO42, email=oliver.lang@astrium.eads.net, c=DE Datum: 2015.10.05 11:47:47 +02'00'
Qualitätssicherung:	Rudolf Henneberger, Airbus Defence & Space	Unterschrift:
Kunde:	Landratsamt Böblingen, Deutschland	

Dokument-Veränderungsnachweis

Version	*Datum*	*Seiten*	*Beschreibung*
I1.0	05/10/2015	alle	Dokumenterstellung und Ausgabe

Inhaltsverzeichnis

1 ZUSAMMENFASSUNG 4

2 EINLEITUNG 6

3 TECHNISCHE DETAILS 7
3.1 Datenakquisition und Selektion 7
3.2 Prozessierungsmethode 8
3.3 Prozessablauf 8
3.4 Prozessierungsbedingungen 8
3.5 Digitales Geländemodell 11
3.6 Einfluss der Satellitenblickrichtung (Aufnahmegeometrie) 11

4 ERGEBNISSE UND ANALYSE 13
4.1 Veränderung der Hebungsgeschwindigkeit 18

5 GENERELLE ANMERKUNGEN 21
5.1 Präzision und Genauigkeit 21
5.2 Format der digitalen Ergebnisdatei 22

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN 24

ABKÜRZUNGEN 25

REFERENZEN 25

ABBILDUNGSVERZEICHNIS 26

TABELLENVERZEICHNIS 26

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

1 ZUSAMMENFASSUNG

Airbus DS Geo GmbH wurde damit beauftragt, Bodenbewegungen im Zeitraum Februar 2014 bis September 2015 über Böblingen, Deutschland, mittels TerraSAR-X Daten zu bestimmen und somit die vorangegangen Messungen (02/2014 – 03/2015) fortzusetzen und zu aktualisieren. Die vorliegende Aktualisierung umfasst eine Gesamtbeobachtungszeit von ca. 1,5 Jahren.

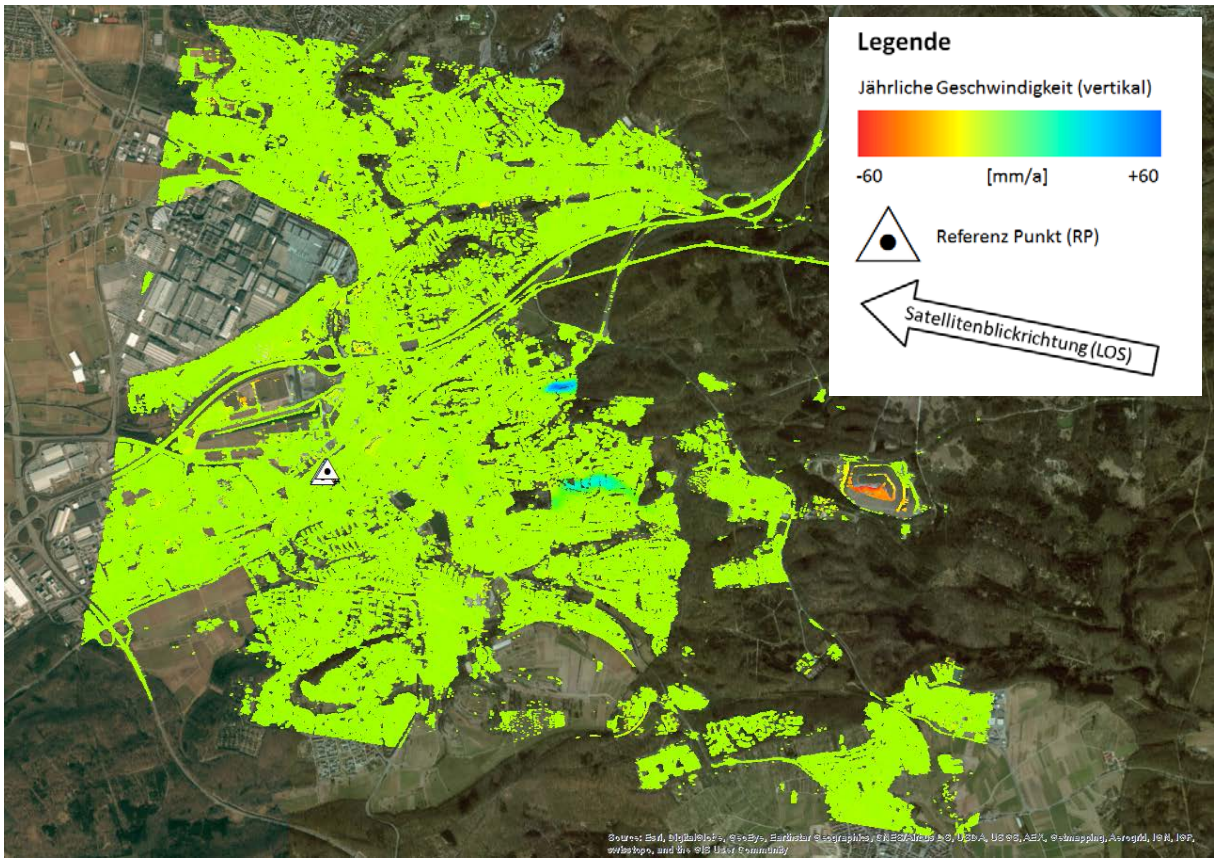


Abbildung 1: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (2014-2015). Hintergrund: Optisches Luftbild aus ArcGIS. Weiße Dreiecke stellen die Lokalität der Referenzpunkte dar.

Die angewandte Technik der interferometrischen Zeitserienanalyse verwendet Daten des Satelliten TerraSAR-X, um langzeitige Bodenbewegungen zu bestimmen. Die Ergebnisse sind als Geschwindigkeitskarte dargestellt und zeigen für jedes Messpixel im Studiengebiet die abgeleitete gemittelte jährliche Bodenbewegungsrate im Untersuchungszeitraum (Abbildung 1).

Der zur Verfügung stehende TerraSAR-X High Resolution Spotlight (HS) Datenstapel stellt eine sehr gute Datenbasis dar. Die große Anzahl der Daten ermöglicht eine hohe Ergebnisqualität. Die Bodenbewegungsanalyse wurde über dem in Abbildung 1 dargestellten Stadt-

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

gebiet Gebiet durchgeführt. Damit soll dem Kundenwunsch entsprochen werden, die räumliche Ausdehnung der Bewegungsphänomene in Böblingen zu identifizieren und mittel- bis langfristig zu beobachten.

Die notwendigen hochauflösenden Höheninformationen sind aus einer vorläufigen Version des qualitativ hochwertigen WorldDEM™ Höhenmodells extrahiert worden. Dieses steht Airbus Defence and Space exklusiv zur Verfügung.

Generell gilt, dass sich das Studiengebiet in seiner Gesamtheit stabil verhält. Deutlich sichtbar (siehe Abbildung 1) sind regionale Hebungs- und Senkungsgebiete. Die aus der Erstauswertung und der ersten Aktualisierung bekannten zwei Hebungsgebiete sind auch in den hier vorgestellten Ergebnissen ersichtlich. Im Nordosten von Böblingen existiert ein Hebungsgebiet mit annähernd elliptischer Form und einer Ausdehnung von ca. 350 m in Ost-West und ca. 200 m in Nord-Süd. Sie erstreckt sich entlang der Altinger Straße, Siemens- und Gutenbergstraße. Das im Südosten von Böblingen existierende Hebungsgebiet weist eine bogenförmige Ausdehnung von etwa 900 m x 450 m auf. Es erstreckt sich vom Südwesten, Boslerstraße Ecke Achalmstraße, bis zum Roseggerweg im Osten.

Die beiden Hebungsgebiete weisen im Beobachtungszeitraum Hebungsgeschwindigkeit von bis zu ca. 54 mm (nördlich) und 33 mm (südlich) pro Jahr auf. Für beide gilt ein anfänglich annähernd linearer Hebungsverlauf in der Zeit auf. Im Gegensatz zur letzten Auswertung (02/2014 – 03/2015) sind nun für beide Gebiete Verlangsamungen der Hebungsgeschwindigkeiten im letzten Halbjahr ersichtlich. Besonders im nördlichen Gebiet ist eine Reduktion um bis ca. 30 mm/a zu verzeichnen. Für beide Gebiete gilt eine starke zeitlich-räumliche Korrelation zu den Sanierungsarbeiten an den Erdwärmesonden. Ein mögliches Abklingen der Hebung im nördlichen Gebiet deutet sich am Ende der Zeitserie an. Um dies zu verifizieren müssen weitere Satellitendaten aufgenommen werden.

Neben den prominenten Hebungsbereichen weißt die sanierte Mülldeponie am östlichen Stadtrand weiterhin eine Senkungsrate von bis zu ca. 90 mm/a auf.

Da die TerraSAR-X HS Daten eine hohe Sensitivität gegenüber kleinsten Oberflächenverformung auf engen Raum aufweisen, musste der Bereich des Mercedes-Benz Motorenwerkes in Sindelfingen vom Prozess ausgeschlossen werden. Die großen Industriehallen unterliegen einer Außentemperatur gesteuerten thermalen Dilatation (Ausdehnen, Zusammenziehen). Diese Form der Bewegung beeinträchtigt die geforderte Untersuchung von Bodenbewegungen im Stadtbereich von Böblingen. Durch das Ausmaskieren wird ein Fehlereinfluss auf das Gesamtergebnis verhindert. Dieser Bericht stellt eine Aktualisierung des vorangegangen Berichtes (Aktualisierung I) dar.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

2 EINLEITUNG

Airbus Defence and Space Geo GmbH wurde vom Landratsamt Böblingen damit beauftragt, Bodenbewegungen im Zeitraum Februar 2014 bis September 2015 über Böblingen, Deutschland zu ermitteln.

Dieser Bericht präsentiert die Ergebnisse der radarinterferometrischen Bodenbewegungsanalyse basierend auf 47 TerraSAR-X HS Satellitendaten für das oben beschriebene Studiengebiet. Der Zeitraum der Satellitenaufnahmen reicht von Februar 2014 bis September 2015 und stellt somit eine halbjährige Verlängerung des Untersuchungszeitraums der bisherigen Untersuchungen (02/2014 – 03/2015) dar. Sämtliche hier gezeigten Ergebnisse umfassen den gesamten Zeitraum (02/2014 – 09/2015).

Das folgende Kapitel 3 diskutiert technische Details bezüglich der Produktion der Bodenbewegungskarte: i) die vorliegenden TerraSAR-X HS Satellitendaten und deren Selektion, ii) Beschreibung der angewandten Zeitserienanalysemethode, iii) der interferometrische Prozessablauf, iv) die interferometrischen Prozessierungsbedingungen, v) das verwendete DEM und schließlich vi) den Einfluss der Satellitenblickrichtung (Aufnahmegeometrie) .

Kapitel 4 präsentiert die ermittelte Bodenbewegung für das Studiengebiet für den Zeitraum 02/2014 und 09/2015. Es adressiert die Besonderheit der beiden Hebungsgebiete im östlichen Stadtteil von Böblingen.

In Kapitel 5 werden generelle Anmerkungen zum Prozess und den Ergebnissen gegeben. Eine generelle Aussage zu Präzision und Genauigkeit der Ergebnisse ist formuliert und eine Erklärung zur Qualitätsanalyse ist gegeben. Am Ende ist das Format der digitalen Lieferung beschrieben.

Kapitel 6 fasst die Schlussfolgerungen dieses Berichtes zusammen.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

3 TECHNISCHE DETAILS

3.1 DATENAKQUISITION UND SELEKTION

Das Studiengebiet wird durch Bodenabdeckung der TerraSAR-X HS Satellitendaten in absteigender Orbitgeometrie (descending) erfasst. In Summe wurden 47 Szenen zwischen Februar 2014 und September 2015 mit einer HH-Polarisation aufgenommen und im Datenarchiv abgelegt. Alle Daten wurden vor ihrer finalen Verwendung einer Qualitätsanalyse unterzogen. Von dieser Grundgesamtheit an Szenen konnten letztendlich 45 Szenen für die Prozessierung verwendet werden. Die Aufnahmen vom 24.05.2014 und 30.12.2014 mussten aufgrund von starken atmosphärischem Einfluss bzw. Schneebedeckung ausgeschlossen werden.

In Tabelle 1, Tabelle 2 und Abbildung 2 sind Informationen zu den aufgenommen TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 09/2015 gegeben. Der Datenstapel weißt keine größeren Lücken (> 22-Tage) auf.

Zur Korrektur des topographischen Einflusses auf die Phasenmessung wurde eine vorläufige Version des WorldDEM™ Höhenmodells verwendet.

Tabelle 1: Verwendete TerraSAR-X HS Szenen

Nr.	Datum	Nr.	Datum
1	2014.02.25	25	2014.12.30
2	2014.03.08	26	2015.01.10
3	2014.03.19	27	2015.01.21
4	2014.03.30	28	2015.02.01
5	2014.04.10	29	2015.02.12
6	2014.04.21	30	2015.02.23
7	2014.05.02	31	2015.03.06
8	2014.05.13	32	2015.03.28
9	2014.05.24	33	2015.04.08
10	2014.06.04	34	2015.04.19
11	2014.06.26	35	2015.04.30
12	2014.07.07	36	2015.05.11
13	2014.07.29	37	2015.05.22
14	2014.08.09	38	2015.06.02
15	2014.08.31	39	2015.06.13
16	2014.09.11	40	2015.06.24
17	2014.10.03	41	2015.07.05
18	2014.10.14	42	2015.07.16
19	2014.10.25	43	2015.07.27
20	2014.11.05	44	2015.08.07
21	2014.11.16	45	2015.08.18

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

22	2014.11.27	46	2015.08.29
23	2014.12.08	47	2015.09.09
24	2014.12.19		

Tabelle 2: TerraSAR-X HS Aufnahmeparameter

Orbit	Blickwinkel	Polarisation	Modus
Descending	~42°	HH	HS

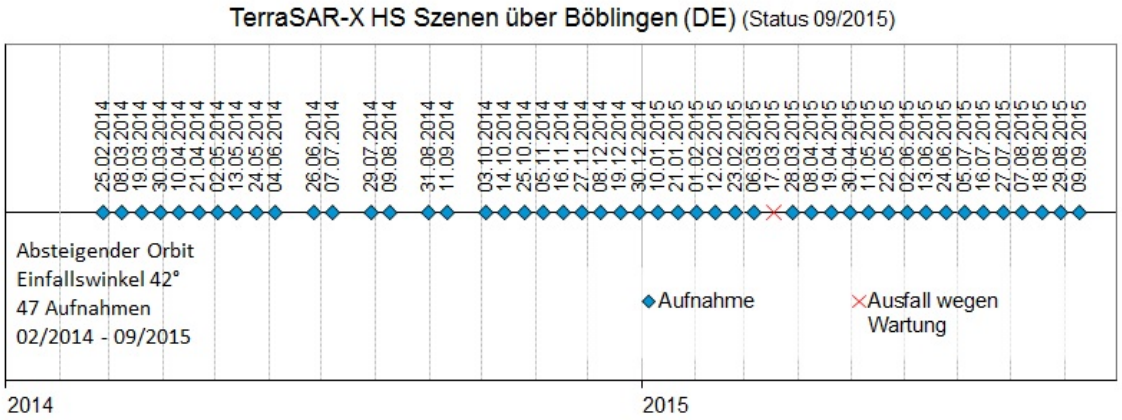


Abbildung 2: Zeitserie der verwendeten TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 09/2015

3.2 PROZESSIERUNGSMETHODE

Siehe Bericht zur Erstauswertung, einzige Änderung: Die SARscape Software (Version No. 5.1) von sarmap S.A. wurde für die Prozessierung verwendet.

3.3 PROZESSABLAUF

Siehe Bericht zur Erstauswertung.

3.4 PROZESSIERUNGSBEDINGUNGEN

Die Prozessierungsbedingungen für eine interferometrische Zeitserienanalyse, basierend auf den vorliegenden TerraSAR-X HS Szenen und der interferometrischen Charakteristik (Kohärenz) im Untersuchungsgebiet, können als sehr gut bezeichnet werden.

Räumlich ausgedehnte Bewegungsphänomene können somit mit guter Genauigkeit bestimmt werden. Dies zeigt sich in Abbildung 1, in welcher beide allgemein bekannten

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Hebungsgebiete gut zu erkennen sind. Die hohe Geschwindigkeit der Hebung, gerade im nördlichen Hebungsbereich, erfordert räumlich hochauflösende und zeitlich dicht aufeinander folgende Satellitenaufnahmen. Andernfalls würden mathematische Mehrdeutigkeiten in den Phasenmessungen auftreten. Beide Vorbedingungen wurden in einer Voruntersuchung analysiert und mit TerraSAR-X HS Daten mit einem Aufnahmezyklus von 11-Tagen (nominell) realisiert. Datenlücken von maximal 22 Tagen führen zu keinen technischen Einschränkungen.

Für die vegetativen Gebiete im Studiengebiet können keine Messpixel bestimmt werden. Dies kann, basierend auf der Erfahrung von einer Vielzahl anderer Projekte, so postuliert werden. Es handelt sich hierbei um eine interferometrisch inhärente Einschränkung. Da das Studiengebiet jedoch viele versiegelte Gebiete aufweist, konnte insgesamt eine hohe Anzahl an Messpixel für eine zuverlässige Analyse bestimmt werden (siehe Abbildung 1).

Tabelle 3 fasst die Kenngrößen der interferometrischen Prozessierung mittels SBAS-Methode zusammen. Diese werden durch die verwendeten Daten und gewählten Parameter bestimmt.

Tabelle 3: Kenngrößen für die verwendeten Daten in Tabelle 1.

Anzahl der Inputdaten	**Anzahl der Inter-ferogramme**	**Maximale räumlich Basislinie [m]**	**Minimale räumlich Basislinie [m]**	**Maximale zeitliche Trennung [d]**	**Minimale zeitliche Trennung [d]**
44	394	320	5	154	11

Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen eine grafische Darstellung der räumlichen und zeitlichen Trennungen (Basislinien) der Satellitenaufnahmen. In Abbildung 3 erkennt man die zugelassenen Verknüpfungen (Interferogramme) zwischen den jeweiligen Szenen. Die Szene vom 19.12.2014 musste aufgrund einer zu großen räumlichen Trennung (Basislinie ca. 517 m) vom SBAS Prozess ausgeschlossen werden. Solch große Basislinien stehen im Kontrast zum technischen SBAS Ansatz und beeinflussen negativ das Endergebnis. Nach dem Ausschluss der genannten Szene weist der Netzwerkplot ein gleichmäßig geschlossenes Netzwerk auf, welches eine gute Datengrundlage für die anschließende Prozessierung bedeutet.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

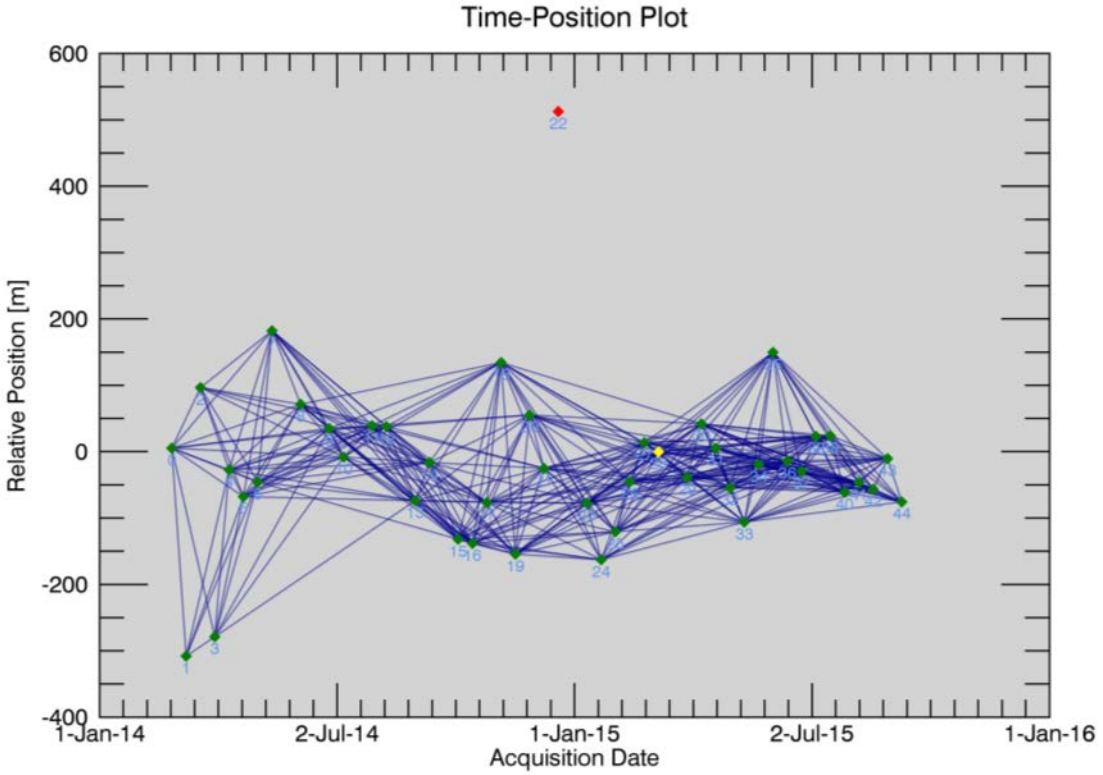


Abbildung 3: Time-Position-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.

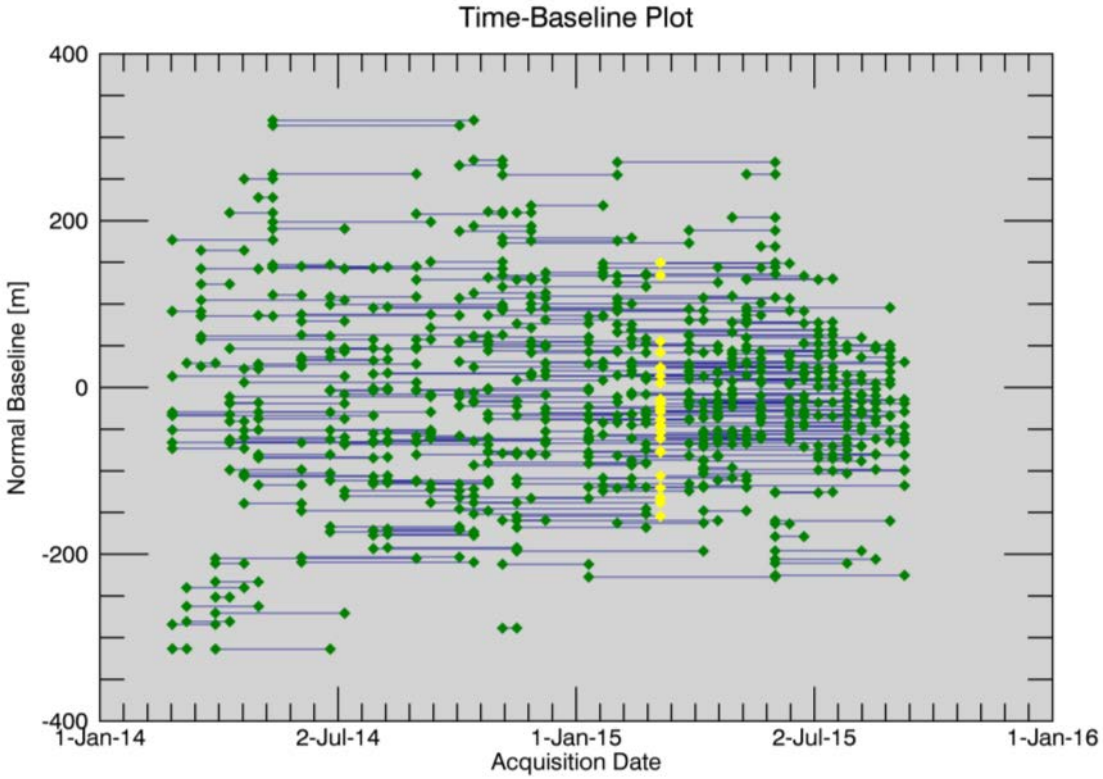


Abbildung 4: Time-Baseline-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

3.5 DIGITALES GELÄNDEMODELL

Die notwendigen detaillierten Höheninformationen zur Reduktion des topographischen Einflusses auf die Phasenmessung sind aus einer vorläufigen Version des qualitativ hochwertigen WorldDEM™ Höhenmodells extrahiert worden. Dieses steht Airbus Defence and Space für die kommerzielle Nutzung exklusiv zur Verfügung. Der Vorteil gegenüber dem sonst verwendeten SRTM DEM, liegt in der höheren räumlich Auflösung und einer hervorragenden Höhengenauigkeit.

3.6 EINFLUSS DER SATELLITENBLICKRICHTUNG (AUFNAHMEGEOMETRIE)

Die originären Bewegungsmessungen finden in Satellitenblickrichtung (LOS) statt und sind eindimensional. Bei der unten genannten Transformation von LOS in vertikale Bewegungen, werden mögliche horizontale Bewegungskomponenten vernachlässigt, da eine eindimensionale Messung auch nur in eine eindimensionale Größe transformiert werden kann. Eine Zerlegung in vertikale und horizontale Bewegungswerte ist unter Verwendung nur einer Aufnahmegeometrie (hier descending) nicht möglich. Zusätzliche Aufnahmen in der ascending Geometrie würde eine Zerlegung in horizontale (annähernd Ost-West) und vertikale Bewegungswerte erlauben. Die in Kapitel 4 vorgestellten Bewegungswerte sind somit als eindimensionale vertikale Bewegungen angegeben.

Bedingt durch die Schrägaufnahmegeometrie von SAR-Satelliten können komplexe Bodenbewegungsprozesse unterschiedliche Größenordnungen und Vorzeichen der Messwerte verursachen. Abbildung 5 stellt diesen Zusammenhang schematisch für einen idealisierten Hebungsprozess dar. Während Hebungserscheinungen im Zentrum der Hebung wahrscheinlich vertikal dominiert sind, wird die Horizontalkomponente in Richtung seitlichen Rand zunehmen. Diese Horizontalkomponenten sind in diesem Beispiel entgegengesetzt zueinander ausgerichtet. Dieser Umstand würde unterschiedliche Größenordnungen der Messwerte in Satellitenblickrichtung verursachen, welches in der gewählten Farbdarstellung einen Übergang von bläulich zu grünlich ergeben würde.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

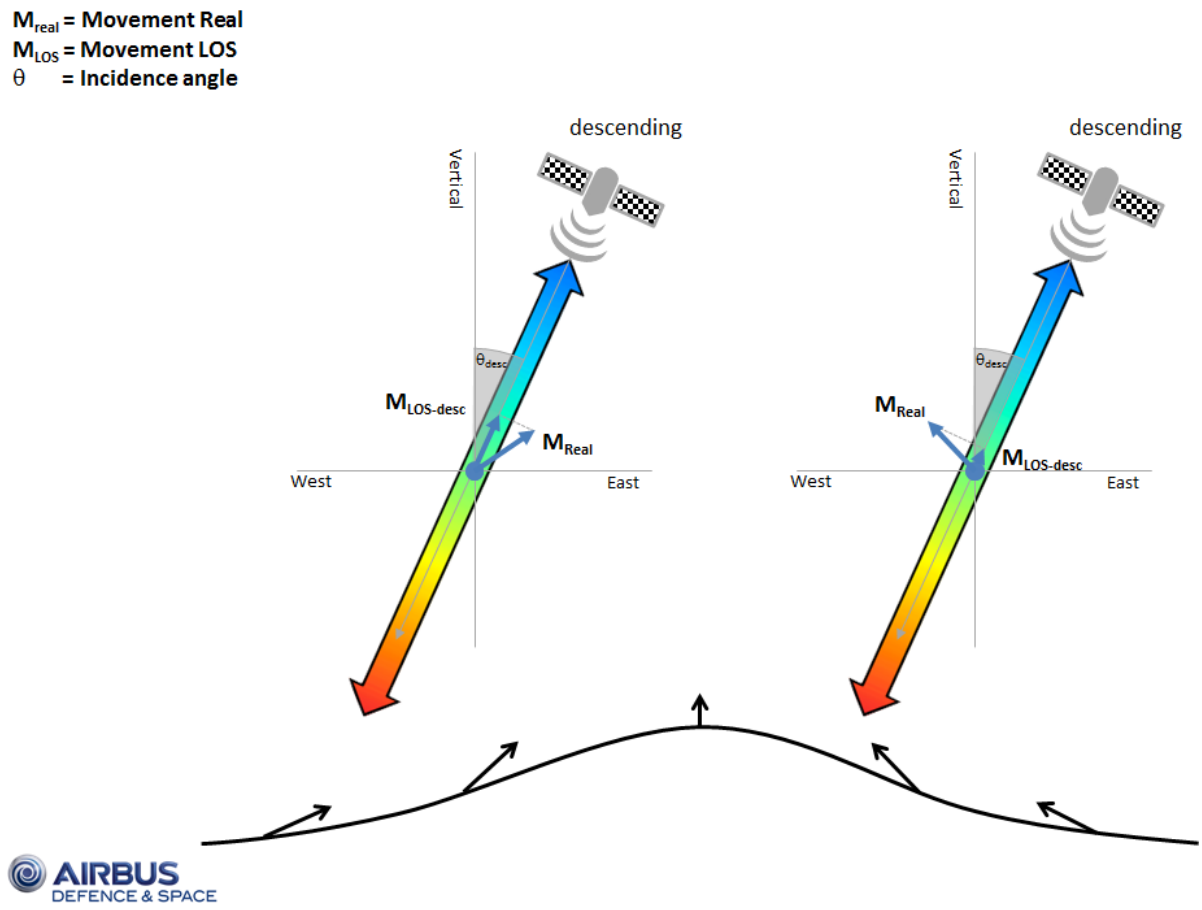


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bewegungsmessung in Abhängigkeit einer idealisierten Hebung. Die Farbgebung der Pfeile (Satellitenblickrichtung) entspricht derjenigen der Bewegungskarten in diesem Bericht.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

4 ERGEBNISSE UND ANALYSE

Das Ergebnis der interferometrischen Zeitserienanalyse ist eine Bodenbewegungsmessung, wie unter anderem in Abbildung 6 dargestellt. Sie wird als hochauflösende Karte im .pdf Format zusätzlich zu diesem Bericht geliefert. Die Karten zeigen farblich kodiert die jährliche gemittelte Geschwindigkeit der Bodenbewegung innerhalb des Beobachtungszeitraumes. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bodenbewegungsanalyse über dem Studiengebiet analysiert.

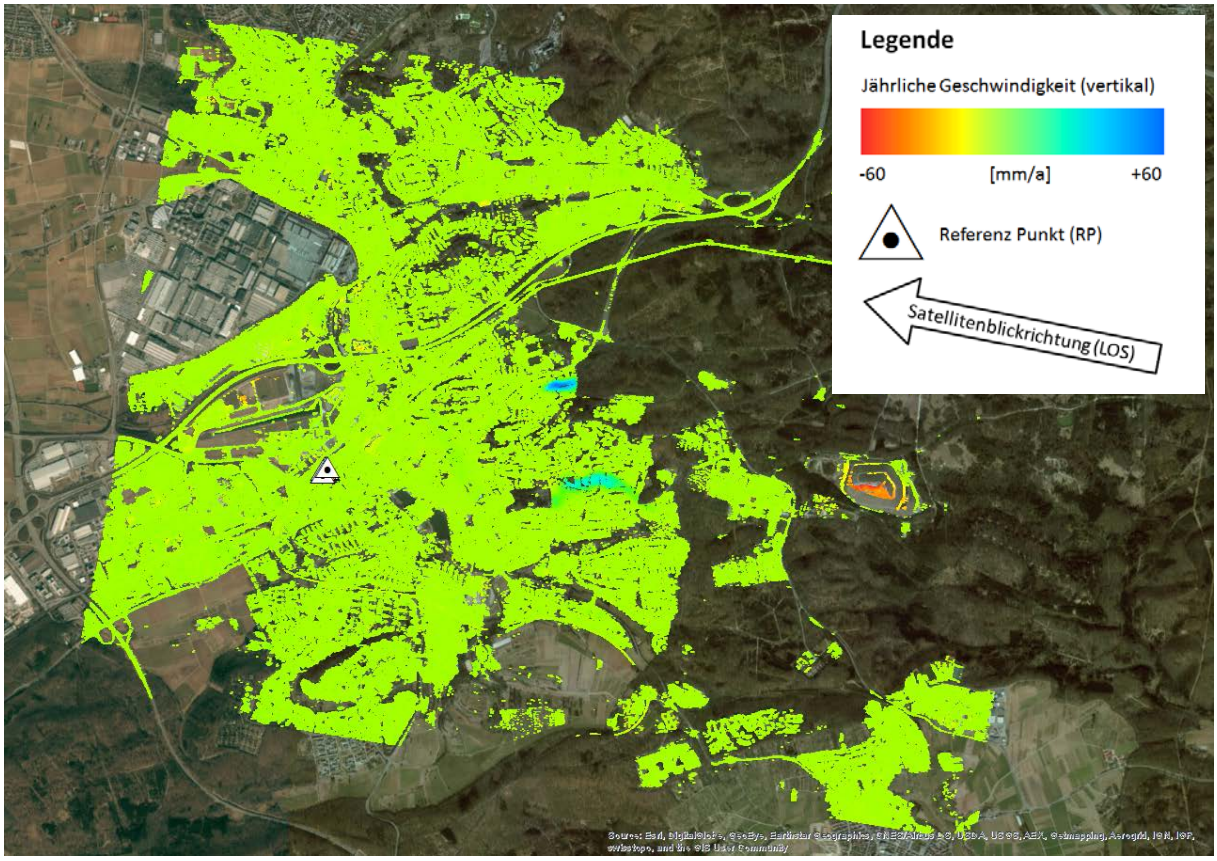


Abbildung 6: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (02/2014 – 09/2015). Hintergrund: optisches Luftbild aus ArcGIS.

Die Bewegungswerte werden ursprünglich entlang der Blickrichtung des Satelliten gemessen. Also eindimensional mit einem Einfallswinkel von ~42°, somit handelt es sich um eine Schrägaufnahme. Die Ergebnisse wurden in reine Vertikalbewegungen transformiert, unter der Annahme, dass es sich ausschließlich um vertikale Bewegungen handelt. Potentielle horizontale Bewegungen werden somit vernachlässigt beziehungsweise als vertikale Bewegungskomponente interpretiert (siehe Kapitel 3.6). Die Bewegungswerte innerhalb der Zeitserie eines jeden Messpixels sind per se keine Absolutwerte, es handelt sich vielmehr um relative Werte, denn sämtliche Messungen beziehen sich auf Referenzpunkte (RP). Diese

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

RPs werden unter gewissen Gesichtspunkten wie z.B. hohe Kohärenz, flaches Gelände, räumliche Nähe und unter der Annahme, dass sie frei von Eigenbewegungen sind, ausgewählt. Die Auswahl mehrerer RPs in räumlicher Nähe verringert die Wahrscheinlichkeit, dass ein schlecht gewählter RP das gesamte Ergebnis verfälscht.

Das Untersuchungsgebiet ist in seiner Grundgesamtheit stabil. Das Mittel der Geschwindigkeit beträgt ungefähr 0 mm pro Jahr. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es keine Bodenbewegungen gibt, sondern vielmehr, dass das Gros der Messpixel stabil ist und nur ein sehr geringer Anteil sich bewegt. Die existierenden Bewegungswerte innerhalb des Untersuchungsgebietes führen zu einer Verschiebung des Mittelwertes der Geschwindigkeit aller Messpixel in den positiven Bereich. Eine Übersicht der Charakteristik der Ergebnisse ist in Tabelle 4 gegeben.

Tabelle 4: Charakteristik der Ergebnisse

Studienzeitraum	2014.02.25 – 2015.09.09
Durchschnittliche jährliche Geschwindigkeit	ca. 0,2 mm/Jahr
Minimale jährliche Geschwindigkeit	ca. -81,2 mm/Jahr
Maximal jährliche Geschwindigkeit	ca. 57,2 mm/Jahr
Messpixeldichte	ca. 100.973 Pixel/km²

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

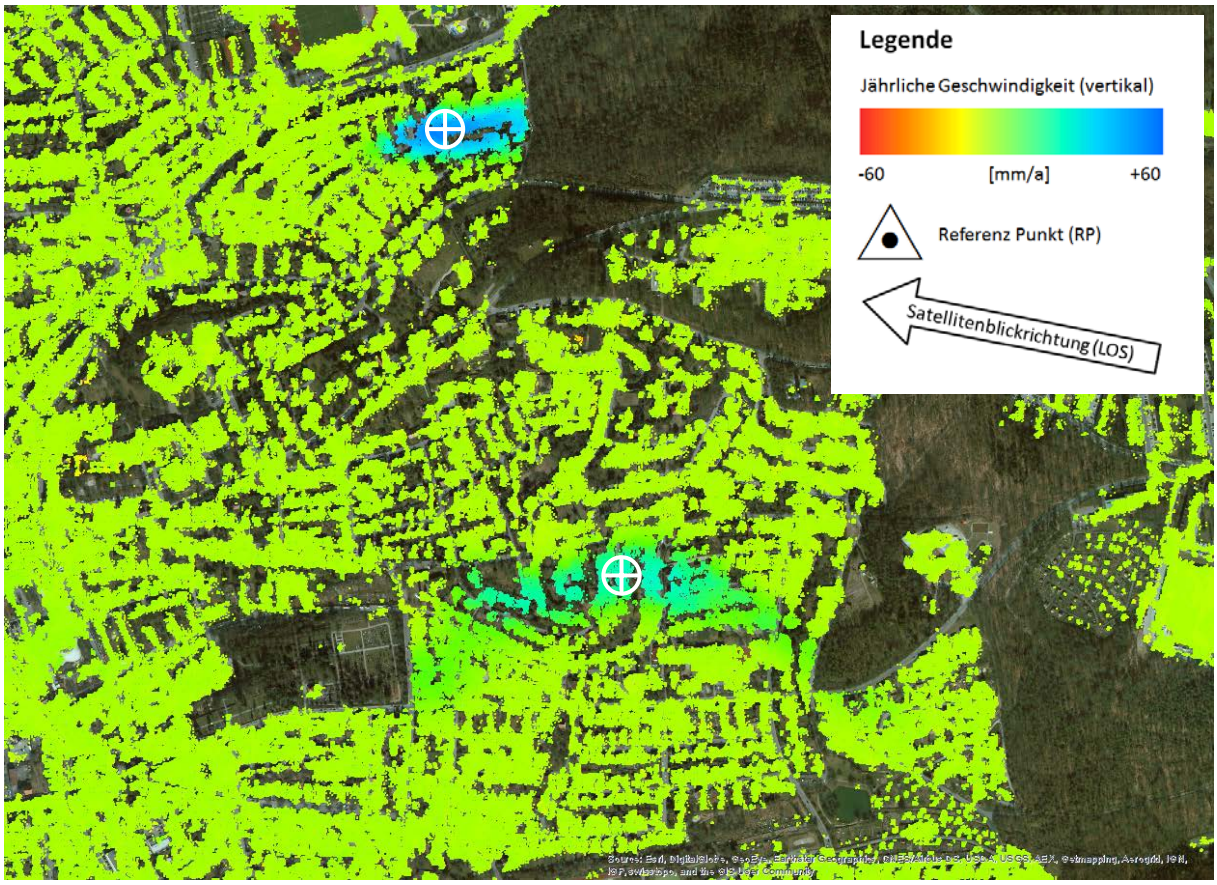


Abbildung 7: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 8 und Abbildung 9.

Für die beiden Hebungsbereiche im Norden und im Süden sind exemplarisch in den Abbildung 8 und Abbildung 9 die Zeitserien der gewählten Messpixel aus Abbildung 7 dargestellt. Für das gewählte Pixel im nördlichen Bereich weißt die Zeitserie in Abbildung 8 eine jährliche Bewegungsrate von ca. 54 mm/a auf. Die Zeitserie des im Süden gewählten Messpixels weißt eine ungefähr halb so starke Hebung mit einer jährlichen Rate von ca. 32 mm/a auf (Abbildung 9).

Im Gegensatz zu den bisher abgeschlossenen Untersuchungen weisen beide Zeitserien Veränderungen der Hebungsgeschwindigkeit in der Zeit auf. Im Kapitel 4.1 werden diese Veränderung im Detail analysiert.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

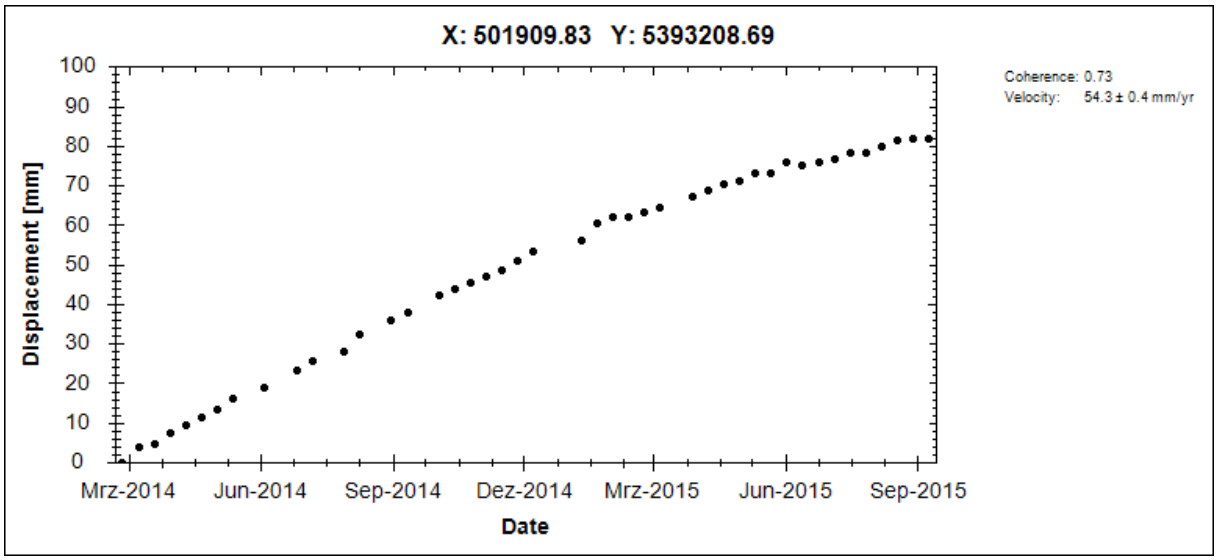


Abbildung 8: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501909,83 m und 5393208,69 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 7.

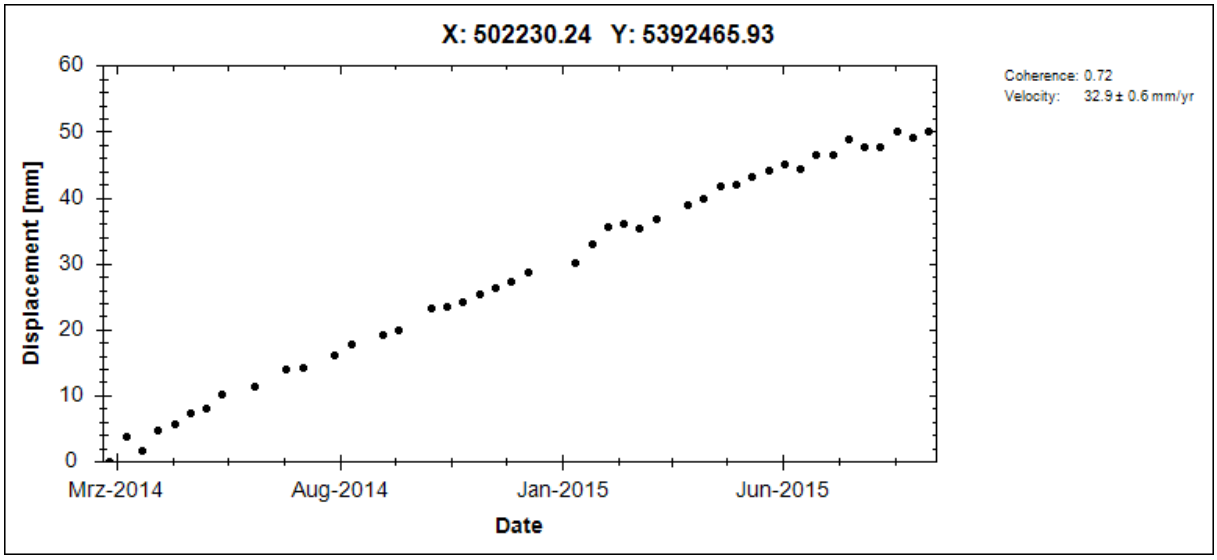


Abbildung 9: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502230,24 m und 5392465,93 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 7.

Im Vergleich zu den flächenhaften dominierenden Hebungszonen in Abbildung 7 zeigt das Bodenbewegungsergebnis eine deutliche Senkung für eine sanierte Mülldeponie im Osten von Böblingen (siehe Abbildung 10) auf. Die Zeitserie in Abbildung 11 repräsentiert die voranschreitende Absenkung mit einer Geschwindigkeit von bis zu -81 mm pro Jahr. Es kann vermutet werden, dass normale Setzungserscheinungen des Müllberges die Ursache für diese gemessenen Bewegungen ist. Deutlich zu erkennen ist die erhöhte Anzahl der

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Messpixel im Bereich der installierten Solarpaneele am Südhang. Diese metallischen Konstruktionen dienen sehr gut als Reflektor des Radarsignals und somit als Messpixel.

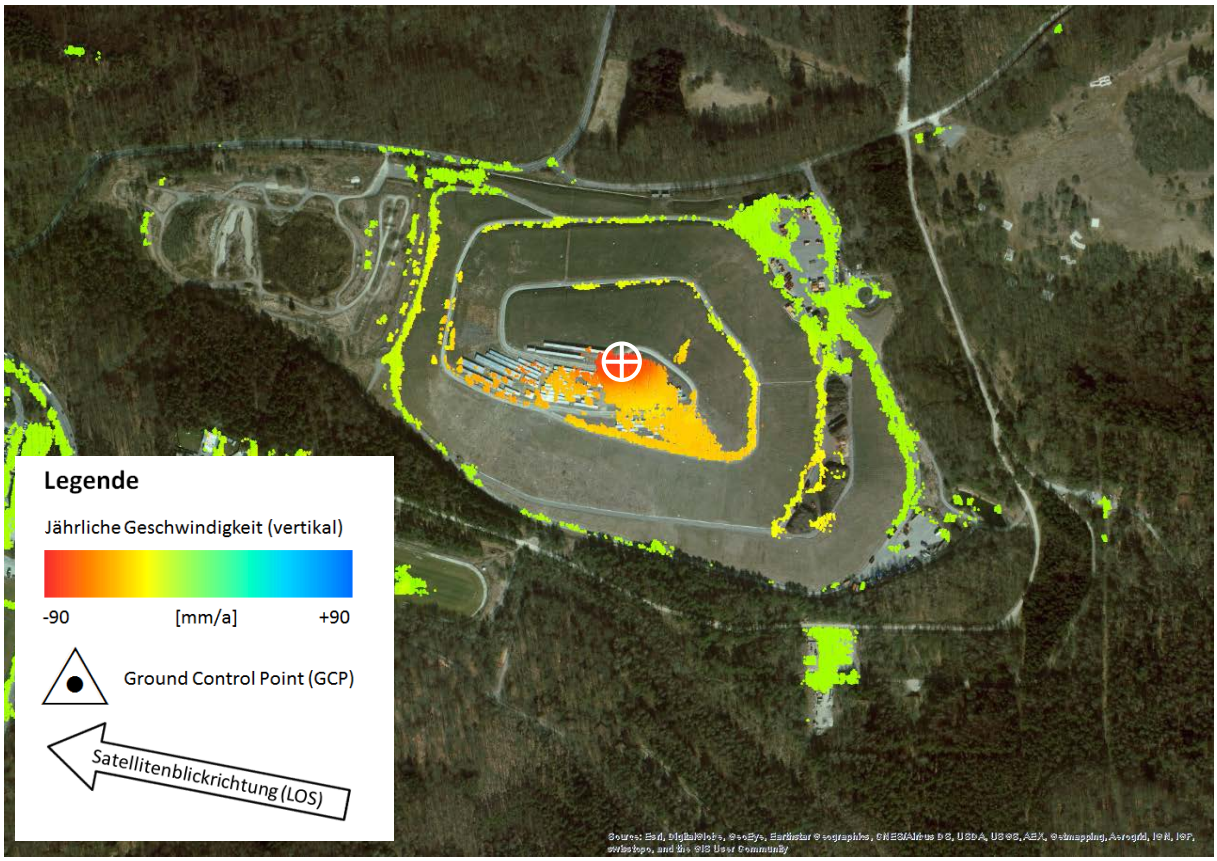


Abbildung 10: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 11.

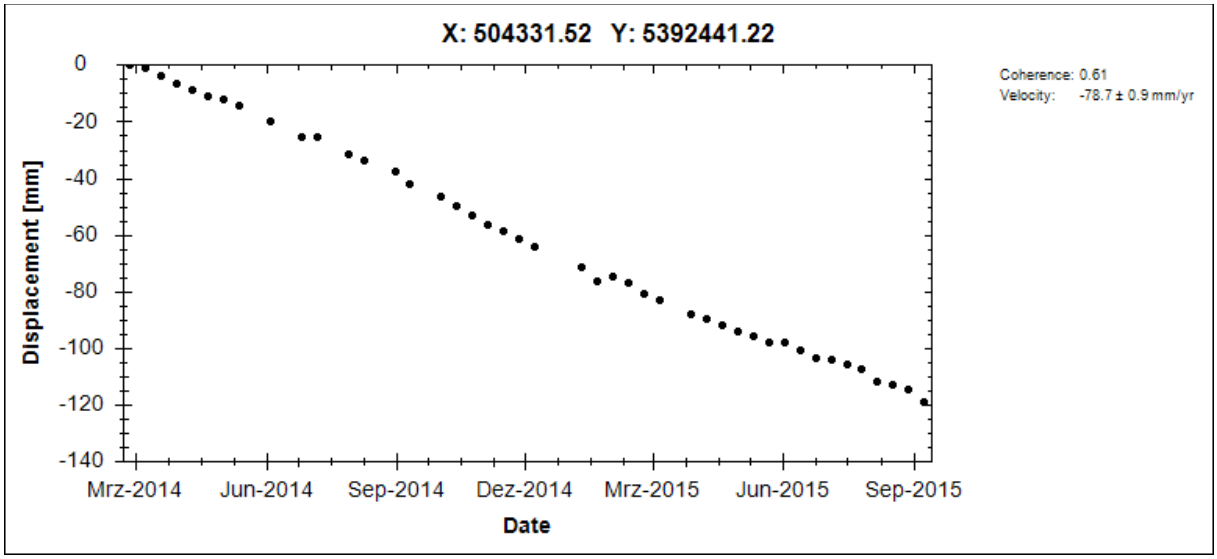


Abbildung 11: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 504331,52 m und 5392441,22 m: Weißes Fadenkreuz in Abbildung 10.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

4.1 VERÄNDERUNG DER HEBUNGSGESCHWINDIGKEIT

Im Bereich der beiden Hebungsgebiete finden seit November 2014 Sanierungsmaßnahmen an dort installierten Erdwärmesonden (EWS) statt. Ziel ist es, potentielle Hohlräume entlang der EWS zu füllen, um somit den fortlaufenden Quellprozess im Untergrund zu stoppen. Sollte dies gelingen, ist eine Verlangsamung der Hebungsgeschwindigkeiten zu erwarten. Solche Veränderungen der Hebungsgeschwindigkeiten können mit der vektoriellen (gerichteten) Größe der Beschleunigung beschrieben werden. Neben der Ermittlung der Geschwindigkeit der Oberflächendeformation können durch deren zeitliche Ableitung auch Beschleunigungswerte ermittelt werden. In Abbildung 12 ist eine Beschleunigungskarte für den Bereich der zwei Hebungsgebiete dargestellt, inklusive der EWS sowie das Enddatum der jeweiligen Sanierung (bereitgestellt durch das LRABB). Für beide Hebungsgebiete sind negative Beschleunigungen deutlich zu erkennen. Dies bedeutet, dass beide Gebiete während des Untersuchungszeitraums eine Verlangsamung der Hebungsgeschwindigkeiten erfahren haben. Im nördlichen Hebungsgebiet erreichen die Beschleunigungswerte (Verlangsamung) bis zu ca. -30 mm/a² sowie bis zu ca. -15 mm/a² für das südliche Gebiet.

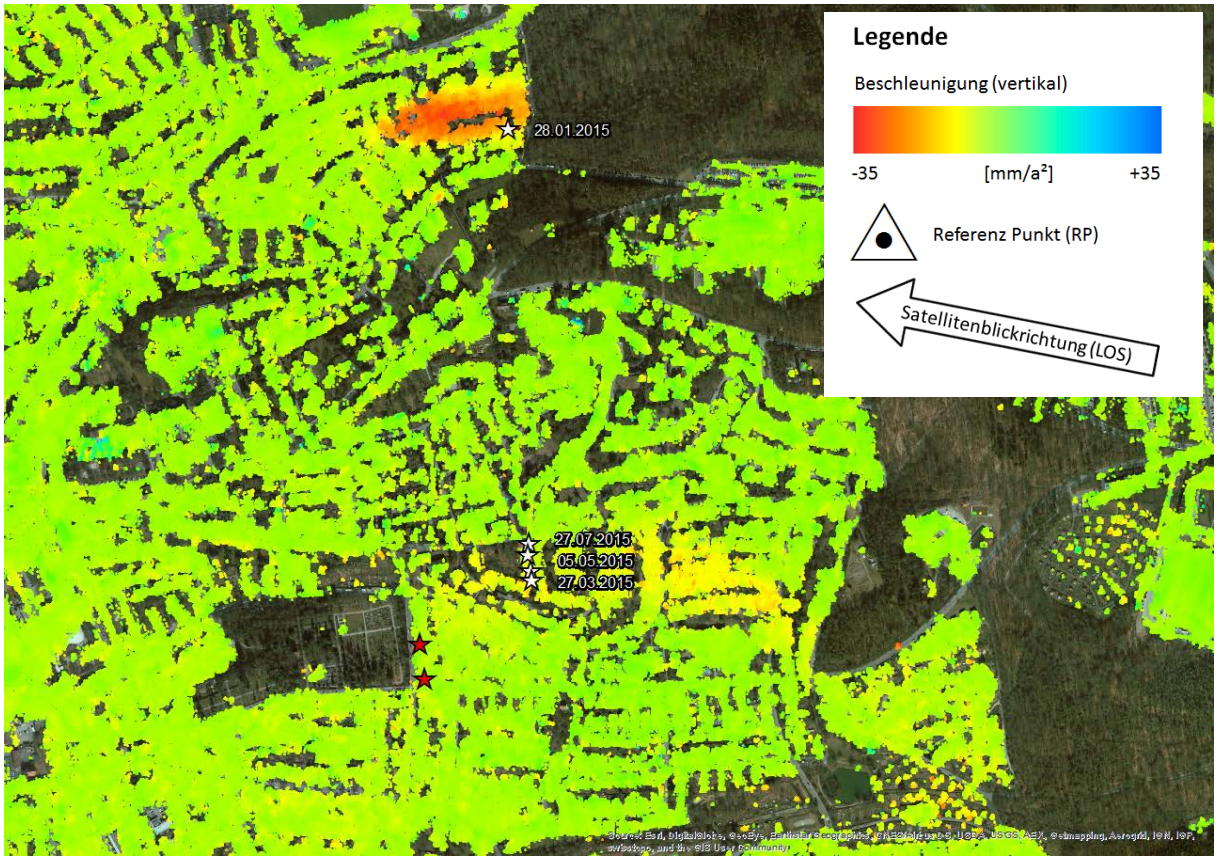


Abbildung 12: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses (hier Beschleunigung), unterlegt mit optischen Bilddaten. Sterne stellen die Lokalität der EWS dar (weiß = saniert, rot = unsaniert). Das Datum neben den Sternen steht für das Ende der jeweiligen Sanierung.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Für eine Detailbetrachtung werden nachfolgend die beiden Zeitserien aus Abbildung 8 und Abbildung 9, der gewählten Messpixel aus Abbildung 7, näher analysiert. Statistische Trendanalysen einzelner Messpixel können mögliche Veränderungen von Bodenbewegungsgeschwindigkeiten aufzeigen (Berti et al., 2013). In Abbildung 13 und Abbildung 14 sind die Zeitserien aus Abbildung 8 und Abbildung 9 in modifizierten Diagrammen dargestellt. In dieser Darstellung sind die Ergebnisse der statistischen Analyse sowohl für das nördliche, als auch das südliche Hebungsgebiet, zu erkennen.

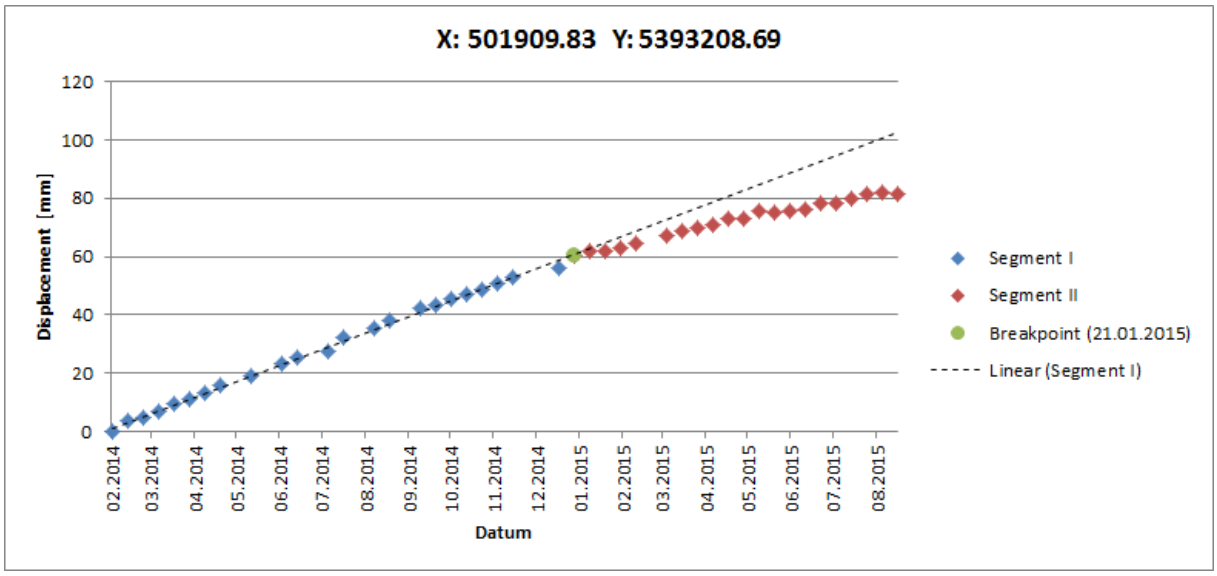


Abbildung 13: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501909,83 m und 5393208,69 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 7.

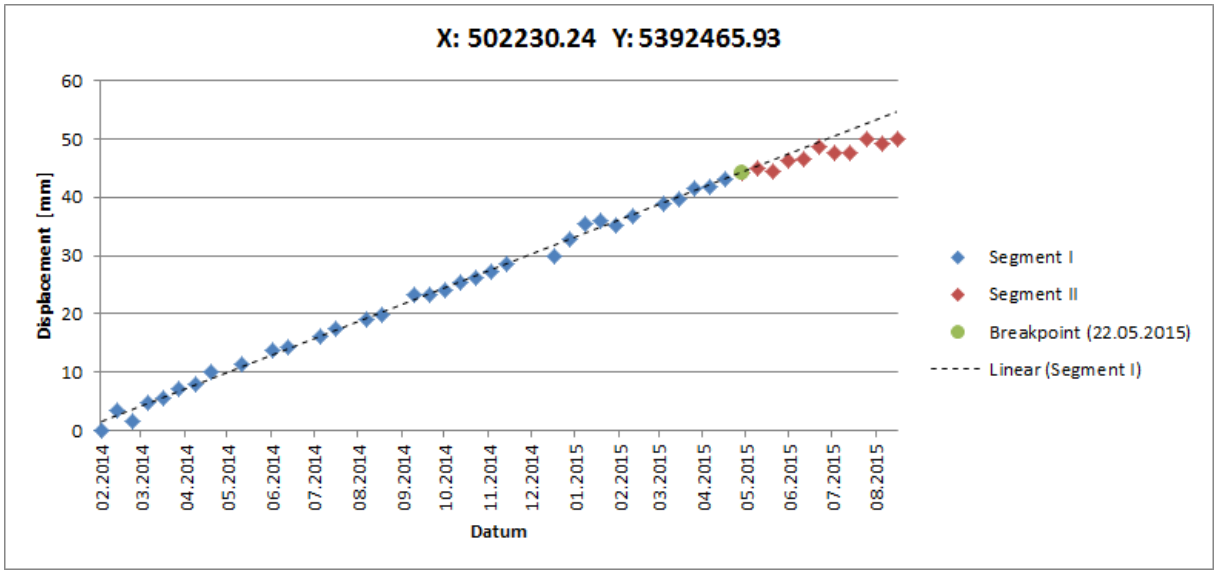


Abbildung 14: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502230,24 m und 5392465,93 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 7.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Für das nördliche Hebungsgebiet ist eine signifikante Verlangsamung der Hebungsgeschwindigkeit (Breakpoint) ab der Satellitenaufnahme vom 21.01.2015 zu erkennen. Die Zeitserie der Hebungswerte dieses Messpixels kann in zwei Segmente unterteilt werden. Die in Abbildung 8 genannte Hebungsgeschwindigkeit von 54,3 mm/a über den gesamten Untersuchungszeitraum kann den beiden Segmenten neu zugeordnet werden, nämlich 65,6 mm/a und 35,4 mm/a. Dies entspricht einer Veränderung der Hebungsgeschwindigkeit von ca. -30 mm/a, also ungefähr der Hälfte. Die letzten drei Messwerte der Zeitserien lassen sogar eine progressive Verlangsamung (asymptotisch gegen null) im August-September erkennen. Somit ist die genannte lineare Hebungsgeschwindigkeit im Segment II unter Vorbehalt zu interpretieren. Ein Ausklingen der Hebung folgt keinem linearen Trend. Unabhängig von diesen jüngsten Veränderungen ist der Unterschied im Trend der Hebung zwischen Segment I und II deutliche zu erkennen (siehe Abbildung 8). Die Sanierungsarbeiten der EWS im Bereich Siemensstraße fanden zwischen 17.11.2014 und 28.01.2015 statt. Die statistische Analyse ergab als Breakpoint für das gewählte Messpixel den 21.01.2015. Somit ist eine hohe zeitliche und räumliche Korrelation zwischen dem Ende der Sanierungsmaßnahmen und dem Eintreten der Verlangsamung zu erkennen.

Für das südliche Hebungsgebiet gilt analog: Die Hebungsgeschwindigkeit erfährt eine Veränderung um ca. -15 mm/a von 34,6 mm/a (Segment I) auf 20,0 mm/a (Segment II). Der Breakpoint ist für das Datum der Satellitenaufnahme vom 22.05.2015 bestimmt worden. Die Sanierungsarbeiten der EWS im Bereich Heinrich-Heine-Weg fanden zwischen 17.02.2015 und 27.07.2015 statt. Somit ist auch für dieses Hebungsgebiet eine hohe zeitliche und räumliche Korrelation zwischen dem Ende der Sanierungsmaßnahmen und dem Eintreten der Verlangsamung zu erkennen. Ein asymptotischer Verlauf Messwerte - wie im nördlichen Gebiet - ist in der Messreihe allerdings nicht zu erkennen.

Eine Fortführung der Beobachtung mittels TerraSAR-X Satellitendaten über einen längeren Zeitraum kann weitere Veränderungen der Bewegungswerte nach September 2015 aufzeigen. Die Fortführung der Datenaufnahme wurde durch Airbus DS im Rahmen der Aufnahmeplanung bereits initiiert.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

5 GENERELLE ANMERKUNGEN

Generell gilt: Messpixel mit geringer Kohärenz und/oder extremem Bewegungswerten sind mit Vorsicht zu bewerten. Besonders wenn diese im starken Kontrast zur räumlichen Nachbarschaft auftreten. Dies tritt oft in Gebieten mit starker Variabilität der physikalischen Reflektionseigenschaft der Oberfläche auf, z.B. im Übergang zu vegetativen Gebieten. Temperatur bedingte Deformationen/Verformungen von Objekten (thermale Dilatation), wie Brücken und Industriegebäuden, werden durch die hohe Sensitivität der TerraSAR-X HS Daten bezüglich geringer und kleinräumiger Bewegungen mitbestimmt und stehen im Kontrast zu den eigentlich zu bestimmenden Bodenbewegungen. Zur Beurteilung von Bodenbewegungen muss dieser Punkt berücksichtigt werden. Brücken oder große Industriehallen können somit sprunghafte Bewegungen in der Zeit aufweisen, welche aber nicht mit Bodenbewegungen korrelieren müssen.

Bei der Transformation von der eindimensionalen Schrägaufnahme des Satelliten in die Vertikale Raumrichtung werden mögliche horizontale Bewegungen nicht berücksichtigt bzw. gehen als Bewegungskomponente in die vertikalen Werte ein. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse beachtet werden. Erwiesenermaßen treten am räumlichen Rand von Hebungs- und Senkungszonen die größten horizontalen Bewegungskomponenten auf. Im Zentrum einer Hebungs- und Senkungszone sind diese dagegen gleich Null.

5.1 PRÄZISION UND GENAUIGKEIT

Die interferometrischen Zeitserienanalyse bestimmt eine durchschnittliche Bewegungsrate (linear), die Geschwindigkeit, basierend auf eine Anzahl von Bewegungswerten innerhalb einer Zeitserie. Die theoretische Präzession, d.h. die Wiederholbarkeit der Messungen, der jährlichen Geschwindigkeit kann mit wenigen Millimetern pro Jahr angegeben werden. Die Präzision der Einzelmessungen der Bewegung in einer Zeitserie kann mit einigen Millimetern angegeben werden (bei der Verwendung von TerraSAR-X Daten). Letztere Präzision wird durch Fehlerfortpflanzung basierend auf der Kohärenz und der Wellenlänge bestimmt. Sie hängt unter anderem von den atmosphärischen Bedingungen, Messpixeldichte und Anzahl der verwendeten Szenen ab und variiert somit von Datensatz zu Datensatz. Für jedes Messpixel ist die Präzession der Geschwindigkeit bestimmt und in der Spalte V_Precisio in der digitalen Ergebnisdatei (siehe Tabelle 5) angegeben. Für diesen Wert ist die Anzahl der verwendeten SAR-Daten relevant (siehe Kapitel 3.1).

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Die Genauigkeit, d.h. der Unterschied zwischen Messergebnis und Wahrheit eines Bewegungswertes innerhalb einer Zeitserie hängt von verschiedenen Parameter wie z.B. Datenverfügbarkeit, Reflektionseigenschaft des Oberflächenelements, zeitlich und räumliche Charakteristik des Bewegungsphänomens, Prozessierungsmethode und gewählte GCPs ab. Die Genauigkeit kann im direkten Vergleich mit wahren Werten, z.B. mit Ergebnissen von terrestrischen Nivellements, bestimmt werden. Ein solcher Vergleich unter optimalen Bedingungen ergab eine Genauigkeit für einen Messwert innerhalb einer Zeitserie von ±3 mm, unter Verwendung von TerraSAR-X Daten.

Dies ist der Grund, warum in der Ergebnisdatei nur die Präzession, in der Form von z.B. 8.3 ± 1.7 mm pro Jahr, und nicht die Genauigkeit angegeben werden kann.

In (Casu et al. 2006) wird beschrieben, inwiefern sich die Distanz zwischen Messpixel und gewähltem GCP sich auf die Standardabweichung einer Einzelmessung innerhalb einer Zeitserie auswirkt. Zusammengefasst kann gesagt werden: Je weiter das Messpixel vom GCP entfernt ist, desto so geringer die Präzession des Ergebnisses.

5.2 FORMAT DER DIGITALEN ERGEBNISDATEI

Das interferometrischen Zeitserienergebnis der Bodenbewegung wird als digitale ESRI Shape Datei (.shp) bereitgestellt. Bedingt durch die hohe Anzahl der Messpixel, handelt es sich um das File Geodatabase (.gdb) Format. Tabelle 5 fasst die gelieferten Informationen dieser Datei zusammen.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Tabelle 5: Spalten und ihre Beschreibung in der ESRI Shape Datei.

Spalten-name	**Datentyp**	**Beschreibung**
FID	Object ID	Identifikationsnummer des Elements in shape Datei
Shape	Point	Geometrie der Shape Datei
X	Double	Lokation des Elements: Rechtswert der verwendeten UTM Zone [m]
Y	Double	Lokation des Elements: Hochwert der verwendeten UTM Zone [m]
Z	Double	Lokation des Elements: Höhenwert basierend auf den korrigierten Höhen aus der interferometrischen Prozessierung [m]
Velocity	Double	Durchschnittliche jährliche Geschwindigkeit [mm/Jahr]: - Positiver Wert: Hebung des Messpixels - Negativer Wert: Senkung des Messpixels
V_Precisio	Double	Präzession der Geschwindigkeit des Messpixels [mm/Jahr]
LOS_In	Double	Line-Of-Sight of satellite (Einfallswinkel) Wurde zur Transformation in die Vertikale verwendet
D_JJJJMMTT	Double	Vertikale Bodenbewegung am Beobachtungszeitpunkt JJJJMMTT (J=Jahr, M=Monat, T=Tag) in Bezug auf den ersten Beobachtungszeitpunkt [mm] - Positiver Wert: Hebung des Messpixels - Negativer Wert: Senkung des Messpixels

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Dieser Bericht präsentiert das Ergebnis einer interferometrischen Bodenbewegungsanalyse basierend auf TerraSAR-X HS Daten zwischen Februar 2014 und September 2015 in Böblingen, Deutschland.

Generell konnten qualitativ und quantitativ sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Die Messpixeldichte ist sehr hoch und es können zuverlässige räumlich-zeitliche Information von Bodenbewegungen gewonnen werden. Erfreulicherweise können in beiden Hebungsgebieten Verlangsamungen der Hebungsgeschwindigkeiten bestimmt werden. Dies entspricht den Erwartungen nach den Sanierungsarbeiten an den jeweiligen EWS. Für das nördliche Hebungsgebiet gibt es Anzeichen, dass die Hebungen tendenziell gegen Null laufen. Diese Schlussfolgerung ist mit Vorsicht zu interpretieren, da die Beobachtung sich nur auf die letzten drei Messwerte stützt. Erst eine Zeitserie über einen längeren Zeitraum kann belastbare Aussagen zum potentiellen Abklingen der Hebung liefern. Daher ist eine Fortsetzung der TerraSAR-X HS Datenaufnahme ist empfehlenswert, um die fortschreitenden Verlangsamung der Hebungen, als Konsequenz der Sanierung der EWS, zeitlich räumlich hochauflösend zu monitoren.

Da das Verfahren der SAR-Interferometrie nur eindimensionale Bewegungen messen kann, ist ratsam zu überlegen, ob neben der aktuell laufenden descending Aufnahmegeometrie zusätzlich ein Datenstapel in der ascending Aufnahmegeometrie aufgebaut werden soll. Eine gemeinsame Auswertung dieser beiden Geometrien würde eine zweidimensionale Rekonstruktion in horizontale (Ost-West) und vertikale Bewegungskomponenten ermöglichen.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

ABKÜRZUNGEN

2D	Zwei-Dimensional
3D	Drei-Dimensional
APS	Atmospheric Phase Screening
DEM	Digital Elevation Model
DInSAR	Differentielle InSAR Technik
GCP	Ground Control Point (Referenzpunkt)
HH	Horizontal gesendet – Horizontal empfangen Polarisation
HS	High Resolution
InSAR	SAR Interferometrie
PSI	Persistent Scatterer Interferometry
QC	Quality Control
SAR	Synthetic Aperture Radar
SB	Short-Baseline
SBAS	Small BASeline approach
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TSX	TerraSAR-X
WorldDEM™	Globales Höhenmodell (zukünftiges Produkt von Airbus DS)

REFERENZEN

Berardino, P.; Fornaro, G.; Lanari, R. & Sansosti, E. (2002). A New Algorithm for Surface Deformation Monitoring Based on Small Baseline Differential SAR Interferograms, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 40, 2375-2383.

Berti M.; Corsini A.; Franceschini S. & Iannacone J.P. (2013). Automated classification of Persistent Scatterers Interferometry time series. Natural Hazards and Earth System Sciences (NHESS), 13, 1945-1958.

Biggs, J.; Anthony, E. & Ebinger, C. (2009). Multiple inflation and deflation events at Kenyan volcanoes, East African Rift, Geology, 2009, 37, 979–982

Casu, F.; Manzo, M. & Lanari, R. (2006). A quantitative assessment of the SBAS algorithm performance for surface deformation retrieval from DInSAR data Remote, Sensing of Environment, 102, 195-210

Ferretti, A.; Prati, C. & Rocca, F. (2001). Permanent Scatterers in SAR Interferometry, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 39, 8-20.

Gabriel, A. K.; Goldstein, R. M. & Zebker, H. A. (1989). Mapping Small Elevation Changes Over Large Areas: Differential Radar Interferometry Journal of Geophysical Research, 94, 9183-9191

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Lundgren, P.; Usai, S.; Sansosti, R.; Lanari, R.; Tesauro, M.; Fornaro, G. & Berardino, P. (2001). Modeling surface deformation observed with SAR Interferometry at Campei Flegrei Caldera, J. Geophysical. Res., 106, 19355-19367.

Usai, S. (2001). A new approach for long term monitoring of deformation by differential SAR interferometry, Ph.D. thesis, Delft Univ. Press, Delft, The Netherlands.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (2014-2015). Hintergrund: Optisches Luftbild aus ArcGIS. Weiße Dreiecke stellen die Lokalität der Referenzpunkte dar..... 4

Abbildung 2: Zeitserie der verwendeten TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 09/2015 8

Abbildung 3: Time-Position-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung. 10

Abbildung 4: Time-Baseline-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung. 10

Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bewegungsmessung in Abhängigkeit einer idealisierten Hebung. Die Farbgebung der Pfeile (Satellitenblickrichtung) entspricht derjenigen der Bewegungskarten in diesem Bericht. 12

Abbildung 6: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (02/2014 – 09/2015). Hintergrund: optisches Luftbild aus ArcGIS. 13

Abbildung 7: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 8 und Abbildung 9. 15

Abbildung 8: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501909,83 m und 5393208,69 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 7. 16

Abbildung 9: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502230,24 m und 5392465,93 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 7.....16

Abbildung 10: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 11. .17

Abbildung 11: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 504331,52 m und 5392441,22 m: Weißes Fadenkreuz in Abbildung 10. 17

Abbildung 12: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses (hier Beschleunigung), unterlegt mit optischen Bilddaten. Sterne stellen die Lokalität der EWS dar (weiß = saniert, rot = unsaniert). Das Datum neben den Sternen steht für das Ende der jeweiligen Sanierung. 18

Abbildung 13: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501909,83 m und 5393208,69 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 7. 19

Abbildung 14: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502230,24 m und 5392465,93 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 7.....19

TABELLENVERZEICHNIS

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Tabelle 1: Verwendete TerraSAR-X HS Szenen..... 7
Tabelle 2: TerraSAR-X HS Aufnahmeparameter..... 8
Tabelle 3: Kenngrößen für die verwendeten Daten in Tabelle 1. 9
Tabelle 4: Charakteristik der Ergebnisse.....14
Tabelle 5: Spalten und ihre Beschreibung in der ESRI Shape Datei.....23

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Satellitenbasierte Bodenbewegungsmessung in Böblingen, Deutschland

Landratsamt Böblingen (LRABB)

Bericht: Bodenbewegungsanalyse basierend auf TerraSAR-X Daten (2014)

Version I 1.0
22. Oktober 2014

Autor:

Dr. Jan Anderssohn

Airbus Defence and Space - Infoterra GmbH

Dokument-Freigabe

Autor:	Dr. Jan Anderssohn, Airbus Defence and Space	Unterschrift: Jan Anderssohn Digital unterschrieben von Jan Anderssohn Datum: 2014.10.22 13:23:55 +02'00'
Review:	Dr. Oliver Lang, Airbus Defence and Space	Unterschrift:
Quality Management:	Ronny Wenzel, Airbus Defence and Space	Unterschrift: Ronny Wenzel Digital unterschrieben von Ronny Wenzel Datum: 2014.10.22 13:38:16 +02'00'
Kunde:	Landratsamt Böblingen, Deutschland	

Dokument-Veränderungsnachweis

Version	*Datum*	*Seiten*	*Beschreibung*	*Ausgabe*
-	22/10/2014	alle	Dokumenterstellung und Ausgabe	I1.0

Inhaltsverzeichnis

1 ZUSAMMENFASSUNG 4

2 EINLEITUNG 6

3 TECHNISCHE DETAILS 8
3.1 Datenakquisition und Selektion 8
3.2 Prozessierungsmethode 9
3.3 Prozessablauf 10
3.4 Prozessierungsbedingungen 12
3.5 Diegitales Geländemodell 17

4 ERGEBNISSE UND ANALYSE 18

5 GENERELLE ANMERKUNGEN 27
5.1 Präzision und Genauigkeit 28
5.2 Format der digitalen Ergebnisdatei 28

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN 30

ABKÜRZUNGEN 33

REFERENZEN 33

ABBILDUNGSVERZEICHNIS 34

TABELLENVERZEICHNIS 35

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

1 ZUSAMMENFASSUNG

Airbus Defence and Space wurde damit beauftragt, Bodenbewegungen im Zeitraum Februar bis September 2014 über Böblingen, Deutschland, mittels TerraSAR-X Daten zu bestimmen.

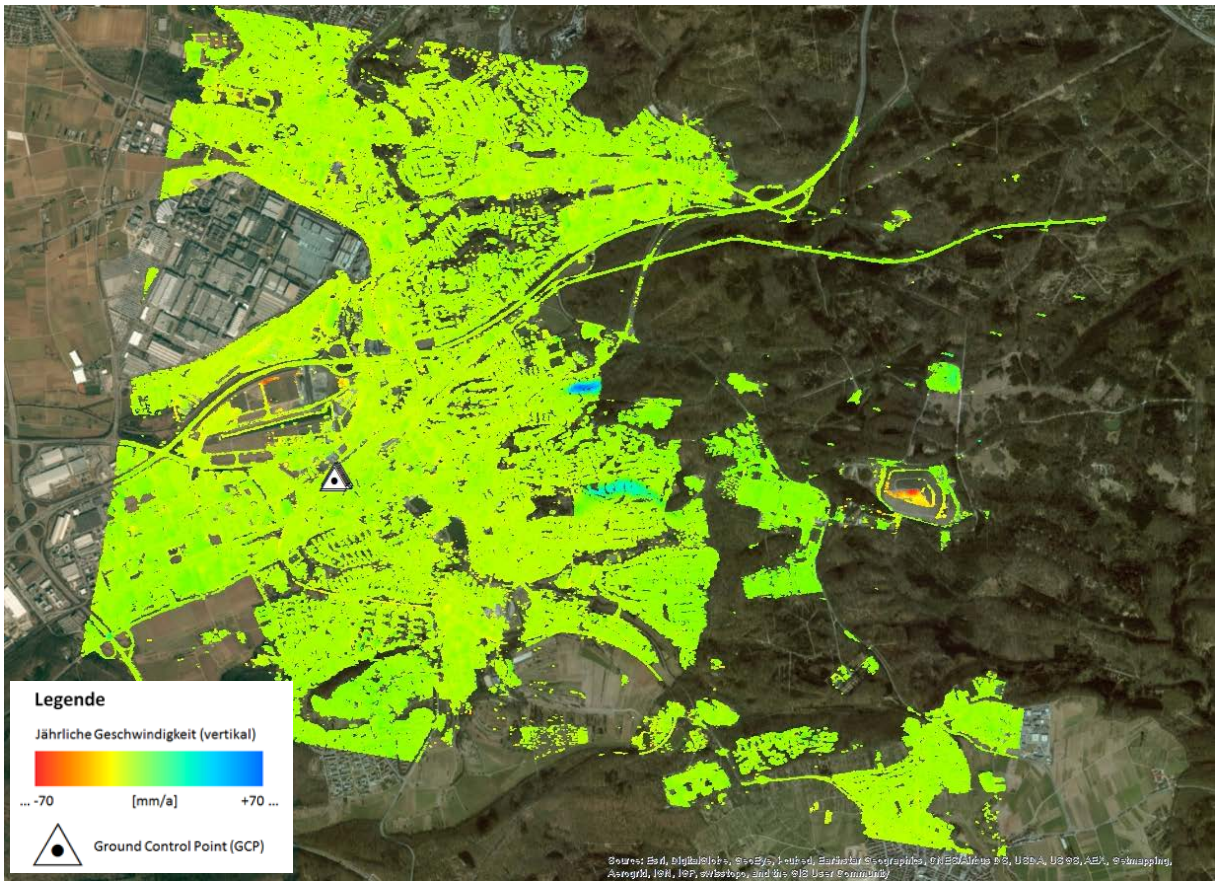


Abbildung 1: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (2014). Hintergrund: optische Bilddaten. Weiße Dreiecke stellen die Lokalität der Referenzpunkte dar.

Die angewandte Technik der interferometrischen Zeitserienanalyse verwendet Daten des deutschen TerraSAR-X Satelliten, um Bodenbewegungen zu bestimmen. Die Ergebnisse sind als Geschwindigkeitskarte dargestellt und zeigen für jedes Messpixel im Studiengebiet die abgeleitete gemittelte Bodenbewegung in der Messperiode (Abbildung 1).

Basierend auf einer Voruntersuchung wurden TerraSAR-X Daten im hoch auflösenden High Resolution Spotlight (HS) Modus aufgenommen. Die daraus resultierende hohe Auflösung des Ergebnisses und der damit einhergehende hohe Detailgrad, bestätigt diese Entscheidung. Die aufgenommen Satellitendaten stellen eine gute Datenbasis dar. Die hohe zeitliche Dichte der Daten ermöglicht eine sehr gute Ergebnisqualität. Da diese Messperiode nur ein halbes Jahr umfasst, sind die abgeleiteten Bewegungsgeschwindigkeiten pro Jahr extrapolierte Werte. Besonders zyklische oder saisonale Bewegungen können in solch einer Extrapolation überhöht werden. Die relativ geringe Anzahl von 16 im Untersuchungszeitraum ver-

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

fügbaren TerraSAR-X HS Daten schränkt die zu erreichenden Genauigkeit der gemittelten Geschwindigkeit etwas ein.

Die Bodenbewegungsanalyse wurde über dem in Abbildung 1 dargestellten Stadtgebiet Gebiet durchgeführt. Damit soll dem Kundenwunsch entsprochen werden, die räumliche Ausdehnung der Bewegungsphänomene in Böblingen zu identifizieren und mittel- bis langfristig zu beobachten.

Die als Eingangsgröße notwendigen Höheninformationen sind aus einer vorläufigen Version des WorldDEM™ Höhenmodells extrahiert worden. Dieses sogenannte iDEM (intermediate Digital Elevation Model) steht Airbus Defence and Space für die kommerzielle Nutzung exklusiv zur Verfügung.

Generell gilt, dass sich das Studiengebiet in seiner Gesamtheit stabil verhält. Deutlich sichtbar (siehe Abbildung 1) sind allerdings regionale Hebungs- und Senkungsgebiete. Die aus den LiDAR Messungen ermittelten und öffentlich publizierten zwei Hebungsgebiete spiegeln sich ebenfalls in den hier vorgestellten SAR-Interferometrie (InSAR) Ergebnissen wider. Im Nordosten von Böblingen existiert ein Hebungsgebiet mit annähernd elliptischer Form und einer Ausdehnung von ca. 350 m in Ost-West und ca. 200 m in Nord-Süd. Sie erstreckt sich entlang der Altinger Straße, Siemens- und Gutenbergstraße. Das im Südosten von Böblingen existierende Hebungsgebiet weist eine bogenförmige Ausdehnung von etwa 900 m x 450 m auf. Es erstreckt sich vom Südwesten, Boslerstraße Ecke Achalmstraße, bis zum Roseggerweg im Osten.

Die beiden Hebungsgebiete weisen im Beobachtungszeitraum Hebungsgeschwindigkeit von bis zu ca. 68 mm (nördlich) und 37 mm (südlich) pro Jahr auf. Das nördliche Hebungsgebiet weißt eine annähernd lineare Hebung in der Zeit auf. Dagegen zeigt im südlichen Gebiet die Zeitserie eine geringe zeitliche Abnahme der Hebungsgeschwindigkeit. Neben den prominenten Hebungsgebieten sind einige kleinräumige Senkungsgebiete erkennbar. Die Interpretation optischer Bilddaten liefert plausible Annahmen für den Grund der Senkungen, welche in Kapitel 4 dargelegt werden.

Da die TerraSAR-X HS Daten eine hohe Sensitivität gegenüber kleinsten Oberflächenverformung auf engen Raum aufweisen, musste der Bereich des Mercedes-Benz Motorenwerkes in Sindelfingen vom Prozess ausgeschlossen werden. Die großen Industriehallen unterliegen einer Außentemperatur gesteuerten thermalen Dilatation (Ausdehnen, Zusammenziehen). Diese Form der Bewegung beeinträchtigt die geforderte Untersuchung von Bodenbewegungen im Stadtbereich von Böblingen. Durch das Ausmaskieren wird ein Fehlereinfluss auf das Gesamtergebnis verhindert.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

2 EINLEITUNG

Airbus Defence and Space wurde damit beauftragt, Bodenbewegungen im Zeitraum Februar bis September 2014 über Böblingen, Deutschland zu ermitteln. Nach Bekanntwerden zweier Hebungsgebiete im östlichen Stadtgebiet von Böblingen soll das räumliche und zeitliche Verhalten der Bodenbewegungen näher untersucht werden. Abbildung 2 zeigt die Lage der beiden öffentlich bekannten Hebungsgebiete in Stadtgebiet.

Abbildung 2: Öffentlich bekannte Hebungsbereiche dargestellt in Google Earth.

Das in Abbildung 3 dargestellte Studiengebiet wird durch die Bodenabdeckung der gewählte TerraSAR-X HS Daten definiert. Nur in dem Bereich der Bodenabdeckung dieser Daten können Bodenbewegungswerte bestimmt werden. Das abgedeckte Studiengebiet hat eine Größe von ca. 38 km². Eine kontinuierliche Beobachtung solch eines großen Gebietes mit ausschließlich terrestrischen Verfahren wäre eine große Herausforderung und sehr kostenintensiv. Eine räumlich dichte und zeitlich hochfrequente Analyse kann mit terrestrischen Daten nicht flächendeckend gewährleistet werden. Mittels der TerraSAR-X HS Satellitendaten von Airbus Defence and Space und der Technik der Radarinterferometrie ist dies im Untersuchungszeitraum möglich. Insbesondere regionale, großflächige Bodenbewegungen können mit einer Genauigkeit etablierter terrestrischer Messmethoden bestimmt werden.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

Abbildung 3: Definition des Studiengebietes in Abhängigkeit der TerraSAR-X Bodenabdeckung (gelbes Rechteck) dargestellt in Google Earth.

Dieser Bericht präsentiert die Ergebnisse der radarinterferometrischen Bodenbewegungsanalyse basierend auf 16 TerraSAR-X HS Satellitendaten für das oben beschriebene Studiengebiet. Der Zeitraum der Satellitenaufnahmen reicht von Februar 2014 bis September 2014.

Das folgende Kapitel 3 diskutiert technische Details bezüglich der Produktion der Bodenbewegungskarte: i) die vorliegenden TerraSAR-X HS Satellitendaten und deren Selektion, ii) Beschreibung der angewandten Zeitserienanalysemethode und schließlich iii) der interferometrische Prozessablauf.

Kapitel 4 präsentiert die ermittelte Bodenbewegung für das Studiengebiet für den Zeitraum 02/2014 und 09/2014. Es adressiert die Besonderheit der beiden Hebungsgebiete im östlichen Stadtteil von Böblingen.

In Kapitel 5 werden generelle Anmerkungen zum Prozess und den Ergebnissen gegeben. Eine generelle Aussage zu Präzision und Genauigkeit der Ergebnisse ist formuliert und eine Erklärung zur Qualitätsanalyse ist gegeben. Am Ende ist das Format der digitalen Lieferung beschrieben.

Kapitel 6 fasst die Schlussfolgerungen dieses Berichtes zusammen.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

3 TECHNISCHE DETAILS

3.1 DATENAKQUISITION UND SELEKTION

Das Studiengebiet wird durch Bodenabdeckung der TerraSAR-X HS Satellitendaten in absteigender Orbitgeometrie (descending) erfasst. In Summe wurden 16 Szenen zwischen Februar 2014 und September 2014 mit einer HH-Polarisation aufgenommen und im Airbus Defence and Space Archiv abgelegt. Alle Daten wurden vor ihrer finalen Verwendung einer Qualitätsanalyse unterzogen. Von dieser Grundgesamtheit an Szenen konnten letztendlich alle Szenen für die Prozessierung verwendet werden.

In Tabelle 1, Tabelle 2 und Abbildung 4 sind Informationen zu den aufgenommen TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 09/2014 gegeben. Der Datenstapel weißt keine größeren Lücken (mehr als 22-Tage) auf.

Zur Korrektur des topographischen Einflusses auf die Phasenmessung wurde eine vorläufige Version des WorldDEM™ Höhenmodells verwendet.

Tabelle 1: Verwendete TerraSAR-HS Szenen

Nr.	Datum	Nr.	Datum
1	25.02.2014	9	24.05.2014
2	02.08.2014	10	04.06.2014
3	19.03.2014	11	26.06.2014
4	30.03.2014	12	07.07.2014
5	10.04.2014	13	29.07.2014
6	21.04.2014	14	09.08.2014
7	02.05.2014	15	31.08.2014
8	13.05.2014	16	11.09.2014

Tabelle 2: TerraSAR-X HS Aufnahmeparameter

Orbit	Blickwinkel	Polarisation	Modus
Descending	~42°	HH	HS

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

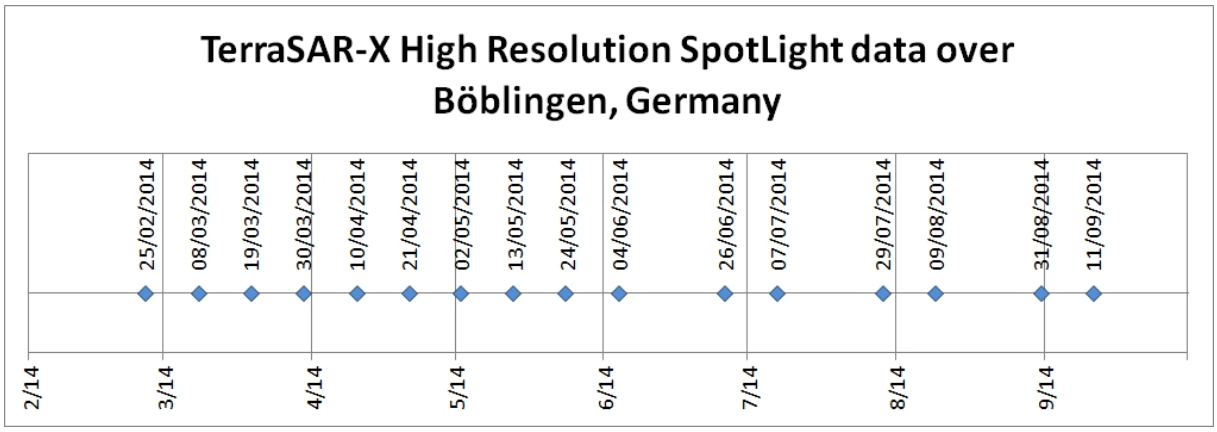


Abbildung 4: Zeitserie der verwendeten TerraSAR-HS Szenen zwischen 02/2014 und 09/2014

3.2 PROZESSIERUNGSMETHODE

Die interferometrische Zeitserienanalysemethode nutzt die Phasenmessungen von einer Anzahl von Synthetic Aperture Radar (SAR) Satellitendaten, um Bodenbewegungen daraus abzuleiten. Ein Netzwerk von Messpixeln über große Gebiete wird somit typischerweise bestimmt.

Die Small Baseline (SBAS) Methode wurde für die Prozessierung der Daten verwendet. Die SARscape Software (Version No. 5.0) von sarmap S.A. wurde für die Prozessierung verwendet. Der SBAS Ansatz [Berardino et al. 2002] erweitert die in [Lundgren et al. 2001] und [Usai S. 2001] präsentierte Technik für den Fall einer Vielzahl von small-baseline (SB) Akquisitionen mittels einer einfachen und effektiven Kombination aller verfügbaren SB Interferogramme. Der Term “small baselines” kann als kleine räumliche Distanz der beiden Satellitenpositionen und als kurzer zeitlicher Abstand zweier Szenen verstanden werden. Die präsentierte Technik erfüllt zwei Hauptanforderungen: Erhöhung der zeitlichen Wiederholrate, durch Nutzung aller Szenen für die SB Interferogramme und das Bewahren der Fähigkeit des Systems zu Erstellung räumlich dichter Bodenbewegungskarten. Letzteres ist eine Kernpunkt der Klassischen SAR-Interferometrie (DInSAR) und wird erreicht durch das Einschränken der geometrischen Dekorrelation [Berardino et al. 2002].

Vergleichbar zur Persistent Scatterer Interferometry (PSI) Technik (z.B. [Feretti et al. 2001]), wird eine Atmosphärenkorrektur durchgeführt und verbesserte Geländehöhen werden bestimmt. SBAS Ergebnisse können auch nicht-lineare Bewegungszeitserien wiedergeben und sie sind geeignet für Gebiete in denen die Kohärenz kurz- bis mittelfristig höher ist als langfristig.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

3.3 PROZESSABLAUF

Der Prozessablauf von Airbus Defence and Space's *Surface Movement Monitoring Service* besteht aus verschiedenen Prozessierungssektionen und einzelnen Schritten. Der interferometrische Prozessierungskern umfasst verschiedene Zeitserienanalysemethoden (PSI, SBAS …), um für verschieden charakterisierte Studiengebiete optimale Ergebnisse für Bodenbewegungen zu erhalten. In diesem Fall wurde die SBAS Methode verwendet. Das Ablaufdiagram in Abbildung 5 gibt einen Überblick über die hauptsächlichen Sektionen und Schritte des Prozessablaufes.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

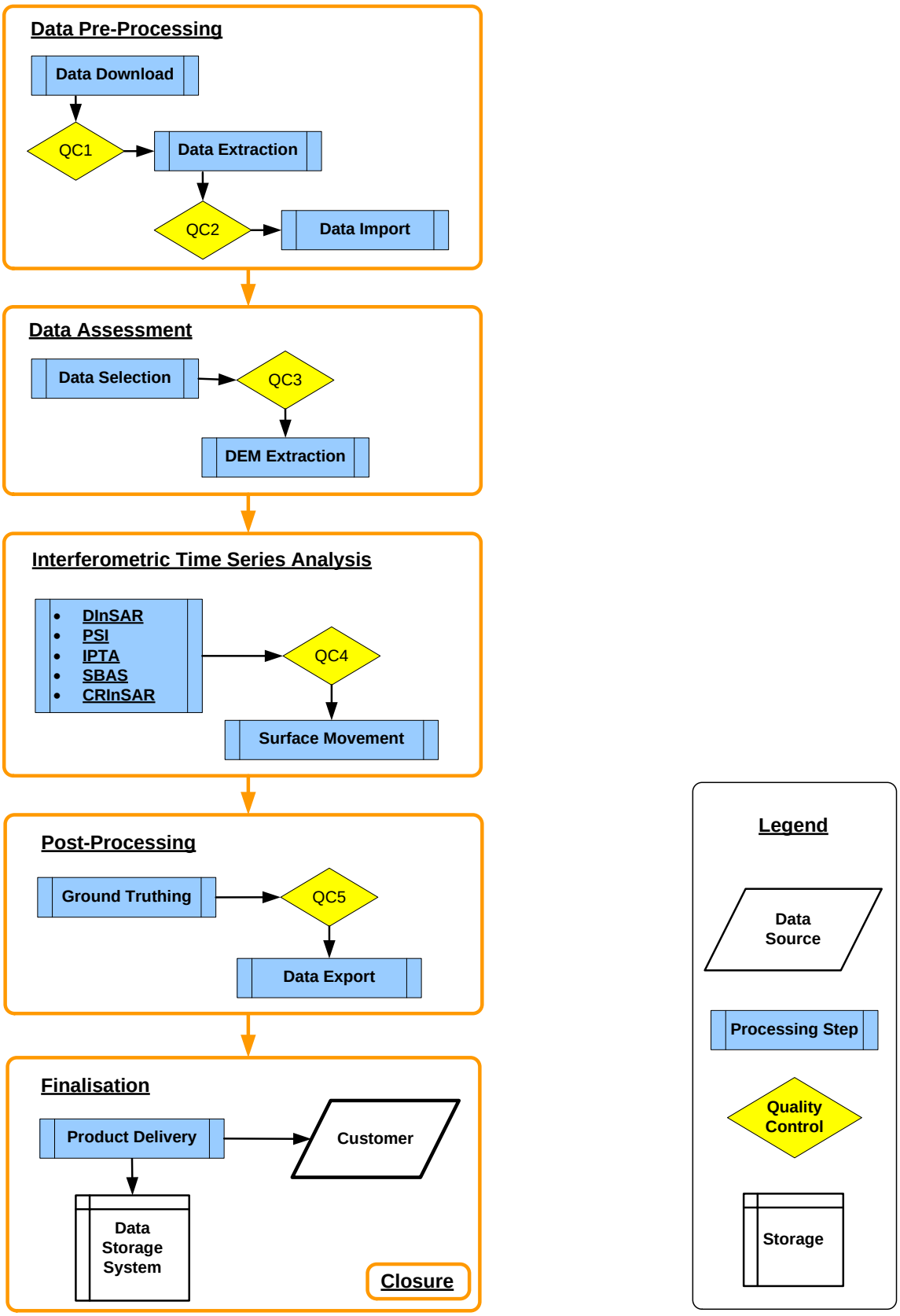


Abbildung 5: Generischer Surface Movement Monitoring Prozessablauf mit Stoppunkten der Qualitätskontrolle.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

Primäre Inputdaten werden vom Customer Service bereitgestellt und via ftp-Server heruntergeladen. Nach der Extrahierung der Daten erfolgt das Importieren in das Software-spezifische Datenformat.

Anschließend werden die Daten einer generellen Analyse unterzogen. Alle verwendbaren Szenen, welche frei von Fehlern sind, werden nachfolgend für die weitere Prozessierung verwendet. Ein externes Höhenmodell (DEM) wird in den Prozessablauf einbezogen, um den topographisch bedingten Phasenbeitrag zu minimieren.

Nach dem Pre-Processing können unterschiedliche interferometrische Methoden/Ansätze angewendet werden, um Bodenbewegungen zu bestimmen. In Abhängigkeit der gegebenen Bedingungen des Studiengebietes und der spezifischen Interessen, wird die entsprechende Methode ausgewählt.

In Folge der interferometrischen Prozessierung wird ein Post-Processing durchgeführt, um eine Plausibilitätskontrolle anzuwenden und um verfügbare in situ Informationen zu integrieren. Als ein letzter Schritt im Post-Processing werden die Ergebnisse der Bodenbewegungsanalyse in ein kundenspezifisches Format exportiert.

Während der Finalisierung der Bodenbewegungsanalyse werden die Ergebnisse ausgeliefert. Anschließend werden die projektrelevanten Daten für eine Sicherung vorbereitet und final abgespeichert.

Der Prozessablauf der Bodenbewegungsanalyse wird von einer Qualitätskontrolle begleitet, um eine hohe Qualität des Produktes zu gewährleisten.

3.4 PROZESSIERUNGSBEDINGUNGEN

Die Prozessierungsbedingungen für eine interferometrische Zeitserienanalyse, basierend auf den vorliegenden TerraSAR-X HS Szenen und der interferometrischen Charakteristik (Kohärenz) im Untersuchungsgebiet, können als sehr gut bezeichnet werden.

Räumlich ausgedehnte Bewegungsphänomene können somit mit guter Genauigkeit bestimmt werden. Dies zeigt sich in Abbildung 1, in welcher beide öffentlich bekannten Hebungsgebiete gut zu erkennen sind. Die hohe Geschwindigkeit der Hebung, gerade im nördlichen Hebungsbereich, erfordert räumlich hochauflösende und zeitlich dicht aufeinander folgende Satellitenaufnahmen. Andernfalls würden mathematische Mehrdeutigkeiten in den Phasenmessungen auftreten. Beides wurde in einer Voruntersuchung analysiert und mit der Aufnahme von TerraSAR-X HS Daten alle 11-Tage (nominell) realisiert. Datenlücken von maximal 22 Tagen führen zu keinen technischen Einschränkungen.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

Für die vegetativen Gebiete im Studiengebiet können keine Messpixel bestimmt werden. Dies kann, basierend auf der Erfahrung von einer Vielzahl anderer Projekte, so postuliert werden. Es handelt sich hierbei um eine interferometrisch inhärente Einschränkung. Da das Studiengebiet jedoch viele versiegelte Gebiete aufweist, konnte insgesamt eine hohe Anzahl an Messpixel für eine zuverlässige Analyse bestimmt werden (siehe Abbildung 1).

In Abbildung 6 ist das gemittelte Intensitätsbild (02/2014 – 09/2014) der Radarreflektion dargestellt. Je stärker ein Bodenelement das Radarsignal reflektiert, umso heller wird es abgebildet. Deutlich ist der Unterschied zwischen vegetativen Gebieten (dunkel) und urbanen/versiegelten Gebieten (hell) zu erkennen. Da die Untersuchung sich hauptsächlich auf das städtische Gebiet in Böblingen bezieht, spielen die schwachen Reflektionen in den ruralen Gebieten eine untergeordnete Rolle.

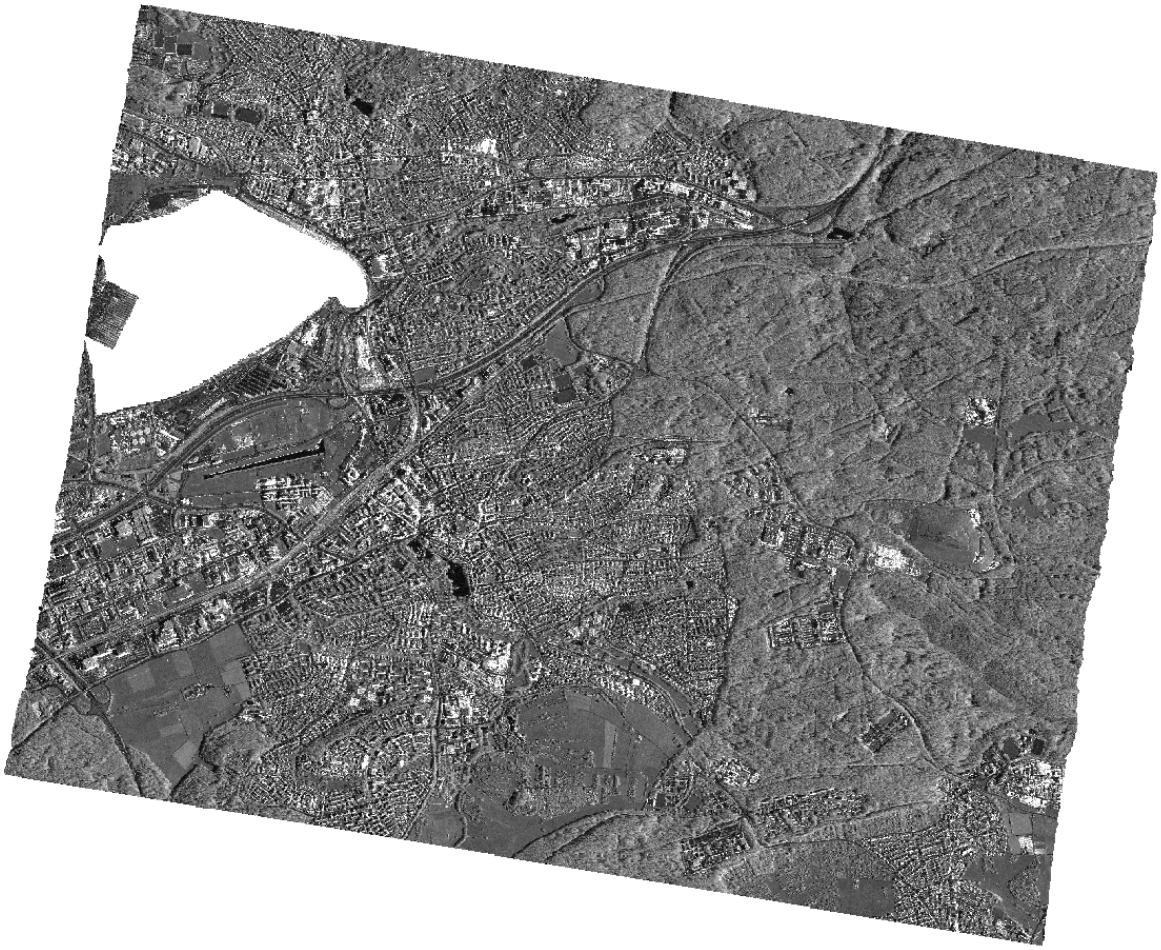


Abbildung 6: Gemitteltes Intensitätsbild (02/2014 – 09/2014) des Studiengebietes in dem die Reflektion des Radarsignals dargestellt wird. Häuser und Gebäudekomplexe reflektieren besonders stark (weiß). Mercedes-Benz Motorenwerk ist weiß ausmaskiert.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

Wie oben bereits erwähnt ist ein Schlüsselparameter der interferometrischen Prozessierung die interferometrische Kohärenz, welche die Veränderung der physikalischen Reflektionseigenschaft der Oberfläche beschreibt. Diverse zeitliche und räumliche Dekorrelationseffekte (Veränderungen der Reflektionseigenschaft) reduzieren die Kohärenz und konsequenterweise die Qualität des Endergebnisses.

Abbildung 7 und Abbildung 8 zeigen zwei Kohärenzkarten für ein 11-Tage-Interferogramm (2014/03/08 – 2014/03/19) und für ein 176-Tage-Interferogramm (2014/03/19 – 2014/09/11). Die Verringerung der Kohärenz, einhergehend mit der Zunahme der Zeitspanne, kann daran deutlich erkannt werden (zeitliche Dekorrelation). Dunkle Pixel stellen Gebiete mit sehr geringer Kohärenz dar, während helle Pixel Gebiete mit guter Kohärenz anzeigen. Für die zeitliche Dekorrelation gilt im Allgemein: Gute Kohärenz existiert in Gebieten, die frei von Vegetation sind z.B.: Häuser, Straßen, Plätze, blanke Felsen usw. Nur für solche Gebiete kann über einen langen Zeitraum ein präzises Ergebnis erzielt werden, was in dieser Studie versiegelten Flächen gleichkommt (vergleiche Abbildung 1).

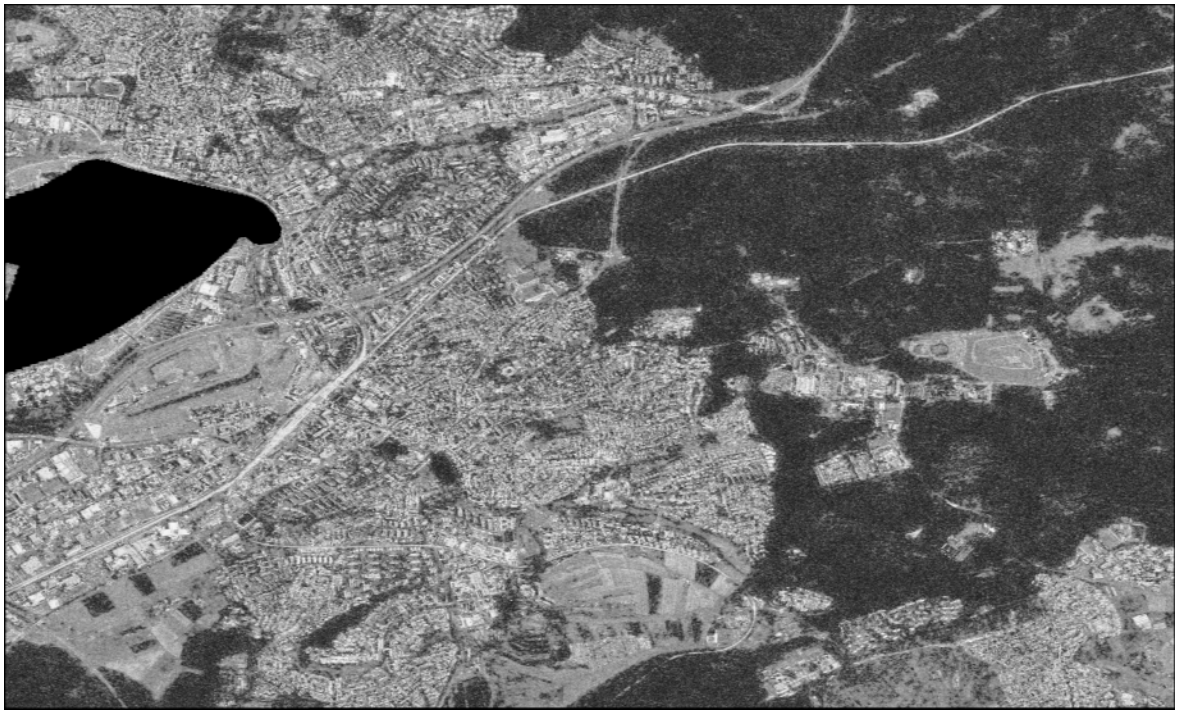


Abbildung 7: Kohärenzkarte (nicht geokodiert) für ein 11- Tage-Interferogramm, welches allgemein eine hohe Kohärenz in nicht stark vegetativen Gebieten aufweist.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

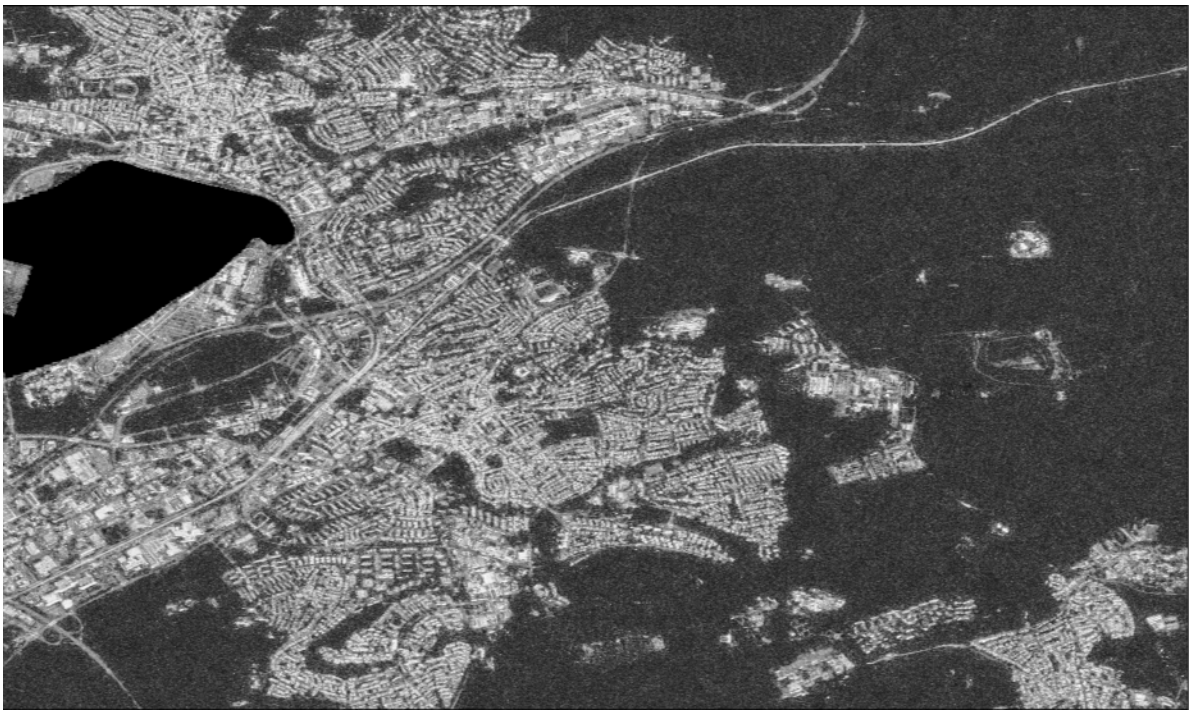


Abbildung 8: Kohärenzkarte (nicht geokodiert) für ein 176 Tage-Interferogramm, welches eine hohe Kohärenz nur für versiegelte Flächen aufweist.

Tabelle 3 fasst die Parameter der interferometrischen Prozessierung mittels SBAS-Methode zusammen. Diese werden durch die verwendeten Daten bestimmt.

Tabelle 3: Prozessierungsparameter für die verwendeten Daten in Tabelle 1.

Anzahl der Inputdaten	**Anzahl der Inter-ferogramme**	**Maximale räumlich Basislinie [m]**	**Minimale räumlich Basislinie [m]**	**Maximale zeitliche Trennung [d]**	**Minimale zeitliche Trennung [d]**
16	103	489	5	176	11

Abbildung 9 und Abbildung 10 zeigen eine grafische Darstellung der räumlichen und zeitlichen Trennungen (Basislinien) der Satellitenaufnahmen. In Abbildung 9 erkennt man die zugelassenen Verknüpfungen (Interferogramme) zwischen den jeweiligen Szenen. Dieser Netzwerkplot weist ein gleichmäßig geschlossenes Netzwerk auf, welches eine gute Datengrundlage für die anschließende Prozessierung bedeutet. Die durch einen roten Punkt hervorgehobene Szene vom 24.05.2014 musste auf Grund großer atmosphärischer Einflüsse vom Prozess ausgeschlossen werden. Eine Verwendung dieser Szene würde einen deutlichen Fehlereinfluss auf das Gesamtergebnis ausüben.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

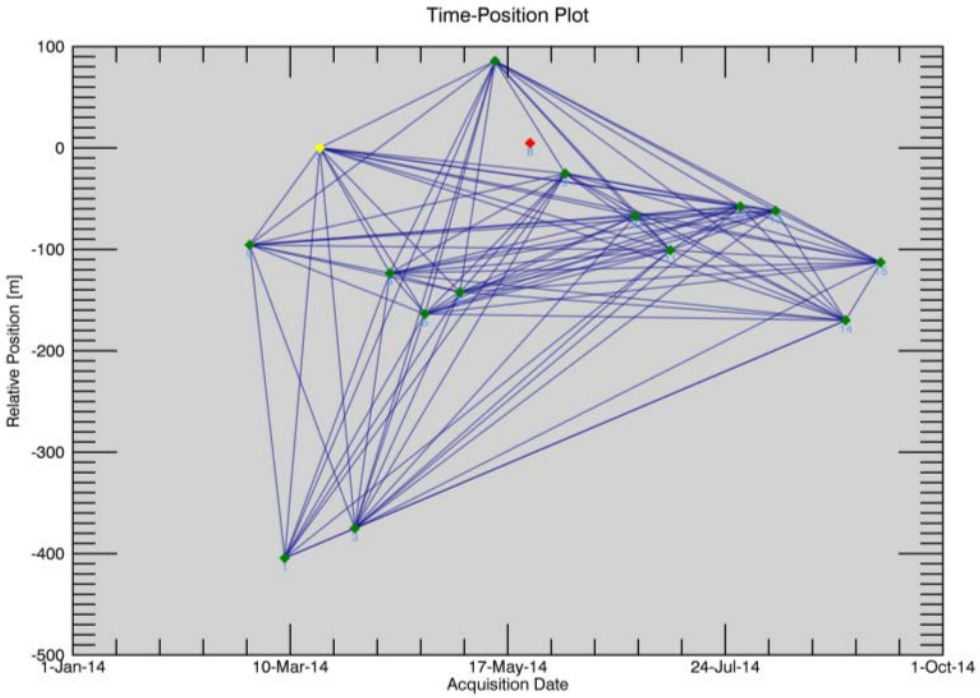


Abbildung 9: Time-Position-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.

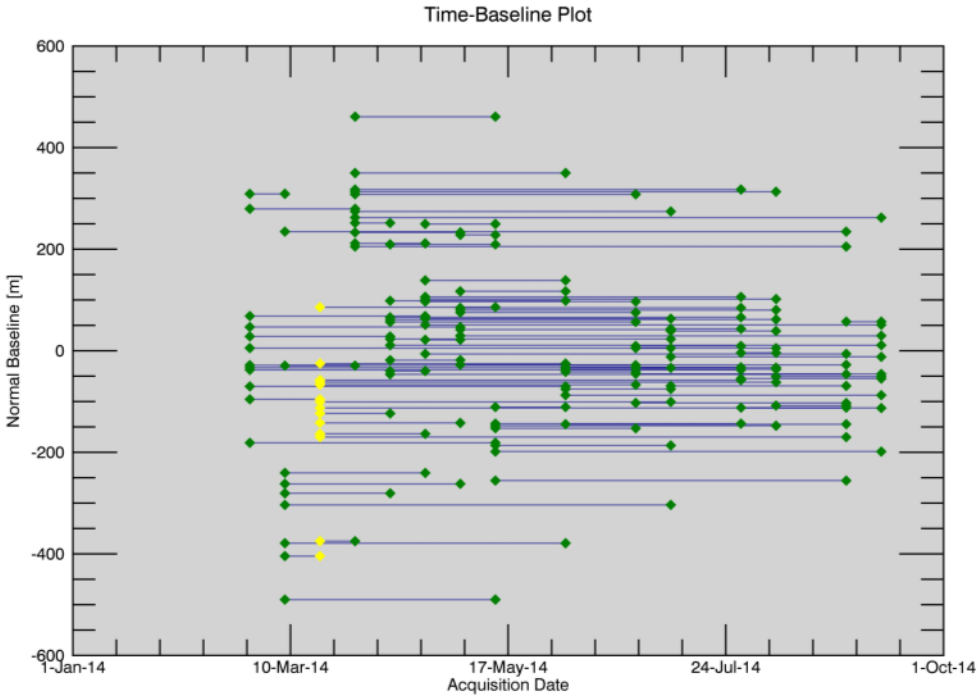


Abbildung 10: Time-Baseline-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

3.5 DIEGITALES GELÄNDEMODELL

Die notwendigen Höheninformationen zur Reduktion des topographischen Einflusses auf die Phasenmessung sind aus einer vorläufigen Version des WorldDEM™ Höhenmodells extrahiert worden. Dieses sogenannte iDEM (intermediate Digital Elevation Model) steht Airbus Defence and Space für die kommerzielle Nutzung exklusiv zur Verfügung. Der Vorteil gegenüber dem sonst verwendeten SRTM DEM, liegt in der höheren räumlich Auflösung und einer hervorragenden Höhengenauigkeit.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

4 ERGEBNISSE UND ANALYSE

Die Ergebnisse der interferometrischen Zeitserienanalyse, Bodenbewegungsmessung, wie unter anderem in Abbildung 11 dargestellt, wird als hochauflösende Karten im .pdf und .tif Format zusätzlich zu diesem Bericht geliefert. Die Karten zeigen farblich kodiert die jährliche Geschwindigkeit der Bodenbewegung innerhalb des Beobachtungszeitraumes. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bodenbewegungsanalyse über dem Studiengebiet analysiert.

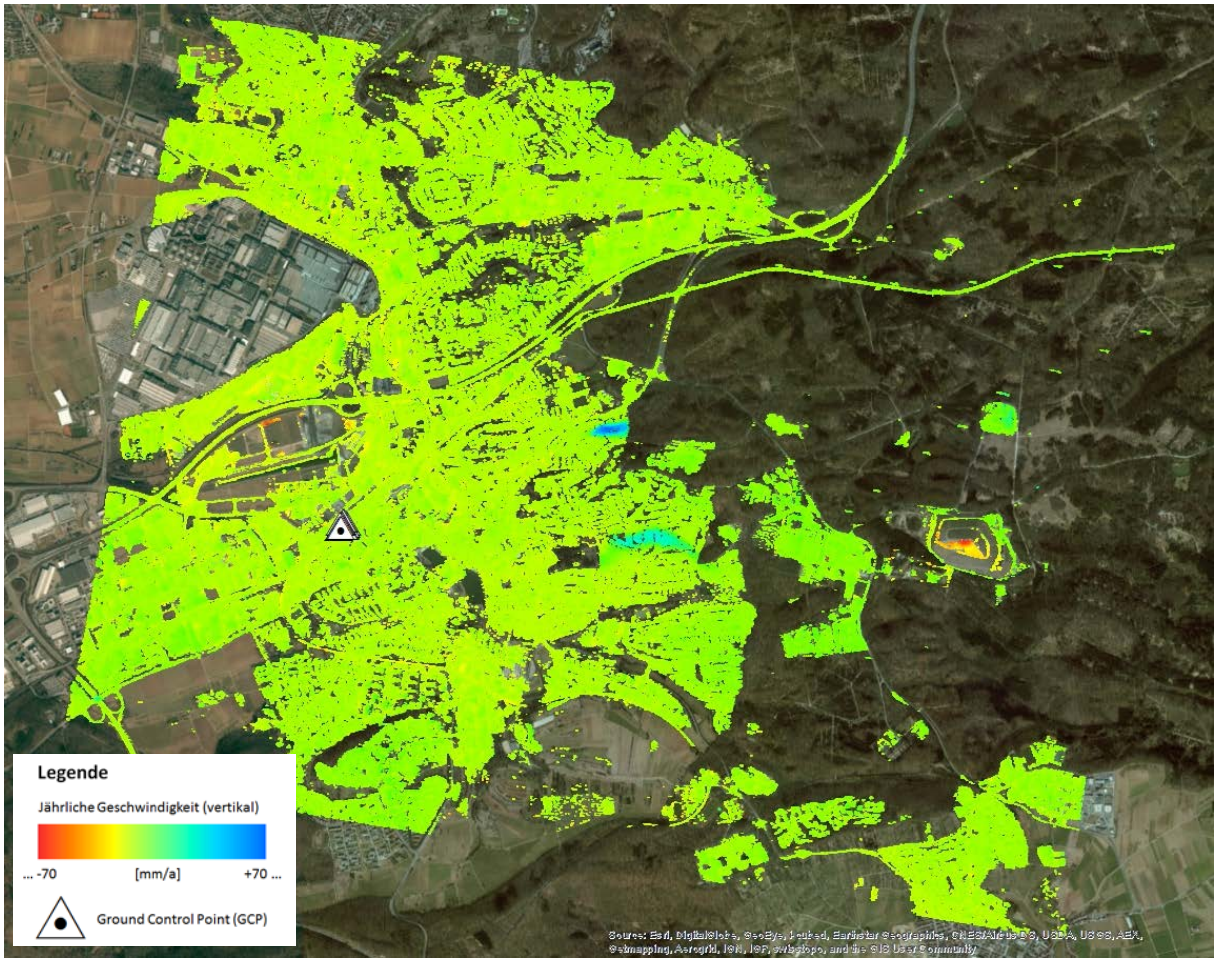


Abbildung 11: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (02/2014 – 09/2014). Hintergrund: optisches Luftbild.

Die Bewegungswerte werden ursprünglich entlang der Blickrichtung des Satelliten gemessen. Also eindimensional mit einem Einfallswinkel von ~42°, somit handelt es sich um eine Schrägaufnahme. Die Ergebnisse wurden in reine Vertikalbewegungen transformiert, unter der Annahme, dass es sich ausschließlich um vertikale Bewegungen handelt. Potentielle horizontale Bewegungen werden somit vernachlässigt beziehungsweise als vertikale Bewegungskomponente interpretiert. Die Bewegungswerte innerhalb der Zeitserie eines jeden

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

Messpixels sind keine Absolutwerte, es handelt sich vielmehr um relative Werte, denn sämtliche Messungen beziehen sich auf Referenzpunkte (ground control point (GCP)). Diese GCPs werden unter gewissen Gesichtspunkten wie z.B. hohe Kohärenz, flaches Gelände, räumliche Nähe und unter der Annahme, dass sie frei von Eigenbewegungen sind, ausgewählt. Die Auswahl mehrerer GCPs in räumlicher Nähe verringert die Wahrscheinlichkeit, dass ein schlecht gewählter GCP das gesamte Ergebnis verfälscht.

Das Untersuchungsgebiet ist in seiner Grundgesamtheit stabil. Das Mittel der Geschwindigkeit beträgt ungefähr 0.8 mm pro Jahr. Dies bedeute jedoch nicht, dass es keine Bodenbewegungen gibt, sondern vielmehr, dass das Gros der Messpixel stabil ist und nur ein kleiner Anteil sich bewegt. Die hohen Bewegungswerte innerhalb der beiden Bewegungsgebiete führen zu einer Verschiebung des Mittelwertes der Geschwindigkeit aller Messpixel in den positiven Bereich. Eine Übersicht der Charakteristik der Ergebnisse ist in Tabelle 4 gegeben.

Tabelle 4: Charakteristik der Ergebnisse

Studienzeitraum	2014/02/25 – 2014/09/11
Durchschnittliche jährliche Geschwindigkeit	~0.8 mm/Jahr
Minimale jährliche Geschwindigkeit	- 73 mm/Jahr
Maximal jährliche Geschwindigkeit	72 mm/Jahr
Messpixeldichte	~95.800 Pixel/km²

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

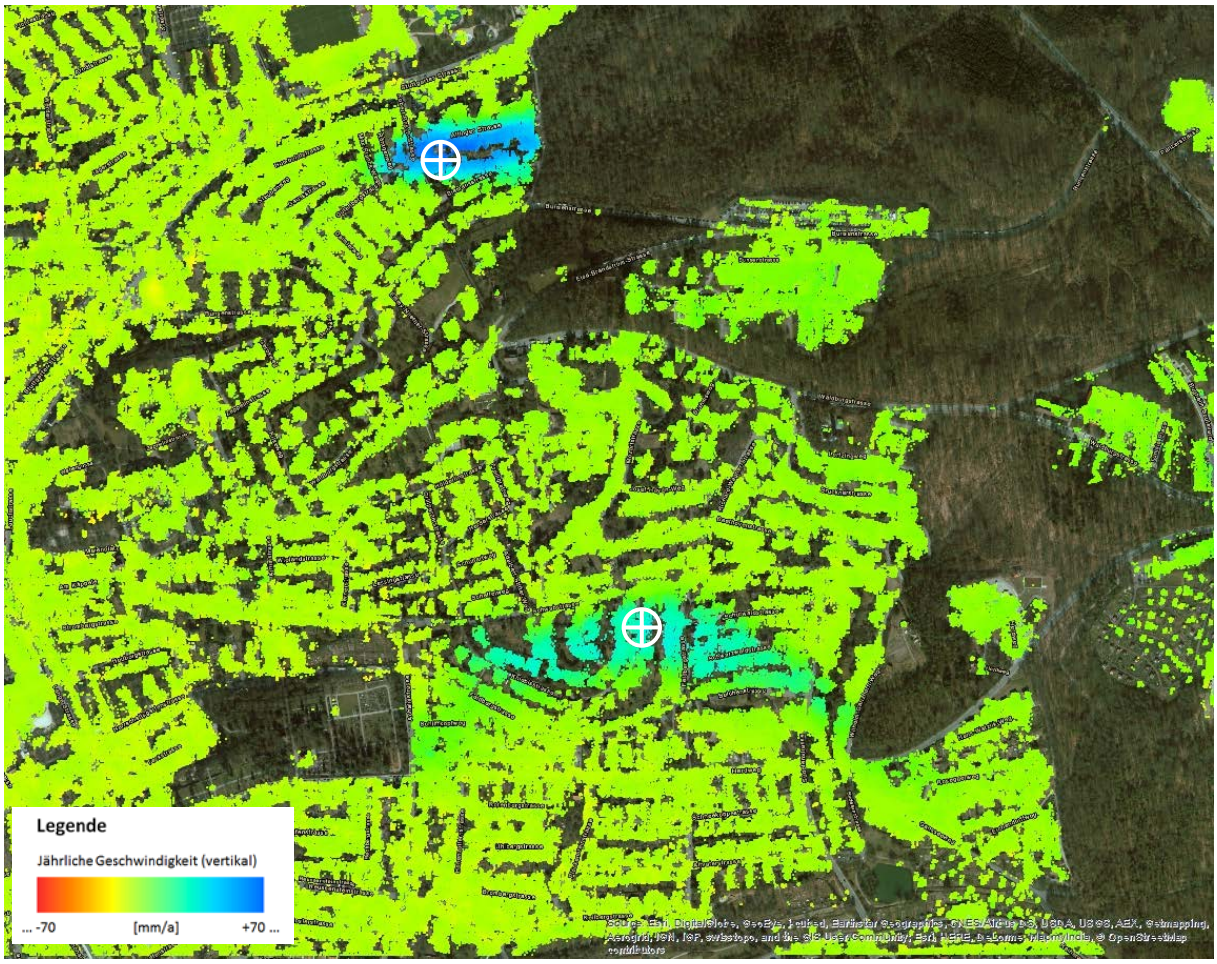


Abbildung 12: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 13 und Abbildung 14.

Da Setzungserscheinungen und Bodensenkungen durch die Schwerkraft begünstigt werden und somit häufiger auftreten, fallen die zwei Hebungsbereiche im östlichen Stadtgebiet besonders auf (Abbildung 12). Die nördliche Hebungszone erstreckt sich ca. 300 m lang zwischen der Altinger Straße und der Siemensstraße, auslaufend in die Gutenbergstraße. Eine exakte Abgrenzung nach Osten ist nicht möglich, da dieser Bereich in einem Wald liegt (keine Kohärenz). Die Hebungsgeschwindigkeit beträgt bis zu ca. 68 mm pro Jahr und verläuft zeitlich annähernd linear (Abbildung 13). Die südliche Hebungszone weist eine bogenförmige Ausdehnung von etwa 900 m x 450 m auf. Sie erstreckt sich vom Südwesten, Boslerstraße Ecke Achalmstraße, bis zum Roseggerweg im Osten. Die Zeitserie in Abbildung 14 weißt im Untersuchungszeitraum eine geringfügige Verlangsamung, auf. Bedingt durch den kurzen Untersuchungszeitraum von nur einem halben Jahr, ist es ratsam diese augenscheinliche Verlangsam über einen längeren Zeitraum zu beobachten, um eine belastbare Aussage über Veränderungen der Hebungsgeschwindigkeit zu treffen. Hebungsgeschwindigkeit beträgt bis

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

zu ca. 37 mm pro Jahr. Aussagen zu mögliche Ursachen für diese Hebung können, basierend auf den vorliegenden Daten, nicht gemacht werden. Eine räumliche Nähe zu Geothermiebohrungen aus den Jahren 2006, 2007 und 2008 ist auffällig.

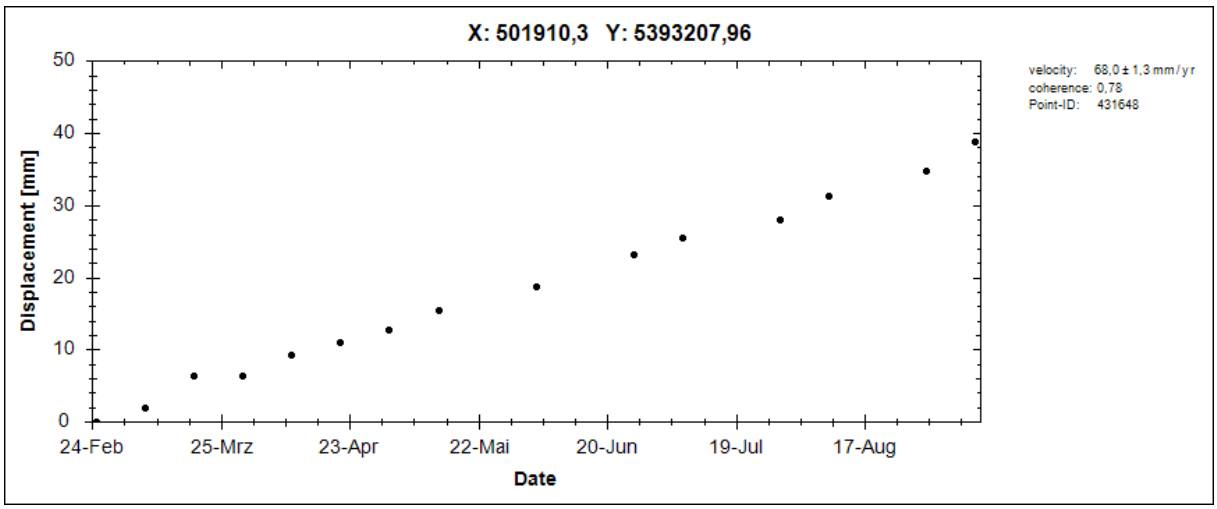


Abbildung 13: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501910,30 m und 5393207,96 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 12.

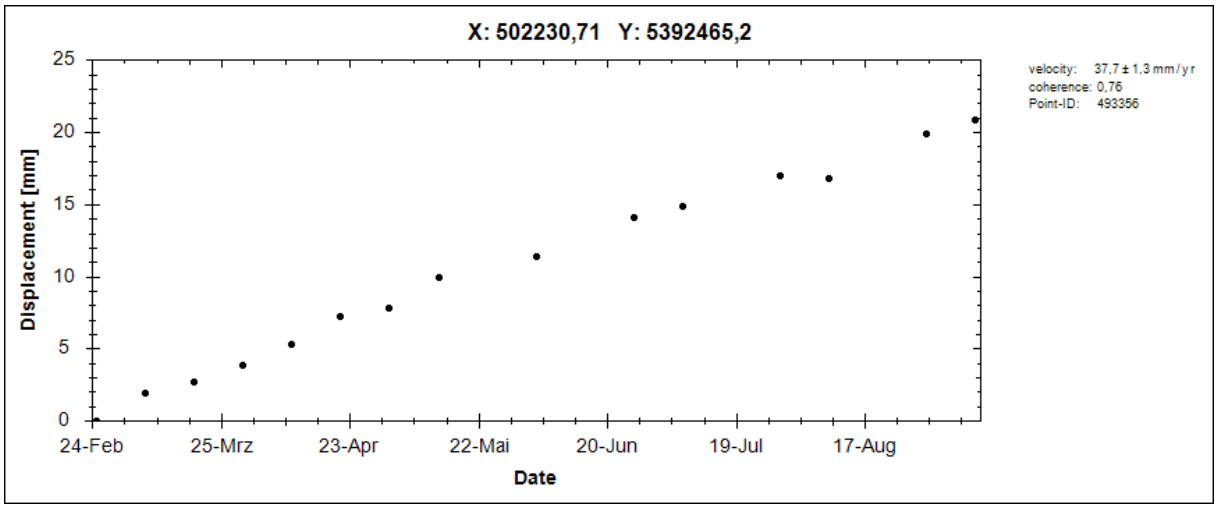


Abbildung 14: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502189,83 m und 5392474,15 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 12.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

Im Vergleich zu den flächenhaften dominierenden Hebungszonen in Abbildung 12 zeigt das Bodenbewegungsergebnis eine deutliche Senkung für eine sanierte Mülldeponie im Osten von Böblingen (siehe Abbildung 15). Die Zeitserie in Abbildung 16 repräsentiert die voranschreitende Absenkung mit einer Geschwindigkeit von bis zu -70 mm pro Jahr. Es kann vermutet werden, dass normale Setzungserscheinungen des Müllberges die Ursache für diese gemessenen Bewegungen ist. Deutlich zu erkennen ist die erhöhte Anzahl der Messpixel im Bereich der installierten Solarpaneele am Südhang. Diese metallischen Konstruktionen dienen sehr gut als Reflektor des Radarsignals und somit als Messpixel.

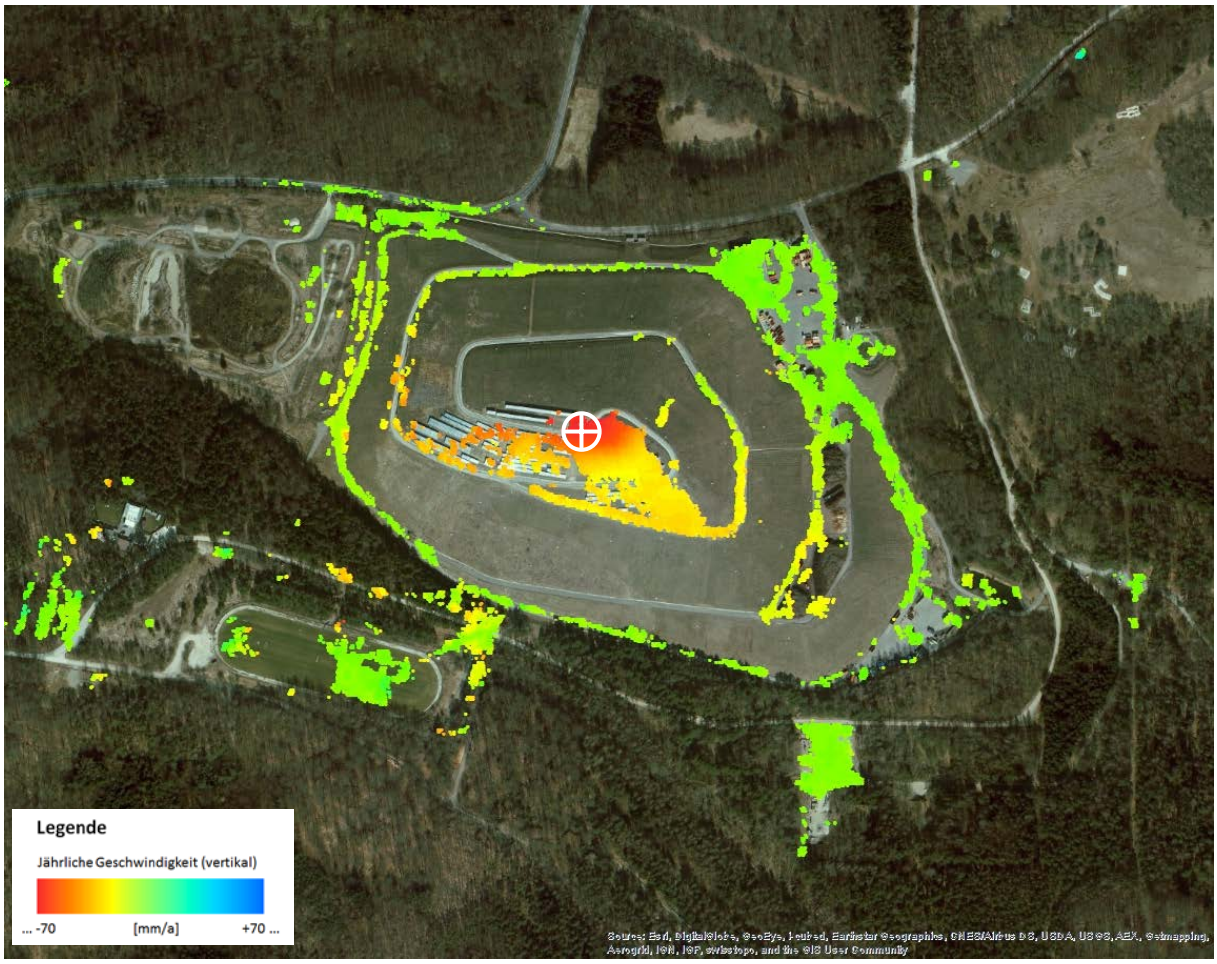


Abbildung 15: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weißes Fadenkreuz symbolisiert die Lokation der Zeitserie in Abbildung 16.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

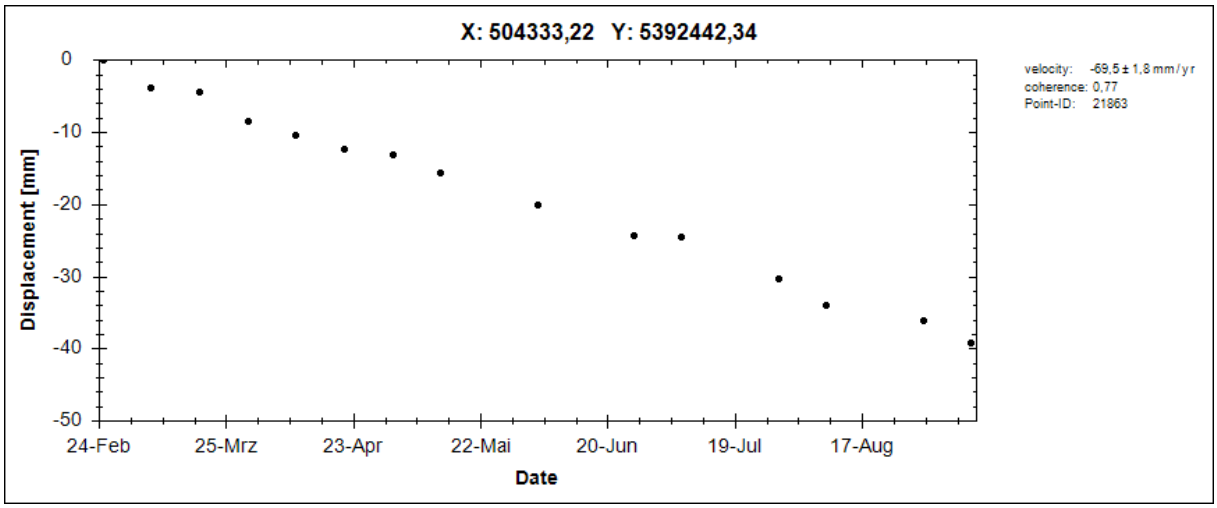


Abbildung 16: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 504333,22 m und 539244,34 m: weißes Fadenkreuz in Abbildung 15.

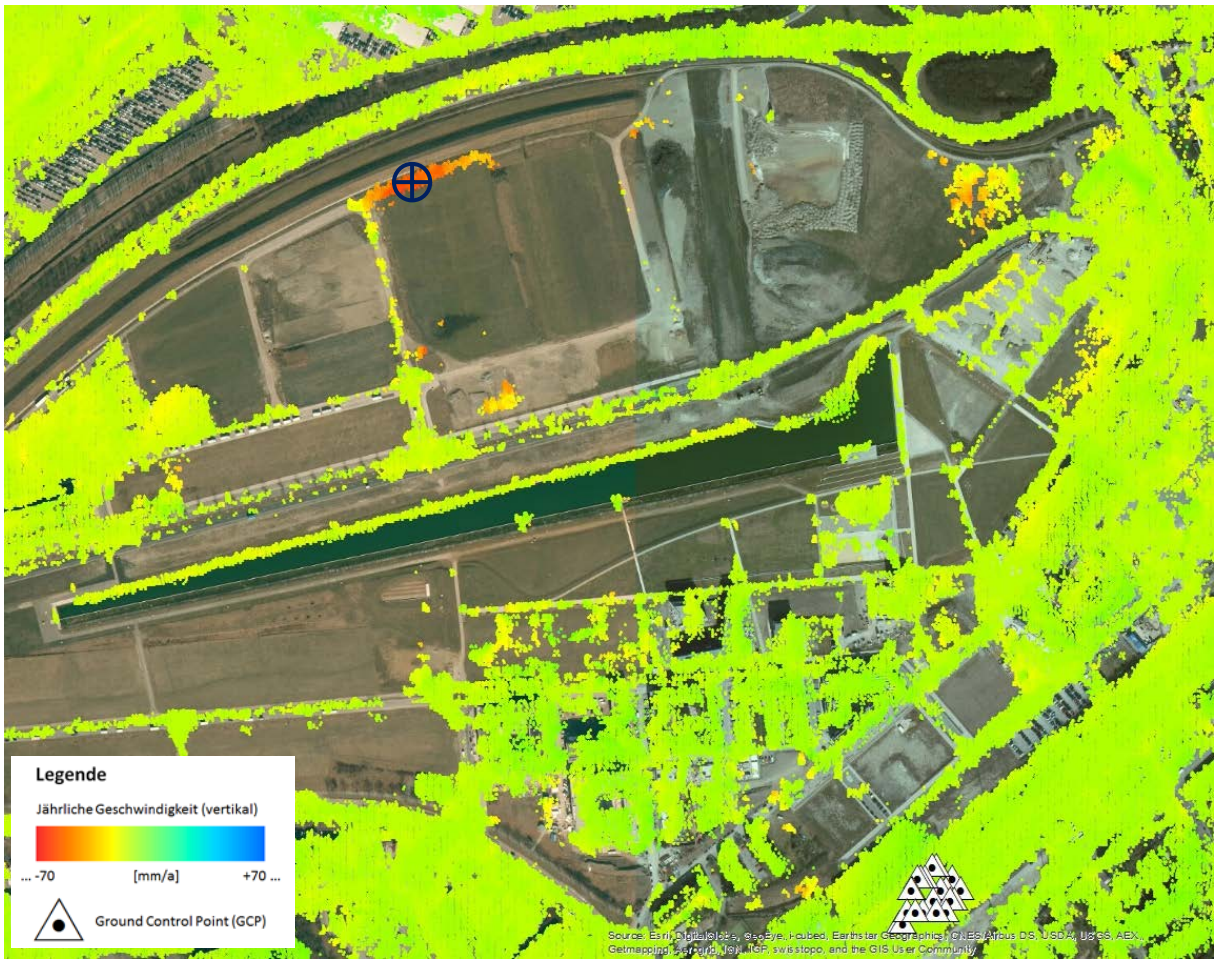


Abbildung 17: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Schwarzes Fadenkreuz symbolisiert die Lokation der Zeitserie in Abbildung 18.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

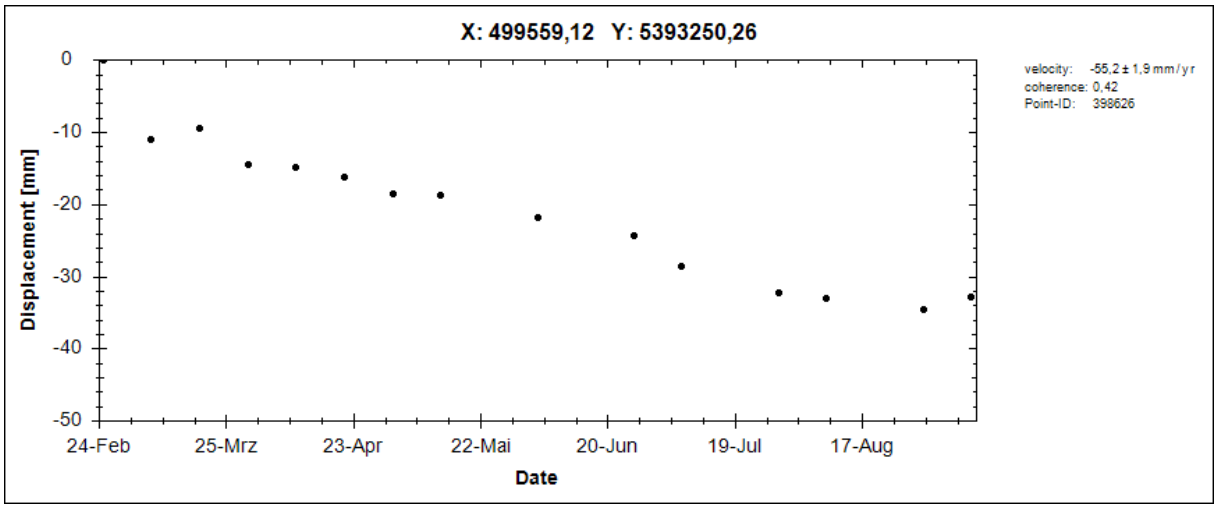


Abbildung 18: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 499559,12 m und 5393250,26 m: schwarzes Fadenkreuz in Abbildung 17.

Auffällige Absenkungswerte zeigen sich im Bereich des Flugfeldes Böblingen/Sindelfingen. Optische Billdaten zeigen Abriss und Neubaumaßnahmen nach 2008. Es kann vermutet werden, dass aufgeschüttete Erdmassen bzw. Neubauten sich im normalen Umfang setzen. Dieser Effekt ist hinlänglich aus anderen Projekten bekannt. Besonders aufgeschüttete Erdmassen erfahren, durch die Kompaktion, erhebliche Senkungswerte. Im Radar-Intensitätsbild ist solch eine Aufschüttung im Bereich der starken Senkung in Abbildung 17 zu erkennen. Neubauten setzen sich üblicherweise um mehrere Zentimeter.

Für eine erste Abschätzung, welche Häuser potentiell von den Hebungsgebieten betroffen sind, sind in den Abbildung 19 und Abbildung 20 die beiden Hebungsgebiete mit den Flurstückgrenzen der gemeldeten Schadensfälle verschnitten. Die räumliche Korrelation der Flurstücke mit den Hebungsgebieten kann als ein Maß der Plausibilität einer Schadensmeldung herangezogen werden. Es fallen vereinzelte Flurstücke auf, die weit entfernt der Hebungsgebiete liegen, besonders im Bereich des südlichen Hebunsggebietes. Bei der Interpretation solcher Verschneidungen ist zu berücksichtigen, dass besonders am Rand von Hebungsgebieten, die größten horizontalen Bodenbewegungen auftreten. Eben diese stellen für die örtliche Infrastruktur das größte Schadenspotential dar. Daher sollte bei dieser räumlichen Betrachtung eine gewisse Pufferzone berücksichtigt werden.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

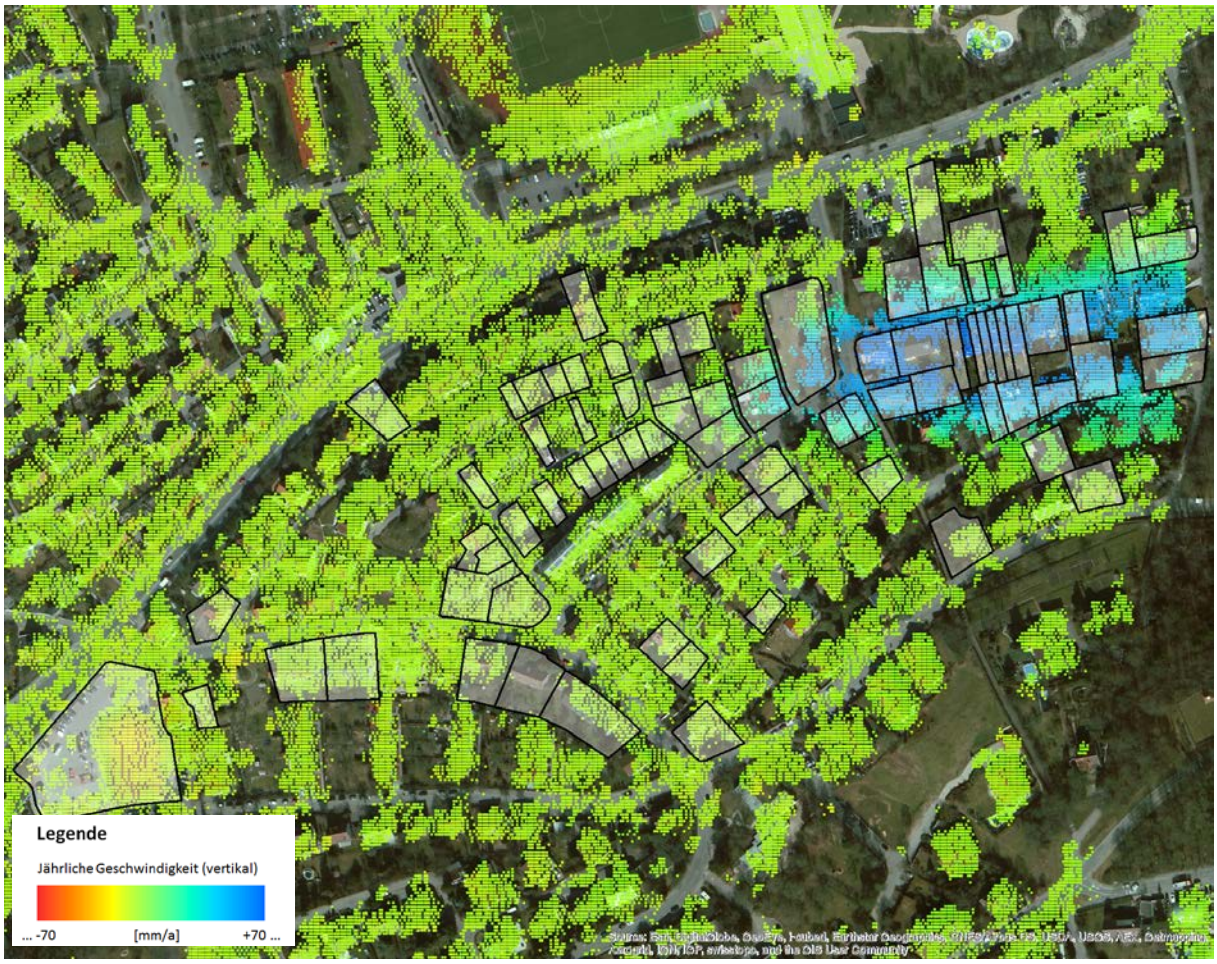


Abbildung 19: Vergrößerter Ausschnitt für das nördliche Hebungsgebiet, überlagert mit den Flurstücken, für welche Schäden gemeldet wurden (bereitgestellt vom LRABB).

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

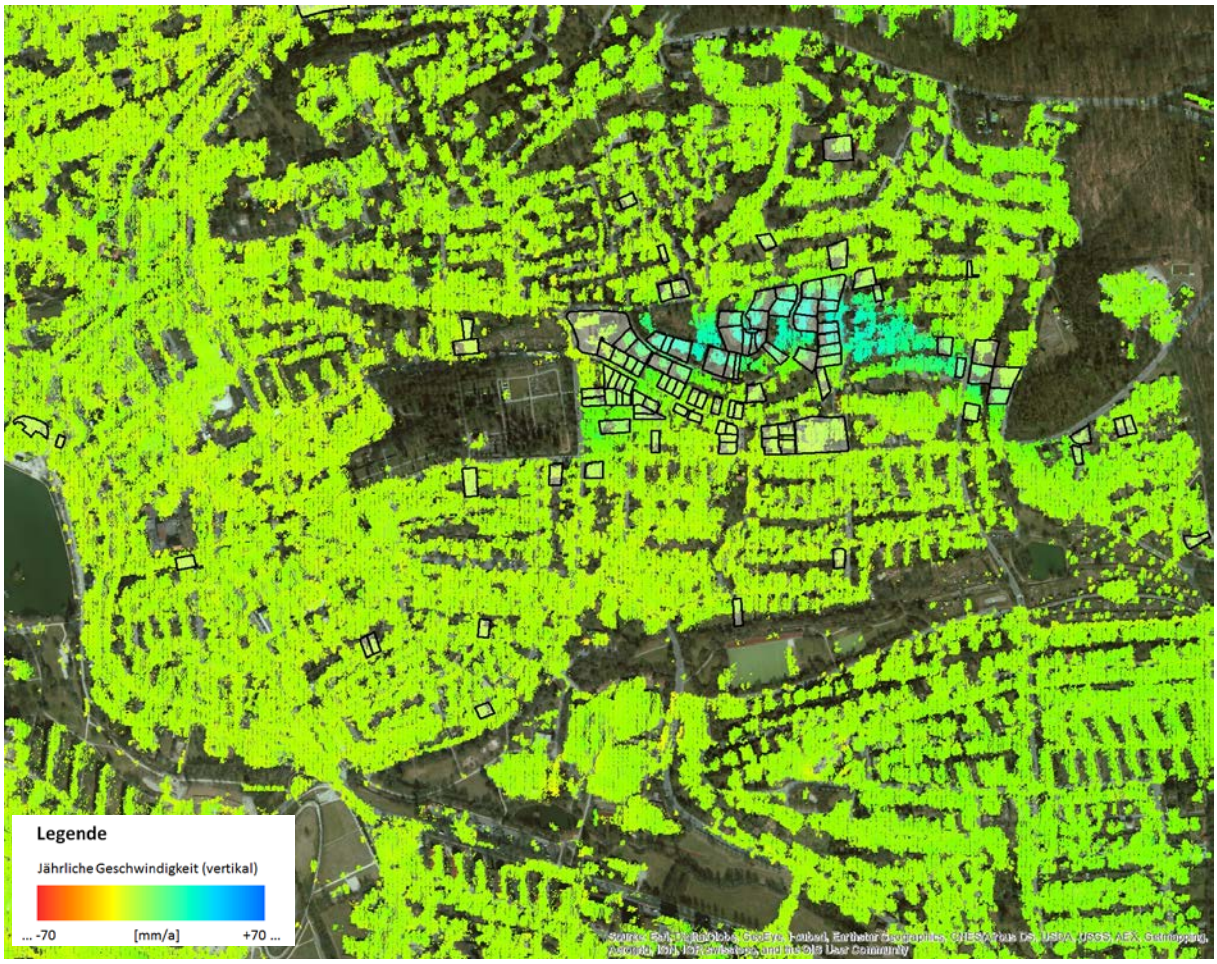


Abbildung 20: Vergrößerter Ausschnitt für das südliche Hebungsgebiet, überlagert mit den Flurstücken, für welche Schäden gemeldet wurden (bereitgestellt vom LRABB).

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

5 GENERELLE ANMERKUNGEN

Der vereinbarte Untersuchungszeitraum von einem halben Jahr bedingt folgende Punkt

1. Die in diesem Bericht gezeigten und beschriebenen Geschwindigkeitswerte beziehen sich auf Bodenbewegungen pro Jahr (mm/a). Da aber nur Bodenbewegungen für ein Halbjahr bestimmt wurden, handelt es sich bei den Jahreswerten um extrapolierte Werte. Dies kann zu Überhöhungen von Geschwindigkeiten führen, wenn diese im Ganzjahresverlauf variieren.
2. Die Anzahl der verwendeten 16 TerraSAR-X HS Szenen stellt im Sinne der zu erreichenden Genauigkeit eine eher geringe Datenbasis dar. Allgemein kann formuliert werden, dass der Standardfehler eines Mittelwertes (hier die Geschwindigkeit pro Jahr) sich mit dem Faktor $1/\sqrt{n}$ reduziert. Mit n gleich Anzahl der Messungen, hier also die Anzahl der TerraSAR-X HS Szenen. Bei einer Fortsetzung der TerraSAR-X Datenaufnahme und späteren Prozessierung dieser größeren Anzahl an Daten, können genauere Geschwindigkeitswerte bestimmt werden.
3. Temperatur bedingte Deformationen/Verformungen von Objekten (thermale Dilatation), wie Brücken und Industriegebäuden, werden durch die hohe Sensitivität der TerraSAR-X HS Daten bezüglich geringer und kleinräumiger Bewegungen mitbestimmt und stehen im Kontrast zu den eigentlich zu bestimmenden Bodenbewegungen. Zur Beurteilung von Bodenbewegungen müssen dieser Punkt und Punkt 2. berücksichtigt werden. Brücken oder große Industriehallen können somit sprunghafte Bewegungen in der Zeit aufweisen, welche aber nicht mit Bodenbewegungen korrelieren müssen.

Generell gilt: Messpixel mit geringer Kohärenz und/oder extremem Bewegungswerten sind mit Vorsicht zu bewerten. Besonders wenn diese im starken Kontrast zur räumlichen Nachbarschaft auftreten. Dies tritt oft in Gebieten mit starker Variabilität der physikalischen Reflektionseigenschaft der Oberfläche auf, z.B. im Übergang zu vegetativen Gebieten.

Bei der Transformation von der eindimensionalen Schrägaufnahme des Satelliten in die Vertikale Raumrichtung werden mögliche horizontale Bewegungen nicht berücksichtigt bzw. gehen als Bewegungskomponente in die vertikalen Werte ein. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse beachtet werden. Erwiesenermaßen treten am räumlichen Rand von Hebungs- und Senkungszonen die größten horizontalen Bewegungskomponenten auf. Im Zentrum einer Hebungs- und Senkungszone sind diese dagegen gleich Null.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

5.1 PRÄZISION UND GENAUIGKEIT

Die interferometrischen Zeitserienanalyse bestimmt eine durchschnittliche Bewegungsrate (linear), die Geschwindigkeit, basierend auf eine Anzahl von Bewegungswerten innerhalb einer Zeitserie. Die theoretische Präzession, d.h. die Wiederholbarkeit der Messungen, der jährlichen Geschwindigkeit kann mit wenigen Millimetern pro Jahr angegeben werden. Die Präzession der Einzelmessungen der Bewegung in einer Zeitserie kann mit einigen Millimetern angegeben werden (bei der Verwendung von TerraSAR-X Daten). Letztere Präzession wird durch Fehlerfortpflanzung basierend auf der Kohärenz und der Wellenlänge bestimmt. Sie hängt unter anderem von den atmosphärischen Bedingungen, Messpixeldichte und Anzahl der verwendeten Szenen ab und variiert somit von Datensatz zu Datensatz. Für jedes Messpixel ist die Präzession der Geschwindigkeit bestimmt und in der Spalte V_Precisio in der digitalen Ergebnisdatei (siehe Tabelle 5) angegeben. Für diesen Wert ist die Anzahl der verwendeten SAR-Daten relevant (siehe Kapitel 5).

Die Genauigkeit, d.h. der Unterschied zwischen Messergebnis und Wahrheit eines Bewegungswertes innerhalb einer Zeitserie hängt von verschiedenen Parameter wie z.B. Datenverfügbarkeit, Reflektionseigenschaft des Oberflächenelements, zeitlich und räumliche Charakteristik des Bewegungsphänomens, Prozessierungsmethode und gewählte GCPs ab. Die Genauigkeit kann im direkten Vergleich mit wahren Werten, z.B. mit Ergebnissen von terrestrischen Nivellements, bestimmt werden. Ein solcher Vergleich unter optimalen Bedingungen ergab eine Genauigkeit für einen Messwert innerhalb einer Zeitserie von ±3 mm, unter Verwendung von TerraSAR-X Daten.

Dies ist der Grund, warum in der Ergebnisdatei nur die Präzession, in der Form von z.B. 8.3 ± 1.7 mm pro Jahr, und nicht die Genauigkeit angegeben werden kann.

In (Casu et al. 2006) wird beschrieben, inwiefern sich die Distanz zwischen Messpixel und gewähltem GCP sich auf die Standardabweichung einer Einzelmessung innerhalb einer Zeitserie auswirkt. Zusammengefasst kann gesagt werden: Je weiter das Messpixel vom GCP entfernt ist, desto so geringer die Präzession des Ergebnisses.

5.2 FORMAT DER DIGITALEN ERGEBNISDATEI

Das interferometrischen Zeitserienergebnis der Bodenbewegung wird als digitale ESRI Shape Datei (.shp) bereitgestellt. Bedingt durch die hohe Anzahl der Messpixel, handelt es sich um das File Geodatabase (.gdb) Format. Tabelle 5 fasst die gelieferten Informationen dieser Datei zusammen.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

Tabelle 5: Spalten und ihre Beschreibung in der ESRI Shape Datei.

Spalten-name	**Datentyp**	**Beschreibung**
FID	Object ID	Identifikationsnummer des Elements in shape Datei
Shape	Point	Geometrie der Shape Datei
X	Double	Lokation des Elements: Rechtswert der verwendeten UTM Zone [m]
Y	Double	Lokation des Elements: Hochwert der verwendeten UTM Zone [m]
Z	Double	Lokation des Elements: Höhenwert basierend auf den korrigierten Höhen aus der interferometrischen Prozessierung [m]
Velocity	Double	Durchschnittliche jährliche Geschwindigkeit [mm/Jahr]: - Positiver Wert: Hebung des Messpixels - Negativer Wert: Senkung des Messpixels
V_Precisio	Double	Präzession der Geschwindigkeit des Messpixels [mm/Jahr]
LOS_In	Double	Line-Of-Sight of satellite (Einfallswinkel) Wurde zur Transformation in die Vertikale verwendet
D_JJJJMMTT	Double	Vertikale Bodenbewegung am Beobachtungszeitpunkt JJJJMMTT (J=Jahr, M=Monat, T=Tag) in Bezug auf den ersten Beobachtungszeitpunkt [mm] - Positiver Wert: Hebung des Messpixels - Negativer Wert: Senkung des Messpixels

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Dieser Bericht präsentiert das Ergebnis einer interferometrischen Bodenbewegungsanalyse basierend auf TerraSAR-X HS Daten zwischen Februar 2014 und September 2014 in Böblingen, Deutschland.

Generell konnten qualitativ und quantitativ sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Die Messpixeldichte ist sehr hoch und es können zuverlässige räumlich-zeitliche Information von Bodenbewegungen gewonnen werden. Zur Untersuchungen der beiden Hebungsgebiete in Böblingen sind bereits Studien für frühere Zeiträume durchgeführt worden. Diese Untersuchungen basieren auf historischen Envisat Image Mode (IM) Satellitendaten der Europäischen Raumfahrt Agentur ESA. Diese historischen Daten haben technisch bedingt ein deutlich geringere Auflösung und ergeben somit nur einen Bruchteil der hier erzielten Messpixeldichte. Abbildung 22 und Abbildung 21 stellen für denselben Ausschnitt die erzielte Messpixeldichte für Envisat und TerraSAR-X Satellitendaten dar.

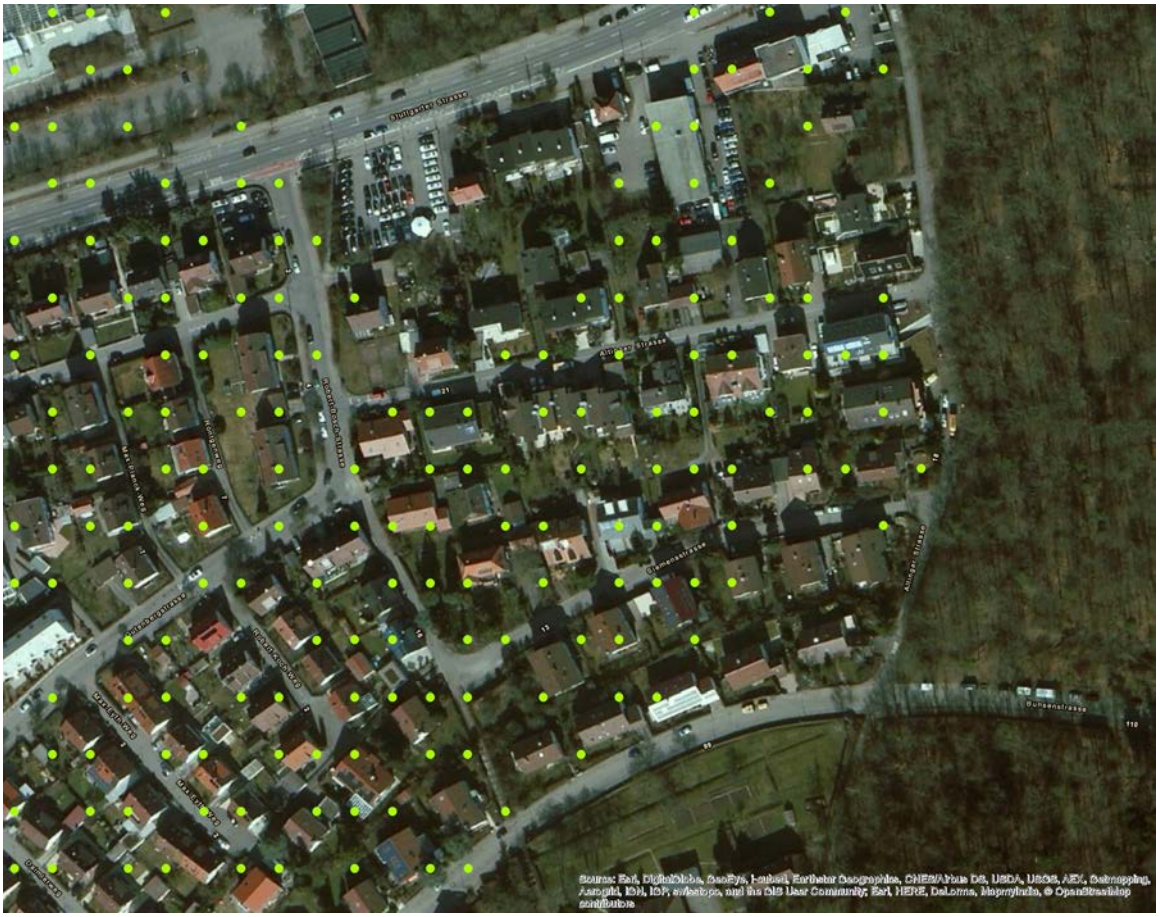


Abbildung 21: Messpixeldichte als Ergebnis einer Auswertung historischer Envisat IM Satellitendaten.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

Abbildung 22: Messpixeldichte als Ergebnis einer Auswertung von TerraSAR-X HS Satellitendaten.

Eine Quantifizierung des Unterschiedes zwischen Envisat IM und TerraSAR-X HS ergibt ein Verhältnis der Messpixeldichte (Pixel pro km²) von ca. 1:100 für den gewählten Ausschnitt in Abbildung 22 und Abbildung 21. Im exemplarisch gewählten Ausschnitt konnten für das TerraSAR-X HS basierende Ergebnis ca. 170.000 Messpixel pro km² und für das Envisat IM basierende Ergebnis ca. 1.700 Messpixel pro km² abgeleitet werden. Dieser Vergleich soll das technische Potential des deutschen TerraSAR-X Satelliten verdeutlichen. Denn erst die hohe räumliche Dichte an Messpixeln erlaubt eine genaue Aussage über das Hebungsverhalten und dessen Konsequenz für die betroffene Infrastruktur.

Eine Fortsetzung der TerraSAR-X HS Datenaufnahme ist aus technischer Sicht empfehlenswert, damit die Genauigkeit der ermittelten Geschwindigkeitswerte gesteigert werden kann. Bei Fortführung der Aufnahmen kann das Problem der Extrapolation der Geschwindigkeitswerte auf Ganzjahreswerte behoben werden. Die augenscheinlichen Veränderungen der Hebungen im südlichen Gebiet können in einem längeren Zeitraum näher untersucht und genauer bestimmt werden. Mögliche saisonale Einflüsse auf Bodenbewegungen würden dann nicht mehr zu potentiellen Fehlinterpretationen führen. Auch können dann beispiels-

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

weise Veränderungen des Hebungsverhaltens als Resultat von Sanierungsmaßnahmen überwacht werden.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

ABKÜRZUNGEN

2D	Zwei-Dimensional
3D	Drei-Dimensional
APS	Atmospheric Phase Screening
DEM	Digital Elevation Model
DInSAR	Differentielle InSAR Technik
GCP	Ground Control Point (Referenzpunkt)
HH	Horizontal gesendete – horizontal empfangene Polarisation
iDEM	intermediate DEM
InSAR	SAR Interferometrie
LRABB	Landratsamt Böblingen
PSI	Persistent Scatterer Interferometry
QC	Quality Control
SAR	Synthetic Aperture Radar
SB	Short-Baseline
SBAS	Small BASeline approach
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TSX	TerraSAR-X
WorldDEM™	Globales Höhenmodell (zukünftiges Produkt von Airbus DS)

REFERENZEN

Berardino, P.; Fornaro, G.; Lanari, R. & Sansosti, E. (2002). A New Algorithm for Surface Deformation Monitoring Based on Small Baseline Differential SAR Interferograms, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 40, 2375-2383.

Casu, F.; Manzo, M. & Lanari, R. (2006). A quantitative assessment of the SBAS algorithm performance for surface deformation retrieval from DInSAR data Remote, Sensing of Environment, 102, 195-210

Ferretti, A.; Prati, C. & Rocca, F. (2001). Permanent Scatterers in SAR Interferometry, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 39, 8-20.

Lundgren, P.; Usai, S.; Sansosti, R.; Lanari, R.; Tesauro, M.; Fornaro, G. & Berardino, P. (2001). Modeling surface deformation observed with SAR Interferometry at Campei Flegrei Caldera, J. Geophysical. Res., 106, 19355-19367.

Usai, S. (2001). A new approach for long term monitoring of deformation by differential SAR interferometry, Ph.D. thesis, Delft Univ. Press, Delft, The Netherlands.

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (2014). Hintergrund: optische Bilddaten. Weiße Dreiecke stellen die Lokalität der Referenzpunkte dar. 4

Abbildung 2: Öffentlich bekannte Hebungsbereiche dargestellt in Google Earth. 6

Abbildung 3: Definition des Studiengebietes in Abhängigkeit der TerraSAR-X Bodenabdeckung (gelbes Rechteck) dargestellt in Google Earth. 7

Abbildung 4: Zeitserie der verwendeten TerraSAR-HS Szenen zwischen 02/2014 und 09/2014 9

Abbildung 5: Generischer Surface Movement Monitoring Prozessablauf mit Stoppunkten der Qualitätskontrolle 11

Abbildung 6: Gemitteltes Intensitätsbild (02/2014 – 09/2014) des Studiengebietes in dem die Reflektion des Radarsignals dargestellt wird. Häuser und Gebäudekomplexe reflektieren besonders stark (weiß). Mercedes-Benz Motorenwerk ist weiß ausmaskiert. 13

Abbildung 7: Kohärenzkarte (nicht geokodiert) für ein 11- Tage-Interferogramm, welches allgemein eine hohe Kohärenz in nicht stark vegetativen Gebieten aufweist. 14

Abbildung 8: Kohärenzkarte (nicht geokodiert) für ein 176 Tage-Interferogramm, welches eine hohe Kohärenz nur für versiegelte Flächen aufweist. 15

Abbildung 9: Time-Position-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung. 16

Abbildung 10: Time-Baseline-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung. 16

Abbildung 11: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (02/2014 – 09/2014). Hintergrund: optisches Luftbild. 18

Abbildung 12: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 13 und Abbildung 14. 20

Abbildung 13: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501910,30 m und 5393207,96 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 12. 21

Abbildung 14: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502189,83 m und 5392474,15 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 12. 21

Abbildung 15: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weißes Fadenkreuz symbolisiert die Lokation der Zeitserie in Abbildung 16. 22

Abbildung 16: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 504333,22 m und 539244,34 m: weißes Fadenkreuz in Abbildung 15. 23

Abbildung 17: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Schwarzes Fadenkreuz symbolisiert die Lokation der Zeitserie in Abbildung 18. 23

Abbildung 18: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 499559,12 m und 5393250,26 m: schwarzes Fadenkreuz in Abbildung 17. 24

Abbildung 19: Vergrößerter Ausschnitt für das nördliche Hebungsgebiet, überlagert mit den Flurstücken, für welche Schäden gemeldet wurden (bereitgestellt vom LRABB). 25

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

Abbildung 20: Vergrößerter Ausschnitt für das südliche Hebungsgebiet, überlagert mit den Flurstücken, für welche Schäden gemeldet wurden (bereitgestellt vom LRABB). 26

Abbildung 21: Messpixeldichte als Ergebnis einer Auswertung historischer Envisat IM Satellitendaten. 30

Abbildung 22: Messpixeldichte als Ergebnis einer Auswertung von TerraSAR-X HS Satellitendaten. 31

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Verwendete TerraSAR-HS Szenen..... 8

Tabelle 2: TerraSAR-X HS Aufnahmeparameter..... 8

Tabelle 3: Prozessierungsparameter für die verwendeten Daten in Tabelle 1. 15

Tabelle 4: Charakteristik der Ergebnisse.....19

Tabelle 5: Spalten und ihre Beschreibung in der ESRI Shape Datei.....29

© 2014 Airbus DS - Infoterra GmbH

Satellitenbasierte Bodenbewegungsmessung in Böblingen, Deutschland

Landratsamt Böblingen (LRABB)

Aktualisierung I: Bodenbewegungsanalyse basierend auf TerraSAR-X Daten (02/2014 bis 03/2015)

Version I 1.0
22. Mai 2015

Autor:

Dr. Jan Anderssohn

Airbus DS Geo GmbH

Dokument-Freigabe

Autor:	Dr. Jan Anderssohn, Airbus Defence & Space	Unterschrift: Jan Anderssohn Digital unterschrieben von Jan Anderssohn Datum: 2015.05.22 09:22:28 +02'00'
Review:	Dr. Oliver Lang, Airbus Defence & Space	Unterschrift: Oliver Lang Digital unterschrieben von Oliver Lang DN: cn=Oliver Lang, o=Infoterra GmbH, ou=EEO42, email=oliver.lang@astrium.eads.net, c=DE Datum: 2015.05.26 17:50:51 +02'00'
Qualitätssicherung:	Ronny Wenzel, Airbus Defence & Space	Unterschrift:
Kunde:	Landratsamt Böblingen, Deutschland	

Dokument-Veränderungsnachweis

Version	*Datum*	*Seiten*	*Beschreibung*
I1.0	21/05/2015	alle	Dokumenterstellung und Ausgabe

Inhaltsverzeichnis

1 ZUSAMMENFASSUNG 4

2 EINLEITUNG 6

3 TECHNISCHE DETAILS 7

3.1 Datenakquisition und Selektion 7
3.2 Prozessierungsmethode 8
3.3 Prozessablauf 8
3.4 Prozessierungsbedingungen 8
3.5 Digitales Geländemodell 11
3.6 Einfluss der Satellitenblickrichtung (Aufnahmegeometrie) 11

4 ERGEBNISSE UND ANALYSE 13

5 GENERELLE ANMERKUNGEN 18

5.1 Präzision und Genauigkeit 18
5.2 Format der digitalen Ergebnisdatei 19

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN 21

ABKÜRZUNGEN 22

REFERENZEN 22

ABBILDUNGSVERZEICHNIS 23

TABELLENVERZEICHNIS 23

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

1 ZUSAMMENFASSUNG

Airbus DS Geo GmbH wurde damit beauftragt, Bodenbewegungen im Zeitraum Februar 2014 bis März 2015 über Böblingen, Deutschland, mittels TerraSAR-X Daten zu bestimmen und somit die vorangegangen Messung (02/2014 – 09/2014) fortzusetzen und zu aktualisieren. Die vorliegende Aktualisierung umfasst eine Gesamtbeobachtungszeit von ca. einem Jahr.

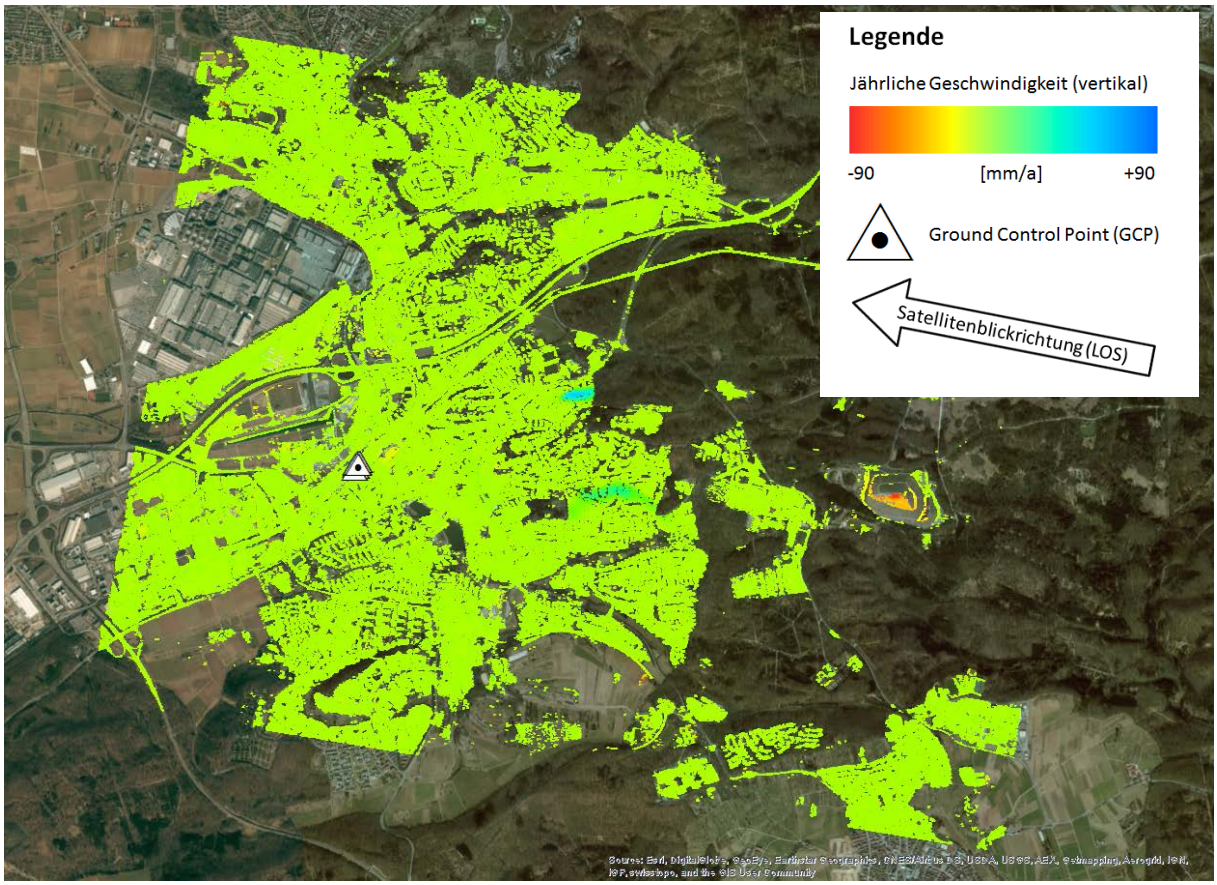


Abbildung 1: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (2014-2015). Hintergrund: Optisches Luftbild aus ArcGIS. Weiße Dreiecke stellen die Lokalität der Referenzpunkte dar.

Die angewandte Technik der interferometrischen Zeitserienanalyse verwendet Daten des Satelliten TerraSAR-X, um langzeitige Bodenbewegungen zu bestimmen. Die Ergebnisse sind als Geschwindigkeitskarte dargestellt und zeigen für jedes Messpixel im Studiengebiet die abgeleitete gemittelte jährliche Bodenbewegungsrate im Untersuchungszeitraum (Abbildung 1).

Der zur Verfügung stehende TerraSAR-X HS Datenstapel stellt eine sehr gute Datenbasis dar. Die große Anzahl der Daten ermöglicht eine hohe Ergebnisqualität. Die Bodenbewegungsanalyse wurde über dem in Abbildung 1 dargestellten Stadtgebiet Gebiet durchgeführt.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Damit soll dem Kundenwunsch entsprochen werden, die räumliche Ausdehnung der Bewegungsphänomene in Böblingen zu identifizieren und mittel- bis langfristig zu beobachten.

Die notwendigen hochauflösenden Höheninformationen sind aus einer vorläufigen Version des qualitativ hochwertigen WorldDEM™ Höhenmodells extrahiert worden. Dieses steht Airbus Defence and Space exklusiv zur Verfügung.

Generell gilt, dass sich das Studiengebiet in seiner Gesamtheit stabil verhält. Deutlich sichtbar (siehe Abbildung 1) sind regionale Hebungs- und Senkungsgebiete. Die aus der Erstauswertung bekannten zwei Hebungsbereiche sind auch in den hier vorgestellten Ergebnissen ersichtlich. Im Nordosten von Böblingen existiert ein Hebungsgebiet mit annähernd elliptischer Form und einer Ausdehnung von ca. 350 m in Ost-West und ca. 200 m in Nord-Süd. Sie erstreckt sich entlang der Altinger Straße, Siemens- und Gutenbergstraße. Das im Südosten von Böblingen existierende Hebungsgebiet weist eine bogenförmige Ausdehnung von etwa 900 m x 450 m auf. Es erstreckt sich vom Südwesten, Boslerstraße Ecke Achalmstraße, bis zum Roseggerweg im Osten.

Die beiden Hebungsgebiete weisen im Beobachtungszeitraum Hebungsgeschwindigkeit von bis zu ca. 65 mm (nördlich) und 35 mm (südlich) pro Jahr auf. Beide Hebungsbereiche weisen einen annähernden linearen Hebungsverlauf in der Zeit auf. Eine mögliche Verlangsamung der Hebung im nördlichen Bereich bis März 2015 kann nicht beobachtet werden. Allerdings ist hierbei zu beachten: Potentielle geringfügige Bewegungsveränderungen am Ende einer Zeitserie können nur eingeschränkt erkannt bzw. interpretiert werden.

Neben den prominenten Hebungsbereichen weißt die sanierte Mülldeponie am östlichen Stadtrand weiterhin eine Senkungsrate von bis zu ca. 90 mm/a auf.

Da die TerraSAR-X HS Daten eine hohe Sensitivität gegenüber kleinsten Oberflächenverformung auf engen Raum aufweisen, musste der Bereich des Mercedes-Benz Motorenwerkes in Sindelfingen vom Prozess ausgeschlossen werden. Die großen Industriehallen unterliegen einer Außentemperatur gesteuerten thermalen Dilatation (Ausdehnen, Zusammenziehen). Diese Form der Bewegung beeinträchtigt die geforderte Untersuchung von Bodenbewegungen im Stadtbereich von Böblingen. Durch das Ausmaskieren wird ein Fehlereinfluss auf das Gesamtergebnis verhindert.

Dieser Bericht stellt eine Aktualisierung des vorangegangen Berichtes (Erstauswertung) dar. Grundlegendes über die angewandte Technik oder Prozessabläufe, sind nicht Inhalt dieses Berichtes, sie können im Bericht zur Erstaufwertung nachgelesen werden.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

2 EINLEITUNG

Airbus Defence and Space Geo GmbH wurde vom Landratsat Böblingen damit beauftragt, Bodenbewegungen im Zeitraum Februar 2014 bis März 2015 über Böblingen, Deutschland zu ermitteln.

Dieser Bericht präsentiert die Ergebnisse der radarinterferometrischen Bodenbewegungsanalyse basierend auf 32 TerraSAR-X HS Satellitendaten für das oben beschriebene Studiengebiet. Der Zeitraum der Satellitenaufnahmen reicht von Februar 2014 bis März 2015 und stellt somit eine halbjährige Verlängerung des Untersuchungszeitraums der Erstauswertung (02/2014 – 09/2014) dar. Sämtliche hier gezeigten Ergebnisse umfassen den gesamten Zeitraum.

Das folgende Kapitel 3 diskutiert technische Details bezüglich der Produktion der Bodenbewegungskarte: i) die vorliegenden TerraSAR-X HS Satellitendaten und deren Selektion, ii) Beschreibung der angewandten Zeitserienanalysemethode und schließlich iii) der interferometrische Prozessablauf.

Kapitel 4 präsentiert die ermittelte Bodenbewegung für das Studiengebiet für den Zeitraum 08/2013 und 09/2014. Es adressiert die Besonderheit der beiden Hebungsgebiete im östlichen Stadtteil von Böblingen.

In Kapitel 5 werden generelle Anmerkungen zum Prozess und den Ergebnissen gegeben. Eine generelle Aussage zu Präzision und Genauigkeit der Ergebnisse ist formuliert und eine Erklärung zur Qualitätsanalyse ist gegeben. Am Ende ist das Format der digitalen Lieferung beschrieben.

Kapitel 6 fasst die Schlussfolgerungen dieses Berichtes zusammen.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

3 TECHNISCHE DETAILS

3.1 DATENAKQUISITION UND SELEKTION

Das Studiengebiet wird durch Bodenabdeckung der TerraSAR-X HS Satellitendaten in absteigender Orbitgeometrie (descending) erfasst. In Summe wurden 32 Szenen zwischen Februar 2014 und März 2015 mit einer HH-Polarisation aufgenommen und im Datenarchiv abgelegt. Alle Daten wurden vor ihrer finalen Verwendung einer Qualitätsanalyse unterzogen. Von dieser Grundgesamtheit an Szenen konnten letztendlich 30 Szenen für die Prozessierung verwendet werden. Die Aufnahmen vom 24.05.2014 und 30.12.2014 mussten aufgrund von starken atmosphärischem Einfluss bzw. Schneebedeckung ausgeschlossen werden.

In Tabelle 1, Tabelle 2 und Abbildung 2 sind Informationen zu den aufgenommen TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 03/2015 gegeben. Der Datenstapel weißt keine größeren Lücken (> 22-Tage) auf.

Zur Korrektur des topographischen Einflusses auf die Phasenmessung wurde eine vorläufige Version des WorldDEM™ Höhenmodells verwendet.

Tabelle 1: Verwendete TerraSAR-HS Szenen

Nr.	Datum	Nr.	Datum
1	2014.02.25	17	2014.10.03
2	2014.03.08	18	2014.10.14
3	2014.03.19	19	2014.10.25
4	2014.03.30	20	2014.11.05
5	2014.04.10	21	2014.11.16
6	2014.04.21	22	2014.11.27
7	2014.05.02	23	2014.12.08
8	2014.05.13	24	2014.12.19
9	2014.05.24	25	2014.12.30
10	2014.06.04	26	2015.01.10
11	2014.06.26	27	2015.01.21
12	2014.07.07	28	2015.02.01
13	2014.07.29	29	2015.02.12
14	2014.08.09	30	2015.02.23
15	2014.08.31	31	2015.03.06
16	2014.09.11	32	2015.03.28

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Tabelle 2: TerraSAR-X HS Aufnahmeparameter

Orbit	Blickwinkel	Polarisation	Modus
Descending	~42°	HH	HS

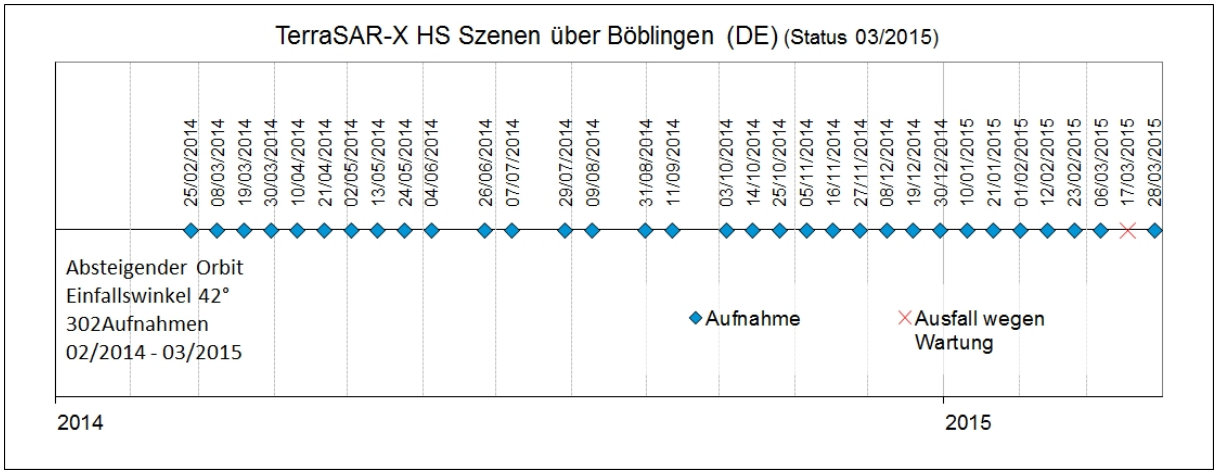


Abbildung 2: Zeitserie der verwendeten TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 03/2015

3.2 PROZESSIERUNGSMETHODE

Siehe Bericht zur Erstauswertung.

3.3 PROZESSABLAUF

Siehe Bericht zur Erstauswertung.

3.4 PROZESSIERUNGSBEDINGUNGEN

Die Prozessierungsbedingungen für eine interferometrische Zeitserienanalyse, basierend auf den vorliegenden TerraSAR-X HS Szenen und der interferometrischen Charakteristik (Kohärenz) im Untersuchungsgebiet, können als sehr gut bezeichnet werden.

Räumlich ausgedehnte Bewegungsphänomene können somit mit guter Genauigkeit bestimmt werden. Dies zeigt sich in Abbildung 1, in welcher beide öffentlich bekannten Hebungsgebiete gut zu erkennen sind. Die hohe Geschwindigkeit der Hebung, gerade im nördlichen Hebungsbereich, erfordert räumlich hochauflösende und zeitlich dicht aufeinander folgende Satellitenaufnahmen. Andernfalls würden mathematische Mehrdeutigkeiten in den Phasenmessungen auftreten. Beide Vorbedingungen wurden in einer Voruntersuchung analysiert und mit TerraSAR-X HS Daten mit einem Aufnahmezyklus von 11-Tagen

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

(nominell) realisiert. Datenlücken von maximal 22 Tagen führen zu keinen technischen Einschränkungen.

Für die vegetativen Gebiete im Studiengebiet können keine Messpixel bestimmt werden. Dies kann, basierend auf der Erfahrung von einer Vielzahl anderer Projekte, so postuliert werden. Es handelt sich hierbei um eine interferometrisch inhärente Einschränkung. Da das Studiengebiet jedoch viele versiegelte Gebiete aufweist, konnte insgesamt eine hohe Anzahl an Messpixel für eine zuverlässige Analyse bestimmt werden (siehe Abbildung 1).

Tabelle 3 fasst die Kenngrößen der interferometrischen Prozessierung mittels SBAS-Methode zusammen. Diese werden durch die verwendeten Daten und gewählten Parameter bestimmt.

Tabelle 3: Kenngrößen für die verwendeten Daten in Tabelle 1.

Anzahl der Inputdaten	**Anzahl der Inter-ferogramme**	**Maximale räumlich Basislinie [m]**	**Minimale räumlich Basislinie [m]**	**Maximale zeitliche Trennung [d]**	**Minimale zeitliche Trennung [d]**
29	222	317	5	154	11

Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen eine grafische Darstellung der räumlichen und zeitlichen Trennungen (Basislinien) der Satellitenaufnahmen. In Abbildung 3 erkennt man die zugelassenen Verknüpfungen (Interferogramme) zwischen den jeweiligen Szenen. Die Szene vom 19.12.2014 musste aufgrund einer zu großen räumlichen Trennung (Basislinie ca. 517 m) vom SBAS Prozess ausgeschlossen werden. Solch große Basislinien stehen im Kontrast zum technischen SBAS Ansatz und beeinflussen negativ das Endergebnis. Nach dem Ausschluss der genannten Szene weist der Netzwerkplot ein gleichmäßig geschlossenes Netzwerk auf, welches eine gute Datengrundlage für die anschließende Prozessierung bedeutet.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

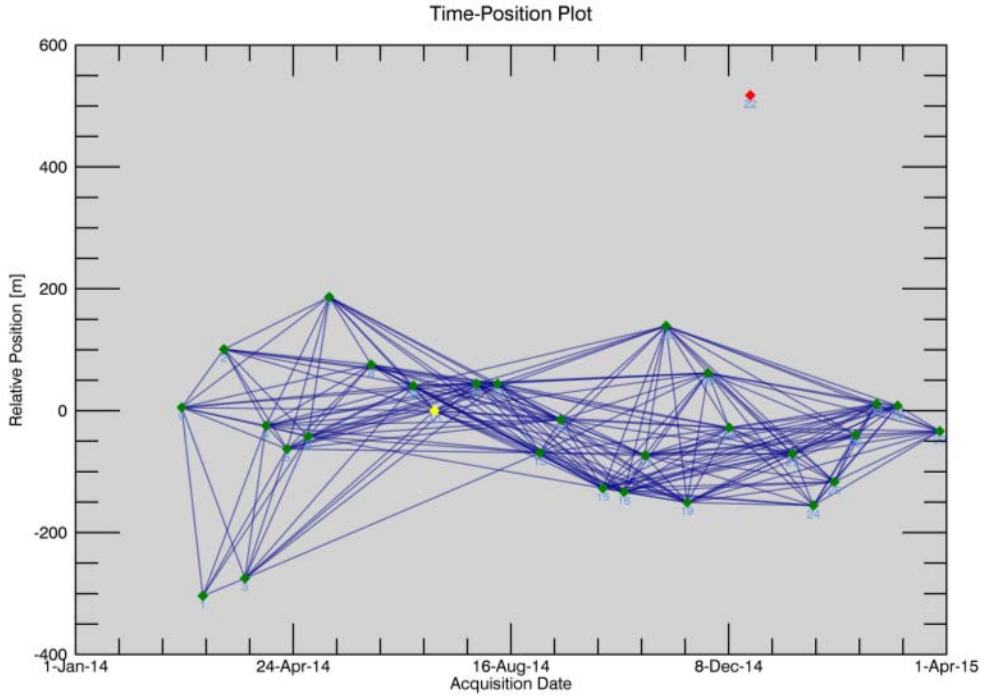


Abbildung 3: Time-Position-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.

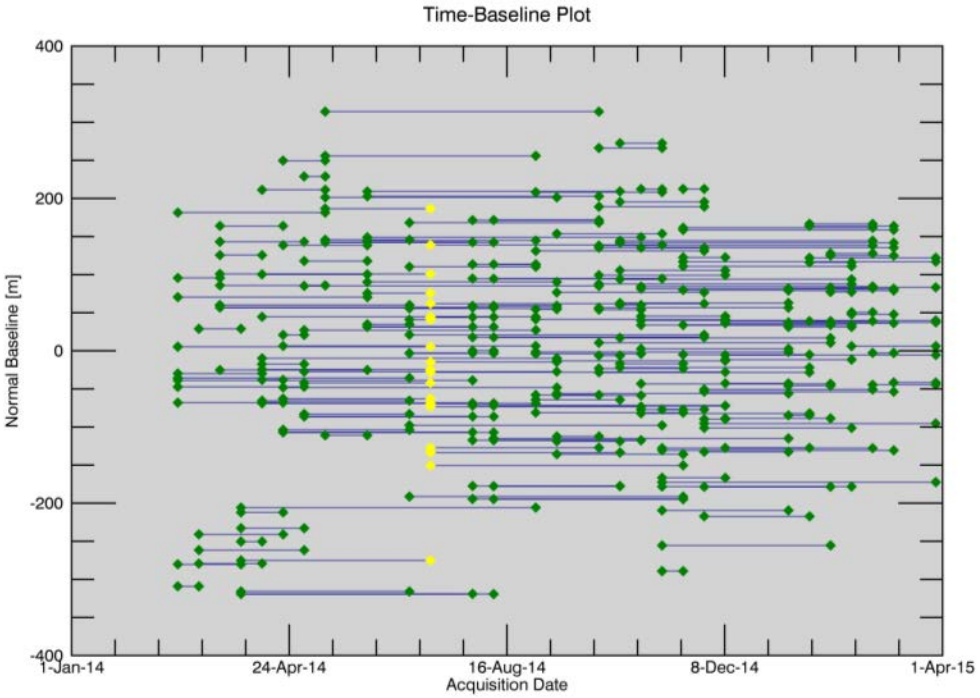


Abbildung 4: Time-Baseline-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

3.5 DIGITALES GELÄNDEMODELL

Die notwendigen detaillierten Höheninformationen zur Reduktion des topographischen Einflusses auf die Phasenmessung sind aus einer vorläufigen Version des qualitativ hochwertigen WorldDEM™ Höhenmodells extrahiert worden. Dieses steht Airbus Defence and Space für die kommerzielle Nutzung exklusiv zur Verfügung. Der Vorteil gegenüber dem sonst verwendeten SRTM DEM, liegt in der höheren räumlich Auflösung und einer hervorragenden Höhengenauigkeit.

3.6 EINFLUSS DER SATELLITENBLICKRICHTUNG (AUFNAHMEGEOMETRIE)

Die originären Bewegungsmessungen finden in Satellitenblickrichtung (LOS) statt und sind eindimensional. Bei der unten genannten Transformation von LOS in vertikale Bewegungen, werden mögliche horizontale Bewegungskomponenten vernachlässigt, da eine eindimensionale Messung auch nur in eine eindimensionale Größe transformiert werden kann. Eine Zerlegung in vertikale und horizontale Bewegungswerte ist unter Verwendung nur einer Aufnahmegeometrie (hier descending) nicht möglich. Zusätzliche Aufnahmen in der ascending Geometrie würde eine Zerlegung in horizontale (annähernd Ost-West) und vertikale Bewegungswerte erlauben. Die in Kapitel 4 vorgestellten Bewegungswerte sind somit als eindimensionale vertikale Bewegungen angegeben.

Bedingt durch die Schrägaufnahmegeometrie von SAR-Satelliten können komplexe Bodenbewegungsprozesse unterschiedliche Größenordnungen und Vorzeichen der Messwerte verursachen. Abbildung 5 stellt diesen Zusammenhang schematisch für einen idealisierten Hebungsprozess dar. Während Hebungserscheinungen im Zentrum der Hebung wahrscheinlich vertikal dominiert sind, wird die Horizontalkomponente in Richtung seitlichen Rand zunehmen. Diese Horizontalkomponenten sind in diesem Beispiel entgegengesetzt zueinander ausgerichtet. Dieser Umstand würde unterschiedliche Größenordnungen der Messwerte in Satellitenblickrichtung verursachen, welches in der gewählten Farbdarstellung einen Übergang von bläulich zu grünlich ergeben würde.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

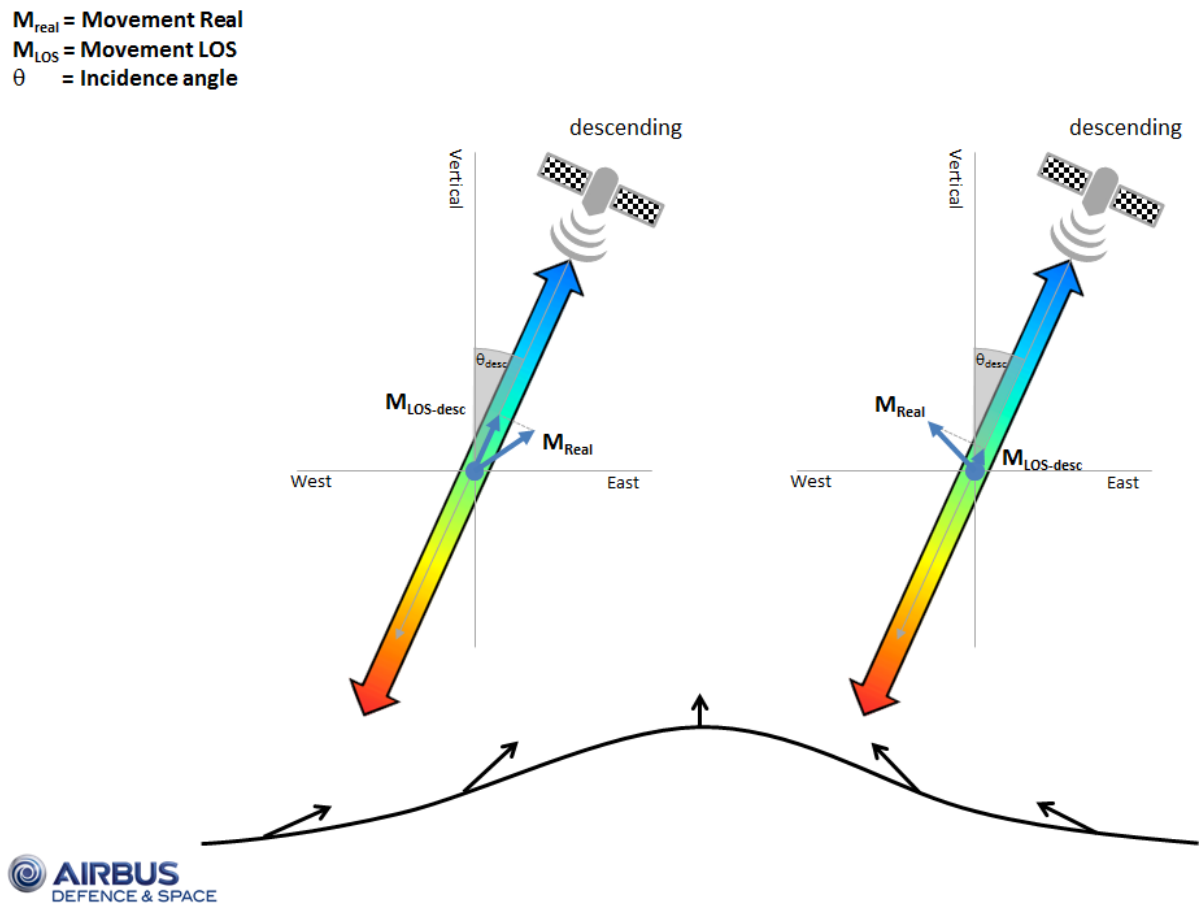


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bewegungsmessung in Abhängigkeit einer idealisierten Hebung. Die Farbgebung der Pfeile (Satellitenblickrichtung) entspricht derjenigen der Bewegungskarten in diesem Bericht.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

4 ERGEBNISSE UND ANALYSE

Das Ergebnis der interferometrischen Zeitserienanalyse ist eine Bodenbewegungsmessung, wie unter anderem in Abbildung 6 dargestellt. Sie wird als hochauflösende Karte im .pdf Format zusätzlich zu diesem Bericht geliefert. Die Karten zeigen farblich kodiert die jährliche gemittelte Geschwindigkeit der Bodenbewegung innerhalb des Beobachtungszeitraumes. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bodenbewegungsanalyse über dem Studiengebiet analysiert.

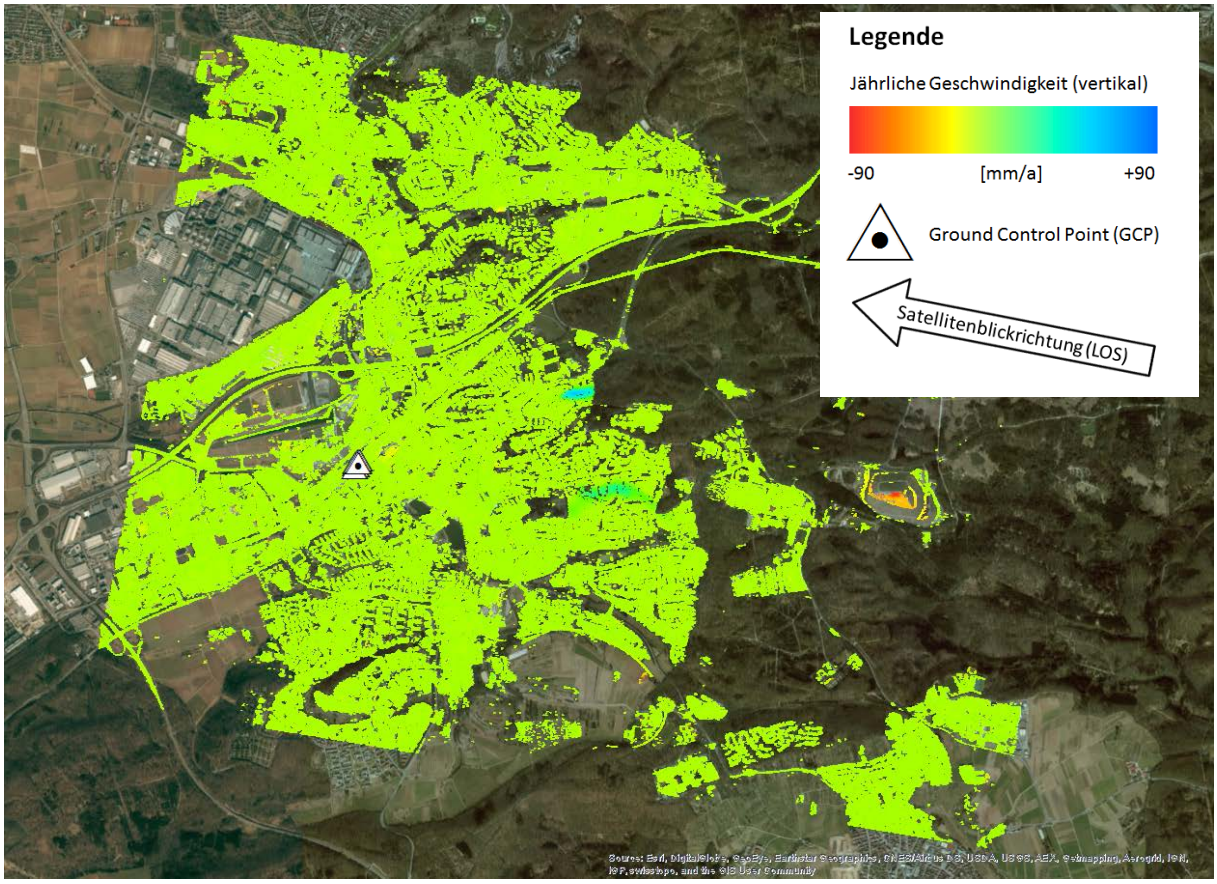


Abbildung 6: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (02/2014 – 03/2015). Hintergrund: optisches Luftbild aus ArcGIS.

Die Bewegungswerte werden ursprünglich entlang der Blickrichtung des Satelliten gemessen. Also eindimensional mit einem Einfallswinkel von ~42°, somit handelt es sich um eine Schrägaufnahme. Die Ergebnisse wurden in reine Vertikalbewegungen transformiert, unter der Annahme, dass es sich ausschließlich um vertikale Bewegungen handelt. Potentielle horizontale Bewegungen werden somit vernachlässigt beziehungsweise als vertikale Bewegungskomponente interpretiert (siehe Kapitel 3.6). Die Bewegungswerte innerhalb der Zeitserie eines jeden Messpixels sind per se keine Absolutwerte, es handelt sich vielmehr um

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

relative Werte, denn sämtliche Messungen beziehen sich auf Referenzpunkte (ground control point (GCP)). Diese GCPs werden unter gewissen Gesichtspunkten wie z.B. hohe Kohärenz, flaches Gelände, räumliche Nähe und unter der Annahme, dass sie frei von Eigenbewegungen sind, ausgewählt. Die Auswahl mehrerer GCPs in räumlicher Nähe verringert die Wahrscheinlichkeit, dass ein schlecht gewählter GCP das gesamte Ergebnis verfälscht.

Das Untersuchungsgebiet ist in seiner Grundgesamtheit stabil. Das Mittel der Geschwindigkeit beträgt ungefähr -0.1 mm pro Jahr. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es keine Bodenbewegungen gibt, sondern vielmehr, dass das Gros der Messpixel stabil ist und nur ein sehr geringer Anteil sich bewegt. Die existierenden Bewegungswerte innerhalb des Untersuchungsgebietes führen zu einer Verschiebung des Mittelwertes der Geschwindigkeit aller Messpixel in den negativen Bereich. Eine Übersicht der Charakteristik der Ergebnisse ist in Tabelle 4 gegeben.

Tabelle 4: Charakteristik der Ergebnisse

Studienzeitraum	2014/02/25 – 2015/03/28
Durchschnittliche jährliche Geschwindigkeit	ca. -0,07 mm/Jahr
Minimale jährliche Geschwindigkeit	ca. -88,9 mm/Jahr
Maximal jährliche Geschwindigkeit	ca. 65,9 mm/Jahr
Messpixeldichte	ca. 86.600 Pixel/km²

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

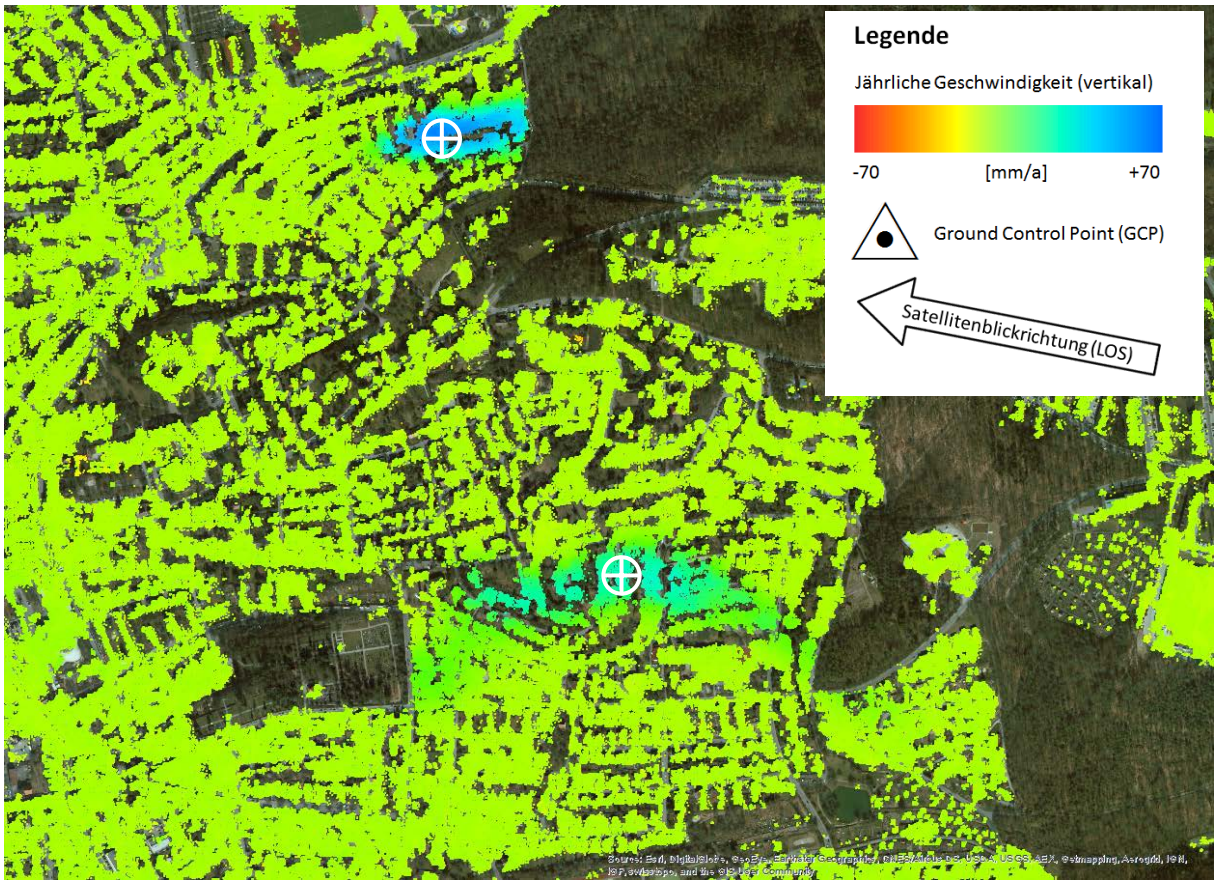


Abbildung 7: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 8 und Abbildung 9.

Für die beiden Hebungsbereiche im Norden und im Süden sind exemplarisch in den Abbildung 8 und Abbildung 9 die Zeitserien der gewählten Messpixel in Abbildung 7 dargestellt. Beide Zeitserien zeigen einen nahezu kontinuierlichen Hebungsverlauf in der Zeit. Nur minimale Variationen der Bewegungswerte sind zu erkennen. Für das gewählte Pixel im nördlichen Bereich weißt die Zeitserie in Abbildung 8 eine jährliche Bewegungsrate von ca. 62 mm/a auf. Die Zeitserie des im Süden gewählten Messpixels weißt eine ungefähr halb so schnelle Hebung mit einer jährlichen Rate von ca. 34 mm/a auf (Abbildung 9).

Signifikante Veränderungen der Hebungswerte sind in diesem Untersuchungszeitraum nicht zu erkennen. Mögliche Auswirkungen der Sanierung der Erdwärmesonden im nördlichen Bereich sind augenscheinlich nicht eindeutig zu erkennen. Eine Fortführung der Beobachtung mittels TerraSAR-X Satellitendaten über einen längeren Zeitraum kann Veränderungen der Bewegungswerte nach März 2015 aufzeigen. Die Fortführung der Datenaufnahme wurde durch Airbus DS im Rahmen der Aufnahmeplanung initiiert.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

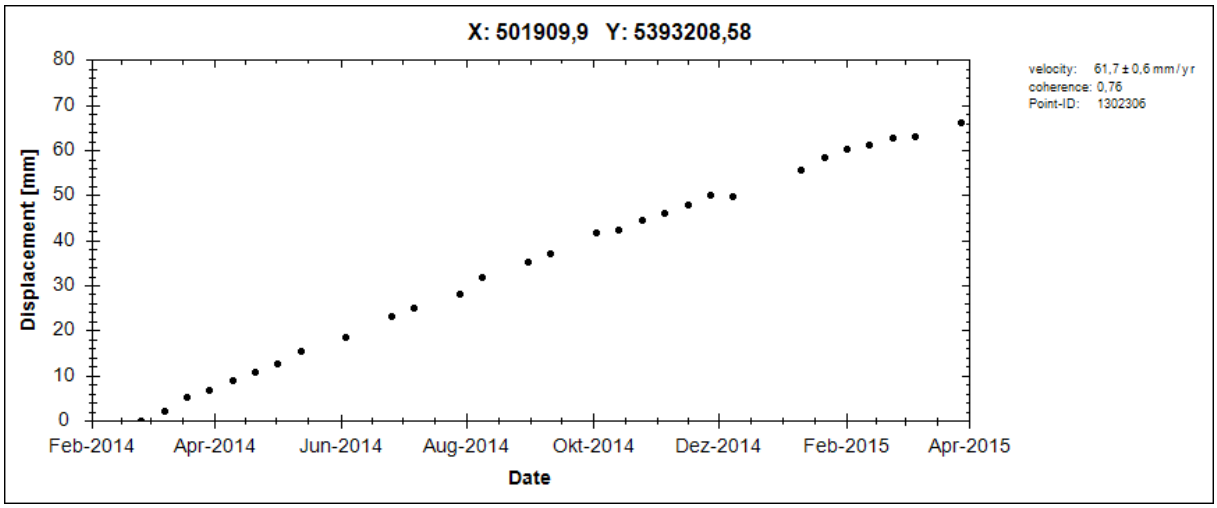


Abbildung 8: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501909,9 m und 5393208,58 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 7.

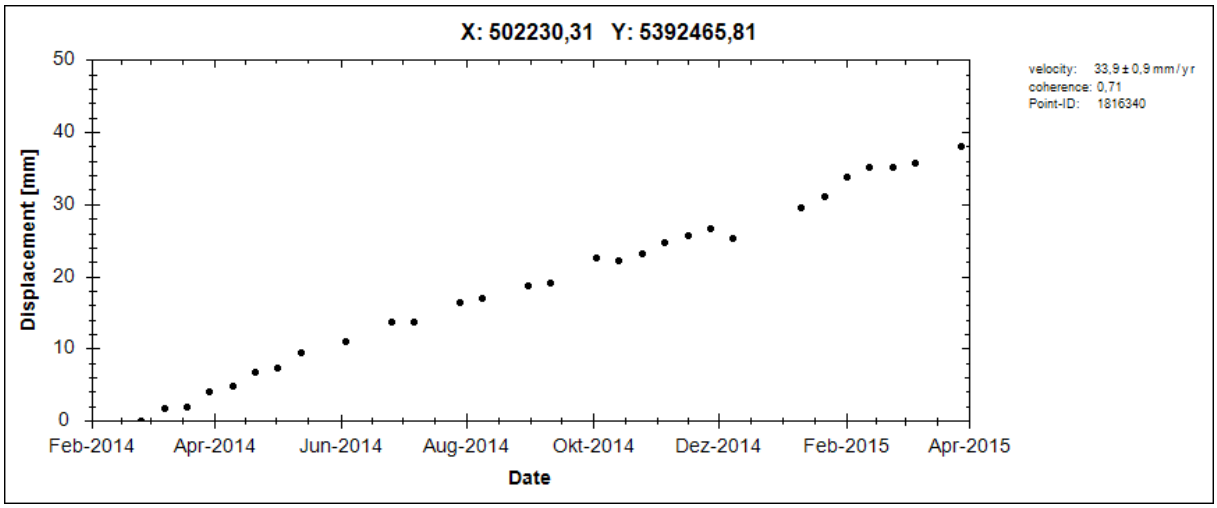


Abbildung 9: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502230,31 m und 5392465,81 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 7.

Im Vergleich zu den flächenhaften dominierenden Hebungszonen in Abbildung 7 zeigt das Bodenbewegungsergebnis eine deutliche Senkung für eine sanierte Mülldeponie im Osten von Böblingen (siehe Abbildung 10). Die Zeitserie in Abbildung 11 repräsentiert die voranschreitende Absenkung mit einer Geschwindigkeit von bis zu -84 mm pro Jahr. Es kann vermutet werden, dass normale Setzungserscheinungen des Müllberges die Ursache für diese gemessenen Bewegungen ist. Deutlich zu erkennen ist die erhöhte Anzahl der Messpixel im Bereich der installierten Solarpaneele am Südhang. Diese metallischen Konstruktionen dienen sehr gut als Reflektor des Radarsignals und somit als Messpixel.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

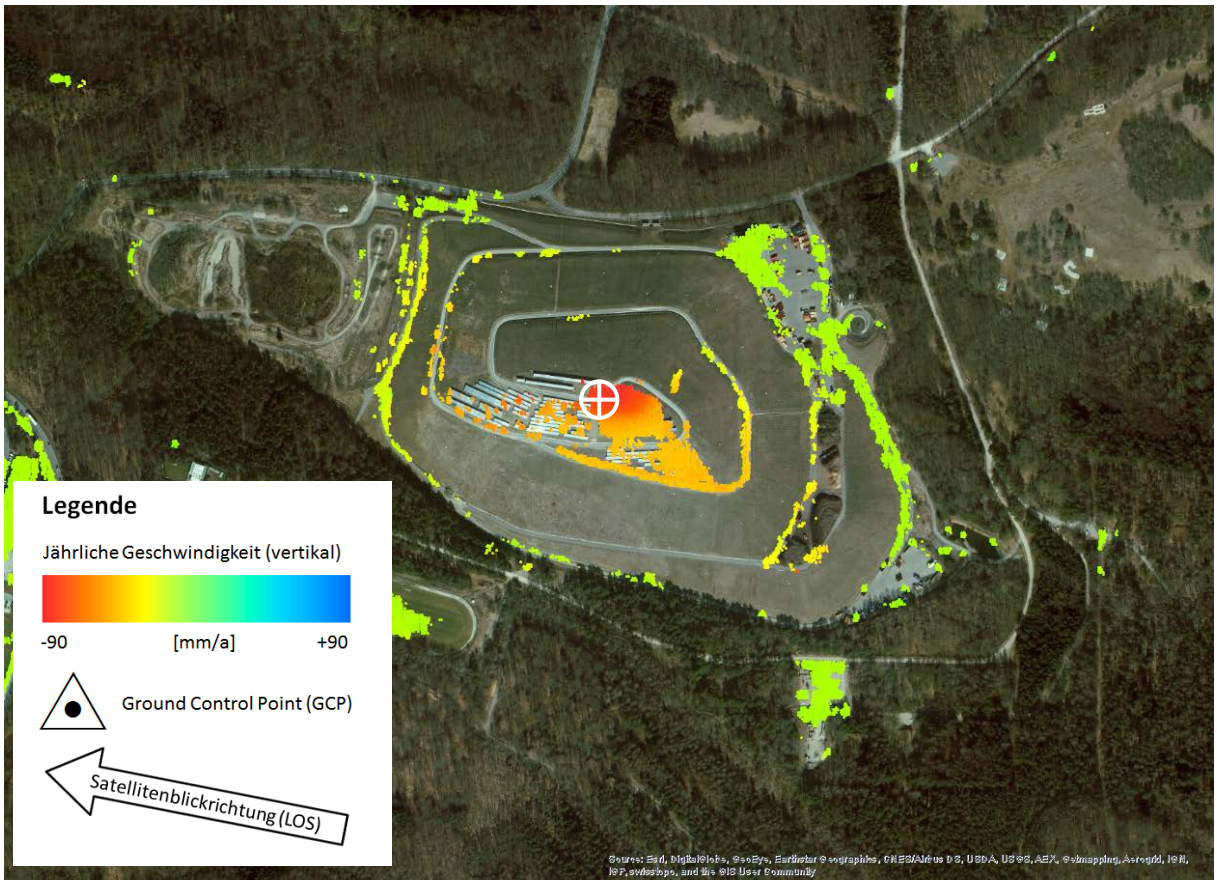


Abbildung 10: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 11.

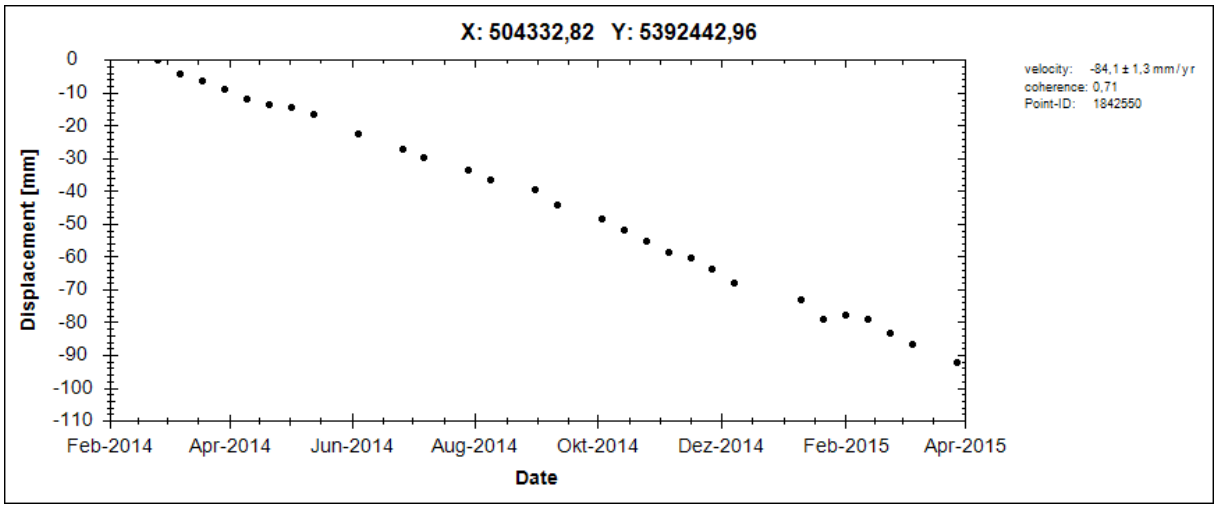


Abbildung 11: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 504332,82 m und 5392442,96 m: Weißes Fadenkreuz in Abbildung 10.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

5 GENERELLE ANMERKUNGEN

Generell gilt: Messpixel mit geringer Kohärenz und/oder extremem Bewegungswerten sind mit Vorsicht zu bewerten. Besonders wenn diese im starken Kontrast zur räumlichen Nachbarschaft auftreten. Dies tritt oft in Gebieten mit starker Variabilität der physikalischen Reflektionseigenschaft der Oberfläche auf, z.B. im Übergang zu vegetativen Gebieten. Temperatur bedingte Deformationen/Verformungen von Objekten (thermale Dilatation), wie Brücken und Industriegebäuden, werden durch die hohe Sensitivität der TerraSAR-X HS Daten bezüglich geringer und kleinräumiger Bewegungen mitbestimmt und stehen im Kontrast zu den eigentlich zu bestimmenden Bodenbewegungen. Zur Beurteilung von Bodenbewegungen muss dieser Punkt berücksichtigt werden. Brücken oder große Industriehallen können somit sprunghafte Bewegungen in der Zeit aufweisen, welche aber nicht mit Bodenbewegungen korrelieren müssen.

Bei der Transformation von der eindimensionalen Schrägaufnahme des Satelliten in die Vertikale Raumrichtung werden mögliche horizontale Bewegungen nicht berücksichtigt bzw. gehen als Bewegungskomponente in die vertikalen Werte ein. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse beachtet werden. Erwiesenermaßen treten am räumlichen Rand von Hebungs- und Senkungszonen die größten horizontalen Bewegungskomponenten auf. Im Zentrum einer Hebungs- und Senkungszone sind diese dagegen gleich Null.

5.1 PRÄZISION UND GENAUIGKEIT

Die interferometrischen Zeitserienanalyse bestimmt eine durchschnittliche Bewegungsrate (linear), die Geschwindigkeit, basierend auf eine Anzahl von Bewegungswerten innerhalb einer Zeitserie. Die theoretische Präzession, d.h. die Wiederholbarkeit der Messungen, der jährlichen Geschwindigkeit kann mit wenigen Millimetern pro Jahr angegeben werden. Die Präzision der Einzelmessungen der Bewegung in einer Zeitserie kann mit einigen Millimetern angegeben werden (bei der Verwendung von TerraSAR-X Daten). Letztere Präzision wird durch Fehlerfortpflanzung basierend auf der Kohärenz und der Wellenlänge bestimmt. Sie hängt unter anderem von den atmosphärischen Bedingungen, Messpixeldichte und Anzahl der verwendeten Szenen ab und variiert somit von Datensatz zu Datensatz. Für jedes Messpixel ist die Präzession der Geschwindigkeit bestimmt und in der Spalte V_Precisio in der digitalen Ergebnisdatei (siehe Tabelle 5) angegeben. Für diesen Wert ist die Anzahl der verwendeten SAR-Daten relevant (siehe Kapitel 3.1).

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Die Genauigkeit, d.h. der Unterschied zwischen Messergebnis und Wahrheit eines Bewegungswertes innerhalb einer Zeitserie hängt von verschiedenen Parameter wie z.B. Datenverfügbarkeit, Reflektionseigenschaft des Oberflächenelements, zeitlich und räumliche Charakteristik des Bewegungsphänomens, Prozessierungsmethode und gewählte GCPs ab. Die Genauigkeit kann im direkten Vergleich mit wahren Werten, z.B. mit Ergebnissen von terrestrischen Nivellements, bestimmt werden. Ein solcher Vergleich unter optimalen Bedingungen ergab eine Genauigkeit für einen Messwert innerhalb einer Zeitserie von ±3 mm, unter Verwendung von TerraSAR-X Daten.

Dies ist der Grund, warum in der Ergebnisdatei nur die Präzession, in der Form von z.B. 8.3 ± 1.7 mm pro Jahr, und nicht die Genauigkeit angegeben werden kann.

In (Casu et al. 2006) wird beschrieben, inwiefern sich die Distanz zwischen Messpixel und gewähltem GCP sich auf die Standardabweichung einer Einzelmessung innerhalb einer Zeitserie auswirkt. Zusammengefasst kann gesagt werden: Je weiter das Messpixel vom GCP entfernt ist, desto so geringer die Präzession des Ergebnisses.

5.2 FORMAT DER DIGITALEN ERGEBNISDATEI

Das interferometrischen Zeitserienergebnis der Bodenbewegung wird als digitale ESRI Shape Datei (.shp) bereitgestellt. Bedingt durch die hohe Anzahl der Messpixel, handelt es sich um das File Geodatabase (.gdb) Format. Tabelle 5 fasst die gelieferten Informationen dieser Datei zusammen.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Tabelle 5: Spalten und ihre Beschreibung in der ESRI Shape Datei.

Spalten-name	**Datentyp**	**Beschreibung**
FID	Object ID	Identifikationsnummer des Elements in shape Datei
Shape	Point	Geometrie der Shape Datei
X	Double	Lokation des Elements: Rechtswert der verwendeten UTM Zone [m]
Y	Double	Lokation des Elements: Hochwert der verwendeten UTM Zone [m]
Z	Double	Lokation des Elements: Höhenwert basierend auf den korrigierten Höhen aus der interferometrischen Prozessierung [m]
Velocity	Double	Durchschnittliche jährliche Geschwindigkeit [mm/Jahr]: - Positiver Wert: Hebung des Messpixels - Negativer Wert: Senkung des Messpixels
V_Precisio	Double	Präzession der Geschwindigkeit des Messpixels [mm/Jahr]
LOS_In	Double	Line-Of-Sight of satellite (Einfallswinkel) Wurde zur Transformation in die Vertikale verwendet
D_JJJJMMTT	Double	Vertikale Bodenbewegung am Beobachtungszeitpunkt JJJJMMTT (J=Jahr, M=Monat, T=Tag) in Bezug auf den ersten Beobachtungszeitpunkt [mm] - Positiver Wert: Hebung des Messpixels - Negativer Wert: Senkung des Messpixels

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Dieser Bericht präsentiert das Ergebnis einer interferometrischen Bodenbewegungsanalyse basierend auf TerraSAR-X HS Daten zwischen Februar 2014 und März 2015 in Böblingen, Deutschland.

Generell konnten qualitativ und quantitativ sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Die Messpixeldichte ist sehr hoch und es können zuverlässige räumlich-zeitliche Information von Bodenbewegungen gewonnen werden.

Eine Fortsetzung der TerraSAR-X HS Datenaufnahme ist empfehlenswert, damit die mögliche Verlangsamung der Hebung, als Konsequenz der Sanierung der Erdwärmesonden, zeitlich räumlich hochauflösend gemessen werden kann.

Da das Verfahren der SAR-Interferometrie nur eindimensionale Bewegungen messen kann, ist ratsam zu überlegen, ob neben der aktuell laufenden descending Aufnahmegeometrie zusätzlich ein Datenstapel in der ascending Aufnahmegeometrie aufgebaut werden soll. Eine gemeinsame Auswertung dieser beiden Geometrien würde eine zweidimensionale Rekonstruktion in horizontale (Ost-West) und vertikale Bewegungskomponenten ermöglichen.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

ABKÜRZUNGEN

2D	Zwei-Dimensional
3D	Drei-Dimensional
APS	Atmospheric Phase Screening
DEM	Digital Elevation Model
DInSAR	Differentielle InSAR Technik
GCP	Ground Control Point (Referenzpunkt)
HH	Horizontal gesendet – Horizontal empfangen Polarisation
HS	High Resolution
InSAR	SAR Interferometrie
PSI	Persistent Scatterer Interferometry
QC	Quality Control
SAR	Synthetic Aperture Radar
SB	Short-Baseline
SBAS	Small BASeline approach
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TSX	TerraSAR-X
WorldDEM™	Globales Höhenmodell (zukünftiges Produkt von Airbus DS)

REFERENZEN

Berardino, P.; Fornaro, G.; Lanari, R. & Sansosti, E. (2002). A New Algorithm for Surface Deformation Monitoring Based on Small Baseline Differential SAR Interferograms, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 40, 2375-2383.

Biggs, J.; Anthony, E. & Ebinger, C. (2009). Multiple inflation and deflation events at Kenyan volcanoes, East African Rift, Geology, 2009, 37, 979–982

Casu, F.; Manzo, M. & Lanari, R. (2006). A quantitative assessment of the SBAS algorithm performance for surface deformation retrieval from DInSAR data Remote, Sensing of Environment, 102, 195-210

Ferretti, A.; Prati, C. & Rocca, F. (2001). Permanent Scatterers in SAR Interferometry, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 39, 8-20.

Gabriel, A. K.; Goldstein, R. M. & Zebker, H. A. (1989). Mapping Small Elevation Changes Over Large Areas: Differential Radar Interferometry Journal of Geophysical Research, 94, 9183-9191

Lundgren, P.; Usai, S.; Sansosti, R.; Lanari, R.; Tesauro, M.; Fornaro, G. & Berardino, P. (2001). Modeling surface deformation observed with SAR Interferometry at Campei Flegrei Caldera, J. Geophysical. Res., 106, 19355-19367.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Usai, S. (2001). A new approach for long term monitoring of deformation by differential SAR interferometry, Ph.D. thesis, Delft Univ. Press, Delft, The Netherlands.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (2014-2015). Hintergrund: Optisches Luftbild aus ArcGIS. Weiße Dreiecke stellen die Lokalität der Referenzpunkte dar..... 4

Abbildung 2: Zeitserie der verwendeten TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 03/2015..... 8

Abbildung 3: Time-Position-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.....10

Abbildung 4: Time-Baseline-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.....10

Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bewegungsmessung in Abhängigkeit einer idealisierten Hebung. Die Farbgebung der Pfeile (Satellitenblickrichtung) entspricht derjenigen der Bewegungskarten in diesem Bericht. 12

Abbildung 6: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (02/2014 – 03/2015). Hintergrund: optisches Luftbild aus ArcGIS. 13

Abbildung 7: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 8 und Abbildung 9. 15

Abbildung 8: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501909,9 m und 5393208,58 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 7. 16

Abbildung 9: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502230,31 m und 5392465,81 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 7.....16

Abbildung 10: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 11. .17

Abbildung 11: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 504332,82 m und 5392442,96 m: Weißes Fadenkreuz in Abbildung 10. 17

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Verwendete TerraSAR-HS Szenen..... 7

Tabelle 2: TerraSAR-X HS Aufnahmeparameter..... 8

Tabelle 3: Kenngrößen für die verwendeten Daten in Tabelle 1. 9

Tabelle 4: Charakteristik der Ergebnisse.....14

Tabelle 5: Spalten und ihre Beschreibung in der ESRI Shape Datei.....20

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

22.10.2015
Az 14 012

EWS-Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen

Quartier I (Siemensstraße; 2 EWS à 129 m)

Geotechnischer Bericht
zu den ausgeführten Erkundungs- und Sanierungsarbeiten

Amtsgericht Stuttgart HRB 223632 | Friedrich-List-Straße 42 Postfach 20 03 39 | 70771 Leinfelden-Echterdingen 70752 Leinfelden-Echterdingen | Telefon (0711) 79 73 50- 0 Telefax (0711) 79 73 50-20

Inhalt **Seite**

1 Vorbemerkungen 5
2 Durchgeführte Erkundungsmaßnahmen mit Begleitmessungen 7
2.1 Tiefe Erkundungsbohrung B1a 7
2.2 Mitteltiefe Erkundungsbohrung B1 12
2.3 Flache Erkundungsbohrung B1b 14
3 Durchgeführte Sanierungsmaßnahmen mit Begleitmessungen 15
4 Zwischenverwahrung der EWS 19
5 Hebungsmessungen über die Dauer des Sanierungszeitraums 19

Anlagen

1.1 Übersichtslageplan, M. 1:10 000
1.2 Lageplan, M. 1:1000
1.3 Koordinatenliste

2.1 Ergebnisse aus der tiefen Erkundungsbohrung B1a
2.1.1 Schichtprofil LGRB
2.1.2 Fotodokumentation der Bohrkerne
2.1.3 Schichtprofil, Ausbau- und Verfüllschema
2.1.4 Ergebnisse der geophysikalisches Messungen
2.1.5 Ergebnisse der hydraulischen Tests / Bericht Büro Voutta
2.1.6 Tagesberichte Fa. Burkhardt
2.1.7 Fotodokumentation zum Bauablauf
2.1.8 Besprechungsprotokolle
2.2 Ergebnisse aus der mitteltiefen Erkundungsbohrung B1
2.2.1 Schichtprofil LGRB
2.2.2 Fotodokumentation der Bohrkerne
2.2.3 Bohrprotokolle Fa. Goller (u. a. Messstellenausbauskizze)
2.2.4 Ergebnisse der geophysikalisches Messungen
2.2.5 Ergebnisse der hydraulischen Tests
2.3 Ergebnisse aus der flachen Erkundungsbohrung B1b
2.3.1 Schichtprofil
2.3.2 Fotodokumentation des Bohrkleins
2.3.3 Bohrprotokolle Fa. Burkhardt (u. a. Messstellenausbauskizze)
2.3.4 Ergebnisse der hydraulischen Tests

3	Wasserstandsganglinien in den vorhandenen Messstellen
4.1	EWS 1 + 2, Bohrprotokolle Fa. Gungl
4.2	EWS 1 + 2, Ergebnisse der geophysikalischen Messungen vor Sanierung
4.3	EWS 1 + 2, Chronologischer Sanierungsablauf
4.4	EWS 1 + 2, Maximale Zementabbindetemperaturen im Sanierungsverlauf
4.5	EWS 1 + 2, Ergebnisse der geophysikalischen Messungen nach Sanierung
4.6	EWS 1 + 2, Ergebnisse der hydraulischen Tests und Glasfaserkabelmessungen nach Sanierung
4.7	EWS 1 + 2, Tages-, Schneid- und Injektionsberichte & Schreiberprotokolle Fa. Keller
4.8	EWS 1 + 2, Fotodokumentation zum Sanierungsablauf
4.9	EWS 1 + 2, Arbeitsanweisungen
4.10	EWS 1 + 2, Schnitt- und Injektionspläne
5	Jour-Fixe Protokolle
6.1	Schreiben Fa. Keller zur Zwischenverwahrung der EWS
6.2	Tagesberichte Fa. Keller zur Zwischenverwahrung
7	Bericht zu den satellitenbasierten Hebungsmessungen der Fa. Airbus im Zeitraum Februar 2014 bis September 2015 mit Datum 05.10.2015
8	Weitere Unterlagen (auf CD):
8.1	Anforderungsprofil EWS-Sanierung
8.2	Wasserrechtsantrag mitteltiefe Erkundungsbohrungen
8.3	Wasserrechtsantrag tiefe Erkundungsbohrungen
8.4	Bericht Büro Voutta zu den EWS-Voruntersuchungen
8.5	Ältere Hebungsmessungen
8.6	Datenblatt Quellton Mikolit 300
8.7	Datenblatt Zement Sulfadur® Doppel (Dyckerhoff AG)
8.8	Datenblatt Sika® Unterwasser-Compound 11

Abkürzungsverzeichnis / Glossar

EWS	Erdwärmesonde
GFK	Glasfaserkabel
LRA	Landratsamt
LGRB BW	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg
K-TRT	Kurz-Thermal Response Test
K-EGRT	Kurz-Enhanced Thermal Response Test
γ-γ-log	Dichteanomaliemessung der Sondenhinterfüllung
γ-log	Messung der natürlichen Radioaktivität im Bohrloch
BHTV	Borehole Televiewer (zur Durchführung eines Bohrlochscans)
FEL	Fokusiertes Elektro-log zur Messung des elektrischen Gebirgswiderstands im Bohrloch
SK-Rohr	Seilkernrohr
PDC-Meißel	Spezielle Bohrkrone für Vollbohrungen (mit synthetischen Diamantplättchen)
w/z	Wasser-Zement-Wert
kmSw/km3u	Staigerwald-Formation / Untere Bunte Mergel
kmSt/km2	Stuttgart-Formation / Schilfsandstein
kmGr/km1	Grabfeld-Formation / Gipskeuper:
EST	Estherienschichten
MGH	Mittlerer Gipshorizont
DRM	Dunkelrote Mergel
BH	Bochinger Horizont
GGS	Grundgipsschichten
kuE/ku	Erfurt-Formation / Lettenkeuper
moD/mo2	Oberer Muschelkalk (Trigonodusdolomit / Meissner-Formation)

1 Vorbemerkungen

Im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen wurden in mehreren Gebieten (nördliches und südliches Hebungsgebiet bzw. Quartier I bis IV) in jüngerer Zeit großflächige Geländehebungen festgestellt. Unser Büro wurde vom Landratsamt Böblingen mit der geotechnischen Überwachung und Koordination der Arbeiten beauftragt, die zur Erkundung der Hebungsursache und zur Verringerung weiterer Hebungen ausgeführt wurden. Der nachfolgende Bericht befasst sich mit den durchgeführten Arbeiten im nördlichen Hebungsgebiet (Quartier I), das den Bereich um die Altinger Straße und die Siemensstraße umfasst.

Auf dem Grundstück Siemensstraße 11 (Quartier I) wurden am 29.09. und 01.10.2008 zwei Erdwärmesonden mit je 129 m Tiefe zur Beheizung des Gebäudes hergestellt (vgl. Anlage 4.1). Seit 2011 wurden dem Landratsamt Böblingen von umliegenden Anwohnern (v. a. im Bereich der Altinger Straße) vermehrt Gebäudeschäden gemeldet. Die Auswertung einer Laserscanbefliegung, die von der Fa. BSF Pasewalk am 09.01.2014 im Auftrag des LGRB BW durchgeführt wurde, belegte großflächige Geländehebungen von über 35 cm (vgl. Anlage 8.5). Bei den abgehaltenen Expertenrunden beim Landratsamt Böblingen wurde unter den Beteiligten die Arbeitshypothese aufgestellt, dass es sich aufgrund der vorliegenden geologischen Untergrundverhältnisse (s. Abschnitt 2) hier möglicherweise um Quellprozesse im Gipskeuper handelt (Umwandlung von Anhydrit in Gips aufgrund von Wasseraufnahme), die aufgrund der Volumenzunahme zur Geländehebungen führen. Aus diesem Grund wurde das Büro Voutta, Herrenberg, von der Bohrunternehmung Gungl, Renningen, im Dezember 2013 mit der Durchführung von geophysikalischen Bohrlochmessungen in den beiden Erdwärmesonden beauftragt (Ruhe-Temperaturprofilmessung, Kurz-Thermal Response Test, Dichteanomaliemessungen). Die Ergebnisse der durchgeführten Messungen sind im digital beigefügten Bericht des Büros Voutta (vgl. Anlage 8.4) näher beschrieben; die Messergebnisse sind in Anlage 4.2 nochmals enthalten. Sie weisen auf eine unvollständige Ringraumverfüllung der Erdwärmesonden mit weitreichenden Fehlstellen in der Hinterfüllung hin, so dass zu befürchten war, dass keine hydraulisch abdichtende Wirkung der Sondenhinterfüllung bestand. Dadurch konnten Wasserlängsläufigkeiten entlang der Bohrlöcher auftreten, die bei Kontakt des Wassers mit quellfähigen Anhydritlagen im Gipskeuper die Umwandlungs- und somit Quell-/Hebungsprozesse auslösen konnten. Die untersuchten Erdwärmesonden in der Siemensstraße in Böblingen wurden daher in den Besprechungen am 15.01. und 15.04.2014 von den Fachbehörden und beteiligten Büros als sanierungsbedürftig ausgewiesen. Bei diesen Besprechungen wurden auch bereits die ersten Maßnahmen zur Erkundung der Untergrundverhältnisse und zur Sanierung der Erdwärmesonden angesprochen und festgelegt; zusätzlich sollten die geodätischen Messungen ausgeweitet werden.

Die Sanierung der beiden Erdwärmesonden sollte dabei von innen heraus erfolgen (minimalinvasiv), da ein Überbohren der Sonden mit größeren Risiken verbunden ist und hier nur als letzte Handlungsoption in Frage kommt. Um für die minimalinvasive Sanierung in Frage kommende Firmen auswählen und fachtechnisch beurteilen zu können, wurde von unserem Büro ein Anforderungsprofil für die Sanierung von 130 m langen Erdwärmesonden erstellt (vgl. Anlage 8.1). Die darin enthaltenen Anforderungen konnte nach damaligen Stand der Technik nur die Fa. Keller Grundbau, Renchen, erfüllen, deren Sanierungsverfahren bereits zur Sanierung

von sieben Erdwärmesonden in Staufen im Jahr 2009 erfolgreich zum Einsatz kam. Am 28.08.2014 wurde die Fa. Keller daher vom Landratsamt Böblingen mit der Sanierung der beiden Erdwärmesonden im Quartier I beauftragt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse (Schichtaufbau, Lage sulfathaltiger Gesteine, Grundwasservorkommen, etc.) wurden im nördlichen Hebungsgebiet (Quartier I) drei unterschiedlich tiefe Erkundungsbohrungen (B1a, B1 und B1b, vgl. Abschnitt 2) niedergebracht und als (temporäre) Grundwassermessstellen ausgebaut. Die Arbeiten wurden anhand beschränkter Ausschreibungen an die Bohrfirmen Burkhardt, Neuweiler, und Goller, Kirchentellinsfurt, vergeben. In manchen Anlagen sind auch Informationen zu den Bohrungen B2a, B2, B2b, B3 und B4 enthalten; diese betreffen jedoch nur das südlich Hebungsgebiet und sind hier nicht weiter beschrieben.

Als begleitende Maßnahmen zur Erkundung und bei den Sanierungsarbeiten wurden im Auftrag des Landratsamts Böblingen noch folgende Arbeiten durchgeführt:

- Geodätische Vermessung der Geländehebungen (terrestrisch u. satellitengestützt)
- Luftbildauswertung auf Kampfmittel
- Beweissicherung der umliegenden Bauwerke
- Geophysikalische Messungen in den Erdwärmesonden und Bohrungen
- Hydraulische Messungen in den Erdwärmesonden und Bohrungen

Folgende Firmen waren bei den durchgeführten Arbeiten im Quartier I. W. beteiligt:

– EWS-Sanierung:	Fa. Keller Grundbau, Renchen
– Bohrungen:	Fa. Burkhardt, Neuweiler Fa. Goller, Kirchentellinsfurt
– Vermessung:	Fa Intermetric, Stuttgart Fa. Airbus Defence & Space
– Kampfmittel:	Büro Hinkelbein, Filderstadt
– Beweissicherung:	Büro Henke und Partner, Stuttgart
– Geophysik:	Büro Voutta, Herrenberg Fa. Terratec, Heitersheim Fa. GTC, Karlsruhe
– Hydraulik:	Büro Voutta, Herrenberg

2 Durchgeführte Erkundungsmaßnahmen mit Begleitmessungen

Auf Empfehlung des LGRB BW wurden im Quartier I drei Erkundungsbohrungen mit unterschiedlichen Tiefen ausgeführt und temporär oder dauerhaft als Grundwassermessstellen in unterschiedlichen Aquiferen ausgebaut. Ziel der Erkundung war es, genauere Erkenntnisse über die Schichtabfolge im Untergrund, die Lage sulfathaltiger Gesteine (Gips-/Anhydritspiegel) sowie die hydraulischen Potentiale in verschiedenen Grundwasserstockwerken zu erlangen. Nachfolgend werden die durchgeführten Arbeiten und wichtigsten Ergebnisse der einzelnen Erkundungsbohrungen stichpunktartig wiedergegeben:

2.1 Tiefe Erkundungsbohrung B1a

Die tiefe Erkundungsbohrung B1a wurde bis in 144,8 m unter Gelände als Aufschlussbohrung mit vollständigem Kerngewinn niedergebracht und anschließend im Schutz von Sperrrohren zur temporären Grundwassermessstelle im Oberen Muschelkalk ausgebaut (NW 5“).

Ausführende Bohrunternehmung:	Heinz Burkhardt GmbH & Co. KG Tulpenstraße 15 75389 Neuweiler Bohrmeister: Herr F. Frenzel
Ausführung der Bohrung:	13.10.2014 – 27.04.2015
Lage der Bohrung:	vgl. Lageplan Anlage 1.2 (Koordinaten s. Anlage 1.3)
Ansatzhöhe:	476,43 m NN (vgl. Anlagen 1.2 und 1.3)
Durchführung der Bohrarbeiten: (im Einzelnen: vgl. Anlage 2.1.3)	Kernbohrung im Ramm- / Rotationskernbohrverfahren (∅ 178 / 146 mm) bis 144,8 m Tiefe (≙ 331,6 m NN) Aufbohren des Bohrlochs mit Rollenmeißel jeweils nach Erreichen des oberen / unteren Anhydritspiegels (∅ 584 / 444 mm) bis 51,8 m bzw. 116,4 m Tiefe Einbau von Stahl-Sperrohren in 51,8 m und 116,4 m Tiefe (∅ 473 / 324 mm) und Hinterfüllung mit Quellton oder inhibierter Spülung oberhalb der Fußabdichtung Einsatz von inhibierter Spülung in sulfathaltigem Gebirge zwischen 49,35 m und 115,15 m Tiefe Aufbohren des Bohrlochs mit Rollenmeißel nach Erreichen der Endtiefe in 144,8 m und anschließender Ausbau zur temporären 5“-Messstelle im Oberen Muschelkalk (Filterstrecke von 134,8 m bis 144,8 m) Vollständiger Rückbau der Messstelle und der Bohrlochausbauten und Verfüllung des Bohrlochs mit Quellton

Geologische Schichtfolge: (vgl. Anlagen 2.1.1 – 2.1.3)	Bis 7,6 m: Staigerwald-Formation, kmSw (Untere Bunte Mergel, km3u) Bis 10,2 m: Stuttgart-Formation, kmSt (Schilfsandstein, km2) Bis 115,04 m: Grabfeld-Formation, kmGr (Gipskeuper, km1) Bis 133,89 m: Erfurt-Formation, kuE (Lettenkeuper, ku) Bis 144,80 m: Oberer Muschelkalk, moD/mo2
Gips-/Anhydritspiegel innerhalb Grabfeld-Formation: (vgl. Anlagen 2.1.1 – 2.1.3)	Oberer Gipsspiegel = 49,35 m Oberer Anyhdritspiegel = 56,0 m Unterer Anhydritspiegel = 114,4 m Unterer Gipsspiegel = 115,15 m Zur Bestimmung des Gips-/Anhydritgehalts wurden aus den Bohrkernen meterweise Gesteinsproben entnommen und dem LGRB BW zur mineralogischen Untersuchung übergeben.
Grundwasserstockwerke: (vgl. Anlage 2.3.1)	Oberster Grundwasserleiter mit Druckpotential bei ca. 7 – 8 m Tiefe (schwebendes, freies Grundwasser in der Stuttgart-Formation) Mittlerer Grundwasserleiter mit Druckpotential bei ca. 32 m Tiefe (freies Grundwasser im Gipskarst der Grabfeld-Formation) Unterer Grundwasserleiter mit Druckpotential bei ca. 85 m Tiefe (gespanntes Grundwasser im Oberen Muschelkalk)
Durchgeführte geophysikalische Messungen: (vgl. Anlage 2.1.4)	a) Messung der natürlichen Radioaktivität (γ-log) b) Messung des Bohrlochkalibers c) Messung des Bohrlochverlaufs d) Messung der Bohrlochstruktur (optischer / akustischer Bohrlochscan mit BHTV) Jeweils abschnittsweise Messung in mehreren Einsätzen: Fa. Terratec: 28.10. & 11.12.14 sowie 27.01. & 16.02.15 zur Durchführung der Messungen a) - d) Büro Voutta: 28.10., 29.10. und 05.12.14 (γ-log)

Durchgeführte hydraulische Tests:
(vgl. Anlage 2.1.5)

a) Zwischenpumpversuch am 15.10.14:
Ruhewasserspiegel in 7,11 m u. Gel. (kmSt)
Quasi-Beharrung mit 0,2 ℓ/s in ca. 18 m Tiefe
Rascher Wiederanstieg auf ca. 8 m

b) Packertest am 16.10.14:
Druckpotentiale 8,12 m bzw. 25,76 m u. Gel.

c) Packertest am 27.10. + 28.10.14:
Druckpotentiale unter-/oberhalb Packer gleich
(nach Tieferführen der Hilfsverrohrung wg. Spülwasserverlusten → keine Undichtigkeiten mehr)

d) Pulse-Test am 21.01.2015 zw. 95 – 105 m u. Gel.:
Ruhepotential in ca. 71 m u. Gel. (kmGr)

e) Pulse-Test am 23.01.15 zw. 85 – 108 m u. Gel.:
Ruhepotential in ca. 87 m u. Gel. (kmGr)

f) Pulse-Test am 27.01.15 zw. 108 – 118 m u. Gel.:
Ruhepotential in ca. 84 m u. Gel. (kmGr)

g) Pulse-Test am 09.02. – 11.02.2015 zw. 118 – 126 m u. Gel.:
Ruhedruck in ca. 16,6 m u. Gel. (kuE)

h) Pulse-/DST-Test am 12.02.15 zw. 134 – 138 m u. Gel.:
Ruhepotential in 89,6 m u. Gel. (mo)

i) Packerpumpversuch vom 13.02. – 16.02.2015:
Testintervall zw. 116 – 126 m u. Gel. (kuE)
Ruhepotential in 95,70 m u. Gel. (kuE)
Förderrate 0,18 ℓ/s
Transmissivät = ca. 1,7 * 10^{-5} m²/s

j) Packerpumpversuch[1] vom 20.03. – 27.03.2015
im Pegel (Filter 134,8 - 144,8 m):
Testintervall zw. 132 – 144 m u. Gel. (mo)
Ruhepotential in 85,48 m u. Gel. (mo)
Förderrate 0,22 ℓ/s
Transmissivät = ca. 7,4 * 10^{-6} m²/s

k) Beobachtung des Druckwasserspiegels mit Datenlogger im Anschluss bis 07.04.15
Ruhepotential ± 0,1 m nahezu konstant
bei 85,4 m u. Gel.

Am Ende des Beobachtungszeitraums wurde eine Grundwasserprobe aus dem Aquifer des Oberen Muschelkalks entnommen und dem LGRB BW zur hydrochemischen Analyse übergeben.

Details zur Auswertung der einzelnen Tests sind dem Bericht des Büros Voutta in Anlage 2.1.5 zu entnehmen.

[1] Wegen Zutritten von eingefülltem Wasser zwischen 2. Sperrrohr und Aufsatzrohr des Pegelausbaus musste Wasserzufluss von oben mit Packer abgesperrt werden.

Parameter inhibierte Spülung:

PacElv CMC Carboxylmethylcellulose	30 kg/m³
Kaliumcarbonat	60 kg/m³
Zitronensäure ohne Bentonit-Zusatz	2,5 kg/m³
Spülungsdichte	ca. 1,10 g/cm³
pH-Wert	ca. 10,0
Leitfähigkeit	ca. 55.000 mS/cm

Die Spülungsqualität wurde während den Bohrarbeiten regelmäßig kontrolliert; bei Bedarf wurde nachgebessert.

Parameter Zementsuspension:

Zement Sulfadur® Doppel (Fa. Dyckerhoff AG, Wiesbaden) mit Zusatz Sika® Unterwasser-Compound 11 (Fa. Sika Deutschland GmbH)
w/z = 0,65
Zugabe UWC 11 : 0,30 % vom Zementgewicht
Marsh-Zeit: 58 s
Dichte: 1,74 g/cm³
Absetzmaß: 2,9 %

Die Herstellung der Zementsuspension erfolgte nach den vorgegebenen Parametern und Mischangaben.

Zeitlicher Ablauf:
(vgl. Anlage 2.1.6)

13.10. – 19.10.14: Kernbohrung bis 51,5 m, Einsatz Seilkernrohr ∅ 146 mm (SK) mit Wasserspülung ab 8,4 m Tiefe, oberer Gipsspiegel makroskopisch in 49,35 m erkennbar; Durchführung hydraulische Tests (Zwischenpumpversuch, Packertest).

20.10. – 27.10.14: Kernbohrung bis 72,4 m unter Einsatz von inhibierter Bohrspülung ab 51,5 m Tiefe, erste Spülwasserverluste ab 52,0 m festgestellt → nachverrohrt; analytischer Nachweis oberer Anhydritspiegel bei 56,0 m durch LGRB BW; Durchführung hydraulischer Tests zum Test auf Spülwasserverluste (Packertest).

28.10. – 29.10.14: Geophysikalische Messungen Fa. Terratec / Büro Voutta bis 72,4 m

30.10. – 07.11.14: Einbringen von Quellton bis 53,1 m ins Bohrloch; Aufbohren des Bohrlochs ∅ 584 mm bis 51,8 m; Einbau 1. Sperrrohr ∅ 473 mm bis 51,8 m und Einbau Quellton zwischen Sperrrohr und Bohrlochwand bis 23,8 m.

08.11. – 14.11.14: Kernbohrung bis 84,5 m (inhibierte Spülung), zur Zentrierung und Abdichtung Hilfsverrohrung ∅ 178 mm mit Abstandshaltern eingebaut und mit Quellton hinterfüllt; stärkere Spülwasserverluste festgestellt (ca. 20 m³).

15.11. – 02.12.14:	Bei Bohrtiefe 84,5 m Abriss Seilkernrohr bei 56,4 m bei Beginn einer neuen Kerntour. Mehrere Bergungsversuche auch mit Hilfe geophysikalischer Tests (Kamerabefahrung, etc.) fehlgeschlagen, stärkere Spülwasserverluste (ca. 40 m³) während Havarie; ab 25.11. SK-Rohr mit Hilfsverrohrung ∅ 244m überbohrt und am 01.12. mit spezieller Fangglocke geborgen.
03.12. – 08.12.14:	Abstimmung zwischen Projektbeteiligten zum weiteren Vorgehen; Durchführung geophysikalischer Bohrlochmessungen durch Büro Voutta zur Klärung offener Fragen (Bohrlochgeometrie und Spülwasser-Verlusthorizont): unregelmäßige Bohrlochwandung im Kaliberlog bis ca. 63 m Tiefe mit Bohrlochaufweitung bis auf ca. 450 mm; Haupt-Verlusthorizont im Flowmeter-Test direkt unterhalb Sperrrohrfuß (51,8 m – 52 m); vgl. Anlage 2.1.5 und Protokolle in Anlage 8.
09.12. – 16.12.14:	Aufbohren des Bohrlochs ∅ 444 mm bis 84,6 m mit inhibierter Bohrspülung mit Bentonitzusatz im Luft-Hebe-Verfahren; geophysikalische Messungen Fa. Terratec von 72,0 m bis 84,5 m; Zementation im Bereich der Spülwasserverluste von 60 m bis 46,3 m mit 6 Chargen à 485 ℓ Zementsuspension (≙ 2910 ℓ), dabei ca. 790 ℓ Mehrverbrauch gegenüber theoretischem Bohrlochvolumen; zuvor Einbau von Splitt und Gegenfilter unterhalb 60 m zum einfacheren Wiederausbohren.
16.12. – 11.01.15:	Winterpause
12.01. + 13.01.15:	Erneutes Aufbohren des Bohrlochs und der Zementation ∅ 444 mm bis 84,6 m (inhibierte Spülung).
14.01. – 26.01.15:	Kernbohrung bis 116,4 m (inhibierte Spülung); Durchführung hydraulischer Tests (Packer-, Pulsetests); Grenze Grabfeld-Formation (Gipskeuper, km1) zu Erfurt-Formation (Lettenkeuper, ku) mit LGRB BW vor Ort auf 115,04 m festgelegt; Einbau 2. Sperrrohr auf 116,4 m festgelegt.
27.01.15:	Geophysikalische Messungen Fa. Terratec von 84 m bis 116,4 m.
28.01. – 03.02.15:	Aufbohren des Bohrlochs ∅ 444 mm bis 116,4 m (inhibierte Spülung); Einbau 2. Sperrrohr ∅ 324 mm bis 116,4 m mit Fußabdichtung zur Bohrlochwand (5 m Quellton unter Packer), darüber inhibierte Spülung bis ca. 20 m Tiefe in Ringraum zwischen den Sperrrohren eingebaut.
04.02. – 10.02.15:	Kernbohrung bis 126,9 m (Klarwasserspülung); Durchführung hydraulischer Tests (Pulsetests, Packerpumpversuch).
11.02. – 13.02.15:	Kernbohrung bis 144,8 m (Klarwasserspülung); Durchführung hydraulischer Tests (Pulsetests, Packerpumpversuch).
16.02.15:	Geophysikalische Messungen Fa. Terratec / Büro Voutta von 116 m bis 144,8 m.
17.02. – 25.02.15:	Aufbohren des Bohrlochs ∅ 278 mm bis 144,8 m (Klarwasserspülung).
26.02.15:	Messstellenausbau

27.02. – 06.04.15: Durchführung hydraulischer Langzeittests, dazu Einbau eines Datenloggers (Beobachtung Wasserstandsänderungen, Pumpversuche), am 19.03.15 Auflandung im Pegelausbau festgestellt (Kamerabefahrung), daher Testergebnisse vor 19.03.15 wenig repräsentativ. Nach Reinigung der Messstelle Langzeittests mit gutem Ergebnis fortgeführt.

07.04. – 10.04.15: Rückbau des Messstellenausbaus, Ausräumen von Nachfall bis 144,8 m mit Rollenmeißel ∅ 293 mm, abschnittsweises Verfüllen mit Quellton von 144,8 m bis 122 m, Aufzementation des Bohrlochs bis 116 m.

13.04. + 14.04.15: Rückbau 2. Sperrrohr ∅ 324 mm, Ausräumen von Nachfall bis 116 m mit Rollenmeißel ∅ 444 mm, abschnittsweises Verfüllen mit Quellton (Mikolit 300, vgl. Anlage 7.7) von 116 m bis 52,4 m.

15.04. - 27.04.15: Rückbau 1. Sperrrohr ∅ 473 mm & Standrohr ∅ 620 mm, Ausräumen von Nachfall bis 53 m mit Rollenmeißel ∅ 780 mm, abschnittsweises Verfüllen mit Quellton Mikolit 300 von 53 m bis GOK; Räumen der Baustelle.

Anlage 2.1.8 zeigt eine Fotodokumentation zum Bauablauf.

2.2 Mitteltiefe Erkundungsbohrung B1

Die mitteltiefe Erkundungsbohrung B1 wurde bis in 52,55 m unter Gelände als Aufschlussbohrung mit vollständigem Kerngewinn niedergebracht. Sie wurde ca. 2 m unterhalb des Gipsspiegels beendet und anschließend zur Grundwassermessstelle im Bereich der verkarsteten Grabfeld-Formation (Gipskeuper) ausgebaut (NW 5“).

Ausführende Bohrunternehmung:	Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG Kusterdinger Straße 18 72138 Kirchentellinsfurt Bohrmeister: Herr A. Stumpf / Herr V. Basuino
Ausführung der Bohrung:	22.09.2014 – 08.10.2014
Lage der Bohrung:	vgl. Lageplan Anlage 1.2 (Koordinaten s. Anlage 1.3)
Ansatzhöhe:	479,29 m NN (vgl. Anlagen 1.2 und 1.3)
Durchführung der Bohrarbeiten: (vgl. Anlagen 2.2.1 – 2.2.3)	Kernbohrung im Ramm- / Rotationskernbohrverfahren (∅ 178 / 146 mm) bis 52,55 m Tiefe (≙ 426,74 m NN) Aufweiten des Bohrlochs mit Imlochhammer (∅ 300 mm) bis 52,55 m Tiefe Ausbau der Bohrung zur 5“-Messstelle im verkarsteten Gipskeuper (Filterstrecke von 43,0 m bis 50,0 m)

Geologische Schichtfolge: (vgl. Anlagen 2.2.1 – 2.2.3)	Bis 8,1 m: Steigerwald-Formation, kmSw (Untere Bunte Mergel, km3u) Bis 13,35 m: Stuttgart-Formation, kmSt (Schilfsandstein, km2) Bis 52,55 m: Grabfeld-Formation, kmGr (Gipskeuper, km1)
Gipsspiegel innerhalb Grabfeld-Formation: (vgl. Anlagen 2.2.1 – 2.2.3)	Gipsspiegel = 50,5 m
Grundwasserstockwerke: (vgl. Anlagen 2.2.1 – 2.2.3)	Oberster Grundwasserleiter mit Druckpotential ca. 9,4 m Tiefe (Stuttgart-Formation) Unterer Grundwasserleiter mit Druckpotential bei ca. 33 m Tiefe (Grabfeld-Formation)
Durchgeführte geophysikalische Messungen: (vgl. Anlage 2.2.4)	a) Messung der natürlichen Radioaktivität (γ-log) und FEL am 29.09.2014 (Büro Voutta)
Durchgeführte hydraulische Tests: (vgl. Anlage 2.2.5)	a) Flowmeter-Test am 29.09.2014 (Büro Voutta) b) Andauernde Beobachtung der Wasserstandsänderungen mit Datenlogger seit 09.10.2014 (vgl. Anlage 3) c) 17. – 20.03.2015 Injektionstest mit Reaktion im Sondenschlauch 3 der EWS 2 (vgl. Abschnitt 3 und Anlage 4.6) d) Pumpversuch am 10.07.2015 im Pegel (Filter 43,0 – 50,0 m): Ruhepotential in 33,01 m u. Gel. (kmGr) Förderrate 0,4 ℓ/s Transmissivät = 1,6 * 10^{-4} m²/s Am Ende des Pumpversuchs wurde eine Grundwasserprobe aus dem Aquifer des Gipskeupers entnommen und dem LGRB BW zur hydrochemischen Analyse übergeben. Details zur Auswertung der einzelnen Tests sind dem Bericht des Büros Voutta in Anlage 2.1.5 zu entnehmen.
Besonderheiten / Vorkommnisse:	Schwierigkeiten beim Aufbohren des Bohrlochs mit Imlochhammer wegen starkem Grundwasserzustrom / Auflandungen an der Bohrlochsohle; es war nur im Luft-Hebe-Verfahren möglich, die Bohrlochsohle vor dem Pegelausbau vollständig freizuräumen.

2.3 Flache Erkundungsbohrung B1b

Die flache Erkundungsbohrung B1b wurde bis in 13,8 m unter Gelände als Vollbohrung ohne Kerngewinn niedergebracht und anschließend zur Grundwassermessstelle innerhalb der Stuttgart-Formation (Schilfsandstein) ausgebaut (NW 5“).

Ausführende Bohrunternehmung:	Heinz Burkhardt GmbH & Co. KG Tulpenstraße 15 75389 Neuweiler Bohrmeister: Herr F. Frenzel
Ausführung der Bohrung:	27.11.2014 – 28.11.2014
Lage der Bohrung:	vgl. Lageplan Anlage 1.2 (Koordinaten s. Anlage 1.3)
Ansatzhöhe:	476,43 m NN (vgl. Anlagen 1.2 und 1.3)
Durchführung der Bohrarbeiten: (vgl. Anlagen 2.3.1 – 2.3.3)	Vollbohrung mit PCD-Meißel (∅ 278 mm) bis 13,8 m Tiefe (≙ 465,60 m NN) Ausbau der Bohrung zur 5“-Messstelle im Schilfsandstein (Filterstrecke von 9,0 m bis 13,2 m)
Durchgeführte hydraulische Tests:	a) Andauernde Beobachtung der Wasserstandsänderungen mit Datenlogger seit 22.12.2014 (vgl. Anlage 3) b) Pumpversuch vom 09.07. – 10.07.2015 im Pegel (Filter 9,0 – 13,2 m): Ruhepotential in 10,94 m u. Gel. (kmSt) Förderrate 0,05 ℓ/s Transmissivät = 0,65 * 10^{-4} m²/s Am Ende des Pumpversuchs wurde eine Grundwasserprobe aus dem Aquifer des Schilfsandsteins entnommen und dem LGRB BW zur hydrochemischen Analyse übergeben. Details zur Auswertung der einzelnen Tests sind dem Bericht des Büros Voutta in Anlage 2.1.5 zu entnehmen.

3 Durchgeführte Sanierungsmaßnahmen mit Begleitmessungen

Als Anlage 4.1 sind die ursprünglichen Bohrprotokolle der Fa. Gungl beigefügt.

Nachdem die beiden Erdwärmesonden im Quartier I anhand der Voruntersuchungen des Büros Voutta von den Fachbehörden und Projektbeteiligten als sanierungsbedürftig ausgewiesen wurden (vgl. Abschnitt 1), wurden vor Beginn der eigentlichen Sanierung noch folgende geophysikalische Messungen an den beiden EWS durchgeführt (vgl. Anlage 4.2):

- 06.10.2014: Messung des Bohrlochverlaufs (Fa. Terratec):
  - EWS 1: nur bis ca. 33,5 m Tiefe in allen 4 Schläuchen befahrbar, dabei bis zu 1,4 m Abweichung aus der Lotrechten mit Verseilung
  - EWS 2: nur bis ca. 34,0 m Tiefe in allen 4 Schläuchen befahrbar, dabei bis zu 1,2 m Abweichung aus der Lotrechten mit Verseilung
- 06.10.2014: Messung der natürlichen Gammastrahlung u. Temperatur (Fa. Terratec)
- 17.10.2014: Erneute K-TRT Messung (Büro Voutta), dabei keine wesentlichen Veränderungen gegenüber Voruntersuchungen
- 21.10.2014: Einbau Glasfaserkabel und K-EGRT (Fa. GTC)

Die eigentlichen Sanierungsarbeiten an den beiden EWS wurden im Zeitraum vom 27.10.14 bis 05.02.2015 von der Fa. Keller Grundbau, Renchen, ausgeführt. Details zum Sanierungsablauf sind in Anlage 4.3 enthalten; ergänzend sind in Anlage 4.7 die Protokolle der Fa. Keller beigefügt. Als Anlage 4.8 ist eine Fotodokumentation zum Sanierungsablauf beigefügt; Anlage 4.9 enthält die dabei zugrunde gelegten Arbeitsanweisungen.

Nachfolgend sind die wichtigsten Informationen zur Sanierung der beiden EWS stichpunktartig aufgeführt:

Ausführende Firma:	Keller Grundbau GmbH Niederlassung Renchen Schwarzwaldstraße 1 77871 Renchen Bauleiter: Herr T. Adler; Polier: Herr D. Heine
Ansatzhöhe:	EWS 1: 479,13 m NN EWS 2: 479,21 m NN (vgl. Anlagen 1.2 und 1.3)
Lage der EWS:	vgl. Lageplan Anlage 1.2 (Koordinaten s. Anlage 1.3)
Tiefe der EWS:	ca. 129 m (≙ ca. 350,2 m NN)
Ausführung der Sanierung: (vgl. Anlage 4.9)	EWS 1: 27.10. – 29.10.2014 u. 16.12.14 – 28.01.2015 EWS 2: 17.11. – 15.12.2014

Sanierungsstrecke:	EWS 1 + 2 jeweils von Endtiefe bis 50 m u. Gel. (≙ Niveau des Gipsspiegels in den Erkundungsbohrungen, s. o.)
Durchführung der Sanierung: (vgl. Anlagen 4.3 und 4.7)	Perforation des Sondenschlauchs mithilfe eines Hochdruckwasserstrahls (1 Schnitt à 30 cm Länge in Längsrichtung des Sondenschlauches je Schneidebene; Schneidschlauch DN 3, Schneiddüse DA 7,5 mm). Durchführung eines WD-Tests bis max. 10 bar nach jedem Schnitt mit Registrierung der Aufnahmemenge. Injektion einer Suspension aus hochsulfatbeständigem Zement (s. u.) durch das perforierte Sondenrohr in den Ringraum der EWS und das umliegende Gebirge mit max. 10 bar Verpressdruck bis Aufnahme < 1 ℓ/min. Reinigen des Rohrpaars mit Spüldüse. Durchführung des nächsten Schnittes (1,5 m über dem vorangegangenen Schnitt).
Monitoring:	Dauerhafte Überwachung der Tiefen-Temperaturprofile in beiden EWS über eingebaute Hybrid-Glasfaserkabel (EWS 1: GFK in Rohr 3; EWS 2: GFK in Rohr 1).
Ausgeführte Schnitte: (vgl. Anlagen 4.3, 4.4 und 4.7)	EWS 1: 55 Schnitte in Rohr 4 und 1 (128,7 – 49,7 m; Höhenabstand 1,5 m) EWS 2: 54 Schnitte in Rohr 4 (128,0 – 50,2 m; Höhenabstand 1,5 m)
Gesamtinjektionsvolumen: (vgl. Anlagen 4.3, 4.4 und 4.7)	EWS 1: 1690 ℓ, dabei: 970 ℓ bei 1. Schnitt in 128,7 – 128,4 m Tiefe 210 ℓ bei 36. Schnitt in 76,5 – 76,2 m Tiefe 110 ℓ bei 48. Schnitt in 58,5 – 58,2 m Tiefe 330 ℓ bei 53. Schnitt in 52,5 – 52,2 m Tiefe EWS 2: 2941 ℓ, dabei: 350 ℓ bei 37. Schnitt in 76,0 – 75,7 m Tiefe 1152 ℓ bei 41. Schnitt in 70,0 – 69,7 m Tiefe 61 ℓ bei 46. Schnitt in 62,5 – 62,2 m Tiefe 168 ℓ bei 47. Schnitt in 61,0 – 60,7 m Tiefe 1091 ℓ bei 49. Schnitt in 58,0 – 57,7 m Tiefe 89 ℓ bei 54. Schnitt in 50,5 – 50,2 m Tiefe Die Abbindewärme der aushärtenden Zementation (Exotherme Reaktion, vgl. Anlage 8.7) war mittels Glasfaserkabelmessungen über den Großteil der Sanierungsstrecken deutlich erkennbar (vgl. Anlage 4.4).

Parameter Zementsuspension:

Zement Sulfadur® Doppel (Fa. Dyckerhoff AG, Wiesbaden) mit Zusatz Sika® Unterwasser-Compound 11 (Fa. Sika Deutschland GmbH)
w/z = 0,65
Zugabe UWC 11 : 0,30 % vom Zementgewicht
Marsh-Zeit: 58 s *(Praxis: 58 – 68 s)*
Dichte: 1,74 g/cm³ *(Praxis: 1,68 – 1,80 g/cm³)*
Absetzmaß: 2,9 % *(Praxis: 2,0 – 3,0 %)*

Die Herstellung der Zementsuspension erfolgte nach den vorgegebenen Parametern und Mischangaben (vgl. Arbeitsanweisungen in Anlage 4.9).

Befahrbarkeit der Sondenrohre (vor / nach Sanierung)[2]:

	EWS 1	EWS 2
Rohr 1	128,6 m / 59,2 m	128,3 m / GFK
Rohr 2	128,4 m / 122,1 m	128,3 m/ 128,6
Rohr 3	47,8 m / GFK	34,5 m / 58,5 m
Rohr 4	128,8 m/ 0 m	128,3 m/ 60,8 m

Zwischen dem Rohrpaar 3 + 4 beider EWS war nach Ende der Sanierung kein Umlauf mehr vorhanden.

Besonderheiten / Vorkommnisse:

- Einfluss durch 1. Zementinjektion in EWS 1 (128,7 – 128,4 m Tiefe) auf EWS 2: Temperaturerhöhung in EWS 2 zwischen 75 m und 95 m auf max. ca. 21°C.
- Festsitzen und Abreißen des Schneidschlauchs beim 5. Schnitt (122,7 – 122,4 m) im Rohr 4 der EWS 1 am 29.10.2014, Bergeversuche bis zum 15.12.14 verbleiben erfolglos. Neue Schneiddüse (DA 7,5 mm) vom 30.10. – 14.11.2014 erfolgreich getestet; Arbeitsanweisung geändert (Einzelschnitt je Schneidebene anstelle Doppelschnitt, dünnerer Schneidschlauch-/ düse). Glasfaserkabel am 15.12.14 von Rohr 1 in Rohr 3 umgehängt (ET = 120 m).
- Zementübertritt bei letzter Injektion in EWS 1 / Rohr 1 (52,5 – 52,2 m) in Rohrpaar 3 + 4, dabei Glasfaserkabel und abgerissener Hochdruckschlauch vollständig einzementiert
- Keine Besonderheiten bei Sanierung in EWS 2
- Sondenrohre nach Abschluss der Sanierung undicht (Wasserstand stellt sich auf ± konstante Höhe ein):

[2] Ergebnisse der Befahrbarkeitstests für Lotkörper der Fa. Keller

EWS 1: ca. 95 m u. Gel. (Rohr 1 + 2)
Rohr 3 + 4 zementiert / nicht messbar

EWS 2: ca. 35,5 m u. Gel. (Rohr 4)
Rohr 3: unterhalb messbarer Tiefe (59 m)

Rohr 1 + 2 weisen jeweils keine Undichtigkeiten auf.

In Anlage 5 sind die Jour-Fixe Protokolle über den Fortgang der Sanierungsarbeiten enthalten.

Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten wurden zur Erfolgskontrolle folgende geophysikalischen Messungen in beiden EWS durchgeführt (vgl. Anlage 4.5):

- 17.10.2014: K-TRT Messung in EWS 2 (Büro Voutta)
- 30.01.2015: K-EGRT Messung über Glasfaserkabel in EWS 1 (Fa. GTC)
- 06.07.2015: Messung Tiefen-Temperaturprofil in EWS 1 + 2 (Fa. GTC)

Aufgrund der nur noch beschränkt vorhandenen Zugänglichkeit und der z. T. fehlenden Umläufigkeit in den Sonden sind die K-TRT- und K-EGRT-Messungen nur begrenzt aussagekräftig (Aufheizen des Systems und Messen des Tiefen-Temperaturprofils im gleichen Rohrpaar jeder EWS). Die nach Ende der Sanierung gemessenen Tiefen-Temperaturprofile zeigen jedoch im Vergleich zum gemessenen Ruhe-Temperaturprofil vor Sanierung eine deutliche Verbesserung und die Ausbildung eines geothermischen Gradienten in beiden EWS.

Des Weiteren wurden aufgrund der Undichtigkeiten noch folgende hydraulischen Tests in beiden EWS sowie den nahegelegenen Bohrungen durchgeführt (vgl. Anlage 4.6):

- 05.02. – 16.02.2015: Wasserstandsmessungen in beiden EWS (Fa. Terratec)
- 17.03. – 20.03.2015: Injektionsversuch in der nahegelegenen Grundwassermessstelle B 1 mit Ausbau im verkarsteten Gipskeuper; dabei deutliche Reaktion in EWS 2, keine Reaktion in EWS 1 (Büro Voutta)
- 20.03. – 27.03.2015: Pumpversuch in der nahegelegenen Grundwassermessstelle B 1a mit Ausbau im oberen Muschelkalk; dabei keine Reaktion in beiden EWS (Büro Voutta)
- 25.08. + 26.08.2015: Faseroptische Temperaturmessungen und Versickerungsversuch in den EWS (Fa. GTC); dabei keine Erkenntnis über Tiefenlage der undichten Schnitte.

4 Zwischenverwahrung der EWS

Zur Beurteilung der durchgeführten Sanierungsarbeiten im Quartier I fanden am 09.02., 16.06. und 29.07.2015 Besprechungen mit den Fachbehörden und Projektbeteiligten beim Landratsamt Böblingen statt. Dabei wurde festgehalten, dass die Sanierungsarbeiten eine entscheidende Verbesserung der Situation hinsichtlich der Hinterfüllung der Sonden und der damit verbundenen Unterbindung von möglichen Wasserwegsamkeiten im Ringraum erzielt haben. Ob die noch verbleibenden Undichtigkeiten (s. o.) noch hebungsrelevante Prozesse auslösen, kann erst nach längerer Beobachtungsdauer beurteilt werden. Während dieser Beobachtungszeit sollen die geschnittenen und undichten Sondenrohre temporär mit einer Bentonit-Spülung verfüllt werden, um eventuelle Wasserlängsläufigkeiten in den Schläuchen zu unterbinden (vgl. Schreiben der Fa. Keller in Anlage 6.1). Der Einbau der Spülung fand im Zeitraum 24.08.2015 bis 09.09.2015 statt; am Ende zeigte sich ein stabiler bzw. stagnierender Suspensionsspiegel in beiden EWS. Um die im Schreiben der Fa. Keller vom 28.07.2015 angesprochene Alterung zu verhindern, soll die Spülung mindestens alle 2 Jahre ausgetauscht werden.

5 Hebungsmessungen über die Dauer des Sanierungszeitraums

Im Zeitraum Februar 2014 bis September 2015 wurden von der Fa. Airbus Defence & Space satellitenbasierte Hebungsmessungen durchgeführt. Für das nördliche Hebungsgebiet (Quartier I) ergaben diese infolge der EWS-Sanierung eine Reduktion der Hebungsrate von ca. 66 mm/a auf ca. 25 mm/a, die zeitlich und räumlich sehr gut mit dem Ende der Sanierungsmaßnahmen in den beiden EWS in der Siemensstraße korreliert.

Für die noch laufenden Sanierungsarbeiten im südlichen Hebungsgebiet (Quartier II bis IV) zeigt sich bereits eine ebenfalls deutlich abnehmende Hebungsrate. Der Bericht der Fa. Airbus Defence & Space mit Datum vom 05.10.2015 ist als Anlage 7 beigefügt.

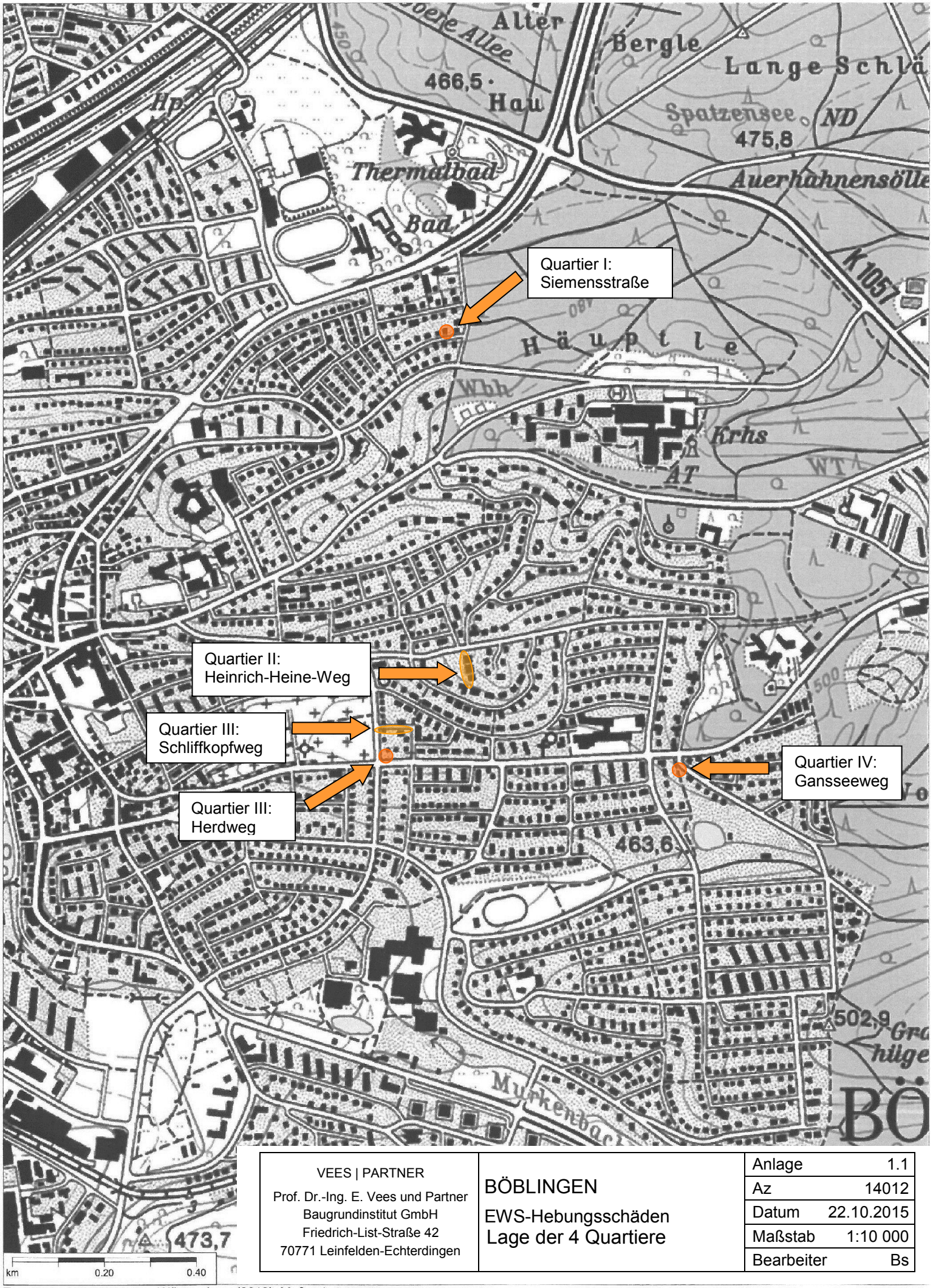
Zur genauen Dauer der weiteren Beobachtungszeit und zu den Maßnahmen nach Abschluss der Beobachtung wurden bisher keine Festlegungen getroffen. Die Hebungsmessungen (terrestrisch und satellitengestützt) werden jedoch so lange fortgeführt, bis die Geländehebungen weitestgehend zum Stillstand gekommen sind.

Leinfelden-Echterdingen, 22. Oktober 2015

Dipl.-Geol. Dr. K. Kleinert

Dr. Klaus Kleinert
Von der Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie
Öffentl. best. u. vereid. Sachverständiger

Dipl.-Geol. P. Branscheid



VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden-Echterdingen	BÖBLINGEN EWS-Hebungsschäden Lage der 4 Quartiere	Anlage 1.1 Az 14012 Datum 22.10.2015 Maßstab 1:10 000 Bearbeiter Bs

Top. Karte 1:25000 Baden-Württemberg (2012), Maßstab 1:10000

© Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2007

B 7320/126 + 220
2 EKB á 148,5 m / 775 m (06/1905)
Thermalbad BB

Ansatzhöhe	459,42 - 459,65 m NN
OK km1	457,4 - 457,7 m NN
OK ku	357,4 - 356,7 m NN
OK mo	337,4 - 338,7 m NN
Gipsspiegel	368,4 - 376,7 m NN
Anhydritsp.	361,4 m NN

B 7320/1268+1269
2 EWS (08/2010)
Siemensstraße 11

Ansatzhöhe	479,20 m NN
OK km3u	479 m NN
OK km	464 m NN
ET = 129,0 m	350,2 m NN
Gipsspiegel	428 m NN
Anhydritsp.	421 m NN

B1a

Ansatzhöhe	476,43 m NN
OK km3u	475,5 m NN
OK km2	468,8 m NN
OK km1	466,2 m NN
OK EST	466,2 m NN
OK MGH	432,3 m NN
OK DRM	394,3 m NN
OK BH	380,2 m NN
OK GGS	375,7 m NN
OK ku	361,4 m NN
OK mo	342,5 m NN
ET = 144,8 m	331,6 m NN
Gipsspiegel	427,1 m NN
Anhydritsp.	420,4 m NN
mo - Wst.	~ 391,0 m NN

B1b

Ansatzhöhe	479,40 m NN
OK km3u	478,4 m NN
OK km2	470,4 m NN
ET = 13,8 m	456,6 m NN
km2 - Wst.	~ 468,5 m NN

B1

Ansatzhöhe	479,29 m NN
OK km3u	478,8 m NN
OK km2	470,2 m NN
OK km1	465,9 m NN
OK EST	465,9 m NN
OK MGH	431,1 m NN
ET = 52,55 m	426,7 m NN
Gipsspiegel	428,8 m NN
km1- ob. Wst.:	~ 447,3 m NN

EWS 1
EWS 2

Altinger Straße
Siemensstraße
Bunsenstraße
Robert-Bosch-Straße
WEG
ANL
BPL
WBF

EWS 1 und EWS 2 = bestehende Erdwärmesonden
B1 = Kernbohrung mit Ausbau zur Grundwassermessstelle (NW 5") im Gipskeuper (km1)
B1a = Kernbohrung mit Ausbau zur temporären Grundwassermessstelle (NW 5") im Oberen Muschelkalk (mo)
B1b = Vollbohrung mit Ausbau zur Grundwassermessstelle (NW 5") im Schilfsandstein (km2)

VEES I PARTNER
Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH
Friedrich-List-Straße 42
70771 Leinfelden - Echterdingen
Tel. 0711 - 79 73 50 - 0

BÖBLINGEN

EWS-Hebungesschäden Gebiet Nord (Quartier I)

Anlage	1.2
Maßstab	1:1000
Az	14012
Datum	22.10.2015
Bearb.	Bs

Koordinatenliste

Projekt: Hebungsgebiete Böblingen
Einmessung der Grundwassermessstellen
gemessen 2015

letzter Eintrag: 24.02.2015

Meßstelle / Station/Nr.	Bemerkung	Lagekoordinate Re	Lagekoordinate Ho	Höhe Z	Messdatum
		Bezug: GK3		*NN-Höhe*	
B1		3502093,580	5394902,661	479,292	24.2.15
				OK Deckel	
B1a		3502129,296	5394936,526	476,429	5.11.14
				OK Arbeitsebene	
B1b		3502104,653	5394904,219	479,404	24.2.15
	Siemensstr. / Waldweg			OK Deckel	
EWS 1		3502071,838	5394902,032	479,127	24.2.15
	vor Geb. Siemensstr. 11			OK Gelände	
EWS 2		3502077,079	5394903,090	479,213	24.2.15
	vor Geb. Siemensstr. 11			OK Gelände	

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Ergebnisse aus der tiefen Erkundungsbohrung B1a
(temporäre 5“- Messstelle mit Ausbau im oberen Muschelkalk)

2.1.1 Schichtprofil LGRB
2.1.2 Fotodokumentation der Bohrkerne
2.1.3 Messstellenausbauschema
2.1.4 Geophysikalische Messungen (Fa. Terratec / Büro Voutta)
2.1.5 Hydraulische Tests (Büro Voutta)
2.1.6 Tagesberichte Fa. Burkhardt
2.1.7 Fotodokumentation Bauablauf
2.1.8 Besprechungsprotokolle

Regierungspräsidium Freiburg
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Az.:

B O H R P R O F I L

Bezeichnung:	B 1a (mo) Böblingen	**TK 25 Nr.:**	7320	**Archiv-Nr.:**	2199
Projekt:	EWS-Hebungsschäden	**Blatt:**	Böblingen		
Lage:	Siemensstr. / Altinger Str., Flst-nr: 5766	**Koordinaten** (geodät. eingemessen)			
		R: 3502129,296		**H:** 5394936,526	
Gemeinde:	Böblingen	**Höhen** (geodät. eingemessen)			
Teilort:		**Ansatzpunkt:**	476,429	m ü. NN	
Kreis:	Böblingen	**Messpunkt:**		m ü. NN	
Geol. Aufnahme:	4.10.2014 – 04.03.2015	**Ruhewasserspiegel:**		m u. A.	
Bearbeiter:	Zedler, Nitsch (109 m – 126 m)			m ü. NN	
Bohrfirma:	Burkhardt			m ü. NN	
				m ü. NN	
Bohrverfahren (m u. A./Ø mm)**:**	Kernbohrung	**Endteufe:**	145	m u. A.	

Filterstrecken (m u. A./Ø mm)**:**

Abdichtungen (m u. A.)**:**

Bemerkungen: Aufnahme zwischen 109 m und 126 m durch Dr. Nitsch

Kurzprofil (mit stratigr. Deutung):

0 - 0,10 m: Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung), qhy
- 0,95 m: Hanglehm (Fließerde), qfl
- 7,60 m: Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel), kmSw
- 10,20 m: Stuttgart-Formation (Schilfsandstein i. w. S.), kmSt
- 13,51 m: Obere Bunte Estherienschichten, kmOBE
- 28,50 m: Graue Estherienschichten, kmGES
- 44,15 m: Untere Bunte Estherienschichten, kmUBE
- 82,10 m: Mittlere Grabfeld-Formation (Mittlerer Gipshorizont), kmGm
- 96,24 m: Dunkelrote Mergel, kmDRM
- 100,75 m: Bochingen-Horizont, kmBH
- 110,25 m: Plattengips der Grundgipsschichten, kmGIp
- 115,04 m: Felsengips der Grundgipsschichten, kmGIf
- 115,25 m: Grenzdolomit (eigentlich dessen aufgearbeitetes Material), kuD
- 118,40 m: Grüne Mergel, kuGRM
- 118,60 m: Böhringen-Sulfat, kuBS

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 120,55 m: Oberer Linguladolomit, kuLdo
- 121,65 m: Unterer Linguladolomit (mit Äqu. des Lingulasandsteins), kuLdu
- 122,30 m: Obere Graue Mergel, kuOGM
- 123,60 m: Anoplophoradolomite, kuAd
- 124,58 m: Untere Graue Mergel, kuUGM
- 125,45 m: Anthrakonitbank, kuAk
- 126,39 m: Sandige Pflanzenschiefer, kuSPS
- 131,66 m: Estherienton, kuES
- 133,89 m: Basisschichten, kuB
- 143,06 m: Trigonodusdolomit, moD
- 145,00 m: Künzelsau-Schichten, moK

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

Teufe (m u. A.)**:** Gesteinsart (Haupt-, Nebengemengeteile usw.), Farbe, Gefüge, Verwitterungsgrad, Konsistenz, Fossilinhalt, Klüftung u. a.

Quartär

Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung)

0 - 0,10 m Steine, sandig, grau bis gelbgrau (Bohrplatzauffüllung)

Hanglehm (Fließerde)

- 0,30 m Ton, schluffig, grusig bis steinig, braun, durchwurzelt , mit zahlreichen Tonsteinbröckchen, graue Dolomitsteinbrocken bis max. 5 cm Ø
- 0,95 m Ton, schwach schluffig, braun bis rötlich braun, steif, mit zahlreichen kleinen Tonstein- und Dolomitsteinbröckchen, z.T. kohlige schwarzgraue Schmitzen, unten mit Sandsteinbröckchen

Keuper

Mittelkeuper

Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel)

Rote Wand

- 2,40 m Tonstein, schluffig, z.T. Tonmergelstein, weitgehend zersetzt zu Schluff, tonig, rotbraun bis rotviolett, z.T. grünfleckig, weich, kleinstückig bis stückig
- 3,00 m Tonstein, schluffig, z.T. Tonmergelstein, grüngrau und rotviolett marmoriert, stückig zerbohrt,
  bei 2,50 m: 2 cm starke Lage aus Dolomitstein, grau, hart, stückig zerbohrt
- 3,40 m Tonstein, schluffig, grüngrau und rotviolett marmoriert, unten zunehmend grüngraufleckig, stückig zerbohrt
- 4,00 m Tonstein, rotbraun und grüngrau, feinschichtig, mit mm- dünnen, beigefarbenen GAR-Lagen, angewittert und z. T. tonig zersetzt , stückig zerbohrt
- 4,75 m Ton, schluffig, rotviolett und grüngrau, weich, mit festen Tonsteinbröckchen und Brocken (zersetzter Tonstein), in unteren 3 cm mit rostfarbenen FeOOH-Belägen und Krusten
- 5,40 m Tonstein, schluffig, rotbraun bis rotviolett, z. T. grüngrau fleckig, kleinstückig bis stückig zerbohrt
- 5,48 m Tonstein, hell grüngrau
- 6,00 m Tonstein, schluffig, rotviolett und grüngrau marmoriert, z.T. mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Schicht- und Kluftflächen, stückig zerbohrt

Beaumont-Horizont

- 6,60 m Ton, schluffig, rotviolett und grüngrau, weich, mit festen Tonsteinbröckchen (zersetzter Tonstein), GAR-Reste
- 6,80 m Tonstein, grüngrau und rotviolett marmoriert, verstürzt und bröckelig, weich, z.T. zersetzt

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 7,18 m Ton, schluffig, rotbraun bis rotviolett, weich, mit festen Tonsteinbröckchen (zersetzter Tonstein), GAR-Reste
- 7,60 m Tonstein, schluffig, weitgehend zersetzt zu Ton, schluffig, mit Tonsteinbröckchen, rotviolett und grüngrau, verstürzt und bröckelig, hell ockerfarbene GAR-Reste

Stuttgart-Formation (Schilfsandstein i. w. S.)

Dunkle Mergel

- 8,60 m Tonstein, schluffig, violettbraun bis rotbraun, +/- Hellglimmerflitter, stückig zerbohrt
- 8,76 m Tonstein, schluffig, grüngrau und rotbraun, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig, mit Tonsteinbröckchen, +/- Hellglimmerflitter, stückig zerbohrt

Schilfsandstein

- 9,65 m Tonstein, schluffig, z.T. feinsandig, grüngrau mit rotbraunen Schlieren und Lagen, lagenweise mit gelblichen bis hellgrauen Sandflasern, +/- Hellglimmerflitter, steilstehende Klüftung, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Kluft- und Schichtflächen, untere 30 cm stückig
- 9,85 m Tonstein, feinsandig, schluffig, grüngrau mit rotbraunen Flecken und Schlieren
- 10,20 m Tonstein, feinsandig bis Feinsandstein, tonig, grüngrau

Grabfeld-Formation (Gipskeuper)

Obere Bunte Estherienschichten

- 11,00 m Tonstein, schluffig, dunkel violett, stückig zerbohrt, unten kleinstückig
- 11,20 m Tonstein, grüngrau und violett marmoriert, stückig bis kleinstückig zerbohrt
- 11,00 m Tonstein, dunkel violett, z.T. grünfleckig, stückig zerbohrt
- 11,38 m Dolomitstein, tonig, gelblich grau und braungrau, stückig zerbohrt
- 11,60 m Tonstein, dunkel violett, grüngrau fleckig, mit Tonstein, dolomitisch, ockergrau bis braungrau, kleinstückig zerbohrt
- 11,70 m Tonstein, rotbraun bis rotviolett und grüngrau, zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen, verstürzt, kleinstückig
- 11,90 m Tonstein, dolomitisch, ockergrau bis grau, bröckelig, verstürzt, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Kluft- und Schichtflächen, kleinstückig
- 12,75 m Tonstein, schluffig, rotbraun mit grüngrauen Schlieren, bröckelig, stückig
- 13,51 m Tonstein, rotbraun und graugrün marmoriert, im oberen Drittel vereinzelt karbonatische Knollen

Graue Estherienschichten

- 13,51 m Tonstein, dolomitisch, grünlich grau, fest - hart
- 13,80 m Tonstein, grünlich grau mit rötlichen Schlieren, bröckelig
- 13,90 m Tonstein, dolomitisch, ockergrau, z.T. grünlich grau, geklüftet, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 14,13 m Dolomitmergelstein, ockergrau bis gelblichgrau, massig, stückig zerbohrt, einzelne Kernscheiben
  bei 13,00 m: Lage von Tonstein, dolomitisch, ockergrau bis grünlich grau
- 14,85 m Tonstein, z.T. dolomitisch, grau bis dunkelgrau, hart, klüftig, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen
- 15,00 m Tonstein, grau bis dunkelgrau, stückig zerbohrt
- 15,10 m Tonstein, z.T. dolomitisch, grau bis dunkelgrau, hart, klüftig, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen
- 15,33 m Dolomitstein, grau, massig, hart, klüftig, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen
- 15,65 m Tonstein, dolomitisch, grau bis dunkelgrau, hart, klüftig, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen, stückig zerfallend
- 15,85 m Tonstein, dolomitisch, ockerbraun, bröckelig, kleinstückig, teils zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Bröckchen
- 16,25 m Tonstein, dunkel grünlich grau, ockerfarbene Beläge und Lagen, bröckelig
- 16,40 m Tonstein, grau bis dunkelgrau, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen
- 18,70 m Tonstein dunkelgrau, massig, fest - hart, klüftig, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen, überwiegend Kernscheiben, z.T. stückig, unten kleinstückig,
  von 18,30 m bis 18,50 m: stärker zersetzt: Ton, schluffig, grau bis dunkelgrau, mit festen Tonsteinbrocken
- 18,95 m Ton, schluffig, dunkelgrau bis schwarzgrau, mit festen Tonsteinbröckchen (zersetzter Tonstein)
- 19,13 m Tonstein, schluffig, schwarzgrau, bituminös
- 19,50 m Tonstein, schluffig, grünlich grau bis grau, bröckelig, mit ocker bis rostfarbenen Belägen, stückig, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen
- 23,00 m Tonstein, grau, massig, geschichtet, fest - hart, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen, stückig bis grobstückig,
  einzelne Lagen zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen
- 23,15 m Tonstein, schwarzgrau, bituminös, feingeschichtet
- 23,40 m Tonstein, schluffig, grünlich grau, bröckelig
- 26,65 m Tonstein, grau bis dunkelgrau, z.T. dunkel grünlich grau, fest – hart, einzelne Lagen stärker verwittert und bröckelig, Kernstücke, z.T. grobstückig, abschnittsweise steilstehende Klüftung, mit hellem bis durchsichtigem Kalkspat-Besatz
- 27,80 m Tonstein, schwarzgrau, bituminös, feingeschichtet, in unteren 40 cm mit beigen bis ockerfarbenen schluffigen Lagen und Schlieren
- 28,50 m Tonstein, z. T. schluffig, dunkel grünlich grau bis dunkelgrau, stückig zerbohrt

Untere Bunte Estherienschichten

- 28,75 m Tonstein, blass grüngrau bis ockergrau, z.T. blass rotviolett, teils zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen, verstürzt

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 29,30 m Tonstein, dolomitisch, grünlich grau, hart, steilstehende Klüftung, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen
- 29,77 m Dolomitstein, grau bis grünlich grau, hart, klüftig, Klüfte mit rostfarbenen FeOOH-Belägen (**Estherienbank**)
- 30,10 m Tonstein, dolomitisch, grünlich grau, hart, steilstehende Klüftung, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen
- 30,38 m Tonstein, grüngrau und rotbraun marmoriert, nach unten überwiegend rotbraun
- 30,80 m Tonstein, dunkel grüngrau, fest-hart, geklüftet, z.T. dünne karbonatische Kluftbeläge (Kalkspat)
- 31,90 m Tonstein, rotbraun, z.T. grüngrauen Flasern und Schlieren
- 32,00 m Tonstein, dunkel grüngrau und dunkel violett marmoriert, stückig zerbohrt
- 32,24 m Tonstein, grüngrau bis dunkel grüngrau, stückig bis kleinstückig zerbohrt
- 32,60 m Tonstein, dunkel violett, dunkel grüngrau-fleckig, stückig zerbohrt
- 32,00 m Tonstein, dunkel grüngrau und dunkel violett marmoriert, stückig zerbohrt
- 33,50 m Tonstein, z.T. schluffig, dunkel violett und dunkel grüngrau marmoriert, nach unten zunehmend dunkel violett, bröckelig, stückig, Kerngewinn ca. 50 %
- 33,65 m Tonstein, schluffig, rotbraun, mit dunkel grüngrauen Flecken
- 33,77 m Dolomitstein, grau, massig, hart, geklüftet mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen
- 34,00 m Dolomitstein, grau, mit Tonstein, grünlich grau und rotbraun, Kern komplett kleinstückig zerbohrt, Kerngewinn ca. 15 %
- 34,25 m Tonstein, grüngrau mit rotbraunen Schlieren, ockerfarbene Beläge, bröckelig, verstürzt, beige bis ockerfarbene GAR-Reste
- 35,00 m Tonstein, rotbraun und dunkel grüngrau, mit Dolomitstein, grau bis graubraun, Kern komplett kleinstückig bis stückig zerbohrt, Kerngewinn ca. 20%
von 34,60 m bis 34,75 m: Probe (Dolomitstein?), darüber und darunter häufiger Dolomitsteinbrocken
- 35,20 m Tonstein, schluffig, dunkel graugrün, z.T. rotbraun, bröckelig, verstürzt, reichlich hell ockerfarbene und beige GAR-Nester und Schlieren
- 36,25 m Tonstein, dunkel grüngrau und rotbraun marmoriert, nach unten rotbraun, bröckelig, z.T. verstürzt, dünne hell ockerfarbene GAR-Lagen und Schlieren
- 36,45 m Dolomitstein, tonig, grau, hart, geklüftet mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen, stückig zerfallend
- 36,60 m Tonstein, dunkel violett und dunkel grünlich grau, bröckelig, einzelne dünne hell ockerfarbene bis beige GAR-Lagen
- 37,35 m Tonstein, rotbraun, hart, z.T. mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Kluftflächen, oben stückig
- 37,50 m Tonstein, nach unten zunehmend dolomitisch, dunkel grüngrau, oben rotbraunfleckig, geklüftet, z.T. karbonatische Kluftbeläge (Kalkspat), stückig zerbohrt

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 37,70 m Dolomitstein, grau, geklüftet mit karbonatischen Kluftbelägen (Kalkspat), stückig zerfallend
- 38,00 m Tonstein, z.T. dolomitisch, dunkelgrau, bröckelig, Kern komplett kleinstückig bis stückig zerlegt, Kerngewinn ca. 25 %
- 38,20 m Tonstein, schluffig, dunkel violett und grüngrau marmoriert, bröckelig
- 39,30 m Tonstein, rotbraun, klüftig, hart, z.T. grobstückig zerlegt, einzelne Lagen und untere 15 cm bröckelig und tonig zersetzt
- 40,60 m Tonstein, grüngrau, fest-hart, geklüftet mit karbonatischen Kluftbelägen (Kalkspat), stückig bis kleinstückig zerbohrt, obere 50 cm Vollkern
- 41,00 m Tonstein, rotbraun, nach unten dunkel graugrün fleckig, steilstehende Klüftung mit karbonatischen Kluftbelägen (Kalkspat)
- 41,06 m Dolomitstein, grau, massig, hart
- 41,65 m Tonstein, rotbraun, unten mit graugrünen Schlieren, geklüftet mit karbonatischen Kluftbelägen (Kalkspat),oben bröckelig, stückig, ab 41,40 m Vollkern
- 41,80 m Tonstein, dunkel grüngrau und rotbraun marmoriert, bröckelig, stückig, geklüftet mit karbonatischen Kluftbelägen (Kalkspat
- 42,35 m Tonstein, dunkel grüngrau, z.T. rotbraue Schlieren und Flecken, stückig, untere 25 cm : zersetzt zu Ton, schluffig mit festen Tonsteinbröckchen
- 43,40 m Tonstein, rotbraun, mit dunkelgrünen Flecken

Engelhofen-Horizont (?)

- 44,15 m Tonstein, z.T. Tonstein, dolomitisch, grüngrau, lagenweise grauviolett, bröckelig, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig

Mittlere Grabfeld-Formation (Mittlerer Gipshorizont)

- 44,75 m Tonstein, rotbraun mit grüngrauen Schlieren und Lagen, bröckelig, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig mit festen Tonsteinbröckchen
- 44,90 m Tonstein, dunkel grüngrau, lagenweise dunkel violett, bröckelig, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig mit festen Tonsteinbröckchen
- 45,00 m GAR-Lagen, schluffig, beige bis grünlich, mit dünnen rotbraunen und grüngrauen Tonsteinlagen
- 45,12 m Tonstein, grüngrau, bröckelig, verstürzt, reichlich hell ockerfarbene bis beige GAR-Reste, z.T. rostfarbene FeOOH-Beläge
- 45,30 m Tonstein, rotbraun bis braun, undeutlich geschichtet, stückig zerfallend, hell ockerfarbene bis beige GAR-Schlieren und dünne -Lagen
- 45,73 m Tonstein, grüngrau und rotbraun, bröckelig, verstürzt, z.T. zersetzt zu Ton, schluffig mit festen Tonsteinbröckchen, vereinzelt GAR-Reste
- 46,60 m Tonstein, rotbraun bis rotviolett, z.T. mit grüngrauen Schlieren, z.T. bröckelig, verstürzt
- 46,90 m Tonstein, grau bis grünlich grau, geschichtet, z.T. bröckelig, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Kluftflächen, stückig

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 47,75 m Tonstein, rotviolett bis rotbraun, v.a. oben mit graugrünen Schlieren und Flecken, z.T. bröckelig, z.T. mit rostfarbenen FeOOH-Belägen, stückig, lagenweise mit hellen GAR-Resten, dort dann verstürzt erscheinend
- 47,85 m Tonstein, graugrün, reichlich hell ockerfarbene bis beige GAR-Schlieren, verstürzt
- 48,35 m Tonstein, rotviolett und graugrün marmoriert, bröckelig, geklüftet
- 48,40 m Tonstein, dolomitisch, rötlich grau
- 48,65 m Tonstein, graugrün und rotviolett marmoriert, teils dunkelgrau, bröckelig, mit dünnen, hell ockerfarbenen bis beigen GAR- Lagen, v.a. oben mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Schichtflächen
- 49,00 m Tonstein, rotbraun bis rotviolett, mit graugrünen Schlieren, bröckelig, verstürzt
- 49,35 m Tonstein, dunkel graugrün und dunkelgrau, z.T. braungrau, bröckelig, verstürzt, reichlich hell ockerfarbene bis beige GAR-Reste
- 49,70 m Tonstein, grüngrau und grau, z.T. dunkel violettfleckig, mit dünnen Lagen aus Gipsstein (Marienglas), oben stückig zerbohrt
- 49,90 m Tonstein, grüngrau und grau, mit rotvioletten Lagen und Schlieren, dünne durchsichtige bis weißliche Marienglaslagen, z.T. lagig angeordnete rosa und weißliche Gipsknollen und –knoten bis 1 cm Ø, nach unten zunehmend weißlich graue Gipssteinlagen bis 2,5 cm
- 50,40 m Tonstein, grau und grünlich grau, wechsellagernd mit Gipsstein, weißlich grau bis grau, in Lagen bis max. 5 cm, vereinzelt dünne weißliche Fasergipslagen
- 50,43 m Gipsstein grau, mit mm-dünnen Lagen aus Tonstein, grau und grünlich grau
- 50,74 m Tonstein, grüngrau und rotbraun, mit zahlreichen, teils schrägstehenden dünnen weißlich grauen Gipssteinlagen, unten weißliche Gipsknoten bis ca. 0,75 cm Ø, dünne weißliche Fasergipslagen
- 50,78 m Gipsstein, weißlich grau
- 50,88 m Tonstein, grüngrau und rotbraun, mit zahlreichen, teils schrägstehenden dünnen weißlich grauen und rosa Gipssteinlagen, weißliche Gipsknoten bis ca. 0,75 cm Ø, dünne weißliche Fasergipslagen
- 50,91 m Gipsstein, weißlich grau, mit dunkel grüngrauen Tonsteinflasern
- 51,67 m Tonstein, dunkel grüngrau, unten mit dünnen weißlichen und rosa Gipssteinlagen, reichlich dünne Marienglaslagen, z.T. stückig zerfallend
- 52,14 m Tonstein, dunkelgrau, mit rosa und weißlichen Gipsknollen und -linsen bis ca 15 cm, reichlich mm- dünne, weißlichen Fasergipslagen,
  an Basis: Lage aus knolligem Gipsstein
- 52,54 m Tonstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit Gipsstein, weißlich grau bis grau, in teils welligen, 2-5 cm, max. 10 cm starken Lagen, in Tonsteinlagen rosa Gipsknollen bis 2 cm Ø , reichlich dünne, weißliche Fasergipslagen
- 52,85 m Gipsstein, grau, hart, unten mit dünnen dunkelgrauen Tonsteinlagen
- 53,70 m Kein Kern (Probe entnommen KIT Karlsruhe)
- 53,95 m Tonstein, grau, in der Mitte rötlich, nach unten zunehmend mit bis 5 cm starken, grauen Gipssteinlagen, bis 3 mm starke weißliche Fasergipslagen
- 54,00 m Kein Kern, Probe entnommen (Gipsstein)

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 54,40 m Tonstein, dunkelgrau, z.T. mit rotbraunen Schlieren, mit bis 2 cm starken, grauen und weißlich grauen Gipssteinlagen, in Tonsteinlagen weißliche und rosa Gipsknollen bis 2 cm Ø, reichlich mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 54,50 m Gipsstein, grau und weißlich grau, massig, oben und unten mit dünnen, graugrünen Tonsteinlagen
- 54,80 m Tonstein, dunkelgrau, mit bis 3 cm starken, unregelmäßigen grauen und weißlich grauen Gipssteinflasern und -lagen, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 55,00 m Tonstein, z.T. dolomitisch, dunkelgrau, wechsellagernd mit Gipsstein, weißlich grau bis grau, in cm-starken Lagen, einzelne dünne, weißliche Fasergipslagen
- 55,12 m Tonstein, dunkelgrau, einzelne dünne graue und weißlich graue Gipssteinlagen, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 55,20 m Gipsstein, grau und weißlich grau, mit dünnen, dunkelgrauen Tonsteinlagen, mm-dünne, teils steilstehende, weißliche Fasergipslagen
- 55,27 m Tonstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit Gipsstein, grau, in bis cm-starken Lagen, einzelne dünne, weißliche Fasergipslagen
- 55,20 m Gipsstein, grau und weißlich grau, mit bis 2 cm starken, dunkelgrauen Tonsteinlagen, mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
- 55,90 m Gipsstein, grau und weißlich grau, Schichtung wellig bis verwürgt, mit dünnen, dunkelgrauen Tonsteinlagen, mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
- 56,34 m Tonstein, dunkelgrau, mit dünnen grauen Gipssteinlagen, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
  bei 56,00 m: 5 cm starke Gipssteinlage
- 56,40 m Anhydritstein, grau, massig, hart
- 56,45 m Tonstein, dunkelgrau, mit dünnen grauen Anhydritsteinlagen, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 56,80 m Anhydritstein, grau, massig, hart, mit dünner dunkelgrauer Tonsteinzwischenlage, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 56,94 m Tonstein, dunkelgrau, mit grauen Anhydritflasern, weißliche und rosa Gipssteinknöllchen bis 1 cm Ø, mm-dünne Fasergipslagen
- 56,98 m Ton, schluffig, grüngrau (komplett zersetzter Tonstein), dünne Fasergipslagen
- 57,00 m Gipsstein, grau
- 57,30 m Tonstein, dunkelgrau bis dunkel grünlich grau, lagenweise Anhydritstein, grau, mm-dünne weißliche Fasergipslagen, steilstehende Klüftung
- 57,80 m Tonstein, dunkel grünlich grau bis dunkelgrau mit dunkel violetten Schlieren, lagenweise zersetzt zu Ton, schluffig, grau, unten mit weißlicher bis rosafarbener Gipssteinlage, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 58,02 m Tonstein, dunkel violett und dunkel grüngrau mit dünnen hellgrauen und grauen Anhydritsteinlagen, nach unten hin zunehmend mit lagig angeordneten hellgrauen Anhydritsteinknoten, einzelne dünne weißliche Fasergipslagen
- 58,10 m Anhydritstein, grau bis rötlich grau, oben und unten wenige dunkle Tonsteinlagen, untergeordnet kleine weißliche bis graue Gipsknoten

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 58,35 m Tonstein, dunkel grünlich grau bis dunkelgrau, in bis 2 cm starken Lagen zersetzt zu Ton, schluffig, grau, dünne weißlich graue bis graue Anhydritsteinlagen, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 58,65 m Tonstein, dunkelgrau, z.T. dunkel rotbraun, bis 7 cm große weißlich graue bis graue Anhydritknollen und –flasern, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 58,98 m Anhydritstein, grau, oben flaserig, in der Mitte mit einzelnen bis 2 mm starken weißlichen Gipssteinlagen, nach unten mit dünnen dunklen Tonsteinlagen
- 59,80 m Tonstein, dunkel grüngrau, in einzelnen, in bis 2 cm starken Lagen zersetzt zu Ton, schluffig, grau bis grünlich grau, mit dünnen grauen Anhydritsteinlagen, -Flasern und –Knollen bis 6 cm Ø, v.a. oben mit dünnen weißlichen Fasergipslagen
  von 59,33 m bis 59,45 m: lagenweise Anhydritstein, tonig, grau
- 59,86 m Tonstein, dunkelgrau, mit grauen Anhydritflasern, z.T. lagig angeordnet
- 60,03 m Anhydritstein, grau, v.a. oben tonflaserig, einzelne mm-dünne dunkelgraue Tonsteinlagen
- 60,09 m Tonstein, dunkelgrau, mit einzelnen dünnen grauen Anhydritsteinflasern und -lagen bis 0,5 cm Ø
- 60,12 m Anhydritstein, grau, massig, wellig bis unebene Schichtober- und Unterseite
- 60,17 m Tonstein, dunkelgrau bis dunkel violettgrau, mit weißlichen Gipsknollen bis 5 cm Ø, graue Anhydritsteinlinsen und-knollen, teilsweise vergipst
- 60,38 m Tonstein, dunkel grüngrau mit dunkel violetten Schlieren, einzelne weißliche bis durchsichtige mm-starke Fasergipslagen
- 60,78 m Tonstein, dunkel violettgrau bis dunkel rotbraun mit dunkelgrünen Schlieren und Lagen, in einzelnen, in bis 1,5 cm starken Lagen zersetzt zu Ton, grau bis violettgrau, kleine weißliche Gipslinsen und –knoten, dünnen hellgraue und graue Anhydritsteinlagen, einzelne dünne weißliche Fasergipslagen, in der Mitte Kern mit ca. 45° einfallender Klüftung
- 60,81 m Kein Kern, Probe entnommen (Anhydritstein, +/- Gips)
- 60,92 m Tonstein, dunkelgrau bis dunkel grüngrau, einzelne graue Anhydritflasern, wenige steilstehende, mm-dünne Fasergipslagen
- 61,00 m Tonstein, dunkelgrau bis dunkel grüngrau, zahlreiche weißliche feinkristalline Anhydritflasern und dünne Lagen, z.T. rosa bis orangefarbene Gipssteinflasern
- 61,21 m Anhydritstein, tonig, grau, mit dünnen dunkelgrauen Tonsteinflasern
- 61,25 m Tonstein, dunkelgrau grüngrau und dunkel violett, einzelne graue Anhydritflasern und -schlieren
- 61,30 m Anhydritstein, grau, massig
- 61,45 m Tonstein, dunkel grüngrau, einzelne bis 2 mm dünne graue Anhydritsteinlagen und -flasern
- 61,92 m Tonstein, dunkel grüngrau bis dunkelgrau, zahlreiche, teils wellige, weißliche und graue Anhydritsteinlagen, Anhydritflasern und –knollen, Anhydritsteinanteil ca. 25-30 %
- 62,00 m Anhydritstein, dolomitisch, grau, hart

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 62,34 m Tonstein, dunkel grüngrau bis grüngrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, weißlich und grau, in bis 1 cm starken Lagen, in der Mitte wellig, nach unten Anhydritsteinanteil abnehmend, insgesamt Anhydritsteinanteil ca. 40%
- 62,38 m Anhydritstein, weißlich grau bis grau, knollig bis knotig, mit einzelnen weißen Gipsknoten, an Basis: 0,5 cm-starke dunkelgraue Tonsteinlage
- 62,50 m Tonstein, rotbraun, zahlreiche weißliche und graue, knollige bis knotige Anhydritsteinlagen, sowie kleinen, lagig angeordneten Anhydritkoten, am Top: 1 cm starke, knollige, tonflaserige Anhydritsteinlage
- 62,53 m Kein Kern, Probe entnommen (Anhydritstein)
- 62,58 m Tonstein, rotbraun, weißliche und hellgraue Anhydritflasern bis 1,5 cm
- 64,18 m Tonstein, dunkel grüngrau, z.T. mit rotbraunen Schlieren, Flecken und Lagen, in einzelnen cm-starken Lagen zersetzt zu Ton, schluffig, violettgrau, einzelne, bis 1 cm starke Lagen aus knolligem weißlich grauem Anhydritstein, zwischen 62,58 m und 63,00 m: lagig angeordnete weißliche Anhydritknöllchen, darunter zwischen 63,00 m und 63,60 m: mit weißlichen Anhydritknollen bis 5 cm Ø, bis ca. 63,00 m: mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
- 64,37 m Tonstein, dunkel grüngrau, unten mit rotbraunen Schlieren, weißlich graue Anhydritflasern und -knollen bis 5 cm Ø, mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
- 64,56 m Tonstein, rotbraun, nach unten mit grüngrauen Schlieren, oben mit lagig angeordneten weißlich grauen Anhydritknöllchen, darunter mehrere bis 1,5 cm starke Lagen aus grauem Anhydritstein
- 64,85 m Tonstein, rotbraun mit grüngrauen Schlieren, mit weißlich grauen Anhydritknollen und weißlichen Gipsknollen bis 3 cm Ø, durchgehende, senkrechte Kluft mit weißlichem Fasergipsbelag
- 65,32 m Tonstein, grüngrau, mit lagig angeordneten weißlich grauen, +/- dolomitischen Anhydritflasern und -knollen bis 3 cm Ø, +/-Gipsknollen
- 65,57 m Tonstein, dunkel grüngrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, z.T. dolomititsch, grau, z.T. flaserig, v.a. unten lagig angeordnete weißlich graue Anhydritflasern bis 5 cm, durchgehende senkrechte Kluft, mit weißlichem Fasergips gefüllt, Kluftfüllung z.T. mit Seitenversätzen auf Schichtflächen
- 65,79 m Tonstein, dunkel grüngrau mit dunkel violetten Schlieren, in der Mitte weißlich graue, +/- dolomitische Anhydritflasern bis 5 cm, steilstehende Klüftung, mit weißlichem Fasergips gefüllt
- 65,84 m Anhydritstein, grau, v.a. oben knollig bis knotige, +/- bis 0,5 cm große weißlich graue Gipsknoten, an Basis mit mm-dünnen dunkelgrauen Tonsteinlagen
- 66,00 m Tonstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, grau, in bis 2 cm starken Lagen, lagig angeordnete weißlich graue Anhydrit- und Gipsknöllchen und –flasern, steilstehende Klüftung, mit weißlichem Fasergips gefüllt
- 66,29 m Anhydritstein, grau und hellgrau, in Lagen bis 2 cm, teils auch flaserig und knollig, im engen Wechsel mit Tonstein, dunkelgrau, steilstehende Klüftung, mit weißlichem Fasergips gefüllt
- 66,38 m Anhydritstein, grau und hellgrau, wellig bis flaserig geschichtet, mit mm-dünnen dunkelgrauen Tonsteinflasern

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 66,85 m Tonstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, z.T. dolomitisch, grau, und Gipsstein, hellgrau und grau, in bis 2 cm starken Lagen, +/-lagig angeordnete weißlich graue Anhydrit- und Gipsknöllchen und –flasern
- 66,97 m Gipsstein, grau und hellgrau, flaserig
- 67,00 m Tonstein, dunkelgrau, mit grauen Anhydritflasern
- 67,14 m Gipsstein, grau und hellgrau, flaserig, nach unten mit dunkelgrauen Tonsteinflasern
- 67,44 m Tonstein, dunkelgrau, mit zahlreichen grauen, z.T. dolomitischen Anhydritflasern bis 7 cm, v.a. oben und unten mit lagig angeordneten, mm-kleinen, weißlich grauen Anhydritknöllchen, steilstehende Klüftung, mit weißlichem Fasergips gefüllt
- 67,68 m Tonstein, dunkelgrau, mit zahlreichen, meist lagig angeordneten, bis 0,5 cm großen weißlich grauen Anhydritknöllchen und -flasern, Anhydritanteil nach unten hin bis 50 % zunehmend
- 67,76 m Tonstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, grau, in bis 1,5 cm starken Lagen, Anhydritanteil ca. 45 %
- 67,82 m Tonstein, dunkelgrau, mit zahlreichen, meist lagig angeordneten bis 0,5 cm großen weißlich grauen Anhydritknöllchen und –flasern
- 68,05 m Tonstein, dunkelgrau, mit zahlreichen bis 3 mm großen weißlich grauen Anhydritknöllchen und –flasern und mm-dünnen, weißlich grauen Anhydritlagen, unten mehrere bis cm starke flaserige Anhydritsteinlagen
- 68,14 m Anhydritstein, grau und hellgrau, wechsellagernd mit Tonstein, dunkelgrau, in ca. 1 cm starken Lagen, oben ca. 2 cm starke, weißliche Fasergipslage
- 68,42 m Tonstein, dunkelgrau bis dunkel grüngrau , steilstehende Klüftung, mit weißlichem Fasergips gefüllt
- 68,48 m Tonstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, grau, in cm- starken Lagen, +/-lagig angeordnete weißlich graue Anhydritflasern, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 68,84 m Anhydritstein, grau und rötlich grau, oben und unten mit dünnen, dunkelgrauen Tonsteinlagen,
  von 68,64 m bis 64,66 m: steil stehende dunkelgraue Tonsteinlage
- 68,99 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, wechsellagernd mit Tonstein, dunkelgrau, wellig bis flaserig, bis 3 mm dünne weißliche Fasergipslagen
- 69,30 m Tonstein, dunkel grüngrau mit rotbraunen Schlieren, graue Anhydritknollen und –flasern bis 5 cm, steilstehende Klüftung, mit weißlichem Fasergips gefüllt
- 69,34 m Anhydritstein, grau, mit einzelnen dünnen, dunkelgrauen Tonsteinflasern
- 69,67 m Tonstein, dunkel grüngrau mit rotbraunen Flasern und Schlieren, oben mit zahlreichen grauen Anhydritknollen bis 5 cm Ø, nach unten mit meist lagig angeordneten, weißlich grauen Anhydritknöllchen und –flasern und einzelnen, mm-dünnen, weißlich grauen Anhydritlagen, einzelne steilstehende, mm-dünne weißliche Fasergipse
- 69,83 m Anhydritstein, grau, z.T. hellgrau, massig
- 69,90 m Anhydritstein, +/- dolomitisch, weißlich grau, wechsellagernd mit Tonstein, dunkelgrau, stark wellig

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 70,02 m Tonstein, dunkelgrau, mit bis 5 cm starken grauen Anhydritsteinlagen und lagig angeordneten, weißlich grauen Anhydritknöllchen
- 71,06 m Tonstein, dunkelgrau, mit Nestern aus Anhydritknöllchen, grau und Gipsknöllchen, weißlich grau
  einzelne Anhydrit- bzw Gipssteinlagen bei:
  70,09 m bis 70,11 m : Anhydritstein, weißlich grau, knollig bis flaserig
  70,16 m bis 70,18 m: Anhydritflasern, grau
  70,34 m bis 70,42 m: Anhydritstein, grau
  70,54 m bis 70,56 m. Gipsstein, weißlich grau
  70,74 m bis 70,76 m: Gipsstein, weißlich, knollig und Anhydritstein, grau
  70,84 m bis 70,86 m: Anhydritstein, weißlich grau, flaserig
  70,96 m bis 70,98 m: Anhydritstein, weißlich grau, flaserig
  71,00 m bis 71,01 m: Anhydritstein, grau
- 71,42 m Tonstein, dunkel grüngrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, grau, z.T weißlich grau, teils flaserig und knollig, teils eben geschichtet in bis 5 cm-starken Lagen, Anhydritanteil: ca. 40%
- 71,43 m Anhydritstein, grau
- 71,46 m Fasergips, weißlich bis durchsichtig (Probe)
- 71,53 m Tonstein, dunkel grüngrau, einzelne mm-dünne Fasergipslagen
- 71,45 m Anhydritstein, grau, flaserig, mit dünnen dunkelgrauen Tonsteinflasern
- 72,18 m Tonstein, dunkel grüngrau, einzelne mm-dünne Fasergipslagen, im unteren Drittel bis 10 cm große weißlich graue Anhydritknollen
  72,12 m bis 72,14 m: Anhydritstein, grau, wellig geschichtet
- 72,30 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, flaserig geschichtet
- 72,44 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit rotbraunen Lagen und Schlieren, lagig angeordnete, kleine weißlich graue Anhydritknöllchen und –flasern
- 73,50 m Tonstein, rotbraun bis violett, unten einzelne graugrüne Lagen, weißlich graue Anhydritflasern und –knollen meist bis 5 cm bis max. 10 cm Ø, einzelne steilstehende Klüfte mit weißlichen Fasergipsbelägen, oben Kern in Scheiben
- 73,75 m Tonstein, rotbraun bis violett, wechsellagernd mit Anhydritstein, weißlich grau, z.T. knollig bis flaserig, in bis 1,5 cm starken Lagen, mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
- 74,10 m Tonstein, z.T. dolomitisch, dunkelgrau bis dunkel grünlich grau, mit bis max. 2 cm starken Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau, z.T. knollig bis flaserig, unten mit weißlich graue Anhydritflasern bis 10 cm Länge
- 74,34 m Tonstein, dunkel grüngrau mit dunkelvioletten Schlieren, lagenweise Tonstein, dolomitisch, grau bis grünlich grau, mit cm-starken Lagen aus Anhydritstein, grau, z.T. flaserig, bis 1 cm starke, helle Faseranhydritlagen
- 74,59 m Tonstein, dunkelviolett, z.T. geklüftet, wenige mm-dünne weißliche Faseranhydritlagen, oben graue bis weißliche Anhydritlinse mit ca. 5 cm Ø
- 74,96 m Anhydritstein, grau bis weißlich grau, dünnlagig, mit grauen Dolomitsteinlagen und dünnen Tonsteinlagen, dunkelgrau, z.T. rotviolett
- 75,30 m Tonstein, violett bis rotbraun mit graugrünen Schlieren, steilstehende Klüftung mit weißlichem Fasergips besetzt, +/- mm-dünne weißliche Fasergipslagen

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 75,56 m Tonstein, graugrün bis dunkel graugrün, mm-dünne weißliche Fasergipslagen, Kern z.T. stückig zerlegt
- 75,71 m Anhydritstein, hellgrau bis weißlich grau, mit mm-dünnen grauen und grüngrauen Tonsteinlagen und -flasern
- 76,82 m Tonstein, dunkelviolett bis rotbraun und dunkel graugrün marmoriert, dunkelgraue Lagen, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 76,92 m Tonstein, dunkel grüngrau, wechsellagernd mit Anhydritstein, grau und weißlich grau, in flaserigen bis knolligen Lagen, Anhydritlinsen und –flasern bis 3 cm Ø
- 76,96 m Kein Kern, Probe entnommen: Tonstein, dolomitisch?
- 77,09 m Anhydritstein, weißlich grau bis hellgrau, lagig, mit bis 3 mm starken dunkelgrauen und grüngrauen Tonsteinlagen und -flasern
- 77,22 m Tonstein, dunkel grüngrau und dunkelviolett marmoriert
- 77,25 m Anhydritstein, weißlich grau bis hellgrau, knollig, mit wenigen dünnen, dunkelgrauen Tonsteinflasern
- 77,29 m Tonstein, dunkel grüngrau und dunkelviolett marmoriert
- 77,47 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, flaserig bis knollig, wechsellagernd mit Tonstein, dunkel grüngrau und dunkelviolett, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 78,00 m Tonstein, z.T. dololmitisch, dunkel grünlich grau, z.T. feiner Fasergips auf Schichtflächen, bis cm-starke graue Dolomitstein- und Anhydritsteinlagen, zahlreiche mm-dünne weißliche Fasergipslagen, Kern unten stückig zerlegt
- 78,44 m Anhydritstein, grau und hellgrau, z.T. lagig, z.T. flaserig und knollig, wechsellagernd mit Tonstein, dunkel grüngrau, in Lagen bis 2 cm, teils steilstehend, mm-dünne weißliche Fasergipslagen,
  Anhydritanteil: ca. 60 %
- 78,96 m Tonstein, dunkel grünlich grau, v.a. im unteren Drittel mit bis 1,5 cm starken Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau, mm-dünne weißliche Fasergipslagen, 78,65 m bis 78,67 m: lagig angeordnete weißliche Anhydritknollen und -– flasern bis 3 cm Ø

Weinsberg-Horizont

- 79,63 m Tonstein, dunkel grüngrau, z.T. mit dunkelvioletten Schlieren, einzelne bis 1 cm starke Lagen aus Dolomitstein, grau und Anhydritstein, grau und weißlich grau, knollig und flaserig, reichlich mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 79,69 m Kein Kern, Probe entnommen: Dolomitstein, tonig (?)
- 80,10 m Tonstein, dunkel grünlich grau, mit bis 1,5 cm starken Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau, mm-dünne weißliche Fasergipslagen, weißliche Anhydritknollen bis mehrere cm Ø
- 80,34 m Tonstein, grünlich grau, z.T. bröckelig, teils zu Ton, schluffig, zersetzt, mit reichlich hellgrauen und weißlich grauen Anhydritknöllchen, stein, zahlreiche m-dünne weißliche Fasergipslagen, Kern stückig bis kleinstückig zerfallend
- 80,97 m Tonstein, dunkel grünlich grau, mit bis 1,5 cm starken Lagen aus Anhydritstein und Gipsstein, weißlich grau, einzelne mm-dünne Lagen aus weißlichem Fasergips

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 81,01 m Dolomitstein, anhydritisch bis Anhydritstein, grau bis grünlich grau
- 81,38 m Tonstein, dunkel grünlich grau, lagig
- 81,44 m Kein Kern, Probe entnommen: Dolomitstein, tonig (?)
- 81,70 m Tonstein, dunkel grünlich grau, lagig
- 82,10 m Tonstein und Tonstein, dolomitisch, dunkel grüngrau mit dunkelvioletten und rotbraunen Flecken und Schlieren

Dunkelrote Mergel

- 82,50 m Tonstein, z.T. dolomitisch, rotbraun bis rotviolett mit grüngrauen Flecken und Schlieren
- 82,54 m Kein Kern, Probe entnommen: Tonstein, dolomitisch?
- 84,85 m Tonstein, rotbraun bis rotviolett, z.T. grüngraue Flecken und Schlieren, einzelne Lagen aus kleinen Gipsknöllchen (bis 0,5 cm Ø), z.T. Spiegelharnische, steilstehende bis senkrechte Klüfte, mit weißlichem Fasergips besetzt, in unteren 50 cm Klüftung mit Versätzen
- 84,95 m Gipsstein, weißlich grau, knollig
- 85,02 m Tonstein, grüngrau mit rotvioletten Lagen und Schlieren
- 85,70 m Tonstein, rotviolett bis rotbraun, einzelne graue Flecken und Schlieren, einzelne bis 1,5 cm starke Lagen aus kleinen grauen bis rosagrauen Anhydritknöllchen, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 86,15 m Tonstein, dunkel grüngrau und dunkel violett marmoriert, einzelne steilstehende mm-dünne Klüfte, mit weißliche Fasergips besetzt, Kern oben stückig zerlegt
- 86,30 m Tonstein, dunkel violett, rotbraun und graugrün marmoriert
- 86,50 m Tonstein, dunkel grüngrau und dunkel violett marmoriert, v.a. oben reichlich weißlich graue bis graue Anhydritknöllchen- und flasern bis 10 cm
- 86,85 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, obere 5 cm lagig, darunter knollig, oben mit dünnen Lagen und Flasern aus Tonstein, violett und grüngrau, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 87,95 m Tonstein, z.T. dolomitisch, rotbraun bis dunkel violett, z.T. mit dunkel grüngrauen Schlieren, einzelne Horizonte mit bis 7 cm großen Knollen und Linsen aus Anhydritstein, weißlich grau und grau, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen, Kern unten z.T. stückig
- 86,85 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, mit dünnen Lagen und Flasern aus Tonstein, dunkel violett und grüngrau, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen,
  88,60 m bis 88,65 m: Tonstein, rotbraun bis dunkel violett mit Anhydritlagen und -flasern
- 89,10 m Tonstein, dunkel violett und rotbraun, z.T. mit dunkel grüngrauen Flecken und Schlieren, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 89,48 m Anhydritstein, weißlich grau und hellgrau, z.T. lagig angeordnete weißliche Gipsknollen, mit zahlreichen, meist mm-dünnen Lagen und Flasern aus Tonstein, dunkel grüngrau

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 89,73 m Tonstein, grüngrau und rotbraun marmoriert, nach unten v.a. rotbraun und dunkelviolett
- 89,90 m Anhydritstein, weißlich grau und hellgrau, lagig, Lagen z.T. randlich übergehend in Gipsstein, graurosa, wechsellagernd mit Tonstein, dunkel violett und rotbraun, in Lagen bis 0,5 cm, einzelne weißliche Gipsknöllchen
- 90,50 m Tonstein, rotbraun bis dunkel violett, z.T. mit grüngrauen Flecken und Schlieren, in oberen 30 cm reichlich Anhydritknollen, weißlich grau bis grau, z.T. randlich vergipst (meist 0,5 cm, bis max. 7 cm Ø)
  ab 90,20 m: einzelnen Horizonte mit bis 1,5 cm großen Knollen und Linsen aus Anhydritstein, in unteren 50 cm: steilstehende, mm-dünne Klüfte mit weißlichen Fasergipsbelägen, Kern unten z.T. stückig
- 90,84 m Tonstein, dunkel violett, rotbraun und dunkel grüngrau marmoriert, nach unten hin zunehmend grüngraue Lagen, mit bis 1,5 cm starken Anhydritsteinlagen, z.T. randlich vergipst, oben einzelne Anhydritknollen, weißlich grau bis grau (bis 3 cm Ø)
- 91,30 m Anhydritstein, weißlich grau bis hellgrau, feinlagig, in oberen 8 cm knollig, dort z.T. übergehend in weißliche Gipsknollen, mit zahlreichen dünnen Lagen aus Tonstein und Tonstein, dolomitisch, dunkel violett und dunkel grüngrau, in unteren 15 cm weißliche Gipsknöllchen (bis max. 2 cm Ø)
- 91,50 m Tonstein, dunkel violett und rotbraun, lagenweise grüngrau, wechsellagernd mit bis 1 cm starken weißlich grauen und grauen Anhydritsteinlagen, z.T. randlich vergipst, oben Lagen aus Anhydritknollen
- 91,65 m Tonstein, dunkel rotbraun und dunkel grüngrau marmoriert
- 91,93 m Tonstein, dunkel violett und rotbraun, in Wechsel mit Lagen aus weißlich grauen und grauen Anhydritknollen und –flasern,
  Anhydritanteil: ca. 40 %
- 92,00 m Tonstein, rotbraun, z.T. grüngraue Flecken, mit dünnen weißlichen Gipsbelägen und lagig angeordneten, mm-kleinen Gipsknöllchen
- 92,43 m Tonstein, rotbraun bis rotviolett, einzelne grüngraue Flecken und Schlieren, von 92,06 m bis 92,25 m: mit zahlreichen weißlich grauen und grauen Anhydritknöllchen und –knollen (bis max.4 cm Ø),
  einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 93,00 m Tonstein, dunkel violett, z.T. grüne Flecken, wechsellagernd mit Anhydritstein, weißlich grau und hellgrau in Lagen bis max. 5 cm,
  bei 92,55 m: Lage aus weißlich grauen Anhydritknollen (bis max.3 cm Ø),
  bei 92,90 m: Lage aus weißlich grauen Anhydritknollen (bis max.8 cm Ø),
  Anhydritanteil: ca. 40 %
- 93,95 m Tonstein, rotbraun und dunkel violett, einzelne grüngraue Flecken und Schlieren, vereinzelt mit lagig angeordneten, bis 3 mm großen Anhydritknöllchen, einzelne steil- bis senkrechtstehende, mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 94,35 m Tonstein, dunkel violett und rotbraun, z.T. graugrüne Flecken, mit zahlreichen mm-dünnen Anhydritflasern und Schlieren, graurosa, oben mit bis 3 mm großen weißlichgrauen Anhydritknöllchen, einzelne mm-dünne weißliche Fasergipslagen
- 95,00 m Tonstein, rotbraun bis dunkel violett, nach unten hin zunehmend mit grüngrauen Lagen, wechsellagernd mit Anhydritstein, weißlich grau und

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

hellgrau, in Lagen bis max. 1 cm (meist ca. 2 mm), vereinzelt Lagen aus weißlich grauen Gipsknöllchen (bis 2 mm Ø),
+/- steilstehende bis senkrechte Klüftung, mit Fasergips besetzte Klüfte bis 5 cm Länge, unten auch mm-dünne, ebene Fasergipslagen

- 95,40 m Tonstein, graugrün, lagenweise dunkel violett, z.T. Flecken, wechsellagernd mit zahlreichen dünnen weißlich grauen Anhydritsteinlagen,
95,00 m bis 95,25 m: senkrechte Kluft mit weißlichem Fasergipsbelag, unten mit zahlreichen Fiederklüften
- 96,14 m Anhydritstein, grau bis weißlich grau, feinlagig, oben z.T. flaserig geschichtet, mit zahlreichen dünnen (bis max. 1,5 cm starken) Lagen aus Tonstein, dunkel violett, z.T. mit grüngrauen Flecken
- 96,24 m Tonstein, dunkel violett, +/- grüngraue Flecken

Bochingen-Horizont

- 97,03 m Tonstein, dunkel grüngrau, z.T. mit dunkel violetten Flecken und Schlieren, einzelne, bis max. 0,5 cm starke Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau, im unteren Drittel Kern stückig
- 97,22 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, dünnlagig, mit einzelnen mm-dünnen dunkelgrauen Tonsteinlagen
- 97,28 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit bis 0,5 cm starken, wellig bis flaserigen Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau
Anhydritanteil: ca. 30 %
- 97,80 m Tonstein, grüngrau, unten stückig
- 97,97 m Tonstein, grüngrau bis dunkel grüngrau, wechsellagernd mit dünnen Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau und untergeordnet Tonstein, dolomitisch, hellgrau, oben Schichtung schrägstehend und wellig verbogen, +/- senkrechte bis steile Klüftung mit weißlichem Fasergipsbelag
- 98,20 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit Lagen und Flasern aus Tonstein, dolomitisch, hellgrau
- 98,83 m Tonstein, dunkel grüngrau, nach unten hin mit dunkel violetten Flecken und Schlieren, im unteren Drittel mit mm-dünnen Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau bis hellgrau,
98,20 m bis 98,50 m: senkrechte, bis 5 cm breite Kluft mit grauem bis weißlichem Fasergipsbelag
- 99,06 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit bis 2 cm starken Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau bis grau
Anhydritanteil: ca. 20 %
- 99,38 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, hart, mit einzelnen bis max. 2 cm-starken dunkelgrauen Tonsteinlagen
- 100,03 m Tonstein, dunkel grüngrau und graugrün, lagenweise mit dunkel violetten Schlieren, einzelne mm-dünne Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau bis hellgrau, mm-dünne Lagen aus weißlichem Fasergips,
in unteren 20 cm Kern stückig zerlegt
- 100,40 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, knollig, wechsellagernd mit Flasern und Lagen aus Tonstein, dunkel grüngrau, einzelne steilstehende mm-dünne Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 100,75 m Tonstein, grüngrau, ebene mm-dünne Lagen aus weißlichem Fasergips, z.T. steilstehende, bis 3 mm-dünne Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag

Grundgipsschichten

- 100,90 m Tonstein, dunkel violett, z.T. graugrüne Flecken und Schlieren, mit einzelnen grauen Anhydritknollen bis 5 cm Ø (**Rote Grundgipsletten**)

Plattengips (der Grundgipsschichten)

- 101,26 m Tonstein, dunkel violett, z.T. graugrüne Lagen, mit bis 2 cm starken Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau bis grau, z.T. randlich vergipst
  Anhydritanteil: ca. 25%
- 101,45 m Anhydritstein, grau und weißlich grau, wechsellagernd mit Tonstein, dunkel violett und grüngrau, senkrechte Klüftung, mit Fasergips besetzte mm-dünne Klüfte bis 5 cm Länge
  Anhydritanteil: ca. 65%
- 101,70 m Tonstein, dunkel grüngrau und violett im Wechsel, einzelne bis 0,5 cm starke Lagen aus Anhydritstein, weißlich grau bis grau
- 101,98 m Tonstein, dunkel violett, z.T. graugrüne Schlieren,
  senkrechte, bis 2 cm breite Kluft mit weißlichem Fasergipsbelag
- 102,20 m Tonstein, dunkel grüngrau, mm-dünne senkrechte Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag, einzelne mm-dünne Lagen aus Anhydritstein, grau
- 102,35 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, im engen Wechsel mit Tonstein, dunkel grüngrau, z.T. dunkel violett, in Lagen bis 0,5 cm
- 102,40 m Tonstein, dunkel grüngrau, mm-dünne senkrechte Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag, einzelne mm-dünne Lagen aus Anhydritstein, grau
- 102,67 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, mit mm-dünnen dunkel grüngrauen Tonsteinflasern und welligen Lagen
- 102,81 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, wechsellagernd mit Tonstein, dunkel grüngrau, in Lagen bis 2,5 cm
  Anhydritanteil: ca. 70%
- 103,27 m Tonstein, dunkel grüngrau, mm-dünne senkrechte Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag, einzelne mm-dünne Lagen aus Anhydritstein, grau
- 103,67 m Tonstein, dunkel violett und grüngrau im Wechsel, mit bis 2,5 cm starken, z.T. welligen Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau
  Anhydritanteil: ca. 25%
- 104,05 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, z.T. Schichtung wellig verbogen, einzelne bis 4 mm dünne Lagen aus Tonstein, dunkel violett und grüngrau
- 104,20 m Tonstein, dunkel violett und grüngrau im Wechsel, mit bis 1 cm starken Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau, z. T. mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
- 104,34 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, z.T. Schichtung wellig verbogen, einzelne bis 4 mm dünne Lagen aus Tonstein, dunkel violett und grüngrau

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 104,80 m Tonstein, dunkel violett und grüngrau im Wechsel, mit bis 1 cm starken Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau, senkrechte mit Fasergips besetzte mm-dünne Klüfte bis 5 cm Länge
- 104,90 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, einzelne bis 4 mm dünne Lagen aus Tonstein, dunkel violett und grüngrau
- 105,65 m Tonstein, dunkel violett und grüngrau im Wechsel, mit bis 1 cm starken Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau, z. T. mm-dünne, weißliche Fasergipslagen
  Anhydritanteil: ca. 40%
- 105,95 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, z.T. flaserig geschichtet, wechsellagernd mit bis 2 cm starken Flasern und Lagen aus Tonstein, dunkel violett und grüngrau
  Anhydritanteil: ca. 60%
- 106,20 m Wechsellagerung aus Tonstein, dunkel grüngrau und Anhydritstein, grau bis weißlich grau, in Lagen bis 0,5 cm
  Anhydritanteil: ca. 45%
- 106,70 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, z.T. wellig geschichtet, mit mm-dünnen Lagen aus Tonstein, dunkel grüngrau,
  einzelne senkrechte, bis 3 cm breite und 5 cm lange Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag
- 106,75 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit mm-dünnen Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau
- 106,85 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, z. T. wellig geschichtet, mit mm-dünnen Lagen aus Tonstein, dunkel grüngrau
- 106,88 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit mm-dünnen Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau
- 107,83 m Anhydritstein, weißlich grau und grau, dünnlagig, z. T. wellig geschichtet, mit mm-dünnen Lagen aus Tonstein, dunkel grüngrau
- 107,95 m Tonstein, dunkel grüngrau, mit mm-dünnen Lagen aus Anhydritstein, grau bis weißlich grau
- 108,00 m Anhydritstein, grau, dünnlagig, z. T. wellig geschichtet, mit mm-dünnen Lagen aus Tonstein, dunkel grüngrau
- 109,00 m Anhydritstein, grau, in engen Wechsel mit Tonstein, dunkel grüngrau, in Lagen bis 1,5 cm,
  steilstehende bis senkrechte, bis 3 mm- dünne Klüfte mit weißlichem Fasergipsbelag
  Anhydritanteil: ca. 65%
- 109,49 m Anhydritstein, etwas vergipst, grau, dünnschichtig mit mm-starken Tonsteinlagen (Plattengips), cm-starke Tonsteinlagen bei 109,26 m bis 109,39 m, 109,34 m bis 109,35 m und 109,47 m bis 109,49 m
- 110,01 m Anhydritstein, etwas vergipst, grau, dünnschichtig mit mm-starken Tonsteinlagen (Plattengips), mm-starke Sulfatlagen mit gröberer Körnung
- 110,10 m Tonstein, feinschichtig, grüngrau, teilweise bräunlich, mit cm-starker Gipslage

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 110,25 m Anhydritstein, etwas vergipst, grau, dünnschichtig mit mm-starken Tonsteinlagen (Plattengips), cm-starke Tonsteinlage bei 110,24 m bis 110,25 m

Felsengips (der Grundgipsschichten)

- 110,65 m Anhydritstein, dolomitisch, uneben dünnschichtig, etwas vergipst, grau (Felsengips), mit dunklen Gipsporphyroblasten
- 110,73 m Anhydritstein, dolomitisch, uneben dünnschichtig, etwas vergipst, grau (Felsengips), einzelne Feinschichten mit Dolomitsand (Intraklasten), mit dunklen Gipsporphyroblasten und etwas Fasergips
- 110,95 m Dolomitstein, lutitisch, feinschichtig, grau, oben mit Drucklösungssuturen, Fasergips in Schichtfläche
- 111,62 m Anhydritstein, dolomitisch, uneben dünnschichtig, etwas vergipst, grau (Felsengips), bei 111,12 m kleine Zeltstrukturen
- 111,90 m Dolomitgipsit, anhydritisch, mittelarenitisch mit dolomitischen Intraklasten und Ooiden, einzelne kleine Muschelschalen, Basis uneben-erosiv
- 112,77 m Dolomitstein, tonig, grau, unten feinschichtig, 112,00 m bis 112,30 m: mm-große Anhydrit- und Gipsknoten, 112,30 m bis 112,45 m und 112,54 m bis 112,58 m Drucklösungssuturen mit schwarzen tonig-schluffigen Belägen und z.T. Harnischen
- 114,30 m Anhydritstein, dolomitisch, uneben dünnschichtig, etwas vergipst, grau (Felsengips)
- 115,04 m Gipsstein, etwas anhydritisch, grau bis hellgrau, undeutliche Schichtung

Unterkeuper

Erfurt-Formation (Lettenkeuper)

Grenzdolomit

- 115,07 m Dolomitgipsit, anhydritisch, mittelarenitisch mit dolomitischen Intraklasten
- 115,17 m Gipsstein, etwas anhydritisch, grau bis hellgrau, undeutliche Schichtung
- 115,25 m Dolomitgipsit, anhydritisch, grobarenitisch mit dolomitischen Intraklasten

Grüne Mergel

- 116,97 m Tonstein, dolomitisch, grüngrau, undeutlich geschichtet, mit Gipsstein-Knollen, grau bis hellgrau
- 118,09 m Tonmergelstein, stark dolomitisch, grüngrau, geschichtet, bei 117,75 m Trockenrisse, bei 117,85 m Fischschuppe
- 118,10 m Bonebed, dunkelbraungrau
- 118,40 m Dolomitmergelstein, grüngrau, bei 118,15 m ? Wurzelspuren, bei 118,37 m dünne Bonebedlagen

Böhringen-Sulfat

- 118,60 m Gipsstein, grau

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

Oberer Linguladolomit

- 119,00 m Dolomitstein, mergelig, dünnbankig, grau , im Wechsel mit Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, an der Basis mm-starkes Bonebed auf unebener Fläche
- 119,90 m Dolomitstein, mergelig, dünnbankig, grau , im Wechsel mit Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, bei 119,65 m: *Lingula*-Bruchschill.
- 120,35 m Dolomitmergelstein, dunkelgrau, bei 119,92 m: *Lingula*-Schalen

Unterer Linguladolomit (mit Äqu. des Lingulasandsteins)

- 121,65 m Dolomitstein, tonig, feinkörnig, 121,30 m bis 121,50 m knollig

Obere Graue Mergel

- 122,30 m Tonstein, dolomitisch, dunkelgrau, oben pedogene Harnische, unten Wurzelspuren, bei 122,17 m Haifischzahn, etwas Sekundärgips in Schichtflächen

Anoplophoradolomite

- 123,00 m Dolomitstein, tonig, feinkörnig, grau, bei 122,77 m Muscheln
- 123,60 m Dolomitstein, tonig, feinkörnig, grau

Untere Graue Mergel

- 124,10 m Dolomitmergelstein, schluffig, untere 10 cm feinsandig, tonig, dunkelgrau
- 124,58 m Tonstein, dolomitisch, dünnschichtig, dunkelgrau, bei 124,18 m und 124,56 m Conchostraken, bei 124,35 m: *Unionites*

Anthrakonitbank

- 125,45 m Dolomitstein, feinkörnig, grau

Sandige Pflanzenschiefer

- 125,60 m Pechbraunkohle, schluffig, tonig (Lettenkohle), schwarz.
- 125,84 m Schluffstein, dolomitisch, bei 125,64 m: *Unionites*-Pflaster, nach unten zunehmender Feinsandgehalt
- 126,07 m Feinsandstein, schluffig, dolomitisch, dunkelgrau, nach oben Übergang in Schluffstein, feinsandig
- 125,84 m Schluffstein, dolomitisch, bei 125,64 m: *Unionites*-Pflaster, nach unten zunehmender Feinsandgehalt
- 126,07 m Feinsandstein, schluffig, dolomitisch, dunkelgrau, nach oben Übergang in Schluffstein, feinsandig
- 126,39 m Schluffstein, tonig, dunkelgrau, mit grauen und dunkelgrauen Feinsandsteinlagen und –flasern bis 1 cm

Estherienton

- 127,90 m Schluffstein, tonig, dunkelgrau
- 127,91 m Dolomitstein, sparitisch, grau, flaserig
- 131,00 m Schluffstein, tonig, dunkelgrau,
  bei 128,74 m: Linse aus Dolomitstein, grau, ca. 15 cm lang und 4 cm dick

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 131,66 m Tonstein, schluffig, dunkelgrau, massig,
  130,36 m bis 130,45 m: mit bis 0,5 cm-starken, flaserigen Lagen aus Dolomitstein, grau

  Basisschichten

  Untere Dolomite und Dolomitische Mergelschiefer

- 131,74 m Dolomitstein, tonig, grau bis dunkelgrau, mit hellgrauen cm-großen Intraklasten aus Kalkstein, dolomitisch
- 131,81 m Kalkstein, sparitisch, feinsandig, grau, mit braungrauen Intraklasten aus Kalkstein, dolomitisch bis 0,5 cm Ø, einzelne mm-kleine abgerollte schwärzliche Wirbeltierreste (Bonebed)
- 131,82 m Dolomitstein, tonig, grau bis dunkelgrau, mit hellgrauen Intraklasten aus Kalkstein, dolomitisch, bis 0,5 cm Ø
- 131,89 m Tonstein, schluffig, dunkelgrau, feinschichtig, nach unten übergehend in Tonstein, dolomitisch
- 132,25 m Dolomitstein, feinsparitisch, grau, z.T. Kalkstein, dolomitisch, grau
- 132,55 m Tonstein, dolomitsch, grau bis dunkelgrau, untere 10 cm stückig bis kleinstückig, z.T. tonig zersetzt
- 132,83 m Dolomitstein, feinkörnig, grau bis gelblich grau, feinlagig bis laminitisch
- 133,08 m Tonstein, dolomitisch, dunkelgrau

  Blaubank

- 133,63 m Dolomitstein, feinsparitisch, grau, senkrechte, mm-dünne Klüftung mit weißlichem Kalkspatbesatz,**)**
  133,50 m: schräger Stylolithenzug,
  untere 20 cm: mit Flasern aus Tonstein, schluffig

  Vitriolschiefer

- 133,77 m Tonstein, schluffig, dunkelgrau
- 133,81 m Dolomitstein, sparitisch, grau

  Grenzbonebed (?)

- 133,89 m Schlufftonstein, feinsandig, grau bis dunkelgrau, bröckelig, tonig zersetzt

  Muschelkalk

  Oberer Muschelkalk

  Rottweil-Formation

  Trigonodusdolomit

- 134,80 m Dolomitstein, sparitisch, gelblich grau bis ockergrau, z.T. zellig mit Lösungshohlräumen bis 1cm Ø
- 136,30 m Dolomitstein, feinkörnig, gelblich grau bis ockergrau, dicht, Kern z.T. entlang steilstehender Klüfte zerlegt, sonst Kernstücke bis 40 cm Länge
  135,40 m bis 135,65 m: Kern stückig
- 137,31 m Dolomitstein, sparitisch, gelblich grau bis ockergrau, hart, z.T. zellig mit lagig angeordneten Lösungshohlräumen bis 2,5 cm Ø, einzelne feine Stylolithenzüge, oben Kern entlang flacher Klüftung stückig zerlegt

Bezeichnung/Projekt: B 1a (ku) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 139,60 m Dolomitstein, feinkörnig, gelblich grau bis ockergrau, z.T. braungrau, z.T. zellig bis kavernös mit lagig angeordneten Lösungshohlräumen, Kernstücke bis 30 cm Länge,
  137,55 m bis 137,65 m: Lösungshohlraum, Wandung mit weißlichem Kalkspat besetzt
  138,00 m bis 138,30 m: senkrechte Kluft
- 139,91 m Dolomitstein, ockergrau, stark zellig
- 140,18 m Dolomitstein, feinkörnig, gelblich grau bis ockergrau, z.T. braungrau, einzelne Schlieren mit Dolomitmergelstein
- 140,75 m Dolomitstein, grau bis gelblich grau, z.T. cm-starke Schlieren aus Tonstein, dolomitisch, senkrechte, mm-dünne Klüfte mit Besatz aus weißlichem Kalkspat
- 141,17 m Dolomitstein, sparitisch, gelblich grau bis grau, z. T dünne Schlieren aus Tonstein, dolomitisch
  141,45 m bis 141,50 m: Kalkstein, dolomitisch, grau
- 142,21 m Dolomitstein, z..T. sparitisch, ockergrau
  141,80 m bis 142,00 m: Kern entlang von Klüftung grobstückig bis stückig zerlegt
- 143,06 m Dolomitstein, grau bis ockergrau, massig, dicht, hart

Meißner-Formation

Künzelsau-Schichten

Region der Terebratelbänke

- 143,20 m Kalkstein, mikritisch und feinsparitisch, grau, mit flaserigen Lagen aus Tonmergelstein, dunkelgrau, einzelne dünne Stylolithenzüge
- 143,63 m Kalkstein, sparitisch, grau, zahlreiche mm- bis max. cm-dünne dunkelgraue Tonmergelsteinflasern, reichlich ebene Stylolithenzüge
- 143,67 m Schalentrümmerkalkstein, hellgrau, zellig
- 143,83 m Kalkstein, sparitisch, grau, zahlreiche Schalenreste, reichlich flaserige Lagen und Flasern aus Tonmergelstein, dunkelgrau, unten schwach zellig
- 144,00 m Dolomitstein, grau bis gelblich grau, dicht
- 144,75 m Kalkstein, sparitisch, grau, lagenweise mit zahlreichen Schalenresten, flaserige Lagen und Flasern aus Tonmergelstein, dunkelgrau, graue Mikrit-Intraklasten bis 1 cm Ø, zahlreiche feine Stylolithenzüge, im unteren Drittel kavernös mit Lösungshohlräumen bis mehrere cm Ø, Wandungen mit weißlichem Kalkspat besetzt, z.B. bei 144,40 m: offener Lösungshohlraum, ca. 5 cm Ø,
  im unteren Drittel feine steilstehende Klüftung, Kluftflächen mit weißlichem Kalkspat besetzt
- 145,0 m Kein Kern (Probe: Kalkstein)

ET

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Fotodokumentation der Bohrkerne
aus der Bohrung B 1a

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 0 – 14,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 14,0 – 28,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 28,0 – 42,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 42,0 – 56,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 56,0 – 72,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 72,0 – 90,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 90,0 – 108,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 108,0 – 126,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 126,0 – 143,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1a 143,0 – 145,0 m

m m

143 144

144 145

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Schichtprofil, Ausbau- und Verfüllschema

Bohrung B 1a

Schichtprofil B1a

GOK = 476,4 m NN

Untere Bunte Mergel (km3u) bzw. **Steigerwald-Fm.** (kmSw)

7,60 m

Schilfsandstein (km2) bzw. **Stuttgart-Fm.** (kmSt)

10,20 m

Estherien-schichten

44,15 m

Gipskeuper (km1) bzw. **Grabfeld-Fm.** (kmGr)

Mittlerer Gipshorizont bzw. Mittlere Grabfeld-Formation

82,10 m

Dunkelrote Mergel

quellfähiger Gebirgsabschnitt

96,24 m

Bochingen Horizont

100,75 m

Grundgips-schichten

unt. Anhydritspiegel 114,4 m

unt. Gipsspiegel 115,15 m

115,04 m

Grenzdolomit

Grüne Mergel

Böhringen Sulfat

Linguladolomit

Ob. Graue Mergel

Anoplophoradolomit

Unt. Graue Mergel

Anthrakonitbank

S. Pflanzenschiefer

Lettenkeuper (ku) bzw. **Erfurt-Fm.** (kuE)

Estherienton

Basisschichten

133,89 m

Oberer Muschelkalk (moD/mo2)

144,80 m

331,6 m NN

makroskopischer Sulfatanteil [%]

0 50 100

ob. Gipsspiegel (49,35 m)

ob. Anhydritspiegel (56,0 m)

Ausbauschema B1a

GOK = 476,4 m NN

Temporäre Standverrohrung in nachbrüchigem Gebirge, Durchmesser mind. 700 mm

23,8 m

~ 30 m

Bohrlochdurchmesser 584 mm

Tonhinterfüllung bis ca. 20 m unter GOK

1. Sperrrohr bis 51,8 m (473 x 11,2 mm)

51,8 m

Zementation im Bereich der Spülwasserverluste (ca. 48 m - 60 m) (Sulfadur, hochsulfatbeständig)

Inhibierte Bohrspülung

Klarwasser

Bohrlochdurchmesser 444 mm

2. Sperrrohr bis 116,4 m (323,9 x 7,1 mm)

109,9 m

1,5 m

Packer

5 m

Tondichtung

116,4 m

Bohrlochdurchmesser 273 mm

Bohrlochdurchmesser 292 mm

Zementplombe von 116 m - 122 m (Sulfadur, hochsulfatbeständig)

PVC-Vollrohr DN 125 /5" (starkw.) zentriert

Tondichtung

1,5 m Gegenfilter, 2-stufig

136,8 m

Filterkies mit 0,5 m Überschüttung

8 m

PVC-Filterrohr DN 125 / 5" (starkw.) Schlitzweite 1,5 mm mit Bodenkappe

134,8 m

144,8 m

331,6 m NN

Verfüllschema B1a

Temporäre Standverrohrung in nachbrüchigem Gebirge, Durchmesser 815 mm

53 m

Tonverfüllung bis GOK

Tonverfüllung bis GOK

Bohrlochdurchmesser 780 mm

Tonverfüllung bis GOK

116 m

Tonverfüllung bis 122 m

122 m

144,8 m

331,6 m NN

Q1 / EWS 1+2

GOK = 479,4 m NN

129 m

350,4 m NN

VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden-Echterdingen	**Böblingen** EWS-Hebungsschäden Schichtprofil, Ausbau- / Verfüllschema tiefe Erkundungsbohrung B1a

Anlage	2.1.3
Az	14 012
MdH.	1:250
Datum	22.10.2015
Bearbeiter	Bs

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Ergebnisse der geophysikalischen Messungen
in der Bohrung B 1a
(Fa. Terratec / Büro Voutta)

terratec
Geophysical Services

BOHRLOCHMESSUNGEN
in der Bohrung B1A
Böblingen, Deutschland

28.10.2014 – 16.02.2015

Projekt:	Bohrlochgeophysik – Erkundungsbohrung Böblingen
Pr.-Nr. (terratec):	546_2014 & 559_2015
Auftraggeber:	Burkhardt Geologische und hydrologische Bohrungen GmbH & Co. KG, D – 75389 Neuweiler
Auftragnehmer:	terratec Büro für Geologie und Geophysik, D - 79423 Heitersheim
Durchführung:	M Gracia, A. Nöltner, Dr. C. Pohl, P. Glasnák
Zeitraum:	28.10.2014 – 16.02.2015
Berichtsdatum:	18.06.2015

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung ... 3
1.1 Allgemeines ... 3
1.2 Aufgabenstellung ... 3
1.3 Angewandte Methoden ... 3
1.3.1 3-arm und 4-arm Kalibersonde ... 3
1.3.2 Akustischer Scanner ... 3
1.3.3 Bohrlochverlauf, Neigung und Azimut ... 4
1.3.4 Natürliche Gammastrahlung ... 4
1.4 Spaltenbezeichnungen der Messdiagramme ... 4
2 B1A – 1. Einsatz ... 5
2.1 Ablauf der Messungen ... 5
2.2 Beschreibung der Messergebnisse ... 6
2.2.1 Kalibermessung ... 6
2.2.2 Bohrlochverlauf ... 6
2.2.3 Natürliche Gammastrahlung ... 7
2.2.4 Akustischer Scanner und Strukturdaten ... 8
3 B1A – 2. Einsatz ... 9
3.1 Ablauf der Messungen ... 9
3.2 Beschreibung der Messergebnisse ... 9
3.2.1 Kalibermessung ... 9
3.2.2 Bohrlochverlauf ... 9
3.2.3 Natürliche Gammastrahlung ... 11
4 B1A - 3. und 4. Einsatz ... 11
4.1 Ablauf der Messungen ... 12
4.2 Beschreibung der Messergebnisse ... 12
4.2.1 Azimut und Neigung ... 12
4.2.2 Natürliche Gammastrahlung ... 12
4.2.3 Akustischer Scanner und Strukturdaten ... 13
5 Sondenbeschreibung ... 16
5.1 Akustischer Scanner ... 16
5.2 3-Arm Kalibersonde ... 17
5.3 4-Arm Kalibersonde ... 18

Anlagen:

- Messkurven: - Kaliber, Verlauf- und Gammakurve Maßstab 1:200
  - Messkurve akustischer Scan mit Strukturauswertung 1:10

- CD-ROM: - Kaliber, Verlauf- und Gammakurve (*.wcl, *.pdf)
  - Akustischer Scan mit Strukturauswertung (*.wcl, *.pdf)
  - Bullseye- und Profildarstellung (*.pdf)
  - Kaliber, Verlaufs- und Gammawerte (*.txt)
  - Betrachtungssoftware WellCAD Reader (*.exe)
  - vorliegender Bericht (*.pdf)
  - Strukturdaten (*.xls)

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Der vorliegende Bericht beschreibt die Durchführung und die Ergebnisse der geophysikalischen Bohrlochmessungen in der Erkundungsbohrung „B1A“ im Projekt “Bohrlochgeophysik - Erkundungsbohrung Böblingen”.
Auftraggeber für die Messungen ist die Fa. Burkhardt Geologische und hydrologische Bohrungen GmbH & Co. KG, 75389 Neuweiler. Auftragsnehmer ist die Fa. terratec Büro f. Geologie u. Geophysik, D - 79423 Heitersheim. Die Messungen wurden am 28.10. und 11.12.2014 sowie am 27.01. und 16.02.2015 in vier Einsätzen durchgeführt.

1.2 Aufgabenstellung

Ziel der Messungen war die Gewinnung von Bohrlochverlaufs-, natürlichen Gamma- und Kaliberdaten der Bohrung. Ergänzend hierzu wurde die Wandung der Bohrung mit einem akustischen Scanner abgebildet und die Bilder einer strukturgeologischen Auswertung (Art, Tiefen- und Raumlage der Strukturen) unterzogen.

1.3 Angewandte Methoden

1.3.1 3-arm und 4-arm Kalibersonde

Am 28.10.2014 wurde das Kaliber mit einer Drei-Arm-Kalibersonde ermittelt. Die Sonde besitzt drei mechanische Arme, welche kontinuierlich die Bohrlochwand abtasten und somit den Bohrlochdurchmesser ermittelt. Die Sonde wird bis zum Bohrlochtiefsten eingebracht, wo dann die Arme aufgespannt werden. Die Messung erfolgt beim Herausziehen der Sonde. Die Überprüfung der Messung erfolgte im bekannten Durchmesser in der Verrohrung. Ab einer Bohrlochabweichung von ca. 5° können die Arme durch das Eigengewicht der Sonde zusammengedrückt werden, was zu einer Verfälschung der Ergebnisse führen kann.

Am 11.12.2014 wurde aufgrund des großen Bohrungsdurchmessers ein 4-arm Kaliber verwendet. Die Bohrlochwandung wird mit vier federbelasteten Armen kontinuierlich im Profil abgetastet. Je zwei gegenüberliegende Arme sind mechanisch miteinander gekoppelt und ergeben eine Durchmessermessung. Die beiden Messungen der zwei Armpaare können durch das integrierte Verlaufsmodul in ihrer räumlichen Lage bestimmt werden. Im Falle eines elliptischen Bohrlochquerschnittes richten sich die Arme in der Regel in der langen und der kurzen Achse des Querschnitts aus. Die Sonde wird ebenfalls bis zum Bohrlochtiefsten eingebracht und hier die Arme aufgespannt. Die Messung wird beim Herausziehen der Sonde durchgeführt und der Durchmesser in der Verrohrung überprüft.

1.3.2 Akustischer Scanner

Beim akustischen Scanner wird der Umfang der Bohrung mit einem Ultraschallsignal abgetastet. Im Messdiagramm sind die TRAVEL TIME und die AMPLITUDE als abgerollte 360° Bohrlochinnenwandabtastung als Falschfarbenbild dargestellt. Bei der TRAVEL TIME stehen dunkle Farbtöne für kurze und helle für lange Laufzeiten (z.B. längerer Weg). Bei der AMPLITUDE stehen dunkle Farbtöne für niedrige Reflexionsamplituden (Risse, Klüfte, „weiches“ Material), helle Farbtöne für hohe Reflexionsamplituden („festes“ Material).
Aus den Daten des Akustischen Scanners (TRAVEL TIME, AMPLITUDE) wurden die Strukturen nach folgenden Kriterien in ihrer Richtung und Neigung eingemessen:

Offene Kluft
Schichtung/Schieferung
Geschlossene Kluft

Schichtfuge
Lithologischer Wechsel

Wenn keine optischen Bilder (Scanner) vorliegen, bezieht sich die Auswertung ausschließlich auf die akustischen Eigenschaften des Gebirges. Ein akustisches Messsystem unterscheidet nicht zwischen einer lokalen Schwächung des Gebirges (zum Beispiel ein Riss oder eine feine Kluft) und akustisch schwächerem Material (zum Beispiel Toneinlagerungen).
Bei größerer Neigung der Bohrung werden das scheinbare Einfallen und der Azimut der eingemessenen Strukturen mit Hilfe der Bohrungsverlaufsdaten auf ihre tatsächliche Raumlage korrigiert.
Die Strukturverläufe (Sinusspuren) auf dem Amplitudenbild zeigen dann die scheinbaren, unrotierten Orientierungen relativ zur Bohrungsachse. Das scheinbare Einfallen und der Azimut der eingemessenen Strukturen wurden mit Hilfe der Bohrungsverlaufsdaten auf ihre tatsächliche Raumlage korrigiert. Das Tad Pole Diagramm (s. unten) (Strukturen rotiert) und die Lagekugel (Stereo Plot) zeigen also die wahren, orientierten Azimut- und Einfallswerte.
Die gewonnen Gefügedaten sind dem Datenträger als EXCEL-Datei zu entnehmen. Die Bilddaten der gesamten Befahrungen befinden sich auf dem Datenträger und können mit der beigefügten Software „Wellcad Reader“ betrachtet werden.

1.3.3 Bohrlochverlauf, Neigung und Azimut

Die Kurven der Neigung und Richtung (Azimut), bezogen auf magnetisch Nord, geben die Bohrlochabweichung in der entsprechenden Tiefe in Grad an. Der Bohrlochverlauf wird aus der Kombination von einer Kompassmessung (3 Fluxgate-Magnetometer) und einer Neigungsmessung (3 Accelerometer) bestimmt. Innerhalb der magnetischen Stahlverrohrung ist die Kompassmessung gestört.

In der Tabelle auf dem beiliegenden Datenträger sind die Richtung (magnetisch Nord) und Neigung aus der Vertikalen des Bohrlochs in Grad, sowie die nördliche und östliche Abweichung vom Anfangspunkt der Messung über die Bohrlochlänge und die wahren Teufen in Metern angegeben.

1.3.4 Natürliche Gammastrahlung

Die Messungen der natürlich auftretenden Gammastrahlung der Gesteine wurden zusammen mit dem akustischen Scanner, bzw. mit der 4-arm Kalibermessung durchgeführt. Ein NaI-Szintillationskristall misst die totale natürliche Gammastrahlung in CPS („**C**ounts **P**er **S**econd“/“Zählern pro Sekunde“), welche beim radioaktiven Zerfall emittiert wird. Die wesentlichen Gamma-Quellen im geologischen Kontext sind K, U und Th. Im allgemeinen Fall kann man die Häufigkeit der Gamma-Ereignisse mit dem K-Gehalt, und damit wiederum in erster Annäherung mit dem Ton-Gehalt des Gesteins gleichsetzen. Somit bietet ein Gamma-Log ein gutes Mittel zur Charakterisierung der Lithologie bzw. zur Korrelation zwischen mehreren Bohrungen.

Die Zählraten sind auf API – Standard kalibriert, das heißt sie entsprechen den Zählraten gemessen in der Typ-Bohrung des American Petroleum Institute. Die Messungen können auch durch Verrohrungen und Ausbauten vorgenommen werden und sind sowohl im spülungsgefüllten wie im trockenen Bohrloch möglich. Die hier dargestellten Daten sind nicht auf die Dämpfung durch Stahlverrohrung oder Wasser korrigiert.

1.4 Spaltenbezeichnungen der Messdiagramme

Die folgende Tabelle erläutert die in den Spalten der Messdiagramme verwendeten Bezeichnungen:

Abkürzung / Spaltenbezeichner	Erläuterung
Natural Gamma	Natürliche Gammastrahlung (API)
Kaliber	Bohrlochdurchmesser/Kaliber (mm)

Neigung aus der Vertikalen	Neigung der Bohrung gegenüber der Lotrechten (°)
Azimut mag. Nord	Richtung der Bohrung gegen magnetisch Nord (°)
Northing	Entfernung vom Anfangspunkt nach magnetisch Nord in Metern; Minuswerte entsprechen der Abweichung in Richtung magnetisch Süd
Easting	Abweichung der Bohrung von der Lotrechten nach magnetisch Ost in Metern; Minuswerte entsprechen der Abweichung in Richtung magnetisch West
TVD	Wahre Bohrungstiefe; Bohrungstiefe in der Lotrechten in Metern
Strukturen scheinbar	Scheinbares Einfallen der Strukturen, bezogen auf die Bohrungsachse
Strukturen rotiert	Wahres Einfallen der Strukturen. Nageldiagramm der rotierten Strukturen: die horizontale Skala gibt den tatsächlichen Einfallswinkel im Gebirge der jeweiligen Struktur von 0 - 90° an. Der Richtungsstrich zeigt die Einfallsrichtung von 0 - 360° an
Stereo Plot	Schmidt'sches Netz untere Hemisphäre, Darstellung der Flächenpole
Travel Time	Abgerolltes (0 – 360°) Laufzeitbild des akustischen Signals
Amplitude	Abgerolltes (0 – 360°) Amplitudenbild des akustischen Signals

Als **Messbezug** für die Bohrungen wurde die **Geländeoberkante (GOK)** verwendet.

2 B1A – 1. Einsatz

Datum des Messeinsatzes: 28.10.2014
Bohrtiefe: 72,50 m
Messtiefe: 72,10 m
Ausbau: -1,40 – 51,20 m; Vollrohr Stahl, 157 mm iD
51,20 – EOH; offenes Bohrloch, 152 mm

2.1 Ablauf der Messungen

In einer ersten Befahrung wurde der untere, offene Teil der Bohrung (ca. 50 – 70 m) befahren. Nachdem die Verrohrung gezogen wurde, konnte auch der obere Teil von 0 – 50 m gemessen werden. Die Wartezeit zwischen den Messungen betrug ca. 4 Stunden.

In einer ersten Messfahrt wurde ein Kaliberlog mit einem 3-arm Kaliber aufwärtsfahrend durchgeführt. Als zweite Messung wurde der akustische Scanner eingesetzt. Mit dieser Sonde wurde ebenfalls aufwärtsfahrend gemessen.

Anschließend an die erste Messetappe wurde die Verrohrung bis auf 6,80 m zurückgezogen.

In der zweiten Messetappe wurde zunächst der akustische Scanner und anschließend die Kaliber Sonde gefahren.

2.2 Beschreibung der Messergebnisse

2.2.1 Kalibermessung

Das Kaliberlog zeigt im ersten Messabschnitt zwischen Endtiefe und 51,25 m einen durchschnittlichen Durchmesser von 155 mm. Zwischen 65,10 m und 54,60 m ist die Bohrung stellenweise bis auf maximal 167 mm geweitet.

Im zweiten Messabschnitt zwischen 51,25 m und 6,82 m zeigt das Kaliberlog eine meist gut kaliberhaltige Bohrung mit 186 mm Durchmesser. Zwischen 47,30 m und 45,00 m zeigt das Kaliber größere Ausschläge bis maximal 296 mm.

2.2.2 Bohrlochverlauf

Der Bohrlochverlauf für den ersten und zweiten Messabschnitt zeigt eine Bohrlochneigung von 0,0° bis 0,4° aus der Vertikalen. Der Azimut der Bohrung dreht zwischen 0° und 360°.

Die Abweichung von Bohransatzpunkt in der Endtiefe beträgt 0,04 m in östlicher und 0,02 m in südlicher Richtung.

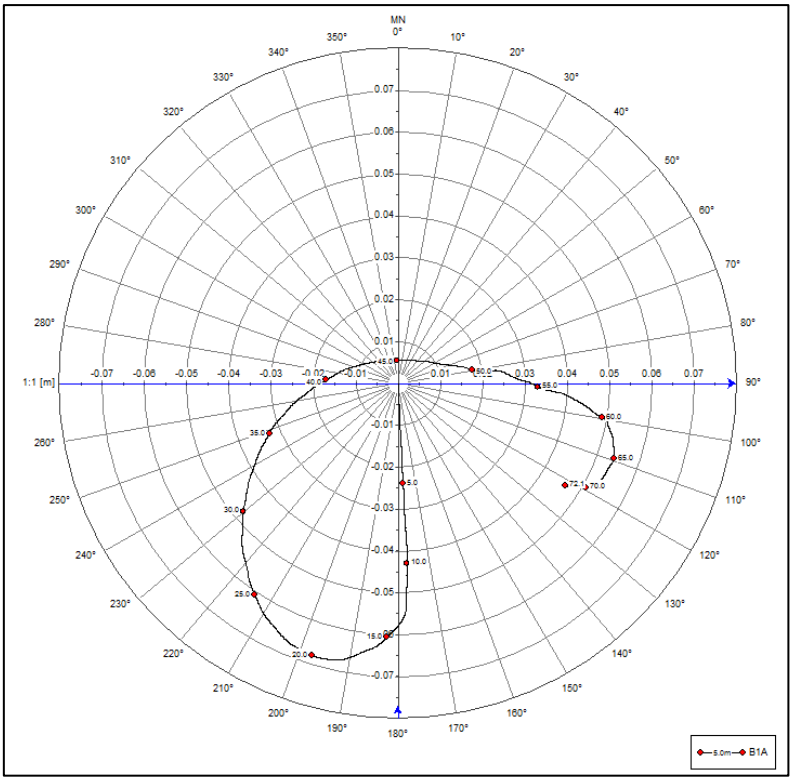


Abbildung 1: Bullseyedarstellung des Verlaufs der B1A vom 28.10.2014

Da die Unterkante der Verrohrung bei ca. 6,80 m stand, wird für die Richtung der Bohrung, in Bezug auf Nord, im Bereich der Stahlverrohrung die erste ungestörte Richtungsmessung unterhalb der Verrohrung angenommen und zur Oberfläche extrapoliert.

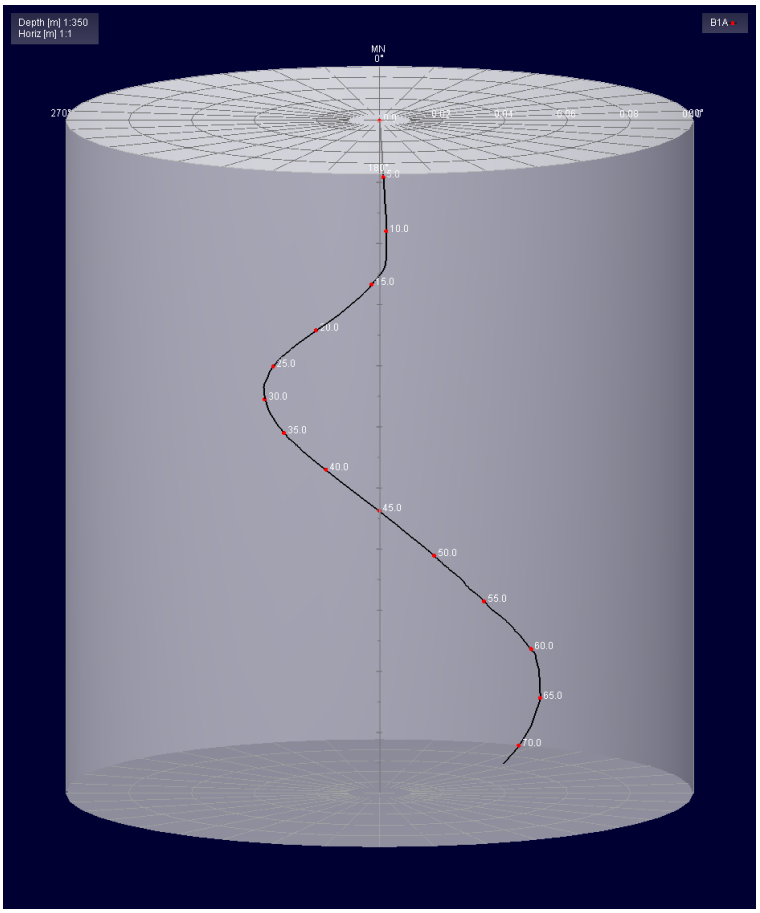


Abbildung 2: Zylinderdarstellung des Verlaufs der B1A vom 28.10.2014

2.2.3 Natürliche Gammastrahlung

Die Werte der natürlichen Gammastrahlung liegen über die gesamte Messtiefe zwischen 15 und 260 API. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht der API Werte in ausgewählten Tiefenintervallen:

Tiefe von	Tiefe bis	API Wertebereich
0,00	6,80	40 - 130
6,80	13,60	100 – 180
13,60	15,70	80 - 110
15,70	23,80	100 – 260
23,80	28,10	100 – 150
28,10	49,60	60 – 160
49,60	ET	15 - 150

Tabelle 1: Natürliche Gammastrahlung in ausgewählten Tiefenintervallen

2.2.4 Akustischer Scanner und Strukturdaten

Die Messdaten des akustischen Scanners im ersten Messabschnitt sind von guter Qualität. Die Messdaten im zweiten Messabschnitt sind von brauchbarer Qualität, wobei einige „Löcher“ (dunkle Stellen im Amplitudenbild) in den Messdaten zu sehen sind. Diese Löcher entstehen durch ein fehlendes Signal von der Bohrlochwand. Dies kann geschehen wenn die Bohrlochwand zu weit entfernt oder diese zu weich ist.

Zusätzlich zu den Scanner Daten wurden mittels einer speziellen Software (TEC-CORIM) die Kernkistenbilder bearbeitet und als separate Spur in die Logs mit eingebunden.

Auf den Aufnahmen des akustischen Scanners wurden insgesamt 67 Strukturen eingemessen. Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der Strukturen.

Strukturtyp	Anzahl Strukturen	Neigung (bevorzugt)	Azimut (bevorzugt)
Schichtung / Schieferung	27	0° - 10°	Keine
Lithologischer Wechsel	5	0° - 15°	S – SSW
Offene Kluft	13	keine	Keine
Geschlossene Kluft	8	Keine	Keine
Schichtfuge	14	0° - 20°	SE - SSW

Tabelle 2: Übersicht der eingemessenen Strukturen

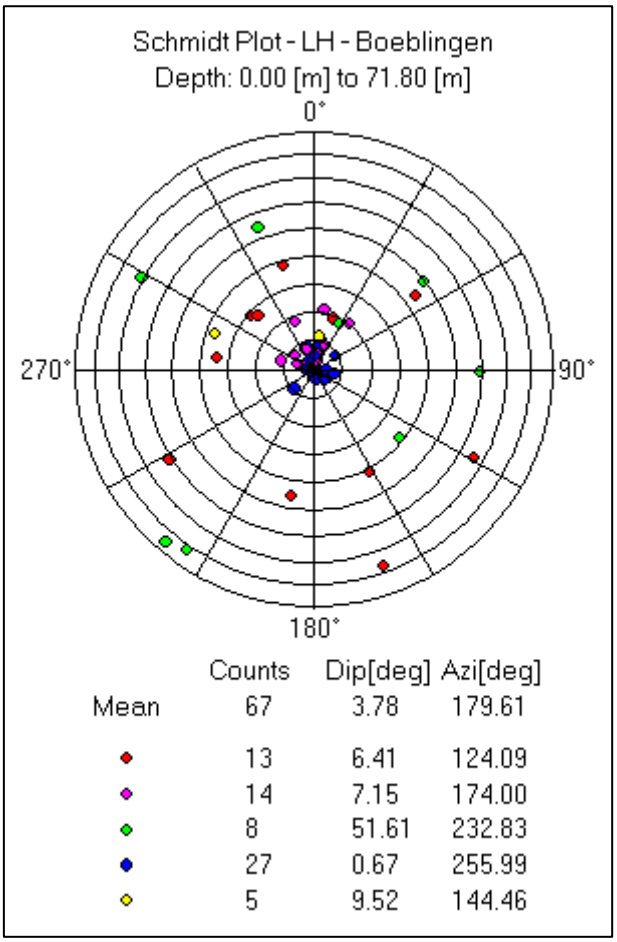


Abbildung 3: Schmidt'sches Netz, untere Halbkugel, Flächenpole

3 B1A – 2. Einsatz

Datum des Messeinsatzes: 11.12.2014
Bohrtiefe: 84,60 m
Messtiefe: 83,78 m
Ausbau: -1,40 – 51,80 m; Vollrohr Stahl, 476 mm - 450 mm ID
51,80 – EOH; offenes Bohrloch, 444 mm

3.1 Ablauf der Messungen

Am 11.12.2014 wurde der offene Abschnitt der Bohrung direkt im Abschluss an die Bohrarbeiten mit einem 4-arm Kaliber mit integriertem Verlaufsmodul befahren. Die Sonde wurde bis zum Bohrlochtiefsten eingebracht und hier die Arme aufgespannt. Die eigentliche Messung wurde aufwärtsfahrend mit ca. 4,5 m/min durchgeführt und der ermittelte Durchmesser in der Verrohrung überprüft. Die Messung der natürlichen Gammastrahlung erfolgte ebenfalls mit der Kaliber-Befahrung.

3.2 Beschreibung der Messergebnisse

3.2.1 Kalibermessung

Das Kaliberlog zeigt in der Verrohrung bis 51,80 m Werte um 450 mm, im oberen und unteren Verrohrungsabschnitt differieren die beiden Armpaare X und Y leicht. Dies lässt sich vermutlich auf Ablagerungen der inhibierten Spülung an der Rohrwandung und den Kaliberarmen zurückführen. Am Ende der Messungen waren die Spitzen der Kaliberarme mit Ablagerungen tonartiger Rückstände besetzt. Inwieweit sich dies auf die Messungen in der offenen Bohrung auswirkt ist nicht bekannt, diese Beobachtung sollte bei der Interpretation der Daten jedoch berücksichtigt werden.

Unterhalb der Verrohrung ist auf der X-Achse ein Maximalausschlag von 472 mm zu beobachten. Bis auf den Abschnitt von 56,60 – 63,70 m ist die Bohrung +/- kaliberhaltig. Im beschriebenen Tiefenintervall differieren die X- und Y-Achse um ca. 6 mm und geben damit einen Hinweis auf eine leichte Ovalität der Bohrung.

Im Folgenden werden die Kaliberkurven für ausgewählte Tiefenintervalle beschrieben:

Tiefe von	Tiefe bis	Bohrlochdurchmesser (mm)
0,0	51,8	X-Achse und y-Achse: Werte um 450 bis Verrohrungsende
51,8	52,3	Unterhalb Verrohrungsende: X-Achse: 472 max.; Y-Achse: um 446, 449 max.
52,3	56,6	X-Achse und Y-Achse: Werte um 444, 448 max.
56,6	63,7	X-Achse: um 449, 459 max.; Y-Achse: um 444, 464 max. in 59,80 m
63,7	79,0	X-Achse und Y-Achse: Werte um 443, 449 max.
79,0	ET	X-Achse und Y-Achse: Werte um 442, 446 max.

Tabelle 3: Tiefenintervalle der Kaliberanomalien

3.2.2 Bohrlochverlauf

Die Bohrung verläuft annähernd senkrecht und zeigt bis auf die oberen 15 m eine Neigung unter 1°. Der Azimut der Bohrung dreht zwischen 0° und 360°. Erst auf den unteren ca. 8 m baut sich eine Richtung auf.

Der Endpunkt liegt 0,19 m in westlicher und 0,11 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe (TVD) unter dem Bohransatzpunkt beträgt 83,77 m, die Messendtiefe zugrunde gelegt.

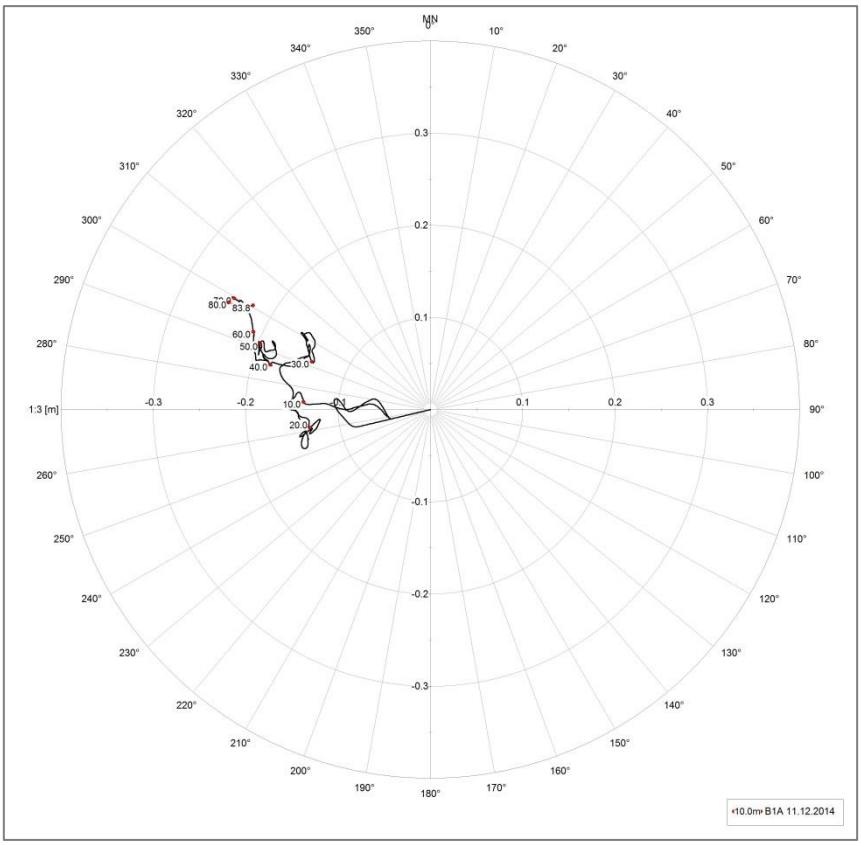


Abbildung 4: Bullseyedarstellung des Verlaufs der B1A vom 11.12.2014

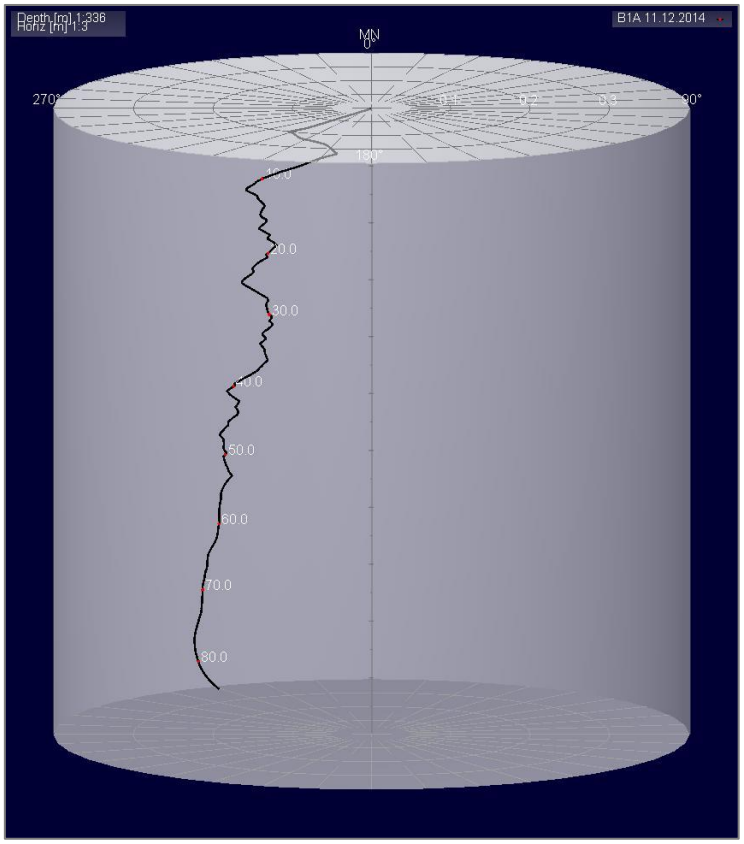


Abbildung 5: Zylinderdarstellung des Verlaufs der B1A vom 11.12.2014, Blickrichtung magnetisch Nord, horizontale Achse entspricht 0,4 m.

Anmerkungen zum Bohrlochverlauf:

Dass die Bohrung auf den oberen 15 m an Neigung aufbaut, liegt vermutlich daran, dass für das Verlaufsmodul kleinere Zentrierungen als der Bohrdurchmesser verwendet werden mussten und die Sonde in diesem Abschnitt dezentral lief. Dies wurde evtl. auch durch die Ablagerungen auf der Verrohrungsinnenseite unterstützt. Da die Bohrung keine bevorzugte Richtung hat, bzw. annähernd Vertikal ist, und die Azimut-Messung in der Verrohrung zudem gestört ist, kann der berechnete Verlauf (Northing, Easting, TVD) leicht vom „wahren" Verlauf abweichen. Da die Abweichung von der Vertikalen sehr gering ist, wird sich die Abweichung wahrscheinlich im Rahmen der Sondengenauigkeit bewegen. Um den Verlauf magnetisch ungestört berechnen zu können, müsste in der Verrohrung eine gyroskopische Messung des Azimuts ausgeführt werden.

3.2.3 Natürliche Gammastrahlung

Die Werte der natürlich auftretenden Gammastrahlung liegen im Bereich der Messstrecke um 62 API.

In der folgenden Tabelle sind auffällige Intervallabschnitte und deren durchschnittliche natürliche Gammastrahlung in API aufgeführt:

Tiefe von	Tiefe bis	Nat. Gamma Average/Intervall (API)
0,0	4,3	Plateaucharakter mit Werten um 42
4,3	13,3	Werte um 66, auffällige negative Anomalie um 41
13,3	15,9	Plateau mit Werten um 48
15,9	23,3	Werte um 66
23,3	52,7	Plateau mit Werten um 56
52,7	55,2	Werte um 65
55,2	57,0	Werte um 45
57,0	65,5	Werte um 68
65,5	74,6	Min. „coarsening upward"-Trend innerhalb Intervall, Werte um 66
74,6	76,4	Mehrere Einzelspitzen, Werte um 91, max. 120
76,4	ET	Plateau erhörter Werte um 89

Tabelle 4: Natürliche Gammastrahlung in ausgewählten Tiefenintervallen

4 B1A - 3. und 4. Einsatz

Datum des Messeinsatzes: 27.01.2015
Bohrtiefe: 116,00 m
Messtiefe: 115,84 m
Ausbau: -1,40 – 85,00 m; Vollrohr Stahl, 157 mm iD
85,00 – EOH; offenes Bohrloch, 152 mm

Datum des Messeinsatzes: 16.02.2015
Bohrtiefe: 144,80 m
Messtiefe: 142,46 m
Ausbau: -1,40 – 116,40 m; Vollrohr Stahl, 178 mm
116,40 – EOH; offenes Bohrloch, 146 mm

4.1 Ablauf der Messungen

Messeinsatz vom 27.01.2015: Da die Bohrung nicht mit klarem Frischwasser befüllt war, wurde eine Messung mit dem akustischen Scanner durchgeführt. Hierzu wurde die Sonde mit für den gebohrten Durchmesser geeigneten Zentriereinheiten bestückt und bis zum Bohrloch tiefsten Punkt eingebracht. Die Messung erfolgte beim Herausfahren.

Messeinsatz vom 16.02.2015: Zunächst wurde versucht eine Messung mit dem optischen Scanner durchzuführen. Die Sonde wurde mit für den Bohrdurchmesser geeigneten Zentriereinheiten ausgestattet und in die Bohrung eingebracht. Da das in der Bohrung angetroffene Wasser sehr stark getrübt war und keine optische Sicht bis zur Bohrlochwand möglich war, wurde eine Messung mit dem akustischen Scanner durchgeführt. Hierzu wurde die Sonde mit für den gebohrten Durchmesser geeigneten Zentriereinheiten bestückt und bis zum Bohrloch tiefsten Punkt eingebracht. Die Messung erfolgte beim Herausfahren.

4.2 Beschreibung der Messergebnisse

4.2.1 Azimut und Neigung

Der Bohrlochverlauf für den ersten und zweiten Messabschnitt zeigt eine Bohrlochneigung von 0,0° bis 1,0° aus der Vertikalen. Der Azimut der Bohrung dreht auf Grund der annähernden Vertikalität zwischen 0° und 360°.

Der Endpunkt liegt 0,13 m in westlicher und 0,24 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe (TVD) unter dem Bohransatzpunkt beträgt 141,24 m.

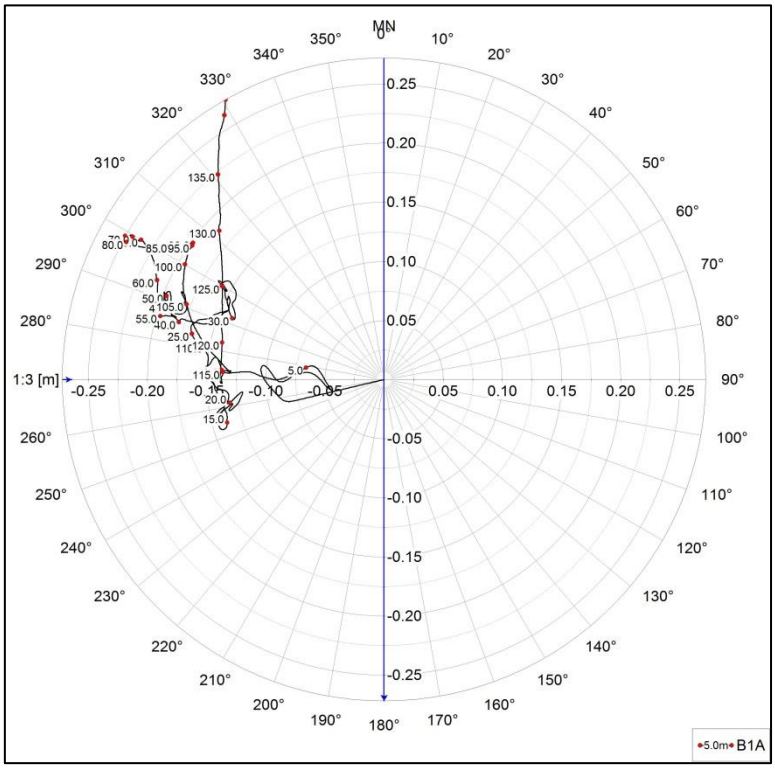


Abbildung 6: Bullseyedarstellung des Verlaufs der B1A gesamt

4.2.2 Natürliche Gammastrahlung

Die Werte der natürlichen Gammastrahlung liegen über die gesamte Messtiefe zwischen 55 und 170 API. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht der API Werte in ausgewählten Tiefenintervallen:

Tiefe von	Tiefe bis	API Wertebereich
85,00	103,00	25 – 115 (deutliche Wechsellagerung)
103,00	114,00	75 – 5 (zur Tiefe hin abnehmend)
114,00	125,00	20 – 150 (deutliche Wechsellagerung)
125,00	131,00	135 – 170
131,00	133,50	15 – 80 (deutliche Wechsellagerung)
133,50	ET	15 – 25

Tabelle 5: Natürliche Gammastrahlung in ausgewählten Tiefenintervallen

4.2.3 Akustischer Scanner und Strukturdaten

Die Messdaten des akustischen Scanners im ersten Messabschnitt sind von guter Qualität. Im Tiefenabschnitt zwischen 112,40 m und 115,70 m zeigt das Amplitudenbild des Scanners eine starke Dunkelfärbung. Diese Dunkelfärbung deutet entweder auf sehr weiches Material der Bohrlochwand oder eine Verschlammung am Bohrgrunde hin. In diesem Fall wird eher die zweite Möglichkeit vermutet.

Auf den Aufnahmen des akustischen Scanners wurden insgesamt (Abschnitt 1 und Abschnitt 2) 147 Strukturen eingemessen. Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der Strukturen.

Strukturtyp	Anzahl Strukturen	Neigung (bevorzugt)	Azimut (bevorzugt)
Schichtung / Schieferung	51	0° - 10°	S - SE
Lithologischer Wechsel	5	0° - 10°	S – SSE
Offene Kluft	17	0° - 20°	Keine
Geschlossene Kluft	74	0° - 10°	S - SSE

Tabelle 6: Übersicht der eingemessenen Strukturen

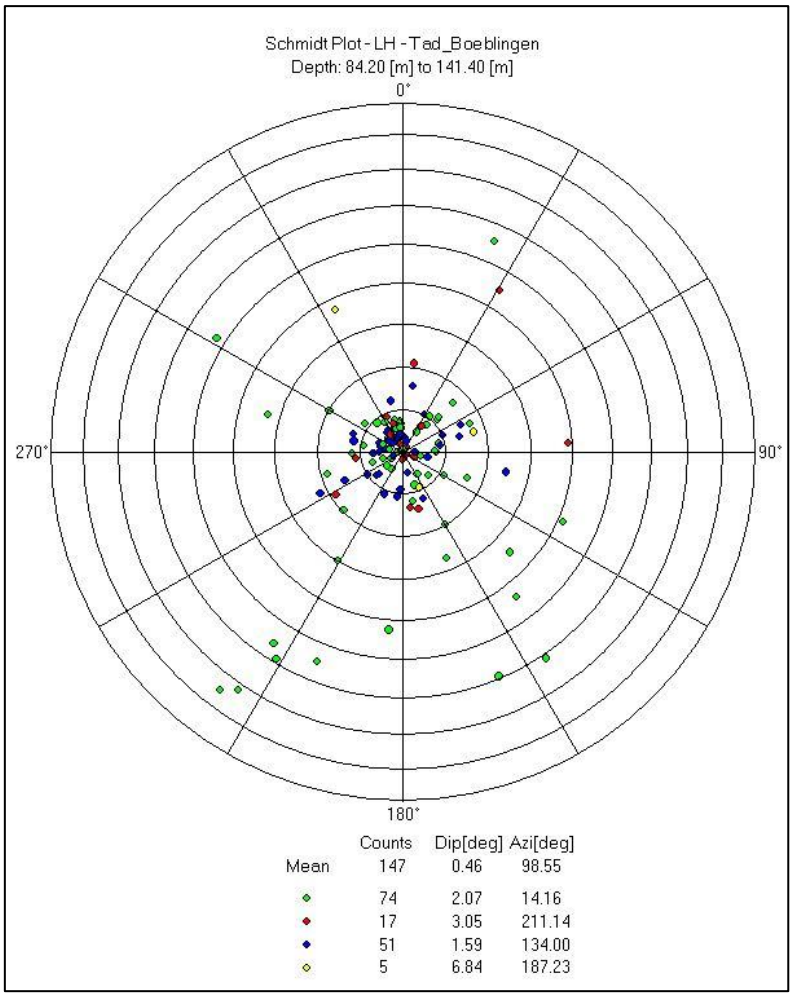


Abbildung 7: Schmidt'sches Netz, untere Halbkugel, Flächenpole

Aus den Daten aller Messeinsätze wurden somit 214 Strukturen eingemessen. Eine detaillierte Tabelle mit den Einfalls- und Richtungswerten der einzelnen Strukturen ist dem beigefügten Datenträger zu entnehmen.

Strukturtyp	Anzahl Strukturen	Neigung (bevorzugt)	Azimut (bevorzugt)
Schichtung / Schieferung	78	0° - 10°	S - SE
Lithologischer Wechsel	10	0° - 10°	S – SSE
Offene Kluft	30	0° - 20°	Keine
Geschlossene Kluft	82	0° - 20°	keine
Schichtfuge	14	0° - 20°	SE - SSW

Tabelle 7: Übersicht der eingemessenen Strukturen

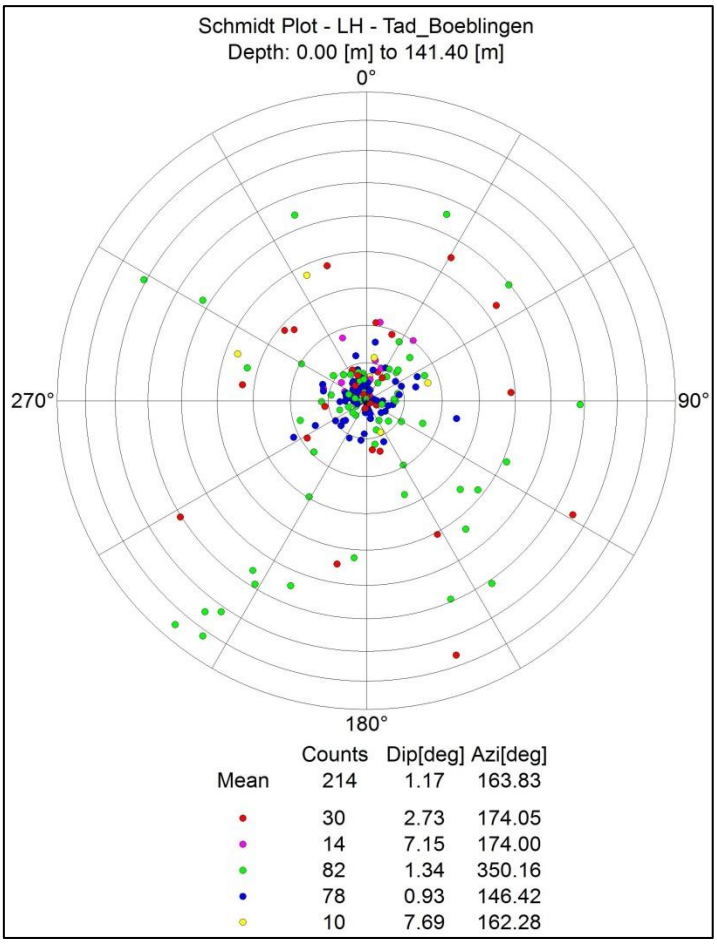


Abbildung 8: Schmidt'sches Netz, untere Halbkugel, Flächenpole, Zusammenfassung der gesamten Bohrung

Heitersheim, 09.07.2015

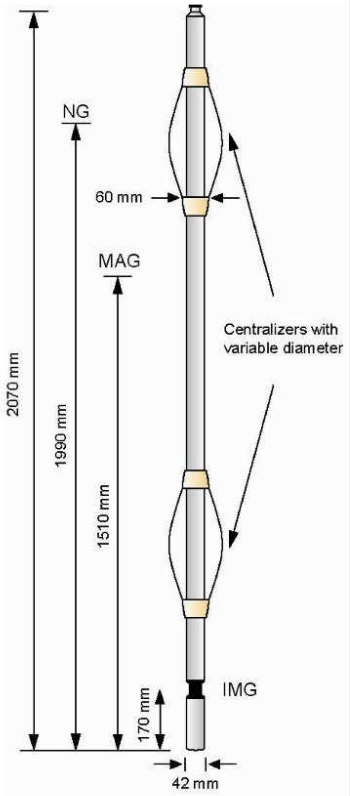
Dipl. Geol. D. Fischer
Dipl. Geol. M. Gracia
Dr. C. Pohl

5 Sondenbeschreibung

5.1 Akustischer Scanner

Borehole Probe Data Sheet BHTV

terratec Geophysical Services



Overview

Principle
The BHTV probe uses fixed acoustic transducer and a rotating acoustic mirror to scan the borehole walls with a focused ultrasound beam. The amplitude and travel time of the reflected acoustic signal are recorded simultaneously as separate image logs.

Results
The BHTV generates an unrolled 360° - false color image of the borehole wall. The images are oriented to magentic north, high side in inclined hole respectively using the integrated orientation module. From travel time a 360° caliper can be calculated.

Applications
Structural interpretation with dip and dip direction, fracture frequency, lithology, casing inspection … Probe can be used in water filled DD, RC and RAB holes.

Options
Natural gamma, borehole deviation (mag. direction).

Borehole Conditions

Borehole Fluid:	✓ water	✓ mud	✗ dry
Casing:	✓ PVC	✓ steel	✓ none
Drill:	✓ core	✓ destructive	
Max depth:	1000 – 1500 m (dep. on fluid dens.)		
Diameter:	76 mm – 380 mm		
Temperature:	0°C – 70°C		
Max pressure:	150 bar		

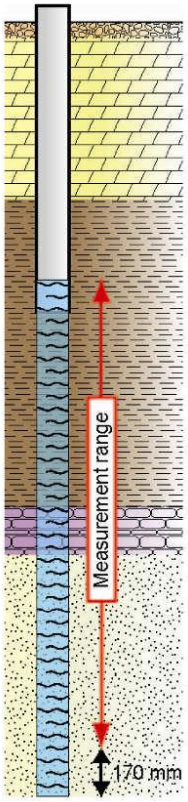
Technical spezification

Dimensions

Length:	2070 mm
Diameter:	42 mm
Weight:	10 kg

Sensors

1 Transmitter –receiver head (1.5 MHz)	IMG
1 Magnetometer (3 axis) and accelerometer (3 axis)	MAG
1 Natural gamma ray (NaI-crystal)	NG



Measurement – Image – Orientation

Measurement

Probe:	✓ centered	✗ excentric
Measurement:	✓ downward	✓ upward
Logging speed:	2 – 3 m/min with vert. resol. of approx. 3 mm and hor. resol. of 180 ppr	

Image - Orientation

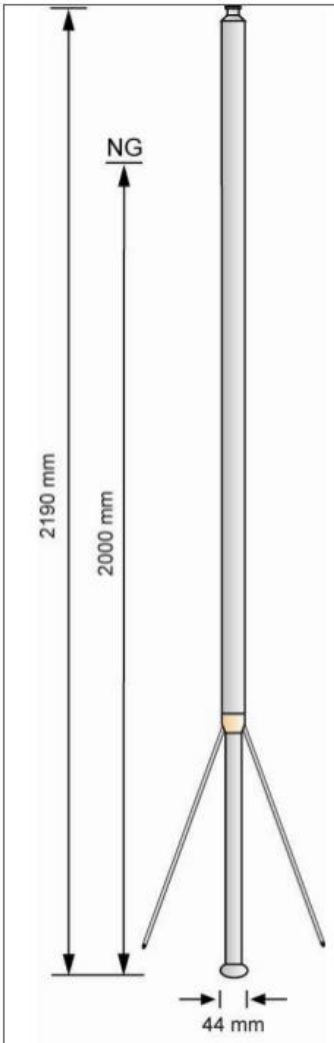
Horizontal resolution:	90, 120,180, 360 ppr
Vertical resolution:	max. 0.5 mm
Azimuth:	± 1°
Inclination:	± 0.5°

Terratec – Schillerstrasse 3 – D-79423 Heitersheim – Germany
Phone: +49 7634-4644 – Fax: +49 7634-4634
www.terratec-geoservices.com - info@terratec-geoservices.com

5.2 3-Arm Kalibersonde

Borehole Probe Data Sheet Caliper

terratec Geophysical Services



Overview

Principle
Opening and closing of the motor-driven caliper arms is under surface control, allowing the probe to be run into the borehole with the arms retracted. Once opened, at the start of logging, the spring-loaded arms respond to borehole diameter variations as the probe is raised up the borehole. The coupling between the arms means that the resulting log usually represents the minimum diameter in non-circular boreholes. A field calibrator is provided to allow logs to be displayed directly in linear metric or imperial units.

Results
Continuous log of borehole diameter.

Applications
Location of borehole collapse or obstructions.
Cement volume calculations for grouting.
Location of caving, faulting, casing breaks.

Options
Natural gamma

Borehole Conditions

Borehole Fluid:	✓ water	✓ mud	✓ dry
Casing:	✓ PVC	✓ steel	✓ none
Drill:	✓ core	✓ destructive	
Max depth:	1000 – 1500 m (dep. on fluid dens.)		
Diameter:	Min. 50 mm		
Temperature:	0°C – 70°C		
Max pressure:	200 bar		

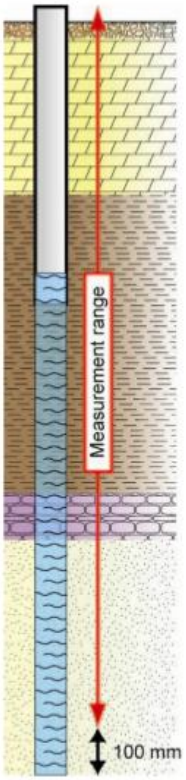
Technical spezification

Dimensions

Length:	2190 mm
Diameter:	44 mm
Weight:	9 kg

Sensors

3 mech. Arms	CAL
1 Natural gamma ray (NaI-crystal)	NG



Measurement – Sensor

Measurement

Probe:	✓ centered	✓ excentric
Measurement:	✓ downward	✓ upward

Logging speed: 4 – 8 m / min

Sensor

Range:	50 – 700 mm
Resolution:	± 3 mm

Terratec – Schillerstrasse 3 – D-79423 Heitersheim – Germany
Phone: +49 7634-4644 – Fax: +49 7634-4634
www.terratec-geoservices.com - info@terratec-geoservices.com

Bohrungskennung: B1A

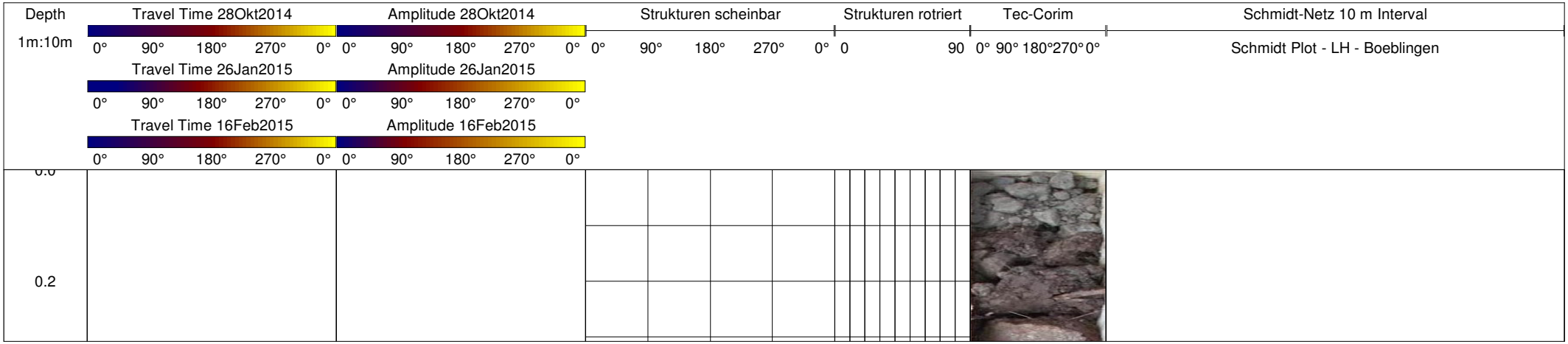
terratec Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

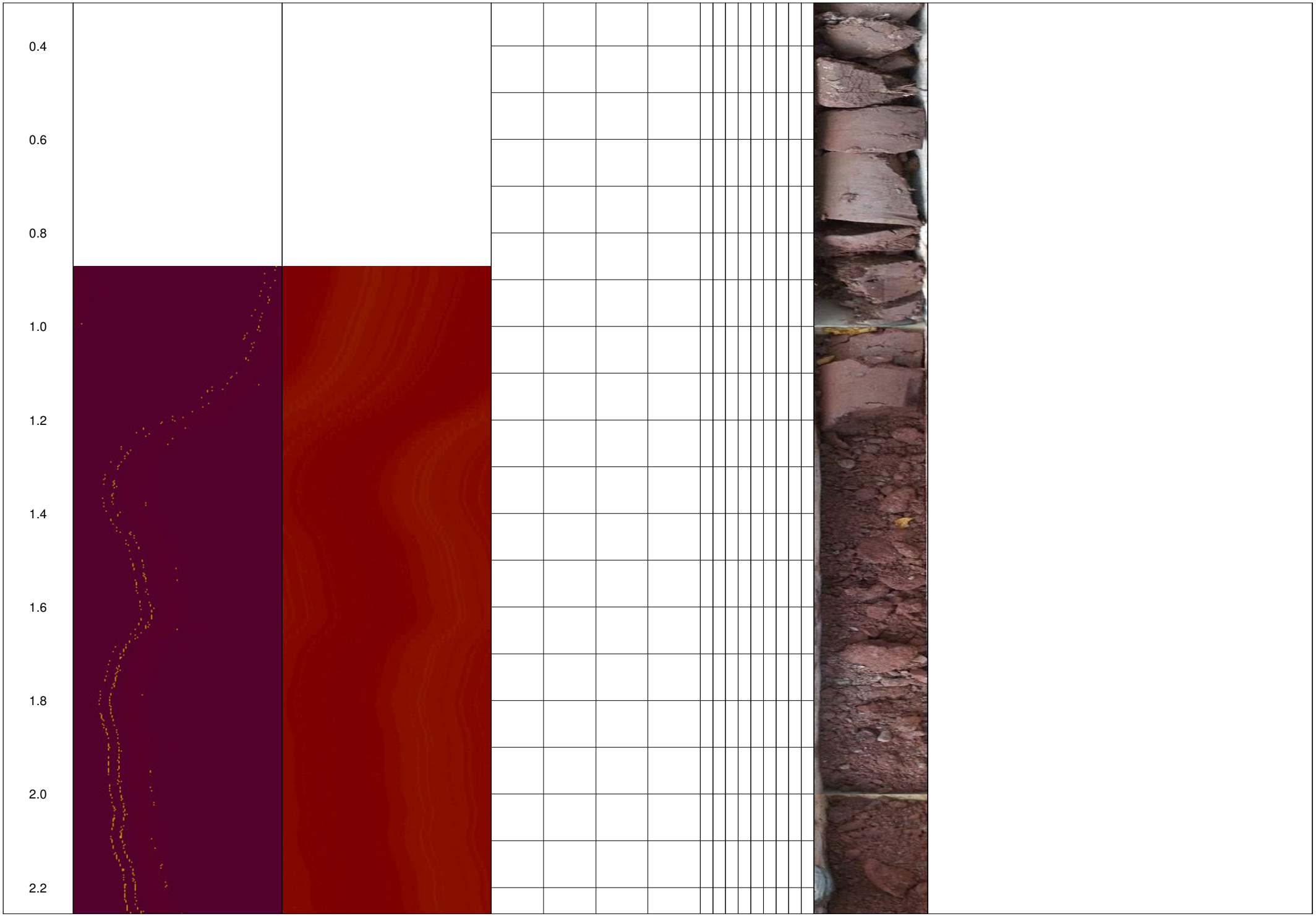
Ort:	Böblingen
Auftraggeber:	Burkhardt GmbH & Co. KG
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Bohrlochgeophysik - Erkundungsbohrung Böblingen
Messdurchführung:	terratec: M. Gracia, P. Glasnák Datum: 28.Okt.2014, 27.Jan, 16.Feb.2015
Messungen:	BHTV
Tiefenbezug:	Geländeoberkante
Tiefe:	logging: unterschiedlich
Ausbau:	28.Okt.14: -1.40 - 51.20 m: Vollrohr Stahl; 157 mm iD; 51.20 - 72.50 m: offenes Bohrloch; 152 mm 27.Jan.15: -1.40 - 84.58 m Vollrohr Stahl; 178 mm ID; 84.58 - 116.00 m offenes Bohrloch; 152 mm 16.Feb.15: -1.40 - 115.84 m Vollrohr Stahl 146 mm ID; 115.84 - 141.25 m offenes Bohrloch; 152 mm
Überstand:	- 1.40 m
Pumpdaten:	x
Bemerkung:	
Tiefenskala:	(siehe Spalte "depth")

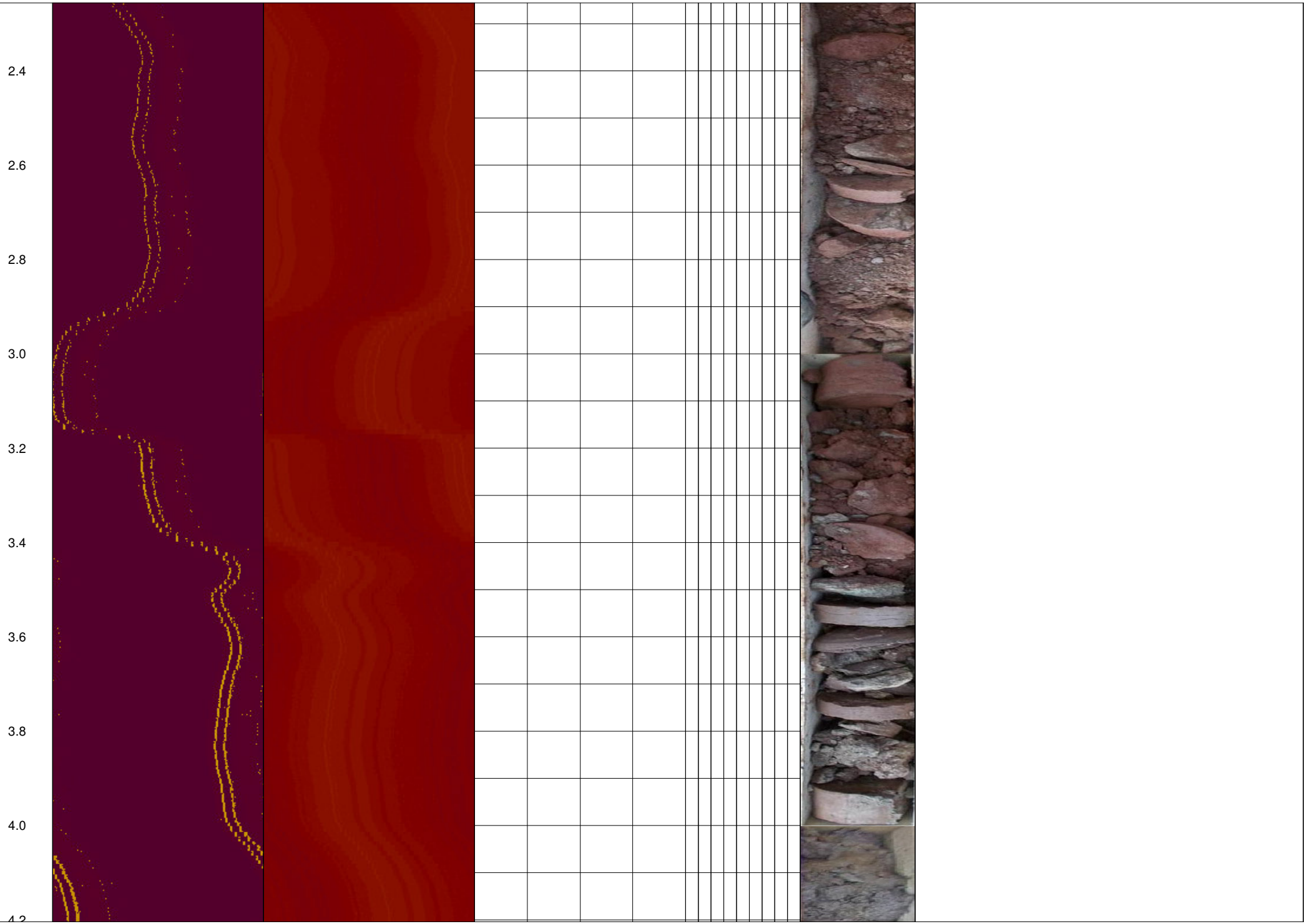
Pr.Nr.: 546-2014 & 559-2015
RWS: Ruhewasserspiegel
PWS: Pumpwasserspiegel

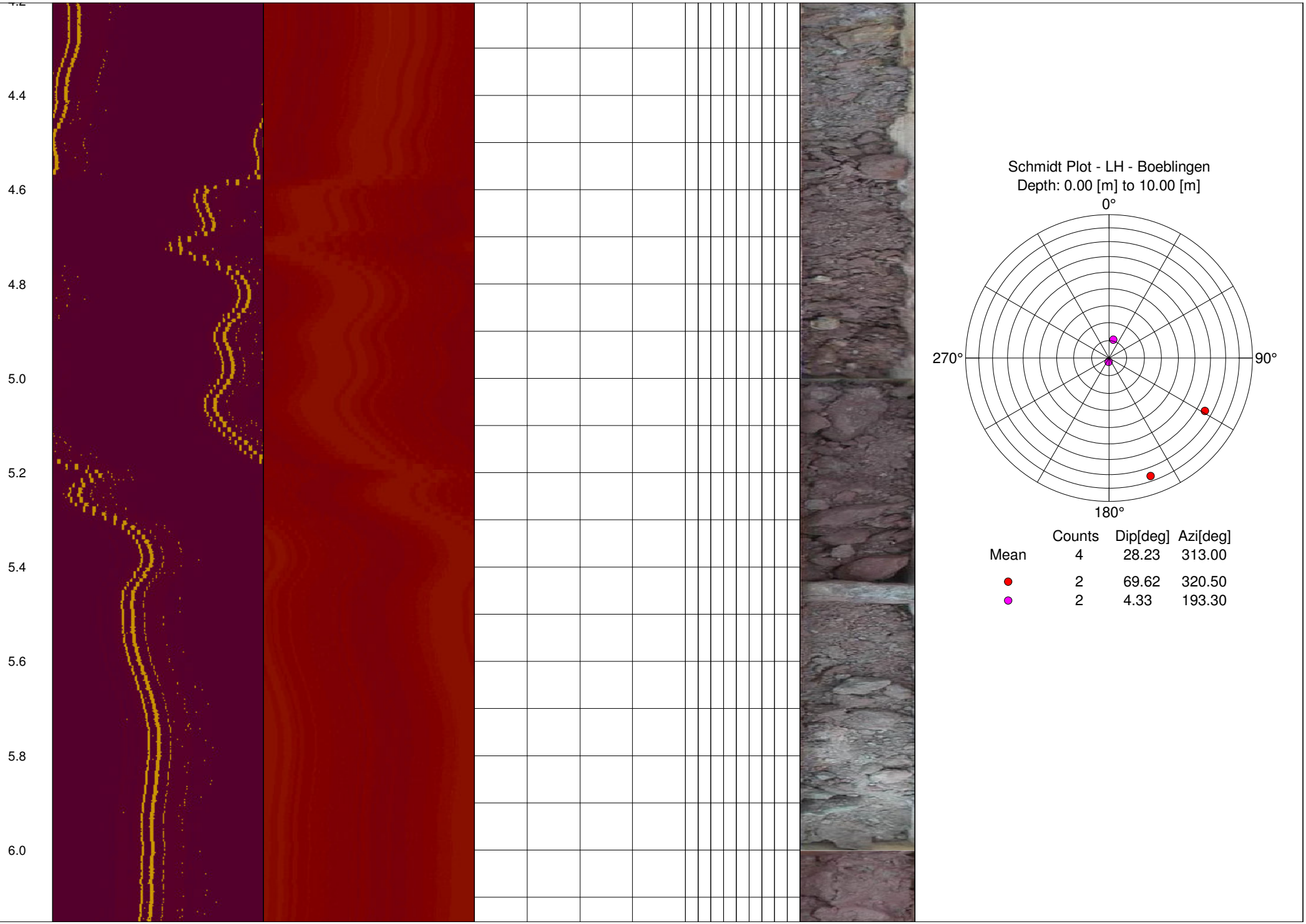
structures

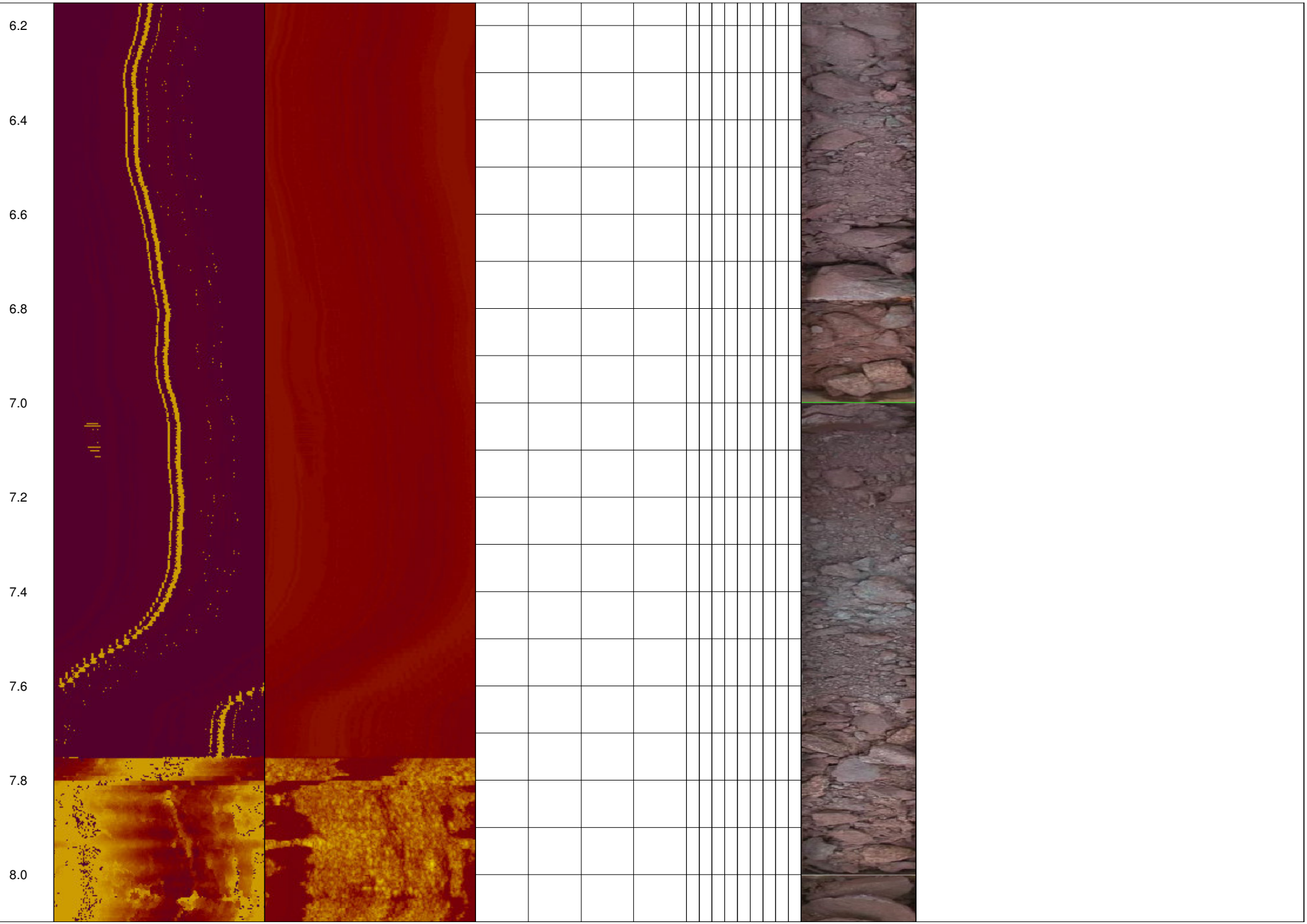
Lithologischer Wechsel | Schichtung / Schieferung | offene Kluft | geschlossene Kluft | Schichtfuge

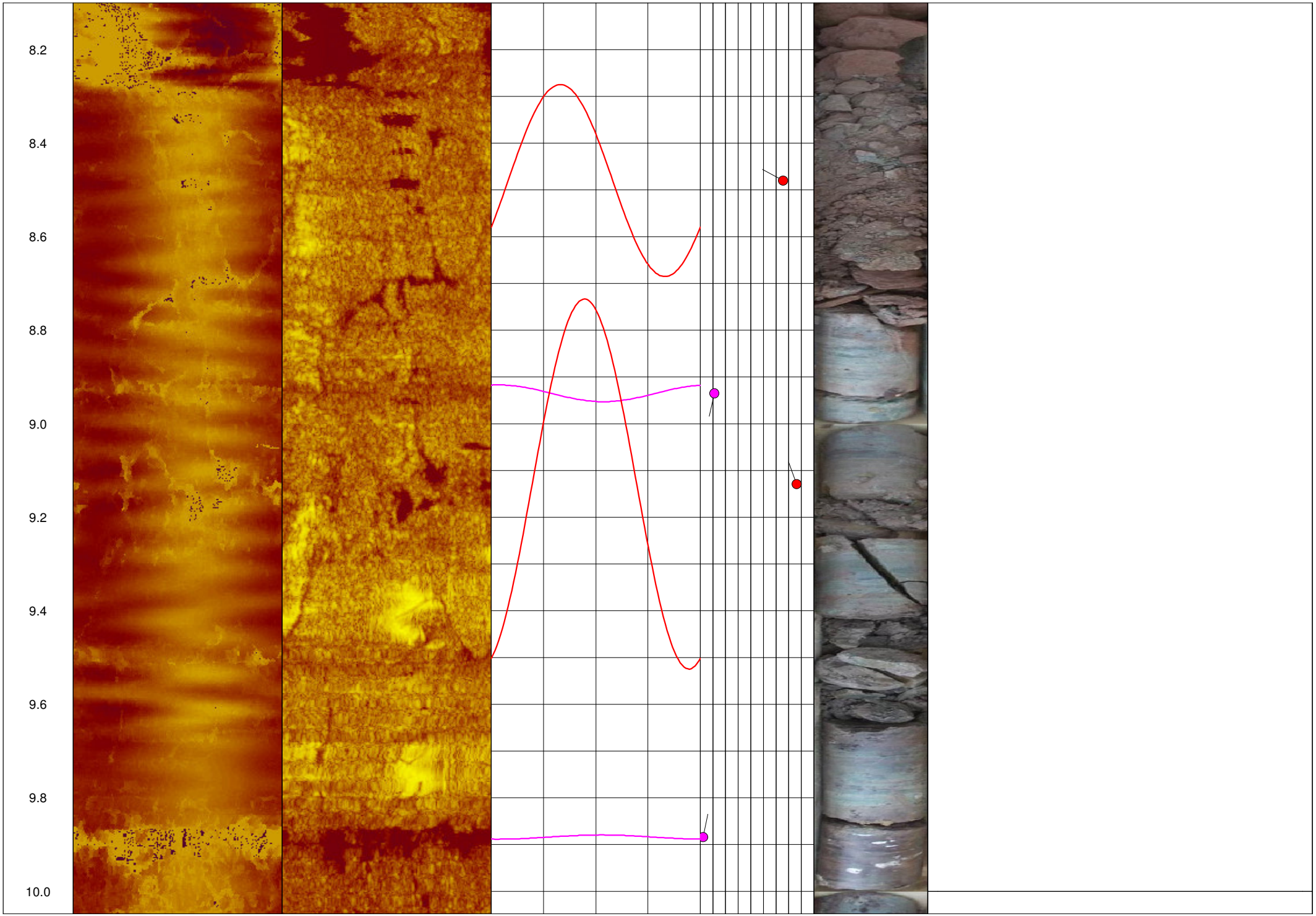


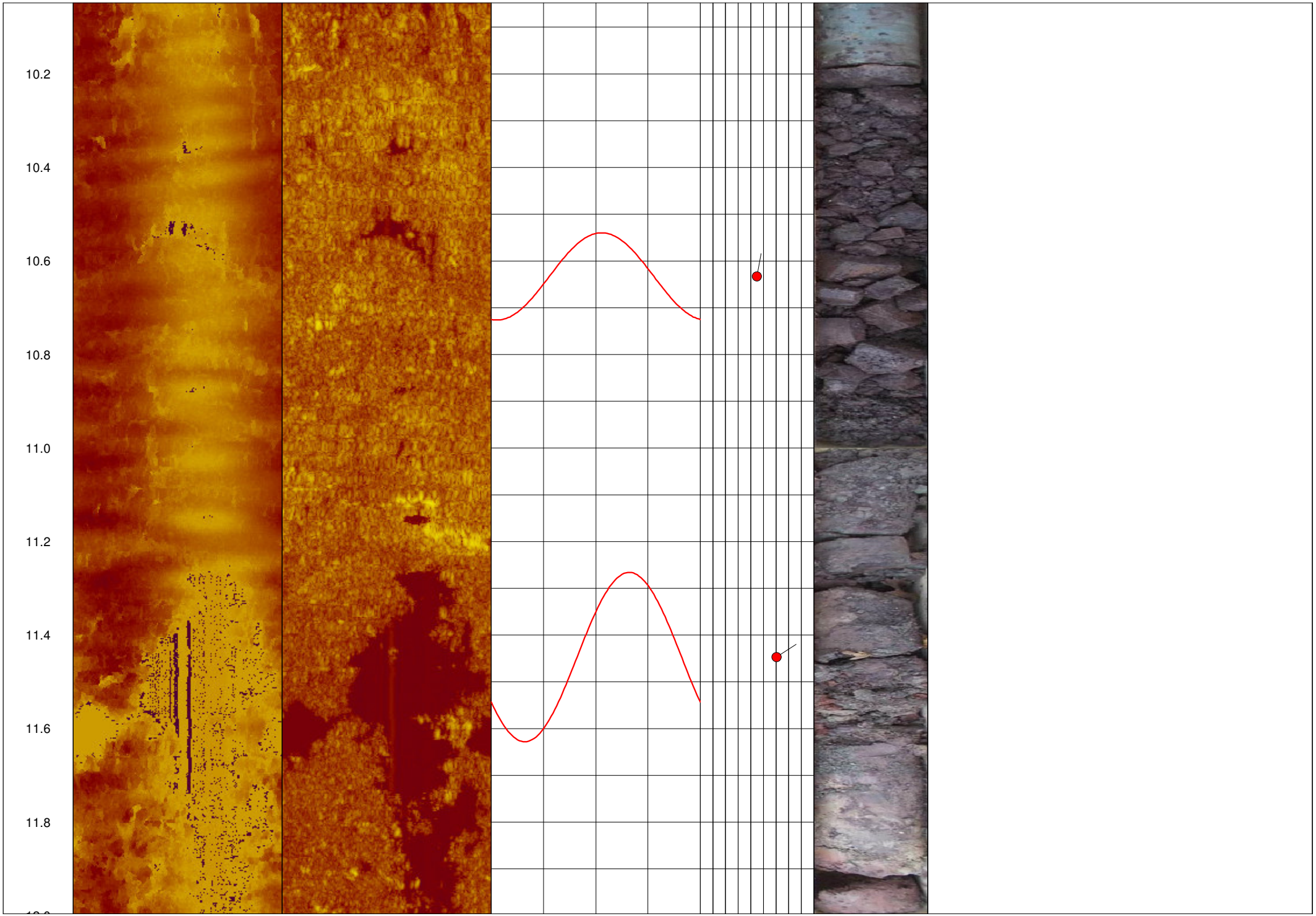

0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
2.2

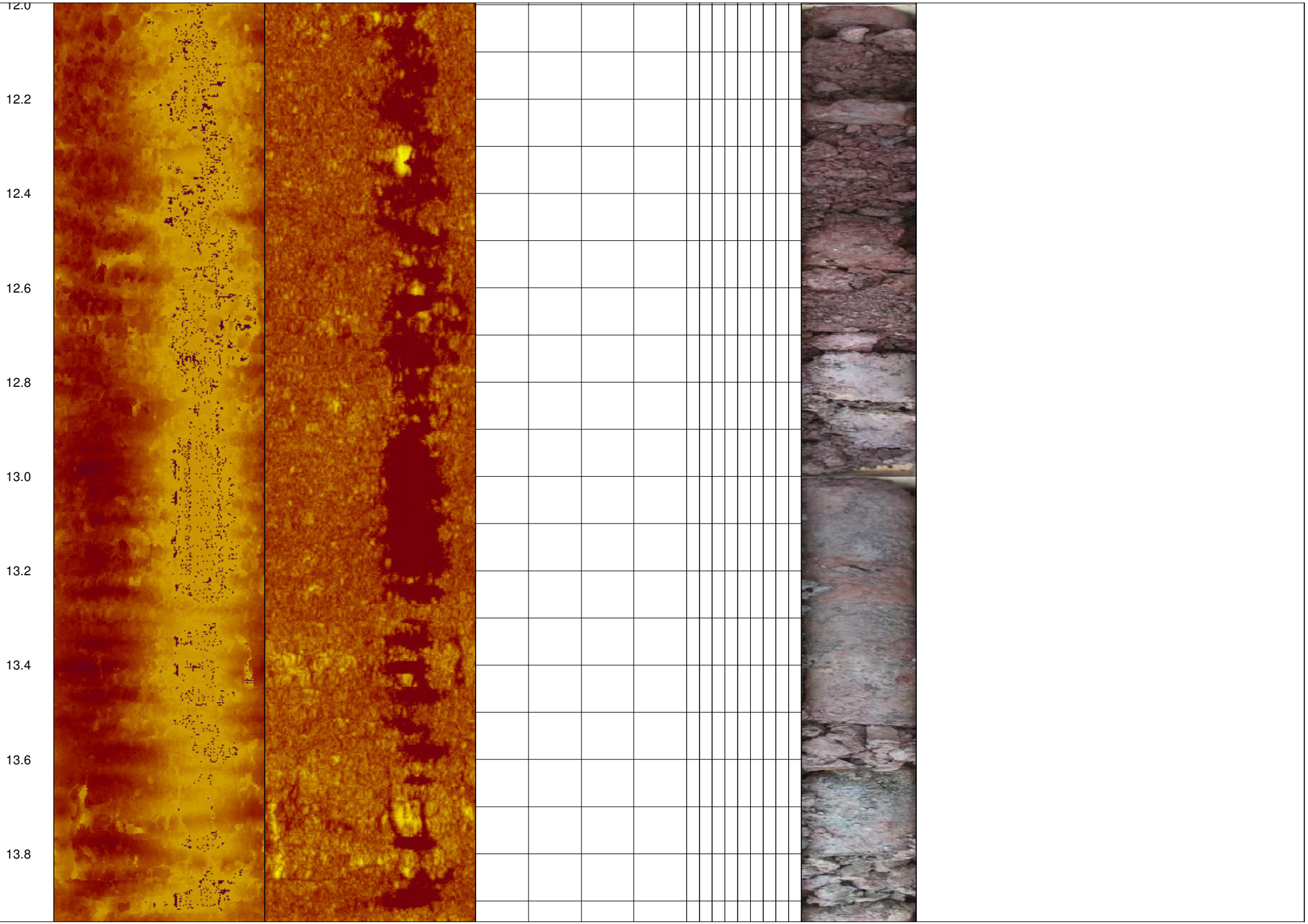

2.4
2.6
2.8
3.0
3.2
3.4
3.6
3.8
4.0
4.2

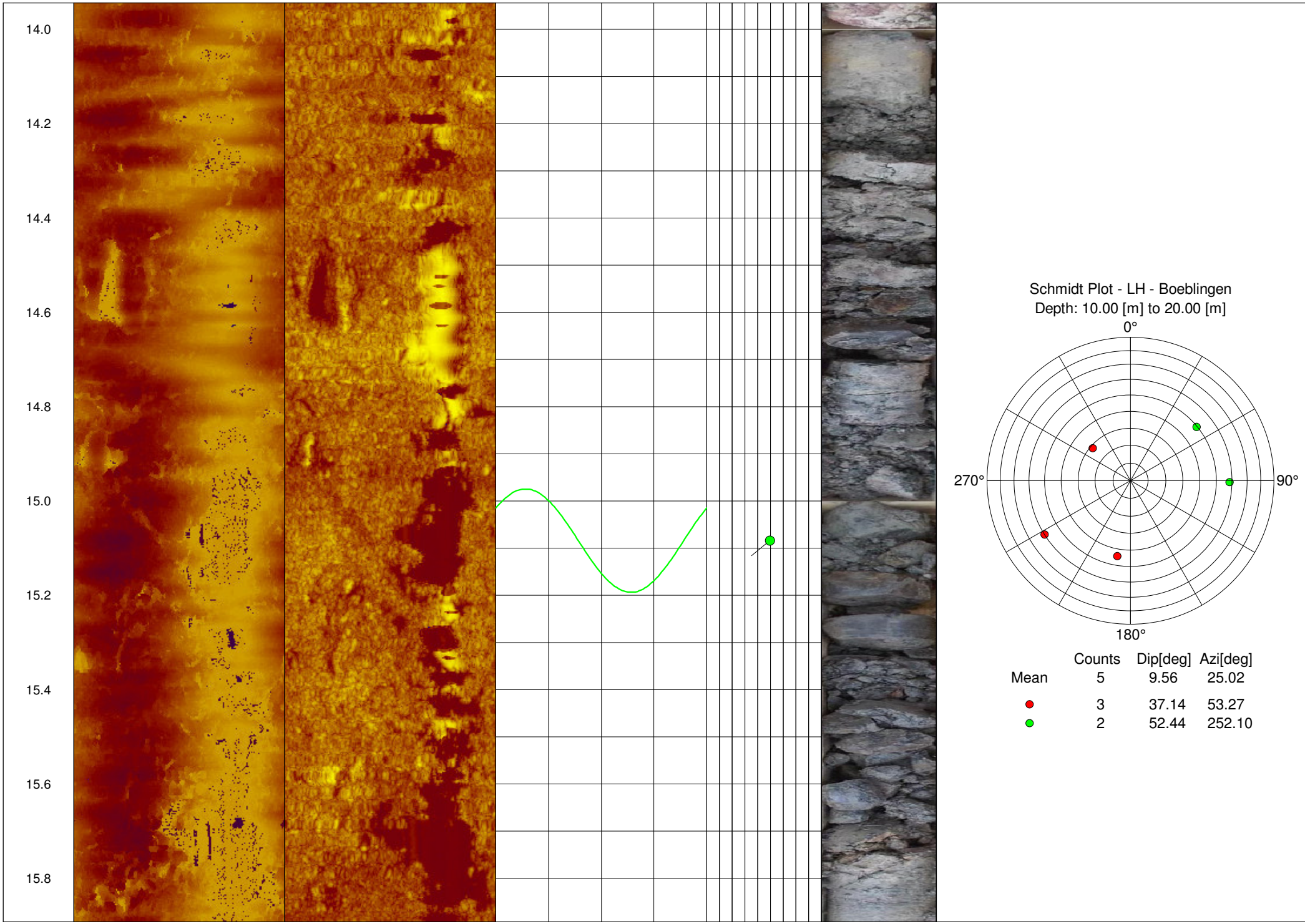

4.4
4.6
4.8
5.0
5.2
5.4
5.6
5.8
6.0
Schmidt Plot - LH - Boeblingen
Depth: 0.00 [m] to 10.00 [m]
0°
270°
90°
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 4 28.23 313.00
2 69.62 320.50
2 4.33 193.30

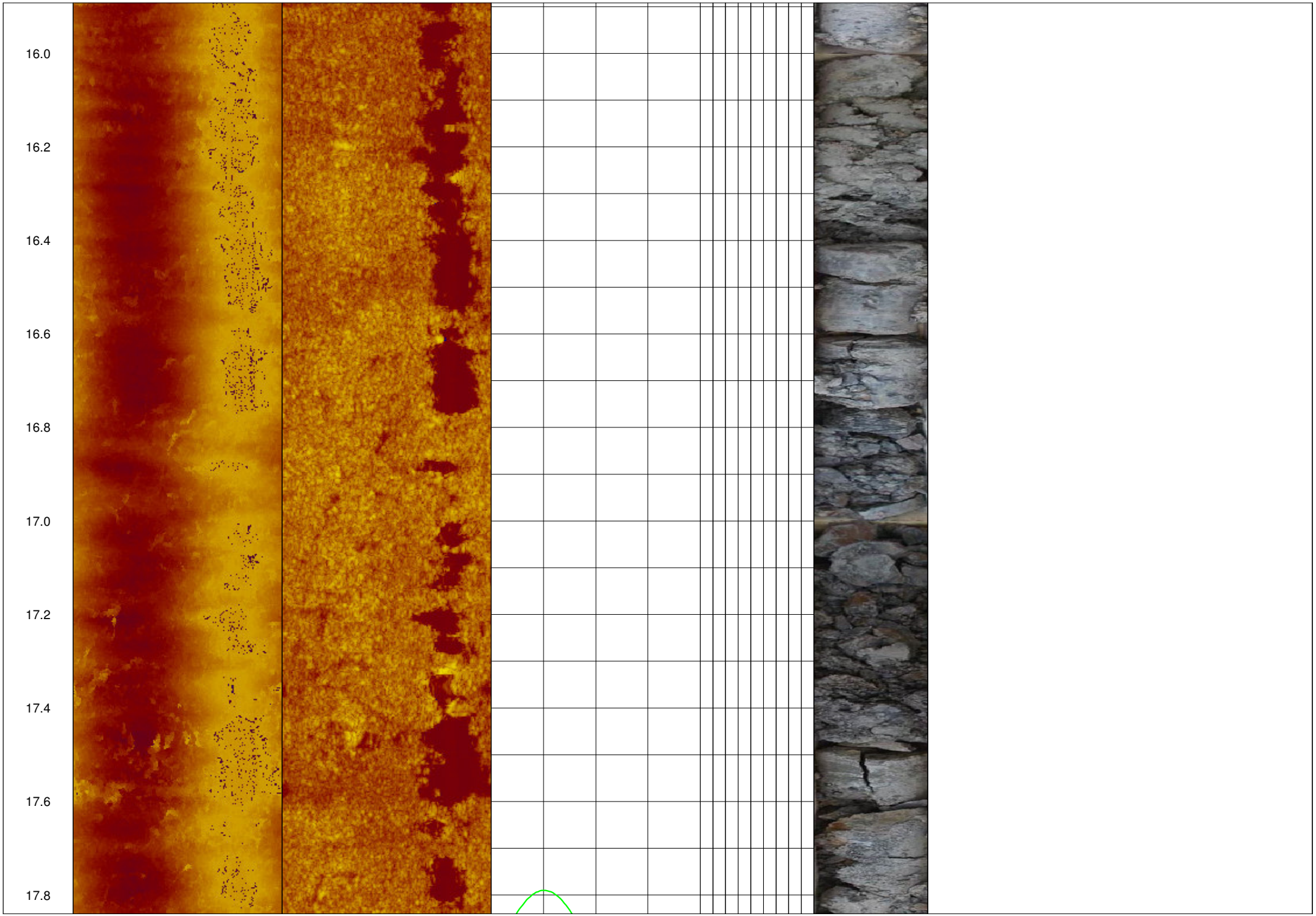

6.2
6.4
6.6
6.8
7.0
7.2
7.4
7.6
7.8
8.0

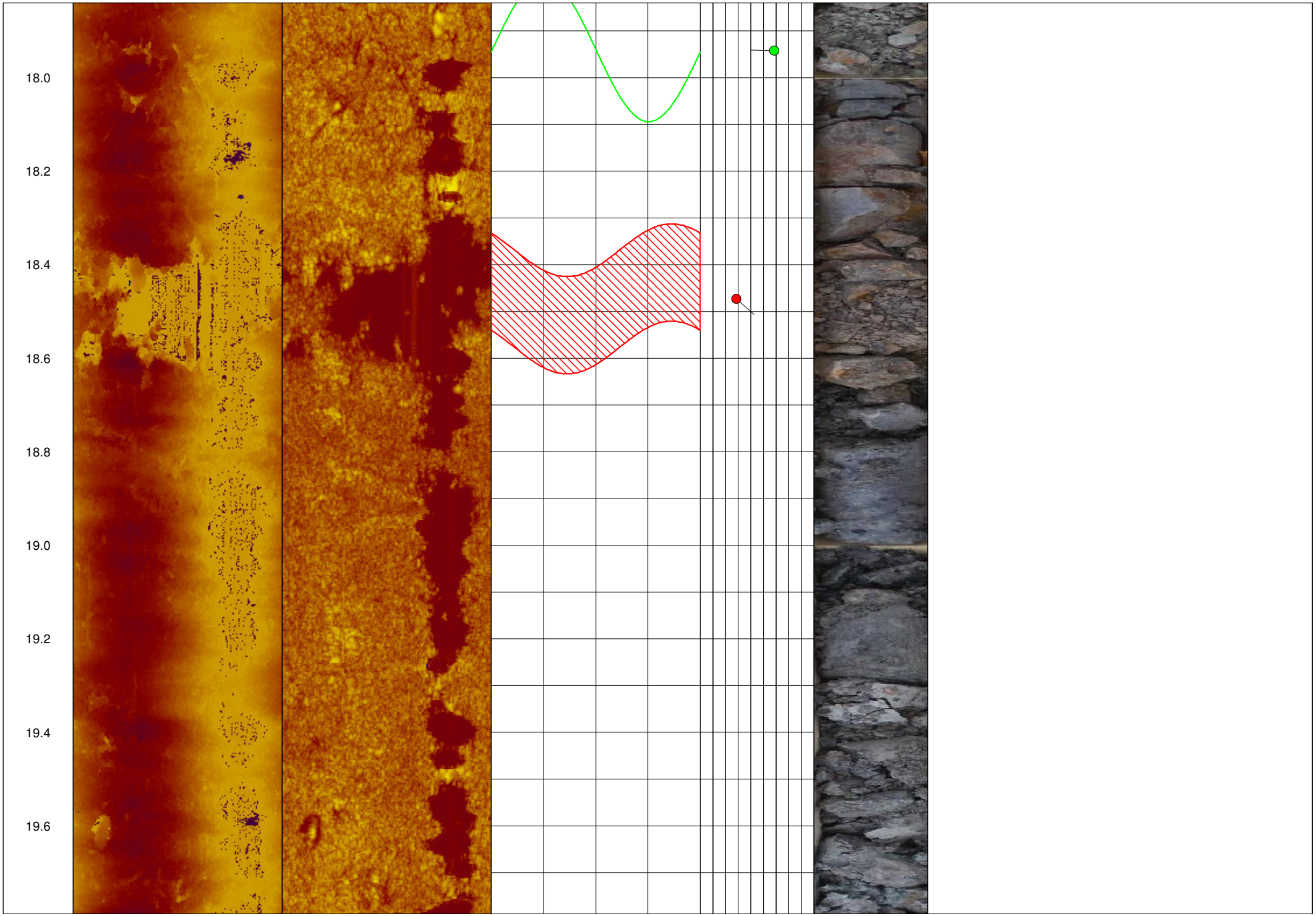

8.2
8.4
8.6
8.8
9.0
9.2
9.4
9.6
9.8
10.0

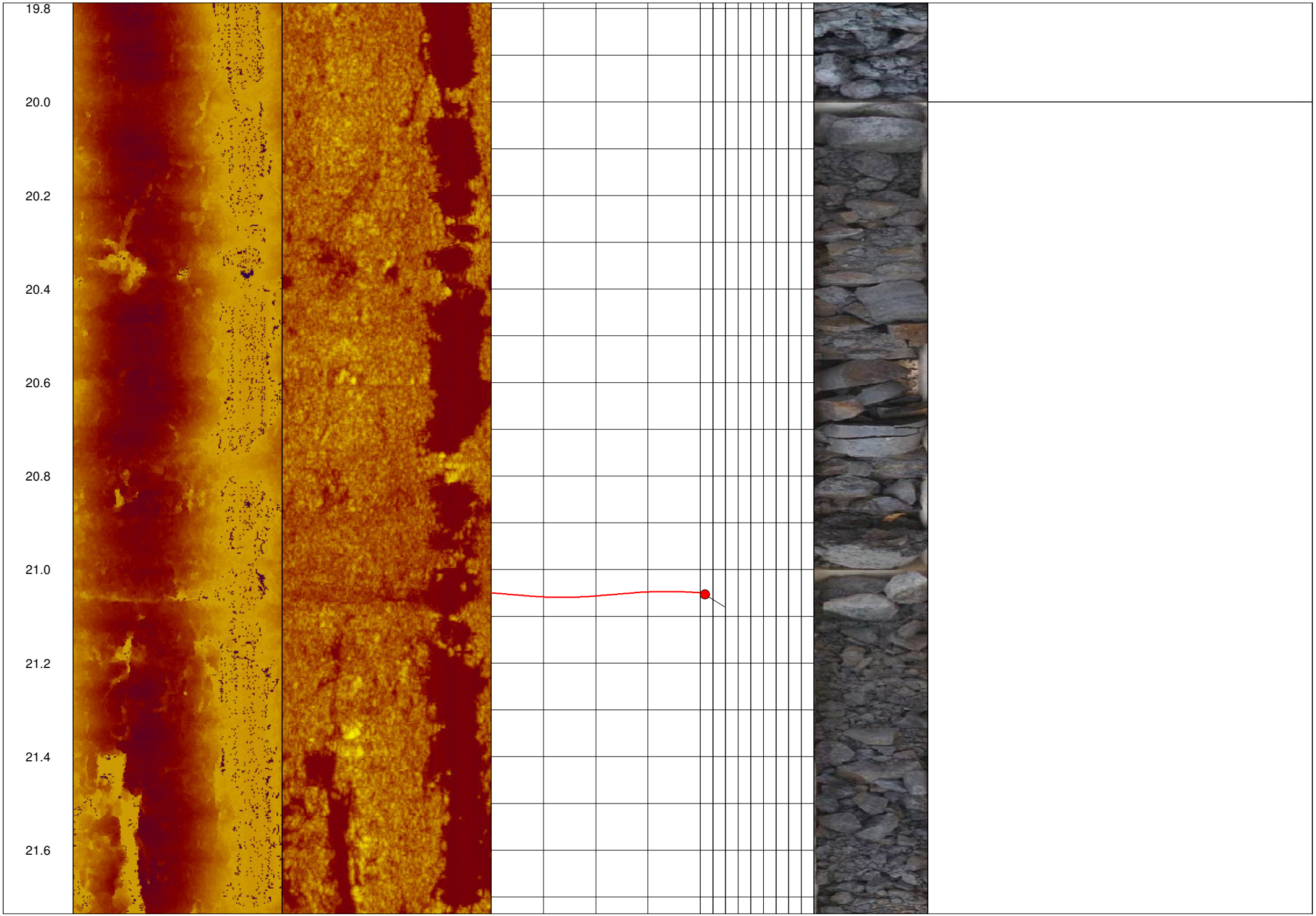

10.2
10.4
10.6
10.8
11.0
11.2
11.4
11.6
11.8

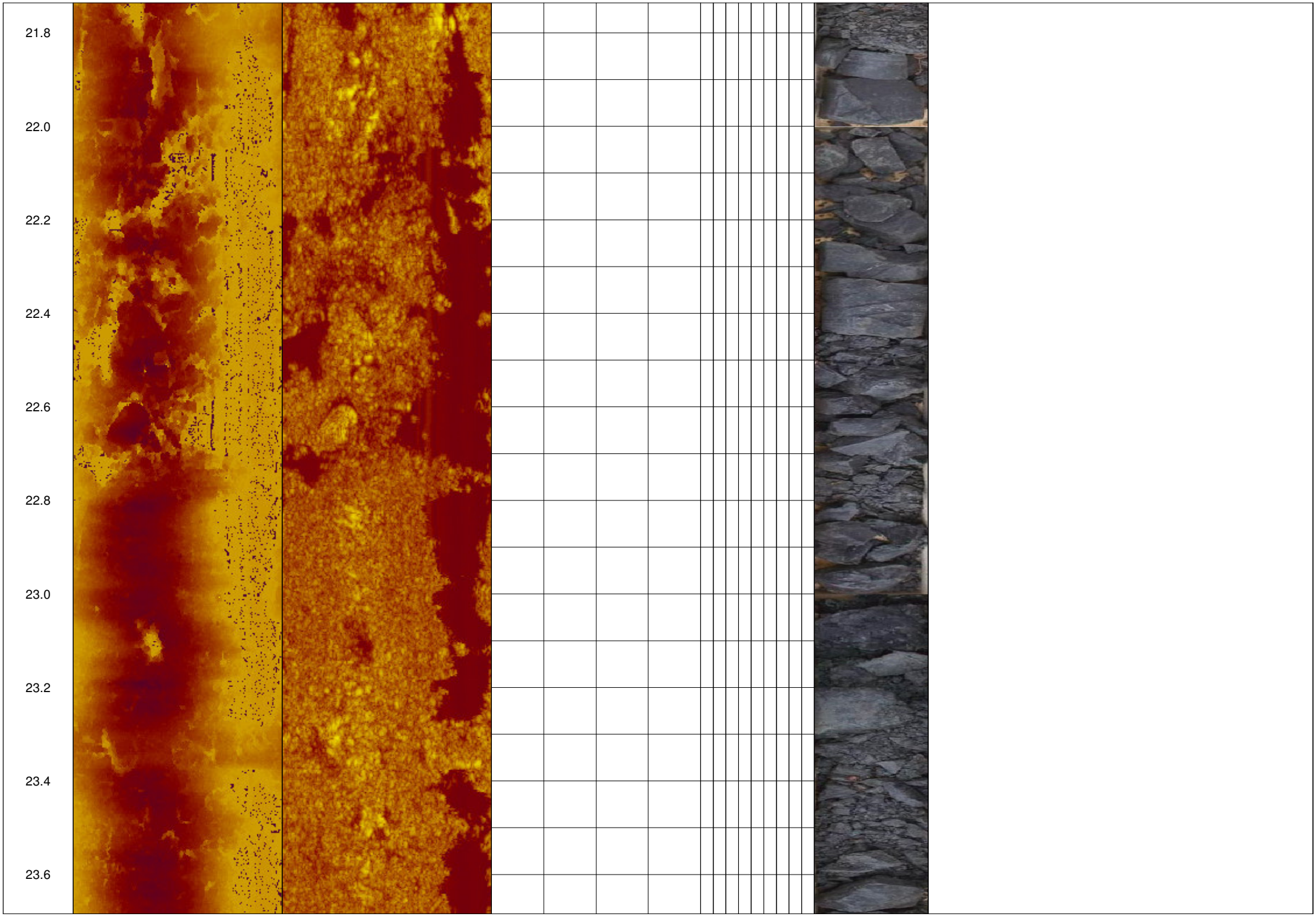

12.0
12.2
12.4
12.6
12.8
13.0
13.2
13.4
13.6
13.8

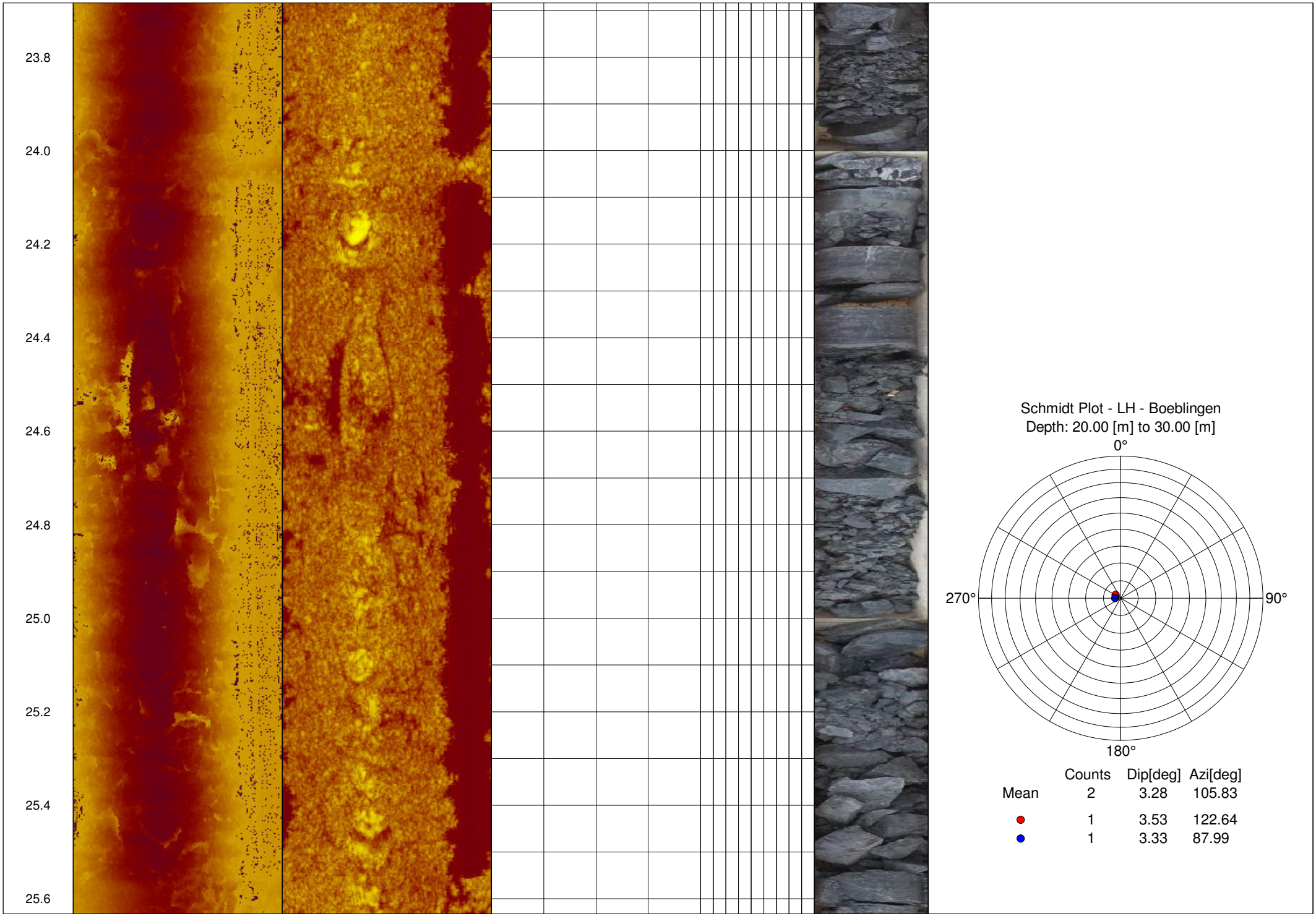

14.0
14.2
14.4
14.6
14.8
15.0
15.2
15.4
15.6
15.8
Schmidt Plot - LH - Boeblingen
Depth: 10.00 [m] to 20.00 [m]
0°
270°
90°
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 5 9.56 25.02
3 37.14 53.27
2 52.44 252.10


16.0
16.2
16.4
16.6
16.8
17.0
17.2
17.4
17.6
17.8

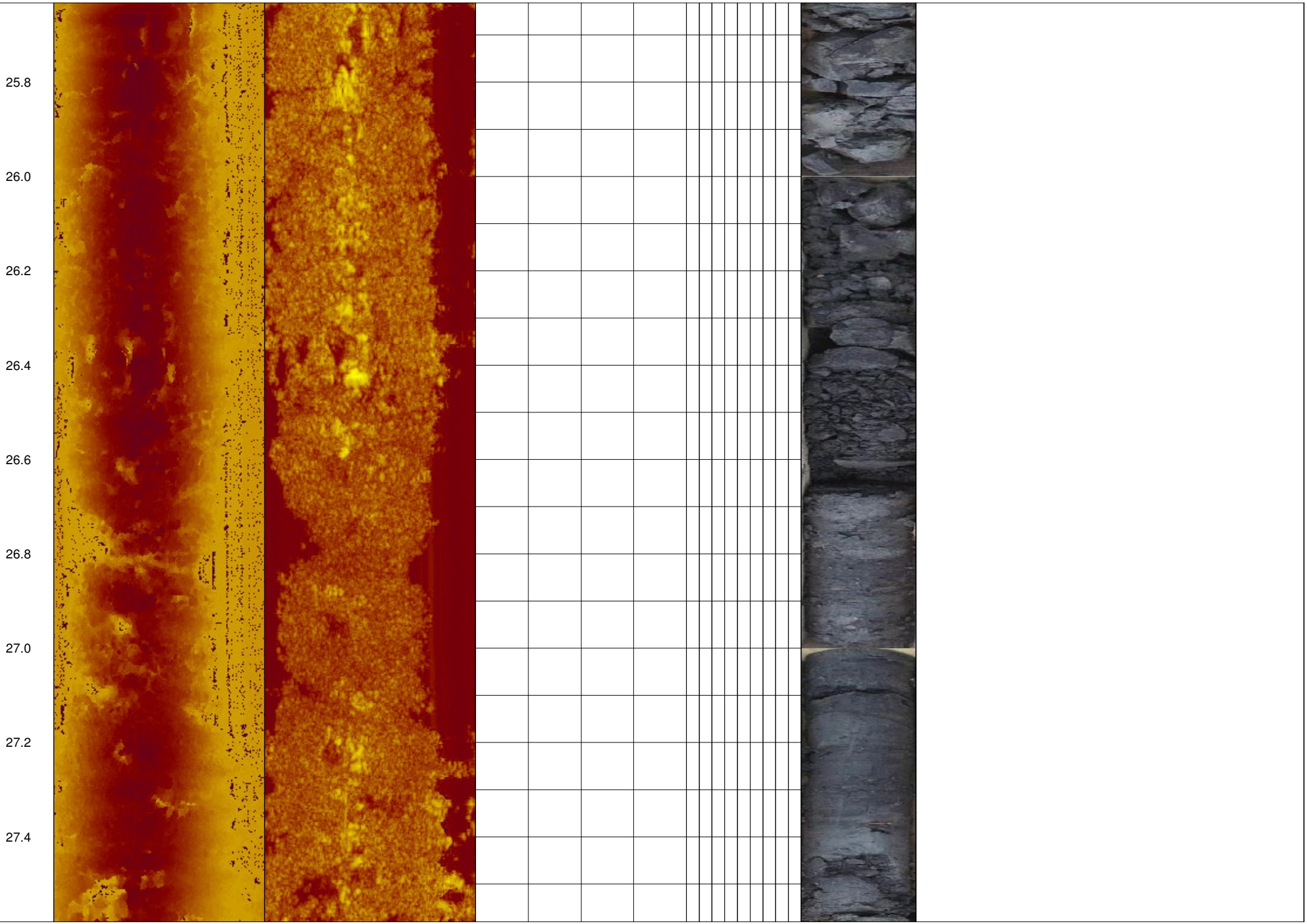

18.0
18.2
18.4
18.6
18.8
19.0
19.2
19.4
19.6

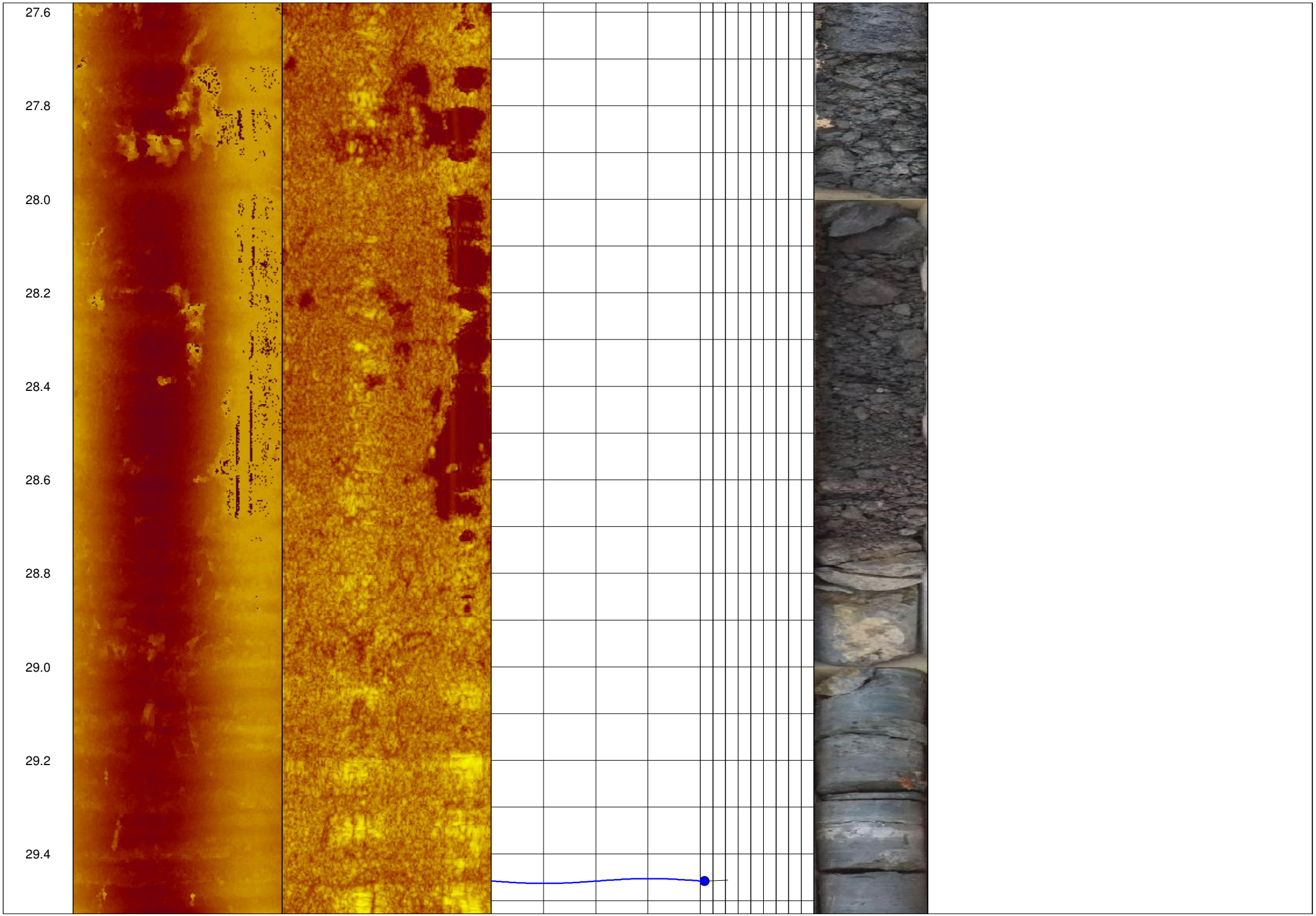

19.8
20.0
20.2
20.4
20.6
20.8
21.0
21.2
21.4
21.6

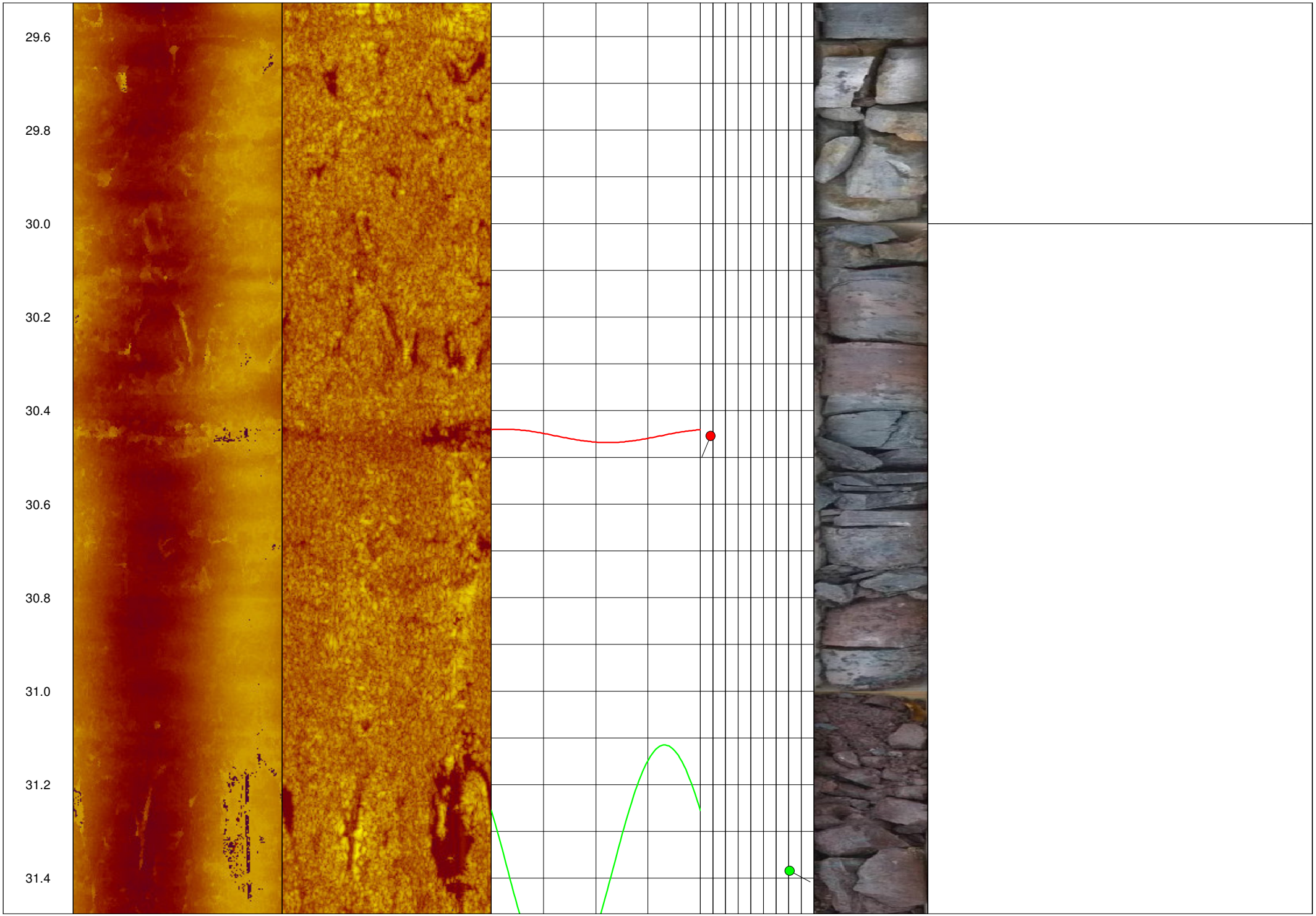

21.8
22.0
22.2
22.4
22.6
22.8
23.0
23.2
23.4
23.6

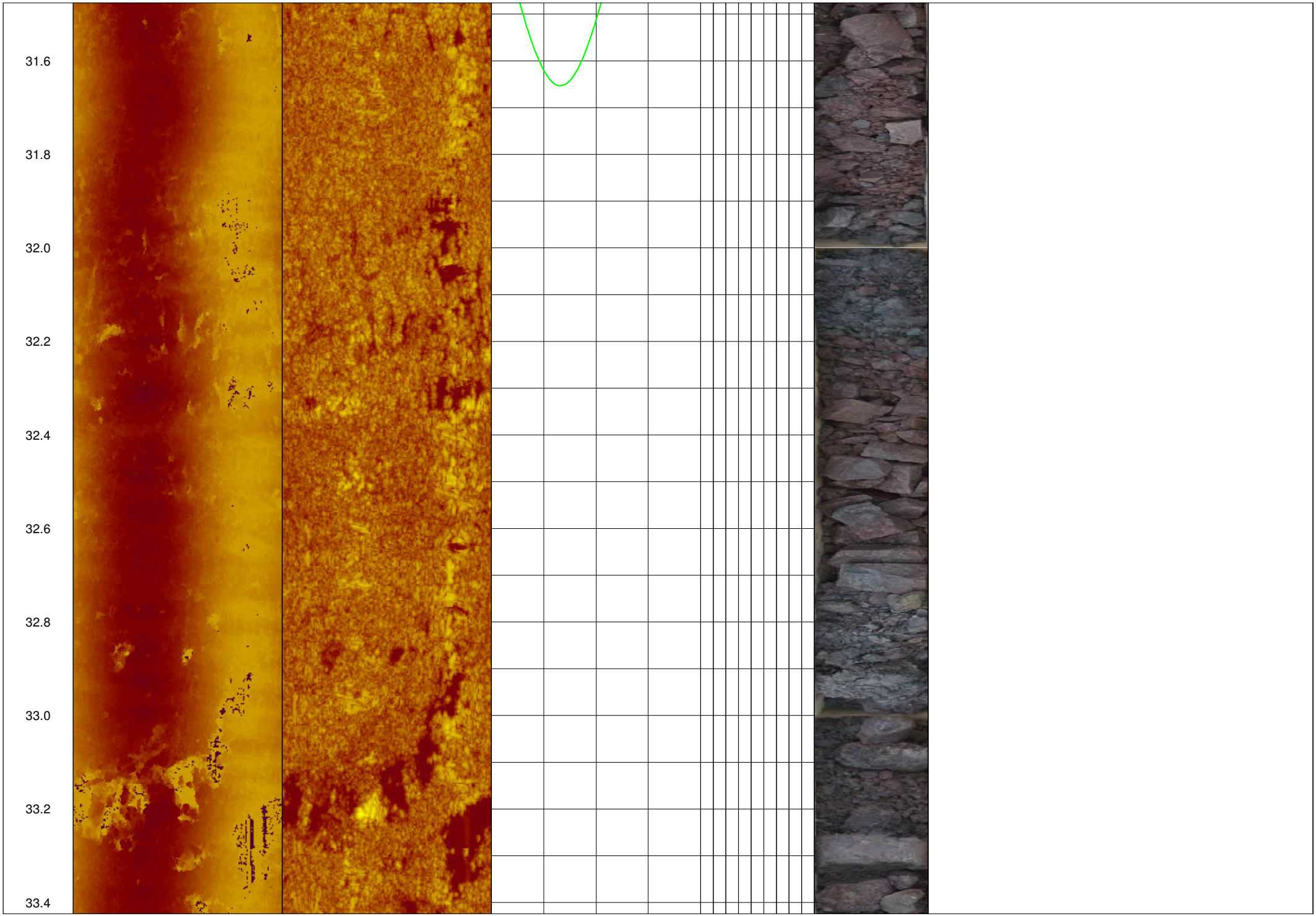


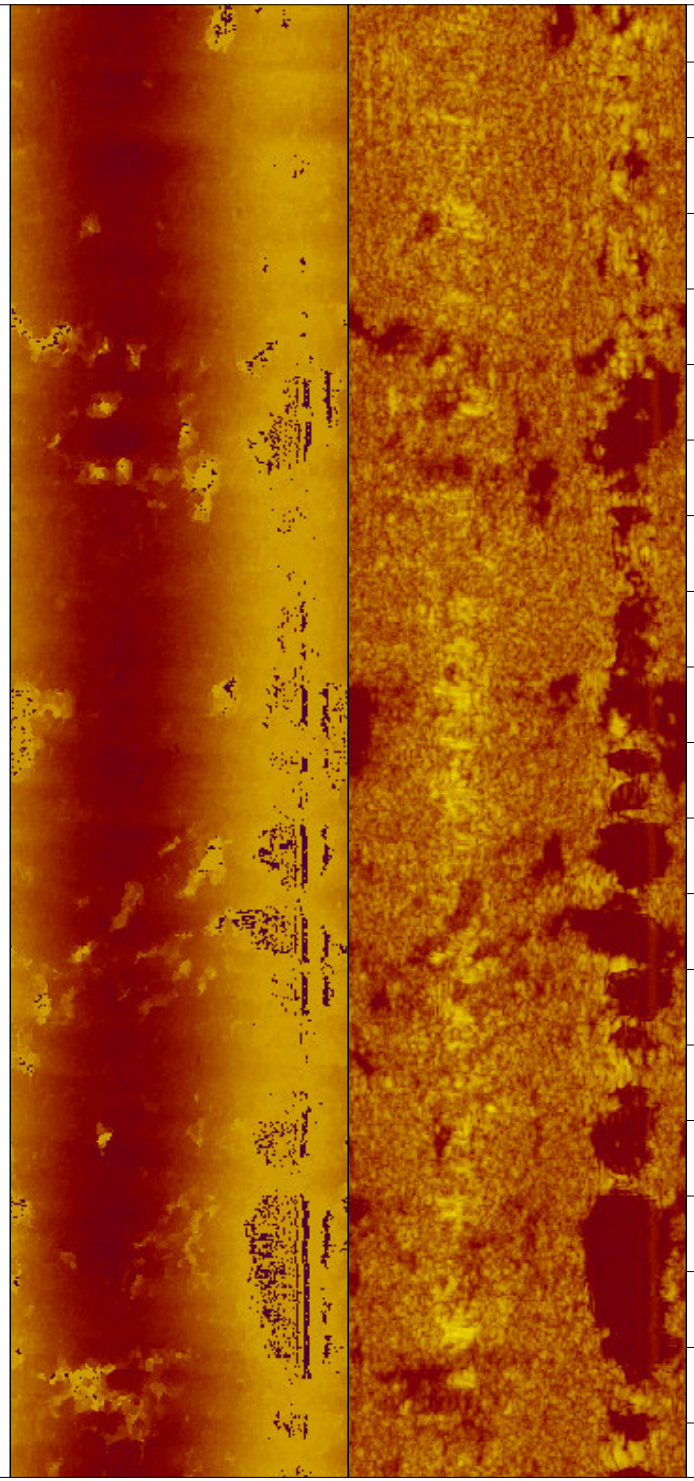
	Counts	Dip[deg]	Azi[deg]
Mean	2	3.28	105.83
	1	3.53	122.64
	1	3.33	87.99


25.8
26.0
26.2
26.4
26.6
26.8
27.0
27.2
27.4

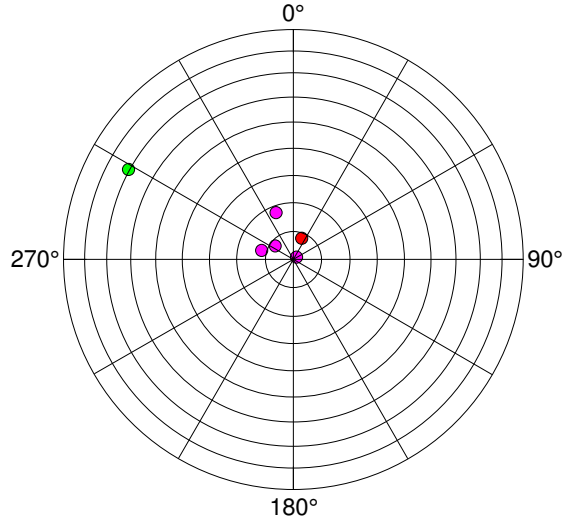

27.6
27.8
28.0
28.2
28.4
28.6
28.8
29.0
29.2
29.4


29.6
29.8
30.0
30.2
30.4
30.6
30.8
31.0
31.2
31.4

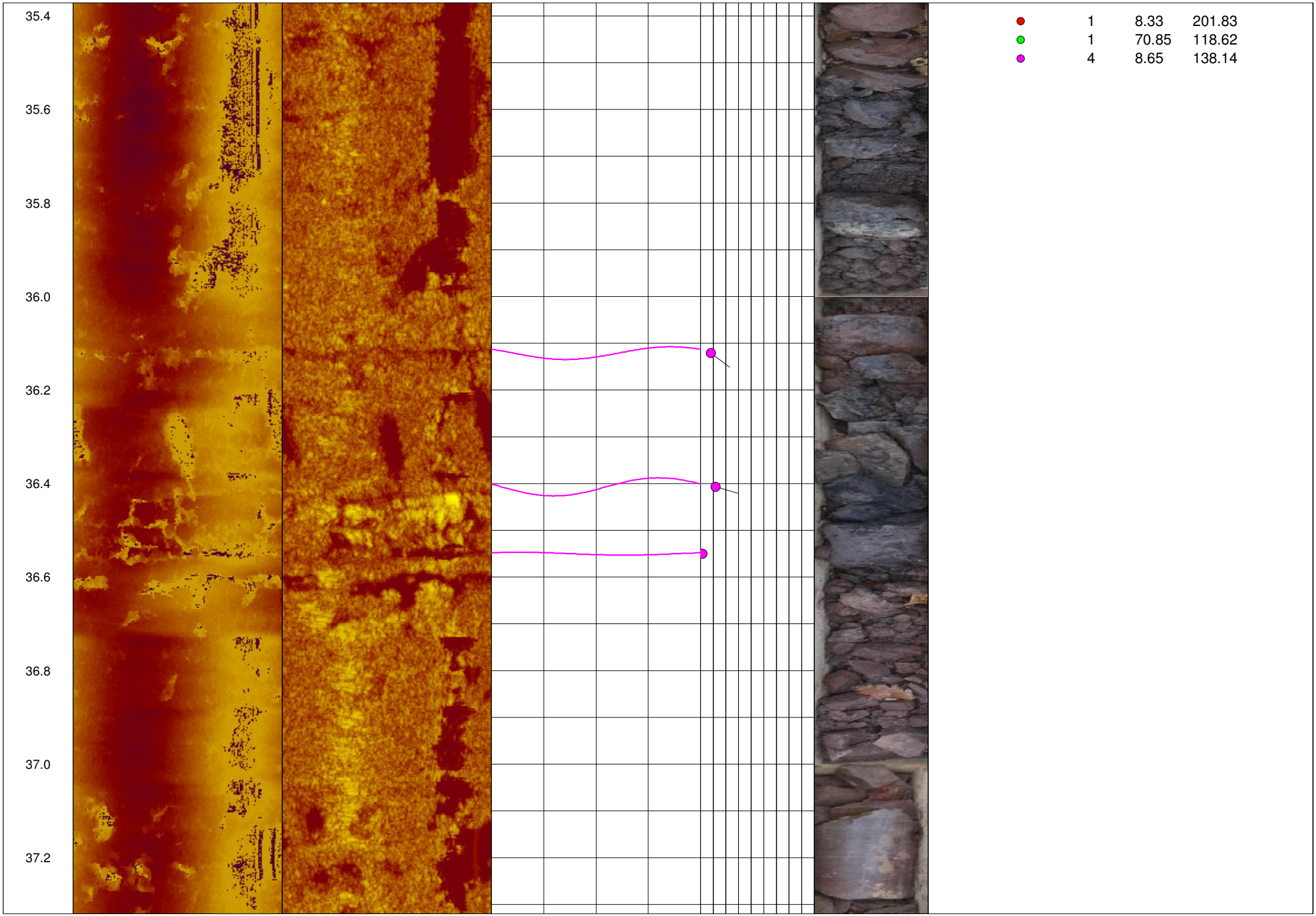

31.6
31.8
32.0
32.2
32.4
32.6
32.8
33.0
33.2
33.4

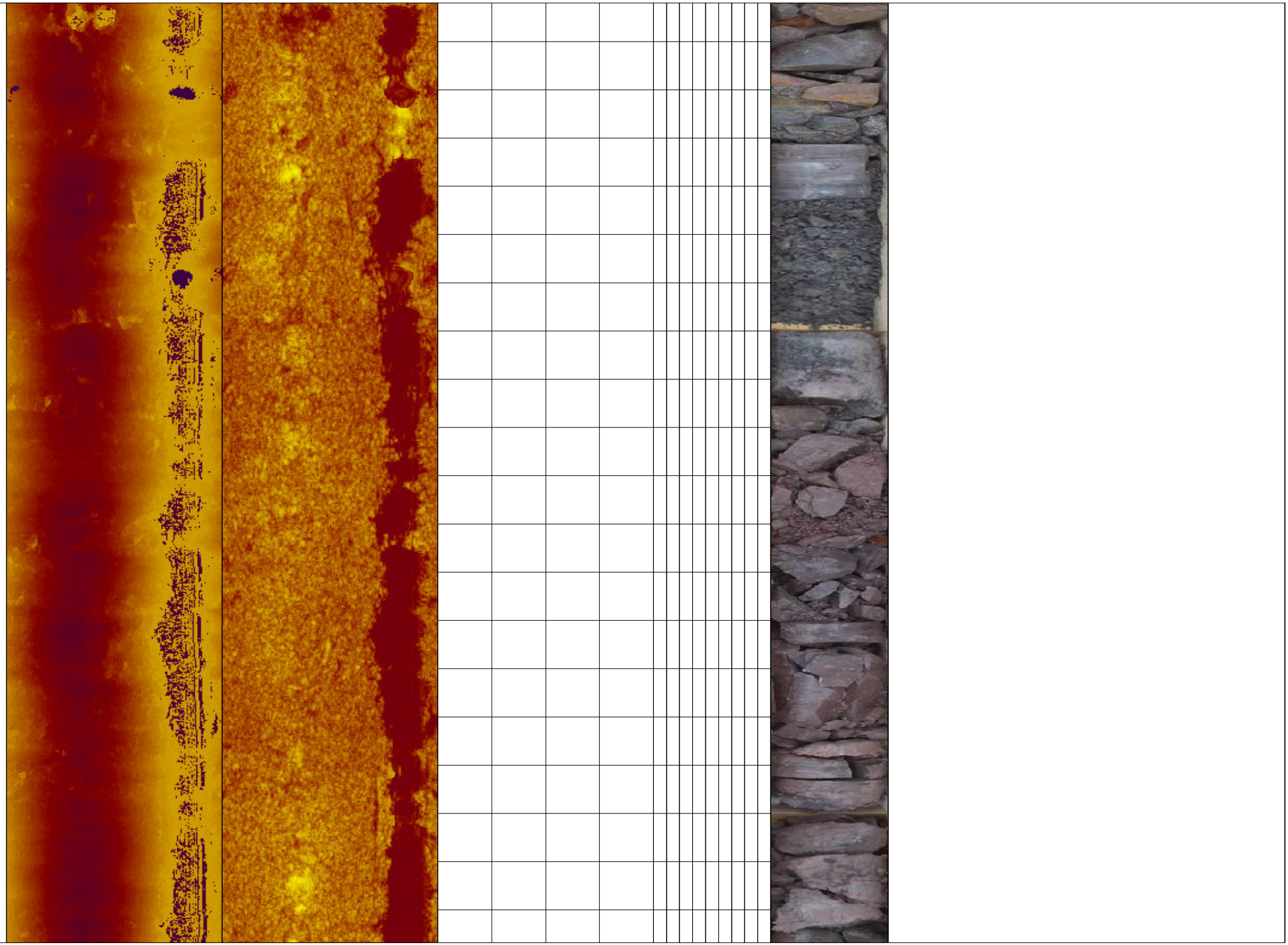


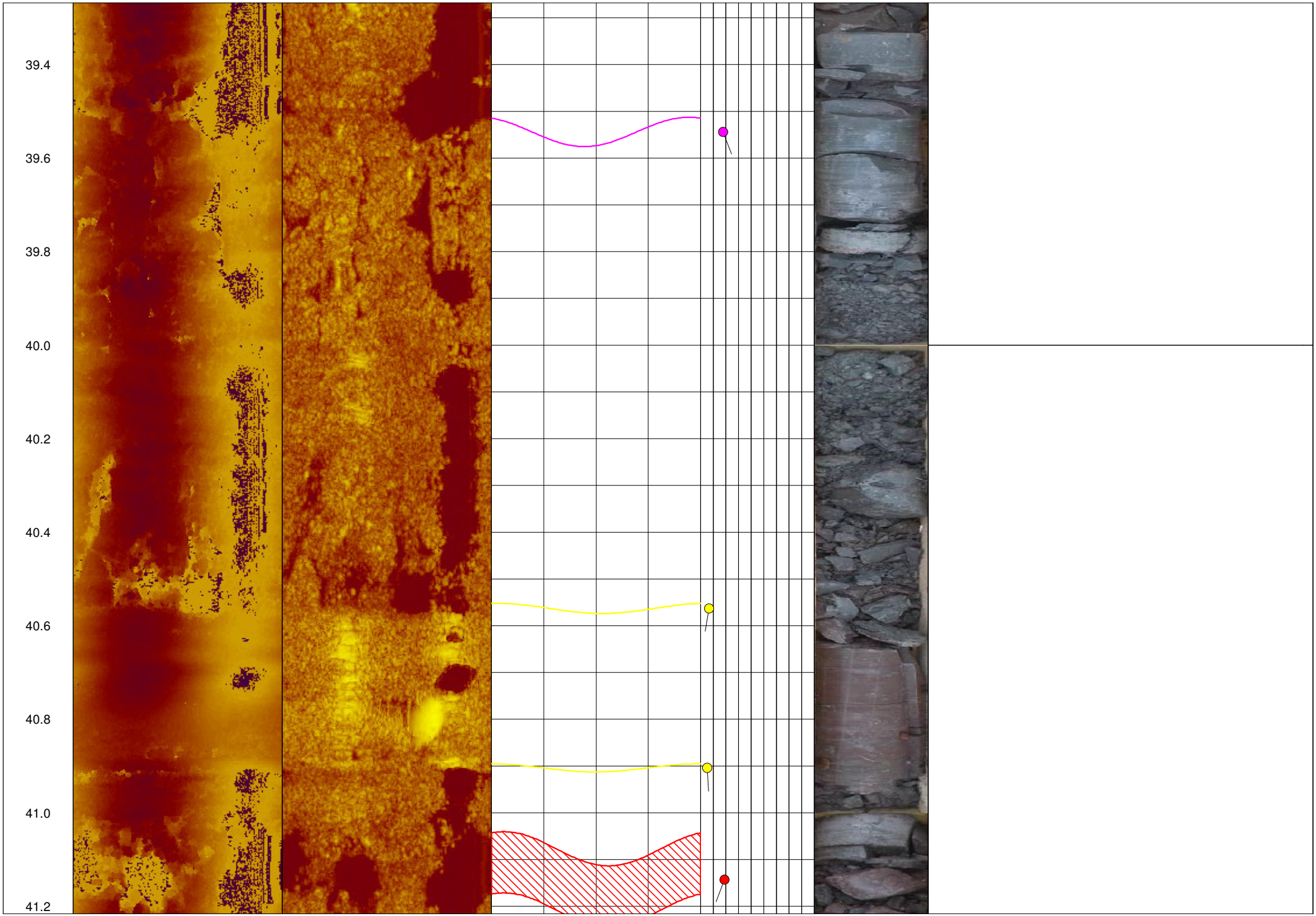
Schmidt Plot - LH - Boeblingen
Depth: 30.00 [m] to 40.00 [m]

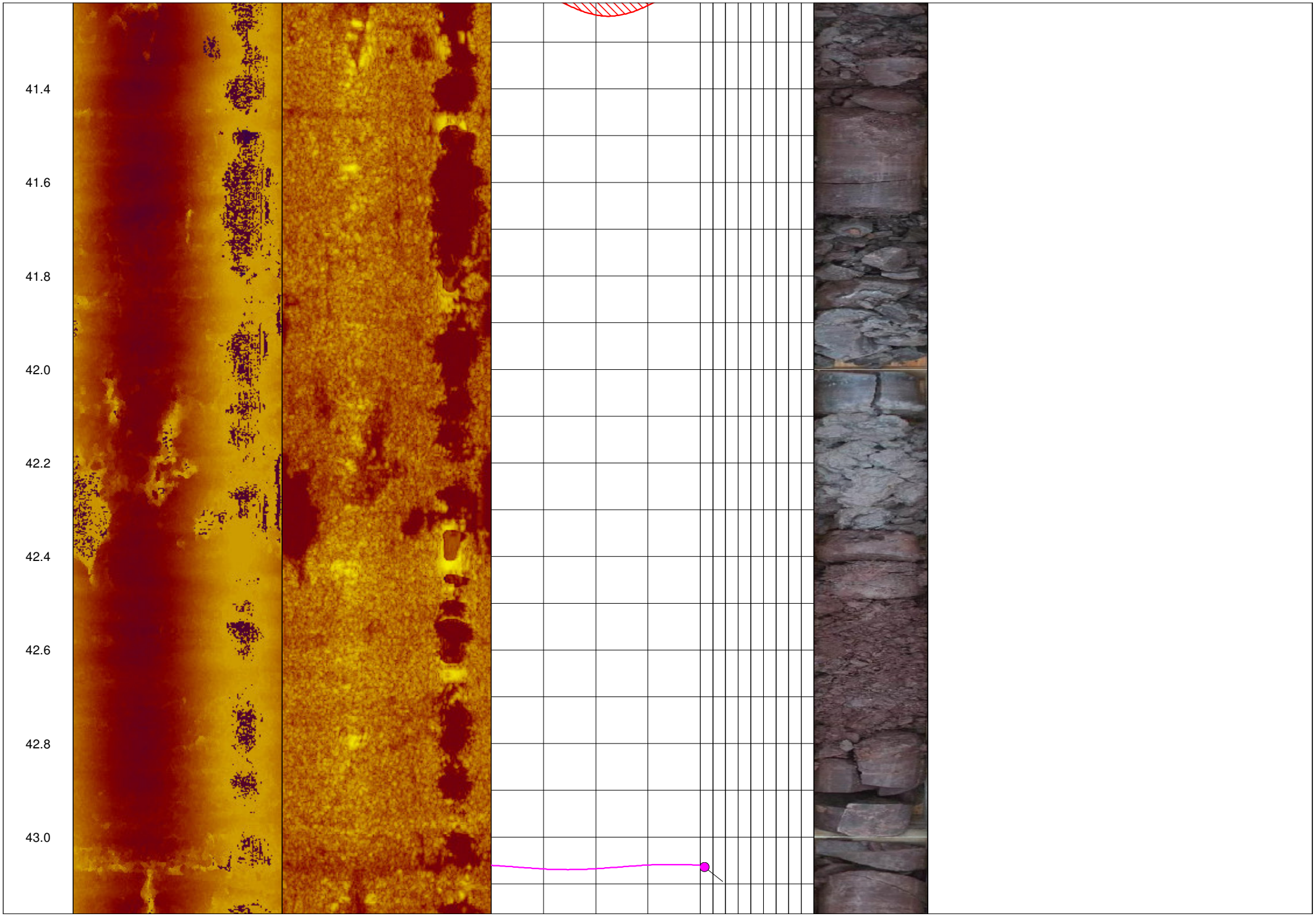


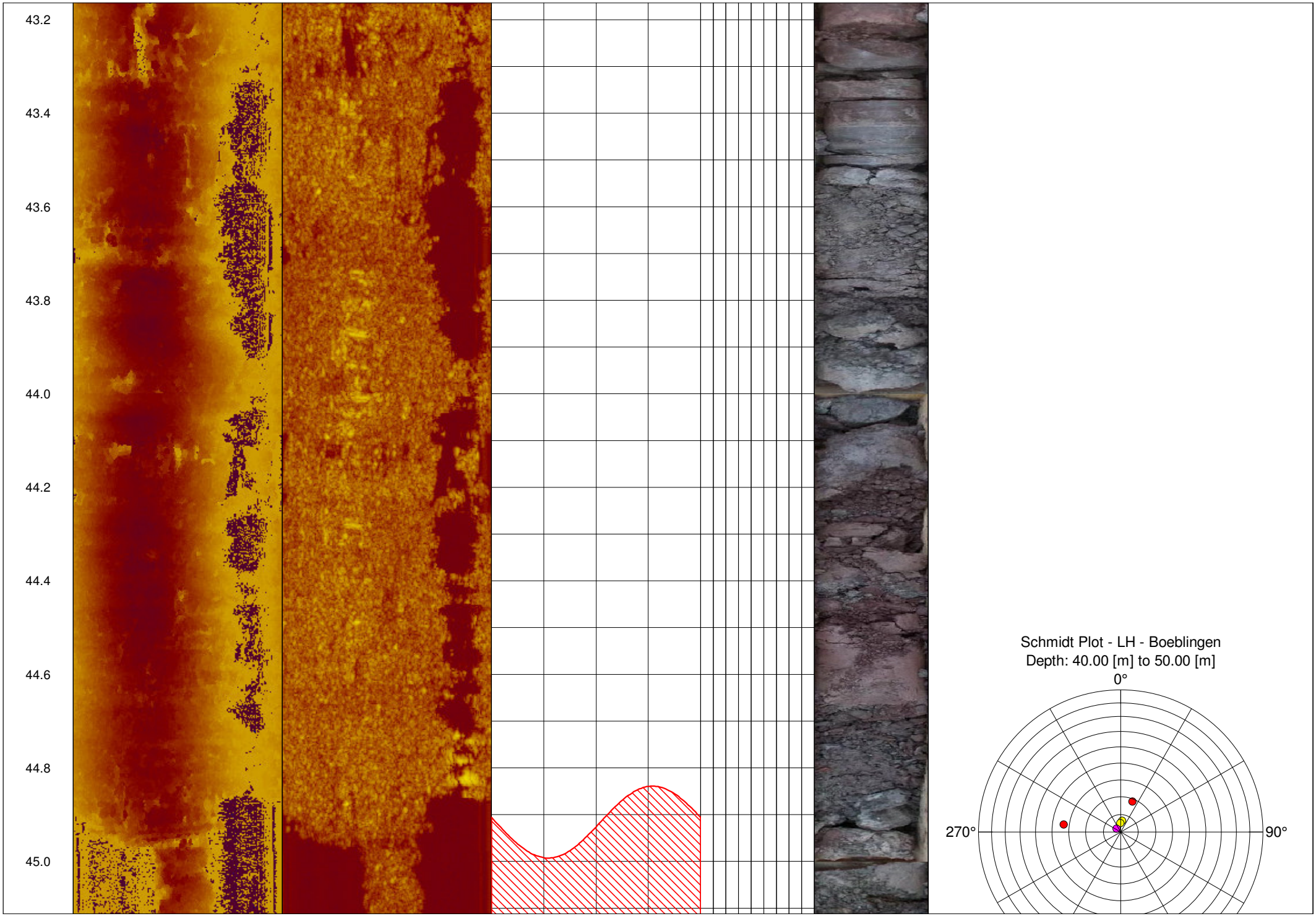
	Counts	Dip[deg]	Azi[deg]
Mean	6	12.54	136.33

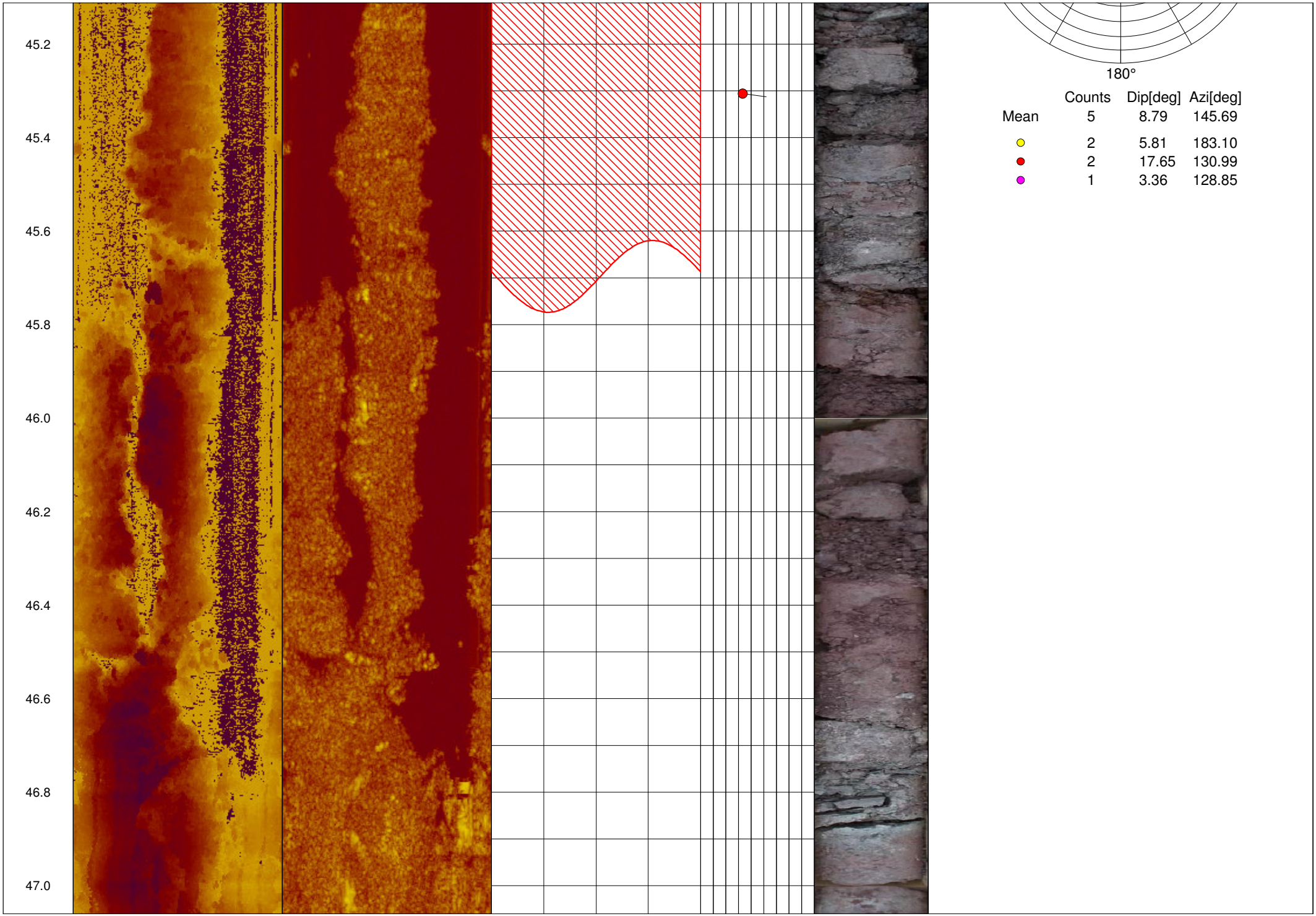

35.4
35.6
35.8
36.0
36.2
36.4
36.6
36.8
37.0
37.2
1 8.33 201.83
1 70.85 118.62
4 8.65 138.14

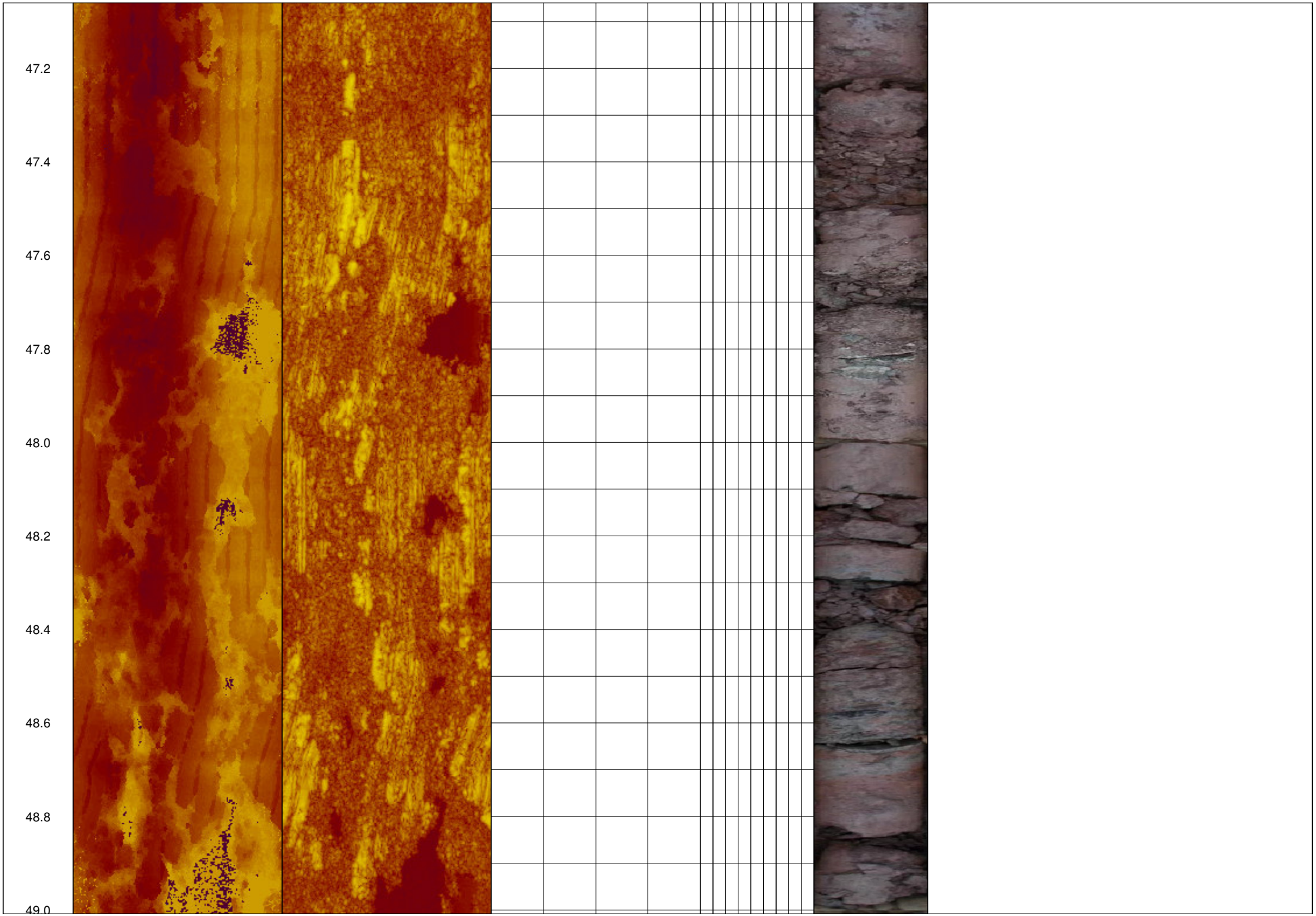

37.4
37.6
37.8
38.0
38.2
38.4
38.6
38.8
39.0
39.2

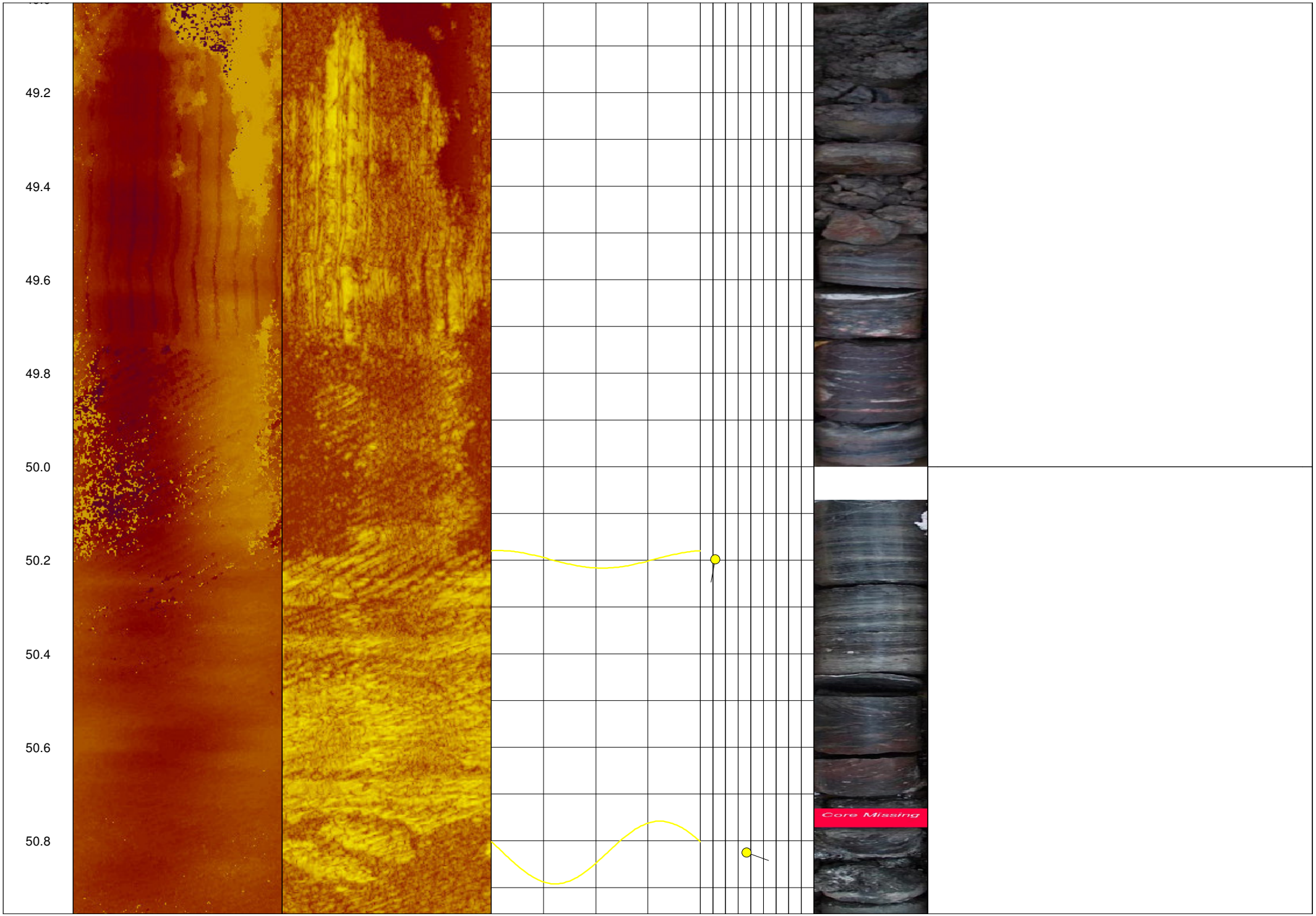

39.4
39.6
39.8
40.0
40.2
40.4
40.6
40.8
41.0
41.2

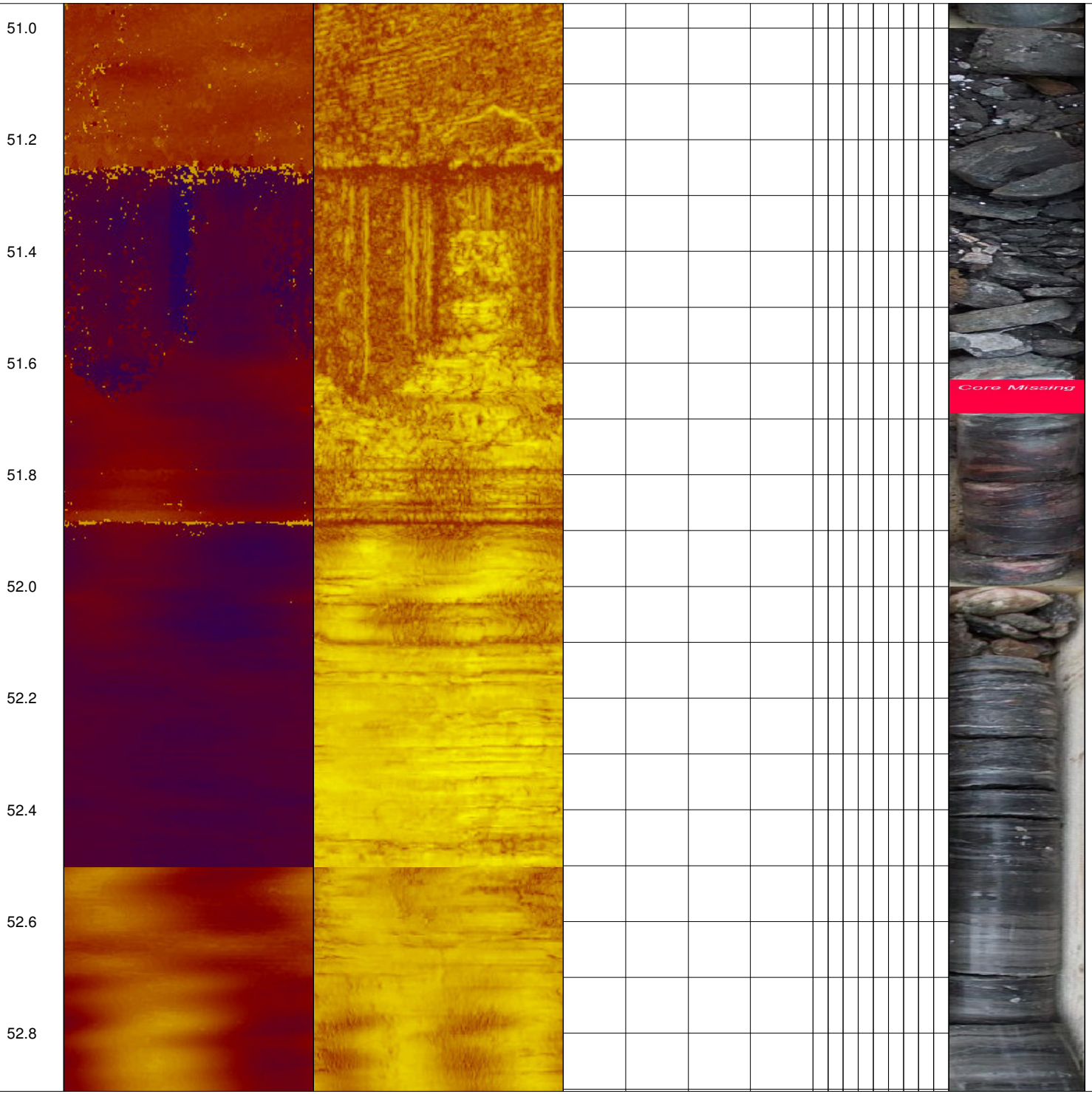

41.4
41.6
41.8
42.0
42.2
42.4
42.6
42.8
43.0

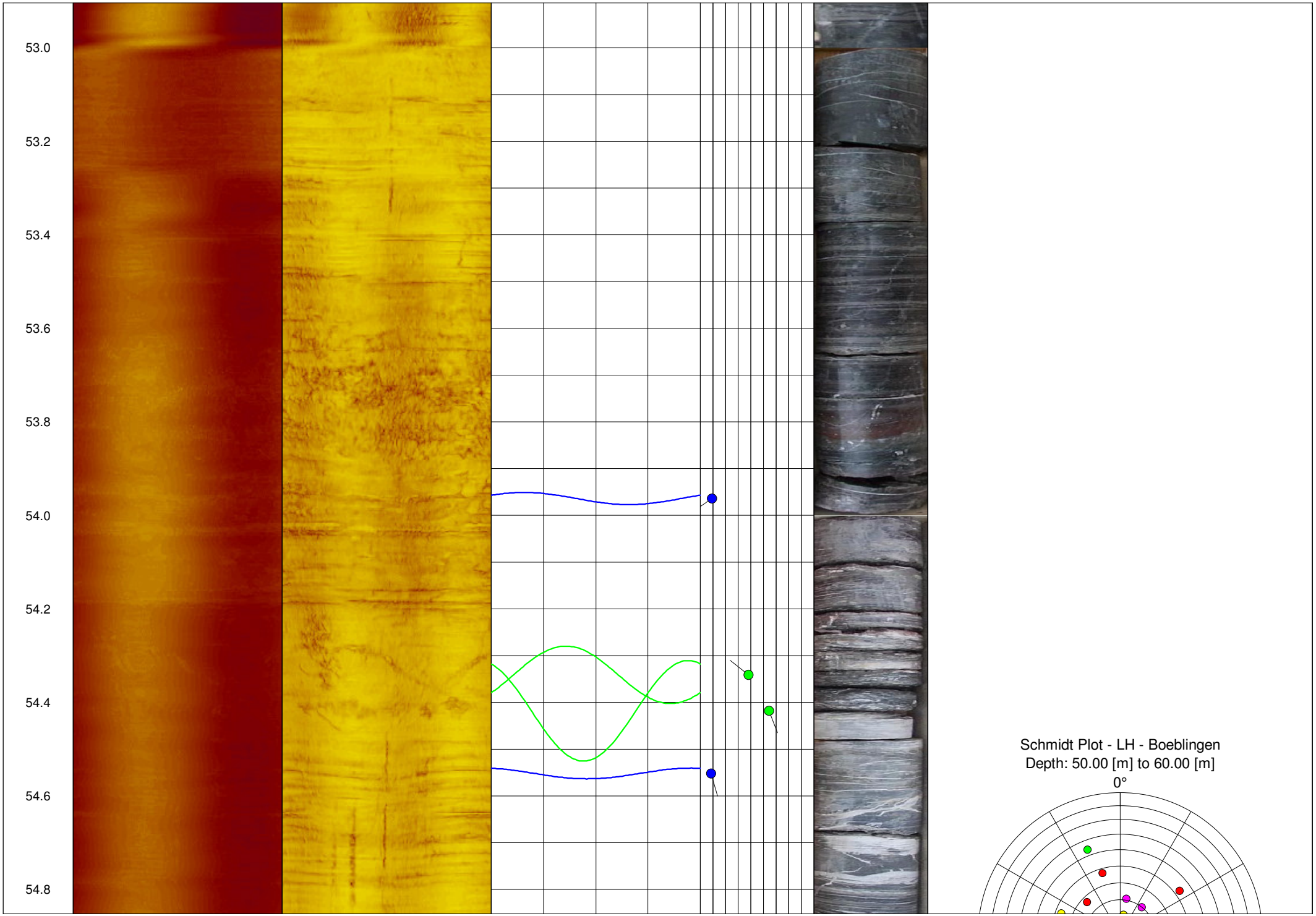

43.2
43.4
43.6
43.8
44.0
44.2
44.4
44.6
44.8
45.0
Schmidt Plot - LH - Boeblingen
Depth: 40.00 [m] to 50.00 [m]
0°
270°
90°

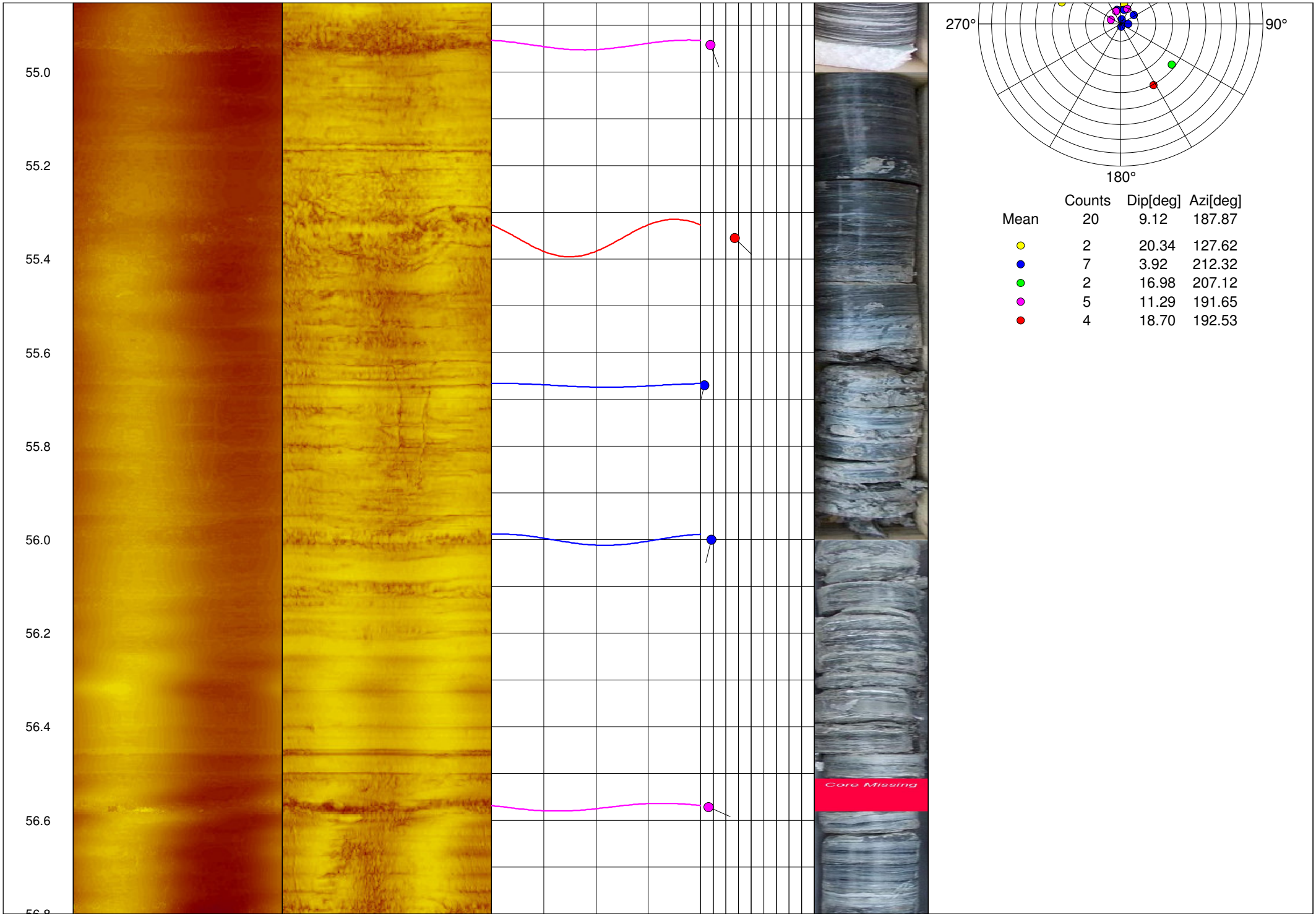

45.2
45.4
45.6
45.8
46.0
46.2
46.4
46.6
46.8
47.0
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 5 8.79 145.69
2 5.81 183.10
2 17.65 130.99
1 3.36 128.85

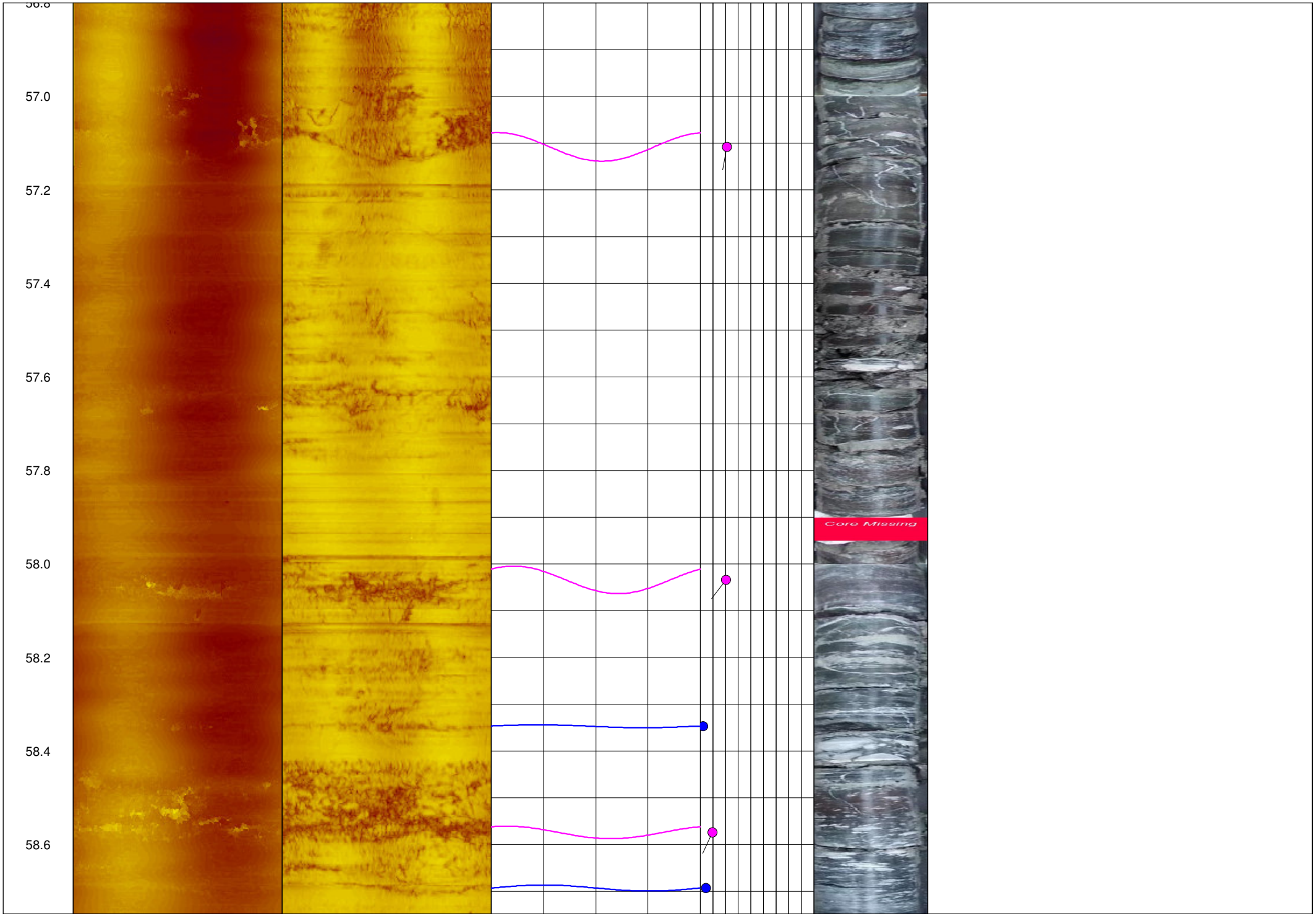

47.2
47.4
47.6
47.8
48.0
48.2
48.4
48.6
48.8
49.0

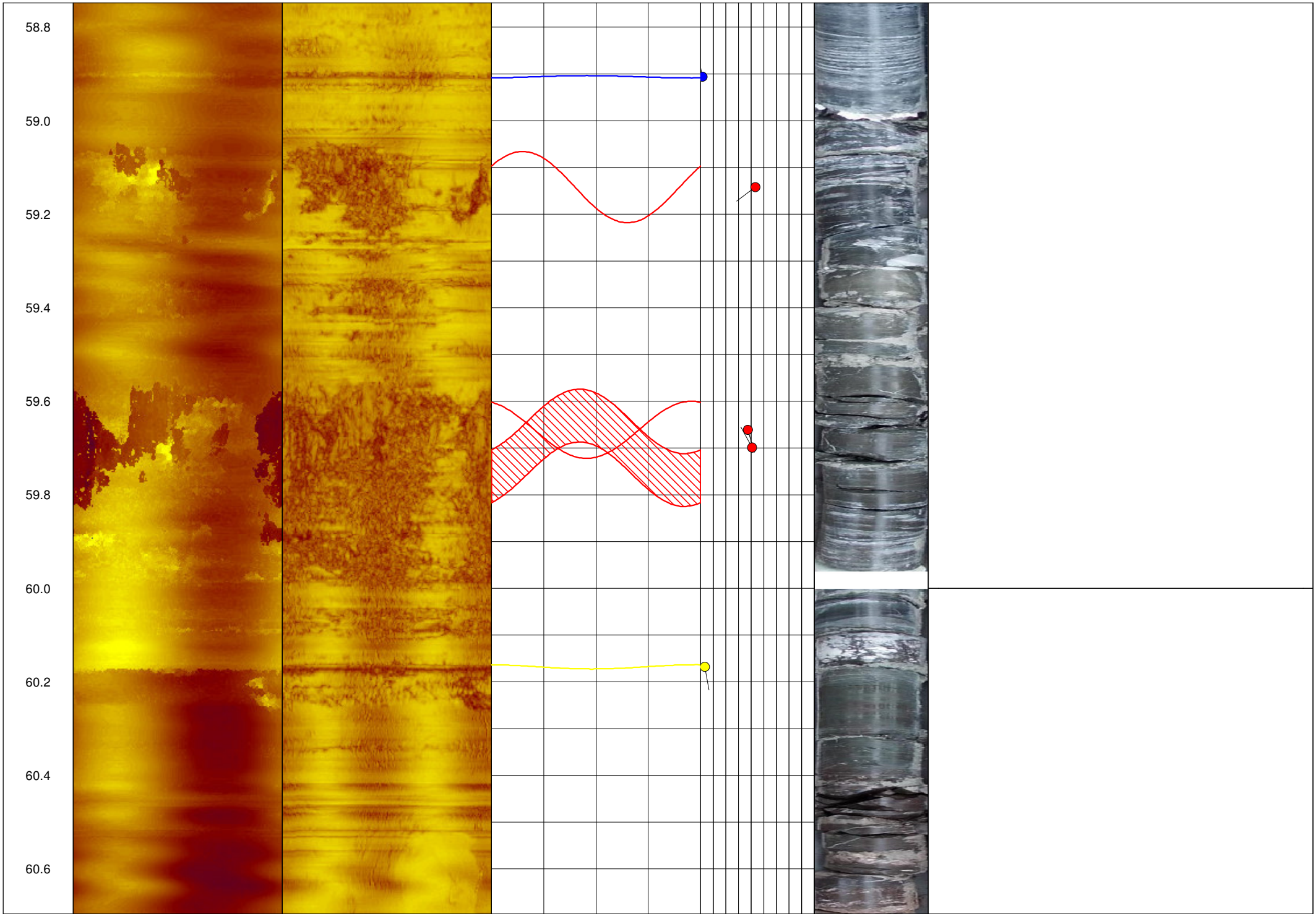

49.2
49.4
49.6
49.8
50.0
50.2
50.4
50.6
50.8
Core Missing

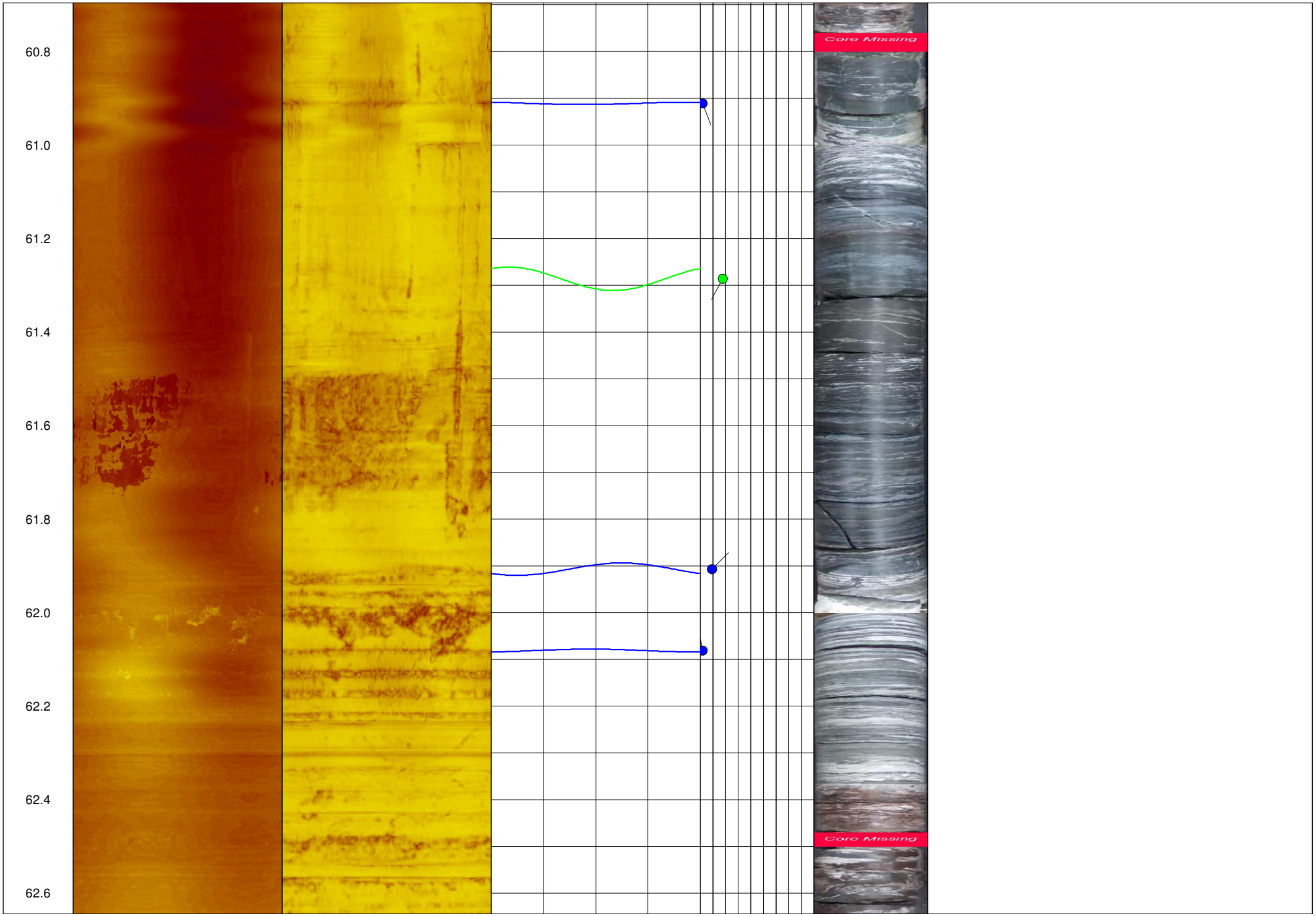

51.0
51.2
51.4
51.6
51.8
52.0
52.2
52.4
52.6
52.8
Core Missing

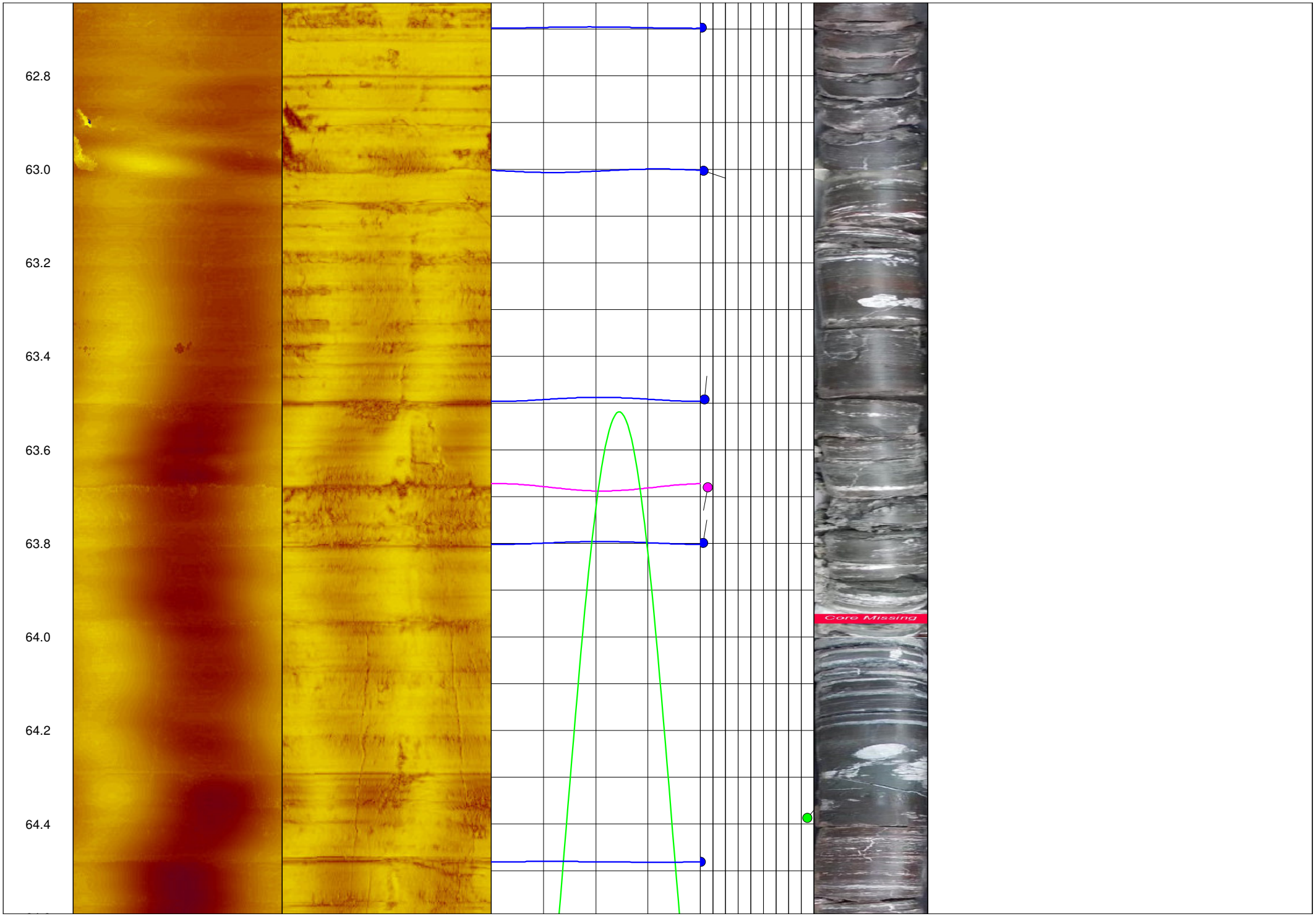

53.0
53.2
53.4
53.6
53.8
54.0
54.2
54.4
54.6
54.8
Schmidt Plot - LH - Boeblingen
Depth: 50.00 [m] to 60.00 [m]
0°

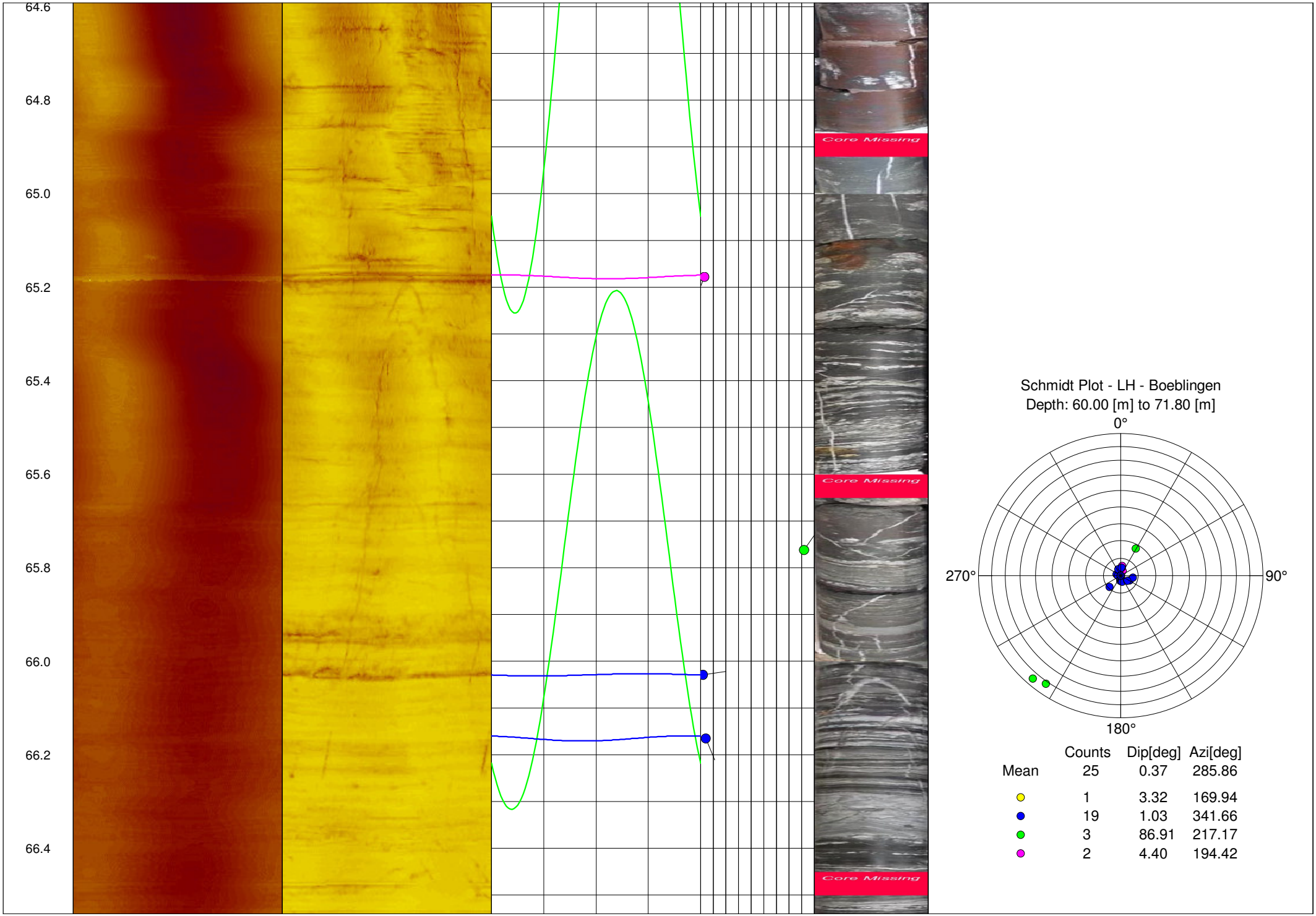

55.0
55.2
55.4
55.6
55.8
56.0
56.2
56.4
56.6
Core Missing
270°
90°
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 20 9.12 187.87
2 20.34 127.62
7 3.92 212.32
2 16.98 207.12
5 11.29 191.65
4 18.70 192.53


56.8
57.0
57.2
57.4
57.6
57.8
58.0
58.2
58.4
58.6
Core Missing


58.8
59.0
59.2
59.4
59.6
59.8
60.0
60.2
60.4
60.6

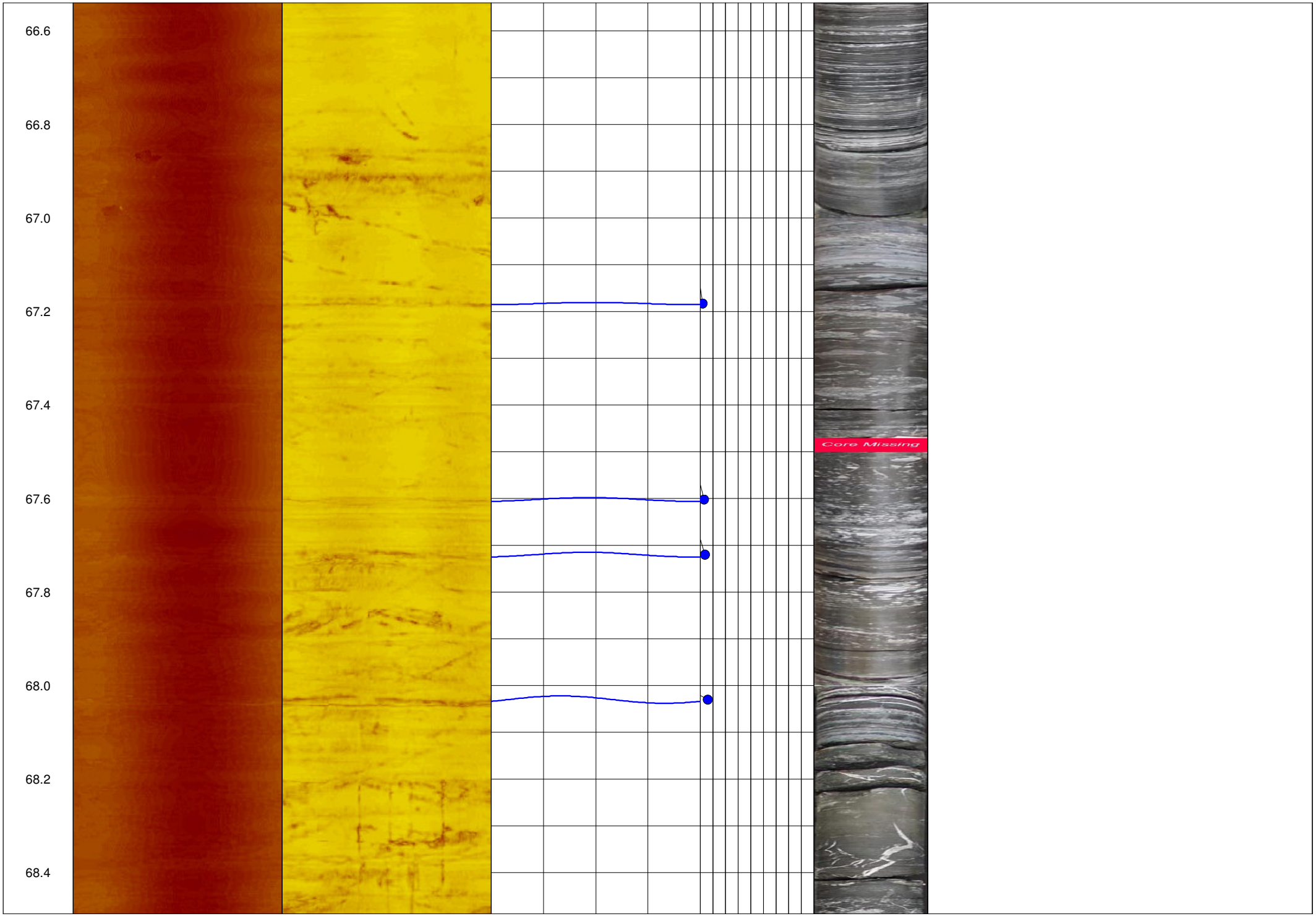

60.8
61.0
61.2
61.4
61.6
61.8
62.0
62.2
62.4
62.6
Core Missing
Core Missing

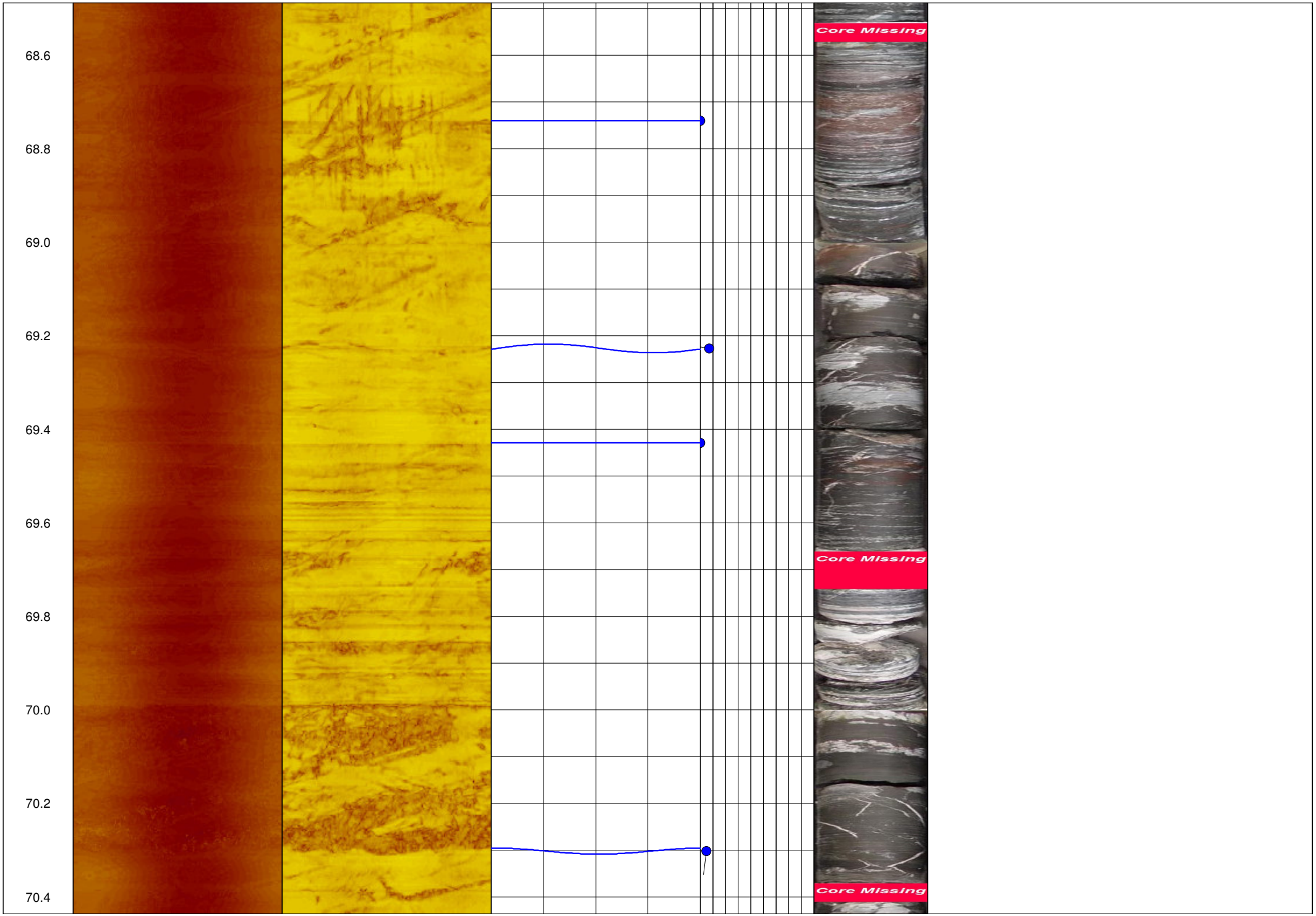

62.8
63.0
63.2
63.4
63.6
63.8
64.0
64.2
64.4
Core Missing

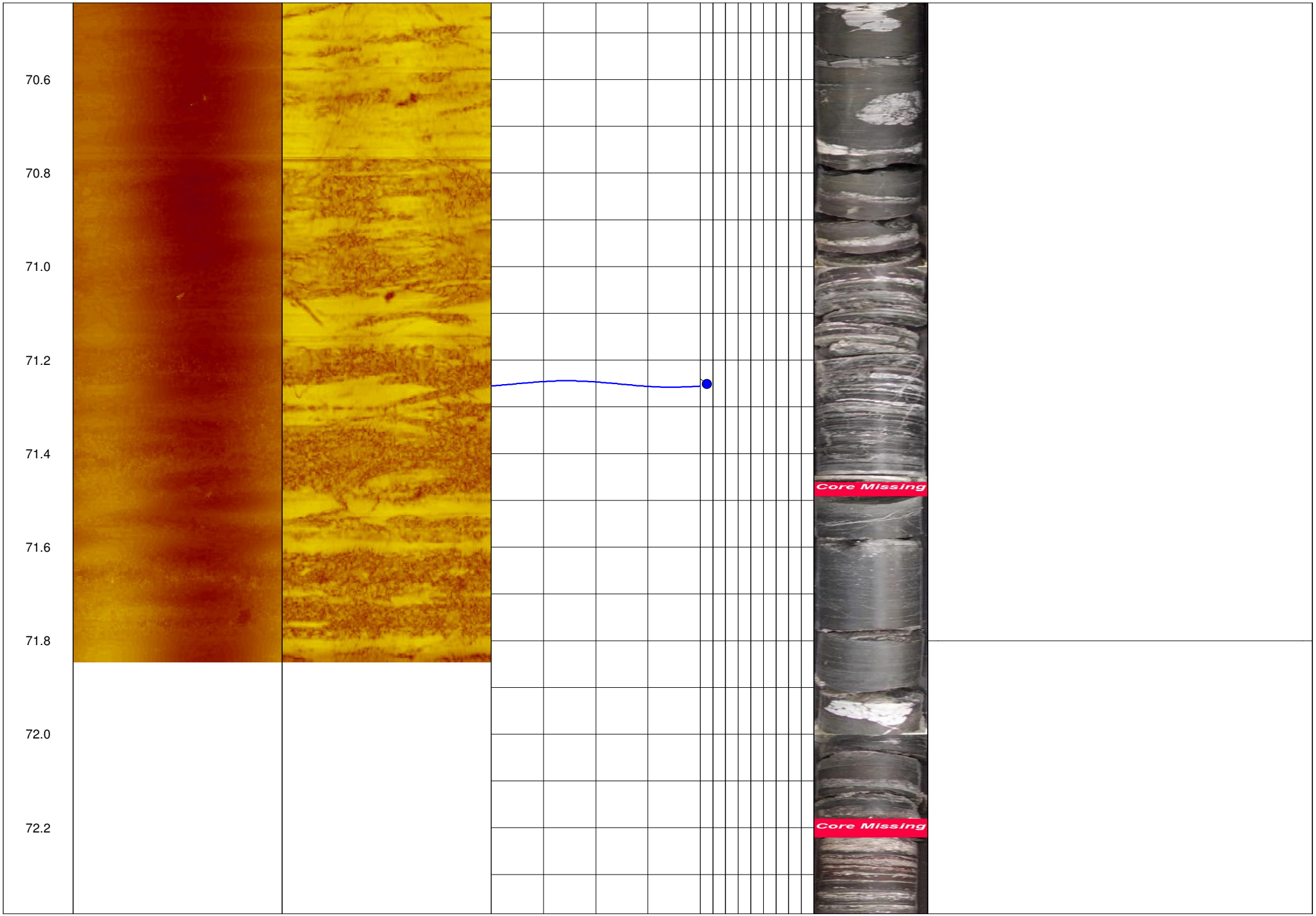


Schmidt Plot - LH - Boeblingen
Depth: 60.00 [m] to 71.80 [m]

	Counts	Dip[deg]	Azi[deg]
Mean	25	0.37	285.86
	1	3.32	169.94
	19	1.03	341.66
	3	86.91	217.17
	2	4.40	194.42


66.6
66.8
67.0
67.2
67.4
67.6
67.8
68.0
68.2
68.4
Core Missing


68.6
68.8
69.0
69.2
69.4
69.6
69.8
70.0
70.2
70.4
Core Missing
Core Missing
Core Missing


70.6
70.8
71.0
71.2
71.4
71.6
71.8
72.0
72.2
Core Missing
Core Missing

72.4

72.6

72.8

73.0

73.2

73.4

73.6

73.8

74.0

74.2

74.4

74.6

74.8

75.0

75.2

75.4

75.6

75.8

76.0

76.2

76.4

76.6

76.8

77.0

77.2

77.4

77.6

77.8

78.0

78.2

78.4

78.6

78.8

79.0

79.2

79.4

79.6

79.8

80.0

80.2

80.4

80.6

80.8

81.0

81.2

81.4

81.6

81.8

82.0

82.2

82.4

82.6

82.8

83.0

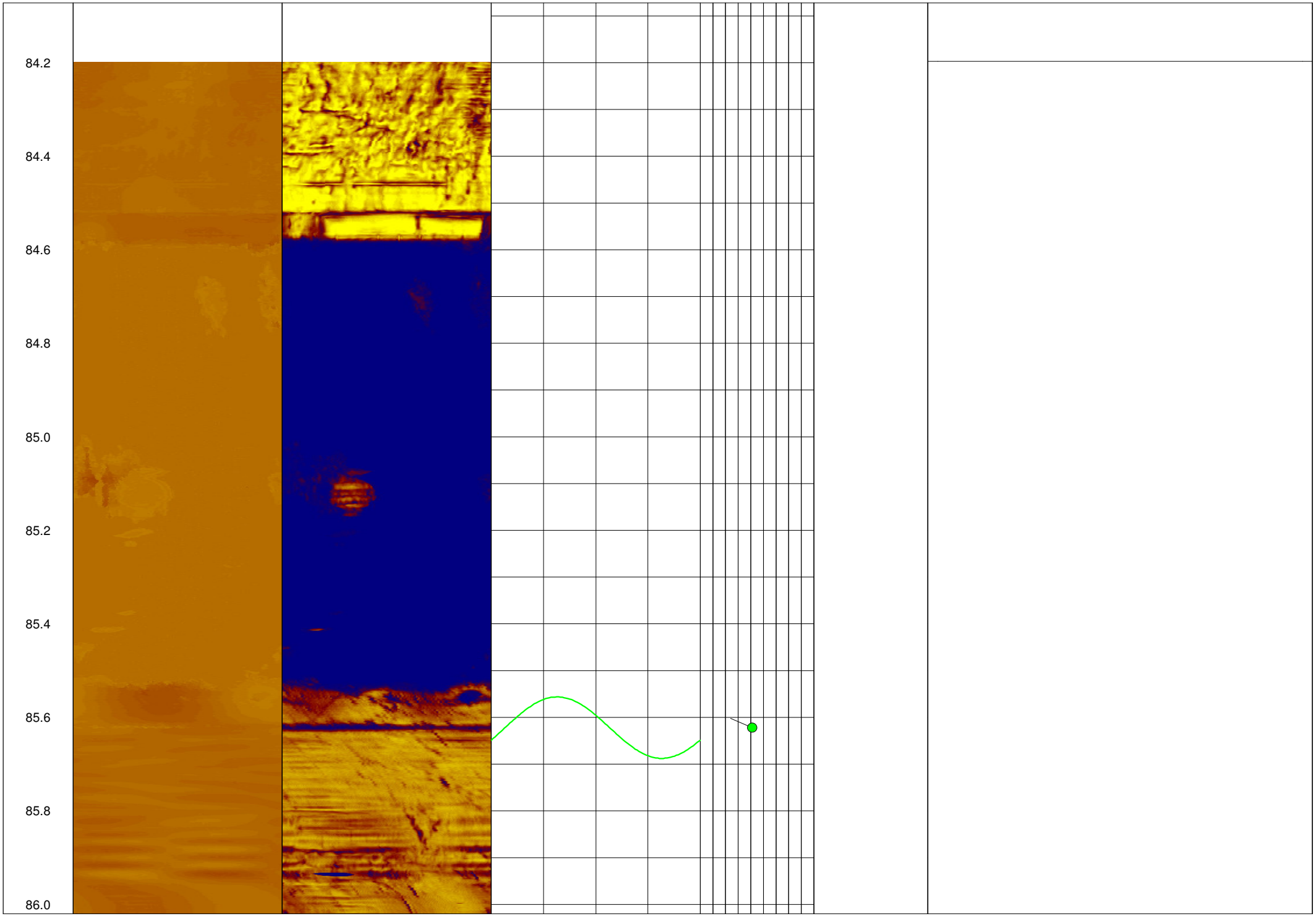
83.2

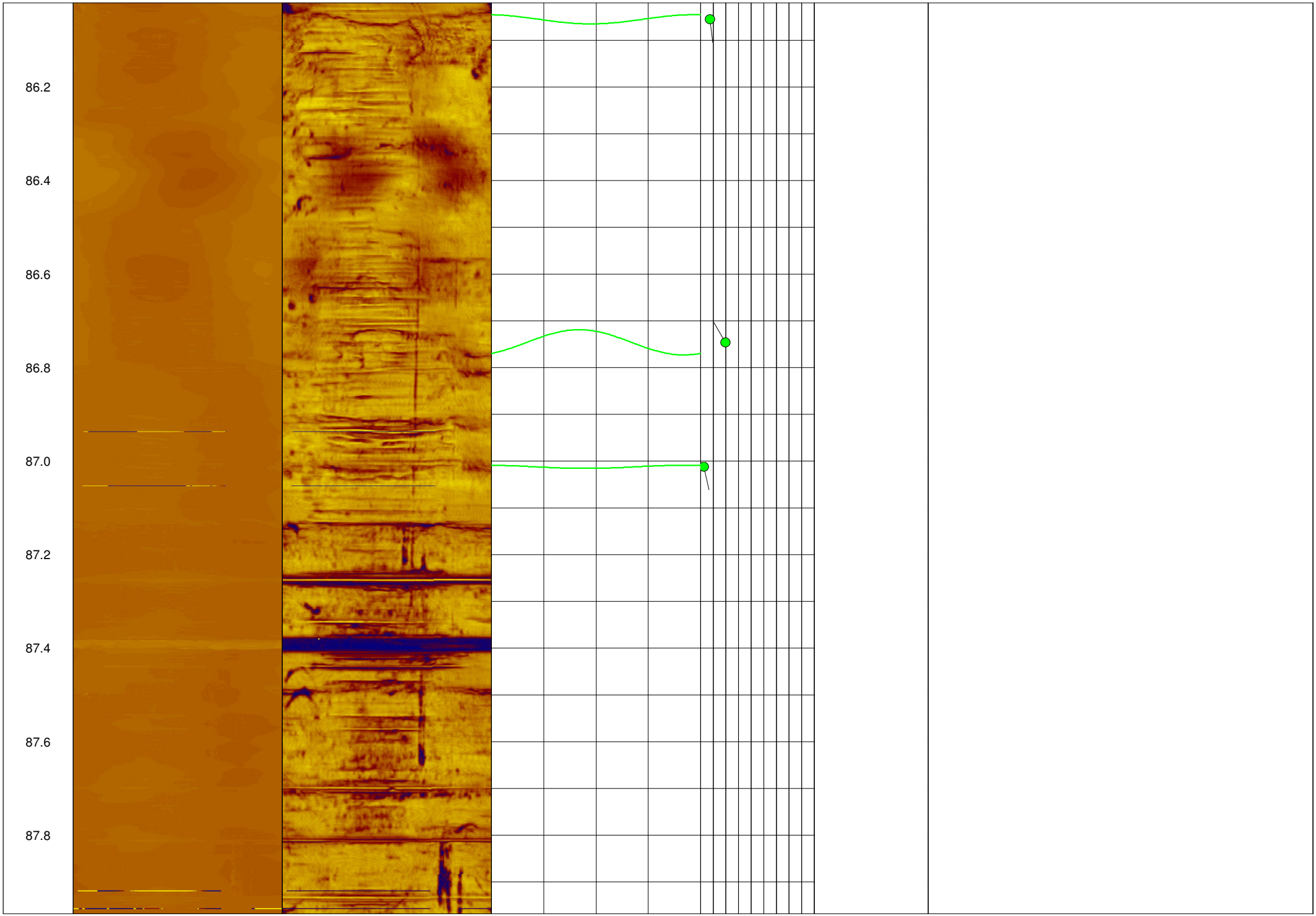
83.4

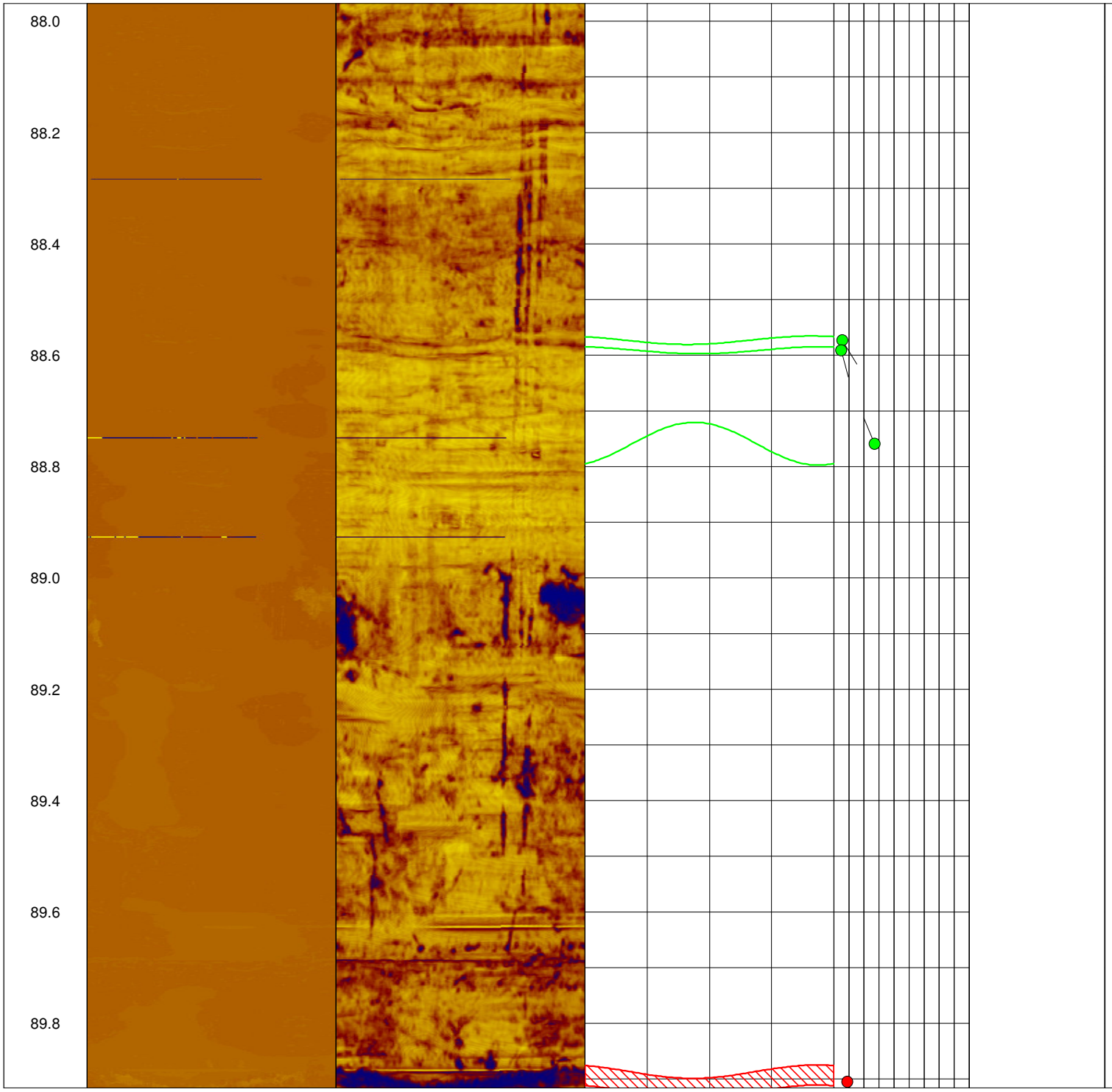
83.6

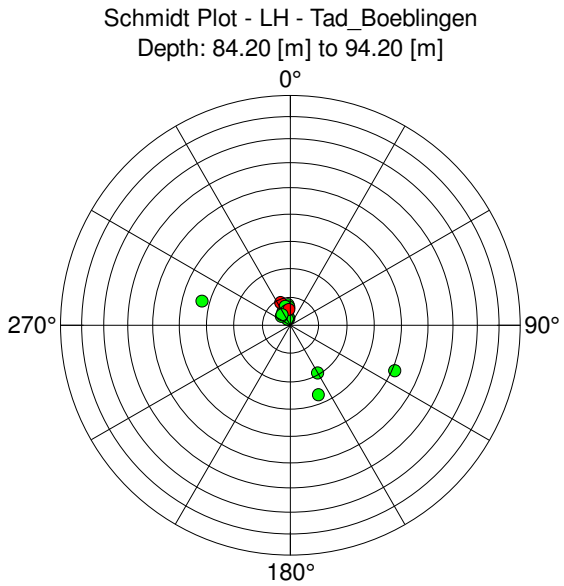
83.8

84.0

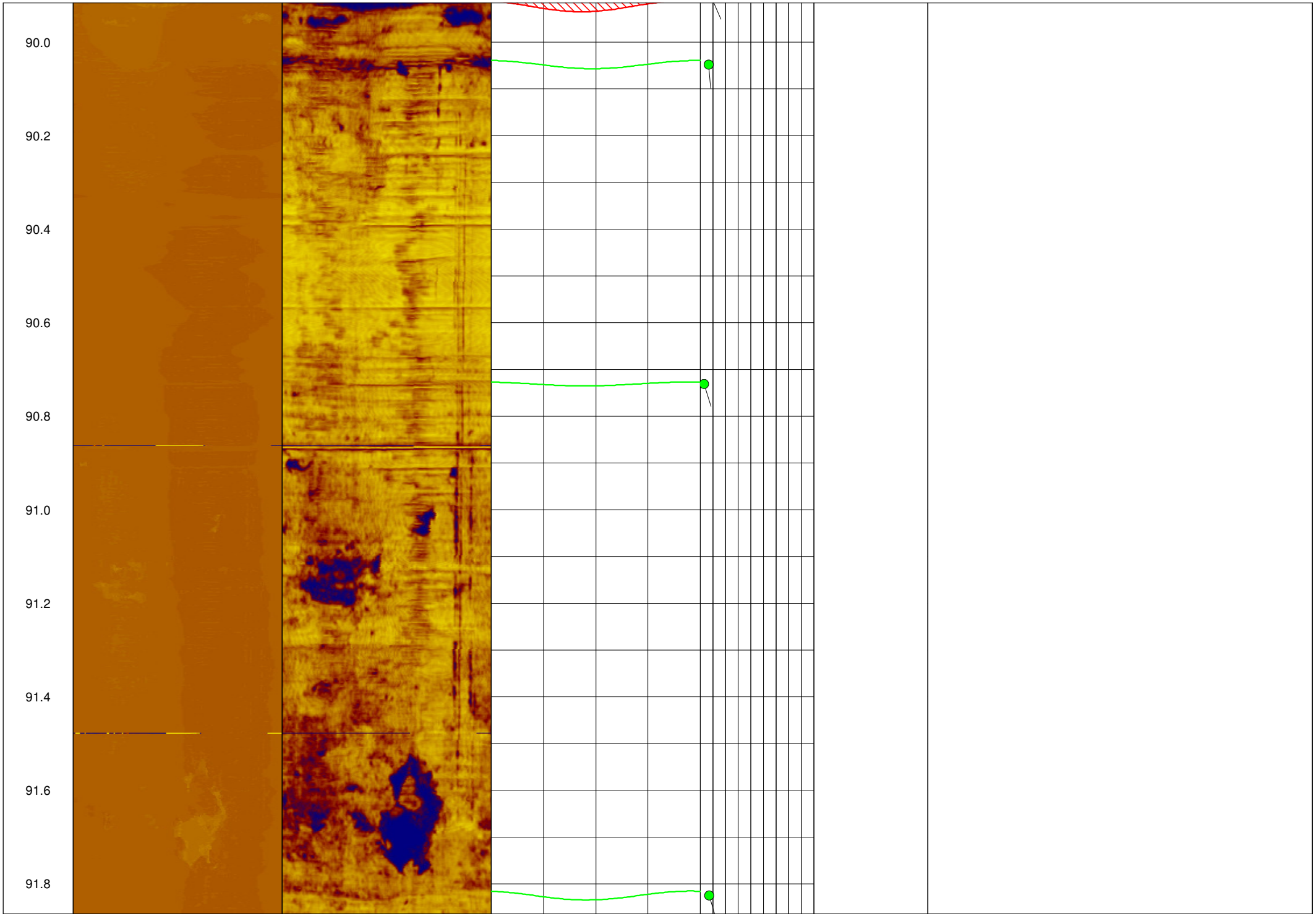

84.2
84.4
84.6
84.8
85.0
85.2
85.4
85.6
85.8
86.0

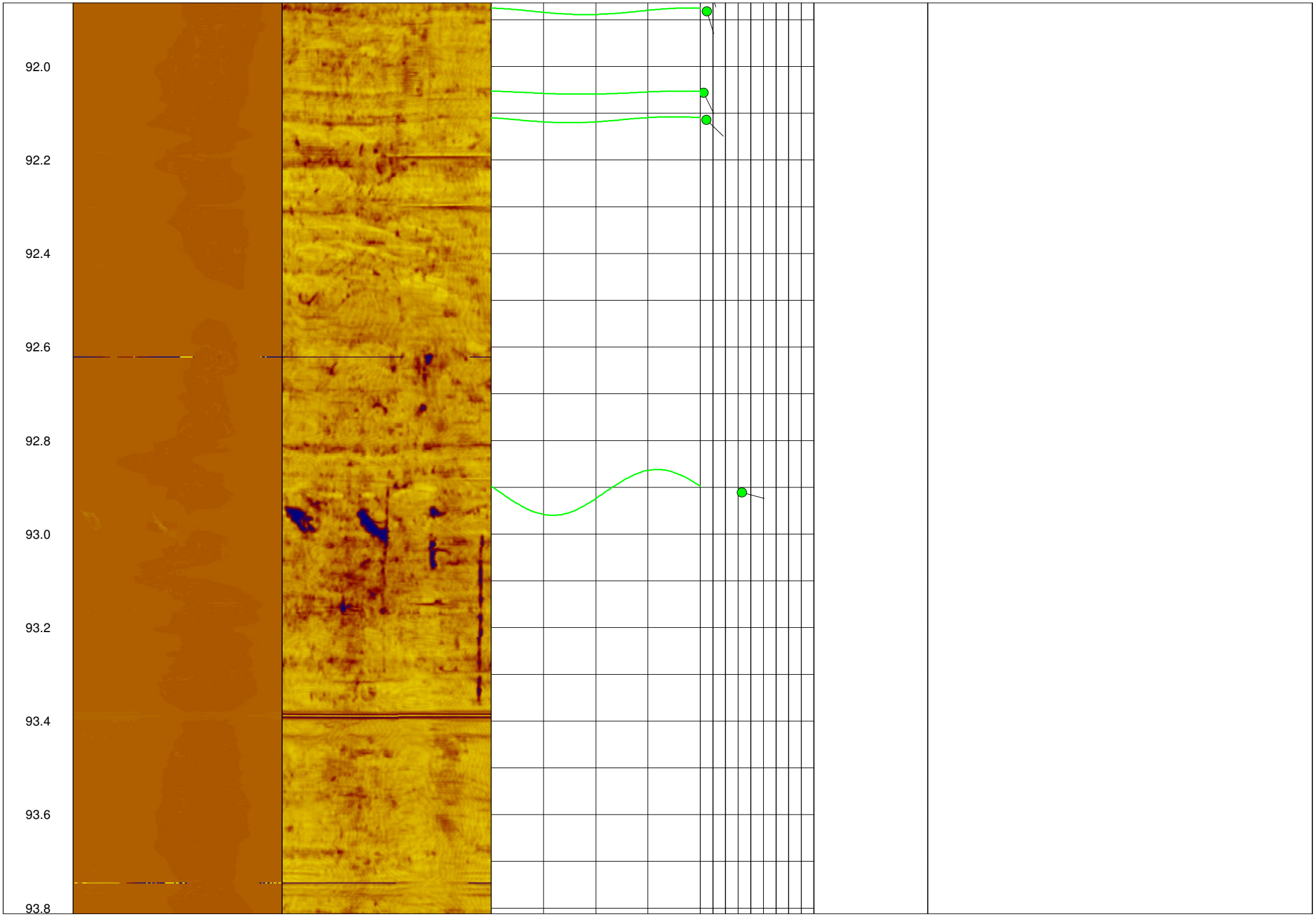

86.2
86.4
86.6
86.8
87.0
87.2
87.4
87.6
87.8

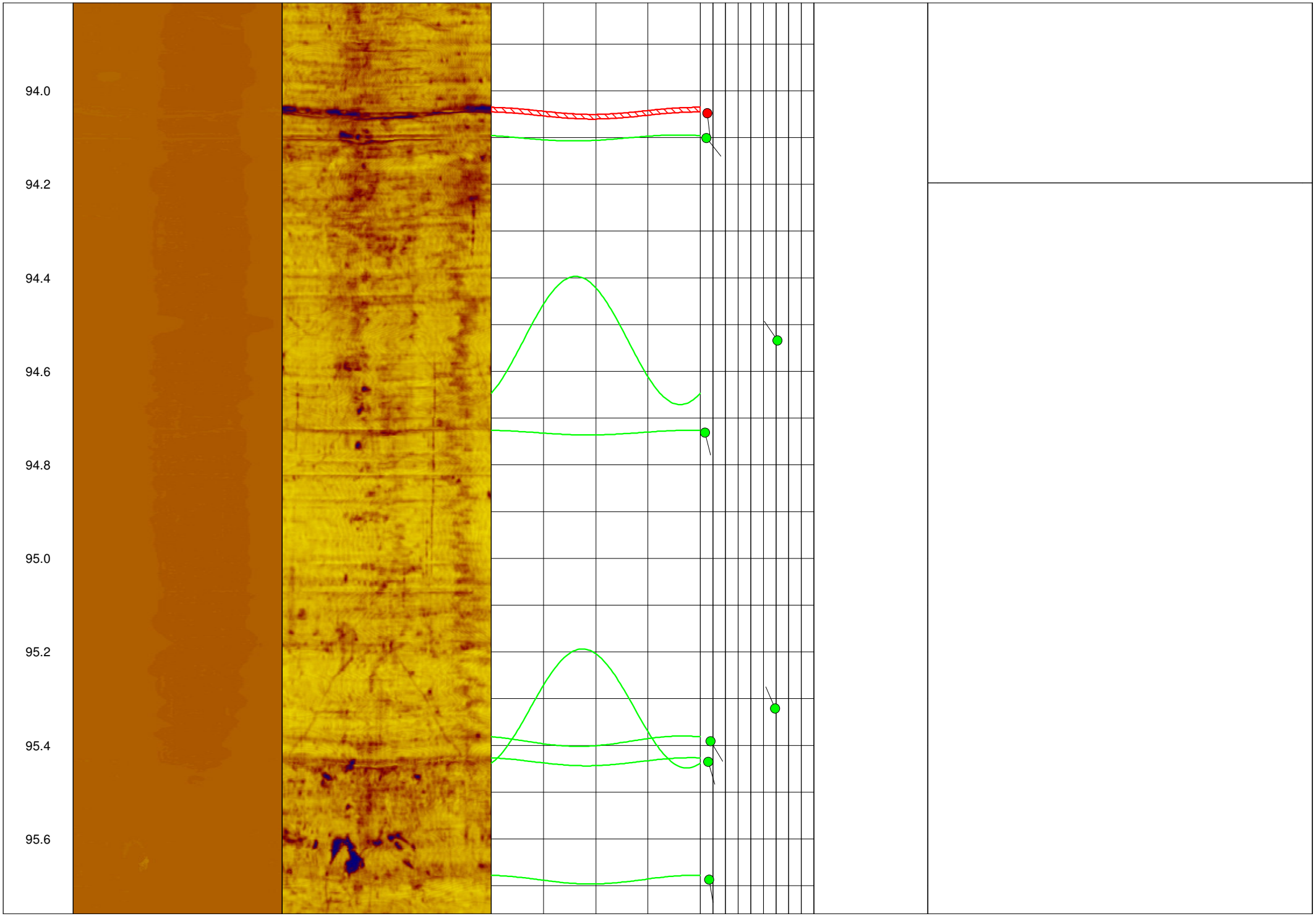


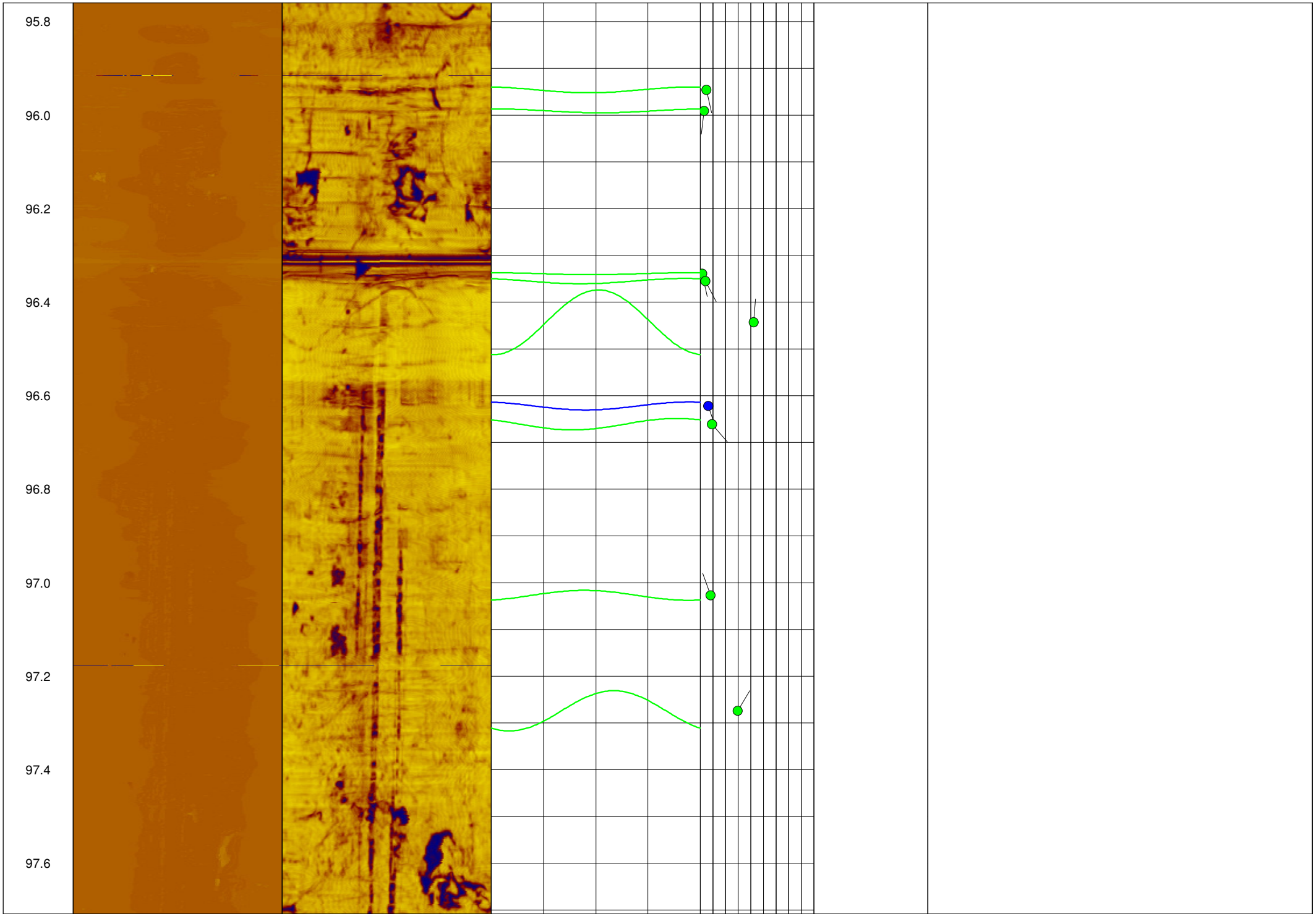


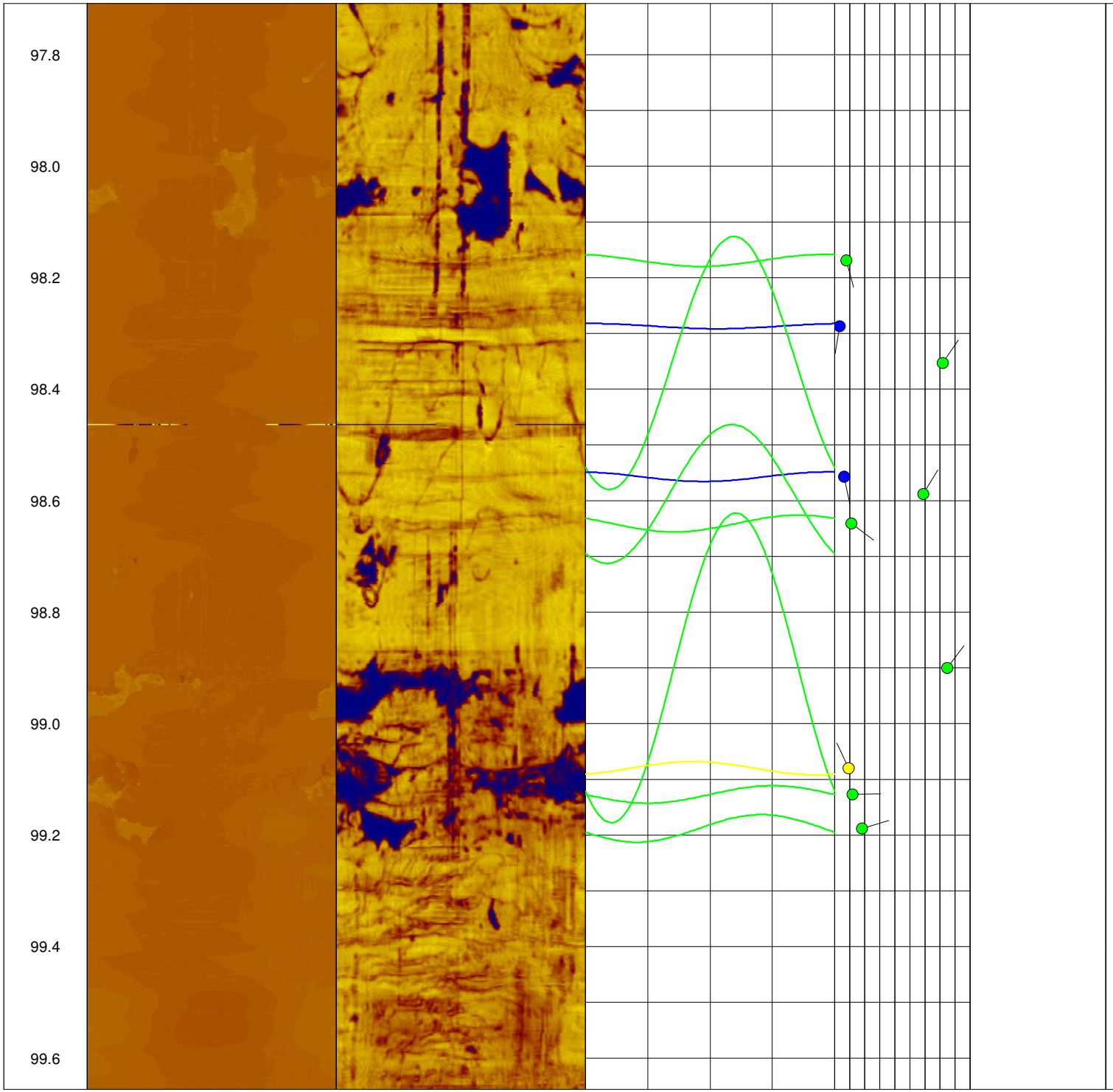
	Counts	Dip[deg]	Azi[deg]
Mean	17	1.46	168.84
	15	0.62	181.67
	2	7.22	162.81

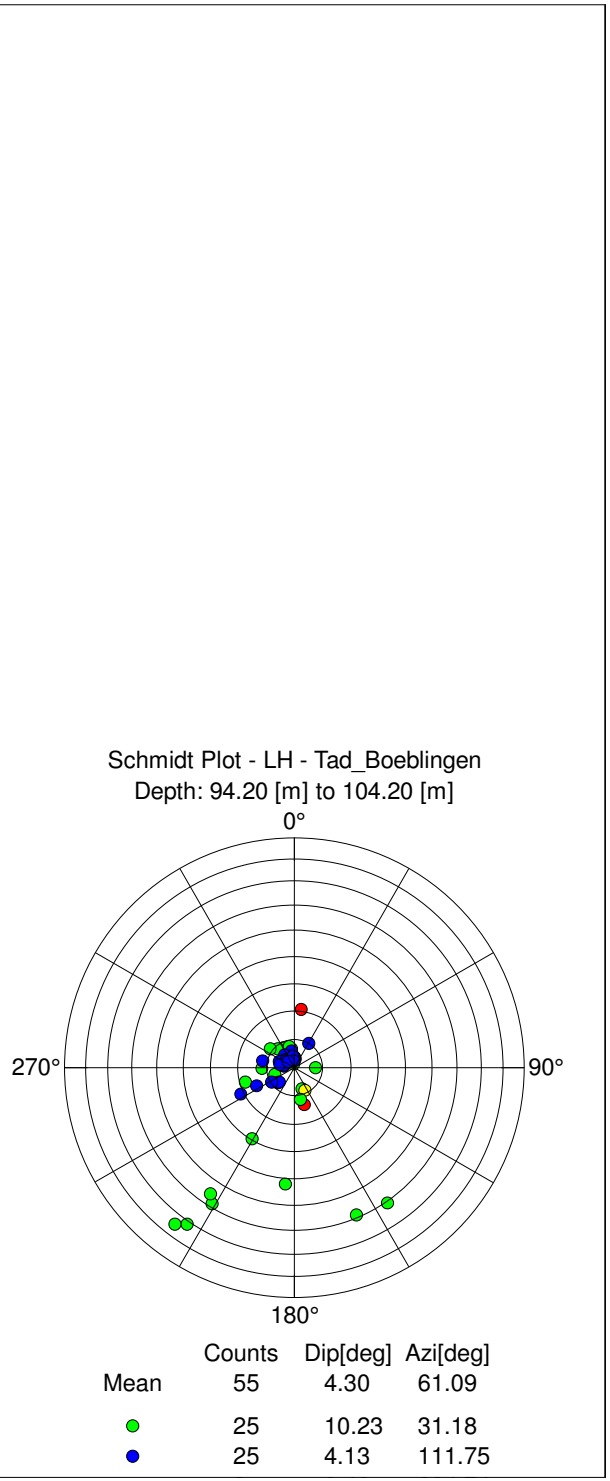

90.0
90.2
90.4
90.6
90.8
91.0
91.2
91.4
91.6
91.8

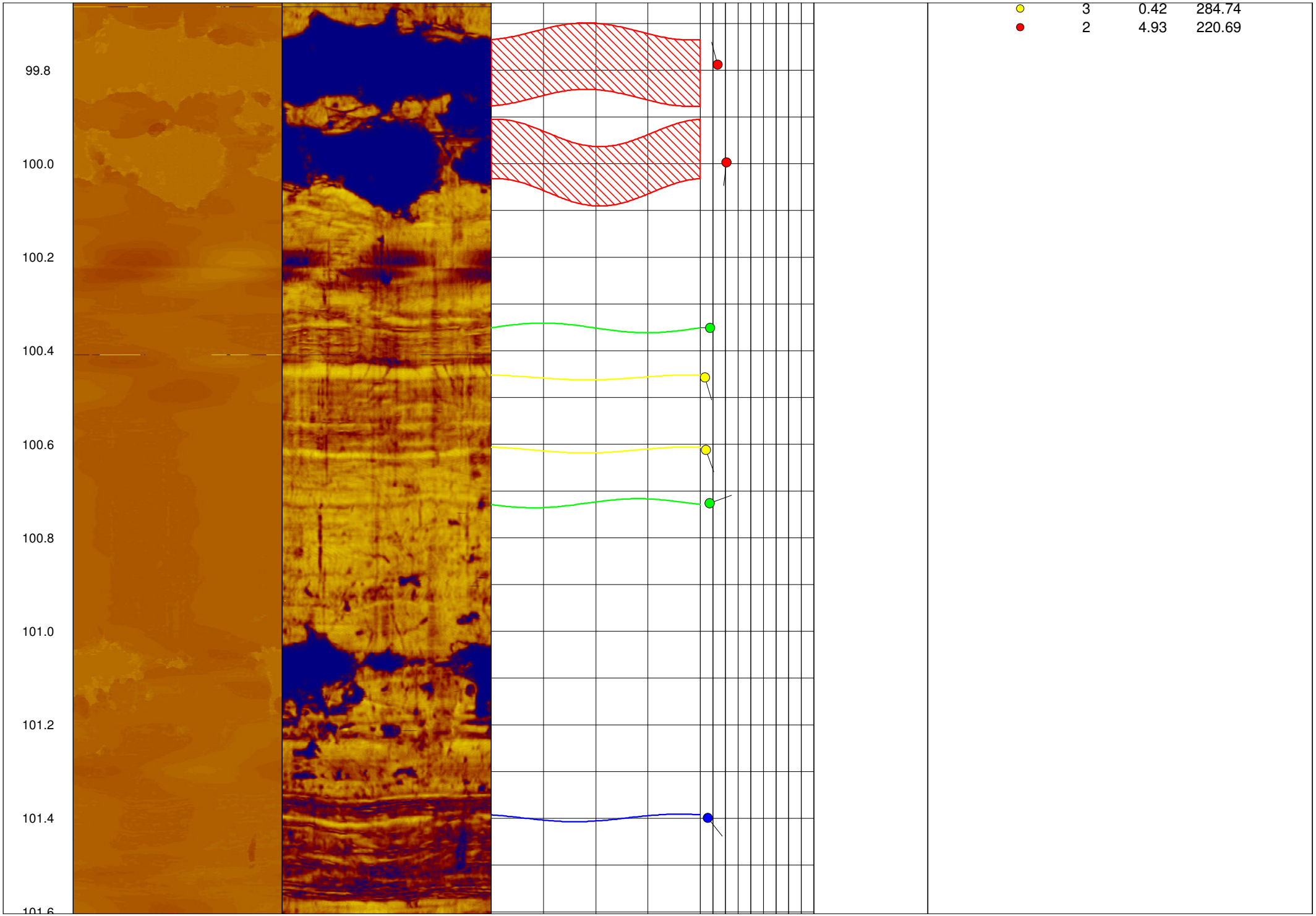

92.0
92.2
92.4
92.6
92.8
93.0
93.2
93.4
93.6
93.8

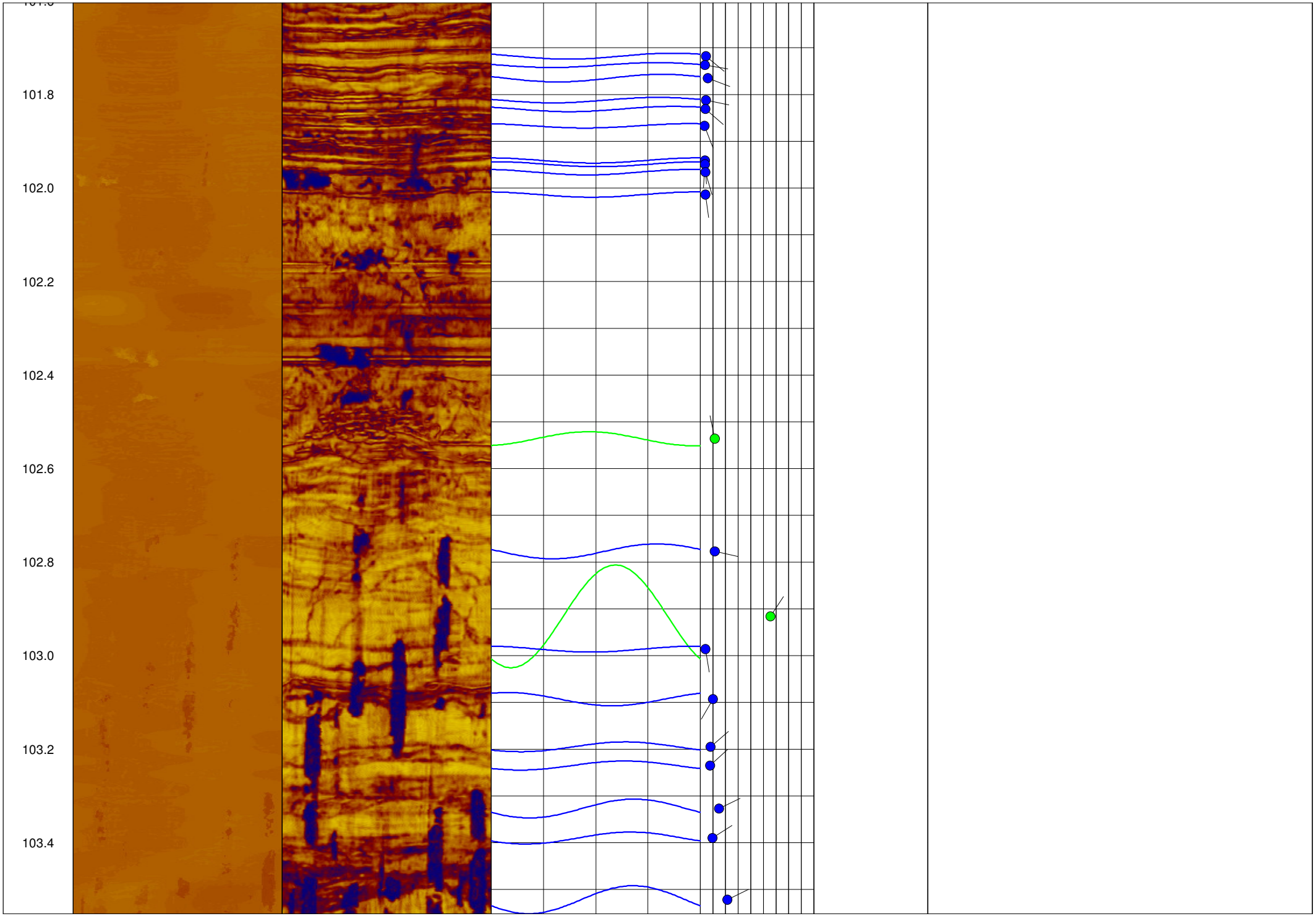

94.0
94.2
94.4
94.6
94.8
95.0
95.2
95.4
95.6

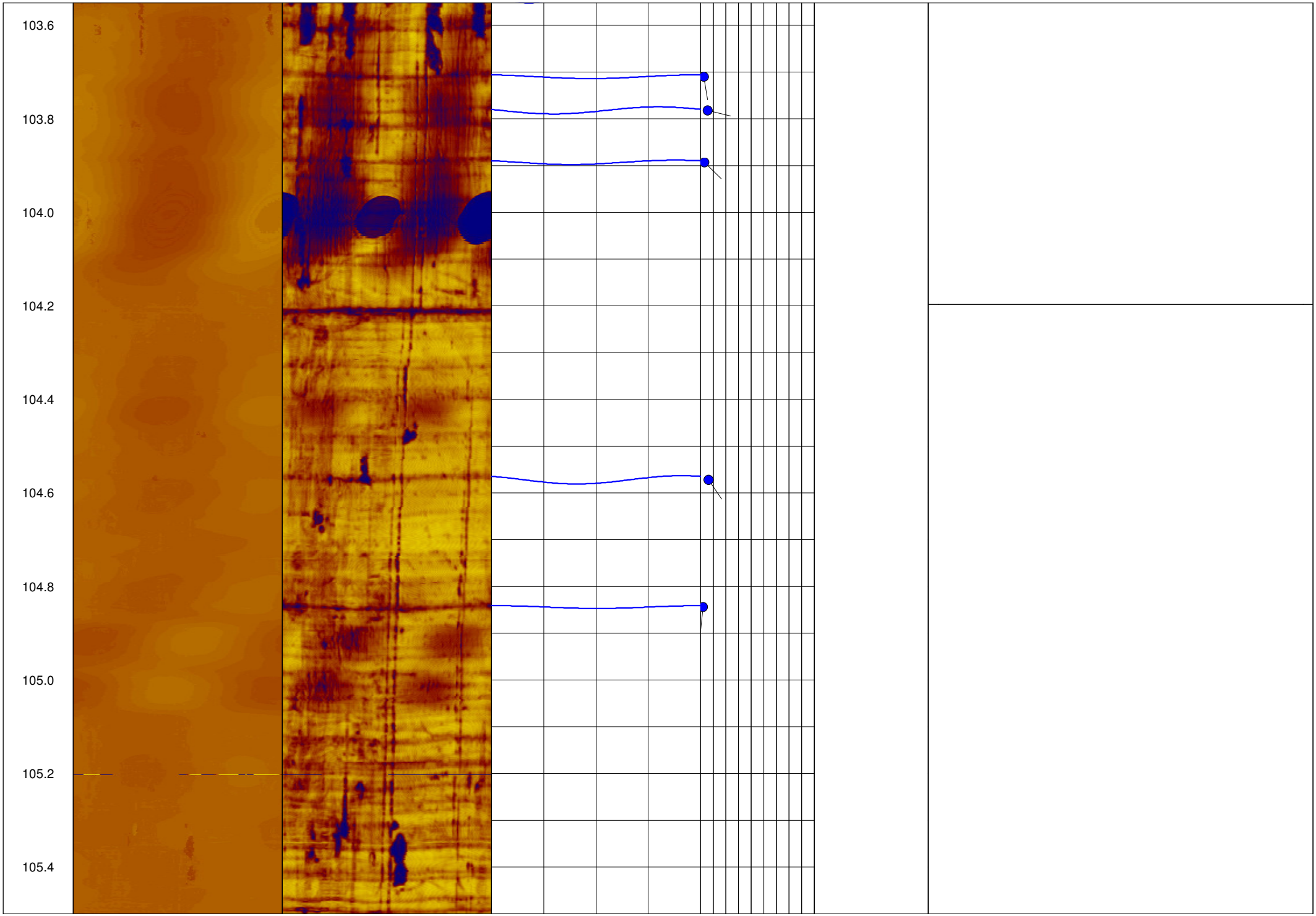

95.8
96.0
96.2
96.4
96.6
96.8
97.0
97.2
97.4
97.6

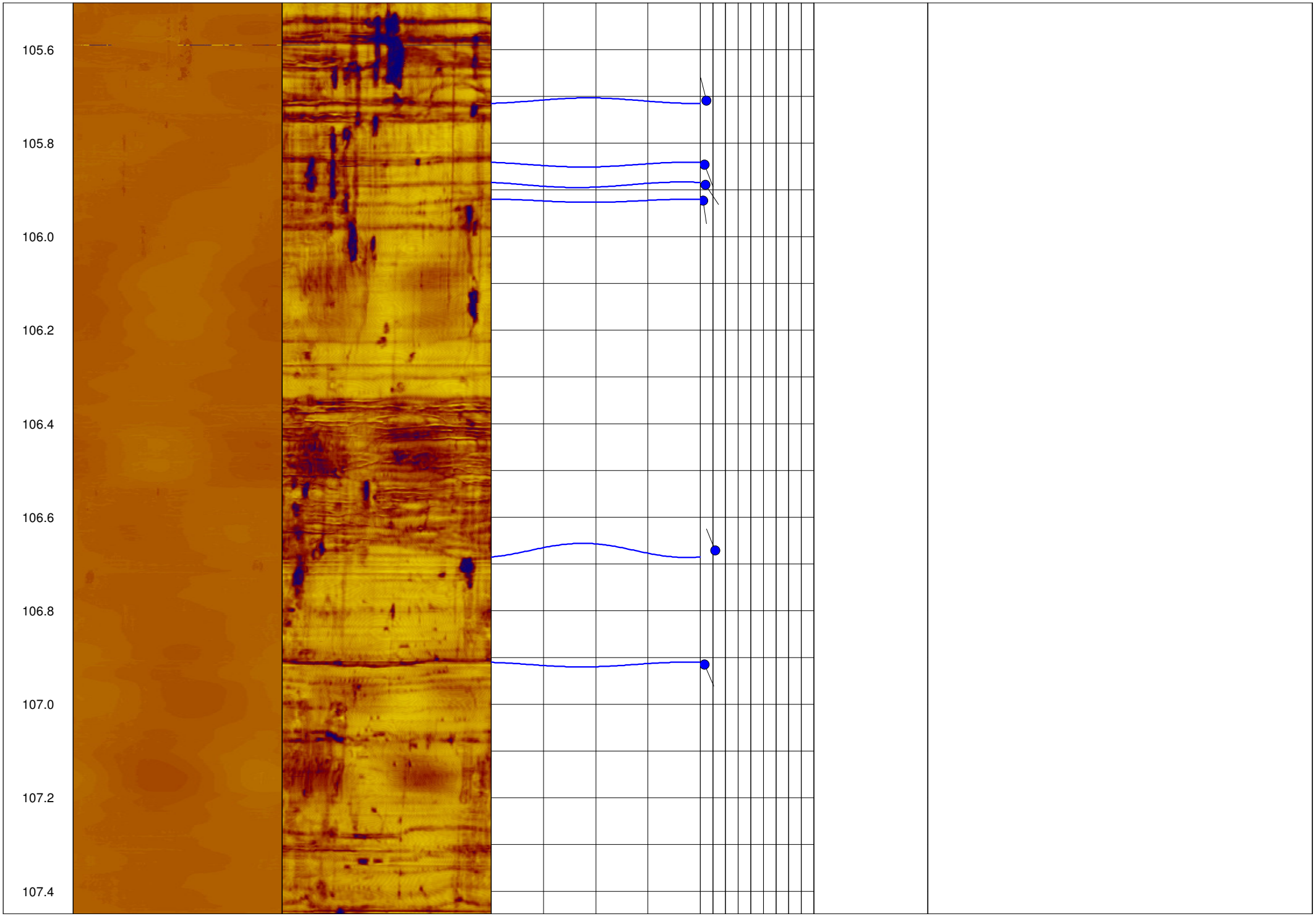

97.8
98.0
98.2
98.4
98.6
98.8
99.0
99.2
99.4
99.6

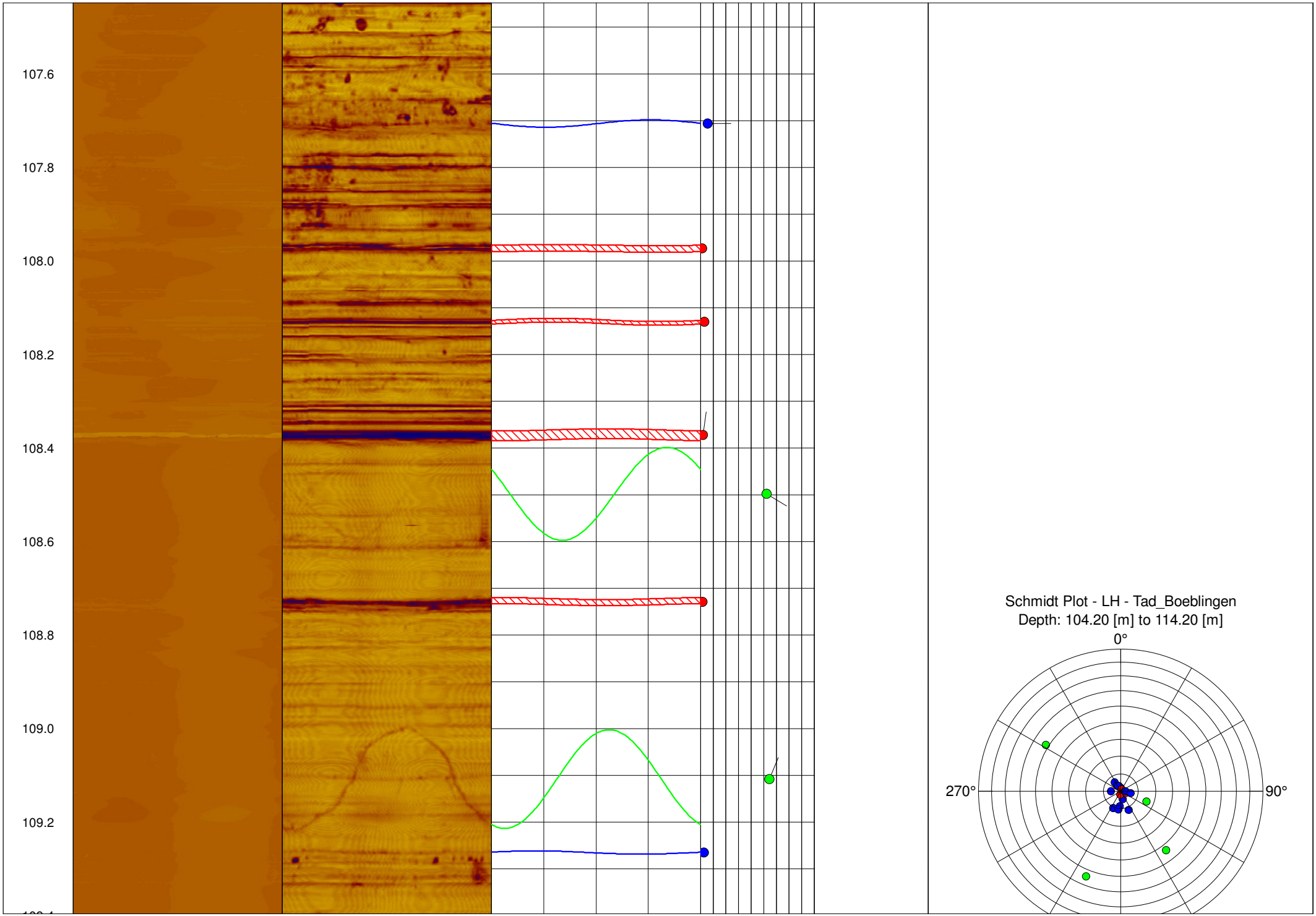

Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 94.20 [m] to 104.20 [m]
0°
270°
90°
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 55 4.30 61.09
25 10.23 31.18
25 4.13 111.75

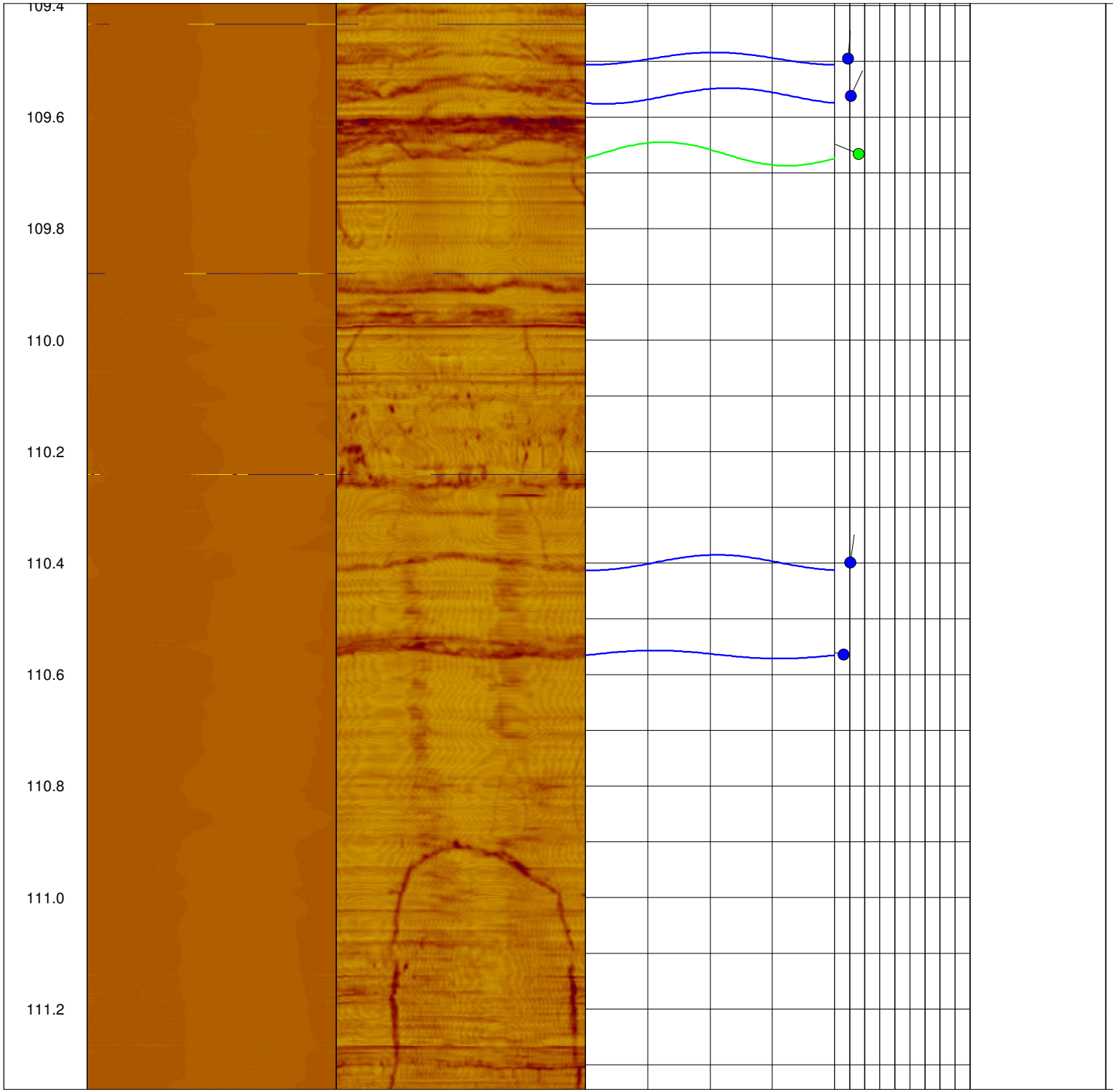

99.8
100.0
100.2
100.4
100.6
100.8
101.0
101.2
101.4
101.6
3 0.42 284.74
2 4.93 220.69

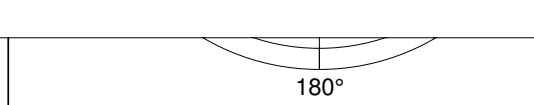

101.8
102.0
102.2
102.4
102.6
102.8
103.0
103.2
103.4


103.6
103.8
104.0
104.2
104.4
104.6
104.8
105.0
105.2
105.4

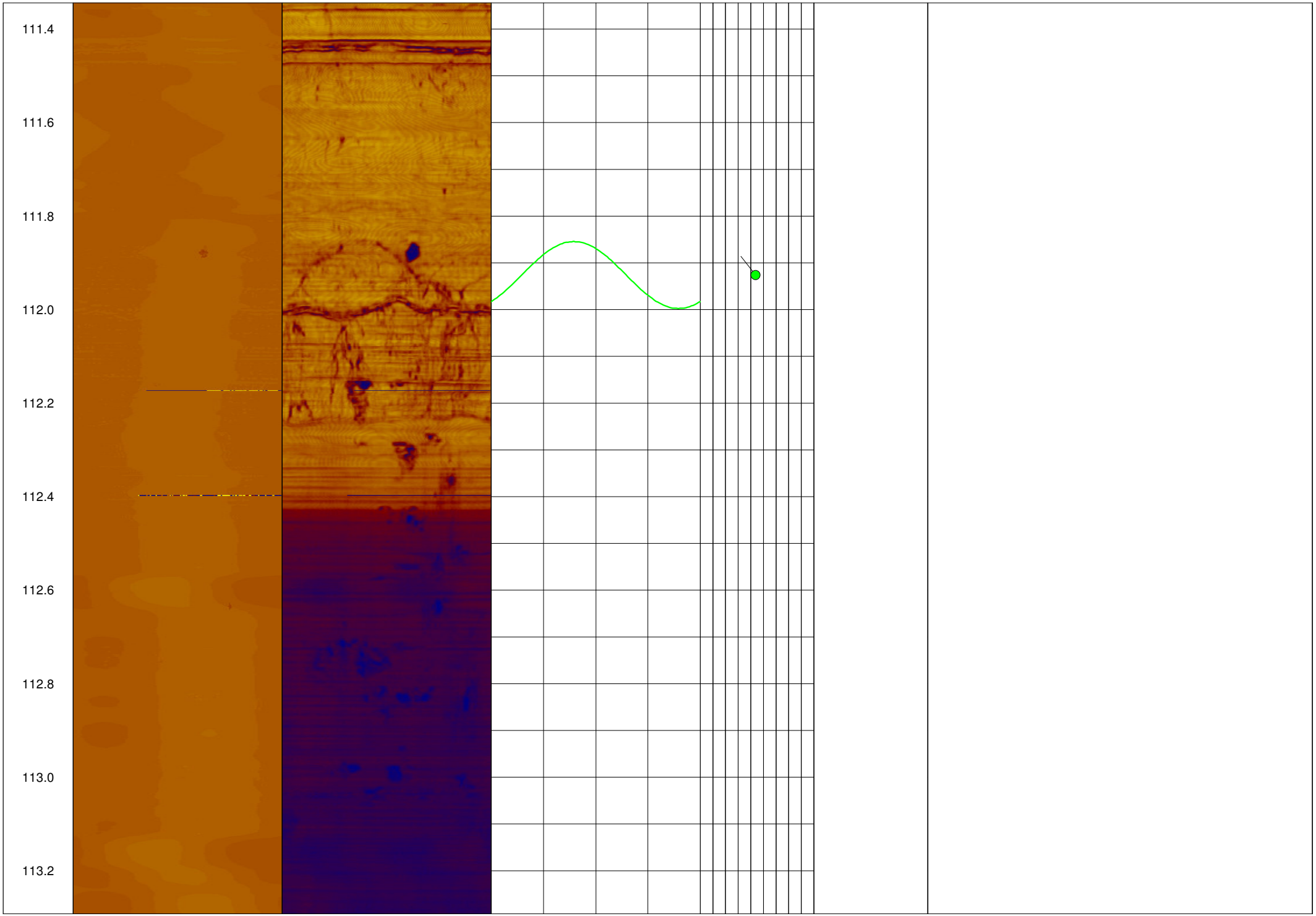

105.6
105.8
106.0
106.2
106.4
106.6
106.8
107.0
107.2
107.4

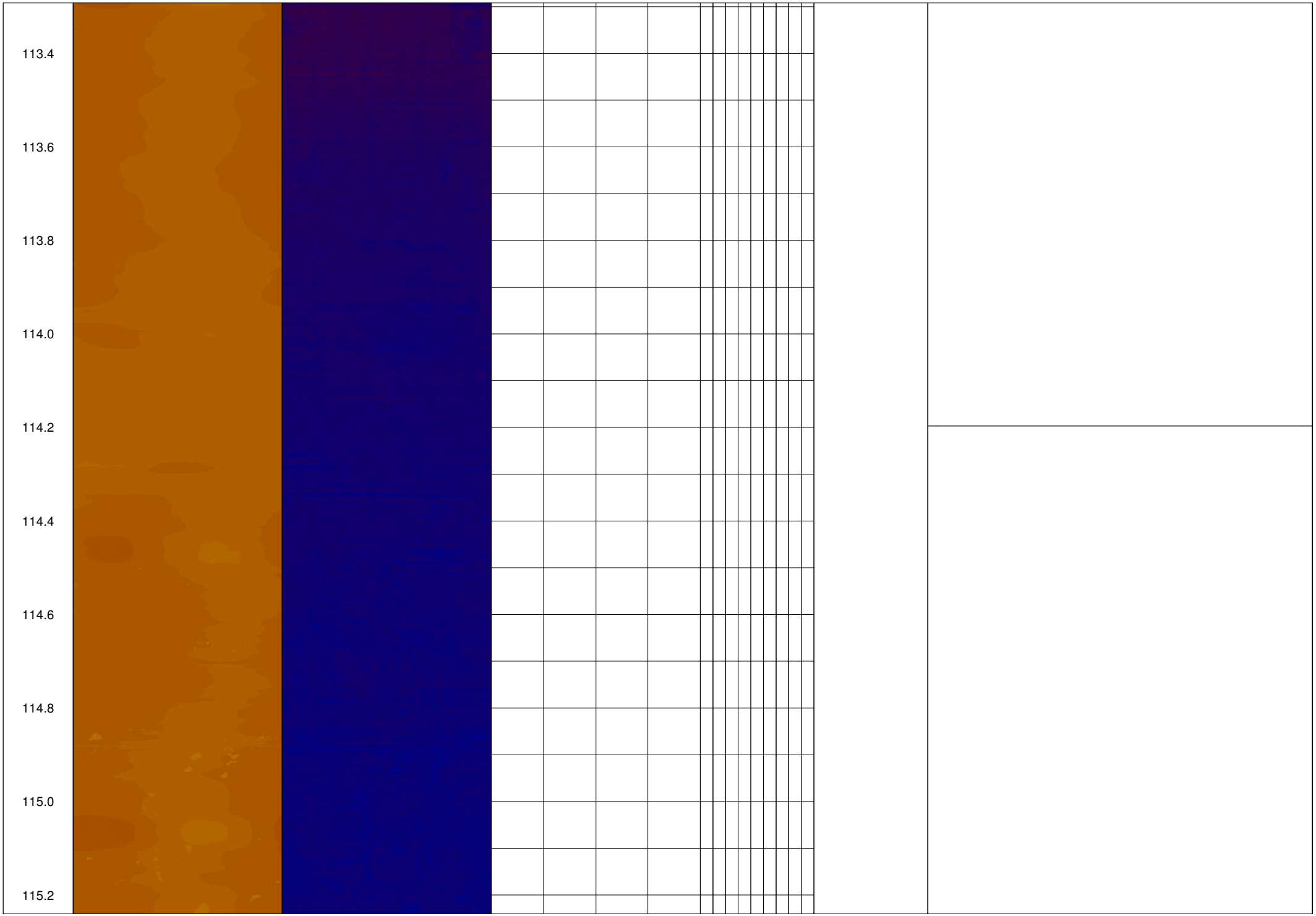

107.6
107.8
108.0
108.2
108.4
108.6
108.8
109.0
109.2
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 104.20 [m] to 114.20 [m]
0°
270°
90°

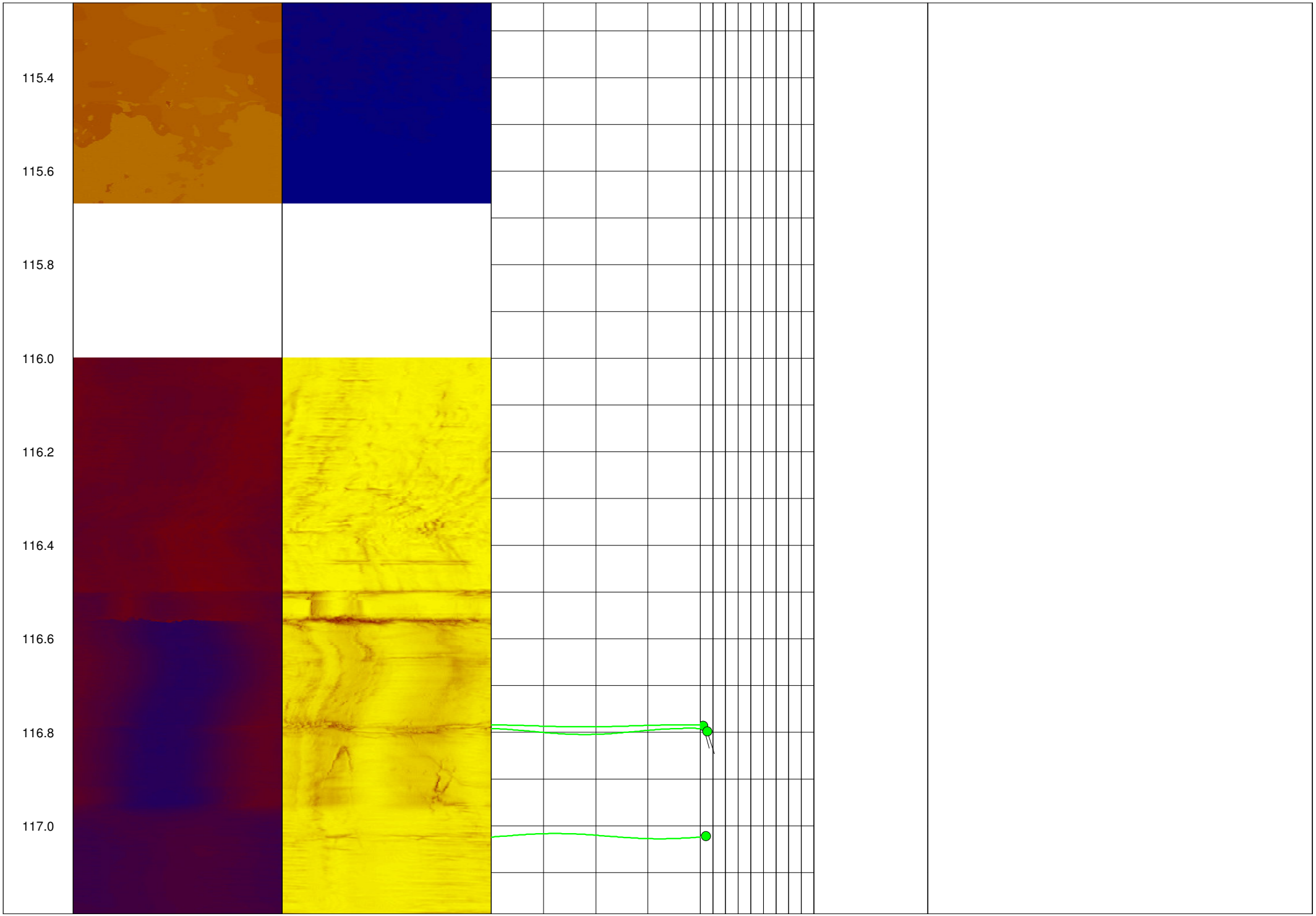


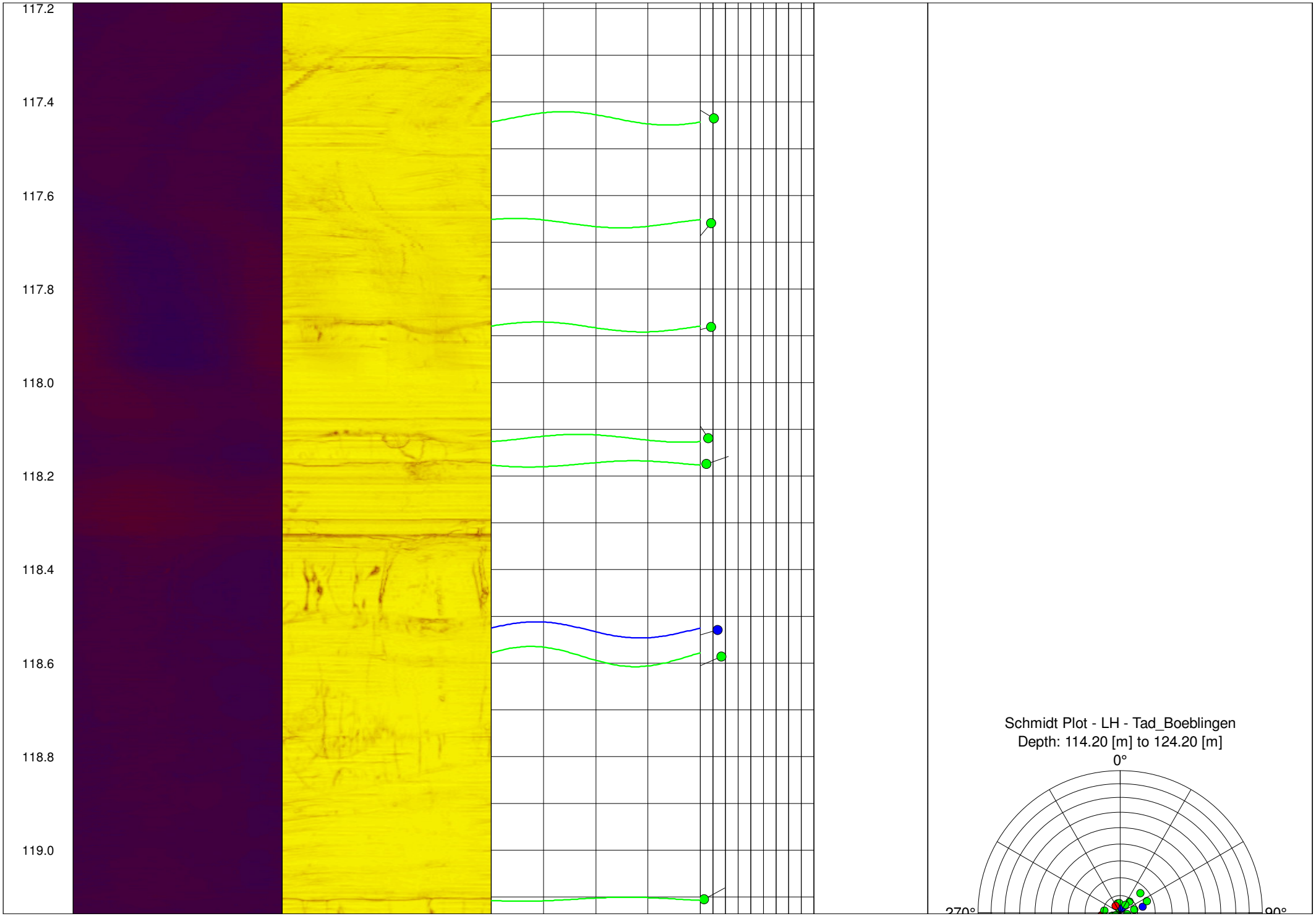


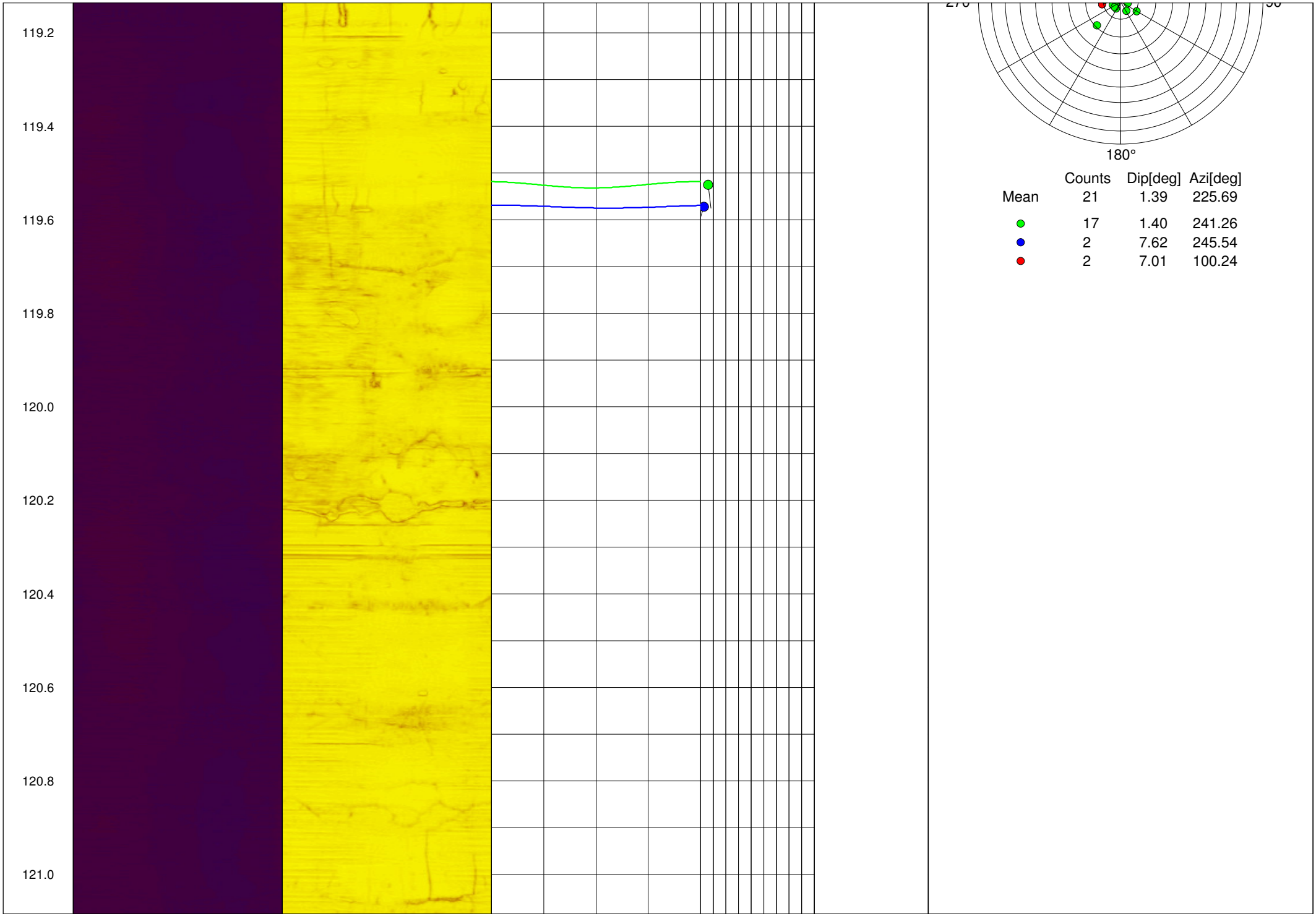
	Counts	Dip[deg]	Azi[deg]
Mean	22	3.58	2.97
●	14	1.96	13.71
●	4	1.18	302.51
●	4	26.10	352.46

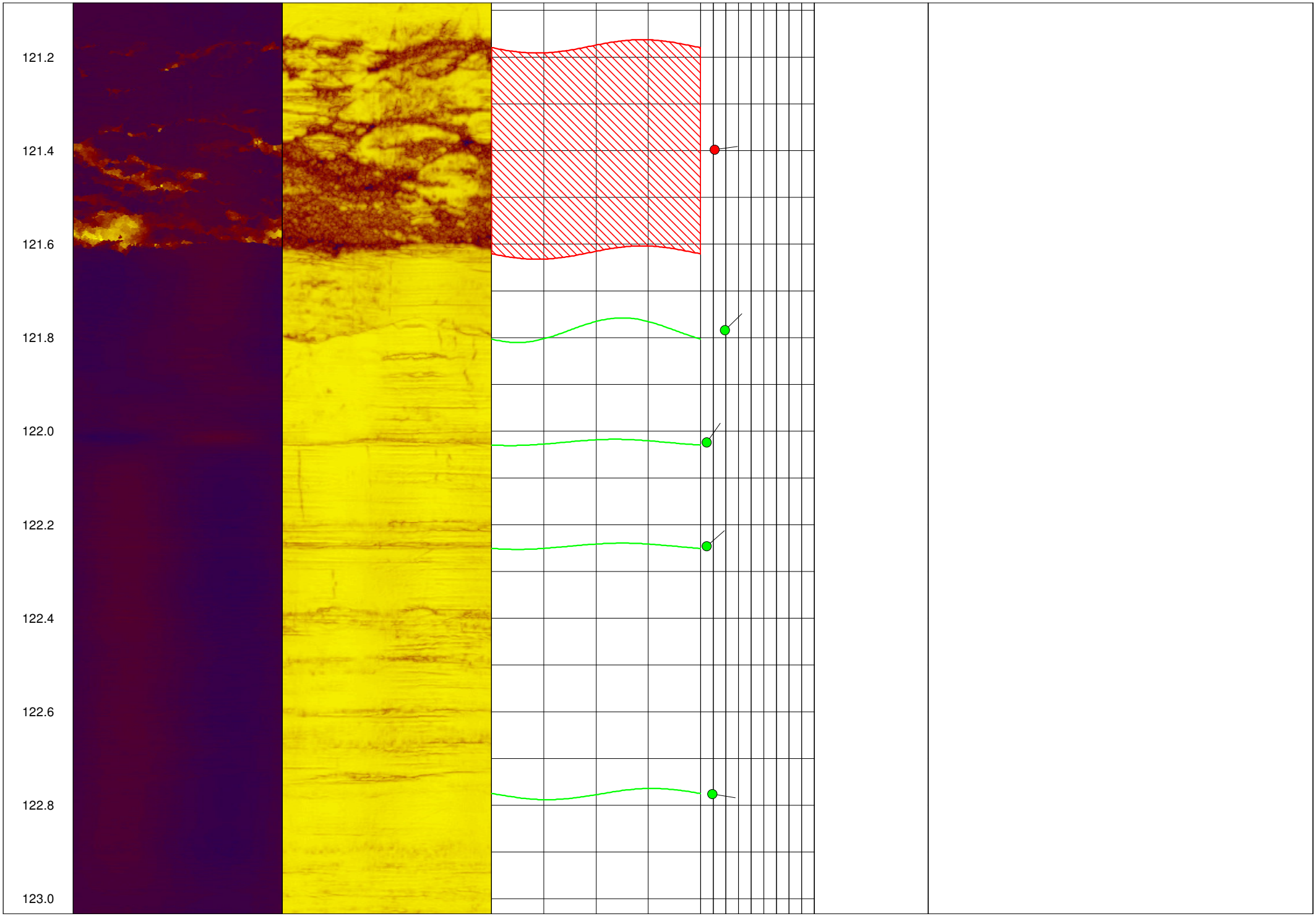

111.4
111.6
111.8
112.0
112.2
112.4
112.6
112.8
113.0
113.2

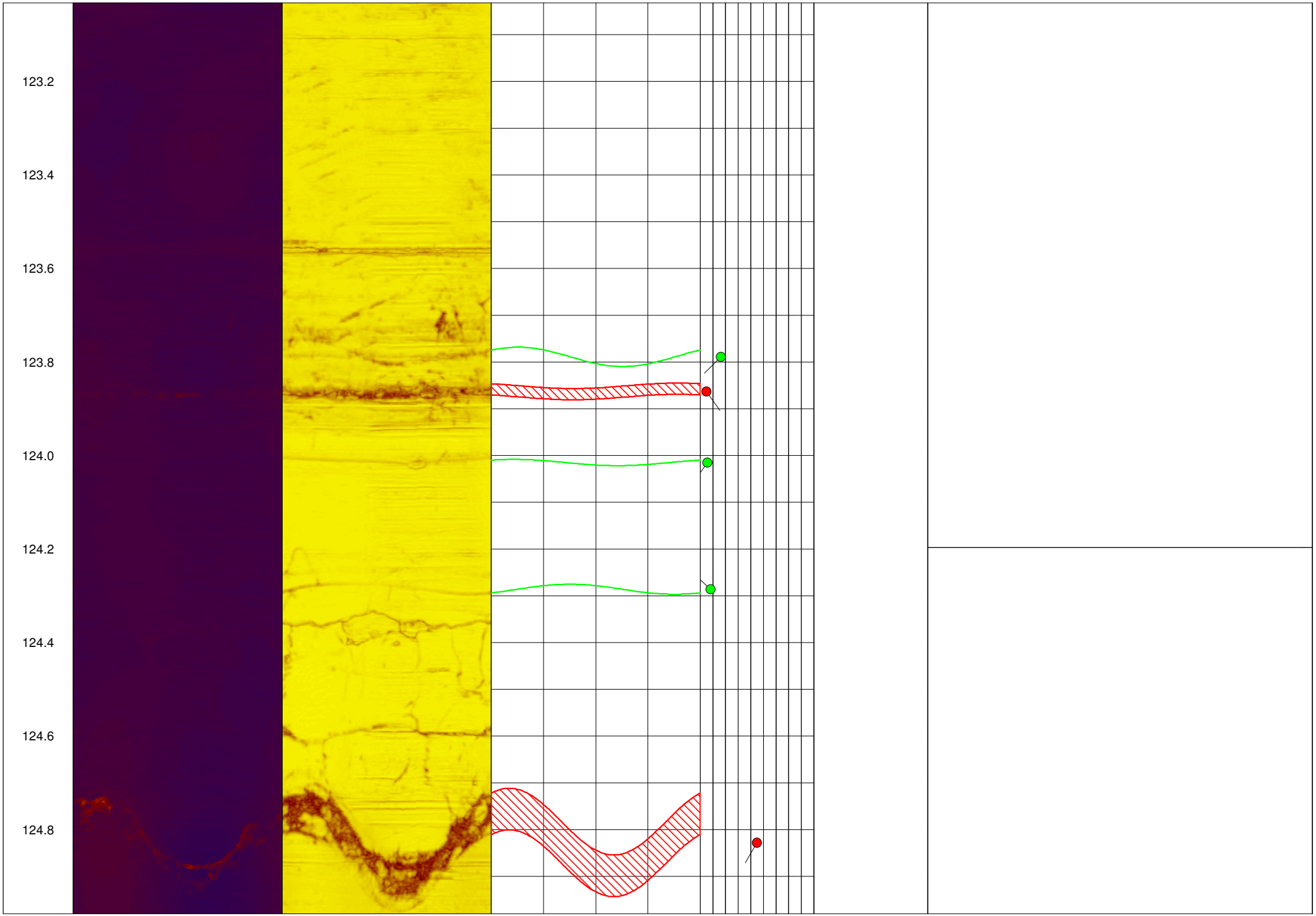

113.4
113.6
113.8
114.0
114.2
114.4
114.6
114.8
115.0
115.2

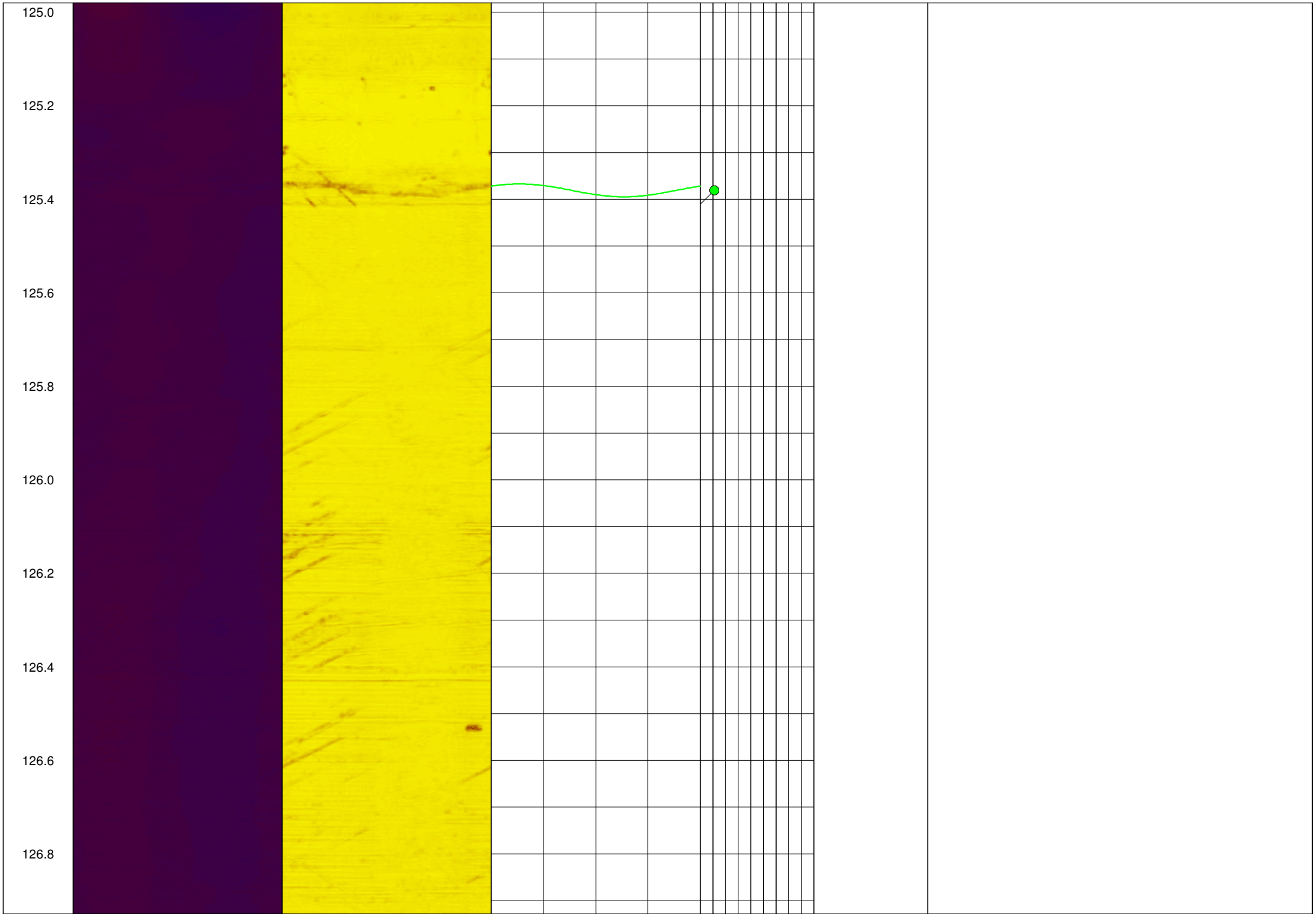

115.4
115.6
115.8
116.0
116.2
116.4
116.6
116.8
117.0

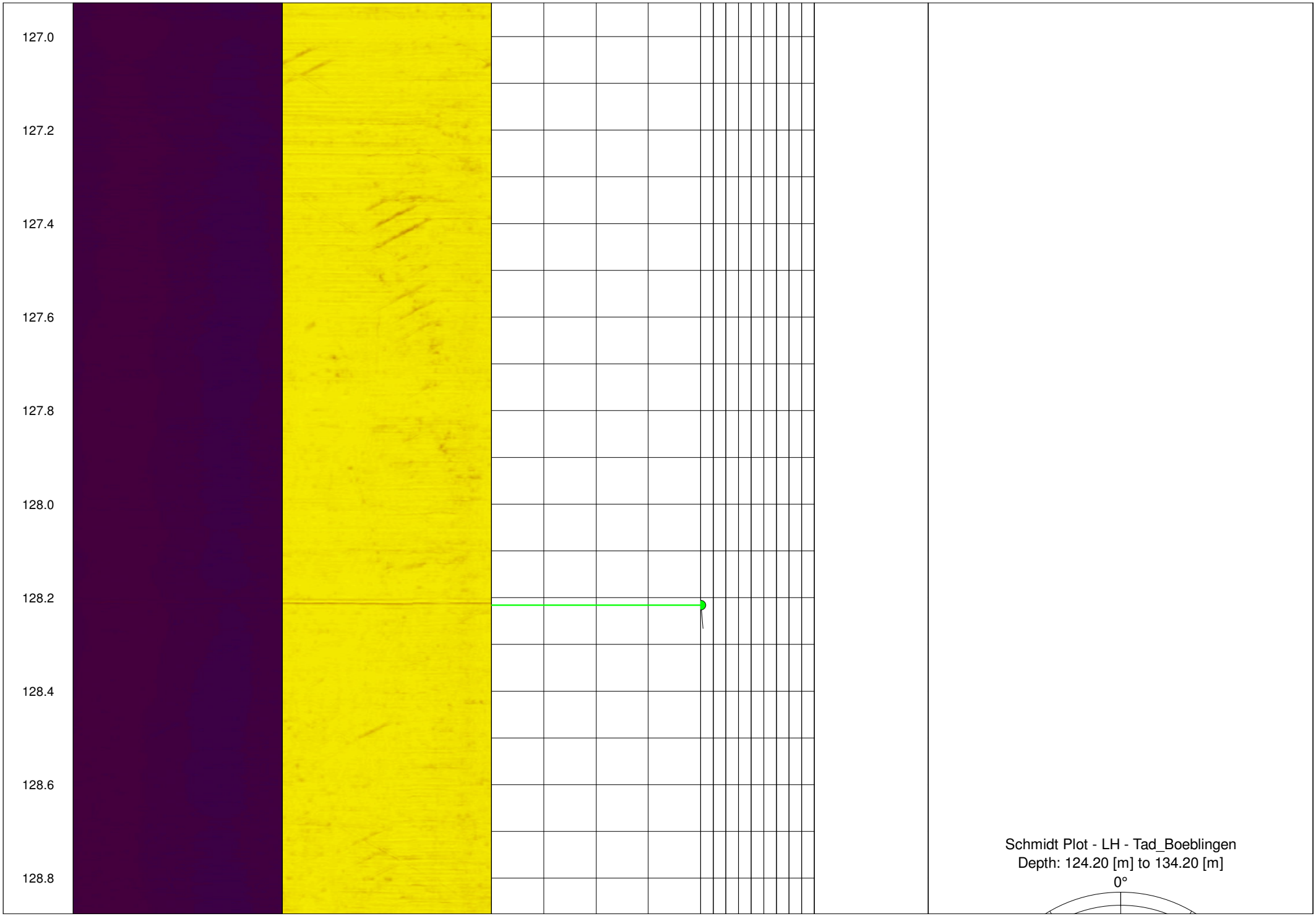

117.2
117.4
117.6
117.8
118.0
118.2
118.4
118.6
118.8
119.0
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 114.20 [m] to 124.20 [m]
0°
270°
90°

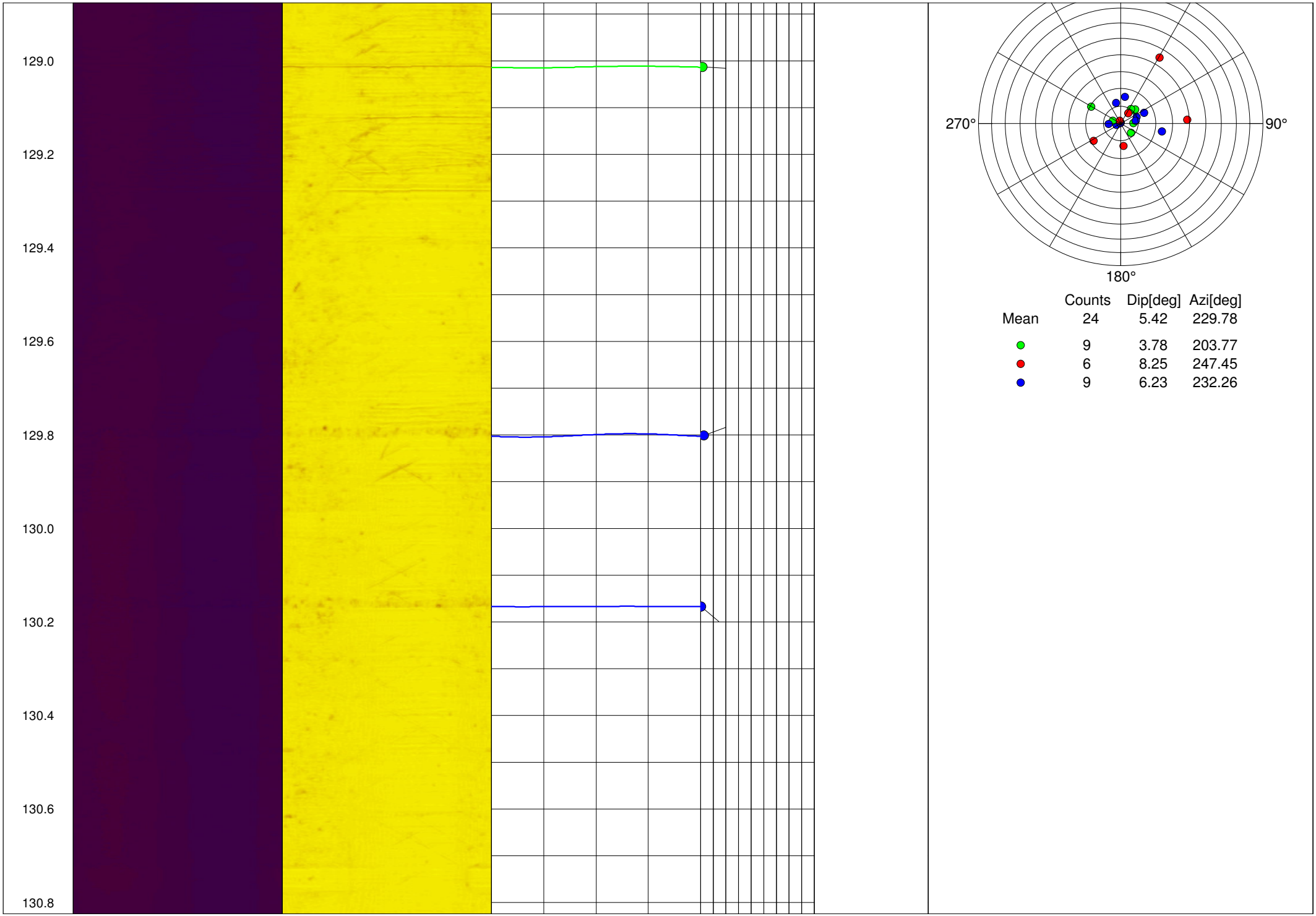

119.2
119.4
119.6
119.8
120.0
120.2
120.4
120.6
120.8
121.0
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 21 1.39 225.69
17 1.40 241.26
2 7.62 245.54
2 7.01 100.24

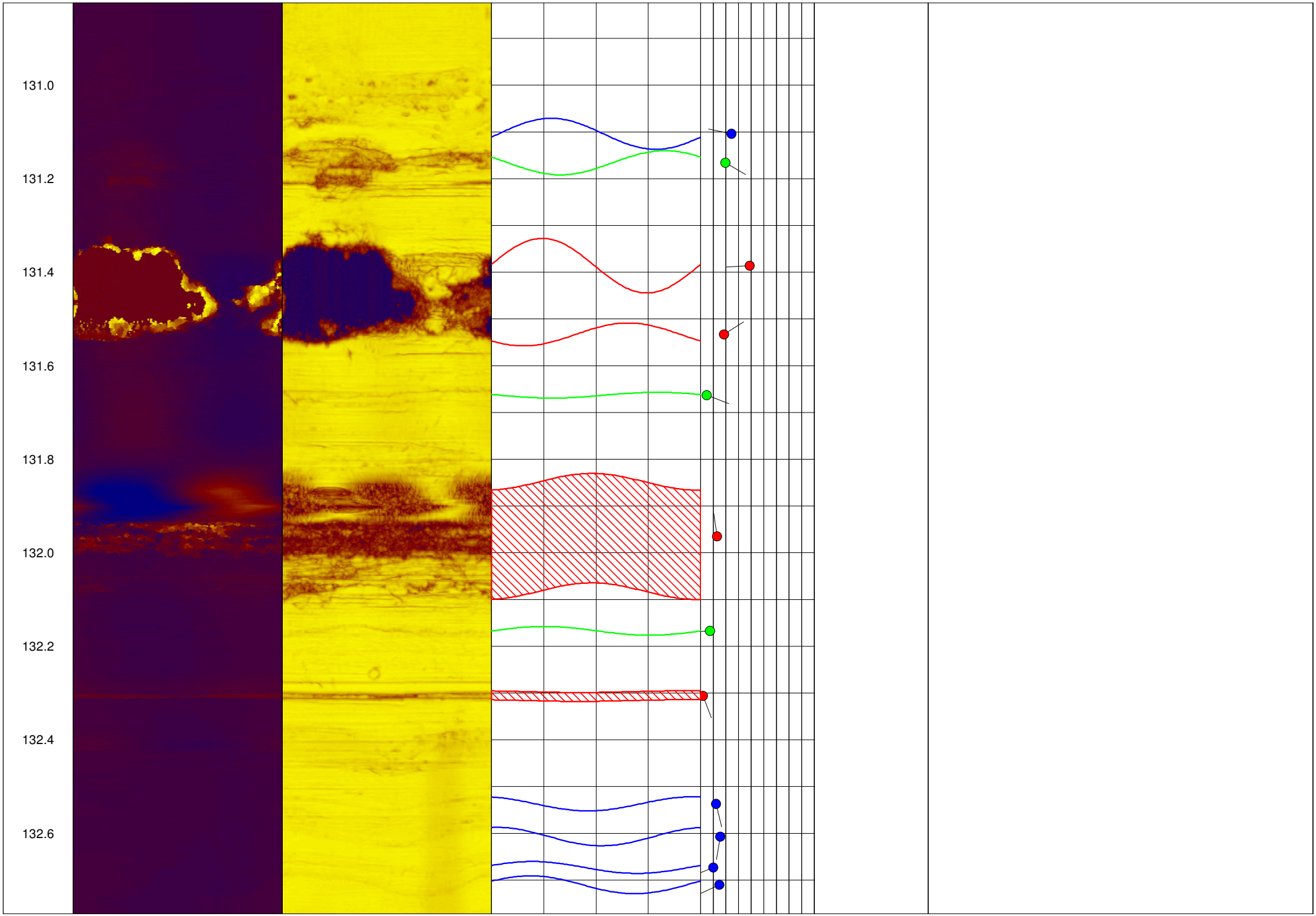

121.2
121.4
121.6
121.8
122.0
122.2
122.4
122.6
122.8
123.0

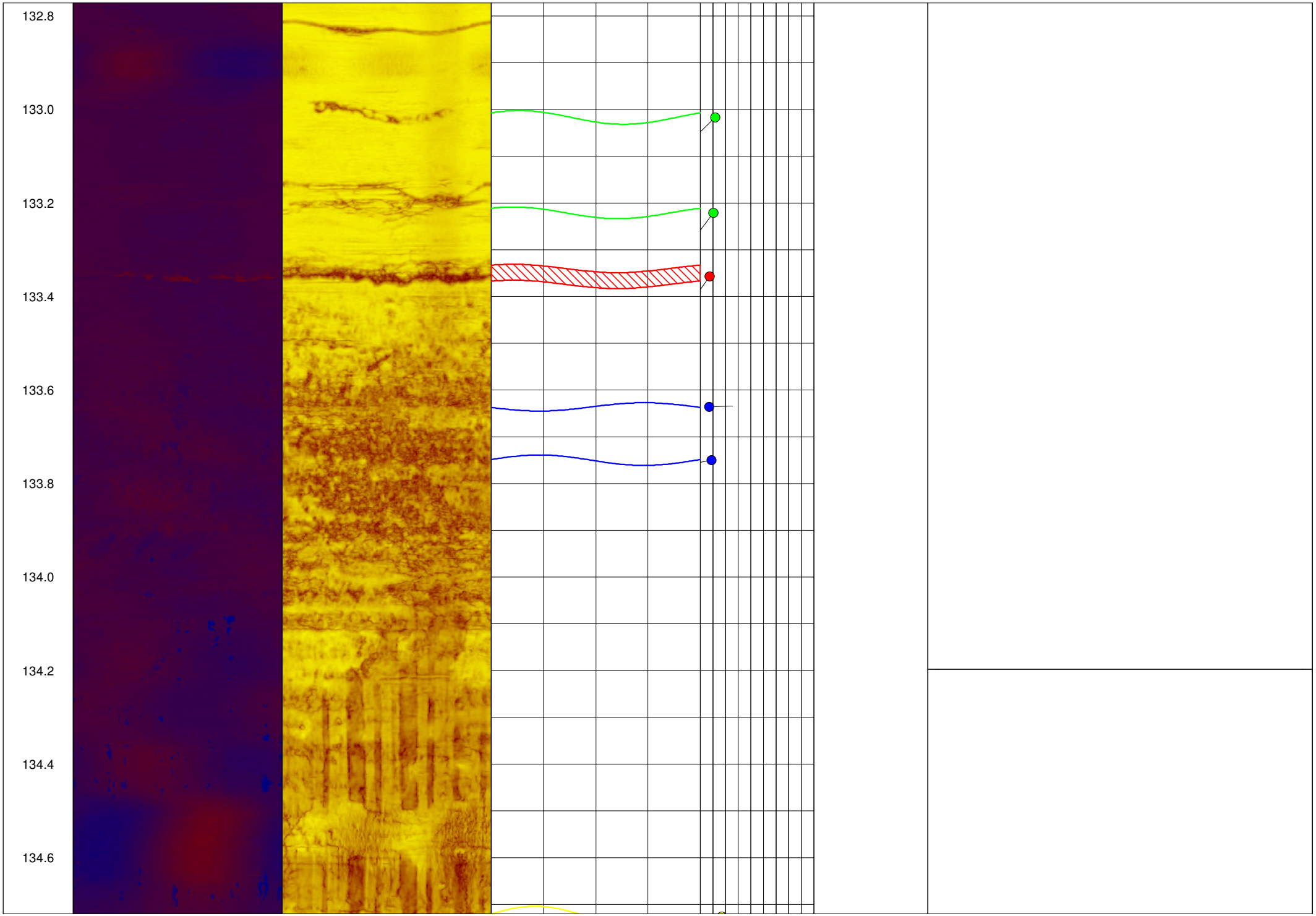

123.2
123.4
123.6
123.8
124.0
124.2
124.4
124.6
124.8

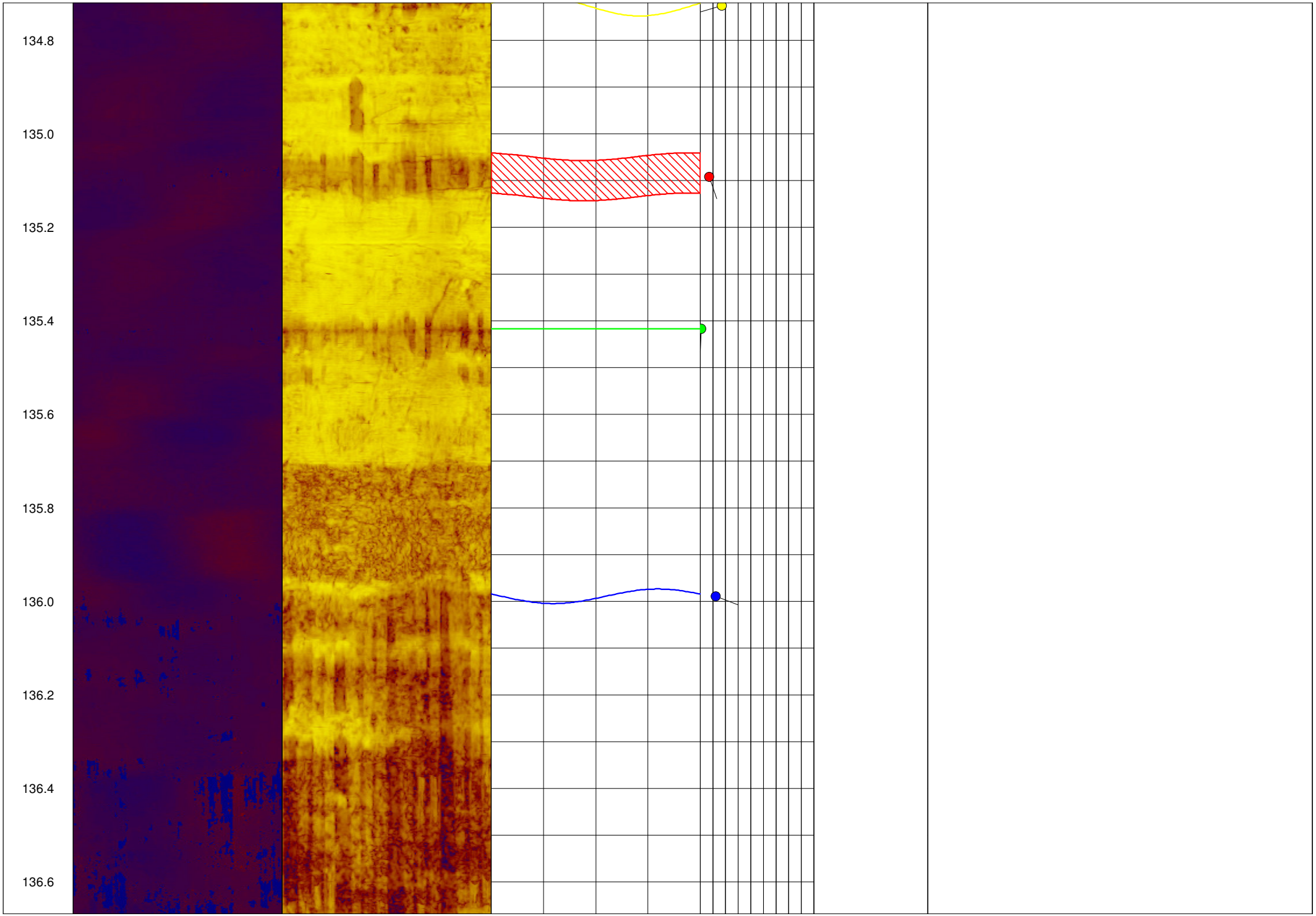

125.0
125.2
125.4
125.6
125.8
126.0
126.2
126.4
126.6
126.8

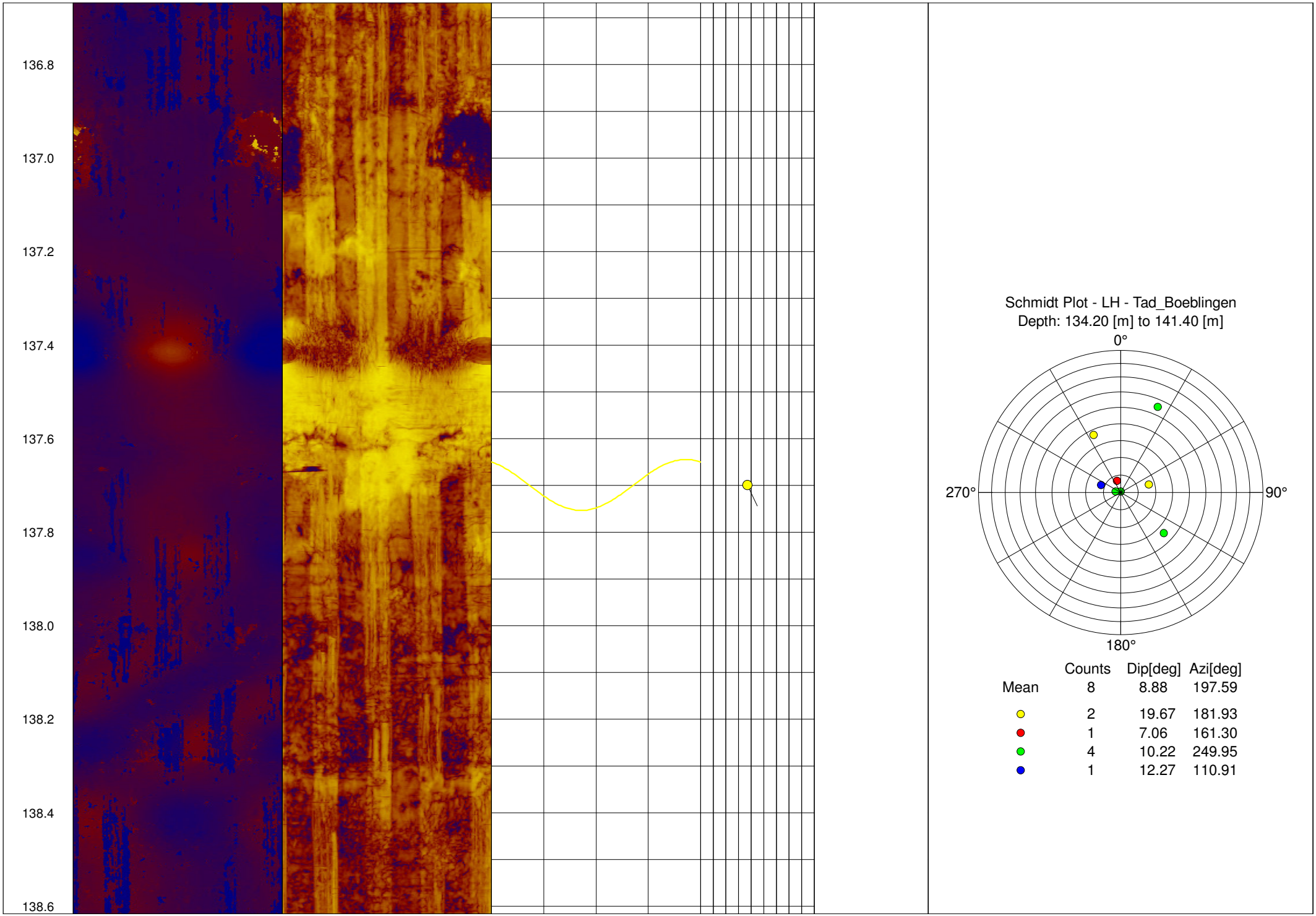

127.0
127.2
127.4
127.6
127.8
128.0
128.2
128.4
128.6
128.8
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 124.20 [m] to 134.20 [m]
0°

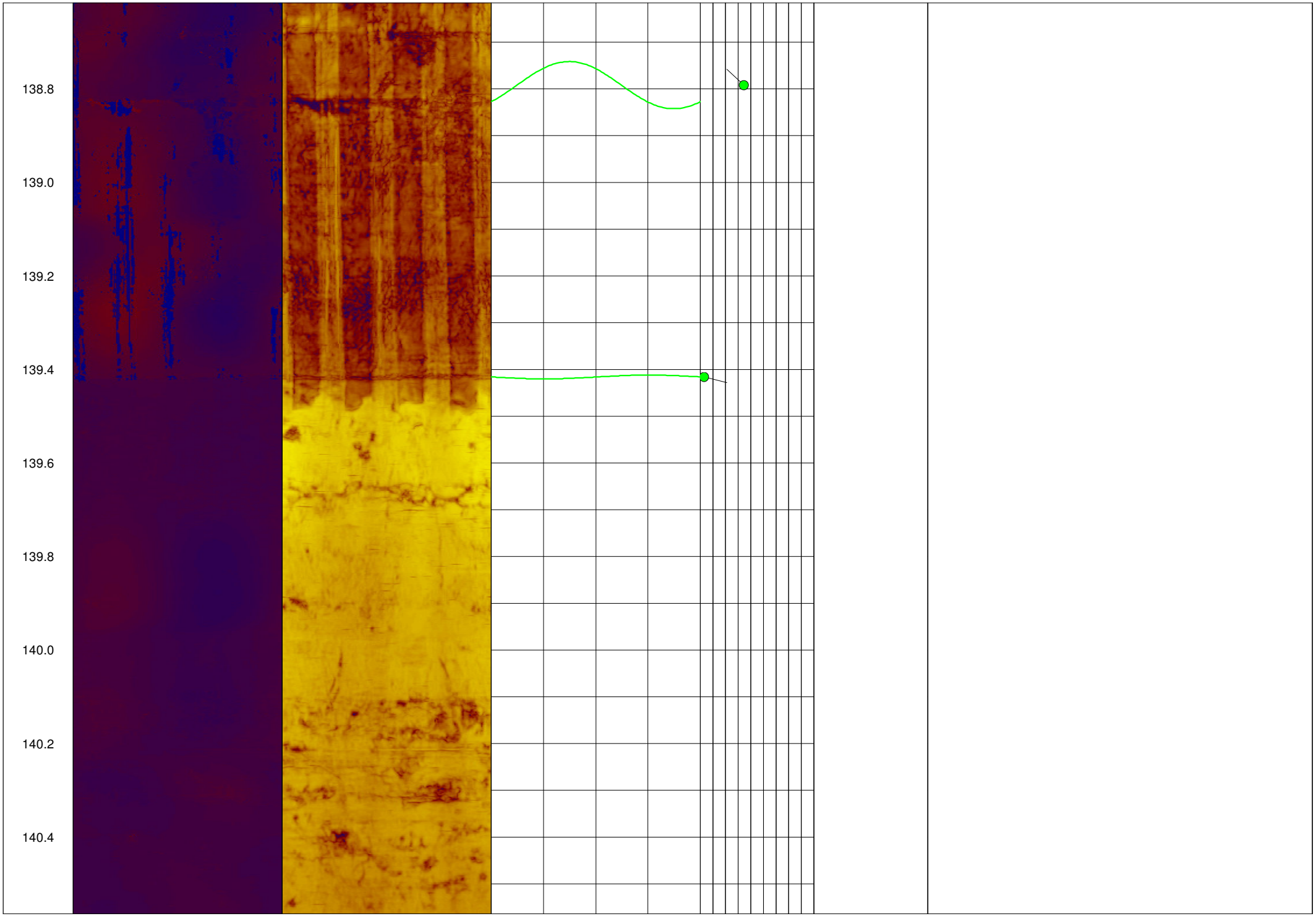

129.0
129.2
129.4
129.6
129.8
130.0
130.2
130.4
130.6
130.8
270°
90°
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 24 5.42 229.78
9 3.78 203.77
6 8.25 247.45
9 6.23 232.26

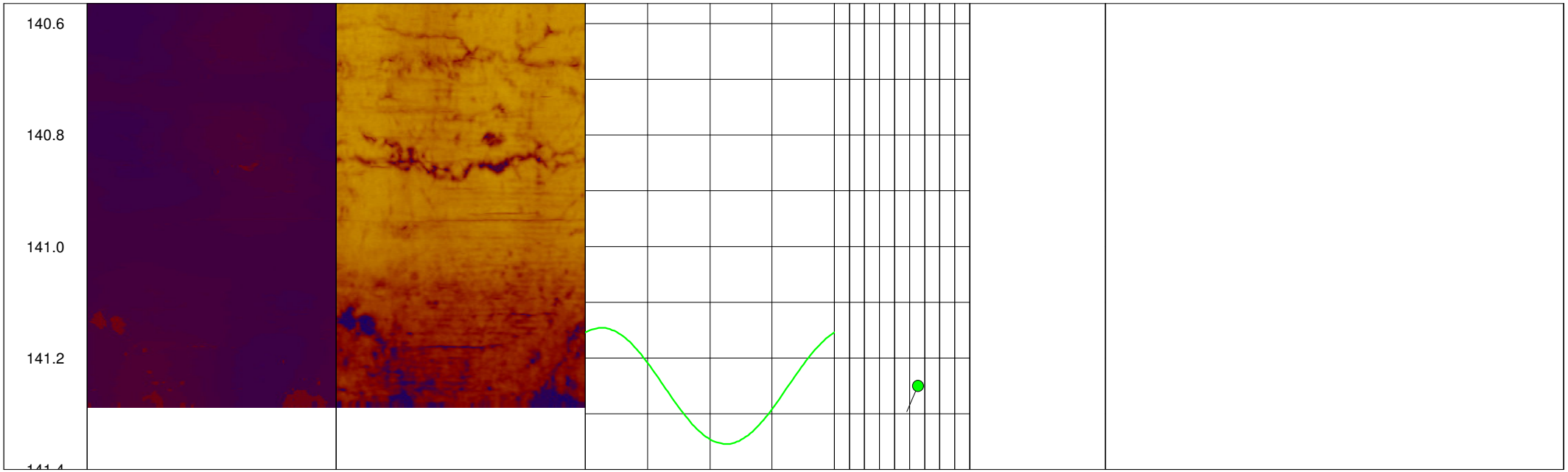

131.0
131.2
131.4
131.6
131.8
132.0
132.2
132.4
132.6


132.8
133.0
133.2
133.4
133.6
133.8
134.0
134.2
134.4
134.6


134.8
135.0
135.2
135.4
135.6
135.8
136.0
136.2
136.4
136.6


136.8
137.0
137.2
137.4
137.6
137.8
138.0
138.2
138.4
138.6
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 134.20 [m] to 141.40 [m]
0°
270°
90°
180°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 8 8.88 197.59
2 19.67 181.93
1 7.06 161.30
4 10.22 249.95
1 12.27 110.91


138.8
139.0
139.2
139.4
139.6
139.8
140.0
140.2
140.4

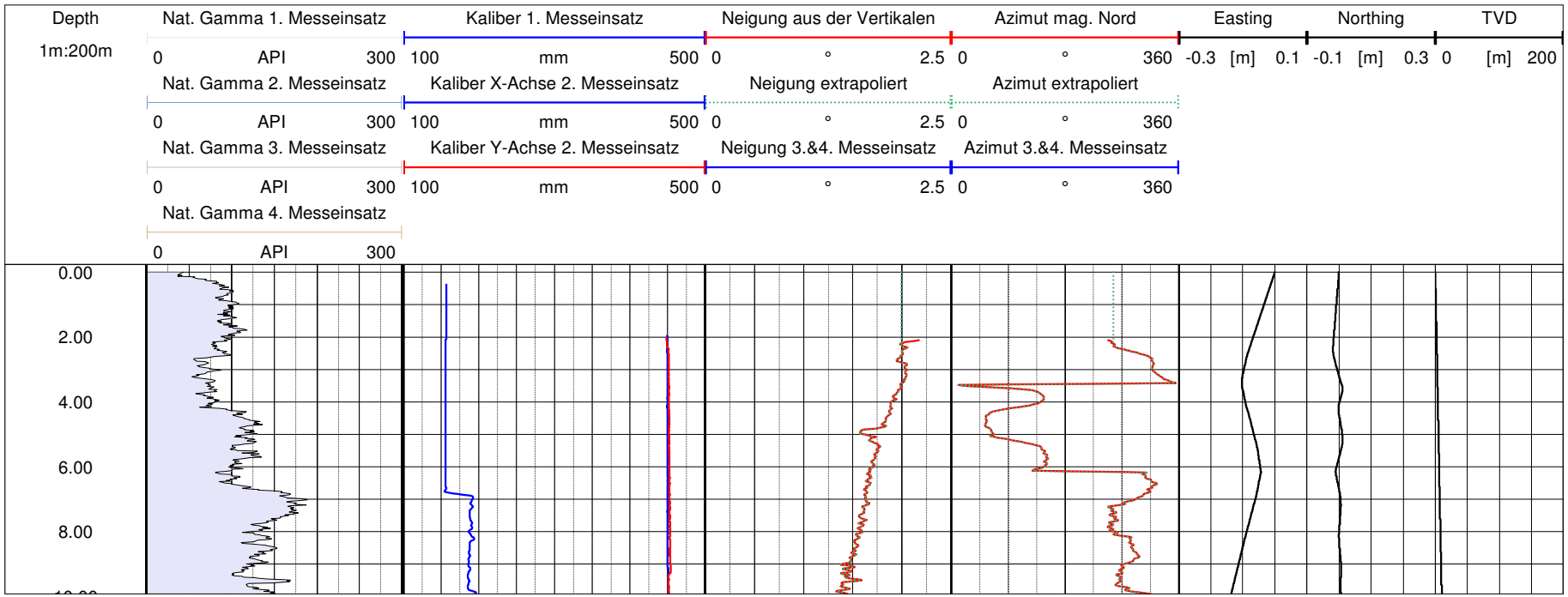

140.6
140.8
141.0
141.2

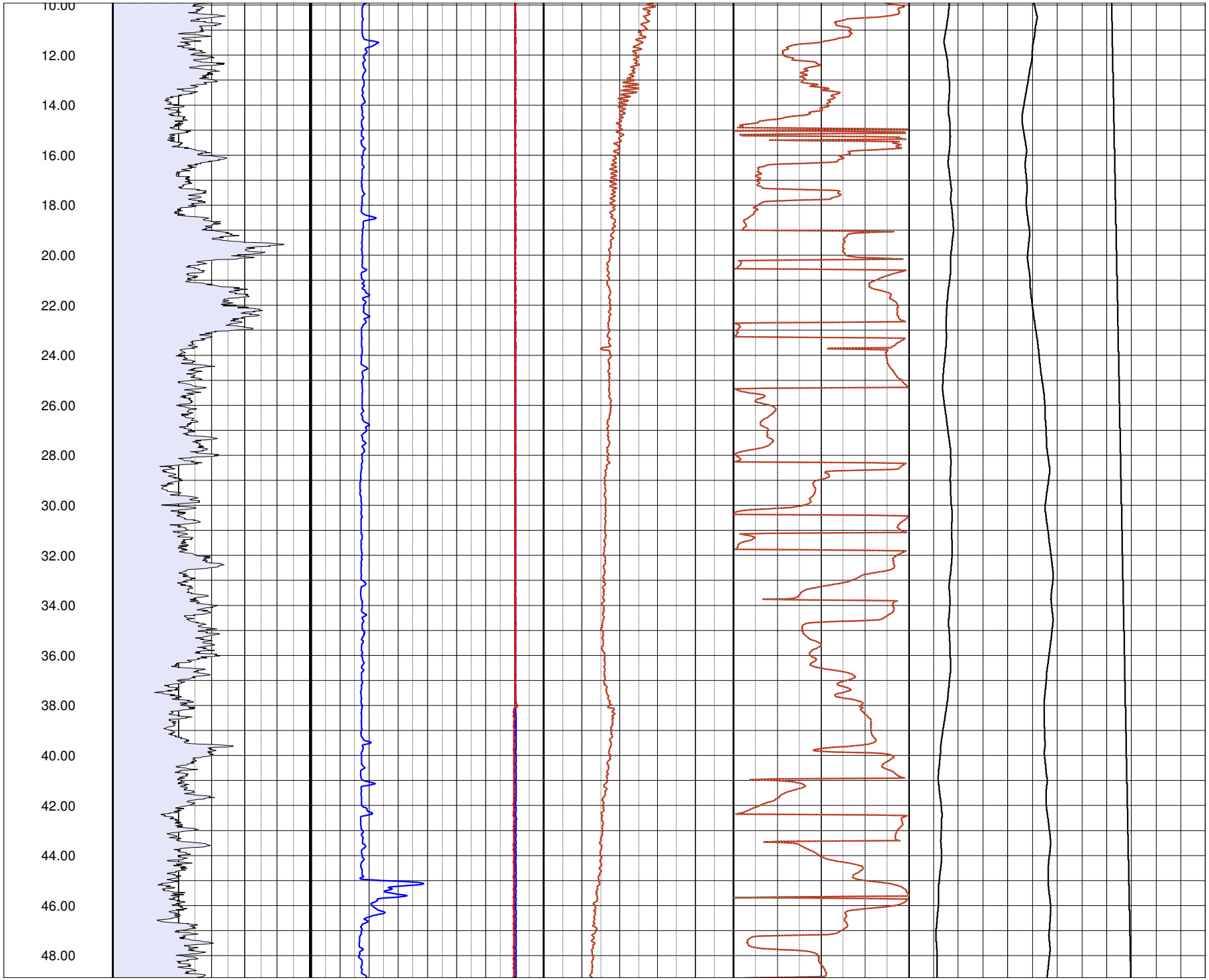
Bohrungskennung: B1A

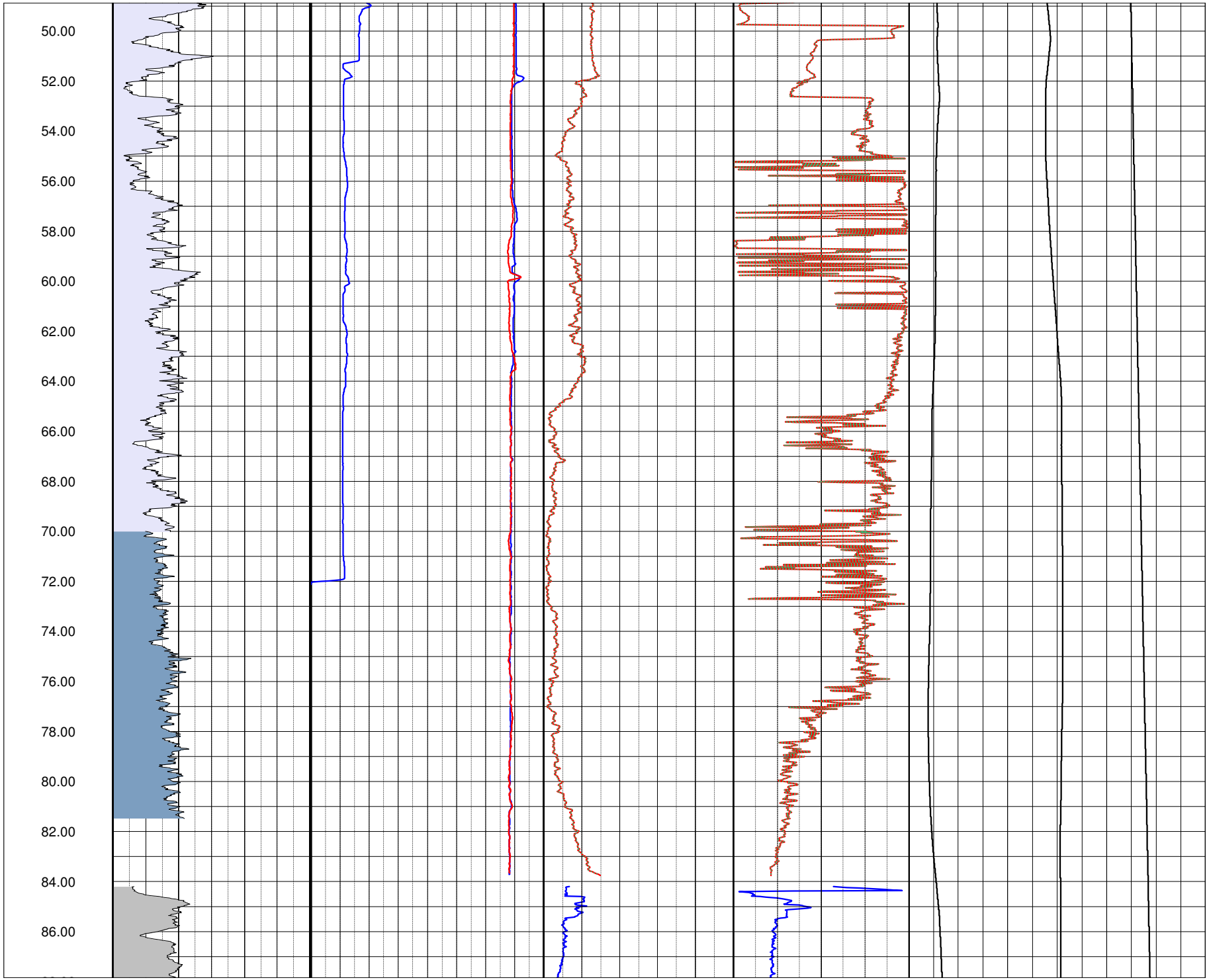
terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

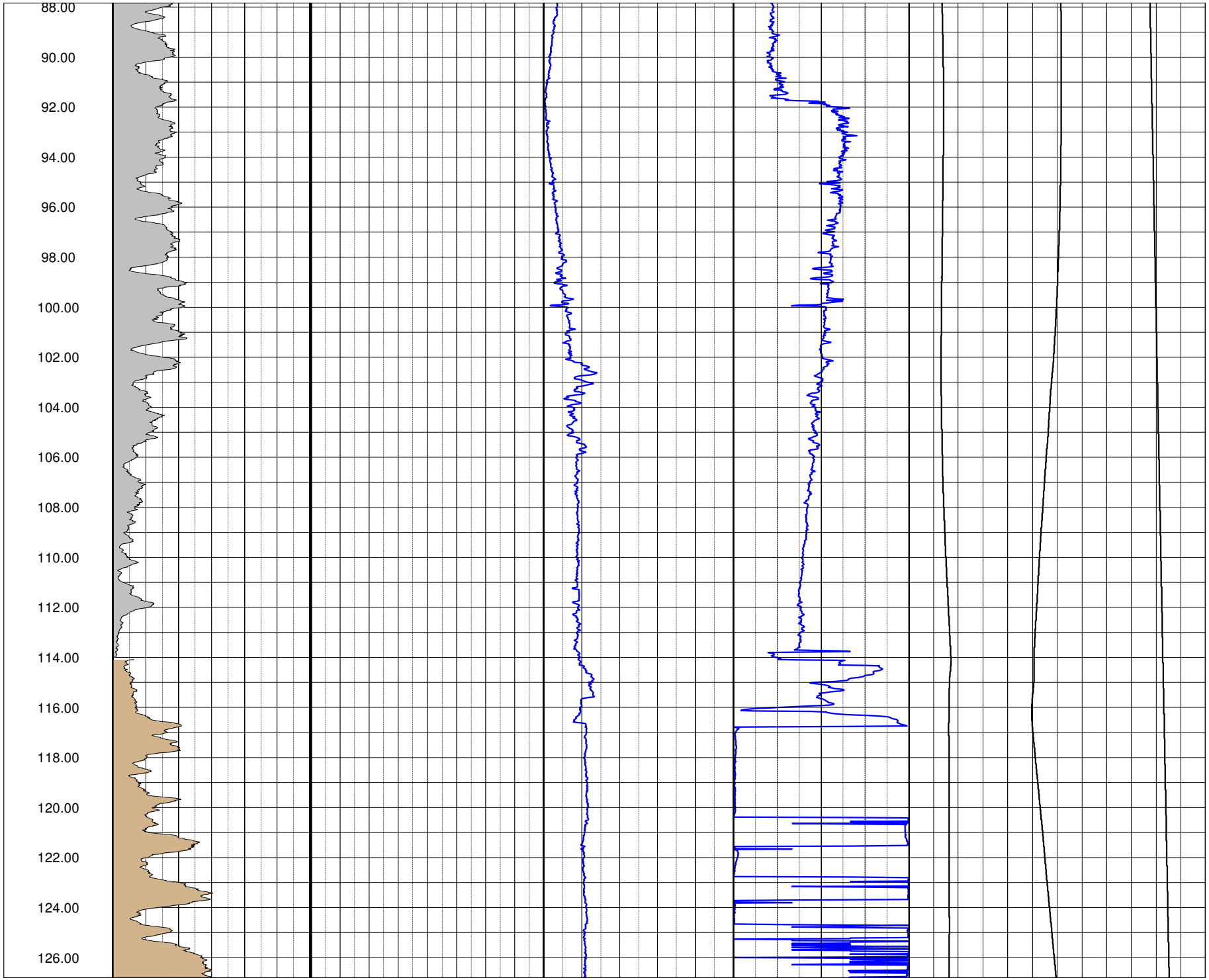
Ort:	Böblingen
Auftraggeber:	Burkhardt GmbH & Co. KG
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Bohrlochgeophysik - Erkundungsbohrung Böblingen
Messdurchführung:	terratec: C. Pohl, M. Gracia, P. Glasnák Datum: 28.Okt., 11.Dez.2014, 27.Jan, 16.Feb.2015
Messungen:	Natuerliches Gamma, Verlauf
Tiefenbezug:	Geländeoberkante
Tiefe:	logging: unterschiedlich
Ausbau:	28.Okt.14: -1.40 - 51.20 m Vollrohr Stahl; 157 mm iD; 51.20 - 72.50 m: offenes Bohrloch; 152 mm 11.Dez.14: -1.40 - 51.80 m Vollrohr Stahl; 476 mm - 450 mm ID; 51.80 - 83.78 m: offenes Bohrloch; 444 mm 27.Jan.15: -1.40 - 84.58 m Vollrohr Stahl; 178 mm ID; 84.58 - 116.00 m offenes Bohrloch; 152 mm 16.Feb.15: -1.40 - 115.84 m Vollrohr Stahl 146 mm ID; 115.84 - 141.25 m offenes Bohrloch; 152 mm
Überstand:	- 1.40 m
Pumpdaten:	x
Bemerkung:	
Tiefenskala:	(siehe Spalte "depth")

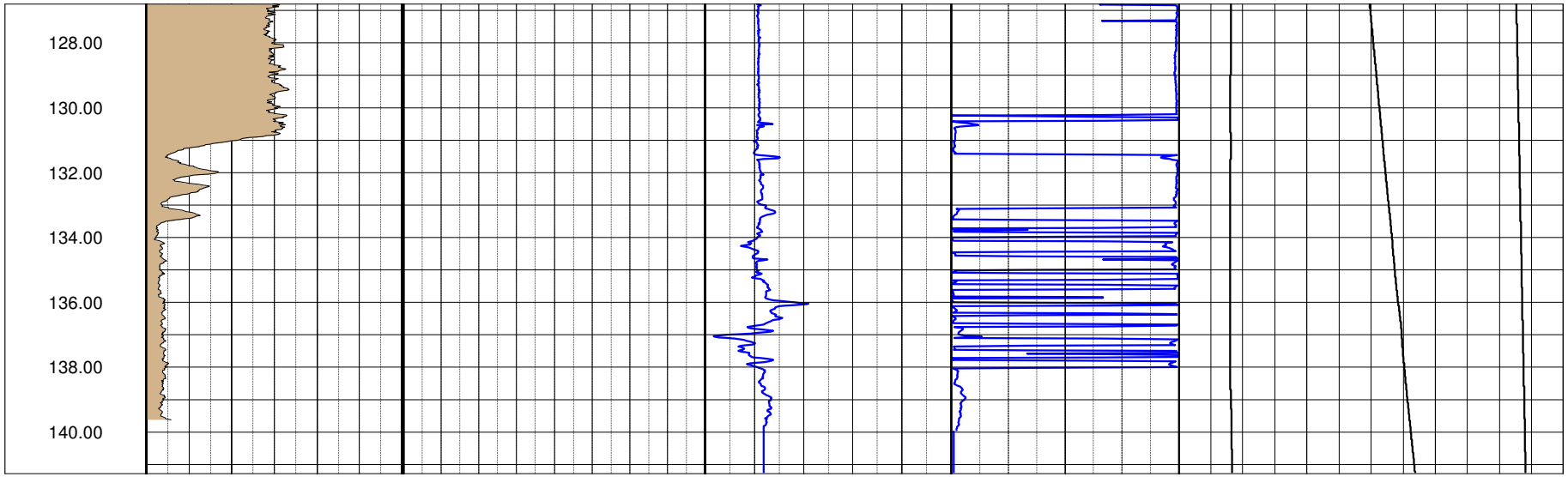
Pr.Nr.: 546-2014 & 559-2015
RWS: Ruhewasserspiegel
PWS: Pumpwasserspiegel




10.00
12.00
14.00
16.00
18.00
20.00
22.00
24.00
26.00
28.00
30.00
32.00
34.00
36.00
38.00
40.00
42.00
44.00
46.00
48.00


50.00
52.00
54.00
56.00
58.00
60.00
62.00
64.00
66.00
68.00
70.00
72.00
74.00
76.00
78.00
80.00
82.00
84.00
86.00

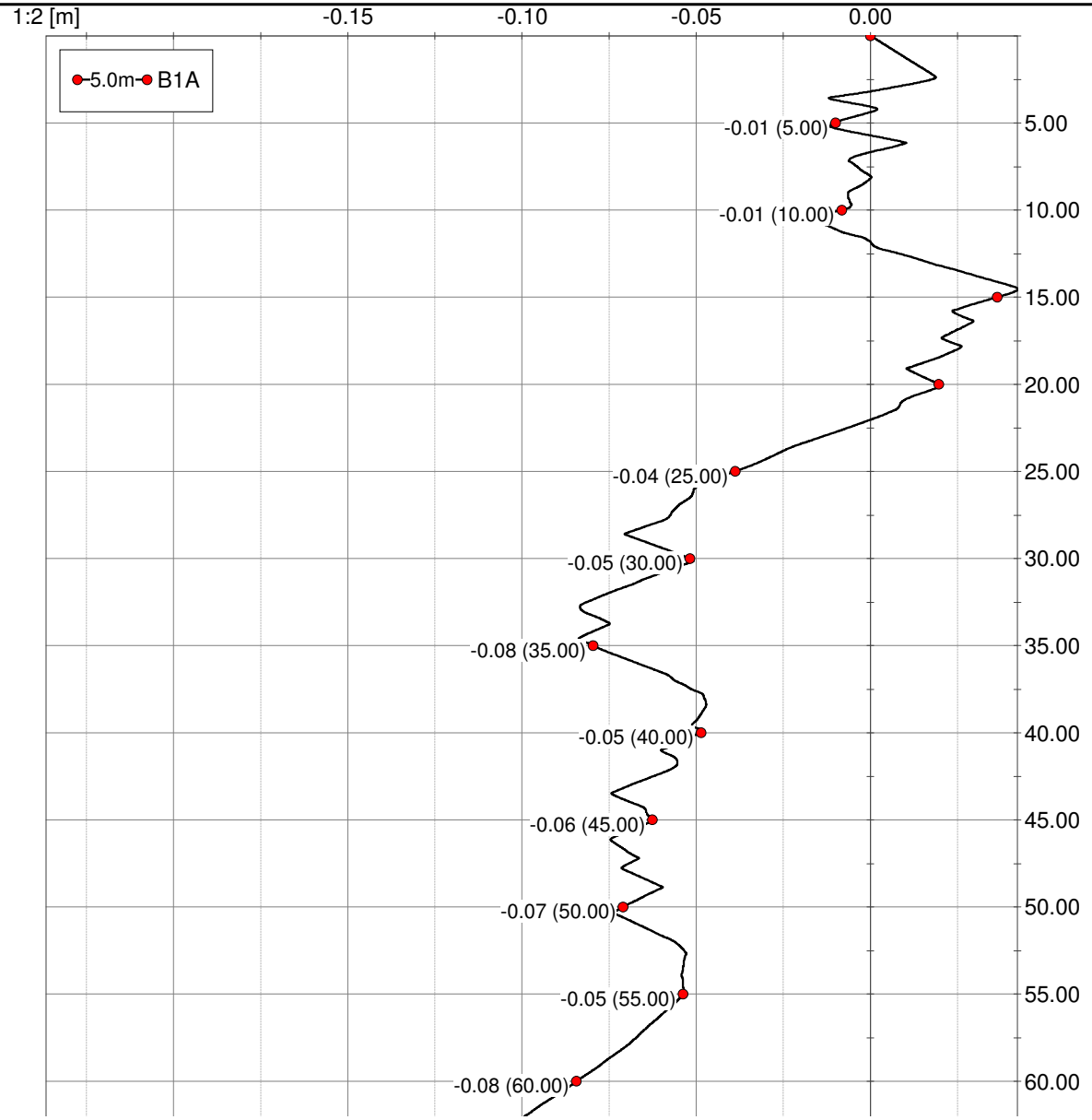

88.00
90.00
92.00
94.00
96.00
98.00
100.00
102.00
104.00
106.00
108.00
110.00
112.00
114.00
116.00
118.00
120.00
122.00
124.00
126.00

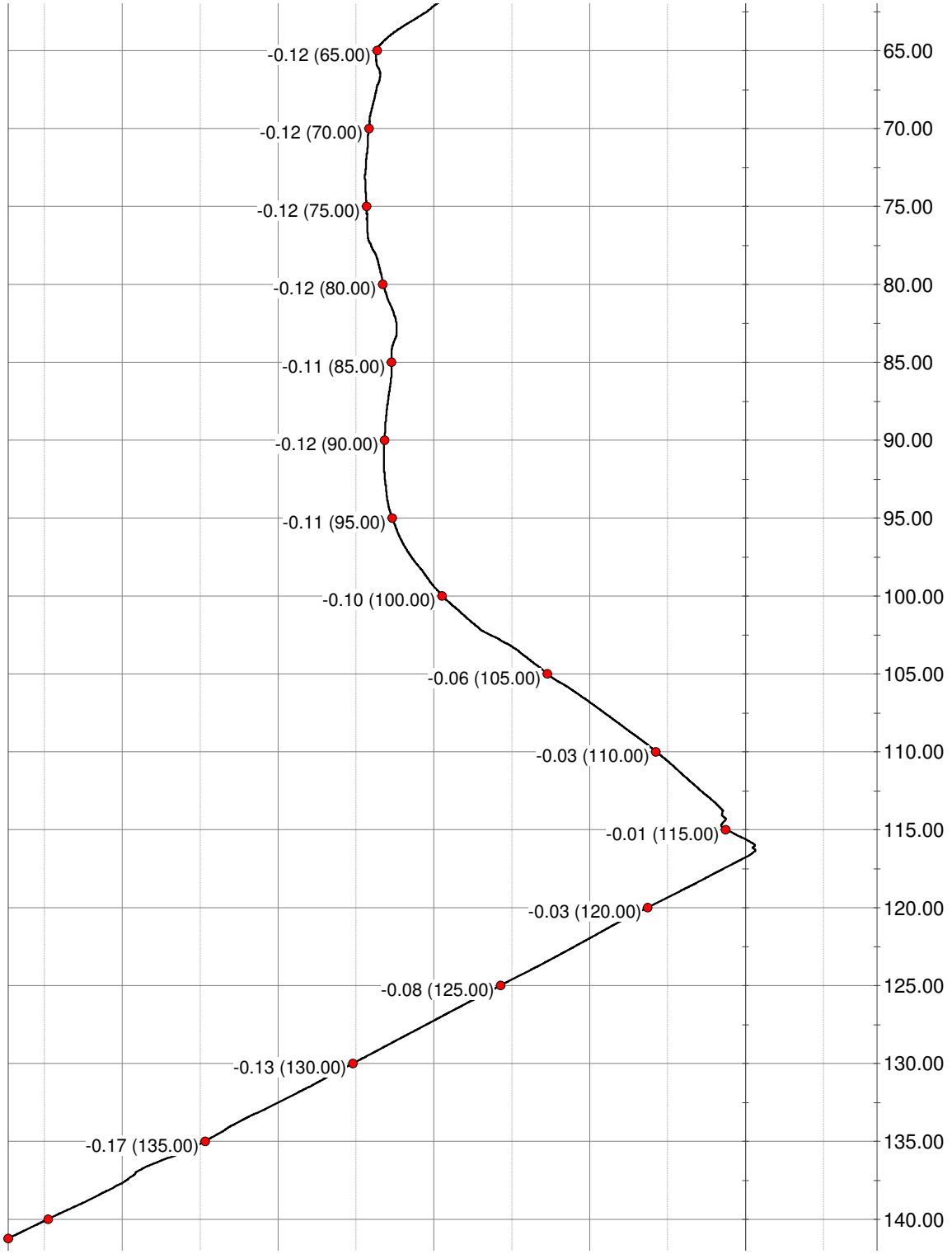

128.00
130.00
132.00
134.00
136.00
138.00
140.00

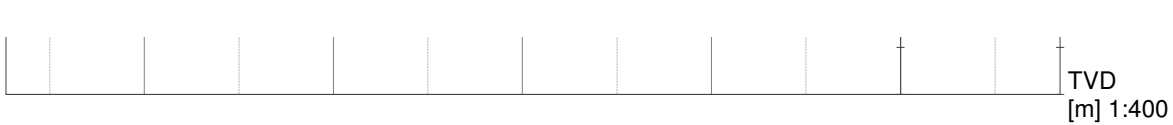
Bohrungskennung **B1A NS-Profil**

terratec Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen
Auftraggeber:	Burkhardt GmbH & Co. KG
Auftragnehmer:	terratec Büro f. Geologie u. Geophysik
Projekt:	Bohrlochgeophysik - Erkundungsbohrung Böblingen
Messdurchführung:	terratec: C. Pohl, M. Gracia, P. Glasnák
Datum:	11.Dez.2014; 27. Jan. & 16. Feb2015
Messung:	Verlauf




-0.12 (65.00)
-0.12 (70.00)
-0.12 (75.00)
-0.12 (80.00)
-0.11 (85.00)
-0.12 (90.00)
-0.11 (95.00)
-0.10 (100.00)
-0.06 (105.00)
-0.03 (110.00)
-0.01 (115.00)
-0.03 (120.00)
-0.08 (125.00)
-0.13 (130.00)
-0.17 (135.00)
65.00
70.00
75.00
80.00
85.00
90.00
95.00
100.00
105.00
110.00
115.00
120.00
125.00
130.00
135.00
140.00

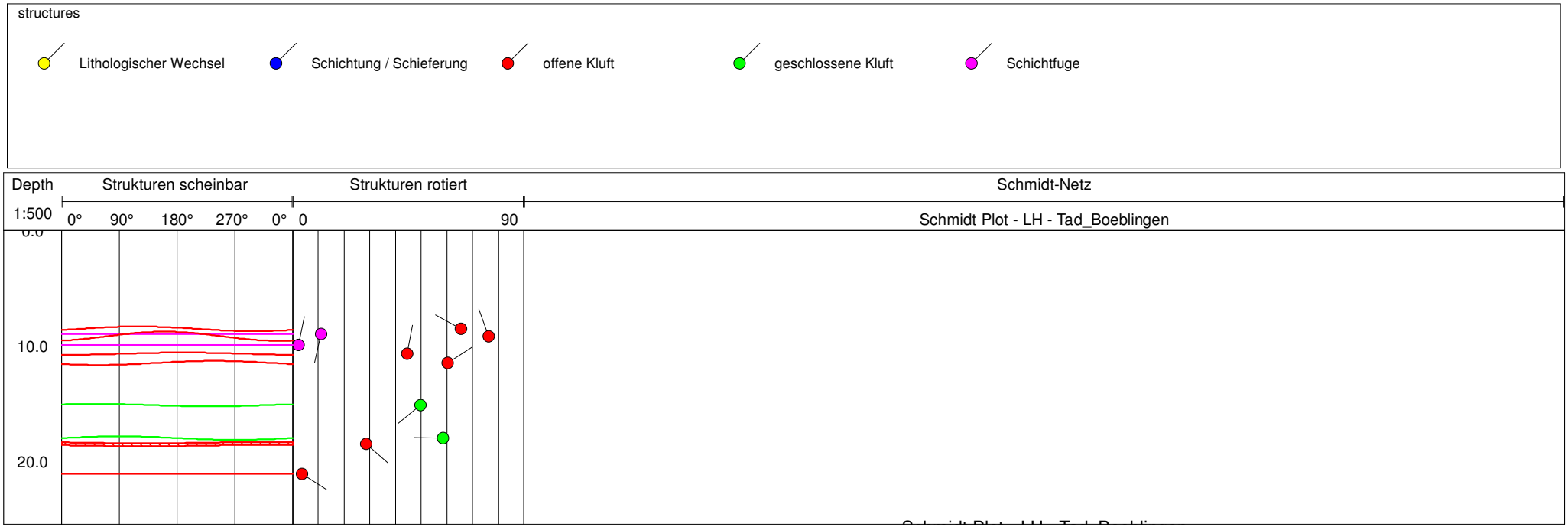

TVD
[m] 1:400

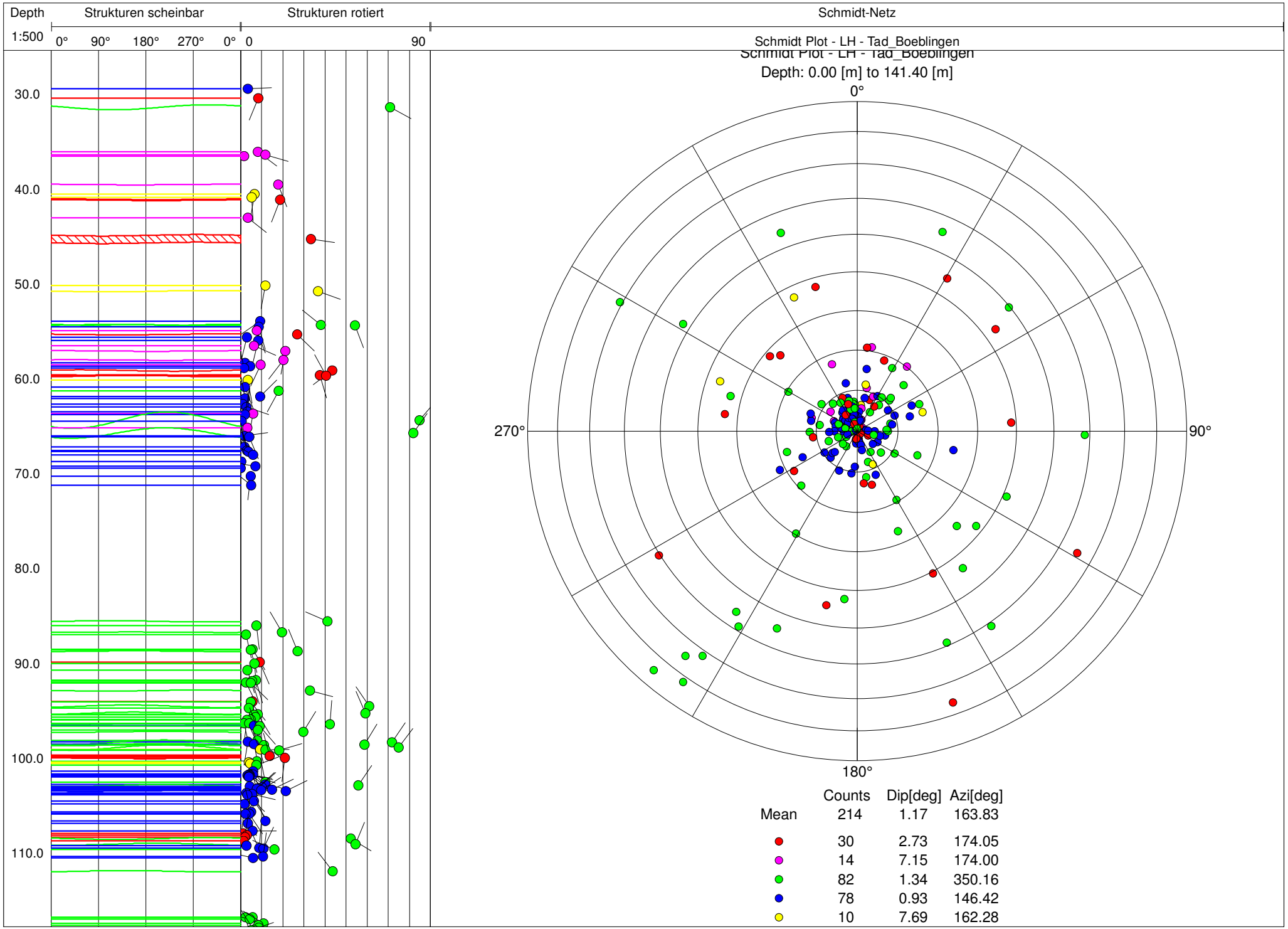
Bohrungskennung: B1A

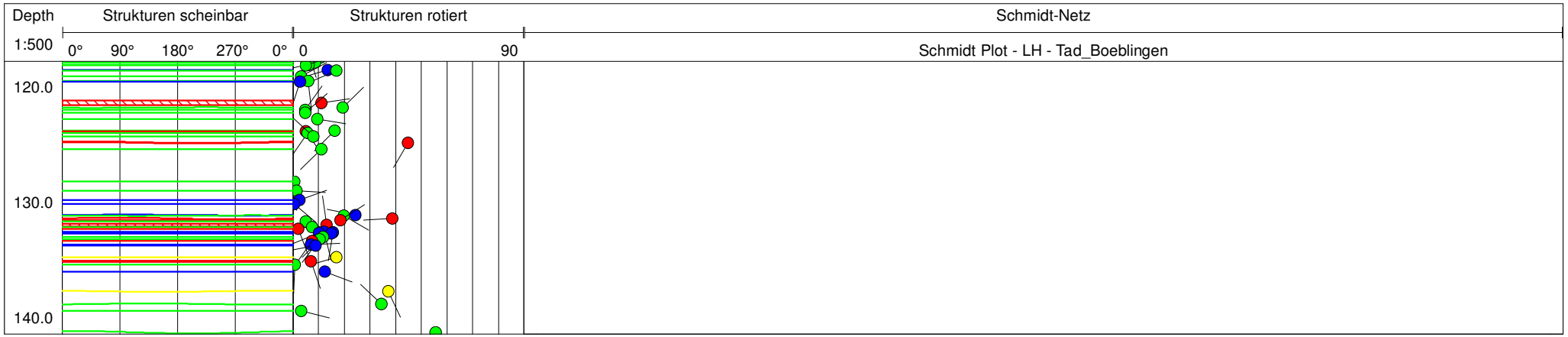
terratec Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen
Auftraggeber:	Burkhardt GmbH & Co. KG
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Bohrlochgeophysik - Erkundungsbohrung Böblingen
Messdurchführung:	terratec: P. Glasnák Datum: 26.Jan. und 15.Feb 2015
Messungen:	BHTV
Tiefenbezug:	Geländeoberkante
Tiefe:	logging:
Ausbau:	27.Jan.2015 -1.40 - 84.58 m Vollrohr Stahl; 178 mm ID; 84.58 - 116.00 m offenes Bohrloch; 152mm
	16.Feb. 2015: -1.40 - 115.84 m Vollrohr Stahl 146 mm ID; 115.84 - 141.25 m offenes Bohrloch; 152 mm
Überstand:	-1.40 m
Pumpdaten:	
	x
Bemerkung:	x
	x
Tiefenskala:	(siehe Spalte "depth")

Pr.Nr.: 559 - 2015
RWS: Ruhewasserspiegel
PWS: Pumpwasserspiegel



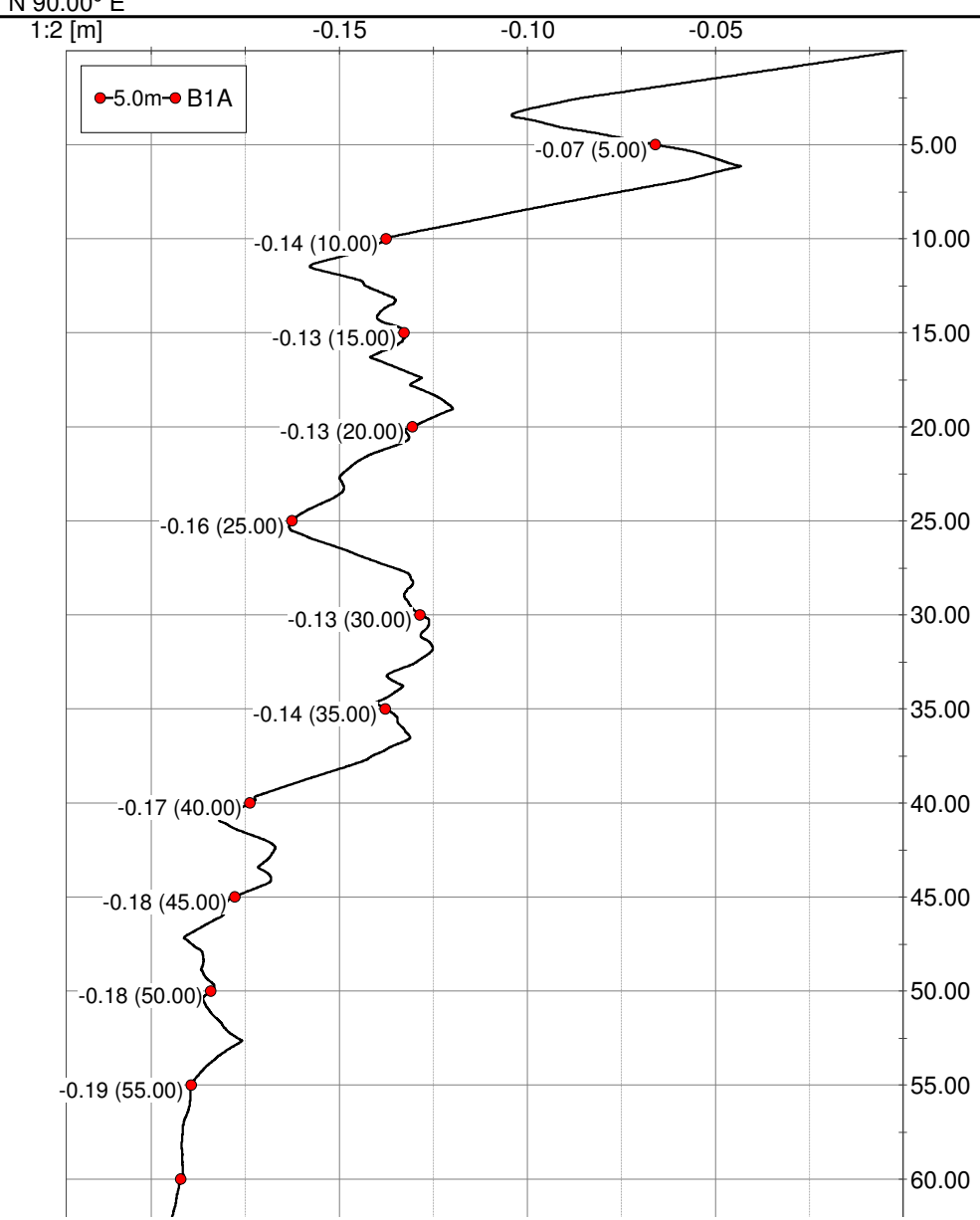

Depth
1:500
Strukturen scheinbar
0°
90°
180°
270°
0°
Strukturen rotiert
0
90
Schmidt-Netz
30.0
40.0
50.0
60.0
70.0
80.0
90.0
100.0
110.0
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
Depth: 0.00 [m] to 141.40 [m]
0°
90°
180°
270°
Counts Dip[deg] Azi[deg]
Mean 214 1.17 163.83
30 2.73 174.05
14 7.15 174.00
82 1.34 350.16
78 0.93 146.42
10 7.69 162.28

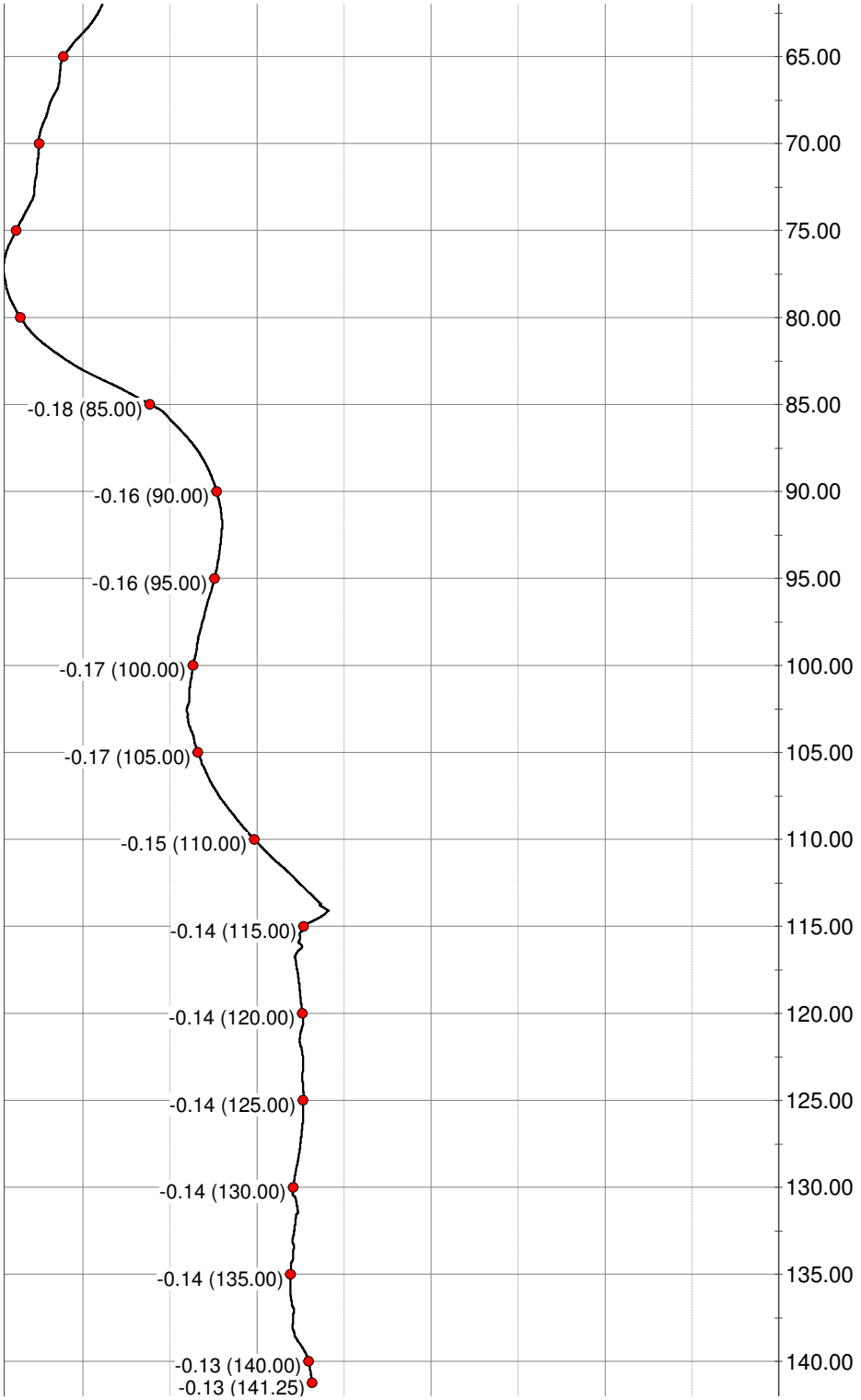

Depth
Strukturen scheinbar
Strukturen rotiert
Schmidt-Netz
1:500
0°
90°
180°
270°
0°
0
90
Schmidt Plot - LH - Tad_Boeblingen
120.0
130.0
140.0

Bohrungskennung B1A WE-Profil

terratec Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen
Auftraggeber:	Burkhardt GmbH & Co. KG
Auftragnehmer:	terratec Büro f. Geologie u. Geophysik
Projekt:	Bohrlochgeophysik - Erkundungsbohrung Böblingen
Messdurchführung:	terratec: C. Pohl, M. Gracia, P. Glasnák
Datum:	11.Dez.2014; 27. Jan. & 16. Feb2015
Messung:	Verlauf



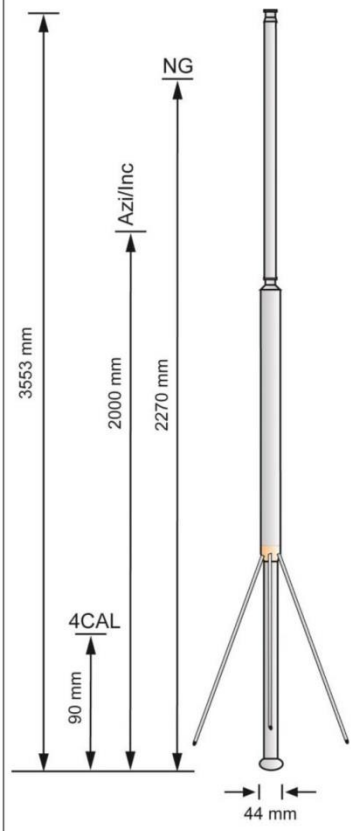

65.00
70.00
75.00
80.00
85.00
90.00
95.00
100.00
105.00
110.00
115.00
120.00
125.00
130.00
135.00
140.00
-0.18 (85.00)
-0.16 (90.00)
-0.16 (95.00)
-0.17 (100.00)
-0.17 (105.00)
-0.15 (110.00)
-0.14 (115.00)
-0.14 (120.00)
-0.14 (125.00)
-0.14 (130.00)
-0.14 (135.00)
-0.13 (140.00)
-0.13 (141.25)

TVD
[m] 1:400

5.3 4-Arm Kalibersonde

BGGS Borehole Geometry Gamma Sonde Datenblatt

terratec Geophysical Services



Übersicht

Prinzip
Der XY-Kaliber liefert eine kontinuierliche Messung des Bohrlochdurchmessers mit zwei unabhängigen Paaren jeweils verbundener Arme. Durch 3-Achs Accelerometer und 3-Achs Inclinometer werden Neigung und Richtung der Bohrung erfasst

Ergebnis
Bohrlochdurchmesser, ggf. Elliptizität der Bohrung in langer und kurzer Achse, Richtung der Ellipsenachse, Azimut und Neigung der Bohrung

Anwendung
Verlauf, Zustand einer Bohrung; Formation Stress Analysis

Zusätzlicher Parameter
Natural Gamma

Einsatzbedingungen

Bohrspülung:	✓ Wasser	✓ Mud	✓ Luft
Ausbau:	✓ PVC	✓ Stahl*	✓ kein
Bohrungstyp:	✓ Kern	✓ Destruktiv	
Max Tiefe:	2000 m (H_2O)		
Durchmesser:	Min. 76 mm		
Temperature:	0°C – 70°C		
Max Druck:	20 MPa		

(* nur GR, Neigung, Kaliber)

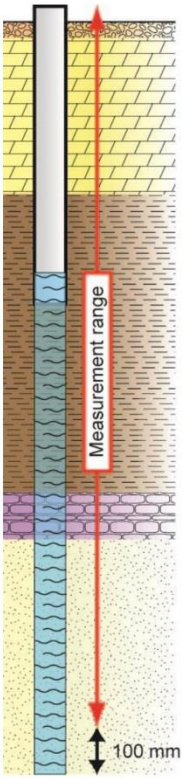
Technische Spezifikationen

Dimensionen

Länge:	3530 mm
Durchmesser:	60 mm
Gewicht:	40 kg

Sensoren

4 mech. Kaliberarme	4CAL
1 Natural gamma ray (NaI-Kristal)	NG
Accelerometer + Inclinometer	Azi / Inc



Messbedingungen und Messbereich

Messung

Sonde:	✓ zentriert	✗ Exzentrisch
Messung:	✗ abwärts	✓ aufwärts
Bohrrichtung:	✗ schräg/horizontal	✓ vertikal
Logging Speed:	4 – 8 m / min	

Sensor

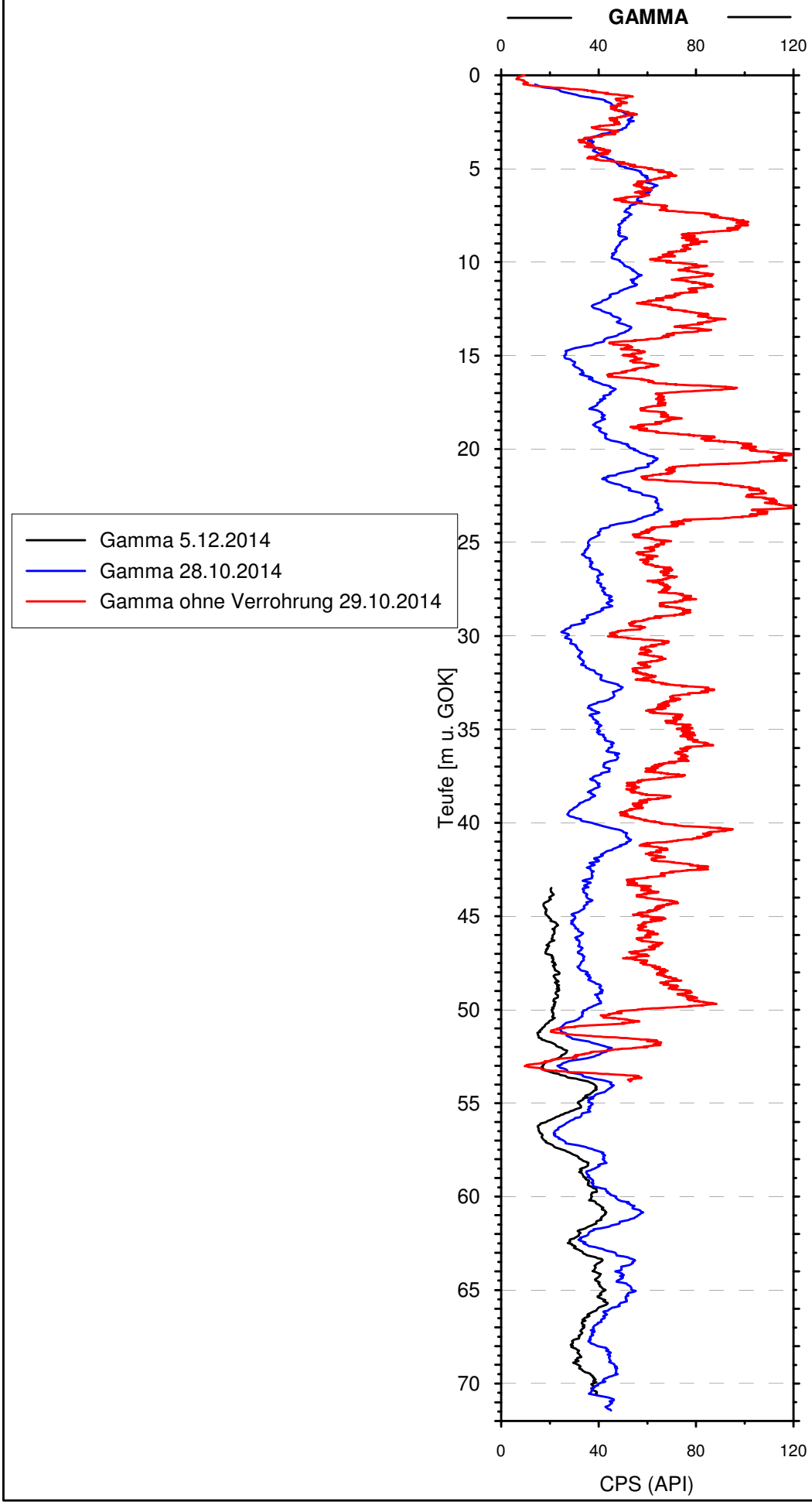
Kaliber:	75 – 700 mm (umrüstbar bis 1000 mm), +/- 3 mm
Azimut / Neigung	0-360° (+/- 1°), 0-90 °(+/- 0.5°)

Terratec – Schillerstrasse 3 – D-79423 Heitersheim – Germany
Phone: +49 7634-4644 – Fax: +49 7634-4634
www.terratec-geoservices.com - info@terratec-geoservices.com

geophysikalische Bohrlochvermessung

Brunnen	B1a (tief)	Projekt:	Erkundungsbohrungen BB	Geologie:	km1, km2
Bohrdurchmesser:	versch.	Ort:	Böblingen	Wasserspiegel:	ca. 28 m
Teufe:	-	Datum:	5.12.2014	ausgeführt durch:	Pailliart/Voutta

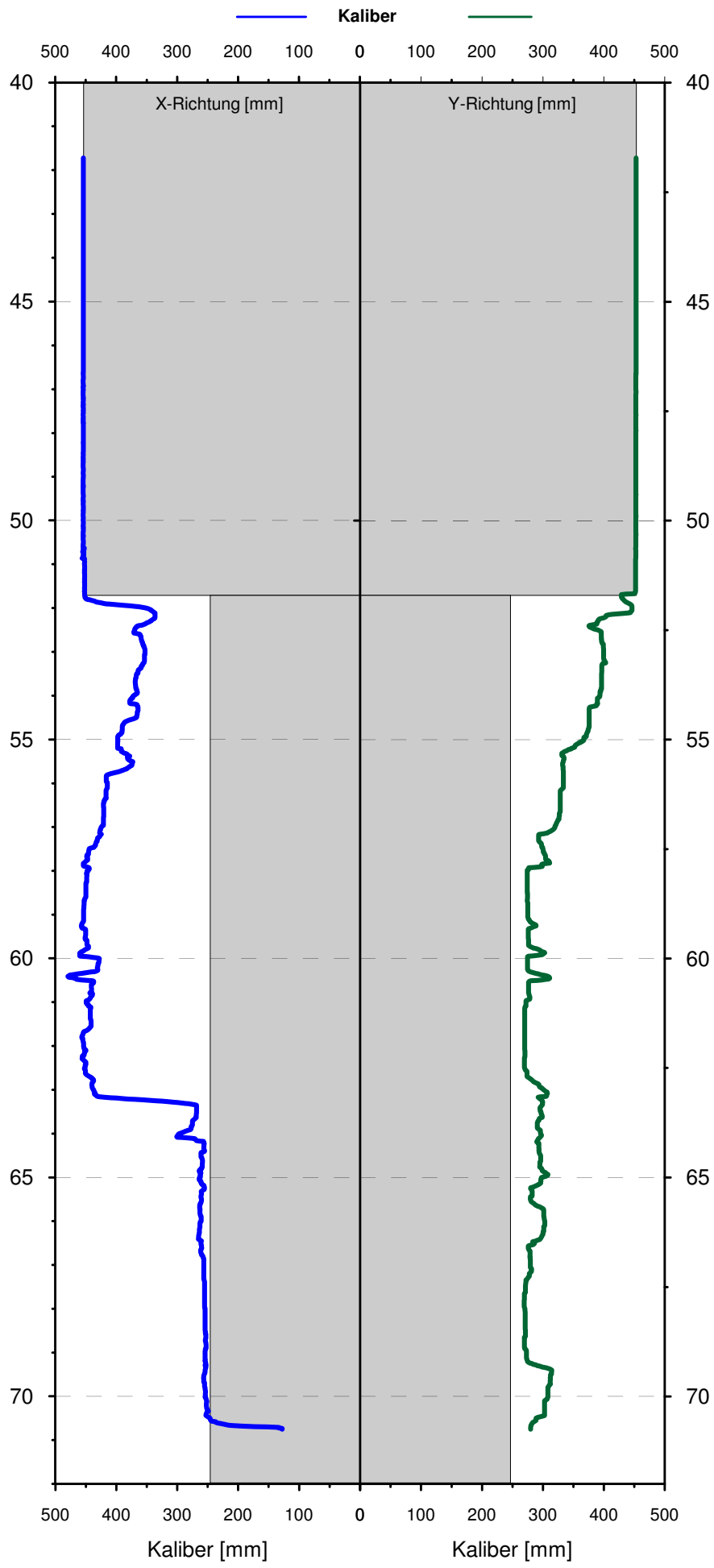
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Geophysikalische Bohrlochvermessung

Bohrung	B1a (tief)	Projekt:	Erkundungsbohrungen BB	Geologie:	km1, km2
Bohrdurchmesser:	versch.	Ort:	Böblingen	Wasserspiegel:	-Spülung-
Teufe:	84 m	Datum:	05.12.2014	ausgeführt durch:	Voutta

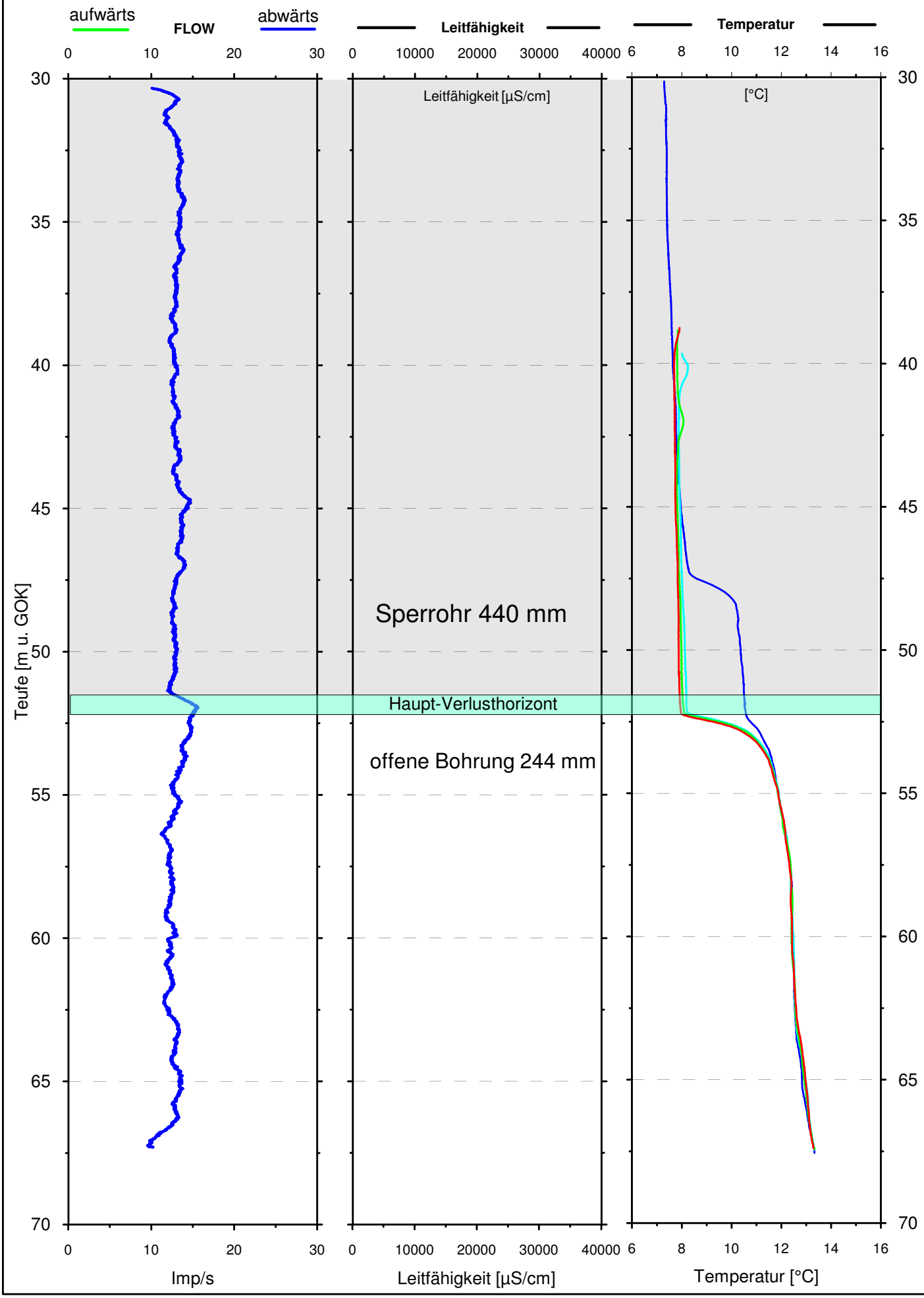
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Hydrophysikalische Bohrlochvermessung

Bohrung	B 1a (tief)	Projekt:	Erkundungsbohrungen BB	Geologie:	km1/km2
Bohrurchmesser:	146/244 mm	Ort:	Böblingen	Wasserspiegel:	Spülung
Teufe:	84 m u. GOK	Datum:	5.12.2014	ausgeführt durch:	Voutta

André Voutta (Dipl.-Geol.) Grundwasserhydraulik



Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Ergebnisse der hydraulischen Tests
in der Bohrung B1a
(Fa. Burkhardt)

Bericht des Büros Voutta zu den grundwasserhydraulischen Versuchen
in den Grundwassermessstellen vom 19.10.2015

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
75389 Neuweiler - Tel. (0 70 55) 92 97-0 - Fax (0 70 55) 92 97-77

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

PUMPVERSUCHSPROTOKOLL

B14/100752

Bauvorhaben:	Böblingen-LRA	**Beginn:**	15.10.2014 11:00
Baustellenführer:	Frenzel	**Ende:**	15.10.2014 12:45
Eingebaute Pumpe:	ZDS	**Einbautiefe:**	20m
Pumpenart:	U-Pumpe	**Fabrikat:**	
Ruhewasserspiegel:	7,11	**Messpunkte**	2 m **über Gelände**
			unter Gelände
Bohrung:	B1		

Datum	Uhrzeit Minute	WSP Absenkung ab Messpunkt	Leistung l/s	LFK mS/cm	Wass.-Temp.	Luft-Temp.	PH Wert	CO 2	Bemerkungen/ Farbe
15.10.14	1	8,87	0,18						
	2	9,84							
	3	10,48							
	4	11,02							
	5	11,33							
	6	11,84							
	7	12,21							
	8	12,57							
	9	12,86							
	10	13,13							
	12	13,56							
	14	13,9							
	16	14,21							
	18	14,45							
	20	14,69							
	25	15							
	30	15,2	1						
	34	20,7	0,2						
	36	20,73							
	38	20,74							
	40	20,7							

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
75389 Neuweiler - Tel. (0 70 55) 92 97-0 - Fax (0 70 55) 92 97-77

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

P U M P V E R S U C H S P R O T O K O L L

Bohrung: B1 Böblingen-LRA B14/100752

Datum	Uhrzeit Minuten	WSP Absenkung ab Messpunkt	Leistung l/s	LFK mS/cm	Wass.-Temp.	Luft-Temp.	PH Wert	CO 2	Bemerkungen/ Farbe
15.10.14	45	20,58	0,2						
	50	20,46							
	55	20,43							
	60	20,38							
									Pumpe aus
	1	16,96							Wiederanstieg
	2	16,23							
	3	15,55							
	4	14,93							
	5	14,35							
	6	13,85							
	7	13,42							
	8	12,98							
	9	12,6							
	10	12,25							
	12	11,65							
	14	11,24							
	16	10,91							
	18	10,68							
	20	10,53							
	25	10,31							
	30	10,21							
	35	10,16							
	40	10,12							
	45	10,12							

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
75389 Neuweiler - Tel. (0 70 55) 92 97-0 - Fax (0 70 55) 92 97-77

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

P ACKER P R O T O K O L L

Bohrung: B1 Böblingen-LRA B14/100752

Datum	Uhrzeit	Packer tiefe in m	Bohrloch Ø in mm	Bohrloch tiefe in m	Messpunkt im Packer in m	Messpunkt im Ringraum in m	Messpunkt MP = GOK +2m	Messpunkt	Bemerkungen/ Farbe
16.10.14	15:54	39,2	152	51,4	10,55	10,39			
	16:02	39,2	152	51,4	15,4	10,26			
	16:13	39,2	152	51,4	21,29	10,15			
	16:28	39,2	152	51,4	27,13	10,12			
	16:43	39,2	152	51,4	27,73	10,12			
	16:58	39,2	152	51,4	27,75	10,12			
	17:13	39,2	152	51,4	27,76	10,12			

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
75389 Neuweiler - Tel. (0 70 55) 92 97-0 - Fax (0 70 55) 92 97-77

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

P ACKER P R O T O K O L L

Bohrung: B1 Böblingen-LRA B14/100752

Datum	Uhrzeit	Packer tiefe in m	Bohrloch Ø in mm	Bohrloch tiefe in m	Messpunkt im Packer in m	Messpunkt im Ringraum in m	Messpunkt üGOK	Messpunkt	Bemerkungen/ Farbe
27.10.14	18:00	54	152	72,5	7,86	7,62	2,15		
	18:20	54	152	72,5	8,1	8,1	2,15		
28.10.14	07:00	54	152	72,5	9,41	9,48	2,15		

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
75389 Neuweiler - Tel. (0 70 55) 92 97-0 - Fax (0 70 55) 92 97-77

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

P ACKER P R O T O K O L L

Bohrung: B1 Böblingen-LRA B14/100752

Datum	Uhrzeit	Packer tiefe in m	Bohrloch Ø in mm	Bohrloch tiefe in m	Messpunkt im Packer in m	Messpunkt im Ringraum in m	Messpunkt üGOK	Messpunkt	Bemerkungen/ Farbe
28.10.14	12:00	54	152	72,5	2,43	2,43	2,15		
	12:10	54	152	72,5	2,43	2,43	2,15		
	12:20	54	152	72,5	2,43	2,43	2,15		
	12:30	54	152	72,5	2,43	2,44	2,15		
	12:40	54	152	72,5	2,43	2,44	2,15		
	13:00	54	152	72,5	2,44	2,44	2,15		

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

Sudetenstraße 5
D-71083 Herrenberg
Telefon 07032/957144
Fax 07032/957145
Mobil 0171/5662630
avoutta@avoutta.de
www.avoutta.de

Bericht zu den grundwasserhydraulischen Versuchen in den Grundwassermessstellen und der Erkundungsbohrung rund um das Grundstück Siemensstraße 11

73635 Böblingen

Auftraggeber: Ladratsamt Böblingen

Verfasser: André Voutta

Datum: 19.10.2015

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1 Veranlassung 1
2 Standort 2
2.1 Geologie 4
2.2 Hydrogeologie 5
2.3 Erdwärmesonden am Standort 6
3 Grundwassermonitoring 7
3.1 Injektionsversuch in der Grundwassermessstelle B 1 9
3.2 Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B 1 10
3.3 Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B1b 12
4 Erkundungsbohrung B1a 13
4.1 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 104.4 m, Intervall 95 – 104.4 m 15
4.2 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 108.8 m, Intervall 95 – 108.8 m 16
4.3 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 116.4 m, Intervall 108-116.4m 17
4.4 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 126.9 m, Intervall 118-126.9 m 18
4.5 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 138 m, Intervall 134-138m 19
4.6 Packerpumpversuch bei einer Bohrtiefe von 144 m, Intervall 132-144m 20
4.7 Abschlusspumpversuch B1a 22

Verwendete Unterlagen

Präsentation des Landratamtes Untere Wasserbehörde am 25.10.2013 Jochen Weinbrecht

Geologische Karte 1:25.000 mit Erläuterungen zu Blatt 7320 Böblingen: Geologisches Landesamt Baden-Württemberg Landesvermessungsamt Baden-Württember Stuttgart 1986

Anlagen:

Injektionsversuch in der Grundwassermessstelle B1

Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B 1 – Wasserstand und Förderrate

Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B 1 – Vor-Ort-Parameter

Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B 1b – Wasserstand und Förderrate

Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B 1 – Vor-Ort-Parameter

Pulsetest in der B1a, 85-95 m

Pulsetest in der B1a, 95-108.8 m

Pulsetest in der B1a, 108-116.4 m

Pulsetest in der B1a, 118-126.9 m

Pulse- und Drill-SDtem-Test in der B1a, 134-138 m

Packerpumpversuch 132 – 144 m – Wasserstand und Förderrate

Packerpumpversuch 132 – 144 m – Vor-Ort-Parameter

Pumpversuch 136 – 144 m – Wasserstand und Förderrate

Pumpversuch 136 – 144 m – Vor-Ort-Parameter

1 Veranlassung

Im Nordosten der Stadt Böblingen im Wohngebiet Altinger Straße sind am 29.09.2008 bzw. 01.10.2008 zwei 130 m tiefe Erdwärmesonden zur Beheizung des Gebäudes Siemensstraße 11 niedergebracht worden.

Seit 2011 und vermehrt in den Jahren 2012/13 wurden von Anwohnern in den angrenzenden Straßenzügen Gebäudeschäden in Form von Rissen und/oder Setzungen dem Landratsamt Böblingen gemeldet.

Die Auswertung der Laserscanbefliegungen zwischen 2002 bis 2013 zur Vermessungen des Geländeniveaus erbrachte, dass großflächige Geländehebungen von bis zu 35 cm eingetreten sind:

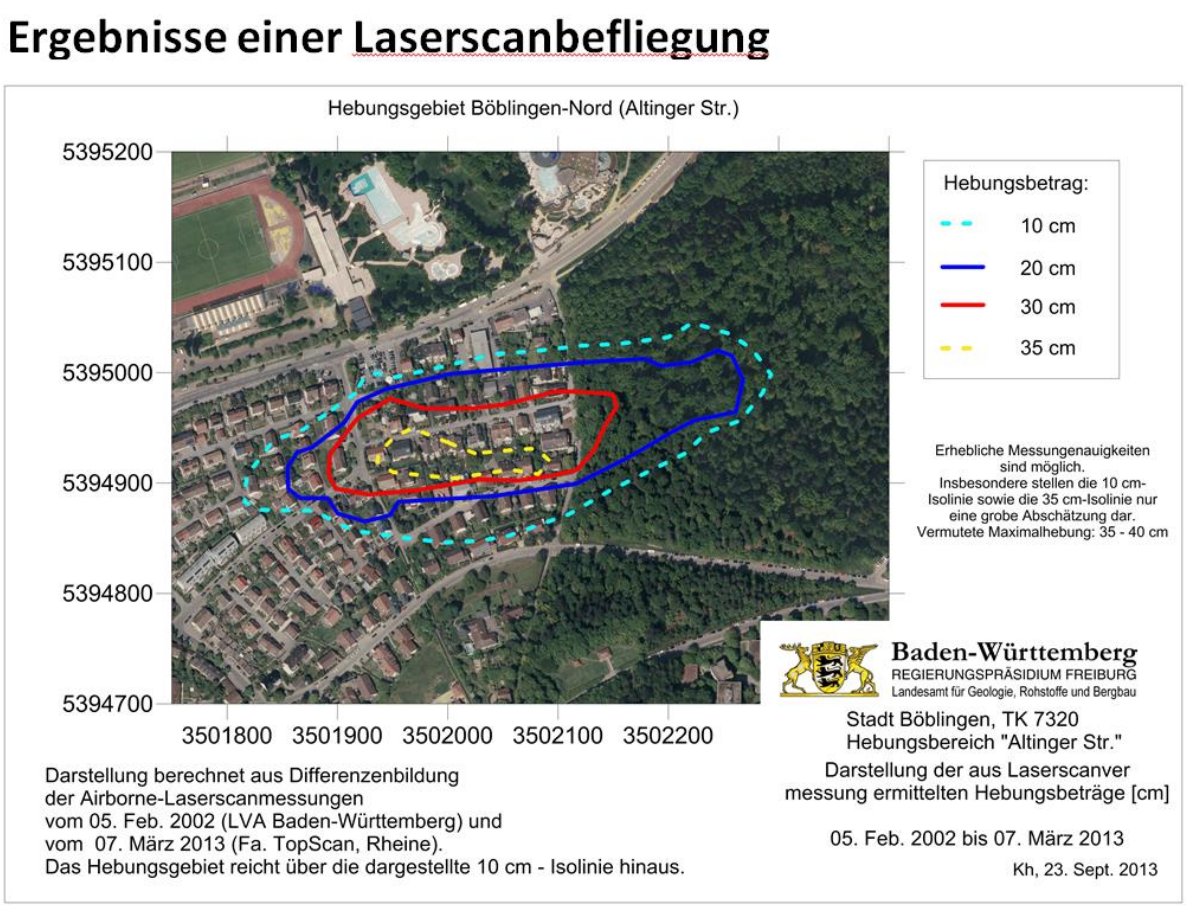


Abbildung 1: Räumliche Ausdehnung der Geländehebungen im nördlichen Hebungsgebiet Wohngebiet Altinger Straße (Quelle LRA Böblingen)

Im Dezember 2013 wurde André Voutta Grundwasserhydraulik von der Bohrfirma Gungl beauftragt, Ruhe-Temperaturprofile und Kurz-Thermal-Response-Tests (K-TRT) sowie

Dichte-Anomalie-Messungen in den zwei Erdwärmesonden auf dem Grundstück Siemensstraße 11 durchzuführen. Die Befunde dieses Untersuchungsprogramm sollen zur Klärung beitragen, ob die Erdwärmesonden in einem ursächlichen Zusammenhang mit den festgestellten Geländehebungen stehen.

Die ersten geophysikalischen Messarbeiten in den zwei Erdwärmesonden wurden im Zeitraum vom 10.12.2013 – 02.01.2014 ausgeführt.

Die daraus gewonnenen Messergebnisse dienten der Feststellung des aktuellen Status und des Gefährungspotentials und waren Ausgangspunkt für die daran anschließende Sanierung der Erdwärmesonden durch die Fa. Keller Grundbau.

Neben der Untersuchung der Erdwärmesonden war auch eine begleitende Erkundung der lokalen Geologie vorgesehen. In einem ersten Untersuchungsprogramm, das in enger Zusammenarbeit mit den Fachleuten des Landesamtes für Geologie und Bergbau in Baden-Württemberg sowie des Böblinger Wasserwirtschaftsamtes erstellt wurde, waren im nördlichen Hebungsgebiet eine Grundwassermessstelle sowie eine Erkundungsbohrung vorgesehen.

Die Beschreibung der in diesen Grundwassermessstellen bzw. den Erkundungsbohrungen dazu durchgeführten geophysikalischen und grundwasserhydraulischen Messungen sowie die Darstellung und Bewertung der Versuchsergebnisse sind Gegenstand dieser Dokumentation.

2 Standort

Das Wohngebiet Altinger Straße / Siemensstraße liegt am nordöstlichen Ortsrand von Böblingen (vgl. Abbildung 2).

Abbildung 2: Ausschnitt aus der topographischen Karte M 1:25.000 des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg mit Markierung des Wohngebiete Altinger Straße / Siemensstraße in Böblingen

- Ort: Böblingen, Siemensstraße 11
- Flurstück Nr.: 1790
- Rechtswert 3502072
- Hochwert: 5394914
- mittlere Geländehöhe ca. 476 m NN

Die Abbildung 3 zeigt das Grundstück Siemensstraße 11 im Wohngebiet Altinger Straße mit der Lage der errichteten Erdwärmesonden in einem Ausschnitt von Google Maps.

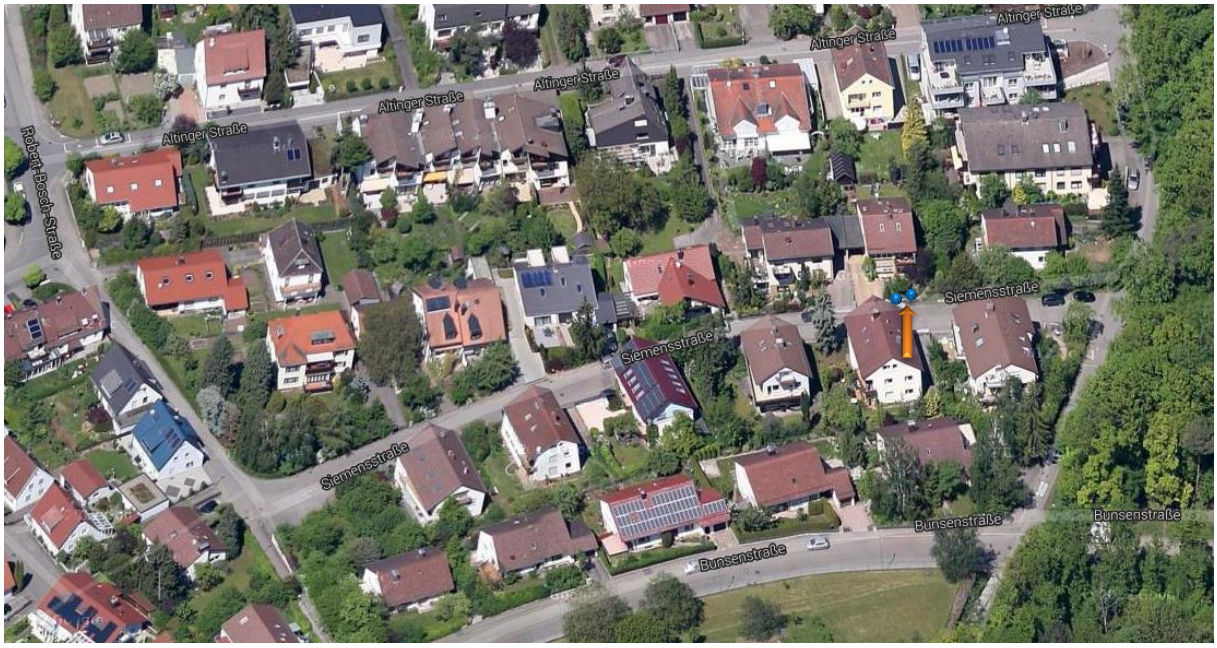


Abbildung 3: Blick auf das Wohngebiet Altinger Straße/Siemensstraße mit Lage der hier errichteten Erdwärmesonden (Quelle: Google Maps)

2.1 Geologie

Auf der geologischen Karte des Blattes 7320 Böblingen treten am Standort Siemensstraße 11 die Unteren Bunten Mergel (km3u) zutage. Nach den Erläuterungen zum geologischen Blatt Böblingen bestehen die zwischen 14 bis 16 m mächtigen Unteren Bunten Mergeln aus undeutlich geschichteten, ziegelrot bis rotbraun oder braunviolettrot gefärbten und z.T. dolomitischen Tonsteinen mit einzelnen tonigen Dolomitsteinbänkchen.

Darunter folgen die zwischen 95 und 100 m mächtigen Lagen des Gipskeupers (km1). Diese bestehen aus wechselnden Schichten von zum Teil dolomitischen Tonstein- und Sulfatgesteinslagen.

Grundwasser ist über dem „Gipsspiegel“ an der Grenze zum unausgelaugten Gips/Anhydrit führendem Gestein in den Lagen des Gipskeupers zu erwarten.

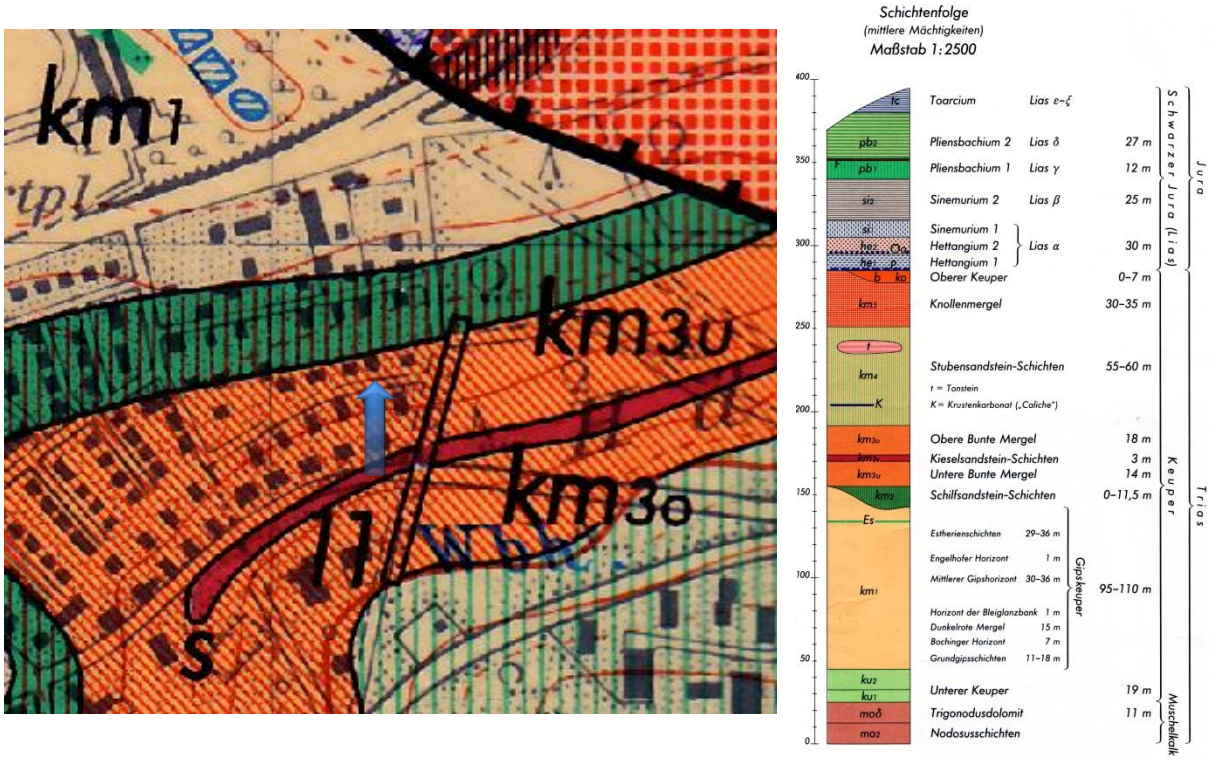


Abbildung 4: Ausschnitte aus der geologischen Karte Blatt 7320 Böblingen

Nach dem aktuellen Schichtenverzeichnis, aufgenommen durch das LGRB aus den Kernen der Bohrung B1a stehen unter 7 m mächtigen Tonmergel- bzw. Tonsteinen der Unteren Bunten Mergel (km3u) und einem mit 2 m geringmächtigen Schilfsandstein bis 115 m die Schichten des Gipskeupers an. Danach folgen bis zur Endteufe der Erdwärmesonden bei 130 m u. GOK die Gesteine des Lettenkeupers. Unterhalb 49 m u. GOK und bis zu einer Tiefe von ca. 120 m wurde makroskopisch sichtbarer Gips gefunden.

In beiden Erdwärmesondenbohrungen wurde der Grundwasserspiegel im Verlauf der Bohrbeiten bei 33 m u. GOK gemessen.

2.2 Hydrogeologie

Die Tonsteine der Unteren Bunten Mergel und des Gipskeupers sind in der Regel nahezu undurchlässig oder nur sehr gering wasserführend. Dichtes, undurchlässiges Gestein bilden auch die sulfatgesteinshaltigen Bereiche. Grundwasser und eine nennenswerte

Durchlässigkeit tritt über dem Gipsspiegel an der Grenze zum unausgelaugtem Gips/Anhydrit führendem Gestein auf.[1]

Nach dieser Beschreibung ist es naheliegend, dass das bei 33 m u. GOK am Standort angetroffene Grundwasser dem Bereich der Auslaugungszone über dem Gipsspiegel zuzuordnen ist.

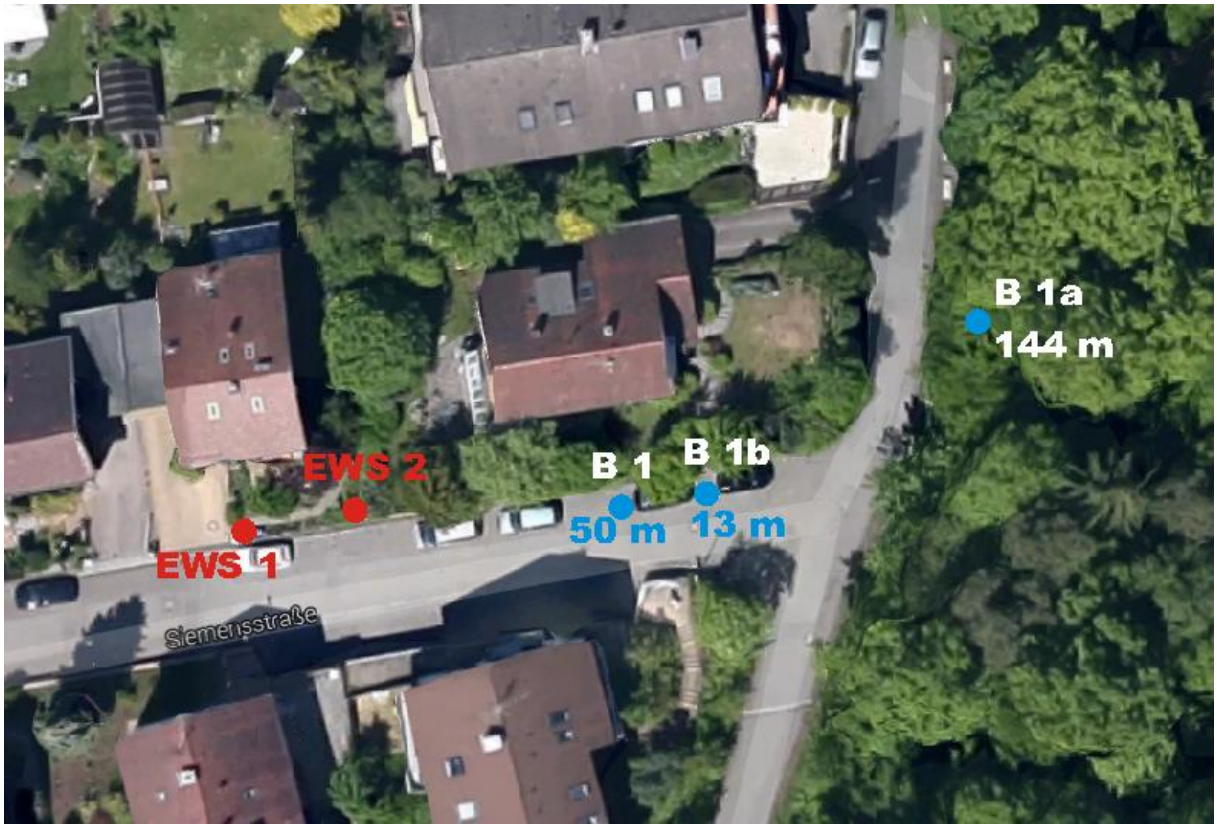
2.3 Erdwärmesonden am Standort

Unmittelbar an die Straße angrenzend sind am 29.09. bis 01.10.2008 an der südlichen Grundstücksgrenze zwei 130 m tiefe Bohrungen im Abstand von 6 m niedergebracht worden. Die darin errichteten Erdwärmesonden weisen eine Endteufe von ca. 125 m auf. Nach den Unterlagen der Firma Gungl wurde der Ringraum der Erdwärmesonden mit einem Volumen von jeweils 1.969,12 l mit 2.402,32 l (EWS 1) und 2.422,01 l (EWS 2) sulfatbeständiger Zement-Bentonit Suspension verpresst.

[1] H.-U. Kobler: Erläuterungen zu Blatt 7320 Böblingen, Geologische Karte 1:25.000 von Baden-Württemberg – Kapitel 5. Hydrogeologie

3 Grundwassermonitoring

Die Erkundungsbohrung zur Messstelle B 1 wurde Ende September in der Siemensstraße bis in eine Tiefe von 56 abgeteuft. Nach der Sichtung der Bohrkerne wurden die unteren Bohrmeter wieder verschlossen und die eigentliche Messstelle mit einer Filterstrecke von 50 bis 45 m und einer Vollrohrstrecke zwischen 45 und 0 m ausgebaut. Im Verlauf der Bohrarbeiten wurde ein bei ca. 12 m u. GOK liegender Grundwasserleiter angetroffen. Aus diesem Grund wurde im November 2014 etwas versetzt von der B 1 eine weitere flache Grundwassermessstelle B1b abgeteuft und ausgebaut. Die nachfolgende Planskizze zeigt die Lage der Messstellen sowie der Erkundungsbohrung B1a in der Siemensstraße.



Nach der Fertigstellung der Grundwassermessstelle B 1 wurde am 8.10.2015 ein Wasserstandsdatenlogger eingesetzt und mit der kontinuierlichen Messung und Aufzeichnung des Wasserstandes begonnen.

Im Oktober 2014 wurden auch die Grundwassermessstelle GWM 2 im Heinrich Heine-Weg, die Grundwassermessstelle GWM3 im Herdweg sowie die Grundwassermessstelle GWM4 am Ganssee fertiggestellt und ebenfalls mit Wassserstandsdatenloggern verse-

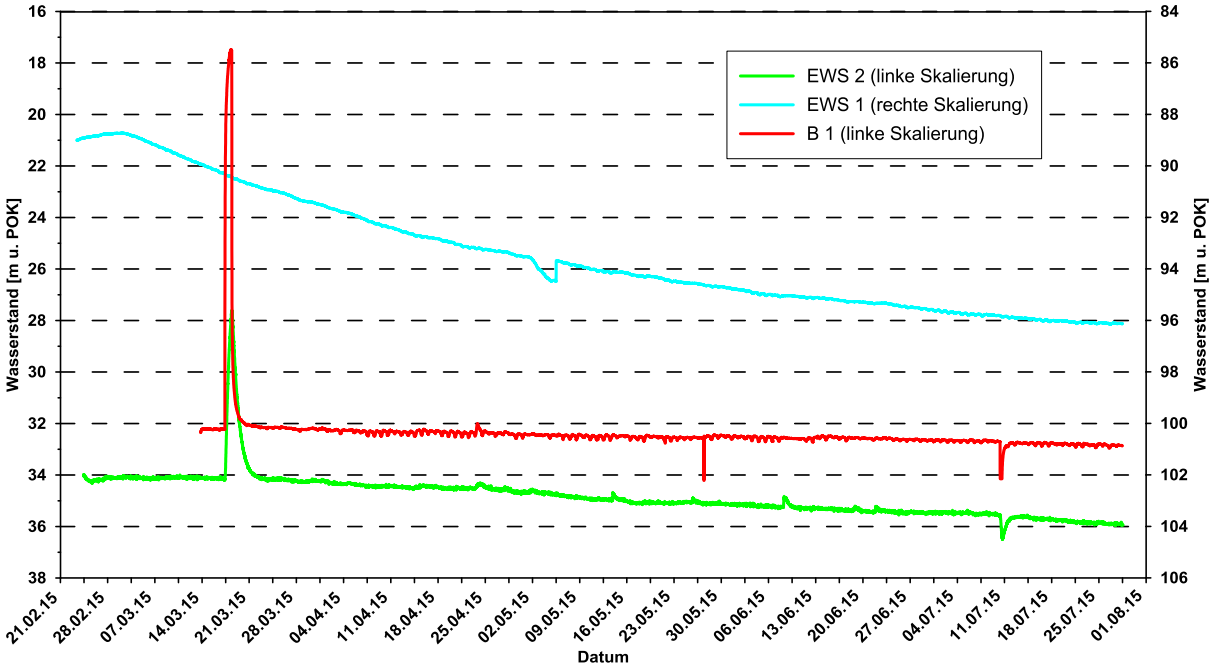
hen. Im November folgten als Ergänzung zum ursprünglichen Programm noch die Messstellen B1b und die B2flach.

Nach dem Abschluss der Sanierungsarbeiten in den Erdwärmesonden in der Siemensstraße wurde festgestellt, dass die im Verlauf der Sanierungsarbeiten geschnittenen Sondenrohre nicht wasserdicht waren und sich mit der Zeit ein stabiler Wasserstand einstellte. Bei einer Besprechung im Landratsamt im Februar 2015 wurde daher beschlossen, die Messbarkeit dieser Wasserstände zu untersuchen und ggf. eine kontinuierliche Messung zu beginnen.

In der Erdwärmesonde 1 wurde am 23.2.2015 ein Wasserstand von 89.0 m, u. GOK gemessen.

> Für die kontinuierliche Messung wurde das Einperlverfahren gewählt. Bei dieser Methode wird eine 6mm Druckluftleitung in die Erdwärmesonde und bis unter den Wasserspiegel platziert und dann ein sehr geringer Stickstoffstrom durch diese Druckleitung geführt. Eine übertägig in die Druckluftleitung eingebundene Drucksonde misst den dafür notwendigen Überdruck, der genau der Eintauchtiefe des Druckluftschlauches entspricht.

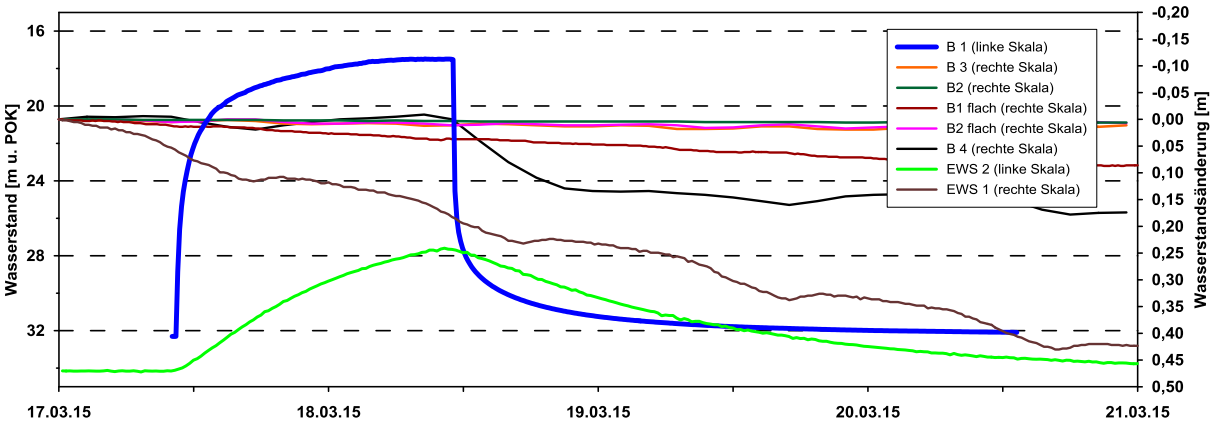
In der EWS 2 lag der Wasserstand am 24.2.2015 bei 33.98 m u. GOK. Hier konnte der Wasserstand mit einer speziellen Drucksonde mit einem Aussendurchmesser von nur 10 mm gemessen werden. Die Daten aller beiden Sensoren wurden zusammen in einem Messrechner zusammengeführt und dort aufgezeichnet. Ab dem 13.3.2015 wurden auch die Wasserstandsdaten der Grundwassermessstelle B 1 mit einem zusätzlichen Sensor erfasst und an den Messrechner weitergeleitet. Die nachfolgende Grafik zeigt die zeitliche Entwicklung aller Wasserstände in den drei Messstellen bis zum Ende der Aufzeichnung Ende August 2015.



Die Grafik zeigt deutlich die hydraulische Verbindung der Erdwärmesonde EWS 2 mit dem Grundwasserleiter, der durch B 1 erschlossen wird. Auch der im Juli durchgeführte Kurzpumpversuch in der B1 belegt diesen Zusammenhang.

3.1 Injektionsversuch in der Grundwassermessstelle B 1

Am 17.3.2015 wurde in der Messstelle B 1 ein Injektionsversuch durchgeführt. Dabei wurden die Messstellen B2, $B2_{flach}$, B3, B4 sowie die Wasserstände in den zwei Erdwärmesonden EWS1 und EWS2 in der Siemensstraße mitgemessen. In die Messstelle B 1 wurde dabei Wasser aus dem Hydranten mit einer Injektionsrate von 1 l/s eingeleitet. Die Injektionsphase wurde über 24 h aufrechterhalten.



Die Auswertung der Druckentwicklung in B 1 führt zu einer Transmissivität von ca.

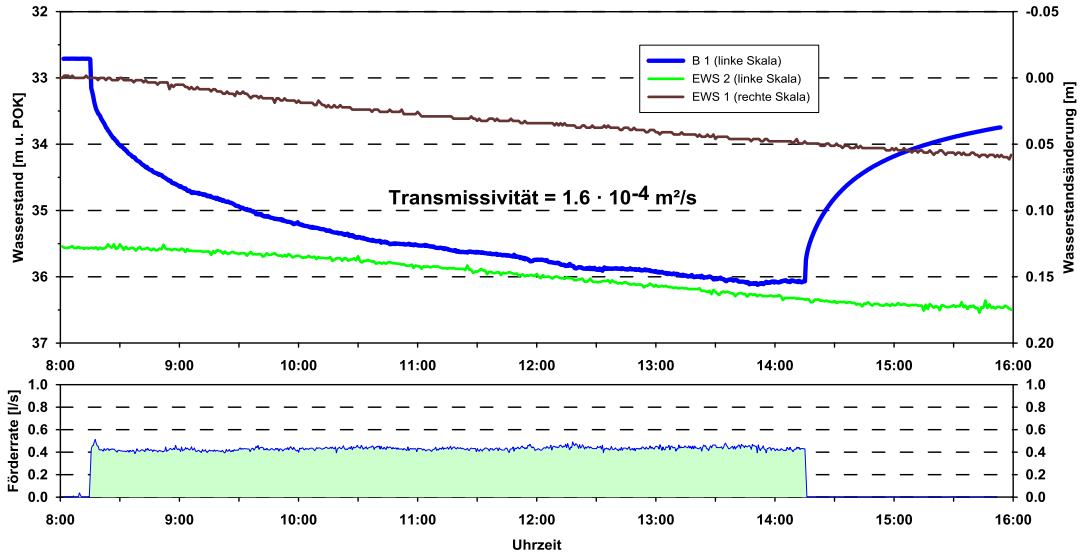
$$T = 6.1 \cdot 10^{-5}\ m^2/s$$

Die Auswertung der Druckentwicklung in der EWS2 führt zu einer Transmissivität von ca.

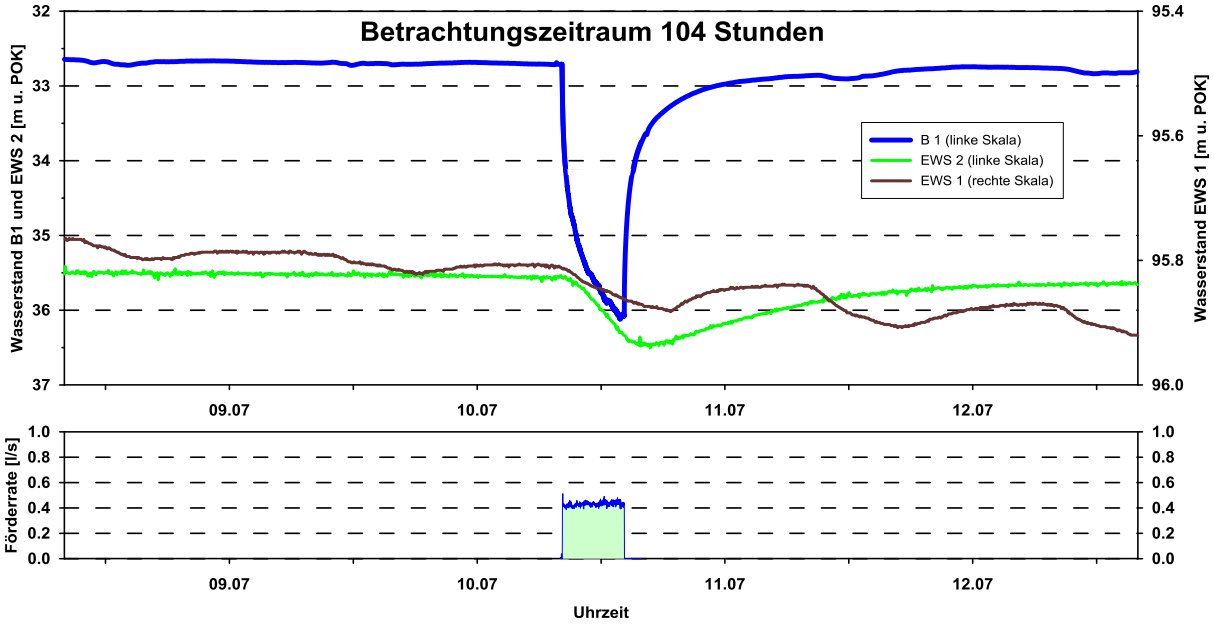
$$T = 2.6 \cdot 10^{-5}\ m^2/s$$

3.2 Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B 1

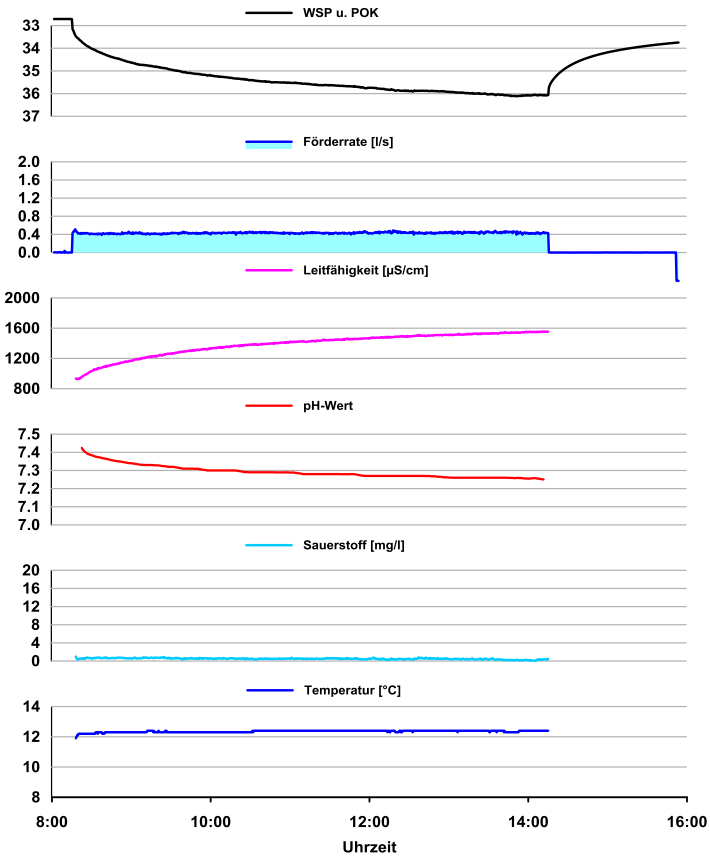
Am 9.7.2015 wurde in der Messstelle B 1 noch ein Kurzpumpversuch durchgeführt, Die nachfolgende Grafik visualisiert das Ergebnis dieses Versuches, bei dem die Charakterisierung des geförderten Grundwassers über die Messung der Vor-Ort-Parameter im Vordergrund stand.



Zur besseren Beurteilung der Druckreaktionen in den Beobachtungsmessstellen wurden die Wasserstandsdaten aller beteiligten Grundwassermessstellen in einem längeren zeitlichen Zusammenhang gestellt. Es wird deutlich, dass ausschließlich die EWS 2 auf den Förderbetrieb in B 1 reagiert.

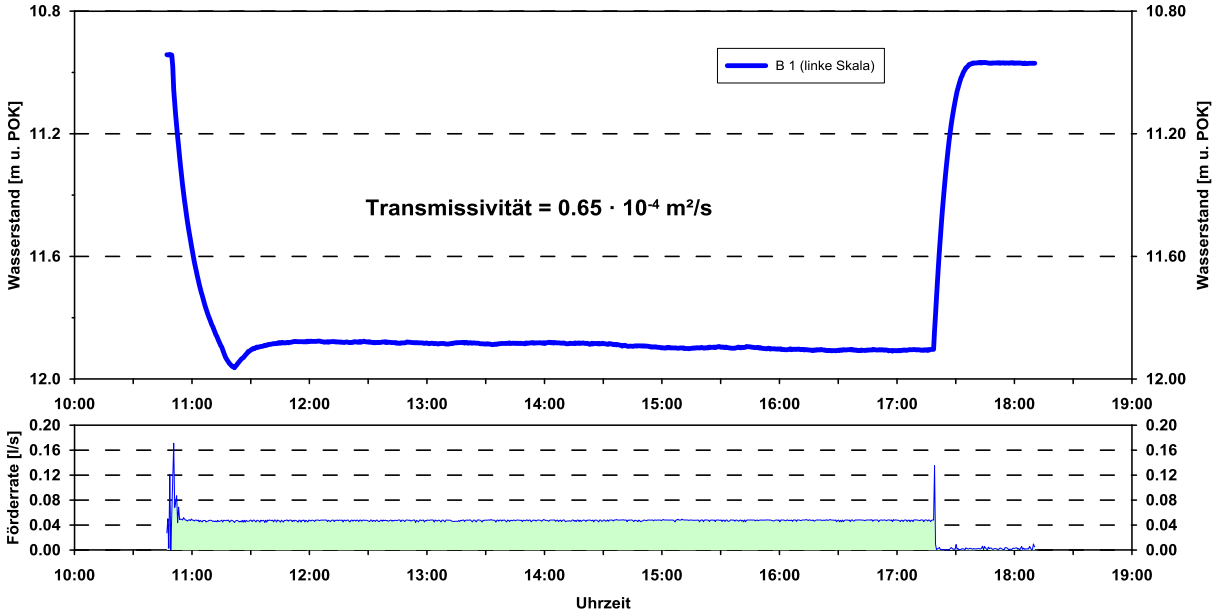


Die Vor-Ort-Parameter zeigen eine stetig steigende Leitfähigkeit, die zu Beginn des Versuchs bei 930 µS/cm lag und innerhalb der folgenden sechs Stunden auf 1550 µS/cm stieg. Der pH-Wert lag anfänglich bei 7.4 und sank bis Versuchsende auf 7.25 ab. Die Sauerstoffkonzentration lag bei 0,2 mg/l, die Temperatur weitgehend konstant bei 12.4 °C.

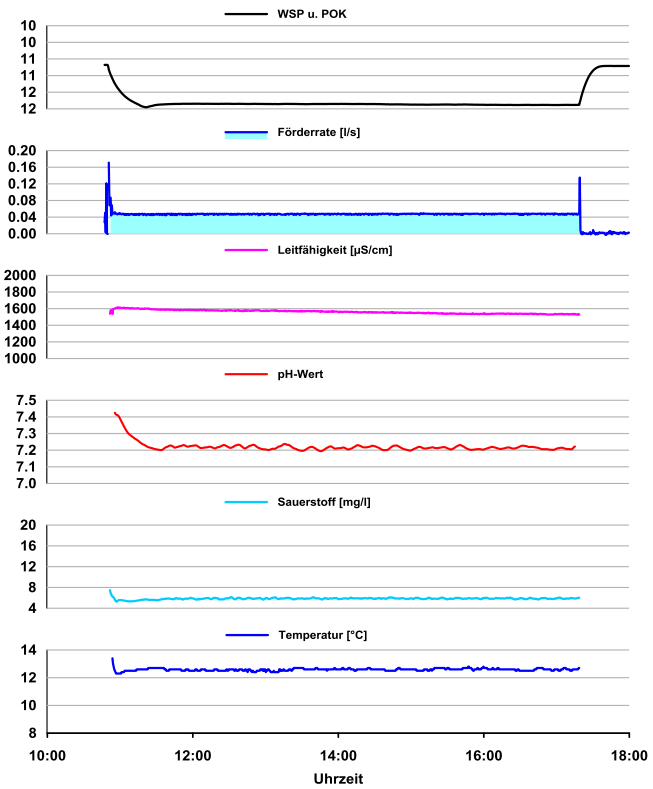


3.3 Pumpversuch in der Grundwassermessstelle B1b

Am 9.7.2015 wurde auch in der nur bis in eine Tiefe von 13 m ausgebauten Messstelle B 1b ein sechsstündiger Pumpversuch durchgeführt. Da der Wasserspiegel mit 10.94 m u. GOK lag und somit nur ca. 2 m Wassersäule zur Verfügung standen, wurde die Förderrate auf 0.04 l/s begrenzt. Die nachfolgende Grafik zeigt die zeitliche Entwicklung des Wasserspiegels während des Versuchs.



Die Vor-Ort-Parameter zeigen eine weitgehend konstante Leitfähigkeit, von 1600 µS/cm. Der pH-Wert lag leicht undulierend bei 7.22. Die Sauerstoffkonzentration lag bei 5.5 mg/l und die Temperatur weitgehend konstant bei 12.4 °C



4 Erkundungsbohrung B1a

Mit dem Erreichen einer Bohrtiefe von 85 m wurde in der Erkundungsbohrung B1a ein Versuchsprogramm gestartet, um die hydraulische Durchlässigkeit der durchteuften Formationen charakterisieren zu können. Diese Versuche wurden alle als Einfachpackerversuche mit integriertem shut-in-Ventil oder wahlweise als Packerpumpversuche durchgeführt. Durch die Integration in den laufenden Bohrbetrieb konnte eine zeitlich optimale Versuchsdurchführung nicht immer gewährleistet werden.

Die nachfolgende Tabelle listet die Versuche in der Versuchsbohrung B1a in ihrer zeitlichen Abfolge auf.

Von	bis	Versuchstyp, Testintervall	Bohrtiefe
20.01.2015 10:30	21.01.2015 10:30	Pulsetest Intervall 85 - 104 m	104 m
21.01.2015 15:50	23.01.2015 07:50	Pulsetest Intervall 95 - 108.8 m	108.8 m
26.01.2015 08:40	27.01.2015 08:55	Pulsetest Intervall unter 108m	116.4 m
09.02.2015 16:34	11.02.2015 07:54	Packertest B1a, unterhalb 118 m	126.9 m
11.02.2015 19:10	12.02.2015 09:50	Packertest B1a, unterhalb 134 m	144.0 m
12.02.2015 13:16	16.02.2015 07:03	Packerpumpversuch 126 - 144m	144.0 m
27.02.2015 16:02	19.03.2015 17:21	Monitoring	
17.03.2015 10:05	20.03.2015 13:15	Injektionsversuch GWM B1	
20.03.2015 10:10	07.04.2015 09:37	PPV und Monitoring in B1a	

Die Besonderheit an allen Ventiltests ist der Umstand, dass sie in einer inhibierten Spülung stattfinden mussten. Diese Spülung mit einer elektrischen Leitfähigkeit zwischen 50 und 100 mS/cm und einem stark alkalischen pH-Wert soll verhindern, dass Wasser bei Kontakt mit Anhydrit die Umwandlung in Gips bewirkt.

Die Spülung wurde von uns hinsichtlich ihrer hydraulischen Eigenschaften in einer einfachen Versuchsanordnung nach Darcy untersucht. Dazu wurde ein mit dem zu testenden Fluid gesättigter Sandbehälter DN 150 mit einer Potentialdifferenz von 30 Zentimetern beaufschlagt und der Potentialausgleich abgewartet. Der Unterschied zwischen reinem Wasser und der Bohrspülung in verschiedenen Rezepturen betrug dabei im Verhältnis zwischen 1.2 und 1.3 und dürfte vor allem auf die vergrößerte kinematische Viskosität der Spülung zurückzuführen sein. Um diesen Betrag war die scheinbare hydraulische Durchlässigkeit bei Anwendung der Bohrspülung geringer.

Die Dichtedifferenz von durchschnittlich 2-3 % gegenüber Wasser und die daraus resultierenden „Wasserstände“ wurden bereits in der Sensorik berücksichtigt.

Zur Berücksichtigung der errechneten hydraulischen Durchlässigkeiten kommt noch der Effekt von osmotischen Strömungen, die aufgrund der hohen Mineralisation der Bohrspülung vom Gebirge in Richtung Bohrloch verlaufen. Dieser Effekt, der bei den langen Messzeiten von z.T. mehreren Tagen eine Rolle spielen dürfte, verzögert die Druckerholungszeiten bei den Slug-Injection-Versuchen und täuscht damit eine geringere hydraulische Durchlässigkeit vor. Bei Slug-Withdrawal-Versuchen hingegen findet eine Beschleunigung der Druckerholung statt.

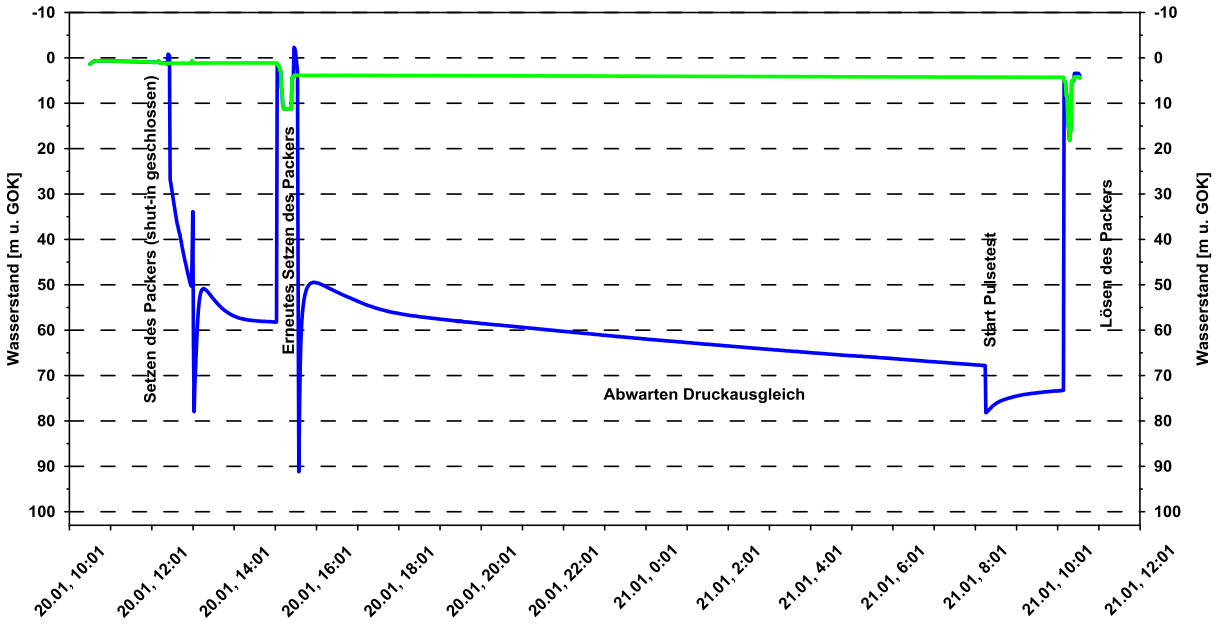
Welches Ausmaß diese physikalischen Effekte haben, ist unklar. Bei Versuchsbohrungen im Opalinuston der Nordschweiz (Benken) wurde dieser Effekt dadurch ausgeschaltet, dass die Bohrspülung während der Testdurchführung exakt der Porenwassermineralisation des Opalinuston (Pearson-Wasser) entsprach.

Eine exakte Korrektur der gefundenen hydraulischen Durchlässigkeiten ist deshalb nicht möglich. Aus diesem Grund werden die Werte nur in Bezug auf die „Darcy-Korrektur“ und die Dichte korrigiert.Die gefundenen Durchlässigkeitswerte sollten vor allem hinsichtlich ihrer Größenordnung betrachtet werden und in die Kategorien

- gut durchlässig
- moderat durchlässig
- wenig durchlässig
- sehr gering durchlässig

unterteilt werden. In allen Versuchen im Gipskeuper wurden demnach nur Durchlässigkeiten der letzten Kategorie - sehr gering durchlässig - gefunden.

4.1 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 95 m, Intervall 85 – 95 m



Am 20.1.2015 erreichten die Bohrarbeiten eine Tiefe von 95 m. In dieser Tiefe wurde der erste Ventiltest durchgeführt. Da sich das zu untersuchende Intervall im unverwitterten Gipskeuper befand, wurde die Durchführung eines Pumpversuches nicht erwogen.

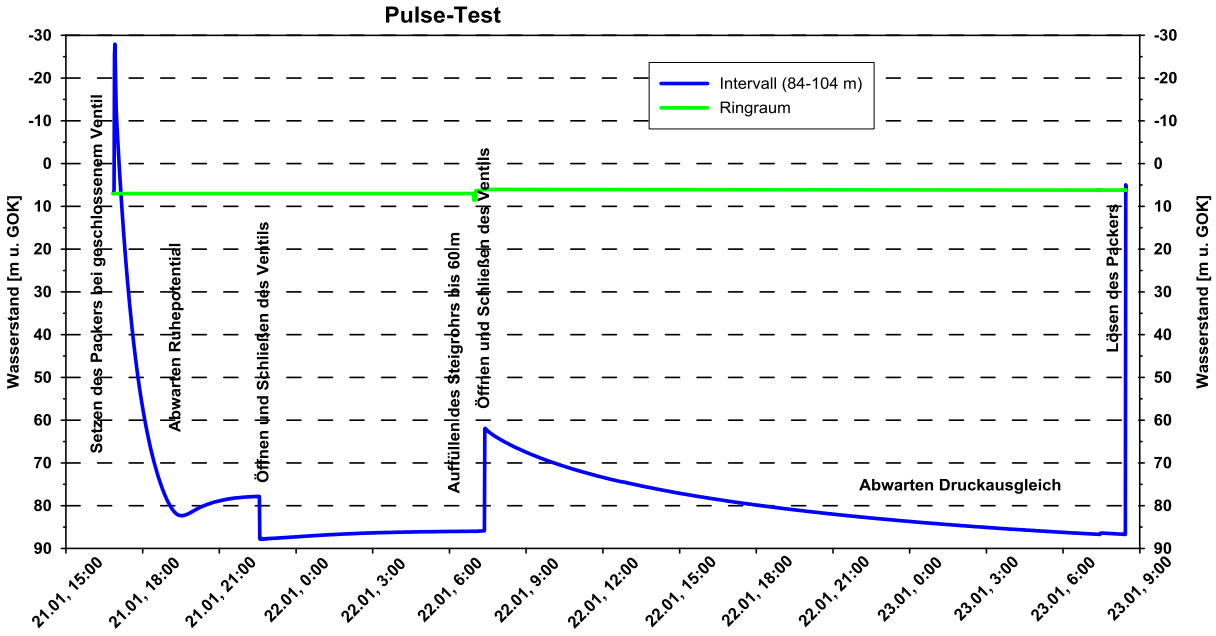
Der Einbau des Einfach-Packersystems erfolgte mit geschlossenem Ventil. Da sich das vermutete Ruhepotential vergleichsweise langsam einstellte, wurde das Ventil kurz geöffnet und dann wieder geschlossen, um den Druckabbau im Intervall zu beschleunigen. Diese Hoffnung bestätigte sich nicht und so wurde gegen 14:00 Uhr beschlossen, den Versuch erneut zu starten, in dem der Packer gelöst, die Wasserstände erneut eingegeben wurden und dann der Packer mit geschlossenen shut-in-Ventil erneut gesetzt wurde.

In den darauf folgenden 17 Stunden fiel der Druck im Intervall langsam und weitgehend linear von ca. 50 m u. GOK auf 68 m u. GOK. In Anbetracht des Bohrplans wurde beschlossen, jetzt noch einen Test auszuführen, um wenigstens ein qualitativ auswertbares Ergebnis der hydraulischen Durchlässigkeit zu bekommen. Der ausgeführte Pulsetest zeigte auch ohne Auswertung allein auf Grund seiner sehr langsamen Druckerholung eine sehr geringe hydraulische Durchlässigkeit der getesteten Formation an.

Eine vereinfachte Auswertung des Versuchs erbrachte eine Transmissivität von

$$T = 4 \cdot 10^{-8}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 4 \cdot 10^{-9}\ m^2/s \text{ bei } M = 10\ m)$$

4.2 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 108.8 m, Intervall 95 – 108.8 m



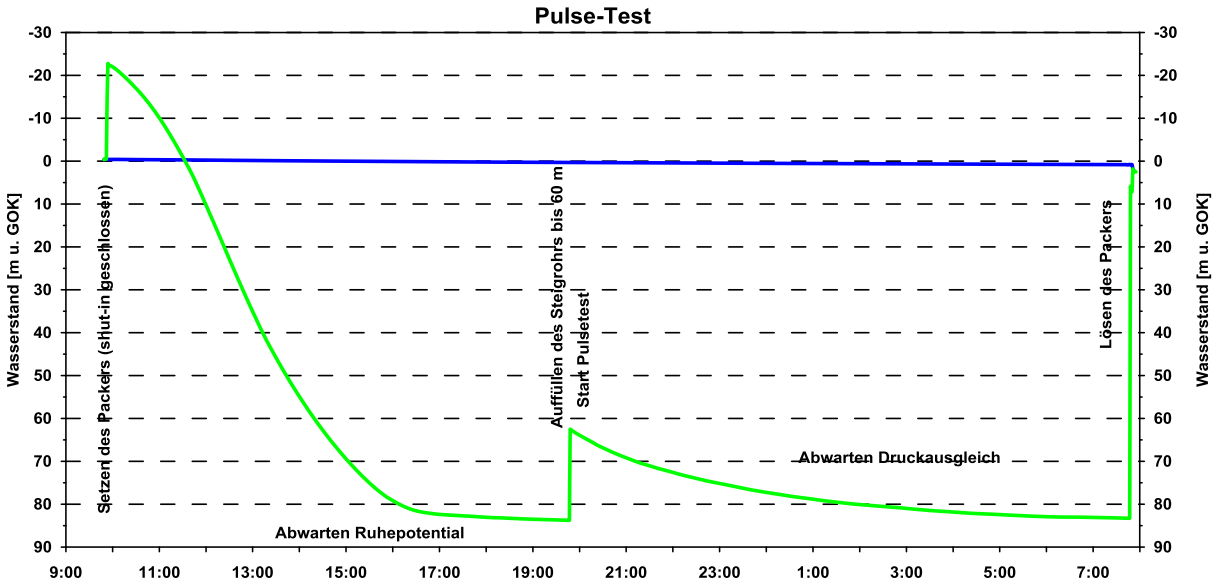
Nach der Beendigung des vorangegangenen Tests wurde die Bohrung noch am 21.1.2015 auf 108.8 m vertieft. Nach dem Ziehen des Bohrgestänges auf eine Position von ca. 93 m wurde der Einfachpacker zwischen 94 und 95 m platziert. Wieder erfolgte der Einbau mit geschlossenem Ventil, was bei Setzen des Packers zu einem sog. Squeeze-Effekt führte, der den Intervalldruck kurz bis auf 30 m über GOK ansteigen liess – ein sicheres Zeichen für eine sehr geringe hydraulische Durchlässigkeit.

In den folgenden 3 Stunden sank der Druckspiegel im Testintervall rasch auf 82.3 m u. GOK, begann dann aber wieder leicht anzusteigen und sich auf ein Druckniveau von 77 m u. GOK hinzubewegen. Daraufhin wurde das Ventil um 22:30 Uhr kurz geöffnet, um die Ruhedruckeinstellung zu beschleunigen. Am folgenden Morgen wurde das Steigrohr bis auf eine Höhe von 61 m u. GOK mit Spülung gefüllt und um 7:22 Uhr das Ventil für ca. 60 Sekunden geöffnet, um den Druckimpuls auf das Intervall einwirken zu lassen. Nach dem Schließen des Ventils wurde die Druckerholung für 25 Stunden weiter beobachtet. Um 8:26 Uhr am 23.1.2015 wurde der Versuch beendet, in dem das Ventil geöffnet und der Packer gelöst wurden.

Auch in diesem Fall konnte kein stabiler Ruhedruck erreicht werden, so dass die Auswertung des Versuchs einer gewissen Unsicherheit unterliegt. Die Auswertung erbrachte eine Transmissivität von

$$T = 4.4 \cdot 10^{-8}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 3.2 \cdot 10^{-9}\ m^2/s \text{ bei } M = 13.8\ m)$$

4.3 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 116.4 m, Intervall 108-116.4m



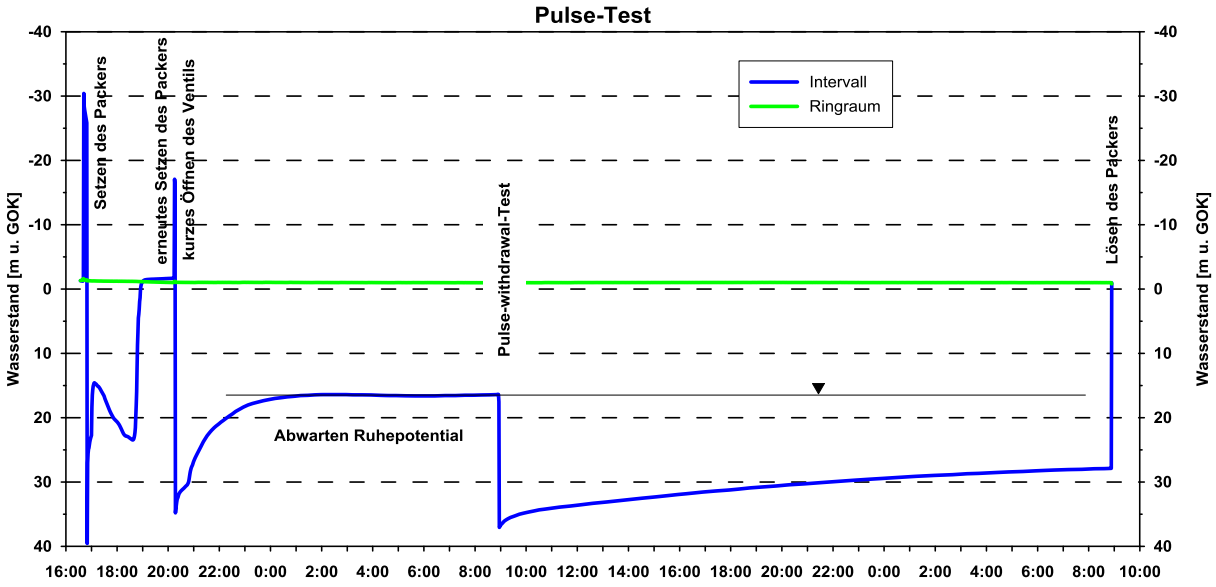
Nach dem Vertiefen der Bohrung auf 116.4 wurde das Bohrgestänge bis auf 106.5 m ausgebaut und die Testausausrüstung direkt unterhalb der Bohrkrone positioniert. Der Packersitz betrug 107-108 m. Der Packer wurde nach der obligatorischen Verknüpfung des Spülungsstandes mit den Sensordrücken mit 18 bar und bei geschlossenem Ventil gesetzt. Der sich entwickelnde deutliche Squeeze zeigte ein sehr gering durchlässiges Gebirge an und führte zu der Entscheidung, wieder einen Pulse-Test durchzuführen.

Nach dem Erreichen eines Ruhedruckes von 83.8 m u. GOK wurde das bis dahin leere Steigrohr bis auf 62 m u. GOK aufgefüllt und dann das Ventil um 19:47 Uhr für ca. 60 Sekunden geöffnet. Die Druckerholung wurde bis zum Folgetag um 7:45 Uhr beobachtet und der Packer geöst.

In diesem Fall konnte war die Einstellung des Ruhedruck ausreichend, so dass die Auswertung des Versuchs nur noch einer geringen Unsicherheit unterliegt. Die Auswertung erbrachte eine Transmissivität von

$$T = 8.6 \cdot 10^{-9}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 1 \cdot 10^{-9}\ m^2/s \text{ bei } M = 8.4\ m)$$

4.4 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 126.9 m, Intervall 118-126.9 m



Nach der Vertiefung der Bohrung auf 126.9 m wurde das Testequipment eingebaut und der Packer zwischen 117- 118 m u. GOK platziert. Nach dem Setzen des Packers mit geschlossenem shut-in-Ventil gab es wieder einen deutlichen Squeeze-Effekt und der Intervalldruck fiel sehr rasch auf 40 m u. GOK. Mit dem Erreichen dieses Intervalldruckes begann der Druck aber wieder bis auf 14.6 m anzusteigen und dann wieder langsam zu fallen. Diese jetzt einsetzende langsame Druckabnahme wurde noch bis 19:00 Uhr beobachtet und dann der Packer gelöst und der Versuch neu gestartet.

Nach dem erneuten Setzen des Packers stabilisierte sich der Ruhedruck im Intervall bei 16.5 m u. GOK. Da es im Ringraum keine Hinweise auf Umläufigkeiten gab, wurde am Folgetag gegen 9:00 Uhr ein Pulse-Withdrawal-Test eingeleitet, also ein Versuch, bei dem der Intervalldruck nicht erhöht, sondern abgesenkt wird. Die Druckabsenkung betrug 2.07 bar und die anschließende Druckerholung wurde bis zum Folgetag um 9:00

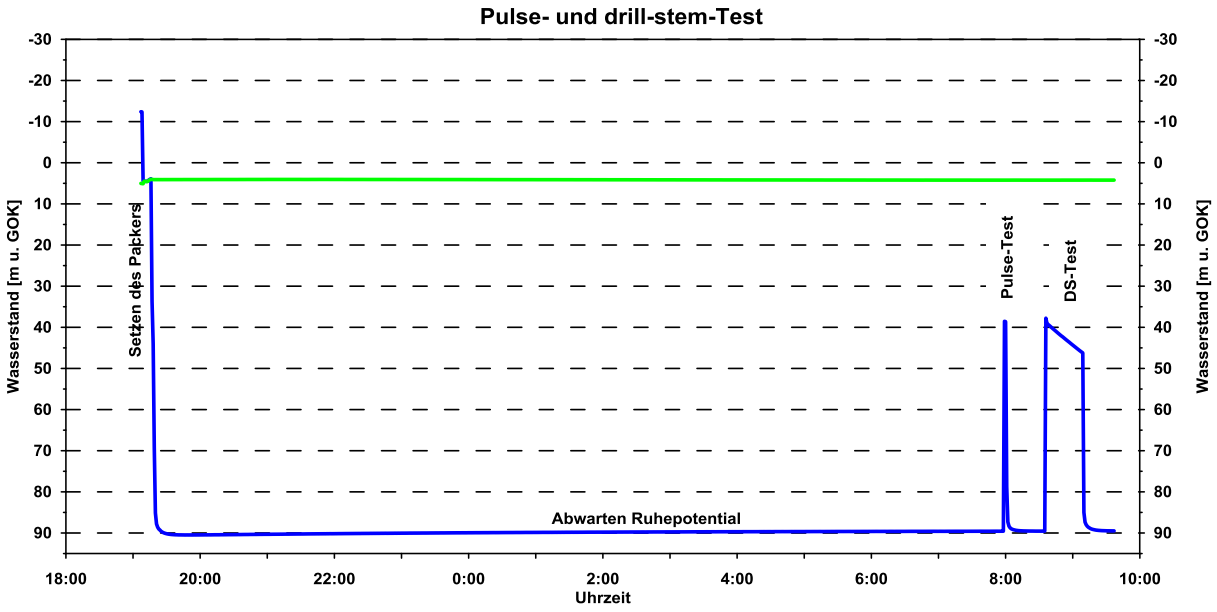
Uhr beobachtet und betrug lediglich 44%. Das Lösen des Packers führte zu konsistenten Ergebnissen, denn beide Drücke erreichten wieder den gleichen Wert.

Die Einstellung eines Intervalldruckes von 16.6 m u. GOK kann mit der grundwasserhydraulischen Modellvorstellung nicht in Einklang gebracht werden, zumal die Formationsdrücke in den Intervallen ober- und unterhalb dieses Testintervalls zwischen 80 und 90 m u. GOK liegen. Mögliche Erklärungen wären eine Gebirgsumläufigkeit um den Packer herum oder ein Kratzer in der Bohrlochwand, der ebenfalls eine Umläufigkeit erzeugt. Der wirkliche Grund für dieses unrealistische Ergebnis bleibt leider offen, so dass die Auswertung der Druckreaktion unter großen Vorbehalten gesehen werden muss.

Die Auswertung erbrachte eine Transmissivität von

$$T = 9.2 \cdot 10^{-9}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 1.5 \cdot 10^{-8}\ m^2/s \text{ bei } M = 9\ m)$$

4.5 Ventiltest bei einer Bohrtiefe von 138 m, Intervall 134-138m



Bei der Vertiefung der Bohrung von 126.9 auf 144 m u. GOK wurde der Obere Muschelkalk auf einer Länge von 6 m erbohrt. Nach der Wiederverschließung des Abschnitts von 138 m bis 144 mit Tonpellets wurde das Testequipment eingebaut und der Packer zwischen 133 und 134 m u. GOK positioniert. Nach dem Setzen des Packers wurde die Baustelle in Erwartung einer langsamen Ruhedruckeinstellung um 19:10 Uhr verlassen.

Die Einstellung des Ruhedruckes erfolgte jedoch unerwartet rasch und erreichte einen Wert von 90.47 m u. GOK bereits nach 30 Minuten. Der am folgenden Tag um 8:00 Uhr gestartete Pulsetest bestätigte die gegenüber den höher liegenden Intervallen deutlich erhöhte hydraulische Leitfähigkeit. Da die Druckerholungsphase nur ca. 15 Minuten dauerte, wurde noch ein Drill-stem-Test nachgeschoben. Diese Kombination aus Pulse- und Slug-Test eignet sich für Durchlässigkeiten, die für Pulse-Tests zu hoch sind, aber bei denen Slug-Tests eine zu lange Zeit für die Druckerholung benötigen. Um 9:37 Uhr wurde der Packer gelöst und der Versuch beendet.

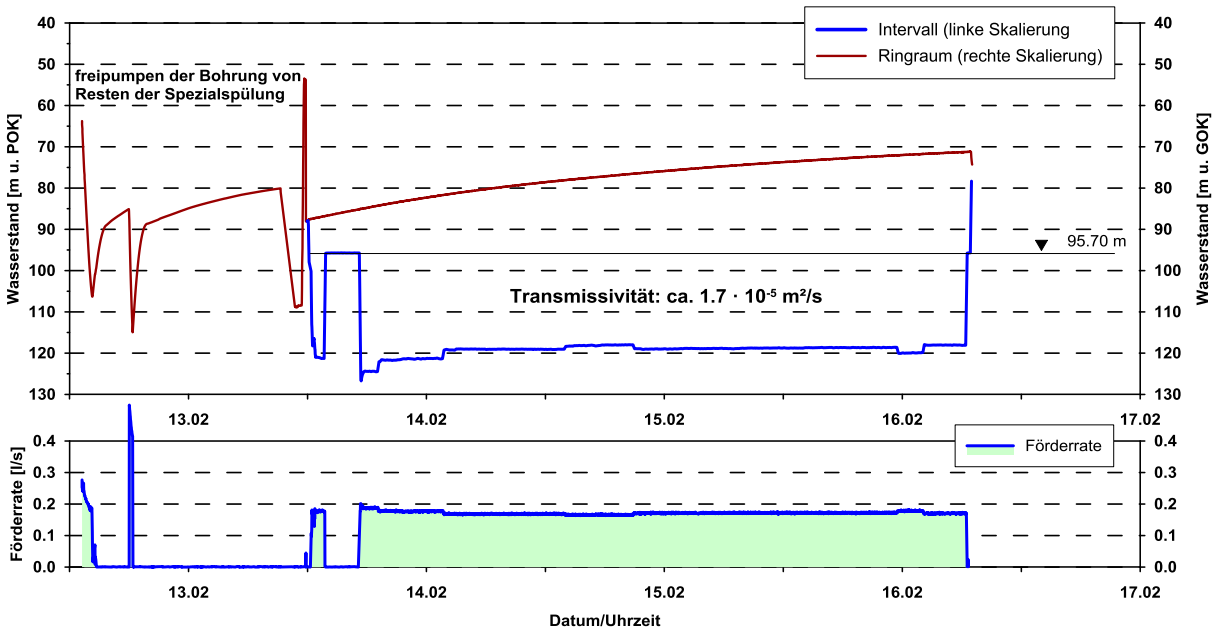
Aus dem kurzen Pulse-Test ergibt sich eine Transmissivität von

$$T = 1.6 \cdot 10^{-6}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 4 \cdot 10^{-7}\ m^2/s \text{ bei } M = 4\ m)$$

Beim DST-Test wird die Fließphase in eine Förderrate umgewandelt. Im vorliegenden Fall ergibt sich eine Rate von 0.5 l/min. Die folgende Schließphase wird als Wiederanstiegsphase gerechnet und führt zu einer Transmissivität von

$$T = 2.8 \cdot 10^{-6}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 7 \cdot 10^{-7}\ m^2/s \text{ bei } M = 4\ m)$$

4.6 Packerpumpversuch bei einer Bohrtiefe von 144 m, Intervall 132-144m



Nach dem Erreichen des Muschelkalkes und dem hydraulischen Test im untersten Lettenkeuper wurde die temporäre Abdichtung durch Tonpellets wieder entfernt und ein Pumpversuch ohne Packereinsatz vorbereitet. Der Einbau der Pumpe erfolgte am 12.2.2015, die Aufzeichnung wurde um 13:16 Uhr gestartet. Bei einer kurzen Funktionskontrolle der Pumpe und dem Start des Versuches gegen18:00 Uhr wurde durch begleitende Handmessungen festgestellt, dass der Wasserspiegel im äusseren Ringraum mitreagierte. Aus diesem Grund wurde der Versuch abgebrochen und die Einstellung des Ruhewasserspiegels bis zum folgenden Morgen abgewartet.

Am folgenden Morgen wurde die Pumpe ausgebaut und durch eine Packerpumpversuchsgarnitur ersetzt. Ein erster Testlauf wurde um 13:00 Uhr gestartet, der eigentliche Pumpversuch begann um 17:20 Uhr mit einer eingestellten Pumprate von 0.2 l/s. Dabei wurde der Wasserspiegel von anfänglich 95.75 auf 124.40 abgesenkt.

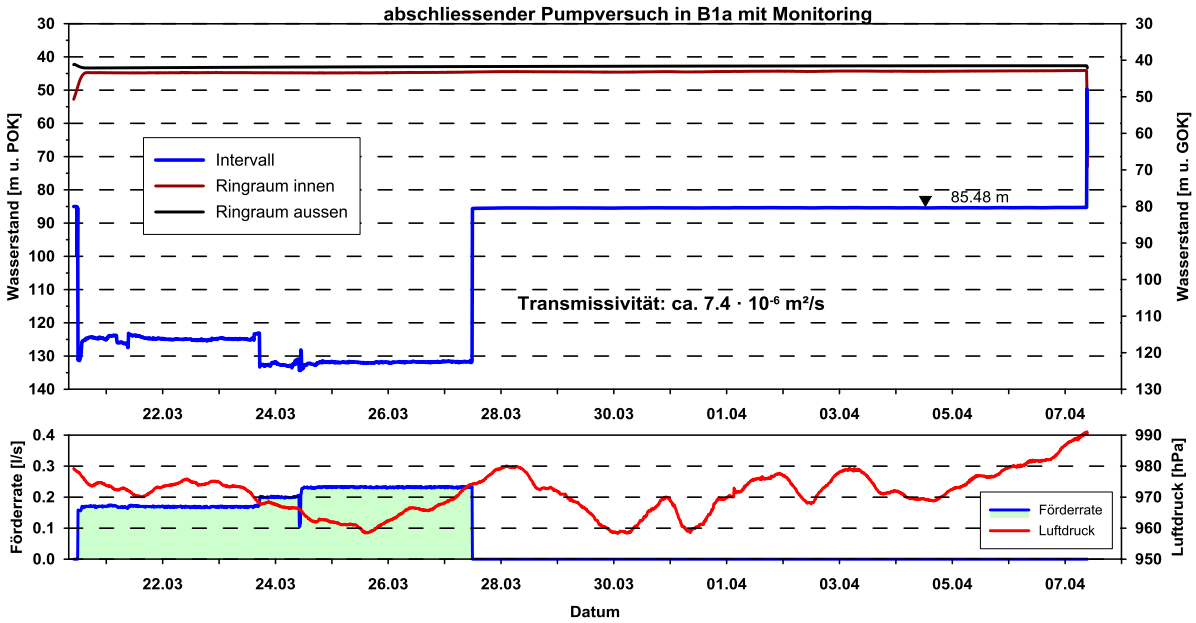
Im Verlauf der fünftägigen Versuchszeit reduzierte sich die Pumprate geringfügig und spontan, was jeweils zu Wasserspiegeländerungen im Meterbereich führte. Diese starken Reaktionen auf Ratenveränderungen sind nicht ungewöhnlich bei Packerpumpversuchen, weil hier die Brunnenspeicherung entfällt. Zum Ende des Packerpumpversuchs betrug der Wasserspiegel bei einer Förderrate von 0.17 l/s noch 118,1 m u. GOK.

Die Vor-Ort-Parameter stabilisierten sich innerhalb von wenigen Stunden: Die elektrische Leitfähigkeit sank innerhalb von drei Stunden von 1200 µS/cm auf einen Wert von 850 µS/cm. Zum Ende des Versuchs betrug der Wert noch 700 µS/cm. Der pH-Wert betrug spülungsbedingt zu Versuchsbeginn 8.6 und sank rasch auf einen Wert von 7.4. Zu Versuchsende wurden noch 7.2 gemessen. Der Sauerstoffgehalt sank sehr rasch auf Werte unter 1% und stagnierte dort. Die Temperatur lag weitgehend konstant bei 15.9 °C.

Die Auswertung der Spätzeitdaten des Pumpversuchs führten zu einer Transmissivität von

$$T = 1.7 \cdot 10^{-5}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 1.4 \cdot 10^{-6}\ m^2/s \text{ bei } M = 12\ m)$$

4.7 Abschlusspumpversuch B1a



Nach dem Erreichen der Endtiefe und der Durchführung der hydraulischen Tests mittels Packerpumpversuch wurde die Bohrung erweitert, eine weitere Sperrohrtour eingezogen und die verbleibende Bohrstrecke im Muschelkalk als temporäre G5“-Grundwassermess-stelle ausgebaut.

Nach dem Abschluss dieser Umbauarbeiten wurde In dieser Grundwassermessstelle am 20.3.2015 eine Pumpe vom Typ SP2A27 in einer Tiefe von 134 m eingebaut. Ein unmit-telbar oberhalb der Pumpe platzierter Drucksensor erlaubte es, den Wasserspiegel im geplanten Pumpversuch so weit als möglich abzusenken und zu beobachten.

Nach einer kurzen Funktionskontrolle der Pumpe wurde der Pumpversuch am 20.3.2015 um 11:50 Uhr bei einem Ruhewasserspiegel von 85.05 m u. GOK mit einer Förderrate von 0.16 l/s gestartet.

In der Folge variierten Wasserstand und Förderrate in geringem Maße. Am 23.3 und 24.3.2015 wurde die Förderrate jeweils vorsichtig erhöht, um eine maximale Absenkung bzw. Anregung des Grundwasserleiters zu erreichen. Der tiefste erreichte Wasserspiegel betrug 133,2 m u. GOK entsprechend einer Absenkung von 48 m.

Die Vor-Ort-Parameter zeigten keine signifikanten Entwicklungen, die auf eine Änderung der hydraulischen Randbedingungen schließen ließen. Kleinere Sprünge beim pH-Wert

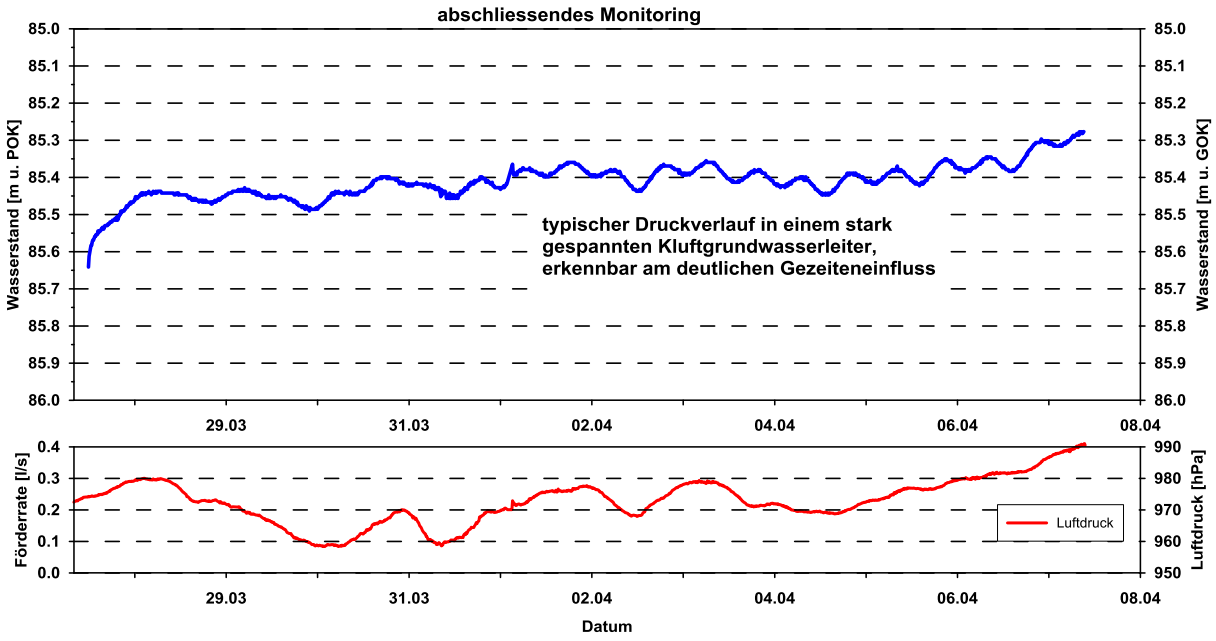
und der Leitfähigkeit sind apparativer Natur. Die nachfolgende Tabelle fasst die Entwicklung der Vor-Ort-Parameter zusammen, eine grafische Darstellung ist der Anlage zu entnehmen.

Pumpzeit [h]	Wasserspiegel [m u. GOK]	Förderrate [l/s]	Leitfähigkeit [µS/cm]	Temperatur [°C]	pH-Wert [-]	Sauerstoff [mg/l]	Redox [mV]
1	130,8	0,16	2680	15,9	7,41	1,02	-237,5
24	123,7	0,17	1014	16,7	7,21	0,12	-237,8
48	124,9	0,17	880	16,4	7,2	0,07	-241,9
72	125	0,17	823	16,5	7,22	0,14	-210,7
96	133,7	0,23	814	16,9	7,15	0,02	-315,1
120	131,9	0,23	792	16,9	7,15	0,02	-353,6
144	131,8	0,23	784	16,6	7,15	0,02	-370,4
168	131,7	0,23	771	16,7	7,13	0,02	-402,2

Die Auswertung der Spätzeitdaten des Pumpversuchs führten zu einer Transmissivität von

$$T = 4.5 \cdot 10^{-6}\ m^2/s\ (k_F\text{-Wert von } 7.5 \cdot 10^{-7}\ m^2/s \text{ bei } M = 6\ m)$$

Im Anschluss an den Pumpversuch wurde der Wasserspiegel in der provisorischen Messstelle noch weitere 11 Tage bis zum 7.April weiterbeobachtet. Die Entwicklung des Grundwasserspiegels zeigt einen Druckverlauf, wie er für starkgespannte Kluftgrundasserleiter wie den erschlossenen Oberen Muschelkalk typisch ist. Die nachfolgende Grafik zeigt die Wasserstandsentwicklung in diesem Zeitraum stark herausvergrößert.



Am 7.4 wurden die Aufzeichnungen des Wasserstandes beendet und die Versuchstechnik ausgebaut.

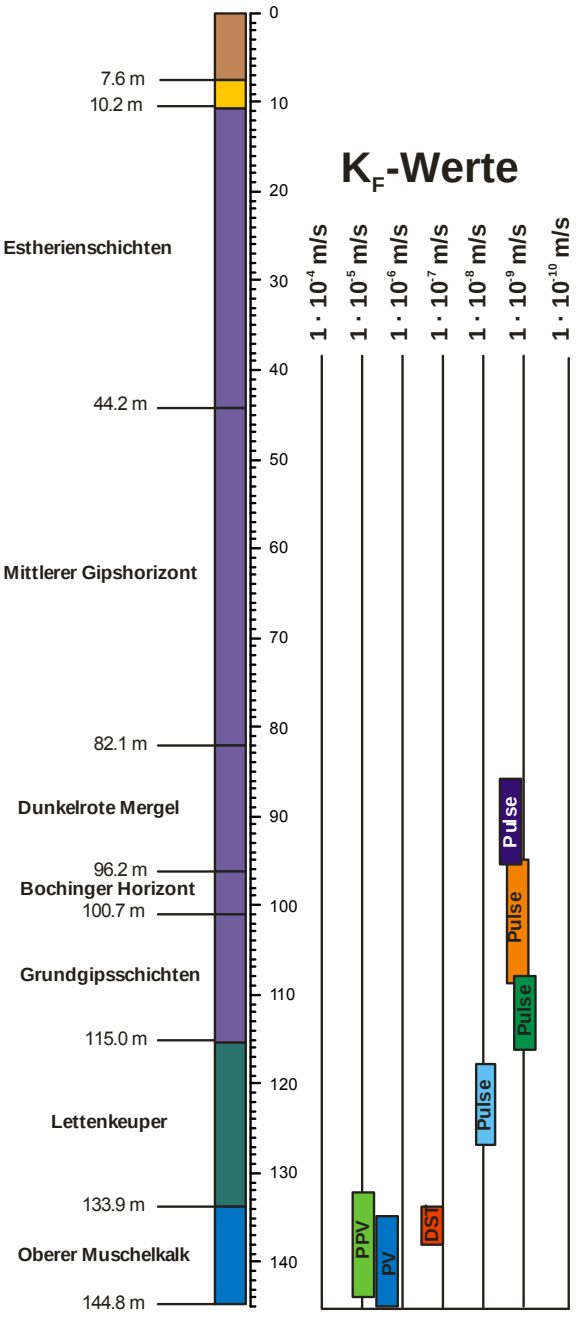
Insgesamt zeigte sich in den durchgeführten hydraulischen Versuchen eine deutliche Zonierung:

Gipskeuper: k_F-Werte um die $1 \cdot 10^{-9}$

Unterkeuper: k_F-Werte um die $1 \cdot 10^{-8}$

Ob. Muschelkalk: k_F-Werte um die $1 \cdot 10^{-7}$

In der nebenstehenden Grafik sind die Ergebnisse der verschiedenen hydraulischen Versuche noch einmal grafisch aufgetragen:



Herrenberg, den 19.10.2015

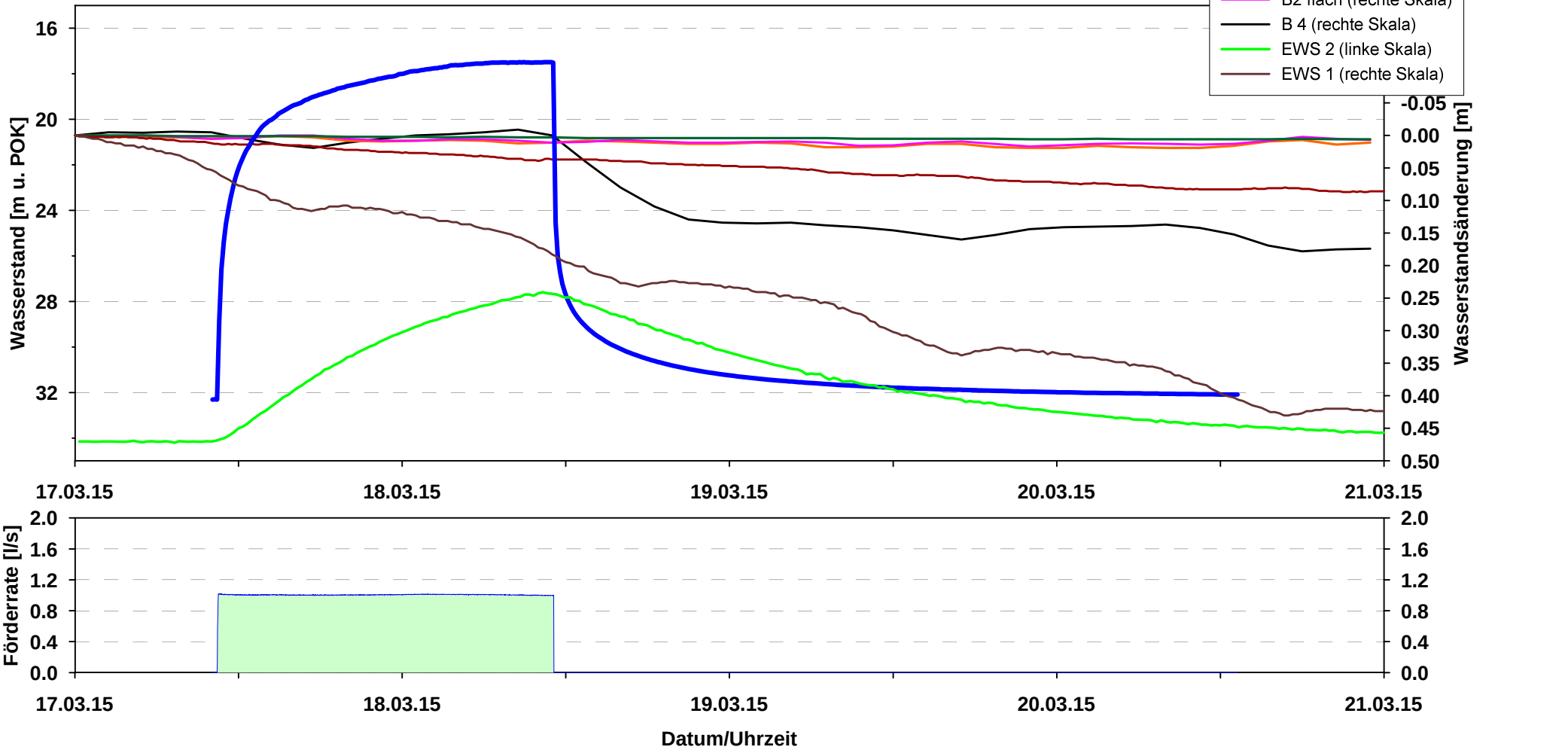
André Voutta (Dipl. Geologe)

Anlagen

Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	32.09
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1	Versuchstyp:	Injektionsversuch
Startdatum:	17.3.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	50 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Datenlogger
Ausbaudurchmesser:	DN 125	Packersitz:	ohne
Versuchsende:	20.3.2015	Filter:	45 - 50 m

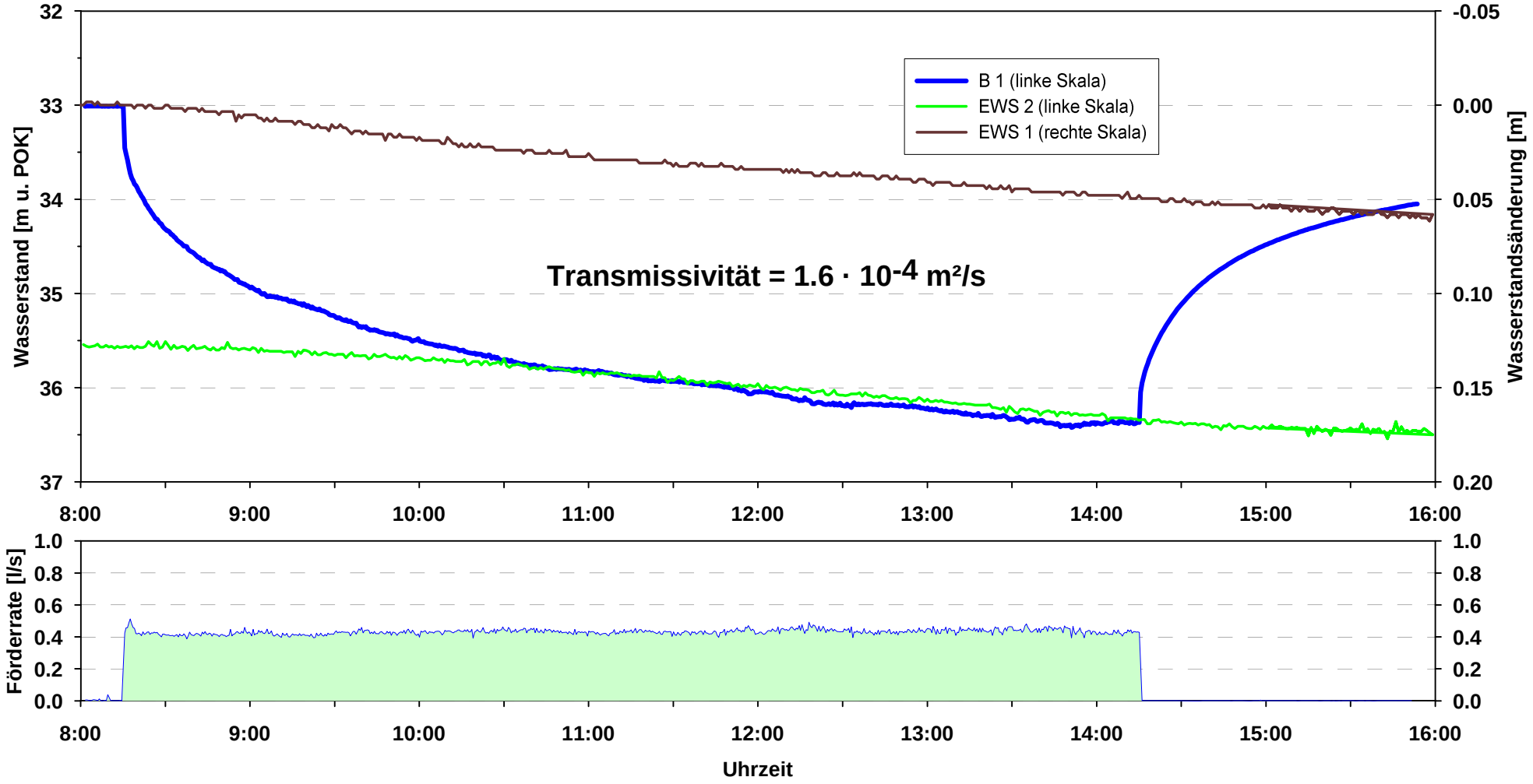
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Versuchsprotokoll Pumpversuch

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	33.01
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1	Versuchstyp:	Kurzpumpversuch
Startdatum:	10.7.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	50 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Datenlogger
Ausbaudurchmesser:	DN 125	Packersitz:	ohne
Versuchsende:	10.7.2015	Filter:	43 - 50 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

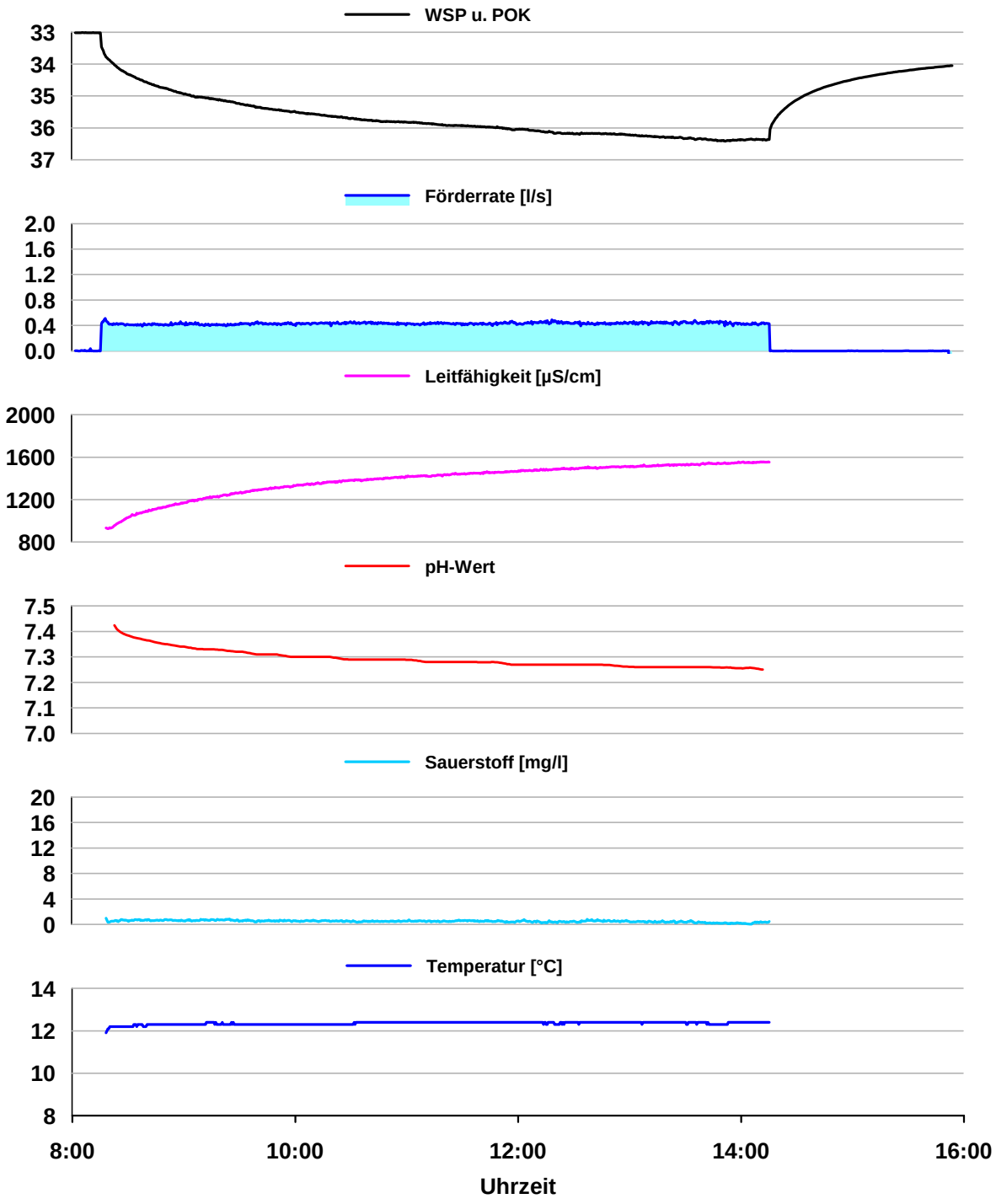


Pumpversuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen
Ort:	Böblingen
Messstelle:	Erkundungsbohrung B 1
Versuchstyp:	Kurzpumpversuch

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

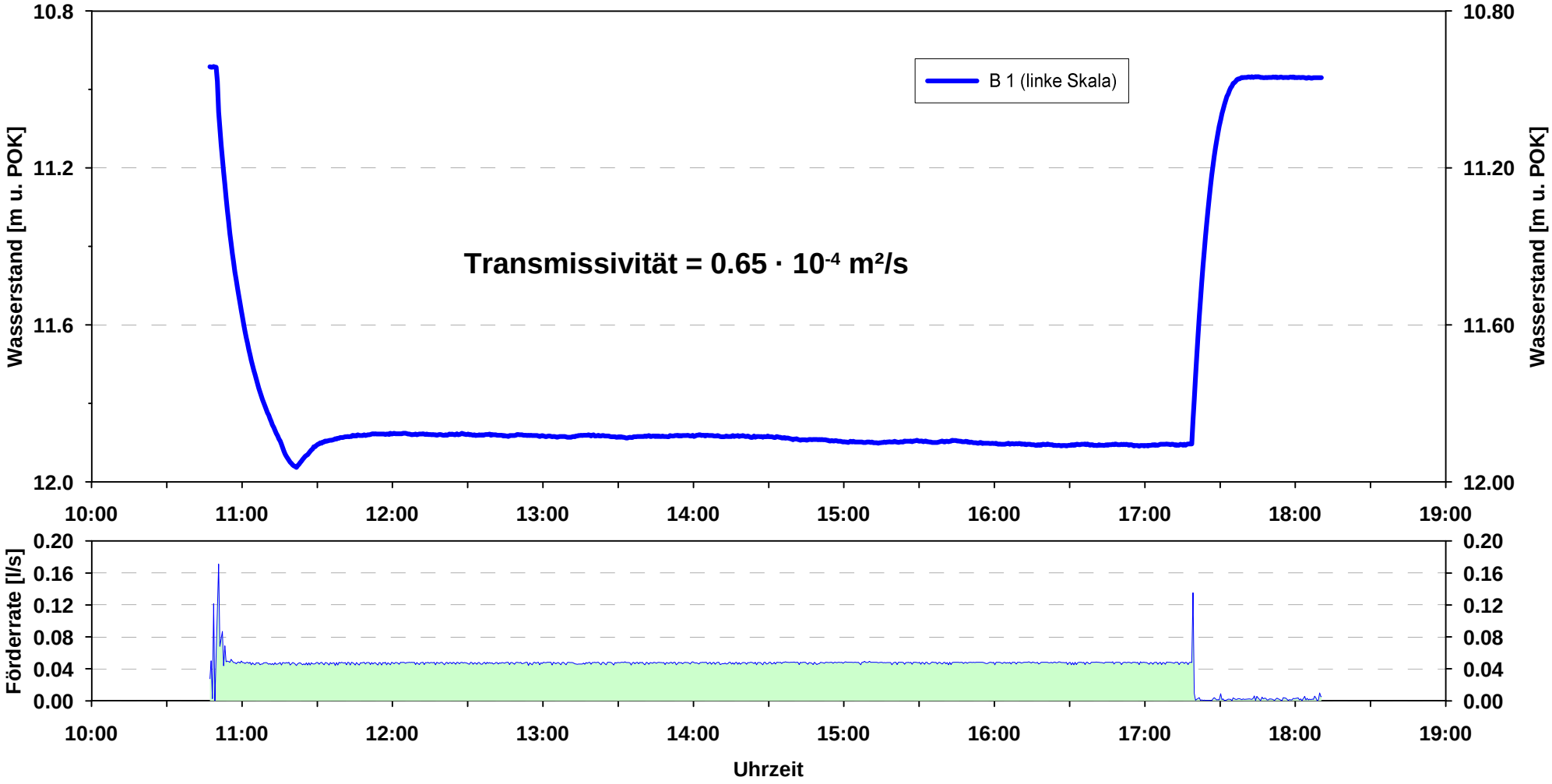
Start der Pumpmaßnahme:	10.7.2015
Durchführung:	Pailliart
Aufzeichnung:	Messrechner



Versuchsprotokoll Pumpversuch

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	10.94
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1b	Versuchstyp:	Kurzpumpversuch
Startdatum:	9.7.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	20 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Datenlogger
Ausbaudurchmesser:	DN 125	Packersitz:	ohne
Versuchsende:	10.7.2015	Filter:	9,0 - 13,2 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

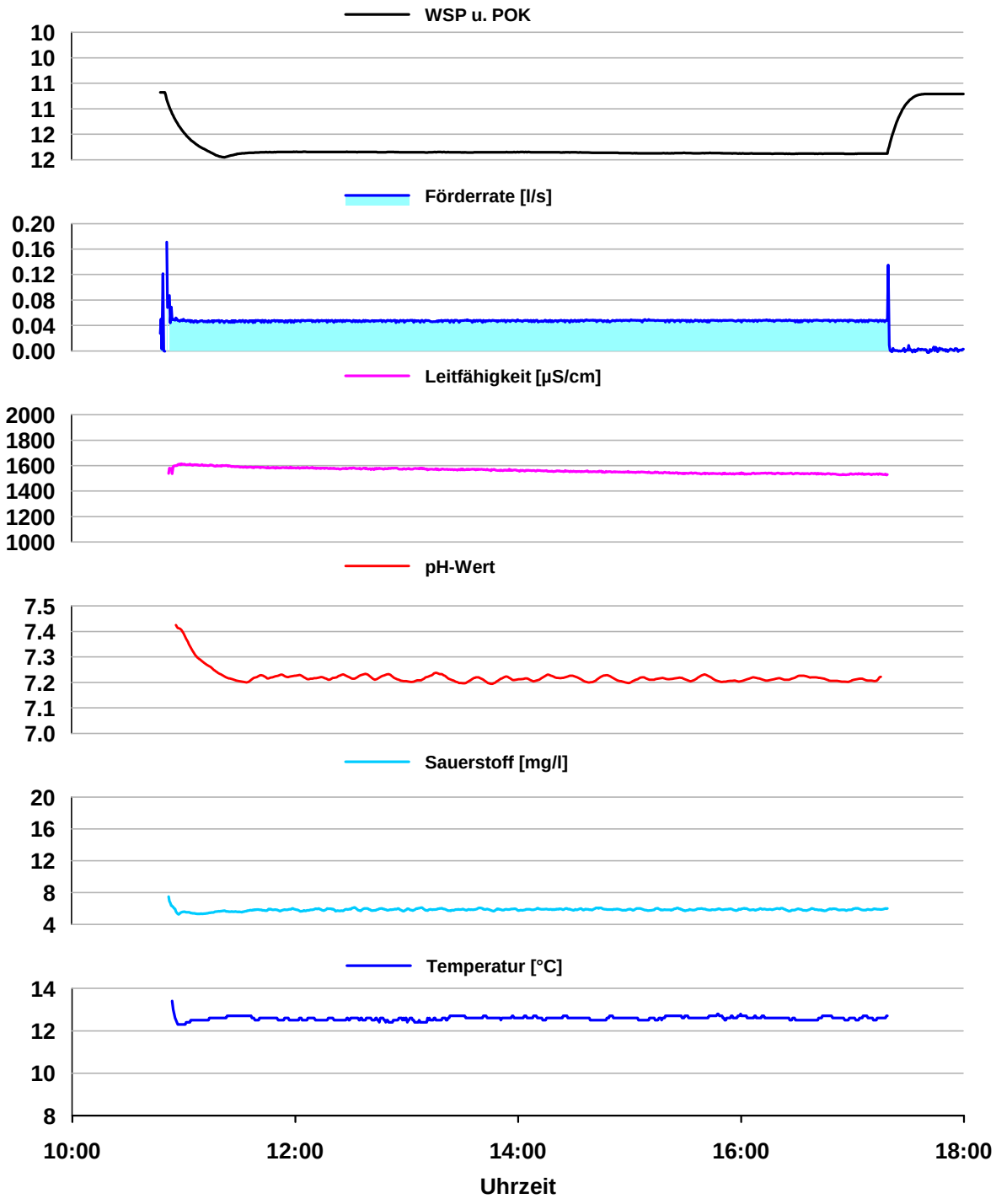


Pumpversuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen
Ort:	Böblingen
Messstelle:	Erkundungsbohrung B 1b
Versuchstyp:	Kurzpumpversuch

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

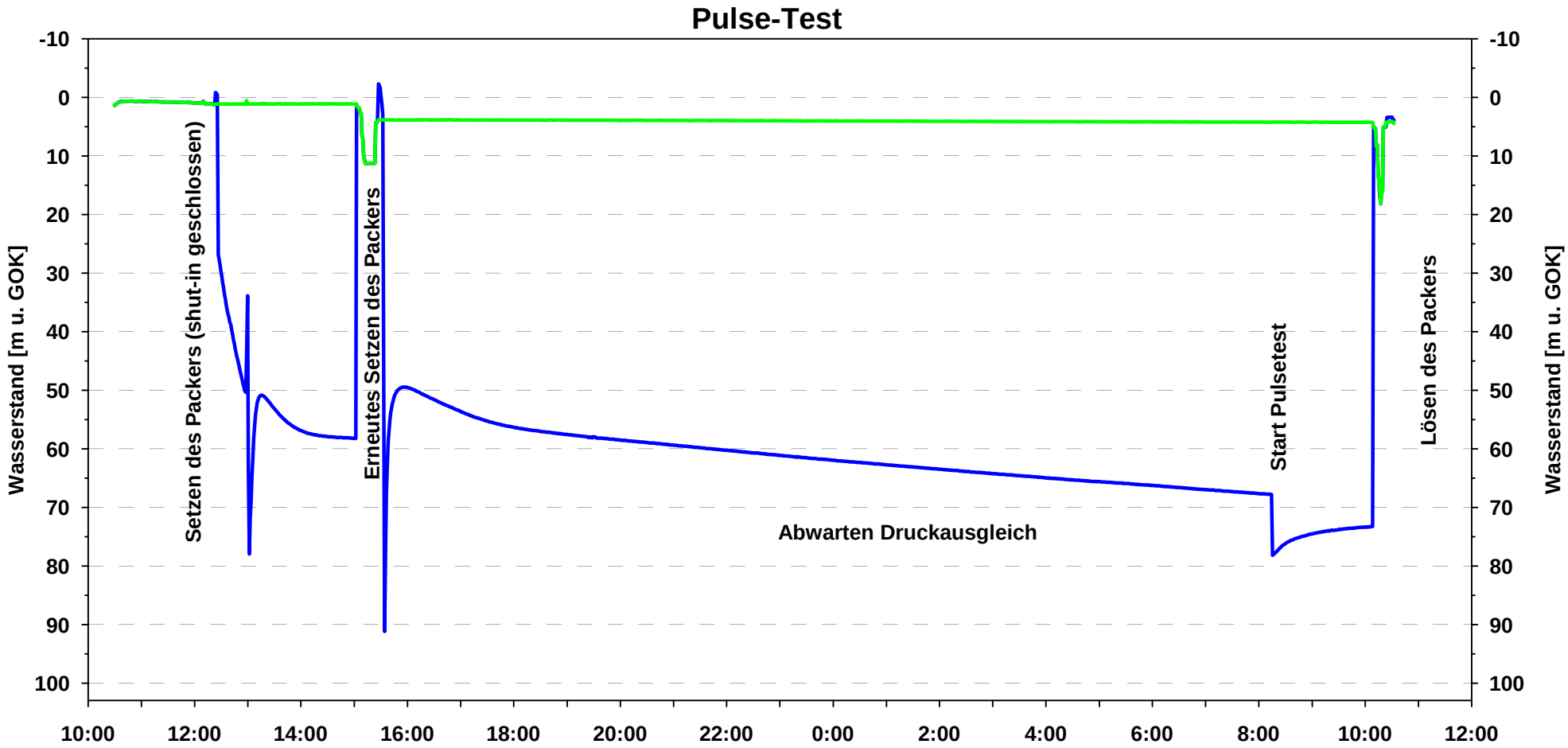
Start der Pumpmaßnahme:	9.7.2015
Durchführung:	Pailliart
Aufzeichnung:	Messrechner



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	Ruhedruck [m u. GOK]:	ca. 71 m
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Pulse-Test
Bohrtiefe:	105 m	Strangtyp:	Einpachpacker mit shut-in-Ventil
Bohrdurchmesser:	146 mm	Aufzeichnung:	Messrechner
Versuchsende:	21.1.2015, 7:54 Uhr	Packersitz:	94 - 95 m
		Testintervall:	95 - 105 m

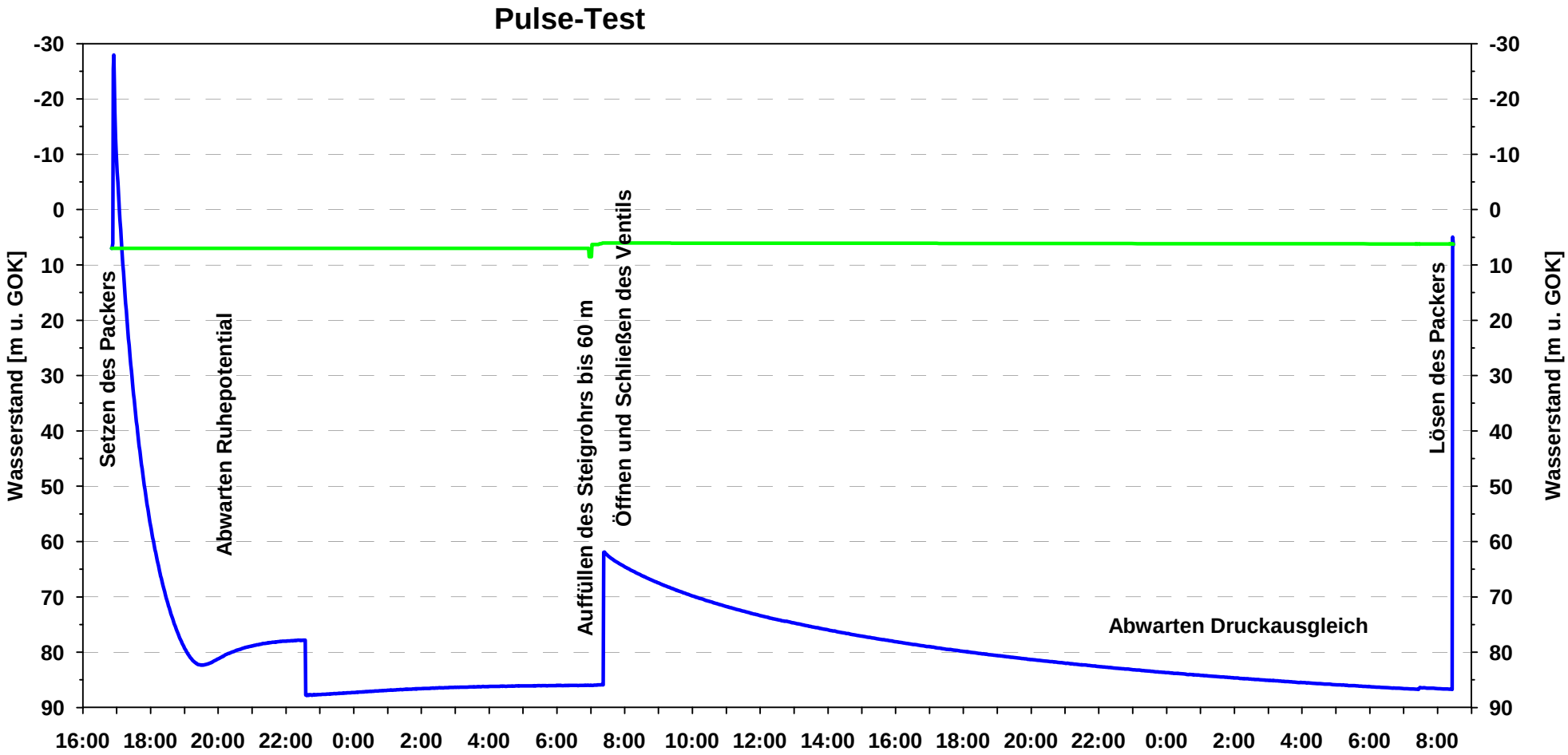
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	Ruhedruck [m u. GOK]:	ca. 87 m
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Pulse-Test
Bohrtiefe:	108 m	Strangtyp:	Einpachpacker mit shut-in-Ventil
Bohrdurchmesser:	146 mm	Aufzeichnung:	Messrechner
Letze Messung am:	23.1.2015, 8:28 Uhr	Packersitz:	84 - 85 m
		Testintervall:	85 - 108 m

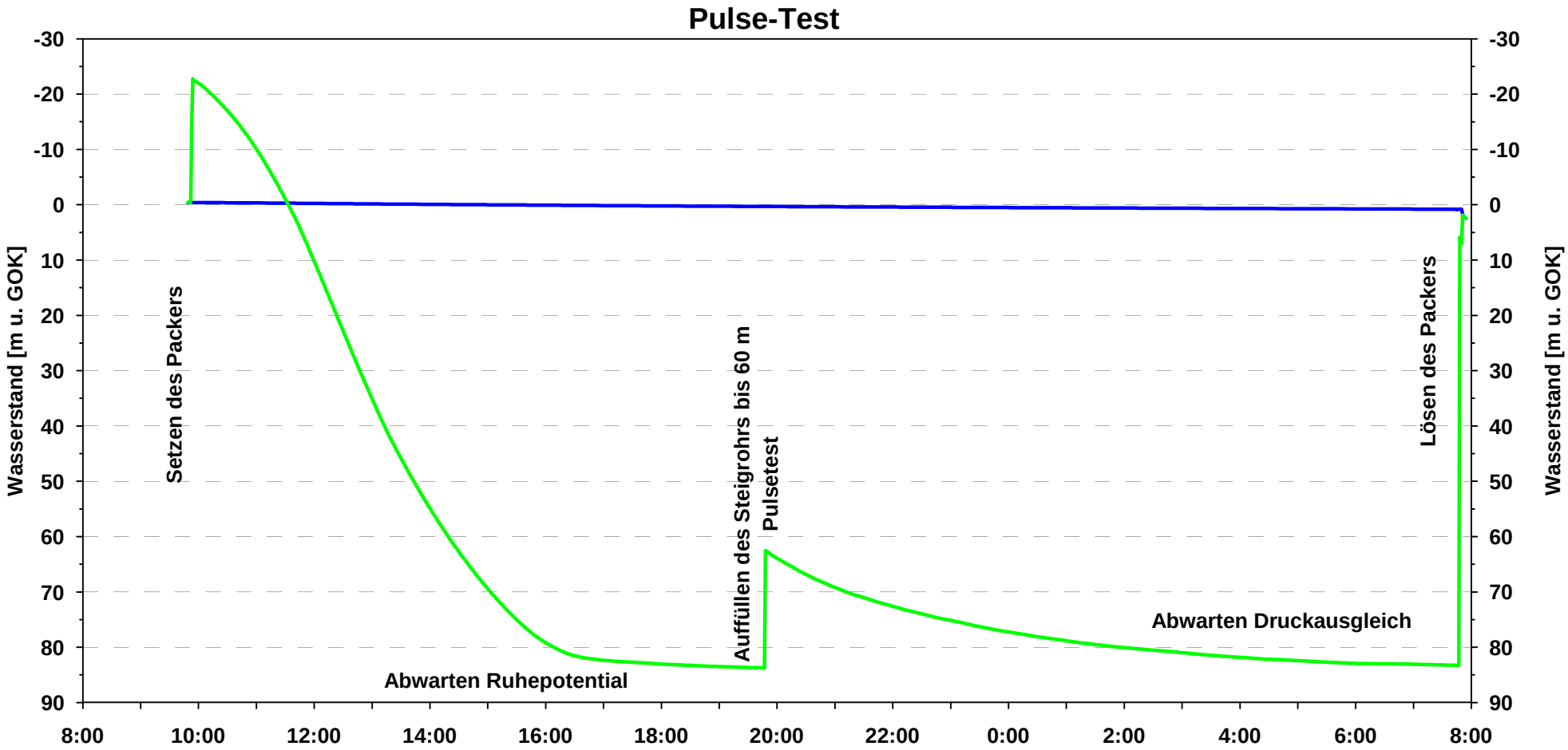
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	Ruhedruck [m u. GOK]:	ca. 84 m
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Pulse-Test
Bohrtiefe:	118 m	Strangtyp:	Einpachpacker mit shut-in-Ventil
Bohrdurchmesser:	146 mm	Aufzeichnung:	Messrechner
Versuchsende:	27.1.2015, 7:54 Uhr	Packersitz:	107 - 108 m
		Testintervall:	108 - 118 m

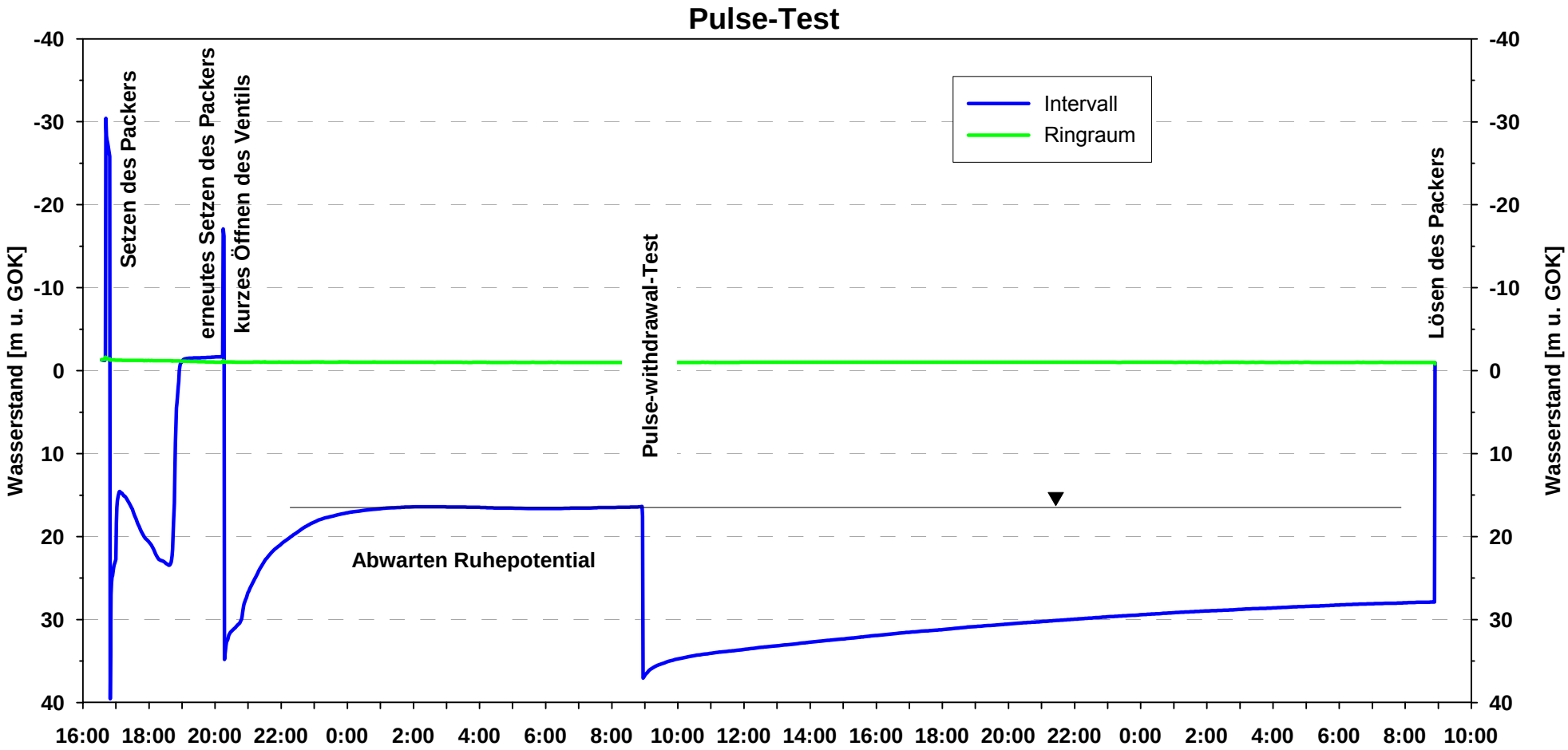
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	Ruhedruck [m u. GOK]:	16.61 m
Ort:	Böblingen	Aquifer:	ku
Bohrung:	B1a	Versuchstyp:	Pulse-Test
Bohrtiefe:	126 m	Strangtyp:	Einpachpacker mit shut-in-Ventil
Bohrdurchmesser:	146 mm	Aufzeichnung:	Messrechner
Versuchsdauer:	9.2. - 11.2.2015	Packersitz:	117 - 118 m
		Testintervall:	118 - 126 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

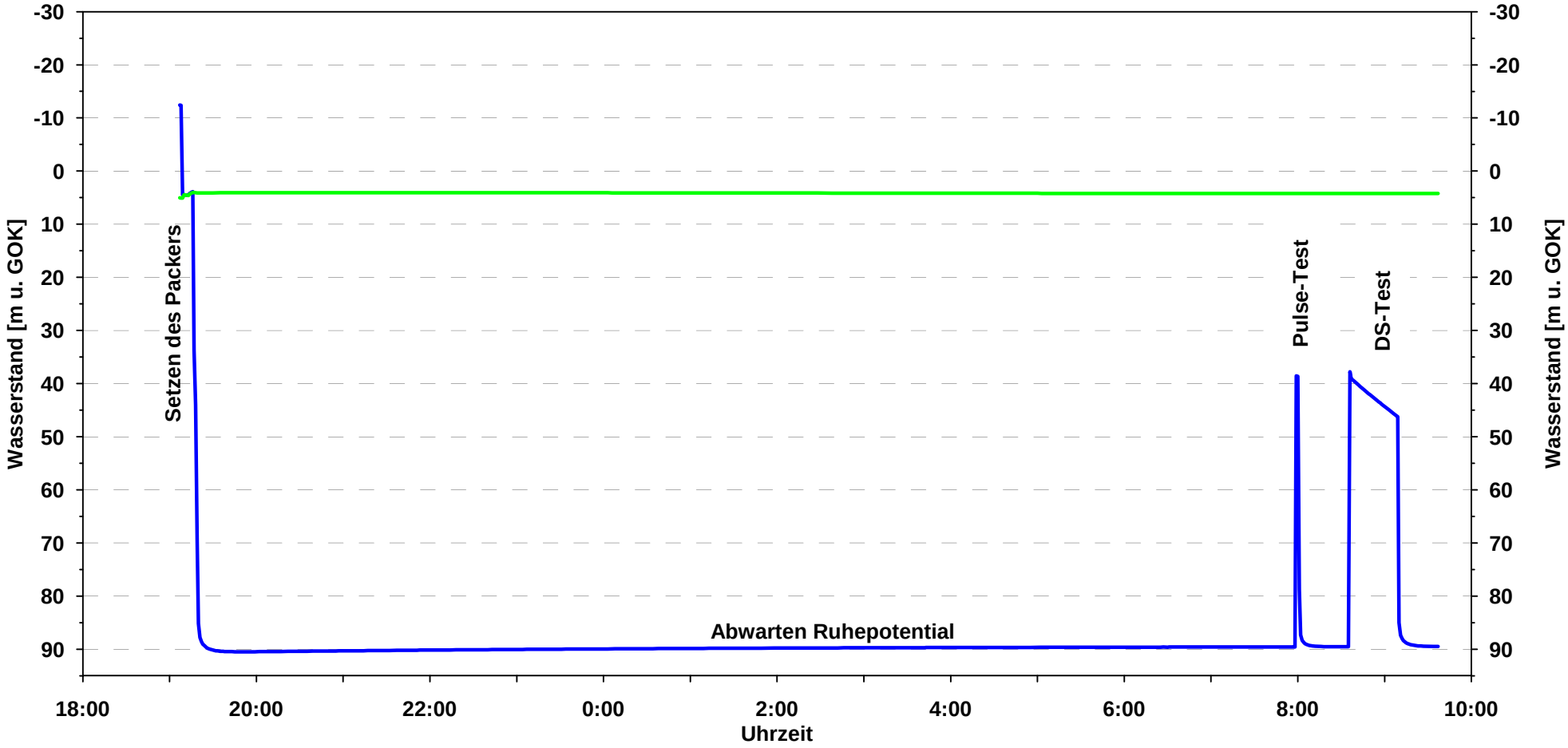


Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	Ruhedruck [m u. GOK]	89.6 m u. GOK
Ort:	Böblingen	Aquifer:	mo
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Pulse- und DST-Test
Bohrtiefe:	138 m	Strangtyp:	Einpachpacker mit shut-in-Ventil
Bohrdurchmesser:	146 mm	Aufzeichnung:	Messrechner
Versuchsende:	12.2.2015, 9:54 Uhr	Packersitz:	133 - 134 m
		Testintervall:	134 - 138 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

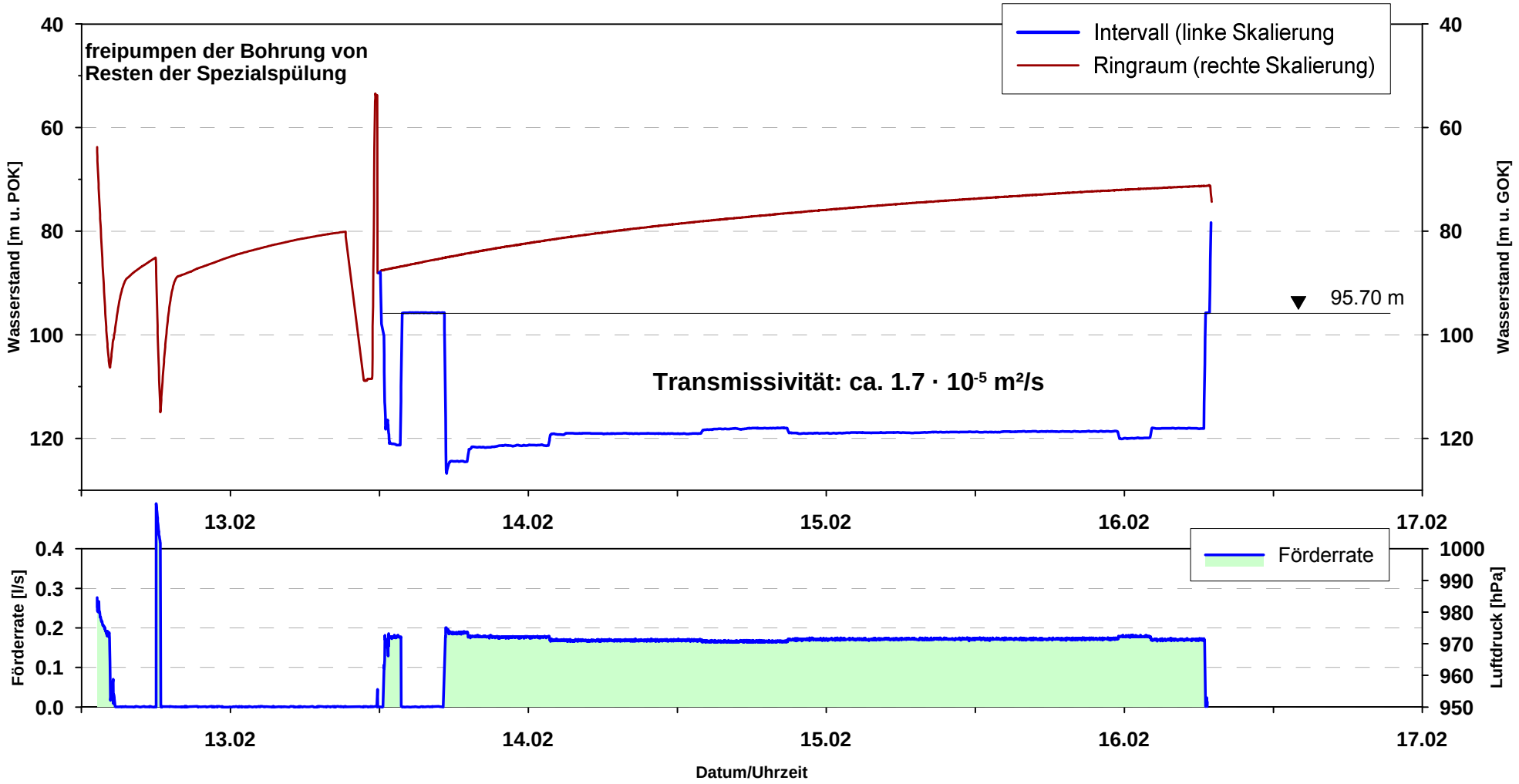
Pulse- und drill-stem-Test



VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	95.70
Ort:	Böblingen	Aquifer:	mo1
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Packerpumpversuch
Startdatum:	13.2.2015	Durchführung:	Voutta
Bohrtiefe:	144 m	Aufzeichnung:	Messrechner
Ausbaudurchmesser:	offene Bohrung	Packersitz:	125 - 126 m
Versuchsende:	16.02.2015	Filter:	offene Bohrung

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

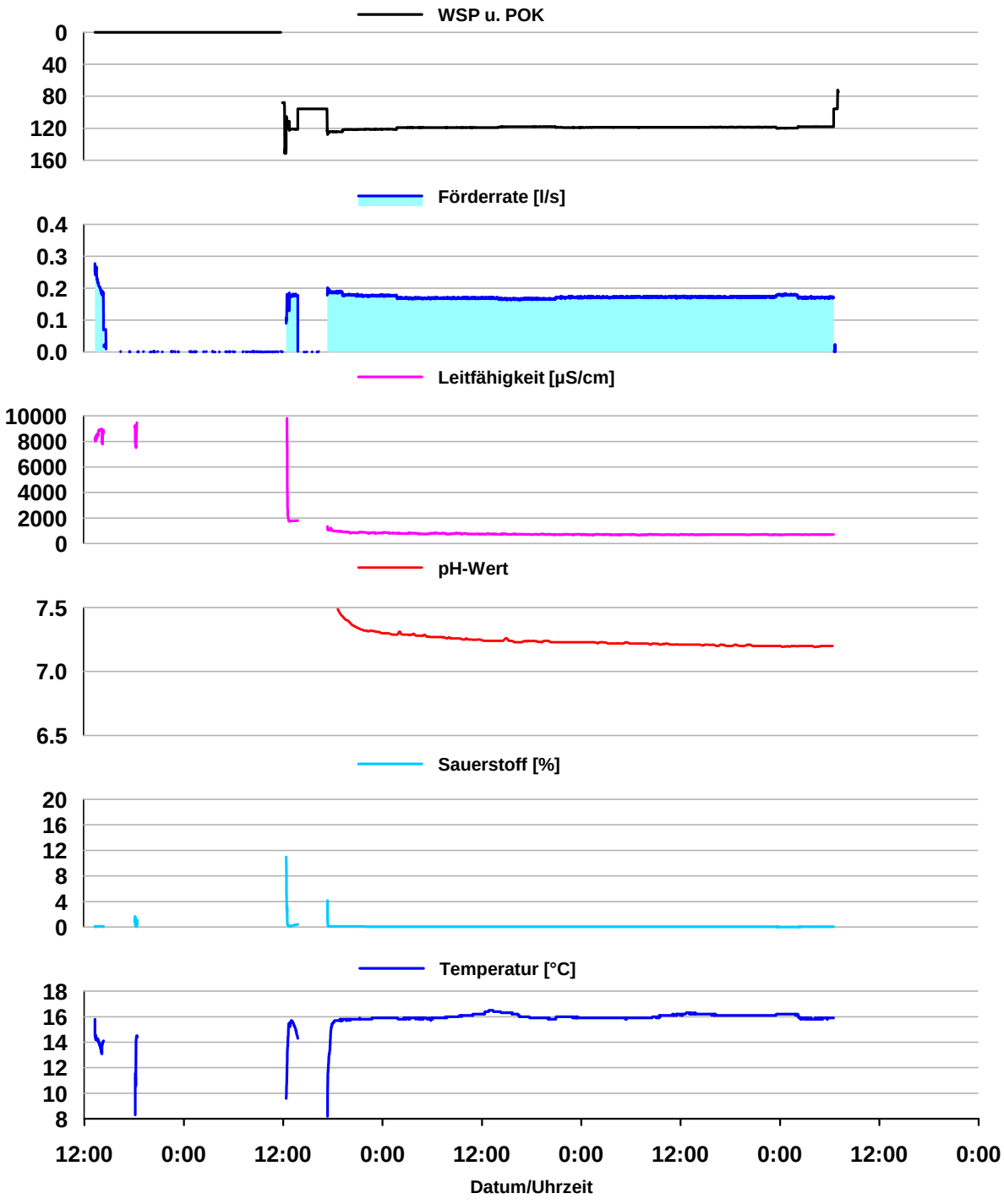


Pumpversuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen
Ort:	Böblingen
Messstelle:	Erkundungsbohrung B1a
Versuchstyp:	Kurzpumpversuch

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

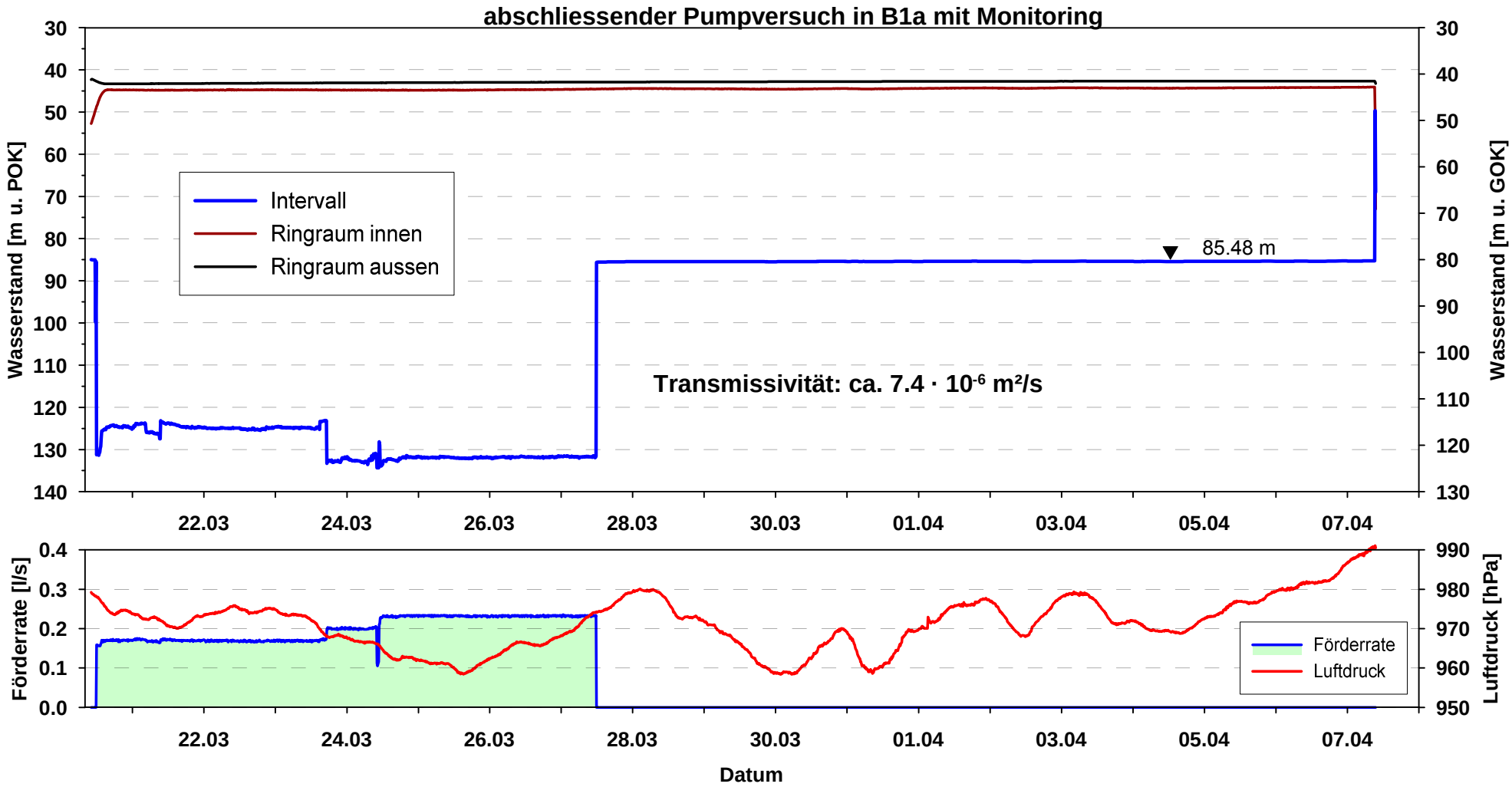
Start der Pumpmaßnahme:	13.-16.2.2015
Durchführung:	Burkhardt
Aufzeichnung:	Messrechner



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	85.48
Ort:	Böblingen	Aquifer:	mo1
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Packerpumpversuch
Startdatum:	20.3.2015	Durchführung:	Voutta
Bohrtiefe:	144 m	Aufzeichnung:	Messrechner
Bohrdurchmesser:	146 mm	Packersitz:	131 - 132 m
Versuchsende:	7.4.2015	Testintervall:	132 - 144 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

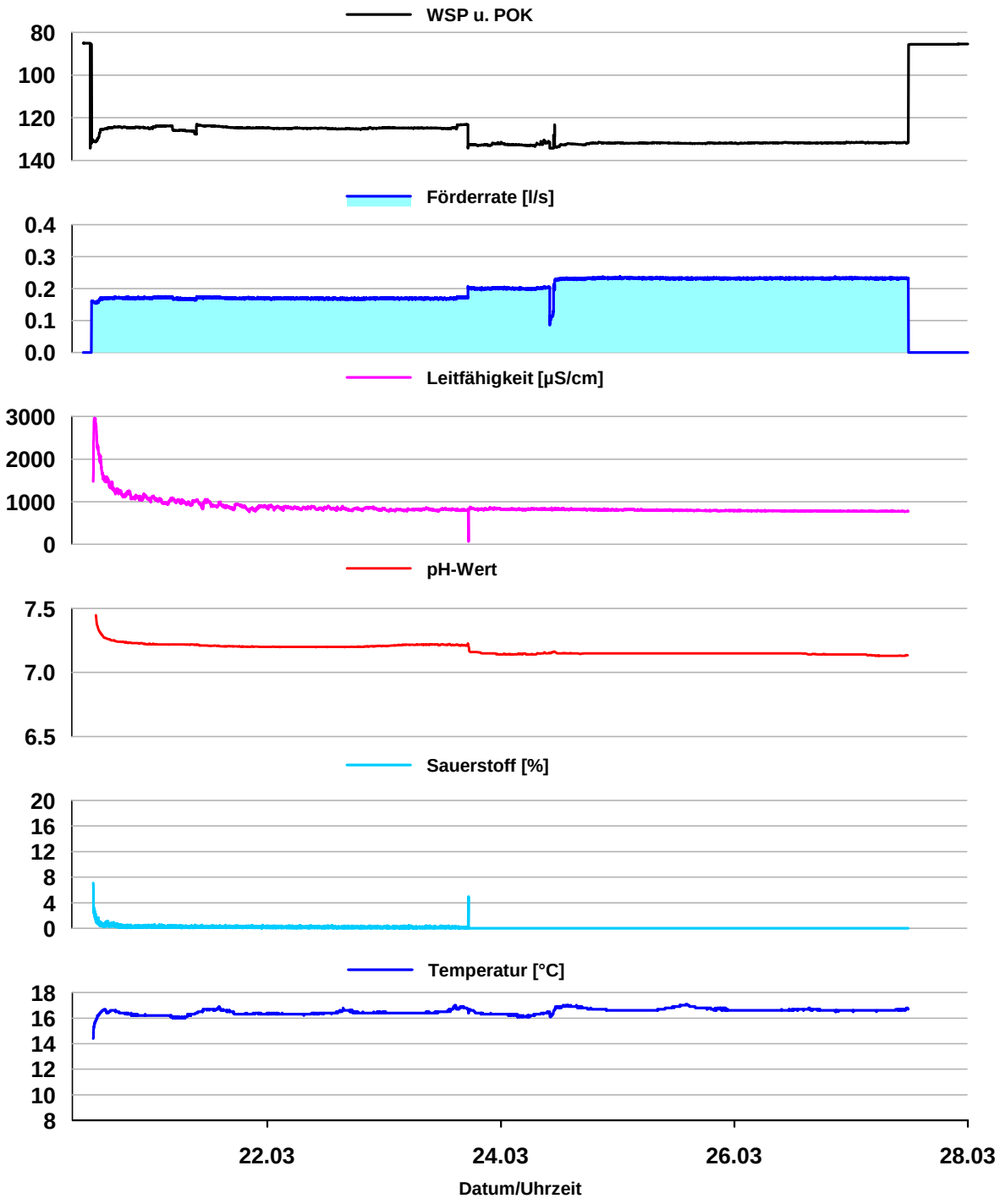


Pumpversuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen
Ort:	Böblingen
Messstelle:	Erkundungsbohrung B1a
Versuchstyp:	Pumpversuch

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

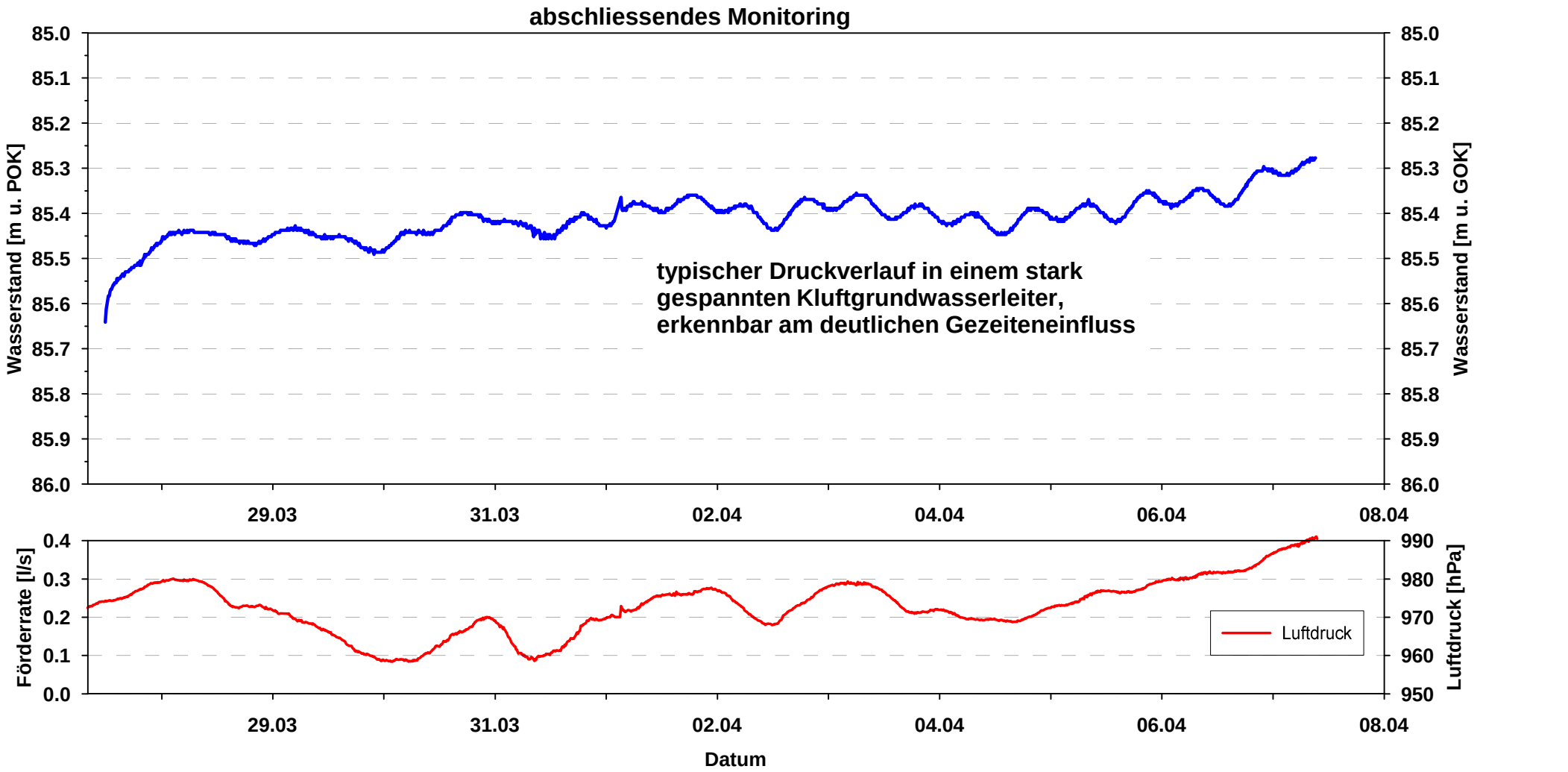
Start der Pumpmaßnahme:	20.- 27.3.2015
Durchführung:	Voutta/Burkhardt
Aufzeichnung:	Messrechner



Versuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	85.48
Ort:	Böblingen	Aquifer:	mo1
Bohrung:	B 1a	Versuchstyp:	Monitoring
Startdatum:	28.3.2015	Durchführung:	Voutta
Bohrtiefe:	144 m	Aufzeichnung:	Messrechner
Bohrdurchmesser:	146 mm	Packersitz:	131 - 132 m
Versuchsende:	7.4.2015	Testintervall:	132 - 144 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Tagesberichte Fa. Burkhardt

Bohrung B 1a

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 1 vom 13. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Neuweiler --> Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 18:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer wechseln	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	3,5											1,5	6,0					11,0
Graze, P.	3,5											1,5	6,0					11,0
Bux, A.	3,5											1,5	6,0					11,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

1; Gerät & Zubehör in Neuweiler verladen,
12; transport nach Böblingen
13; Bst eingerichtet, Gerät auf B1 aufgebaut

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 0,0 bis 12,2 m u.G.

Tagesbericht Nr. 2 vom 14. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: --m Wasserstand abends: 2,8m

Material

Baustelle: Neuweiler --> Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer wechseln	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	0,5			9,0	1,5													11,0
Graze, P.	0,5			9,0	1,5													11,0
Bux, A.	0,5			9,0	1,5													11,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

4; mit EK Ø178mm bis 3,5m, HV Ø178mm bis 3,5 gestellt, weiter gebohrt mit EK Ø140mm bis 8,4m, nachverrohrt bis 7,9m, Sk umgebaut auf 152mm & eingebaut, Wasserversorgung aufgebaut
5; mit SK bis 12,2m gebohrt & gespült

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 12,2 bis 38,8 m u.G.

Tagesbericht Nr. 3 vom 15. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:30 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: 6,58m Wasserstand abends: 1,59m

Material

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausheben	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11	12 An-, & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	0,5			3,5	4,5					2,5								11,0
Graze, P.	0,5			3,5	4,5					2,5								11,0
Bux, A.	0,5			3,5	4,5					2,5								11,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen
4; Wasserstand gelotet, weiter gebohrt bis 21,5m & gespült
10; U-Pumpe eingebaut auf 20m & Zwischenpumpversuch gefahren, Wiederanstieg gemessen, Pumpe ausgebaut
5, weiter gebohrt auf 38,8m & gespült

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 38,8 bis 51,4 m u.G.

Tagesbericht Nr. 4 vom 16. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 18:30 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: 7,29m Wasserstand abends: 10,12m

Material

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausheben	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11	12 An-, & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	0,5			5,0						2,0				1,0	1,5	1,5	0,5	12,0
																		0,0
Bux, A.	0,5			5,0						2,0				1,0	1,5	1,5	0,5	12,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen
4; Wasserstand gelotet, weiter gebohrt bis 51,4m & gespült,
10; fahrt nach Neuweiler, pneumatischen Packer & Zubehör geladen
14; 4 Gestänge ausgebaut auf 38,8m, Packer vorbereitet
15; U-pumpe auf 25m eingebaut & Wasserspiegel bis zum Pumpeneinlauf abgesenkt, U-Pumpe ausgebaut, Packer auf 39,2m eingebaut
16; Packer gespannt & Wasserstände gemessen
17; Packer ausegbaut, 4 Gestänge eingespült

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 51,4 bis 52,0 m u.G.

Tagesbericht Nr. 5 vom 20. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen — Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 18:00 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: 17,0m Wasserstand abends: 16,1m

Name	1 Neuweiler	2 Rüste	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden Mgl. Arbeitszeit
Frenzel, René	3,5	1,0	5,0		1,5													11,0
Graze, P.	3,5	1,0	5,0		1,5													11,0
Bux, A.	3,5	1,0	5,0		1,5													11,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Material

Erläuterungen
1; LKW & Bus in Neuweiler beladen
3; LKW abgeladen, Bst eingerichtet, 7qm Spülung angemischt, Sperrohre abgeladen
5; weiter gebohrt bis 52,0m (Spülungsverluste), Bst aufgeräumt

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 52,0 bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 6 vom 21. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen — Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:30 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: 26,1m Wasserstand abends: m

Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Frenzel, René		0,5		10,5														11,0
Graze, P.		0,5		10,5														11,0
Bux, A.		0,5		10,5														11,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Material

Erläuterungen
4; Wasserstand gelotet, SK ausgebaut, HV gezogen & Krone gewechselt, Nachverrohrt bis 50,5m

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 52,0 bis 60,4 m u.G.

Tagesbericht Nr. 7 vom 22. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 18:00 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René	0,5	1,0		3,5	7,0													12,0
Graze, P.	0,5	1,0		3,5	7,0													12,0
Bux, A.	0,5	1,0		3,5	7,0													12,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: 15,0 m

Material

4; Nachverrohrt bis 51,5m, SK eingespült
5; weiter gebohrt bis 60,4m

Erläuterungen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 60,4 bis 65,1 m u.G.

Tagesbericht Nr. 8 vom 23. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:30 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René		0,5			9,5													10,0
Graze, P.		0,5			9,5													10,0
Bux, A.		0,5			9,5													10,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Wasserstand morgends: 15,4m Wasserstand abends: m

Material

5; Wasserstand gelotet, Spülungsumlauf aufgebaut, weiter gebohrt bis 65,1m,
Spülkopfdichtung 2x gewechselt

Erläuterungen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 65,1 bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 9 vom 24. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: m

Material

3; Spülkopf gewechselt, getestet & mit Spannkopf abgebaut & auf LKW verladen

Erläuterungen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden lägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	0,5	1,0	9,5															11,0
Graze, P.	0,5	1,0	9,5															11,0
Bux, A.	0,5	1,0	9,5															11,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 65,1 bis 72,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 10 vom 27. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: m

Material

3, Spannkopf & Spülkopf montiert, SK eingespült
5; weiter gebohrt bis 72,5m & gespült
6; SK ausgebaut
10; Packer auf 54,0m eingebaut
14; Packer aufgeblasen & Wasserstände gemessen

Erläuterungen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 18:30 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden lägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		1,0	4,5		4,5	1,5				0,5				0,5				12,5
Graze, P.		1,0	4,5		4,5	1,5				0,5				0,5				12,5
Bux, A.		1,0	4,5		4,5	1,5				0,5				0,5				12,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis 72,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 11 vom 28. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:00 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: m

Name	1 Neuweiler	2 Rüste	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau ziehen	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11	12 Ab- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René		0,5	1,0							1,0				2,0	4,0	1,0		8,5
Graze, P.		0,5	1,0							1,0				2,0	4,0	1,0		8,5
Bux, A.		0,5	1,0							1,0				2,0	4,0	1,0		8,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Material

Erläuterungen

3; Wasserstand gelotet, Packer ausgebaut
10; Geophysik Firma Vouta 51,0-72,5m
14; Geophysik Firma terratec 51,0-72,5m
15; 2" Rohre eingebaut bis 72,5m, Spülungsaustausch vorgenommen, 2" Rohre ausgebaut, Packer auf 54,0m eingebaut, Packer aufgeblasen & wasserstand gemessen von 12:00-13:00 Uhr, Packer ausgebaut, Mikrofit300 geschüttet bis 53,1m, HV gezogen bis 10,0m
16; Geophysik Firma terratec 53,0-0,0m

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 12 vom 29. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:30 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: m

Name	1 Neuweiler	2 Rüste	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau ziehen	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11	12 Ab- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René		0,5	1,0					4,0		5,5								11,0
Graze, P.		0,5	1,0					4,0		5,5								11,0
Bux, A.		0,5	1,0					4,0		5,5								11,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Material

Erläuterungen

3; Geophysik Firma Vouta 53,0-0,0m
8; HV gezogen, Spannkopf ab-. & Spülkopf montiert, Abfangschelle 700mm montiert, Schnecke eingebaut
10; gebohrt bis 6,0m, Schnecke ausgebaut, LKW & Anhänger abgeladen, Spülung teils umgepumpt

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 13 vom 30. Oktober 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 700mm Bohrwerkzeug Schnecke

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen | Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: m

Material

Erläuterungen:
3; 700mm Abfangschelle ausgebaut, Übergang Schnecke abgebaut, Gestänge-
rutsche ausgerichtet, Spülkopf montiert, 20qm Spülung angemischt, Rollenmeisel
mit Schwerstangen eingebaut, Kompressor gestellt, LKW abgeladen, Standrohr
610mm bis 6,2m eingebaut

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von 0,5h Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Rüste	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden - tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5	10,5															11,0
Graze, P.		0,5	10,5															11,0
Bux, A.		0,5	10,5															11,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 6,2 bis 24,0 m u.G.

Tagesbericht Nr. 14 vom 3. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 600mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen | Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: m

Material

Erläuterungen:
3; Austragschläuch angeschlossen, Schwerstange nachgesetzt
5; gebohrt bis 24,0m & gespült, Gestänge abgeladen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Rüste	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden - tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	0,5	0,5	3,5		6,0													10,5
Graze, P.	0,5	0,5	3,5		6,0													10,5
Bux, A.	0,5	0,5	3,5		6,0													10,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 24,0 bis 49,0 m u.G.

Tagesbericht Nr. 15 vom 4. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 600mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: m

Material

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von ___ Uhr bis ___ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ___ Uhr bis ___ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Räte	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden lägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5	1,5		7,5					1,0								10,5
Graze, P.		0,5	1,5		7,5					1,0								10,5
Bux, A.		0,5	1,5		7,5					1,0								10,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

3; 1,5h Kernkisten ausgelegt
5; Einlauftopf aufgebaut, weiter gebohrt bis 49,0m & gespült, 1 Stange hoch gezogen, Bohrgutmulden getauscht
10; Kernkisten von 0-56m in Container geräumt

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 49,0 bis 51,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 16 vom 5. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 600mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: m

Material

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von ___ Uhr bis ___ Uhr
Ende: 19:30 Uhr von ___ Uhr bis ___ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Räte	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden lägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5	2,0		4,0					6,5								13,0
Graze, P.		0,5	2,0		4,0					6,5								13,0
Bux, A.		0,5	2,0		4,0					6,5								13,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

3; Gestänge eingespült & weiter gebohrt auf 51,5m & gespült & Spülung ausgetauscht
5; Rollenmeisel ausgebaut, Abgelotet bis 51,5m
10; Abfangschelle gestellt, 2x Stahlrohre aufgeladen & auf Bst abgeladen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis 51,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 17 vom 6. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 600mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: m

Material

Erläuterungen: 7; Rohre Ø476mm eingebaut auf 51,8m, 6m Mikolitt300 geschüttet

Baustelle: Böblingen — Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 20:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	3,5	1,0					9,5											14,0
Graze, P.	3,5	1,0					9,5											14,0
Bux, A.	3,5	1,0					9,5											14,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis 51,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 18 vom 7. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 600mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: m

Material

Erläuterungen: 7; 4Paletten Mikolitt300 geschütte bis 23,8m, 476mm Rohr abgetrennt, LKW beladen & Kompressor raus rangiert, Spülkopf abgebaut, Spannkopf montiert,
10; Probekisten von 56-72m in Container geräumt

Baustelle: Böblingen — Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 14:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5					6,5			0,5								7,5
Graze, P.		0,5					6,5			0,5								7,5
Bux, A.		0,5					6,5			0,5								7,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 19

vom 10. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø Bohrwerkzeug

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: m

Material

Erläuterungen

3; Lufthebespülkopf abgebaut, Spannbacken gewechselt, Kolbenpumpe repariert, SK eingebaut & Spülkopf montiert, SK eingespült bis 53,4m, HV178mm über SK geschoben & auf 51,8m eingebaut, 24Sack Mikolit geschüttet, Auslauf aufgeschraubt

10; Bentonit-Spülung umgepumpt, Stopfen gewechselt

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11	12 Arr. & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5	7,5							1,5								9,5
Graze, P.		0,5	7,5							1,5								9,5
Bux, A.		0,5	7,5							1,5								9,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 20

vom 11. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø Bohrwerkzeug

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Wasserstand morgends: m Wasserstand abends: m

Material

Erläuterungen

3; Andruckregler getauscht, Siebe getauscht, Bentonit-Spülung abgesaugt & Wanne gereinigt, Inhibierte Spülung umgepumpt & 2qm neu angemacht,

1h Kernkisten verladen (30-56m auf Anhänger, 56-72m in Bus)

5; mit SK Tonsperre vom 28.10.14 durchbohrt bis 64,0m

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11	12 Arr. & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		1,0	1,0	4,5	4,5													11,0
Graze, P.		1,0	1,0	4,5	4,5													11,0
Bux, A.		1,0	1,0	4,5	4,5													11,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 72,4 bis 75,4 m u.G.

Tagesbericht Nr. 21 vom 12. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152 Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:30 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden	18 Mgl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5	3,0	4,0	3,5													11,0	
Graze, P.		0,5	3,0	4,0	3,5													11,0	
Bux, A.		0,5	3,0	4,0	3,5													11,0	
																		0,0	
																		0,0	
																		0,0	

Erläuterungen

3; Wasserstand gelotet (Spülverlust), SK bis in HV ausgebaut, Spannbacken gewechselt, 5qm Spülung angemischt, HV178mm nachverrohrt bis 54,8m, SK eingespült
4; Tonsperre von 28.10.14 bis 72,4m durchbohrt
5; weiter gebohrt bis 75,4m & gespült

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 75,4 bis 82,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 22 vom 13. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152 Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:30 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden	18 Mgl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5			10,5													11,0	
Graze, P.		0,5			10,5													11,0	
Bux, A.		0,5			10,5													11,0	
																		0,0	
																		0,0	
																		0,0	

Erläuterungen

5; Wasserstand gelotet, 5qm Spülung angemischt, weiter gebohrt bis 82,5m & gespült

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHA
Geo- und Bohr

Tagesleistung von 82,5 bis 84,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 23 vom 14. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152 Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / m u.G.

Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: B1

Böblingen

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:30 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verstehen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René	0,5	1,0	3,5			1,5				4,0								10,5
Graze, P.	0,5	1,0	3,5			1,5				4,0								10,5
Bux, A.	0,5	1,0	3,5			1,5				4,0								10,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

3; Wasserstand gelotet, 10qm Spülung angemischt, weiter gebohrt auf 84,5m & gespült, Spannzylinder montiert

6; SK ausgebaut auf 54,7m

10; Packer auf 56m eingebaut & gespannt (umläufig), Packer auf 55,5m gezogen & gespannt (umläufig), Packer auf 57,0m eingebaut & gespannt (umläufig), Packer auf 58m eingebaut & gespannt (umläufig), Packer auf 59m eingebaut & gespannt (umläufig), Packer auf 60m eingebaut & gespannt, Ringraum & im Packer Wasserstand gefüllt

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT

Tagesleistung von bis 84,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 24 vom 17. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152 Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel m u.G.

Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Bohrung Nr. B1

Böblingen

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 18:30 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verstehen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René	0,5	1,0	2,5		6,5													10,5
Gerweck, W.	0,5	1,0	2,5		6,5													10,5
	0,5	1,0	2,5		6,5													10,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

3; Wasserstände gelotet, Packer ausgebaut

5; SK eingespült auf 84,5m, SK bei 56,4m gerissen, SK ausgebaut & Spitzfänger eingebaut, SK gefangen, HV gezogen (da SK an Krone ansteht), Spitzfänger ausgebaut (2,5m Rohr am Spitzfänger)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von — bis 84,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 25 vom 18. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152 Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Erläuterungen: 3; Fangbirne eingebaut bis 62m, Kies geschüttet, 5qm Spülung angemischt, versucht SK zu bergen

Baustelle: Böblingen — Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 18:30 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Rüste	3 Vorbereitung	4 Vorrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	3,5	1,0	7,5															12,0
Gerweck, W.	3,5	1,0	7,5															12,0
Herrmann, C.	3,5	1,0	7,5															12,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von — bis 84,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 26 vom 19. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152 Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel / / m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Erläuterungen: 3; Bus + Anhänger abgeladen, 10qm Spülung angemischt, Abgelotet bis 54m, Rollenmeisel Ø114mm eingebaut auf 53,5m
5; mit Rollenmeisel auf 71m gebohrt & gespült,
10; Geophysik Vouta
14; fahrt nach Neuweiler, Bus beladen

Baustelle: Böblingen — Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von 0,5h Uhr bis Uhr
Ende: 18:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Rüste	3 Vorbereitung	4 Vorrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	1,0	1,0	3,0		3,0					2,0				1,5				11,5
Gerweck, W.	1,0	1,0	3,0		3,0					2,0								10,0
Herrmann, C.	1,0	1,0	3,0		3,0					2,0								10,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ... bis ... m u.G.

Tagesbericht Nr. 27 vom 20. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152 Bohrwerkzeug SK

Wasserspiegel ... / ... / ... m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von ... Uhr bis ... Uhr
Ende: 16:30 Uhr von ... Uhr bis ... Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5	3,0						5,0				1,5					10,0
Graze, P.		0,5	3,0						5,0				1,5					10,0
Herrmann, C.		0,5	3,0						5,0				1,5					10,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

3; LKW abgeladen, HV 244mm eingebaut auf 51,8m, Rollenmeisel 114mm ausgebaut, abgelotet auf 69,5m

10; Geophysik terratec

14; HV 244mm eingespült bis 56,2m

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ... bis ... m u.G.

Tagesbericht Nr. 28 vom 21. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø ... Bohrwerkzeug ...

Wasserspiegel ... / ... / ... m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von ... Uhr bis ... Uhr
Ende: 16:00 Uhr von ... Uhr bis ... Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5			9,0													9,5
Graze, P.		0,5			9,0													9,5
Herrmann, C.		0,5			9,0													9,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

5; 10qm Spülung angemischt, HV 244mm mit Überbohrkrone bis 63,4m eingespült, Rollenmeisel eingespült auf 63m, Rollenmeisel 6m hoch gezogen, Bst aufgeräumt

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 29 vom 22. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen — Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 09:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5	2,5															3,0
Graze, P.		0,5	2,5															3,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

3; Rollenmeisel ausgebaut & gereinigt, Rollenmeisel eingebaut & Bohrloch klar gespült, Rollenmeisel ausgebaut

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 30 vom 24. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen — Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 19:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5	1,0		2,5	2,0	1,5	1,0	4,0									12,5
Graze, P.		0,5	1,0		2,5	2,0	1,5	1,0	4,0									12,5
Bux, A.		0,5	1,0		2,5	2,0	1,5	1,0	4,0									12,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

3; Noriprohre eingebaut auf 64m
5; Geophysik Vouta (Kamerabefahrung)
6; Noriprohre ausgebaut, 6m HV 244mm gezogen, Noriprohre auf 61m eingebaut
7; Geophysik (Kamerabefahrung)
8; Noriprohre ausgebaut, 6m HV244mm ausgebaut, Noriprohre eingebaut
9; Geophysik (Kamerabefahrung), versucht mit HV244mm über SK zu kommen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 56) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 31 vom 25. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen — Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 16:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5	0,5	5,0	4,5													10,5
Graze, P.		0,5	0,5	5,0	4,5													10,5
Bux, A.		0,5	0,5	5,0	4,5													10,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen
3; Spülkopf abgebaut
4; Kamera durch KDK eingebaut, 244mm HV über 140mm SK gefädelt bei 46,4m,
10qm Spülung mit Bentonit angemischt
5; HV244mm eingebaut auf 52,0m & SK überbohrt bis 65,5m

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 56) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 32 vom 26. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen — Bohrung Nr. B1

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 19:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	0,5	1,0	2,5	9,5														13,5
Graze, P.	0,5	1,0	2,5	9,5														13,5
Bux, A.	0,5	1,0	2,5	9,5														13,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen
3; 5qm Spülung angemischt mit Bentonit, B2A mit Herrn Branscheid festgelegt
4; Sk weiter überbohrt mit HV244mm bis 72,1m & gespült, 10qm Spülung mit
Bentonit angemischt, Spitzfänger eingebaut & versucht SK zu bergen,
Spitzfanger ausgebaut (SK runter gerutsch auf 58,6m)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 33 vom 27. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Erläuterungen: 10; Spitzfänger mit Dorn eingebaut & versucht SK zu bergen

Baustelle: Böblingen — Bohrung Nr. B1B

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 17:30 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 18:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vermessung	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René										1,0								1,0
Graze, P.										1,0								1,0
Bux, A.										1,0								1,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 34 vom 28. November 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Erläuterungen: 10; versucht mit Geophysik (Kamerabefahrung) mit Dorn vom Spitzfänger in SK zu kommen (Dorn abgerissen), Spitzfänger ausgebaut & auf Bus geladen

Baustelle: Böblingen — Bohrung Nr. B1B

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 12:30 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 16:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René										4,0								4,0
Graze, P.										4,0								4,0
Bux, A.										4,0								4,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ... bis ... m u.G.

Tagesbericht Nr. 35 vom 1. Dezember 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø ... Bohrwerkzeug ...

Wasserspiegel ... / ... / ... m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ... Uhr bis ... Uhr
Ende: 16:00 Uhr von ... Uhr bis ... Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Rüste	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René	0,5	1,0								7,5								9,0
Graze, P.	0,5	1,0								7,5								9,0
Gassmann, M.	0,5	1,0								7,5								9,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

10; Fangglocke eingebaut & SK geborgen, SK- Aussenrohr auseinander geschraubt und Innenrohr gezogen, Bus beladen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ... bis ... m u.G.

Tagesbericht Nr. 36 vom 2. Dezember 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø ... Bohrwerkzeug ...

Wasserspiegel ... / ... / ... m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von 0,5h Uhr bis ... Uhr
Ende: 16:30 Uhr von ... Uhr bis ... Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Rüste	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René	2,5	1,0						2,5		3,0								9,0
Graze, P.	2,5	1,0						2,5		3,0								9,0
Gassmann, M.	2,5	1,0						2,5		3,0								9,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

6; Bus & Anhänger abgeladen, HV Ø244mm gezogen, Spülkopf & Spannkopf ab montiert, Bus & Anhänger beladen

10; Stillstand (keine Freigabe über weitere Vorgehensweise)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 37 vom 3. Dezember 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø Bohrwerkzeug

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von 0,5h Uhr bis Uhr
Ende: 16:30 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vorrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11	12 An-, & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René										9,0								9,0
Graze, P.										9,0								9,0
Bux, A.										9,0								9,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

10; Szillstand (keine Freigabe über weitere Vorgehensweise)

Erläuterungen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 38 vom 4. Dezember 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø Bohrwerkzeug

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von 0,5h Uhr bis Uhr
Ende: 16:30 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vorrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen,	11	12 An-, & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René										9,0								9,0
Graze, P.										9,0								9,0
Bux, A.										9,0								9,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

10; Stillstand (keine Freigabe über weitere Vorgehensweise)

Erläuterungen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 39

vom 5. Dezember 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 16:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Raise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 Ab- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5	5,0							4,0								9,5
Bux, A.		0,5	5,0							4,0								9,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

3; Loch abgedeckt & gelotet, Geophysik Voutta
1h für Firma Keller 4Paletten Zement geladen, auf Bst zu Firma Keller gefahren &
4Paletten Zement abgeladen
10; Stillstand (keine Freigabe über weitere Vorgehensweise)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 40

vom 8. Dezember 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von 1,0h Uhr bis Uhr
Ende: 18:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Raise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 Ab- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René										10,0								10,0
Graze, P.										10,0								10,0
Bux, A.										10,0								10,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

10; Stillstand (keine Freigabe über weitere Vorgehensweise)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 41 vom 9. Dezember 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø Bohrwerkzeug

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:00 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Name	1 Neuweiler	2 Rüste	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 Arb. & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5	10,0															10,5
Graze, P.		0,5	10,0															10,5
Bux, A.		0,5	10,0															10,5
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

3; Kompressor gestellt, Spülkopf & KDK umgebaut, Rollenmeisel Ø444mm eingebaut, 20cbm Bentonitspülung angemischt (30Sack), Austrag-, Spül- & Luftschläuche verlegt & angeschlossen,

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 42 vom 10. Dezember 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 444mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 20:00 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Name	1 Neuweiler	2 Rüste	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 Arb. & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		1,0	4,0		9,0													14,0
Graze, P.		1,0	4,0		9,0													14,0
Bux, A.		1,0	4,0		9,0													14,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

2; fahrt über Gültlingen um 3" U-Pumpe ab zu laden
3; Spülungszusätze in Bentonitspülung eingebracht (AZ58/RZ61)
5; gebohrt mit Rollenmeisel bis 81,2m & gespült, Rollenmeisel 5m hoch gezogen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 43 vom 11. Dezember 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 444mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Erläuterungen
5; Wasserversorgung aufgebaut, weiter gebohrt bis 84,6m & gespült
6; Rollenmeisel ausgebaut
10; Geophysik (terratec)
14; Schläuche entwässert & Bst aufgeräumt

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 13:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5			3,0	1,0				1,0								5,5
Graze, P.		5,0			3,0	1,0				1,5				1,0				11,5
Bux, A.		0,5			2,0	1,0				1,5				1,0				6,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis m u.G.

Tagesbericht Nr 44 vom 12,12,14

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 444mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Erläuterungen
7; Betonsplit 2-5mm & Förderpumpe geholt, Betonsplit ins Loch geschaufelt,
8: Verpressanlage aufgebaut, 500kg Zement (=485l) angemischt & Fusszementation eingebracht

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:30 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5					4,0	6,5										11,0
Graze, P.		5,0					4,0	6,5										15,5
Bux, A.		0,5					4,0	6,5										11,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen
temporärer Ausbau:
84,6 - 62,0m Betonsplit 2-5mm
62,0 - 61,0m Sand 1-2mm
61,0 - 60,0m Sand 0,7-1,2mm
60,0 - m Fusszementation (485l)

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 45 vom 15. Dezember 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 444mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:30 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 Arb- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5	3,0		1,5					6,0								11,0
Graze, P.		5,0	3,0		1,5					6,0								15,5
Bux, A.		0,5	3,0		1,5					6,0								11,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

3; gelotet -> Auflandung bis 51,8m, versucht Verpressschlauch tiefer zu spülen, Rollenmeisel eingebaut
5; Loch bis 56,3m frei gespült, Rollenmeisel ausgebaut
10; gelotet bis 56,3m, 0,5h Schwimmlot gebaut was genau 1,4kg wiegt, 5 Chargen a 485l Zementsuspension eingebracht bis 46,3m, wasserauflast gegeben bis GOK, Verpressanlage geputzt & Bst aufgeräumt

Erläuterungen

temporärer Ausbau:
84,6 - 62,0m Betonsplit 2-5mm
62,0 - 61,0m Sand 1-2mm
61,0 - 60,0m Sand 0,7-1,2mm
60,0 - m Fusszementation (485l)

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 46 vom 16. Dezember 2014

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 444mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:30 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Name	1 Neuweiler	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 Arb- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,5								5,0				1,0	4,5			11,0
Graze, P.		5,0								5,0				1,0	4,5			15,5
Bux, A.		0,5								5,0				1,0	4,5			11,0
																		0,0
																		0,0
																		0,0

Erläuterungen

10; Wasserstand 0,6m, Teufe gelotet 48,3m, Bst aufgeräumt
14; fahrt nach Neuweiler
15; LKW & Tiefladen mit FD & Zubehör beladen

Erläuterungen

temporärer Ausbau:
84,6 - 62,0m Betonsplit 2-5mm
62,0 - 61,0m Sand 1-2mm
61,0 - 60,0m Sand 0,7-1,2mm
60,0 - 48,3m Fusszementation (485l)

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 48,0 bis 64,6 m u.G.

Tagesbericht Nr. 47 vom 12. Januar 2015

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 444mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:45 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René	1,25		4,00		3,50													8,75
Graze, P.	1,25		4,00		3,50													8,75
Augustin, D.	1,25		4,00		3,50													8,75
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen

1; Bus beladen & LKW fest gespannt
3; LKW abgeladen, Bohrgutmulden umgestellt, Rollenmeisel 444mm eingespült auf 48,0m,
5; gebohrt bis 64,6m & gespült, Rollenmeisel 5m hoch gezogen
Wasserstand 8,25m ROK

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 64,6 bis 84,6 m u.G.

Tagesbericht Nr. 48 vom 13. Januar 2015

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 444mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René					2,50	7,50												10,00
Graze, P.					2,50	7,50												10,00
Augustin, D.					2,50	7,50												10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen

5; Wasserstand gelotet 8,5m ROK, weiter gebohrt auf 84,6m & gespült
6; Rollenmeisel ausgebaut, Lufthebekopf abgebaut & Spannkopf montiert, HV 178mm eingebaut auf 84,9m, Betonsplit geschüttet bis 65,0m

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 84,6 bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 49

vom 14. Januar 2015

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 444mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Erläuterungen

3; Teufe gelotet, Betonsplit bis 59,0m geschüttet, HV abgeschraubt & Überlauf aufgeschraubt, Loch gegraben für Überlaufbecken, Spannkopf Backen gewechselt CSk zusammen geschraubt & Innenrohr getestet, 7cbm Spülung in Becken umgepumpt, 10cbm Spülung in Mulde gepumpt, 5cbm inhibierte Spülung angemischt

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 05:45 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:30 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verlegen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René	0,75		8,75															9,50
Graze, P.	0,75		8,75															9,50
Augustin, D.	0,75		8,75															9,50
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 84,6 bis 87,8 m u.G.

Tagesbericht Nr. 50

vom 15. Januar 2015

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Erläuterungen

3; Spülkopf gewechselt, Schläuche verlegt & angeschlossen, CSK eingespült, Spannzylinder ausgebaut

5; gebohrt bis 86,0m,

6, Spannzylinder eingebaut, CSK ausgebaut, Krone gewechselt, CSK eingespült, Spannzylinder ausgebaut

10; weiter gebohrt bis 87,8m & gespült

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:15 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verlegen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René			3,00		2,50	2,00				2,75								10,25
Graze, P.			3,00		2,50	2,00				2,75								10,25
Augustin, D.			3,00		2,50	2,00				2,75								10,25
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 87,8 bis 96,8 m u.G.

Tagesbericht Nr. 51

vom 16. Januar 2015

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

5; weiter gebohrt bis 96,8m & gespült, CSK in HV gezogen, Bst aufgeräumt

Erläuterungen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 14:45 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau ohrbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An-, & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René					7,75													7,75
Graze, P.					7,75													7,75
Augustin, D.					7,75													7,75
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 96,8 bis 108,8 m u.G.

Tagesbericht Nr. 52

vom 19. Januar 2015

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Wassertand bei 108,8m gleich 14,1m

3; Wasserversorgung aufgebaut, weiter gebohrt bis 108,8m & gespült,
0,5h Liner aus Container geschlichtet
5; Spannzylinder eingebaut, SK ausgebaut auf 84,0m,
0,5h Liner in Container geräumt

Erläuterungen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau ohrbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An-, & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René			7,75		1,25													9,00
Graze, P.			7,75		1,25													9,00
Augustin, D.			7,75		1,25													9,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 108,8 bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 53 vom 20. Januar 2015

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:00 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material: Wassertand bei 108,7m gleich 13,1m

Name	1 Neuweiler	2 Vorbereitung	3 Vermessen	4	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden Mgl. Arbeitszeit
Frenzel, René		8,50																8,50
Graze, P.		8,50																8,50
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen:
2; Noriprohre hergerichtet zum Packer einbau und gelotet
Pumpe mit Packer eingebaut auf 101-100m, Packertest,
Pumpe mit Packer angezogen auf 94-95m, Packertest über Nacht

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 108,8 bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 54 vom 21. Januar 2015

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:45 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:30 Uhr von Uhr bis Uhr

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material:

Name	1 Neuweiler	2 Vorbereitung	3 Vermessen	4	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden Mgl. Arbeitszeit
Frenzel, René		9,75																9,75
Graze, P.		9,75																9,75
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen:
2; Packertest, Packer ausgebaut, Packer mit Shut-in-Ventil eingebaut auf 85-86m,
Packertest
0,5h Liner aus Container geschlichtet
0,5h Liner in Container geräumt

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 108,8 bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 55 vom 22. Januar 2015

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 08:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:30 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Vorbereitung	3 Verrohren	4	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 Anf. & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René		8,50																8,50
Graze, P.		8,50																8,50
Herrmann, C.		8,50																8,50
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
2; Packertest, Stillstand

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 108,8 bis 116,4 m u.G.

Tagesbericht Nr. 56 vom 23. Januar 2015

Bohrgerät: Prakla RB50

Bohrung Ø 152mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

EWS	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial	Menge kg

Material
Wasserstand bei 116,4m gleich 10,0m

Baustelle: Böblingen

Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA B14/100 752

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 15:30 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler	2 Vorbereitung	3 Verrohren	4	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 Anf. & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
Frenzel, René		1,00	1,75		2,25					1,00				2,50				8,50
Graze, P.		1,00	1,75		2,25					1,00				2,50				8,50
Herrmann, C.		1,00	1,75		2,25					1,00				2,50				8,50
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
2; Packer ausgebaut
3; CSK eingespült, Spannzylinder ausgebaut
5; weiter gebohrt bis 114,8m
10; Stillstand: abklären ob weiter gebohrt wird und wenn wie weit
14; weiter gebohrt auf 116,4m, CSK ausgebaut bis in HV auf 84,0m, Bst aufgeräumt und entwässert

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 57 vom 26. Januar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 152 Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung	Menge kg

Material

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten:
Anfang: 07:45 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 15:45 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 An- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René			2,25							2,00				3,75				8,00
Graze, P.			2,25											5,75				8,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
3; Wasserstand 8,60m und Teufe 116,2m gelotet
Packer auf 107m eingebaut, Packertest mit shut-in-Ventil (Firma Vouta)
10; Besprechung mit LGRB, Vees+Partner, Landratsamt
14; Stillstand, warten auf weiteres Vorgehen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 58 vom 27. Januar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 152 Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung	Menge kg

Material

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten:
Anfang: 07:15 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 16:45 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 An- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René						0,75				2,25				2,25	4,25			9,50
Graze, P.						0,75				2,25				2,25	4,25			9,50
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
10; Packertest der Firma Vouta beendet und Packer ausgebaut, Geophysik
6; CSK komplett ausgebaut
14; Geophysik Firma Terratec
15; Spülung umgepumpt (6cbm von Spülwanne in IBC-Fässer und 7cbm von Faltbecken in Spülwanne), Spannbacken gewechselt, HV 178mm gezogen, Spannkopf abgebaut & Lufthebekopf montiert

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 84,6 bis 91,0 m u.G.

Tagesbericht Nr. 59 vom 28. Januar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 444mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A

Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ___ Uhr bis ___ Uhr
Ende: 18:00 Uhr von ___ Uhr bis ___ Uhr

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René			4,00		7,00													11,00
Graze, P.			4,00		7,00													11,00
Herrmann, C.			4,00		7,00													11,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen

3; Überlauf auf 476mm gesetzt, Rollenmeisel 444mm eingebaut bis 50,0m, Gerät getankt

5; Rollenmeisel eingespült auf 85m, Betonsplit aus Bohrgutmulde gegreifert, weiter gebohrt bis 91,0m & gespült, Rollenmeisel 5m hoch gezogen, Wasser abgebaut & entwässert

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 91,0 bis 106,0 m u.G.

Tagesbericht Nr. 60 vom 29. Januar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 444mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A

Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ___ Uhr bis ___ Uhr
Ende: 16:30 Uhr von ___ Uhr bis ___ Uhr

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René					9,50													9,50
																		0,00
Herrmann, C.					9,50													9,50
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen

5; Wasser aufgebaut, weiter gebohrt bis 106,0m & gespült, Rollenmeisel 5m hoch gezogen, Wasser abgebaut & entwässert

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 106,0 bis 116,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 61 vom 30. Januar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 444mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:15 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:45 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät variaden	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René					7,75	1,75												9,50
Graze, P.					7,75	1,75												9,50
Herrmann, C.					7,75	1,75												9,50
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
5; Wasser aufgebaut, weiter gebohrt bis 116,5m & gespült
6; Rollenmeisel ausgebaut, Wasser 11,8m gelotet, Teufe 116,4m

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 116,5 bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 62 vom 2. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø Bohrwerkzeug

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr. B1A

Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material
Wasserstand bei 116,5m **bei 22,4m**

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 18:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät variaden	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René			1,75						9,25									11,00
Graze, P.			1,75						9,25									11,00
Herrmann, C.			1,75						9,25									11,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
3; Strase von Schnee & Eis befreit, Split auf LKW geladen, LKW aus Bst gefahren
10; Lufthebekopf abgebaut & Spannkopf angebaut, Spülkopfbogen abgebaut & Inneres Rohr gesichert, Übergang 90auf114mm gebrochen & ausgebaut, Baggermatratzen verlegt & Abfangschelle aufgebaut &angeschlossen, HV 324mm mit Packer, Zentrierungen & PE-Schlauch eingebaut auf 116,42m

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 116,5 bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 63 vom 3. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752

Bohrung Nr.: B1A

Baustelle: Böblingen

Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kieseschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung.	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 19:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 An- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René										12,00								12,00
Graze, P.										12,00								12,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material: Wasserstand bei 116,5m bei 22,4m

Erläuterungen: 10; Ton auf Bus geladen, Mammutpumpe eingebaut, Wasser aufgebaut & Kompressor zum laufen gebracht, Spülung aus Loch gesaugt unter Frischwasser zugabe übern Ringraum, Mammutpumpe ausgebaut, 5m Quellton (32Sek) geschüttet, Spülung über Packer ins Loch gepumpt

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 116,5 bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 64 vom 4. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752

Bohrung Nr.: B1A

Baustelle: Böblingen

Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kieseschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung.	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 An- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	0,75		9,25															10,00
Graze, P.	0,75		9,25															10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material: Wasserstand Ringraum 324/444mm bei 19,7m
Wasserstand in 324mm HV bei 11,7m

Erläuterungen: 3; Auftauarbeiten, Kompressor umgeschlossen für Packer, Abfangschelle abgeklemmt & bei Seite gelegt, Übergang 190/114mm eingebaut & angezogen, HV 178mm eingebaut auf 116,4m, CSK von 152mm umgebaut auf 146mm, CSK eingebaut auf 100,0m

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 116,5 bis 117,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 65 vom 5. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50
Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug CSK
Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material: Wasserstand Ringraum 324/444mm bei 21,4m

Erläuterungen: 3; Spülkopf angebaut, Spannzylinder ausgebaut, 7cbm Spülung umgepumpt in Faltbecken, Spülwanne & 10cbm Mulde abgesaugt, 5cbm Wasser in Spülwanne gefüllt, CSK eingespült auf 116,5m & weiter gebohrt bis 117,5m & gespült, Bst aufgeräumt & entwässert

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 15:15 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René			8,25															8,25
Graze, P.			8,25															8,25
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 117,5 bis 126,9 m u.G.

Tagesbericht Nr.

Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50
Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug CSK
Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Wasserstand Ringraum 324/444mm bei 28,7m
Ringraum 178/324mm bei 10,4m
im CSK bei 4,1m

Erläuterungen: 5; Wasser aufgebaut & weiter gebohrt bis 126,9m & gespült, CSK bis in HV 178mm gezogen & ausgebaut, Bst aufgeräumt & entwässert, Geophysik Firma Vouta (Datenlogger eingebaut)

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 14:30 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René																		0,00
Graze, P.																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 126,9 bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 67 vom 9. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr. B1A
Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasser-stand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 09:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An-, & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René										4,00				4,00				8,00
Graze, P.										4,00				4,00				8,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
10; 1h Kernkisten aus-. & wieder eingeräumt, Shut-In-Ventil mit Packer eingebaut, Bohrgutcontainer umgestellt, Geophysik (Voutta)
14; Wartezeit auf Freigabe

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 126,9 bis m u.G.

Tagesbericht Nr.

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasser-stand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 10:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 11:15 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An-, & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René										1,25								1,25
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
10; Kernkisten aus Container in Bus von LGRB geladen, Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 69 vom 11. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:30 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René			1,50		6,50					2,00								10,00
Graze, P.			1,50		6,50					2,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
3; Geophysik (Voutta), Shut-in-Ventil mit Packer ausgebaut
5; CSK eingespült auf 126,9m, weiter gebohrt bis 144,8m & gespült, CSK 4 Stangen ausgebaut
10; Shut-in-Ventil mit Packer auf 134m eingebaut, Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 144,8 bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 70 vom 12. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 09:30 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	1,75		5,25										1,00					8,00
Graze, P.	1,75		5,25										1,00					8,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
3; Shut-in-Ventil mit Packer ausgebaut, CSK komplett ausgebaut, U-Pumpe auf 115,0m eingebaut, Geophysik (Voutta), Gerät & Zubehör getankt, Bus beladen
1; Bus ab-. & beladen
14; Stillstand 1 h

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 144,8 bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 71 vom 13. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 08:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 Arb.- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René			4,00										4,00					8,00
Graze, P.			4,00										4,00					8,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen
3; U-Pumpe ausgebaut & mit Packer wieder eingebaut, Packer auf 134m
Geophysik (Voutta)
14; Vorhalten Bohranlage + Mannschaft

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT

Tagesleistung von bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 72 vom 16. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 08:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 13:30 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 Arb.- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René			2,50							3,00								5,50
Herrmann, C.			2,50							3,00								5,50
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen
3; Geophysik (Voutta), U-Pumpe mit Packer ausgebaut, Geophysik (Gamma)
10; Geophysik (terratec)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 144,8 bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 73 vom 17. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen | Schichtende/nach Rohrziehen

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden ägl. Arbeitszeit
Frenzel, René										####								10,00
Herrmann, C.										####								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
10; Stillstand (noch kein weiteres Vorgehen bekannt begeben)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 74 vom 23. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 146mm Bohrwerkzeug CSK

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen | Schichtende/nach Rohrziehen

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:30 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:15 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden ägl. Arbeitszeit
Frenzel, René		0,50	####															10,25
Bux, A.			####															10,25
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
2; fährt mit LKW auf Bst.
3; Kran aufgebaut, CSK bei Seite gestellt, HV 178mm ausgebaut, Übergang 190/114 gebrochen & aushgebaut, Spannkopf abgebaut, Spülgetsänge aus KDK gedrückt & gebrochen, Spannkopf angebaut, Rollenmeisel 278mm eingebaut auf 106,55m, Preventer aufgeschraubt, Spülkopf angeschraubt

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT

Tagesleistung von 116,4 bis 128,5 m u.G.

Tagesbericht Nr. 75 vom 24. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 278mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A

Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:15 Uhr von Uhr bis Uhr

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung	Menge kg

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René					****													10,25
Bux, A.					****													10,25
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 5; Wasserversorgung aufgebaut, Rollenmeisel eingespült auf 116,4m, gebohrt bis 128,5m & gespült, Rollenmeisel in HV gezogen & entwässert

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 128,5 bis 144,8 m u.G.

Tagesbericht Nr. 76 vom 25. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 278mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A

Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 10:30 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 18:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung	Menge kg

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René					7,5													0,00
Bux, A.	1,25				7,50													8,75
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 5; Rollenmeisel eingespült & weiter gebohrt bis 144,8m & gespült, Rollenmeisel hoch gezogen bis in HV,
0,5h Kernkisten aus Container geschichtet & ausgelegt

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 144,5 bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 77 vom 26. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 278mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 18:45 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 Arr. & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René					4,00	7,75												11,75
Bux, A.					4,00	7,75												11,75
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen...
6; Rollenmeisel ausgebaut, Flansch von 324mm HV geschraubt
7; Ausbau eingebaut, Filterkies Gegenfilter & Quellton geschüttet, Bst aufgeräumt

Erläuterungen
Ausbauplan B1A:
144,8 - 136,8m DN125 PVC Filterrohre sw1,5mm
136,8 - 0,0m DN125 PVC Vollrohre
144,8 - 136,3m Filterkies 3,1-5,6mm
136,3 - 135,7m Gegenfilter 1-2mm
135,7 - 134,8m Gegenfilter 0,7-1,2mm
134,8 - 109,5m Quellton (Mikolit300)

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 144,5 bis m u.G.

Tagesbericht Nr. 78 vom 27. Februar 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 278mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 Arr. & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
									#####									10,00
									#####									10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen
Ausbauplan B1A:
144,8 - 136,8m DN125 PVC Filterrohre sw1,5mm
136,8 - 0,0m DN125 PVC Vollrohre
144,8 - 136,3m Filterkies 3,1-5,6mm
136,3 - 135,7m Gegenfilter 1-2mm
135,7 - 134,8m Gegenfilter 0,7-1,2mm
134,8 - 109,5m Quellton (Mikolit300)

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 79 vom 2. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50
Bohrung Ø: Bohrwerkzeug
Wasserspiegel: ____ / ____ / ____ m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause vor ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr vor ____ Uhr bis ____ Uhr

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material:

Erläuterungen: 10: Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen:

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 80 vom 3. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50
Bohrung Ø: Bohrwerkzeug
Wasserspiegel: ____ / ____ / ____ m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material:

Erläuterungen: 10: Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen:

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 81 vom 4. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A

Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 15:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:15 Uhr von Uhr bis Uhr

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 An- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, Rene									1,75									1,75
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; U-Pumpe eingebaut mit Firma Voutta
Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 82 vom 5. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A

Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 An- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 83 vom 6. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø Bohrwerkzeug

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A
Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 84 vom 9. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø Bohrwerkzeug

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A
Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 85 vom 10. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung.	Menge kg

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden ltgl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 86 vom 11. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung.	Menge kg

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden ltgl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 87 vom 12. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø: Bohrwerkzeug

Wasserspiegel: / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen

Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material:

Erläuterungen: 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen:

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 88 vom 13. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø: Bohrwerkzeug

Wasserspiegel: / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen

Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material:

Erläuterungen: 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen:

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 89 vom 16. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752

Bohrung Nr.: B1A

Baustelle: Böblingen

Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung.	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 90 vom 17. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752

Bohrung Nr.: B1A

Baustelle: Böblingen

Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung.	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 91 vom 18. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50
Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____
Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen | Schichtende/nach Rohrziehen

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 An- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 92 vom 19. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50
Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____
Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen | Schichtende/nach Rohrziehen

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 08:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 19:15 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Vermessen	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 An- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René										2,50				6,50	1,75			10,75
Zanter, M.														6,50				6,50
Bux A										2,50				6,50	1,75			10,75
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
10; U-Pumpe ausgebaut & Kamerabefahrung gemacht (Voutta)
14; Bürste & Mamutpumpe eingebaut & GWM gereinigt, Bürste ausgebaut
15; U-Pumpe mit Packer eingebaut (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Frenzel René
Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 93 vom 20. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50
Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug
Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 94 vom 23. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50
Bohrung Ø Bohrwerkzeug
Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 95 vom 24. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 96 vom 25. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										10,00								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 97 vom 26. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752

Bohrung Nr.: B1A

Baustelle: Böblingen

Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Klesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten:
Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 An- & Abtransport	12	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
									10,00									10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: - 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 98 vom 27. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752

Bohrung Nr.: B1A

Baustelle: Böblingen

Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Klesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten:
Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 An- & Abtransport	12	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
									10,00									10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; Stillstand: Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 99 vom 30. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen | Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung.	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
										####								10,00
										####								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 100 vom 31. März 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen | Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung.	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit 18
										####								10,00
										####								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen: 10; Geophysik (Voutta)

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 103 vom 7. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50
Bohrung Ø 293mm Bohrwerkzeug Meisel
Wasserspiegel / / m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A
Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:45 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, Rene	1,75											1,00		2,00	5,25	1,75		11,75
Graze, P.	1,75											1,00		2,00	5,25	1,75		11,75
Ploner, G.	0,75													2,00	5,25	1,75		9,75
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
14; U-Pumpe mit Packer ausgebaut (Voutta)
15;: DN125 PVC Ausbau gezogen, ausgebaut & gereinigt
16; Meisel Übergang gebrochen, Meisel eingebaut, Flansch für Preventer auf 324mm HVgeschraubt

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 100,0 bis 144,8 m u.G.

Tagesbericht Nr. 104 vom 8. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50
Bohrung Ø 293mm Bohrwerkzeug Meisel
Wasserspiegel / / m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A
Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 18:15 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, Rene					7,00	1,00	3,25											11,25
Graze, P.					7,00	1,00	3,25											11,25
Ploner, G.					7,00	1,00	3,25											11,25
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
5; Preventer angeschraubt, Schläuche angeschlossen, Meisel eingespült & weiter gebohrt bis 144,8m & gespült
6; Meisel ausgebaut
7; Quelliton (Mikolit300) geschüttet, Bus beladen

Erläuterungen
Schüttprotokol: 144,8m -> 19Sack -> 141,5m -> 20Sack -> 135,9m -> 20Sack -> 130,8m 20Sack -> 125,2m -> 10Sack -> 122,0m

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von _____ bis _____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 105 vom 9. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø _____ Bohrwerkzeug _____

Wasserspiegel _____ / _____ / _____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752

Bohrung Nr.: B1A

Baustelle: Böblingen

Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 15:45 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, Rene							4,00						4,00					8,00
Graze, P.							4,00						4,00					8,00
Ploner, G.							4,00						4,00					8,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen
7; Verpressanlage aufgebaut, Verpressschlauch eingebaut, Zementsuepension
angemischt (480L) & ca. 450L verpresst, Verpressanlage geputzt aufgeräumt,
14: Stillstand Abbindezeit Suspension

Erläuterungen
Suspensiondichte: 1,74
AZ: 62sec
Rückstellprobe genommen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von _____ bis _____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 106 vom 10. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø _____ Bohrwerkzeug _____

Wasserspiegel _____ / _____ / _____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen — Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752

Bohrung Nr.: B1A

Baustelle: Böblingen

Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
										####								10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen
10; Stillstand: abbinden der Zementsuspension

Erläuterungen
Ausbauplan: 144,8m - 122,0m Quellton (Mikolit300)
122,0m - 116,0m Zementsuspension

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 107 vom 13. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50
Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____
Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A
Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 17:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René								****										10,50
Graze, P.								****										10,50
Ploner, G.								****										10,50
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen
8; Abfangvorrichtung aufgebaut, Inhibierte Spülung 5cbm in HV324mm gepumpt, HV 324mm ausgebaut, Abfangvorrichtung abgebaut, Spannkopf demontiert & Luftheberkopf angebaut, Überlauf an Schlauch geflanscht

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 108 vom 14. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50
Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____
Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A
Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 19:00 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René					8,00	8,00												12,00
Graze, P.					8,00	8,00												12,00
Ploner, G.					8,00	8,00												12,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen
5; Rollenmeisel 444mm eingebaut, Schläuche angeschlossen, Rollenmeisel eingespült auf 118,0m, Inhibierte Spülung gegen Wasser ausgetauscht
6; Rollenmeisel ausgebaut & Queliton (Mikolit300) geschüttet

Erläuterungen
Schüttprotokoll: 116,0m -> 33Sack -> 112,2m -> 40Sack -> 107,2 -> 40Sack -> 102,3m -> 40Sack -> 98,1m -> 40Sack -> 93,3m -> 40Sack -> 88,3m -> 40Sack ->83,5m -> 40Sack -> 78,8m -> 40Sack -> 73,9m -> 69,1m -> 40Sack -> 64,2m -> 40Sack -> 59,3m -> 40Sack -> 54,4m -> 15Sack -> 52,4m

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 109 vom 15. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen | Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 18:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit	18
Frenzel, René								####										11,50	
Graze, P.								####										11,50	
Ploner, G.								####										11,50	
																		0,00	
																		0,00	
																		0,00	

Material

Erläuterungen: 8; 521mm Übergang geladen, Überlauf abgebaut, 521mm Übergang auf 476mm HV geschweißt, 476mm HV gezogen & erste Schraubverbindung gebrochen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 110 vom 16. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen | Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 18:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit	18
Frenzel, René								8,25										8,25	
Graze, P.								8,25										8,25	
Bux, A.								8,25										8,25	
																		0,00	
																		0,00	
																		0,00	

Material

Erläuterungen: 8; HV 476mm gezogen & ausgebaut

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von ____ bis ____ m u.G.

Tagesbericht Nr. 111 vom 17. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø ____ Bohrwerkzeug ____

Wasserspiegel ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 18:30 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden inkl. Arbeitszeit
Frenzel, René	1,00												3,00					4,00
Graze, P.	4,50											1,00	3,00					8,50
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
13; Überlauf für 800Sperrohr angeflanscht, Sperrohr 800mm abgeladen,
Spülwanne abgesaugt & gereinigt

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 0,0 bis 6,1 m u.G.

Tagesbericht Nr. 112 vom 20. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 815mm Bohrwerkzeug EK

Wasserspiegel ____ / ____ m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Material

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von ____ Uhr bis ____ Uhr
Ende: 16:45 Uhr von ____ Uhr bis ____ Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	Summe 1-17 Stunden inkl. Arbeitszeit
Frenzel, René				9,75														9,75
Graze, P.				9,75														9,75
Ploner, G.				9,75														9,75
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen
4; HV 820mm gezogen, HV 815mm eingebaut bis 6,1m, Rollenmeisel 780mm eingebaut & Schläuche angeschlossen
Betonmischer auf Bus geladen

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 6,1 bis 27,4 m u.G.

Tagesbericht Nr. 113 vom 21. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 780mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung	Menge kg

Material

Erläuterungen: 5; mit Rollenmeisel 780mm gebohrt bis 27,4m & gespült, Rollenmeisel hoch gezogen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:45 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René					8,00													8,00
Graze, P.					8,00													8,00
Ploner, G.					8,00													8,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 27,4 bis 46,8 m u.G.

Tagesbericht Nr. 114 vom 22. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 780mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung	Menge kg

Material

Erläuterungen: 5; mit Rollenmeisel 780mm gebohrt bis 46,8m & gespült, Rollenmeisel hoch gezogen, Quellton (Mikolit300) abgeladen

Projekt Nr.: B14/100 752
Bohrung Nr.: B1A
Baustelle: Böblingen
Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:45 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René					8,00													8,00
Graze, P.					8,00													8,00
Ploner, G.					8,00													8,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Erläuterungen

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von 46,8 bis 53,0 m u.G.

Tagesbericht Nr. 115 vom 23. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø 780mm Bohrwerkzeug Rollenmeisel

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A

Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung.	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von Uhr bis Uhr
Ende: 16:45 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René					5,00	2,00	3,25											10,25
Graze, P.					5,00	2,00	3,25											10,25
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen
5; mit Rollenmeisel 780mm gebohrt bis 53,0m & gespült
6; Rollenmeisel ausgebaut
7; Quelton (Mikolit300) geschüttet, Baustellenschilder in Kniebisstr aufgestellt

Erläuterungen
Schüttprotokoll: 53m->41Sack->50,8m->40Sack->49,15m->40Sack->47,3m->40Sack->45,2m->40Sack ->43,6m->40Sack->41,8m->40Sack->40,0m->40Sack->38,2m->40sack->36,4m->40Sack->34,6m

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von bis 53,0 m u.G.

Tagesbericht Nr. 116 vom 24. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø Bohrwerkzeug

Wasserspiegel / / m u.G.
Schichtanfang/vor Rohrziehen Schichtende/nach Rohrziehen

Projekt Nr.: B14/100 752
Baustelle: Böblingen
Bohrung Nr.: B1A

Auftraggeber: LRA

Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung.	Menge kg

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von 0,5h Uhr bis Uhr
Ende: 18:30 Uhr von Uhr bis Uhr

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10	11 Gerät verladen	12 An- & Abtransport	13 Gerät abgeladen	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René							####					0,50						11,50
Graze, P.							####					0,50						11,50
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material

Erläuterungen
7; Quelton geschüttet, von 34,6m bis 0,1m, HV 815mm gezogen, Gerät abgebaut und raus gefahren, Bus beladen
12; teiltransport

Erläuterungen
Schüttprotokoll: 34,6m->40Sack->33,0m->40Sack->31,5m->40Sack->29,7m->40Sack->27,9m->40Sack ->26,2m->40Sack->24,45m->40Sack->22,7m->40Sack->20,8m->33sack->19,5m->40Sack->17,7m ->25Sack->16,6m->40Sack->14,9m->12,7m->40sack->10,9m->40sack->9,6m->40Sack->7,75m -> 40sack->6,0m->40Sack->4,2m->2,6m->40sack->0,9m->25Sack->0,1m

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von — bis 53,0 m u.G.

Tagesbericht Nr. 117 vom 27. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø: Bohrwerkzeug

Wasserspiegel: / / m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

Projekt Nr.: B14/100 752

Bohrung Nr.: B1A

Baustelle: Böblingen

Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 06:15 Uhr Pause von ___ Uhr bis ___ Uhr
Ende: 17:00 Uhr von ___ Uhr bis ___ Uhr

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 An- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René	1,75		7,00						1,25		0,75							10,75
Graze, P.	1,75		7,00						1,25									10,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material:

Erläuterungen:
12; fahrt mit RB50 nach Neuweiler
1; in Neuweiler Atego & Anhänger beladen
10; transport nach Böblingen
3; LKW abgeladen, Stromkasten umgestellt & Überführung zurück gebaut, Bohrgutmulde zur hälfte leer gegreifert, Spanngurte & Schlupfe gelöst & vonden Bäumen geholt, LKW beladen, in Kniebisstr. Asphalt für Wasseranschluss aufgesägt

Erläuterungen:

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Heinz Burkhardt
Gesellschaft für geologische
und hydrologische Bohrungen mbH & Co. KG
Neuweiler

Tulpenstraße 15
75389 Neuweiler

Telefon (0 70 55) 92 97-0
Telefax (0 70 55) 9297-77

e-mail info@burkhardt-bohrungen.de
Internet www.burkhardt-bohrungen.de

BURKHARDT
Geologische und hydrologische Bohrungen

Tagesleistung von — bis — m u.G.

Tagesbericht Nr. 118 vom 28. April 2015

Bohrgerät: PRAKLA RB50

Bohrung Ø: Bohrwerkzeug

Wasserspiegel: / / m u.G.
(Schichtanfang/vor Rohrziehen / Schichtende/nach Rohrziehen)

Projekt Nr.: B14/100 752

Bohrung Nr.: B1A

Baustelle: Böblingen

Auftraggeber: LRA

Angaben über Arbeitszeiten: Anfang: 07:00 Uhr Pause von 0,5h Uhr bis ___ Uhr
Ende: 16:30 Uhr von ___ Uhr bis ___ Uhr

	Teufe m	HV m	Wasserstand m	Verfüllmaterial, Kiesschüttung, ein-, mehrfach Körnung, Tonabdichtung,	Menge kg

Name	1 Neuweiler laden	2 Reise	3 Vorbereitung	4 Verrohren	5 Bohren	6 Bohrer ausbau	7 Ausbau einbau	8 Rohrziehen	9 Umsetzen	10 Gerät verladen	11 An- & Abtransport	12 Gerät abgeladen	13	14	15	16	17	18 Summe 1-17 Stunden tägl. Arbeitszeit
Frenzel, René										9,00								9,00
Graze, P.										9,00								9,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00
																		0,00

Material:

Erläuterungen:
10; Wasserleitung bei 2,2m frei gelegt, Baustellenabsperrung gestellt, Asphalt für Bohrschacht geschnitten

Erläuterungen:

Unterschrift für den Auftraggeber

Unterschrift für den Auftragnehmer

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Fotodokumentation Bauablauf
(v. a. Bohrung B 1a)

Bild 1: Bohrarbeiten EKB B1

Bild 2: BE-Fläche EKB B1a

Bild 3:
Bohrarbeiten EKB B1a

Bild 4:
Ausweitem des Bohrlochs EKB B1a

Bild 5:
Einbau Sperrrohr EKB B1a

Bild 6a:
Abgerissenes Seilkernrohr EKB B1a

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Besprechungsprotokolle
zur Bohrung B 1a

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
Wasserwirtschaft
Postfach 16 40
71006 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

27.08.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im östlichen Stadtgebiet von Böblingen

Stellungnahme zur Ausführung von Erkundungsbohrungen und Grundwassermessstellen

Im östlichen Stadtgebiet von Böblingen sind in den vergangenen Jahren Bodenhebungen aufgetreten, welche zu teils starken Gebäudeschäden geführt haben und bisher nicht zum Stillstand gekommen sind. Als Ursache für die Hebungsschäden sind in Analogie zu vergleichbaren Fällen (Staufen, Rudersberg) Erdwärmesonden mit unvollständiger Hinterfüllung anzusehen. Dadurch gelangt Wasser an die Anhydrit führenden Schichten des Gipskeupers, so dass die Umwandlung von Anhydrit in Gips und die damit einhergehende Volumenzunahme ausgelöst wurden, welche zu den festgestellten Hebungen führten. Über die von den Erdwärmesonden durchbohrten Schichten im Untergrund liegen jedoch bisher keine detaillierten Kenntnisse vor (Schichtlagerung, Tiefenlage des Gips- und Anhydritspiegels, Grundwasserspiegel, tiefere Grundwasserstockwerke usw.).

Die hydraulisch auffälligen Sonden sollen mittels Verpressung des Ringraumes aus einem Sondenschlauch saniert werden (System Keller oder gleichwertig), diese Arbeiten werden im nördlichen Hebungsgebiet voraussichtlich im 4. Quartal 2014 beginnen.

Neben den geophysikalischen Messungen in den Sonden (Zustandsprüfung, Erfolgskontrolle) ist die Ausführung von insgesamt 6 Erkundungsbohrungen geplant. Davon sollen zwei im nördlichen (Siemensstraße) und vier im südlichen Hebungsgebiet (Heinrich-Heine-Weg, Herdweg, Gansseeweg) niedergebracht werden.

Vier Erkundungsbohrungen (eine im nördlichen, drei im südlichen Hebungsgebiet) sollen bis in ca. 30 m bis 40 m Tiefe geführt werden. Sie dienen der Ermittlung des oberflächennahen

Schichtaufbaus in den Hebungsgebieten (stratigraphische Abfolge, Schichtlagerung, Beschaffenheit und Verwitterungsgrad der Schichten, Tiefenlage des Gipsspiegels). Diese flachen Erkundungsbohrungen sollen maximal bis einige Meter unterhalb des Gipsspiegels im Gipskeuper geführt werden, um die Feinstratigraphie im Gipskeuper in jeder Bohrung eindeutig zu ermitteln. Anschließend sollen diese Erkundungsbohrungen in den Gipskeuperschichten oberhalb des Gipsspiegels zu Grundwassermessstellen ausgebaut werden. Damit wird das oberflächennahe Grundwasserstockwerk im Gipskeuper erfasst; mittels kontinuierlicher Beobachtung der Wasserstände lässt sich eine eventuelle Reaktion des Grundwasserspiegels auf die Sanierungsarbeiten erkennen.

Zwei weitere Erkundungsbohrungen (jeweils eine im nördlichen und im südlichen Hebungsgebiet) sollen bis zur Endtiefe der betroffenen Erdwärmesonden geführt werden (je nach Ansatzhöhe maximal 140 m – 150 m). Sie dienen dazu, ein genaues geologisches Profil mit statigraphischer Zuordnung der gesamten Schichtfolge zu erhalten und die Lage der Gips- und Anhydritspiegel im Gipskeuper und im Grenzbereich Gipskeuper/Lettenkeuper sicher zu erkunden. Um die Unterschiede der Grundwasserpotentiale zwischen dem oberen Grundwasserstockwerk im Gipskeuper und dem tieferen Grundwasserstockwerk im Lettenkeuper möglichst vor und nach der jeweiligen Sanierung feststellen zu können, sollen die tiefen Erkundungsbohrungen als Grundwassermessstellen im Lettenkeuper ausgebaut werden. Dabei werden die Bohrungen so ausgeführt, dass durch sie keine zusätzlichen Wasserwegigkeiten im Untergrund geschaffen werden (dauerhaft einzementierte Stahl-Sperrohre).

Diese Bohrungen dienen zu folgenden Zwecken:

- Schaffung der Grundlagen für eine optimierte Planung der Sanierungsarbeiten an den auffälligen Erdwärmesonden (nördliches Hebungsgebiet: begleitend zu der Sanierung; südliches Hebungsgebiet: vor Beginn der Sanierung).

- Nach Möglichkeit Kontrolle des Sanierungserfolges mittels der Reaktion des Grundwasserdruckspiegels im Lettenkeuper bei und nach Ausführung der Sanierung.

- Definitive Klärung der Schadensursache, d. h. des ursächlichen Zuammenhanges zwischen den Wasserwegsamkeiten in den hydraulisch auffälligen Sondenbohrlöchern und der eingetretenen Hebung mittels des Nachweises von Anhydrit in der Schichtfolge.

Anhand der gewonnenen Erkenntnisse aus den flachen und tiefen Erkundungsbohrungen lässt sich ein detailliertes Untergrundmodell für die Hebungsbereiche erstellen. Mittels geophysikalischer Vergleichsmessungen in den zu sanierenden Erdwärmesonden und in den Erkundungsbohrungen lässt sich das Untergrundmodell auf die einzelnen Standorte übertragen, so dass die Sanierung jeweils auf den Einzelfall angepasst werden kann.

Die tiefen Erkundungsbohrungen, die hier im jeweiligen Hebungsgebiet vorgesehen sind, sind somit Teil eines zusammenhängenden Erkundungs- und Sanierungsprogramms und tragen essentielle Informationen für den Ablauf und die Planung der Sanierungsarbeiten sowie zur Kontrolle des Sanierungserfolges bei.

Die Vorbereitungen für die Ausführung der Bohrungen sind abgeschlossen (wasserrechtliche Anträge, Vorschläge zur Lage der Bohrpunkte). Angebote auf der Grundlage beschränkter Ausschreibungen liegen vor und sind ausgewertet (Preisspiegel), so dass die Arbeiten auf dieser Grundlage vergeben werden können.

Aus geotechnischer Sicht sollten sowohl die flachen als auch die tiefen Erkundungsbohrungen so rasch wie möglich begonnen werden, damit die an ihnen gewonnenen Ergebnisse möglichst frühzeitig vor Beginn bzw. begleitend zu den Sanierungsarbeiten an den Erdwärmesonden verfügbar sind und in die Sanierungsplanung einfließen können.

Leinfelden-Echterdingen, 27. August 2014

Dipl.-Geol. Dr. K. Kleinert

Dr. Klaus Kleinert
Von der Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie
Öffentl. best. u. vereid. Sachverständiger

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

26.09.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im östlichen Stadtgebiet von Böblingen
Protokoll zum Ortstermin am 25.09.2014
Thema: Baustelleneinrichtung im Bereich Siemensstraße 11

Datum:	25.09.2014
Uhrzeit:	15:00 – 16:30
Ort:	Siemensstraße / Altinger Straße, Böblingen

Teilnehmer:	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Bader	Stadt Böblingen	*bader@boeblingen.de*
	Frau Dr. Batereau	RP Stuttgart	*katrin.batereau@rps.bwl.de*
	Herr Erbacher	Forstamt Böblingen	*p.erbacher@lrabb.de*
	Herr Mayer	Straßenverkehrsamt	
	Herr Adler	Fa. KellerGrundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. KellerGrundbau	
	Herr F. Burkhardt	Fa. Burkhardt	*info@burkhardt-bohrungen.de*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Kroneisen	Landratsamt Böblingen	*s.kroneisen@lrabb.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer	Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:		
1	**Sanierungs- / Erkundungsarbeiten**		
1.1	**Tiefe Erkundungsbohrung (Fa. Burkhardt)** Der Standort für die tiefe Erkundungsbohrung wurde am Waldrand gegenüber Wohnhaus Altinger Straße 18 festgelegt (s. beiliegender Lageplan). Der Verlauf der Bodenseewasserversorgung wurde hierbei berücksichtigt; weitere Leitungen verlaufen hier nicht. Die Baustelleneinrichtungsfläche wird von der Fa. Burkhardt ab dem 06.10.2014 hergestellt (Roden/Abziehen Oberboden & Einschottern). Das eigentliche Bohrgerät steht später auf Baggermatratzen um den Untergrund zu schonen. Eine Beanspruchung angrenzender Waldflächen bspw. zur Lagerung etc. ist zu vermeiden. Ein Bauzaun ist gegen die Waldflächen zu stellen.	Fa. Burkhardt	06.10.2014
1.2	**Sanierung der EWS (Fa. KellerGrundbau)** Fa. KellerGrundbau richtet ab dem 13.10.2014 die Baustelle ein um anschließend mit der Sanierung der beiden EWS Siemensstraße beginnen zu können. Die dazugehörige BE-Fläche ist im beilegenden Plan markiert.	Fa. Keller	13.10.2014
1.3	**Straßensperrung** Der in beiliegenden Plan markierte Bereich wird über die Dauer der Arbeiten vollständig abgesperrt. Verkehrsrechtliche Anordnung wird für den Gesamtbereich von Fa. Burkhardt beantragt. Sicherung der Baustelle mit Bauzaun erfolgt ebenfalls durch Fa. Burkhardt.	Fa. Burkhardt	sofort
1.4	**Versorgung mit Strom & Wasser, Bürocontainer** Hydranten sind in ausreichender Zahl in der Nähe vorhanden um Wasserzufuhr zu gewährleisten. Fa. Burkhardt klärt Stromanschlussmöglichkeit mit EnBW. Ggf. muss Fa. Keller oder das LRA nochmals gesondert auf Versorger zugehen. Die beiden Gewerke sind hinsichtlich Strom- und Wasserverbrauch gesondert abzurechnen (d. h. je eine Wasseruhr bzw. je ein Stromzähler). Fa. KellerGrundbau stellt einen Büro- und Besprechungscontainer für die Dauer der Sanierung.	Fa. Burkhardt / Keller / LRA	sofort
1.5	**Ausweichstellflächen am Freibad** Prinzipiell besteht die Möglichkeit, Parkplätze des Freibads zur Zwischenlagerung von Material, etc. zu nutzen. Details sind mit der Stadt zu klären, falls diese Flächen in Anspruch genommen werden sollen.		
1.6	**Information der Anwohner** Die Anwohner werden über die bevorstehenden Arbeiten	LRA / VEES	sofort

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer	Termin
	vom LRA noch kurzfristig schriftlich informiert. Hr. Branscheid informiert die direkt betroffenen Anwohner bei Antreffen ggf. persönlich.		
1.7 : 	**Offene Punkte** Für die tiefe Erkundungsbohrung sind letzte Ausbaudetails noch zu klären. Herr Burkhardt muss hierzu noch einen Nachtrag einreichen. Hinsichtlich des zu verwendenden Zements soll beim LGRB nachgefragt werden, bis wann die genauen Mischverhältnisse feststehen, so dass die entsprechenden Vorbereitungen/Bestellungen von den Firmen gemacht werden können.	Fa. Keller / Fa. Burkhardt / VEES / LGRB	sofort
1.8	**Sonstiges** Das Wohnhaus Siemensstraße 11 wird seit heute mit einer Ersatzheizung ausgestattet, so dass die Sonden ca. 3 Wochen außer Betrieb sind, bevor die Sanierung beginnt. Die Lagerung von Bohrkernen erfolgt verabredungsgemäß auf dem Gelände der Stadtgärtnerei in der Panzerstraße (Halle 5).		

Leinfelden-Echterdingen, 26. September 2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

22.10.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im östlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße
Protokoll zum Ortstermin am 13.10.2014
Thema: Ausführung der tiefen Erkundungsbohrungen B 1 tief und B 2 tief

Anlagen:
1 Ausbauschema der tiefen Erkundungsbohrungen
2 Mögliche Ansatzstellen für die tiefe Erkundungsbohrung B 2 tief
3 Produktdatenblatt „Mikolit 300“

Datum: 13.10.2014
Uhrzeit: 11:30 – 13:00
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*
	Herr H. Burkhardt	Bohrunternehmung Burkhardt	*info@burkhardt-bohrungen.de*
	Herr F. Burkhardt	Bohrunternehmung Burkhardt	*frank@burkhardt-bohrungen.de*
	Herr Frenzel	Bohrunternehmung Burkhardt	*frank@burkhardt-bohrungen.de*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich: Herr Dr. Ruch LGRB BW, RPF *clemens.ruch@rpf.bwl.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer	Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:		
1	**Tiefbohrung Siemensstraße (B 1 tief)**		
1.1	**Herrichten BE-Fläche / Bohrbeginn** BE-Fläche zur Aufstellung der Bohrgerätschaften wurde von der Fa. Burkhardt vollständig hergestellt und mit einem Bauzaun gesichert. Dazu wurde das Gehölz am Waldrand gerodet, der Oberboden abgezogen und die Fläche eingeschottert. Zusätzlich wurde die durch die BE-Fläche laufende BWV-Leitung mit Baggermatratzen gesichert. Auch das Bohrgerät soll auf Baggermatratzen stehen. Dieses wurde während des Besprechungstermins antransportiert und aufgestellt. Die Bohrarbeiten begannen noch am selben Tag.		
1.2	**Ausbau Tiefbohrung mit Sperrrohren** Anstelle der zunächst geplanten Injektionsgestänge (3 Stück an UK Sperrrohr) sollen drei Manschettenrohre (Stahl, 1,5“, 120°-Abstand) zwischen den beiden Sperrrohren (bzw. zwischen innerem Sperrrohr und Bohrlochwand) eingebaut werden. Dazu ist es jedoch erforderlich, den Durchmesser des inneren Sperrrohrs von zuvor 356 mm auf 324 mm zu verringern, um mehr Platz im Ringraum zwischen Sperrrohr und Bohrlochwand (Bohrdurchmesser 444 mm) zu erhalten. Die Beteiligten stimmten dieser Änderung zu. Das entsprechend aktualisierte Ausbauschema ist hier als Anlage 1 beigefügt.		
1.3	**Verwendetes Tonmaterial** Herr Burkhardt fragte an, welches Tonmaterial für die einzubauenden Tondichtungen verwendet werden soll. Man einigte sich darauf, die auch beim Ausbau in Rudersberg verwendeten Tonpellets „Mikolit 300“ zu verwenden (vgl. Produktdatenblatt in Anlage 3).		
1.4	**Hebungsmessungen im Bohrloch** Nach Rücksprache mit der Firma Bohrlochmessung Storkow ist das häufig verwendete Verfahren der magnetischen Erfassung von ins Gebirge eingeschossenen Metallbolzen hier nicht anwendbar zur Messung von Hebungen in unterschiedlichen Tiefenniveaus in der Bohrung. Die Stahl-Sperrrohre stören die Messung zu stark. Auch die von Herrn Burkhardt angesprochenen Gleit-Mikrometer, welche auf die Stahl-Manschettenrohre aufgebracht werden, können hier aufgrund der Störeinflüsse durch die Stahlverrohrungen nicht einwandfrei detektiert werden. Als weitere Lösung wurde die Anordnung von Dehnungsmessgebern an der Innenseite der inneren Sperrverrohrung angesprochen.		

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer	Termin
1.5	**„Flexibler“ Ausbau** Bei der Besprechung wurde andiskutiert, ob und wie der geplante Ausbau flexibler gestaltet werden kann, um mögliche Verformungen infolge von hebungsbedingten Spannungen im Untergrund aufnehmen zu können. Dabei wurde als eine Variante der Einbau eines Packers am Fuß der inneren Sperrverrohrung erwogen. Im Nachgang zu dem Besprechungstermin entwickelte die Fa. Burkhardt ein Konzept zur Anordnung von Dehnungskompensatoren in der Sperrverrohrung. Da dies aber mit Schwachstellen in der Sperrverrohrung verbunden ist und die Dauerhaftigkeit der Dichtungspackung in den Gleitkompensatoren nicht sicher beurteilt werden kann, wurde in Abstimmung mit dem LGRB BW vereinbart, das Thema Dehnungskompensatoren nicht weiter zu verfolgen. Wenn die innere Sperrverrohrung ∅ 323,9 x 7,1 mm zur Ausführung kommt, wird sie über ihre gesamte Länge mit verschweißten Stößen eingebaut.		
1.6	**Anmischen der Zementation** Nach Rücksprache mit der Ingenieurgruppe Geotechnik ist die vorgegebene Mischzeit für den Sulfadur-Zement von 30 Minuten strengstens einzuhalten. Um diesen größeren Zeitaufwand zu kompensieren (Mischzeit Slagstar-Zement: 10 Minuten), hat Herr Burkhardt einen 1000 ℓ-Mischer vorgesehen. Um kontinuierlich hinterzementieren zu können, wird die angemischte Suspension anschließend in einen Aufbewahrungsbehälter mit Rührwerk eingebracht, aus diesem dann verpresst wird. Nach Angabe der Ing.gruppe Geotechnik wurde die Suspension im Labor spätestens nach 180 Minuten verarbeitet. Als Anmischgeschwindigkeit wurden im Labor 120 U/min verwendet; diese sind hier ebenfalls einzuhalten. Nach vollständiger Hinterzementation des jeweiligen Sperrrohrs sollen die Arbeiten mindestens 3 Tage ruhen, um den Zement vollständig aushärten zu lassen.		
1.7	**PVC-Rohrhülsen** Die im LV ausgeschrieben PVC-Rohrhülsen zum Einlagern der Anhydrit-Bohrkerne sind nicht mehr am Markt verfügbar. Die Fa. Burkhardt wird diese nun selbst herstellen.		
2	**Bohransatzpunkt südliches Hebungsgebiet (B 2 tief)**		
2.1	**Bisheriger Bohrpunkt Feldbergstraße** Der bisher angedachte Bohrpunkt in der Feldbergstraße liegt nach Einschätzung des LGRB zu weit entfernt von einem EWS-Standort, so dass hier die Korrelation der geophysikalischen Messungen zwischen den EWS und der Bohrung schwierig wird. Außerdem läuft im Bereich des zunächst geplanten Bohrpunktes einer der Hauptrisse auf dem Gelände, so dass man die Situation möglicherweise noch verschärft, wenn hier gebohrt wird.		

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer	Termin
3.2	**Favorisierter Bohrpunkt Heinrich-Heine-Weg** Für die zweite tiefe Erkundungsbohrung wird deshalb vom LGRB ein Standort nahe der Erdwärmesonden am Heinrich-Heine-Weg favorisiert. Aufgrund der beengten Verhältnisse (schmale Sackgasse) kann die Bohrung hier jedoch nicht ohne Inanspruchnahme des westlich gelegenen Wiesengrundstücks erfolgen. Das LRA BB kontaktiert hierzu die Eigentümer und klärt, ob das Grundstück auf einer Breite von 5 – 6 m entlang des Heinrich-Heine-Weges genutzt werden kann (vorrangig als BE-Fläche; Rückbau des Zaunes; Abschieben und seitliche Lagerung des Oberbodens; Einebnen des Geländes; Befestigung mit Schotter; Wiederherstellung des Geländes mit Rückbau des Schotters; Wiederaufbringen des Oberbodens, Begrünung, Wiederaufbau des Zaunes; Verwendung dieser Fläche für die Bohrarbeiten zur Ausführung der tiefen Erkundungsbohrung B 2 tief und der Sanierungsarbeiten an den EWS). Der eigentliche Bohrpunkt wird bei dieser Lösung aber im Heinrich-Heine-Weg angeordnet (im öffentlichen Straßenraum; vgl. Lageplan Anlage 2).	LRA BB	sofort
3.3	**Alternativer Bohrpunkt Kniebisstraße** Alternativ könnte die zweite tiefe Erkundungsbohrung in der Kniebisstraße (etwa auf Höhe Wohnhaus 7) angeordnet werden. Hier ist die Entfernung zu den EWS im Heinrich-Heine-Weg noch vertretbar. Allerdings müsste die Straße dazu vollständig gesperrt werden; hierbei würde auch eine Garageneinfahrt blockiert. Eine entsprechende Abstimmung (verkehrsrechtliche Anordnung usw.) mit der Stadt Böblingen ist für beide Standorte unerlässlich.		

Leinfelden-Echterdingen, 22. Oktober 2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

17.11.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße
Aktenvermerk zum temporären Ausbau der Tiefbohrung im Bereich Siemensstraße

Anlagen: Schemaskizze zum Einbau der temporären Sperrverrohrung, Stand: 17.11.2014

Du.:
- LGRB BW, RPF, Herr Dr. Ruch *(clemens.ruch@rpf.bwl.de)*
  Herr Dr. Prestel *(rupert.prestel@rpf.bwl.de)*
  Herr Dr. Trapp *(christian.trapp@rpf.bwl.de)*
  Herr Koch *(andreas.koch@rpf.bwl.de)*
- Fa. Burkhardt, Herr F. Burkhardt *(frank@burkhardt-bohrungen.de)*

Die Fa. Burkhardt hat in der tiefen Erkundungsbohrung B1a (tief) im Bereich Siemensstraße aktuell eine Bohrtiefe von ca. 85 m unter Gelände erreicht. Ab einer Tiefe von 10,2 m unter Gelände wurden die Schichten des Gipskeupers erbohrt. Der Gips- bzw. Anhydritspiegel liegt bei 49,35 m bzw. bei ca. 56 m Tiefe innerhalb des Mittleren Gipshorizonts. Nach dem bisherigen Konzept war vorgesehen, die Bohrung nach Erreichen der Endtiefe (130 m bis 140 m) mit Hilfe einzementierter Stahl-Sperrrohre dauerhaft als Grundwassermessstelle im Lettenkeuper (ku) auszubauen.

Nach aktuellen Überlegungen des LGRB BW und Abstimmungen mit dem Landratsamt Böblingen kam man zu dem Schluss, dass ein dauerhafter Ausbau der Messstelle mit der nicht vollständig auszuschließenden Gefahr einhergeht, dass auch hier über die Zeit Längsläufigkeiten auftreten können, welche zu den Hebungsprozessen beitragen können (Reißen der Zementhinterfüllung bei Andauern der Hebung). Deshalb wurde vereinbart, die Bohrung zunächst so auszuführen, dass ein vollständiger Rückbau der Sperrverrohrungen möglich ist. Dann kann das Bohrloch über die gesamte Länge mit Quellton verschlossen werden, der aufgrund seiner Plastizität auch bei Andauern der Hebung eine sichere Abdichtung gewährleistet.

Das aktuelle Konzept sieht hiernach vor, dass die Bohrung nicht dauerhaft als Messstelle erhalten bleiben soll. Das Erkundungsziel bleibt dabei unverändert: Neben der Erfassung des Schichtaufbaus sollen vor allem die Grundwasserverhältnisse erkundet werden (Druckpotential und Durchlässigkeit an UK Gipskeuper sowie im Lettenkeuper und obersten Bereich des Oberen Muschelkalkes).

Zum temporären Einbau der Sperrverrohrungen wurden seither mehrere Varianten diskutiert und zwischen den Beteiligten abgestimmt. Dabei hat man sich auf folgendes Vorgehen verständigt (vgl. Anlage):

Bisher ausgeführte Arbeiten:

- Abteufen der Bohrung als Kernbohrung bis in den Anhydrit führenden Gipskeuper.
- Niveau des Gipsspiegels: 49,35 m u. Gel.
- Einsatz der inhibierten Bohrspülung ab 51,5 m u. Gel.
- Niveau des Anhydritspiegels: ca. 56 m unter Gelände. Nach den mineralogischen Untersuchungen des LGRB BW enthielt die Probe von 55,85 m – 55,90 m u. Gel. 98 % Gips und 2 % Anhydrit, diejenige von 56,50 m – 56,54 m u. Gel. bereits 99 % Anhydrit und 1 % Gips. Alle weiteren bisher untersuchten Proben unterhalb dieses Niveaus führten überwiegend Anhydrit.
- Die Bohrendtiefe betrug bei Feststellung des Anhydritspiegels 72,6 m u. Gel.
- Austausch der inhibierten Spülung gegen Klarwasser und Verfüllen der Kernbohrstrecke zwischen Bohrendtiefe und ca. 50 m u. Gel. mit Quellton (Mikolit 300).
- Aufbohren der Kernbohrstrecke bis 51,5 m Tiefe mit Rollenmeißel und Klarwasserspülung (Bohr-∅ 610 mm).
- Einbau der ersten Sperrverrohrung (∅ 473 mm) in eine 5 m hohen Tondichtung im aufgeweiteten Bohrloch (UK Sperrverrohrung = 51,5 m u. Gel.). Hinterfüllung der Verrohrung mit Quellton bis auf ca. 20 m unter Gelände.
- Einspiegelung des Schilfsandstein-Wasserspiegels im Ringraum (= oberes Grundwasserstockwerk). Festgestellter Wasserspiegel im Schilfsandstein (bzw. Gipskeuper) bei Packertest am 16.10.2014: 8,12 m u. Gel. (bzw. 25,76 m u. Gel.); gemessener Wasserspiegel im Ringraum außerhalb der Verrohrung ∅ 473 mm am 14.11.2014: 8,5 m u. Gel.

Aktueller Stand:

- Zurzeit ist das weitere Abteufen der Kernbohrung bis zur Oberkante des Lettenkeupers unter Einsatz von inhibierter Bohrspülung im Gange (erreichte Bohrtiefe am 14.11.2014: 84,7 m u. Gel.).

- Bei den Bohrarbeiten bzw. über Nacht wurde dabei teilweise ein deutlicher Verlust der inhibierten Bohrspülung festgestellt:
  - 11.11.2014 Quellton im Bohrloch von ca. 50 m bis 64 m u. Gel. ausgespült, dazu 12 m³ inhibierte Spülung im Umlauf eingesetzt.
  - 12.11.2014 Weiteres Ausspülen des Quelltons bis 72,6 m und weiterbohren bis 75,4 m u. Gel., dazu morgens 5 m³ inh. Spülung ergänzt.
  - 13.11.2014: Weiterbohren bis 82,5 m u. Gel., dazu morgens 5 m³ inh. Spülung ergänzt.
  - 14.11.2014: Weiterbohren bis 84,7 m u. Gel., dazu morgens 10 m³ inh. Spülung ergänzt.

- Deshalb wurde über das Wochenende vom 14.11. bis 17.11.2014 ein Packertest ausgeführt um die Tiefenbereiche mit Spülungsverlust näher einzugrenzen:
  - Niveau des Packers: 60 m – 61 m u. Gel. (darüber kein dichter Anschluss des Packers an Bohrlochwand möglich wg. Umläufigkeit).
  - Wasserstandsänderung im Ringraum:
    Δh in ca. 64 h = 13,4 m ≙ ca. 2,15 m³ (von 17,8 m u. Gel. auf 31,2 m u. Gel.)
  - Wasserstandsänderung im Packer:
    (Δh in ca. 64 h = 18,4 m ≙ ca. 0,08 m³ (von 14,1 m u. Gel. auf 32,5 m u. Gel.)

  Die größten Spülwasserverluste treten folglich im Tiefenbereich von 51,5 m (UK erste Sperrverrohrung) bis 60 m u. Gel. auf (OK Packer).

<u>Weiteres Vorgehen:</u>

- Fortsetzung der Kernbohrung mit inhibierter Bohrspülung bis OK Lettenkeuper (dabei meterweise Beprobung der Bohrkerne zur min. Untersuchung wie bisher).

- Durchführung der geophysikalischen Messungen und Bohrlochvermessungen (soweit mit inhibierter Spülung im Bohrloch möglich).

- Aufbohren des Bohrlochs mit ∅ 444 mm bis OK Lettenkeuper mit Rollenmeißel und inhibierter Spülung.

Zum Einbau der zweiten Sperrverrohrung ∅ 324 mm wurde zwischenzeitlich eine Lösung mit zwei Packern erörtert (vgl. unsere E-Mail vom 07.11.2014 und den nachfolgenden E-Mail-Verkehr). Nach Diskussion der Lieferbedingungen und der technischen Möglichkeiten wurde vereinbart auf den oberen Packer zu verzichten. Der untere Packer soll aber nach Möglichkeit eingebaut werden (vgl. beiliegende Skizze). Danach ist derzeit folgender Ablauf zum Einbau der Sperrverrohrung ∅ 324 mm geplant:

- Austausch der inhibierten Spülung gegen Klarwasser.

- Einbau einer 5 m hohen Tondichtung auf UK Bohrloch.

- Einbau der zweiten Sperrverrohrung (∅ 324 mm) in die Tondichtung im aufgeweiteten Bohrloch.

- Sofern Packer in vertretbarer Zeit lieferbar: Einbau eines ca. 2 m hohen Packers über der Tondichtung mit Druckleitung zur Geländeoberfläche.

- Sofern kein Packer lieferbar: Einbringen einer ca. 4 m hohen Sandauflage im Ringraum über der Tondichtung zur Ballastierung des Tons.

- Auffüllen des Ringraums zwischen Bohrlochwandung und Sperrrohr ∅ 324 mm sowie zwischen den Sperrrohren mit inhibierter Bohrspülung bis auf das Niveau des Wasserspiegels (Druckspiegels) des zweiten Grundwasserstockwerks = ausgelaugter Gipskeuper oberhalb des Gipsspiegels („Gipskarst“) bei ca. 25 m unter Gel. (≈ Wasserspiegel in der flachen Grundwassermessstelle B1).

- Einbau eines Schlauches im Ringraum bis OK Packer bzw. OK Sandauflage zum Nachfüllen und ggf. Austausch der inhibierten Spülung.

- Kontrolle des Spiegels der inhibierten Spülung im Ringraum.

- Zentrierung des inneren Sperrrohrs an der Geländeoberfläche.

- Nach Einbau des Sperrrohres ∅ 324 mm erfolgt das weitere Abteufen der Kernbohrung bis zur Endtiefe mit Klarwasserspülung.

Die Sperrrohre werden folglich über die Dauer des Beobachtungszeitraums so eingebaut, dass sie nachträglich wieder problemlos aus dem Bohrloch entfernt werden können. Der temporäre Ausbau des Bohrlochs soll lediglich die Druckwasserverhältnisse im Lettenkeuper und ggf. im oberen Muschelkalk über einen gewissen Zeitraum erfassen.

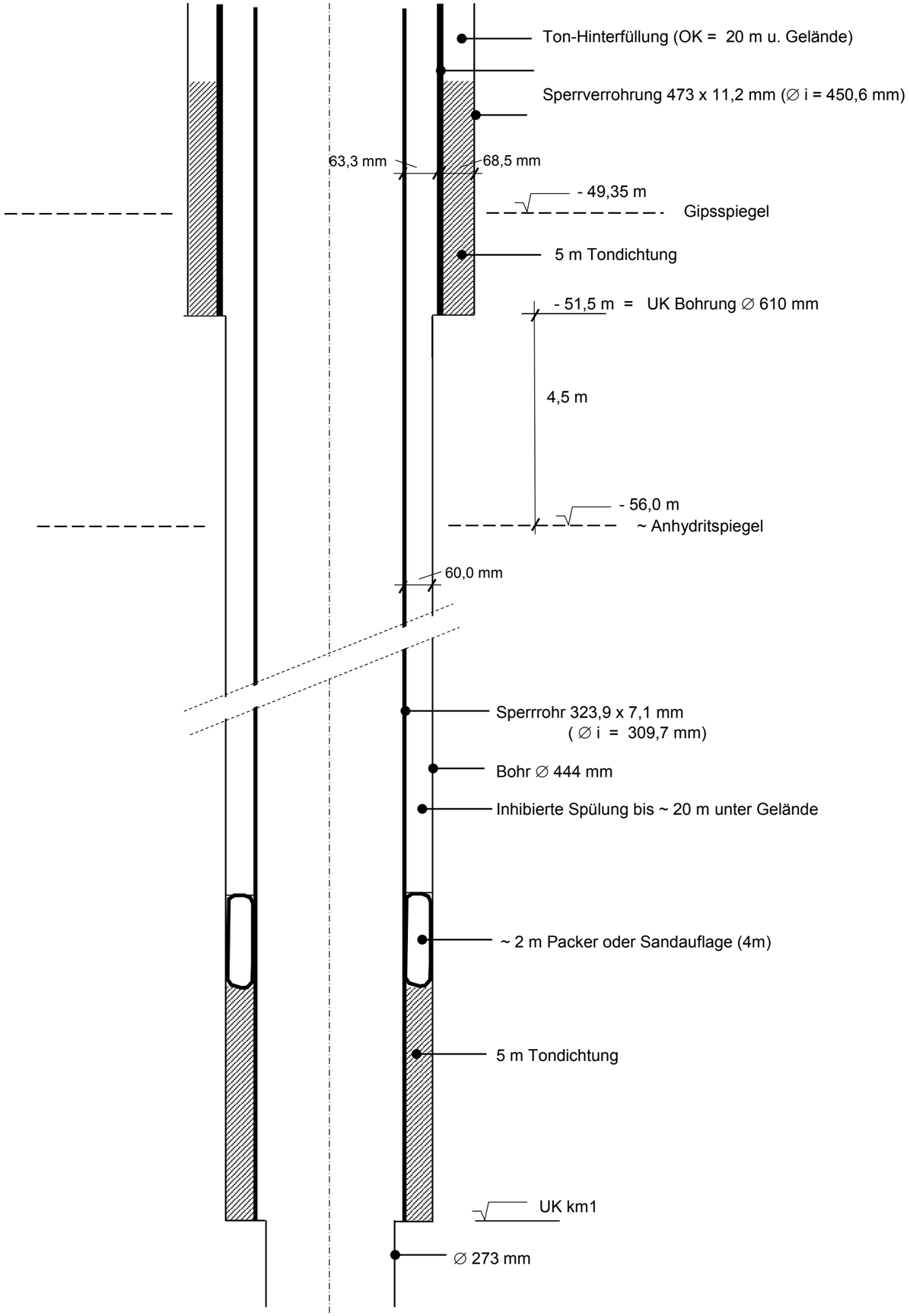
Nach Ende des Beobachtungszeitraums werden alle Einbauten aus dem Bohrloch entfernt und dieses vollständig mit Quellton verfüllt. Gegebenenfalls soll ein Porenwasserdruckgeber im Lettenkeuper verbleiben, um darüber dauerhaft die dort herrschende Potentialentwicklung beobachten zu können. Für den Fall, dass sich im Lettenkeuper / oberen Muschelkalk ein sehr hohes Druckwasserpotential darstellt, besteht die Überlegung, die Bohrung als Abwehr-/Pumpbrunnen mit größerem Durchmesser dauerhaft auszubauen.

Leinfelden-Echterdingen, 17. November 2014

Dipl.-Geol. Dr. K. Kleinert

Dr. Klaus Kleinert
Von der Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie
Öffentl. best. u. vereid. Sachverständiger

Dipl.-Geol. P. Branscheid



Konzept zum Einbau der Sperrverrohrung ∅ 324 mm
Stand 17.11.2014

VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Waldenbucher Straße 19 70771 Leinfelden-Echterdingen	BÖBLINGEN Tiefe Erkundungsbohrung B 1a (tief) Schemaskizze zum Einbau der temporären Sperrverrohrung ∅ 323,9	Anlage Az 14012 Datum 17.11.2014 M.d.H. 1:100, d.L. 1:10 Bearbeiter KK

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

09.12.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im östlichen Stadtgebiet von Böblingen
Protokoll zur Baustellenbesprechung am 09.12.2014
Thema: Weiteres Vorgehen bei der tiefen Erkundungsbohrung B1a (ku)

Anlage: Ergebnisse der geophysikalischen Bohrlochvermessungen vom 05.12.2014

Datum:	08.12.2014
Uhrzeit:	16:45 – 18:15
Ort:	Siemensstraße / Altinger Straße, Böblingen

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr H. Burkhardt	Fa. Burkhardt	*info@burkhardt-bohrungen.de*
	Herr F. Burkhardt	Fa. Burkhardt	*info@burkhardt-bohrungen.de*
	Herr R. Frenzel	Fa. Burkhardt	*info@burkhardt-bohrungen.de*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Trapp	LGRB BW, RPF	*christian.trapp@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:
1	**Stand der Dinge**
	Das abgerissene Seilkernrohr konnte am 01.12.2014 aus dem Bohrloch geborgen werden; Details zum Ablauf der Bergung sind dem E-Mail-Verkehr der vergangenen Woche zu entnehmen. Am 05.12.2014 führte Herr Voutta Bohrlochmessungen (Flowmeter, Kaliber- und Gamma-log) durch um die noch offenen Fragen zu klären (Bohrlochgeometrie und Bereich der stärksten Spülwasserverluste). Nachfolgend die wichtigsten Fakten: - Bohrtiefe vor Abriss SK: 84,5 m - UK 1. Sperrverrohrung (∅ 473 mm): 51,8 m - 244er Verrohrung neben SK bis: ca. 63 m - 244er Verrohrung über SK bis: ca. 71,3 m - Bohrloch aktuell offen bis: ca. 71,5 m - Darunter ist Nachfall in die SK-Bohrstrecke gefallen; auch evtl. Bruchstücke des abgerissenen SK-Rohres können noch im Bohrloch vorhanden sein. - Bei laufenden Bohrarbeiten hat sich der Spülwasserstand stets bei ca. 29 – 33 m unter GOK eingespiegelt (≙ Wasserstand im Pegel B1 (km1) mit Ausbau im Gipskarst). Nach Auswertung der Tagesberichte hat sich seit Beginn der Bohrarbeiten ein Gesamt-Spülwasserverlust von ca. 89 m³ aufsummiert (während der Bergearbeiten ca. 35 – 40 m³). Diese Verluste zeigten sich auch deutlich im Pegel B1 (km1); der Leitfähigkeitssensor im Pegel zeigte jedoch keine Reaktion. Demnach ist ein temporärer Anstieg des Druckpotentials im Gipskarst für die Pegelreaktionen verantwortlich; das Spülwasser selbst gelangt nicht in den Pegel. - Kaliberlog zeigt sehr unregelmäßige Bohrlochwandung bis 63 m Tiefe, diese teils bis ca. 450 mm ausgebrochen (vgl. Anlage). - Flowmeter belegt Haupt-Verlusthorizont des Spülwassers im Bereich direkt unterhalb des Sperrrohres (nur wenige Dezimeter; vgl. Anlage). Bei Halten des Spülwasserspiegels an GOK konnte hier ein Spülungs-Abfluss von ca. 1,4 ℓ/s – 1,7 ℓ/s festgestellt werden. Unterhalb von 56 m ergab sich keine Fluidbewegung; dazwischen (ca. 52 m bis 56 m) sind die Spülungsabflüsse sehr gering. - Gamma-log bringt keine Erkenntnis zur Beschaffenheit der Tondichtung (vgl. Anlage). - Temperaturen im Bohrloch zeigen keine Hinweise auf laufende Umwandlungsprozesse Anhydrit-Gips unterhalb 56 m.
2	**Weiteres Vorgehen**
	Das weitere Vorgehen beim Abteufen der tiefen Erkundungsbohrungen wurde zwischen den Projektbeteiligten im Laufe der letzten Woche bereits telefonisch und per E-Mail vorabgestimmt (vgl. E-Mail-Verkehr der letzten Woche). Die Vor- und Nachteile der Varianten „Zementation“ und „Vertonen“ wurden zwischen den Besprechungsteilnehmern nochmals erörtert. Für beide Varianten schlägt die Fa. Burkhardt aufgrund des Nachfalls im Bohrloch und der sehr unregelmäßigen Bohrlochgeometrie vor, das Bohrloch als Erstes mit ∅ 444 mm aufzubohren (bis 84,5 m Tiefe). Um die Spülwasserverluste während des ca. 1-tägigen Aufbohrvorgangs zu verringern, wird dem Spülwasser Bentonit zugegeben (vor der Zugabe der Chemikalien), so dass eine zähflüssigere inhibierte Bohrspülung erzeugt wird. Zusätzlich soll im Luft-Hebe-Verfahren mit inversem Spülungskreislauf gearbeitet werden; dabei wird der Spülwasserstand auf ca. 30 m unter GOK gehalten. Anschließend kann eine der genannten Varianten im Bohrloch ∅ 444 mm durchgeführt werden (Zementation oder Verrohrung ∅ 244 mm mit Tondichtung). Der jeweilige Ablauf und die Vor- und Nachteile der beiden Varianten sind nachfolgend zusammengefasst:

Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse

Datum	Variante „Zementation“	Variante „Vertonen“
09.12.14	Vorbereitende Arbeiten für das Aufbohren des Bohrlochs	
10.12.14	Aufbohren des Bohrlochs ∅ 444 mm bis 84,5 m mit inhibierter Bentonit-Spülung im Luft-Hebe-Verfahren	
11.12.14	Durchführung geoph. Bohrlochmessungen unter 72 m bis 84,5 m	
	Einbau von Feinkies (2/3,15 mm) bis ca. 62 m (darüber Sand-Gegenfilter bis 60 m). Vorbereitung der Zementation.	Verrohrung ∅ 244 mm bis ET zentriert einstellen
12.12.14	Zementation im Kontraktor-Verfahren oberhalb 60 m. Sobald Zement im Sperrrohr ansteigt und die darüber stehende Spülung anhebt, wird zusätzlich Wasser bis OK Gelände aufgegeben, um die Zementsäule zu ballastieren. Hierdurch wird an der Bohrlochwand unterhalb des Sperrohrs ein Überdruck von ca. 3 bar erzeugt. Der Anstieg der Zementsäule kann ggf. mit einem Dichtemessgerät verfolgt werden; alternativ wird ein Teller-Lot verwendet. Die Zementsäule wird bei ca. 48 m unter GOK konstant gehalten bis sich keine merkliche Zementaufnahme des Gebirges mehr zeigt. Zeigen sich größere Zementverbräche wird nach 6 m³ Gebirgsaufnahme (ohne theor. Bohrlochvol.) eine Zementationspause von ca. 12 Stunden eingelegt bevor weiterzementiert wird. Die maximale Zementmenge ist noch festzulegen.	Austausch der inhibierten Spülung im Luft-Hebe-Verfahren gegen Klarwasser, Einbau von Quellton zwischen 244er Verrohrung und Bohrlochwand ∅ 444 mm von der Bohrlochsohle bis ca. 48 m unter GOK. Dauer der Klarwasserbedingungen im Bohrloch: ca. ½ Tag.
15.12.14	Aufgrund der Winterpause soll das Bohrloch zunächst nicht wieder aufgebohrt werden, um dieses zu sichern. Die Aufbohrarbeiten werden ab dem 12.01.2015 durchgeführt.	Zentrierter Einbau einer 178er Verrohrung und des SK-Rohres und Fortführen der Bohrarbeiten. Vor Weihnachten soll maximal bis 100 m gebohrt werden (Sicherheitsabstand zum Lettenkeuper). Über die Winterpause wird das Bohrwerkzeug ausgebaut und das Bohrloch mit inhibierter Spülung gefüllt stehen gelassen.
Vorteile:	▸ Voraussichtlich keine weiteren Spülwasserverluste bei weiterem Aufbohren ▸ Stabilere Bohrlochwand	▸ Keine Gefahr erhöhter Zementverbräuche/-verluste ▸ Keine Gefahr des Einzementierens der Sperrverrohrung
Nachteile:	▸ Gefahr des Einzementierens des Sperrrohrs im Ringraum.	▸ Geringere Bohrlochstabilität ▸ Evtl. Spülwasserverluste beim weiteren Aufbohren ▸ Kurzzeitige Klarwasserbedingen

Von der Fa. Burkhardt wird nach wie vor die Variante „Auftonen“ bevorzugt. Wir bitten um Stellungnahme des LGRB BW zum weiteren Vorgehen.

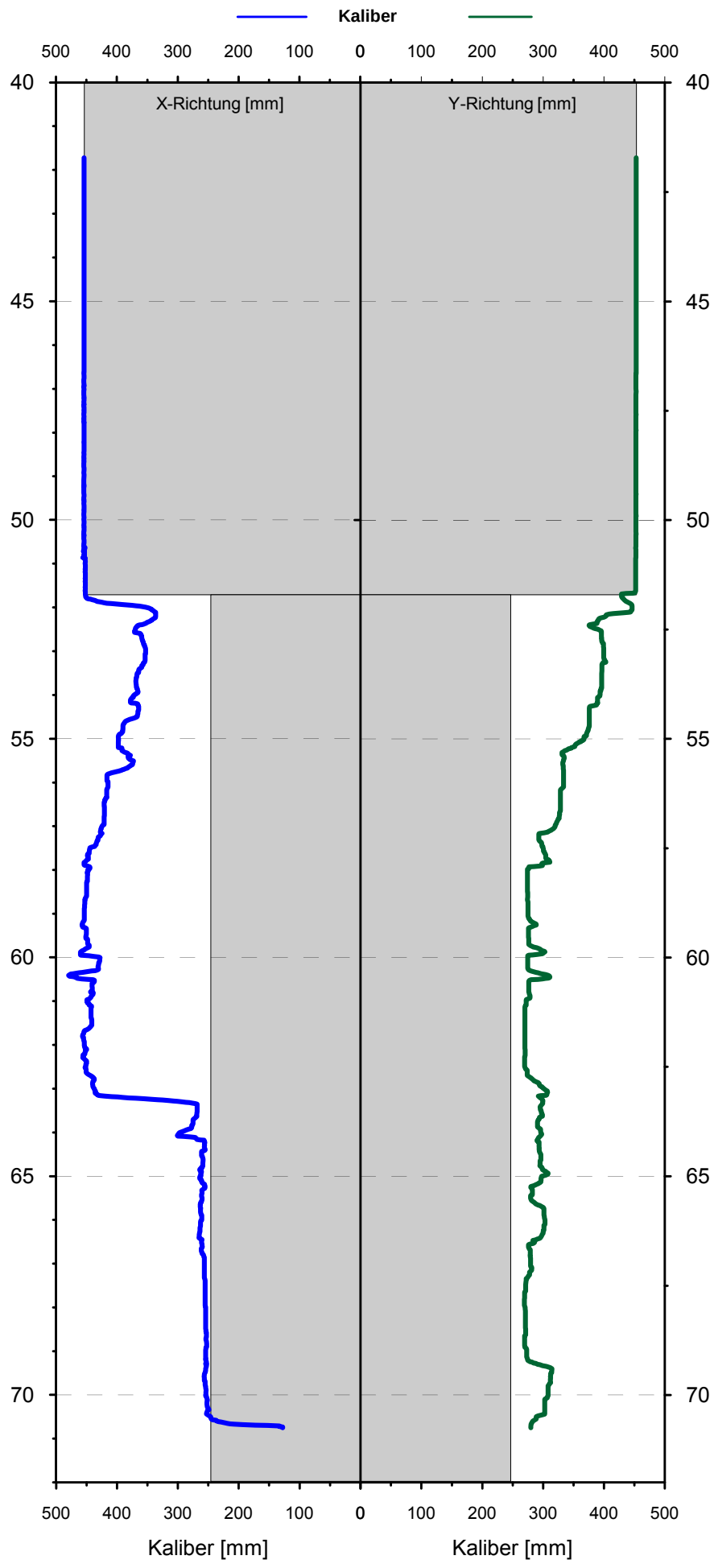
Leinfelden-Echterdingen, 09. Dezember 2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

Geophysikalische Bohrlochvermessung

Bohrung	B1a (tief)	Projekt:	Erkundungsbohrungen BB	Geologie:	km1, km2
Bohrdurchmesser:	versch.	Ort:	Böblingen	Wasserspiegel:	-Spülung-
Teufe:	84 m	Datum:	05.12.2014	ausgeführt durch:	Voutta

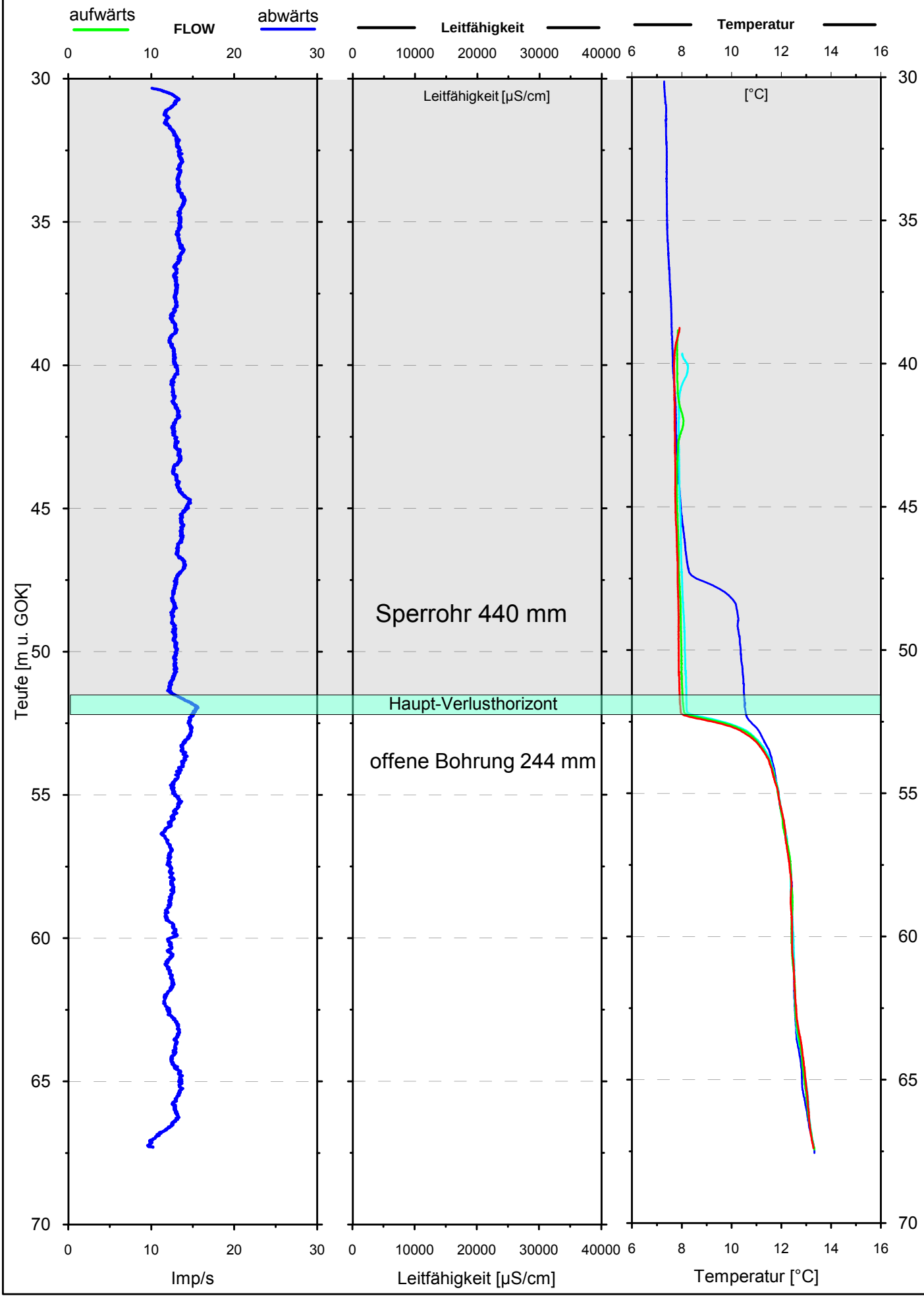
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Hydrophysikalische Bohrlochvermessung

Bohrung	B 1a (tief)	Projekt:	Erkundungsbohrungen BB	Geologie:	km1/km2
Bohrurchmesser:	146/244 mm	Ort:	Böblingen	Wasserspiegel:	Spülung
Teufe:	84 m u. GOK	Datum:	5.12.2014	ausgeführt durch:	Voutta

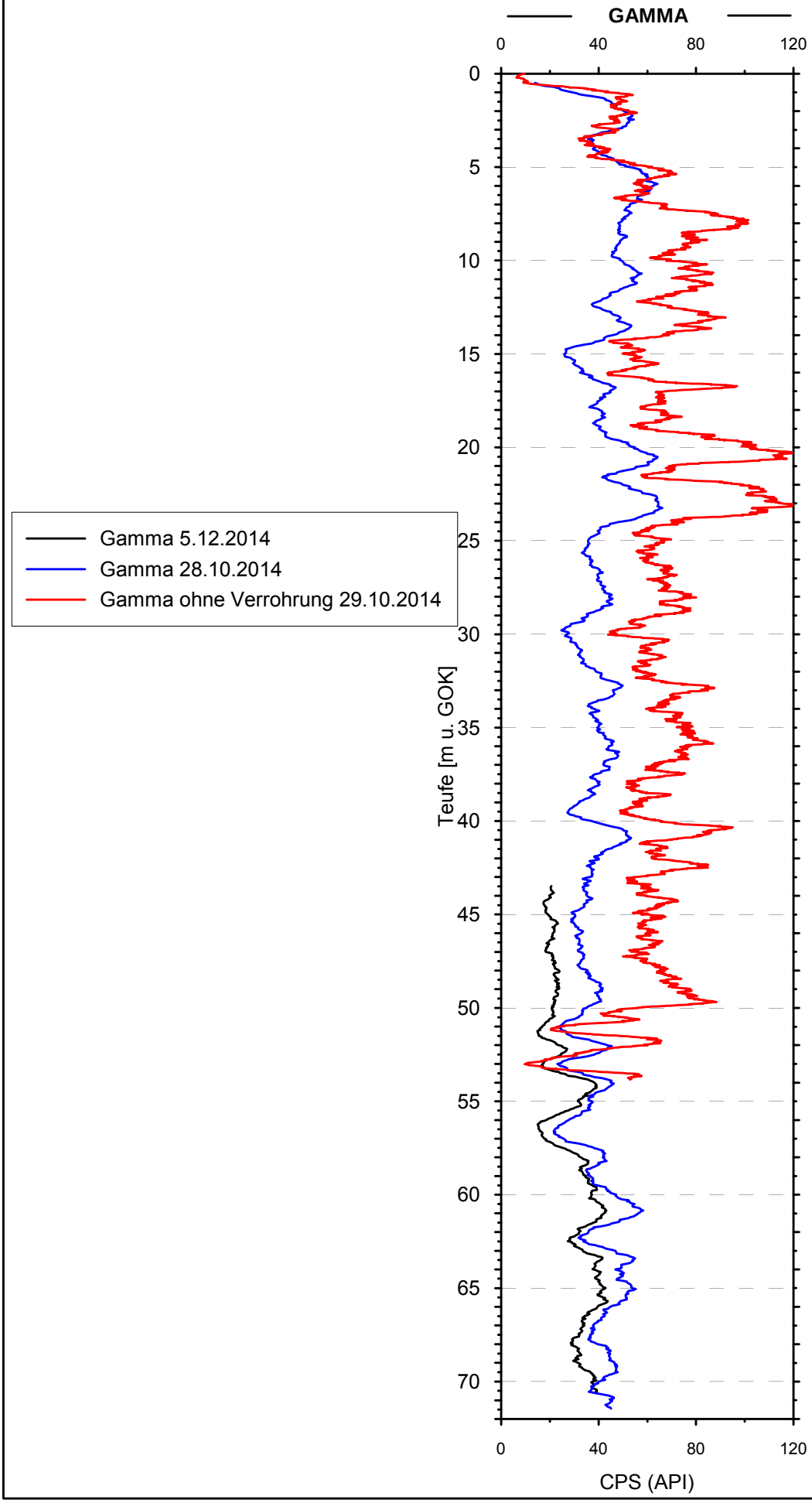
André Voutta (Dipl.-Geol.) Grundwasserhydraulik



geophysikalische Bohrlochvermessung

Brunnen	B1a (tief)	Projekt:	Erkundungsbohrungen BB	Geologie:	km1, km2
Bohrdurchmesser:	versch.	Ort:	Böblingen	Wasserspiegel:	ca. 28 m
Teufe:	-	Datum:	5.12.2014	ausgeführt durch:	Pailliart/Voutta

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

10.12.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im östlichen Stadtgebiet von Böblingen
Weiteres Vorgehen bei der tiefen Erkundungsbohrung B1a (ku)

Am 08.12.2014 wurde das mögliche weitere Vorgehen bei der tiefen Erkundungsbohrung B1a (ku) zwischen der Bohrunternehmung Burkhardt, dem Landratsamt Böblingen und unserem Büro in einer Besprechung auf der Baustelle abgestimmt. Hierzu haben wir mit Datum vom 09.12.2014 ein Besprechungsprotokoll erstellt und per E-Mail an die Projektbeteiligten versandt. Darin werden die erörterten Varianten „Zementation" und „Vertonen" näher erläutert. Bei der anschließenden telefonischen Abstimmung mit dem LGRB BW (Herr Dr. Ruch / Herr Koch) und dem Landratsamt Böblingen (Herr Weinbrecht) verständigte man sich darauf, die Variante „Zementation" auszuführen. Diese hat bei erfolgreicher Ausführung den Vorteil, dass weitere Spülwasserverluste (z. B. beim erneuten Aufbohren) nicht oder nur noch in geringem Umfang auftreten und die Bohrlochwandung mit Zement stabilisiert wird. Außerdem ist die Bohrlochwand auch im temporären Ausbauzustand der Bohrung (vgl. unseren Aktenvermerk vom 17.11.2014) weitestgehend stabilisiert und abgedichtet, so dass in diesem Zustand kein Verlust der inhibierten Spülung und keine Zutritte von Grundwasser ins Bohrloch zu befürchten sind. Die Gefahr eines Einzementierens im Fußbereich des bereits eingebauten Sperrrohres ∅ 473 mm wird bei dieser Lösung in Kauf genommen.

Leinfelden-Echterdingen, 10. Dezember 2014

Dipl.-Geol. K. Kleinert

Dr. Klaus Kleinert
Von der Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart f. Ingenieurgeologie und Hydrogeologie
Öffentl. best. u. vereid. Sachverständiger

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

27.01.2015
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen
Protokoll zur Baustellenbesprechung am 26.01.2015
Thema: Weiteres Vorgehen bei der tiefen Erkundungsbohrung B1a (ku)

Anlage: Ausbauschema tiefe Erkundungsbohrung, Stand: 27.01.2015

Datum:	26.01.2015
Uhrzeit:	13:45 – 15:00
Ort:	Siemensstraße / Altinger Straße, Böblingen

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*
	Frau Dr. Batereau	RP Stuttgart	*katrin.batereau@rps.bwl.de*
	Herr F. Burkhardt	Fa. Burkhardt	*info@burkhardt-bohrungen.de*
	Herr R. Frenzel	Fa. Burkhardt	*info@burkhardt-bohrungen.de*
	Herr Voutta	Büro Voutta	*avoutta@avoutta.de*
	Frau Dr. Völker	Büro Voutta	*hvoelker@hvoelker.de*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

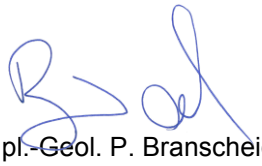
Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Dr. Trapp	LGRB BW, RPF	*christian.trapp@rpf.bwl.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:
1	**Stand der Dinge**
	Die Zementation im Bereich erhöhter Spülwasserverluste unterhalb des ersten Sperrrohres bzw. zwischen 60 m und ca. 48,3 m Tiefe konnte am 12.12. und 15.12.2014 erfolgreich durchgeführt werden (vgl. Anlage, Protokoll zur Besprechung vom 09.12.2014 und E-Mail vom 16.12.2014). Dabei ergab sich eine rechnerische Aufnahme des Umgebungsgesteins von ca. 860 ℓ. Nach der Winterpause wurden die Bohrarbeiten am 12.01.2015 wieder aufgenommen und das Bohrloch bis zur Tiefe von 84,5 m wieder auf 444 mm aufgebohrt. Anschließend wurden die Kernbohrarbeiten (SKL 146 mm) fortgesetzt, welche am 23.01.2015 eine Tiefe von 116,5 m erreichten. Spülwasserverluste waren in dieser Zeit nicht mehr bemerkbar. In der neuen Bohrstrecke wurden zur Ermittlung der Gebirgsdurchlässigkeit vom Büro Voutta bereits hydraulische Tests durchgeführt. Diese zeigte eine sehr geringe Durchlässigkeit des untersuchten Gebirgsabschnittes (auch im Bochingen Horizont zwischen 96,3 m und 100,7 m u. Gel.). Am 27.01.2015 werden noch geophysikalische Messungen im Bohrloch durchgeführt. Die Bohrarbeiten werden ab dem 28.01.2015 fortgeführt.
2	**Weiteres Vorgehen**
	Nach den bisherigen Analyseergebnissen der untersuchten Gesteinsproben liegt der untere Anhydritspiegel auf ca. 114,4 m unter Gelände; die Grenze zum Unterkeuper wurde bei 115,25 m gezogen (vgl. Anlage). Es wurde daher vereinbart, das Bohrloch bis auf die jetzige Endtiefe mit ∅ 444 mm aufzubohren und das zweite Sperrrohr in dieser Tiefe abzusetzen (116,5 m u. Gel.). Es soll wie im Aktenvermerk vom 17.11.2014 bzw. in beiliegendem Ausbauschema dargestellt eingebaut werden (Tonplombe auf untersten 5 m, darüber 1 – 2 m Packer und inhibierte Bohrspülung bis ca. 20 m u. Gel. im Ringraum). Zum Einbau der Tonplombe wird nach Aufbohren des Bohrlochs (∅ 444 mm) bis 116,5 m Tiefe die inhibierte Spülung im Bohrloch kurzfristig gegen Klarwasser ausgetauscht um ein Quellen des Tons zu ermöglichen. Um die Stabilität der Bohrlochwandung nicht zu gefährden, wird das Bohrloch vollständig mit Wasser gefüllt. Das Sperrrohr wird dann unmittelbar nach Einbringen des Tons bzw. während des Tonquellens in diesen eingedrückt. Nach dem vollständigen Einbau des Sperrrohrs wird das Wasser außerhalb des zweiten Sperrrohres (im Ringraum zwischen Sperrrohr und Bohrlochwand) wieder vollständig gegen inhibierte Bohrspülung ausgetauscht; innerhalb des Sperrrohres erfolgt kein Austausch, da die weiteren Kernbohrarbeiten zunächst unter Klarwasserbedingungen erfolgen, um die hydraulischen Eigenschaften im Lettenkeuper und auch im oberen Muschelkalk besser erfassen zu können (sollten größere Anteile an Sulfatgestein angetroffen werden, muss ggf. wieder mit inhibierter Spülung gebohrt werden). Nach Austausch der Spülung wird der Packer im Ringraum mit Druckluft aufgeblasen; dabei ist zu beachten, dass dieser dem hydrostatischen Druck aus der überstehenden Bohrspülung standhalten muss. Im Schutz des zweiten Sperrrohres wird die Kernbohrung anschließend bis durch den Lettenkeuper und wenige Meter in den oberen Muschelkalk fortgeführt. Zunächst wird jedoch nur bis ca. 12 – 14 m in den Lettenkeuper gebohrt, um anschließend seine Aquifereigenschaften mit hydraulischen, geophysikalischen und geochemischen Untersuchungen zu bestimmen. Erst danach soll der obere Muschelkalk erbohrt werden um auch dort die Eigenschaften des Grundwasserleiters erkunden zu können; hierzu wird die Bohrstrecke im Lettenkeuper abgepackert. Nach dem Abschluss der Tests im oberen Muschelkalk wird die Bohrung von der Sohle bis in den untersten Lettenkeuper mit einer Tonplombe

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse
	abgedichtet. Anschließend wird der nicht vertonte Bereich im Lettenkeuper auf ∅ 237 mm aufgebohrt und provisorisch als 5“-Pegel ausgebaut. Details hierzu (Filterstrecke, etc.) werden nach Abschluss der Bohrarbeiten festgelegt. Die provisorische Lettenkeupermessstelle soll anschließend über einen Zeitraum von mindestens 4 Wochen dauerhaft beobachtet werden (Einbau eines Datenloggers; Entnahme einer Wasserprobe nach Abschluss der Beobachtungszeit). Zeigen sich im Beobachtungszeitraum keine wesentlichen Wasserstandsänderungen, so kann die Bohrung zurückgebaut werden. Dabei sollen alle Einbauten aus der Bohrung entfernt und das Bohrloch mit Quellton verfüllt werden. Der Einbau eines Porendruckwassergebers ist nicht geplant.
3	**Erkundungsbohrung B 2a (ku) im südlichen Hebungsgebiet**
	Herr Burkhardt prüft, ob es trotz des temporären Ausbaus der tiefen Erkundungsbohrung B 1a (ku) zur Lettenkeupermessstelle und der dadurch bedingten Stillstandszeit für das Bohrgerät möglich ist, bereits parallel im südlichen Hebungsgebiet mit der nächsten Erkundungsbohrung zu beginnen.

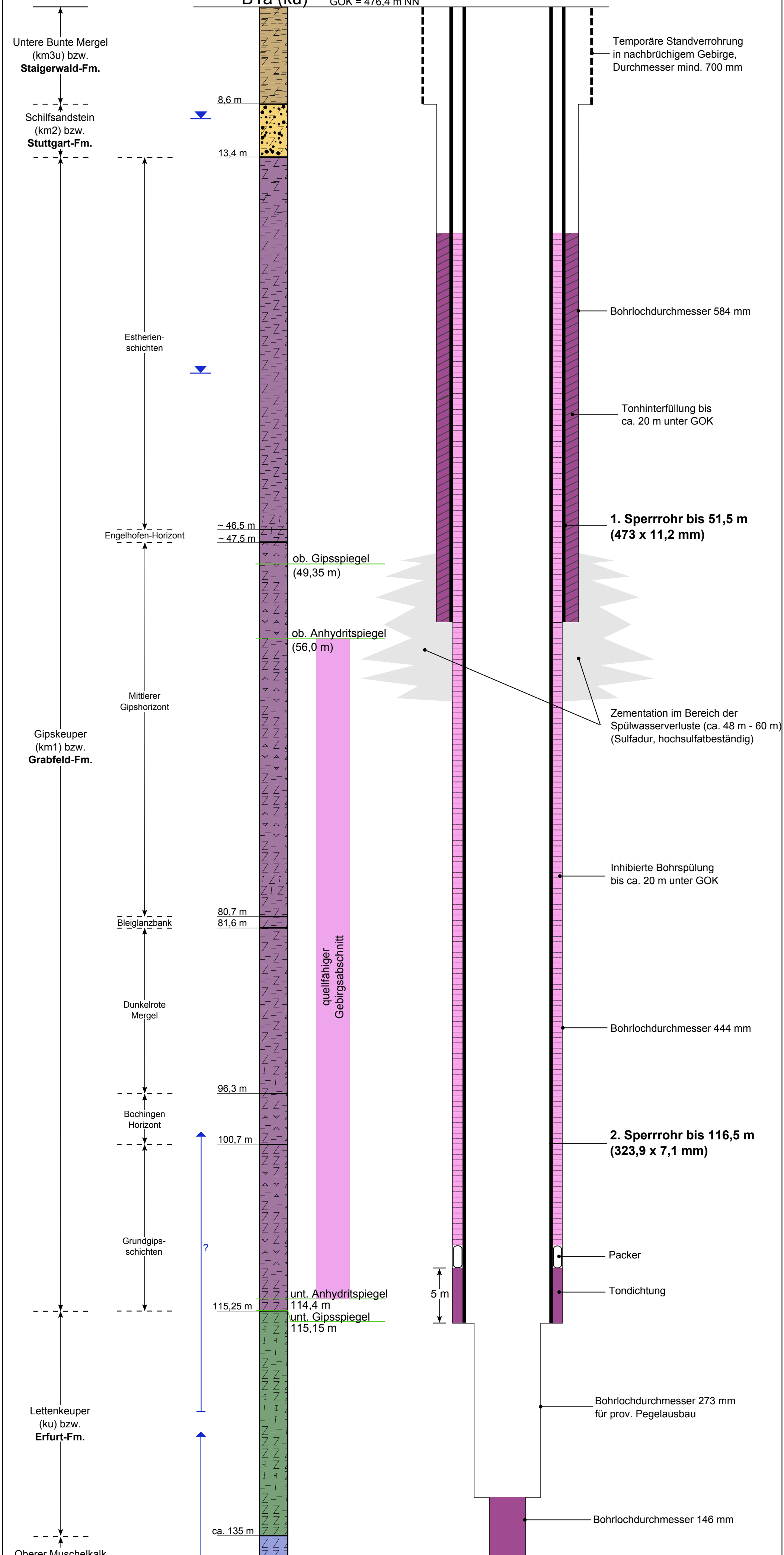
Leinfelden-Echterdingen, 27. Januar 2015



Dipl.-Geol. P. Branscheid

Erkundungsbohrung B1a (ku)

Ausbauschema



VEES | PARTNER
Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH
Waldenbucher Straße 19
70771 Leinfelden-Echterdingen

Böblingen
Hebungsschäden
Ausbauschema
tiefe Erkundungsbohrung

Anlage	1
Az	14 012
MdH.	1:250
Datum	27.01.2015
Bearbeiter	Bs

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Ergebnisse der mitteltiefen Erkundungsbohrung B 1
(5“- Messstelle mit Ausbau im Gipskeuper)

2.2.1 Schichtprofil LGRB
2.2.2 Fotodokumentation der Bohrkerne
2.2.3 Bohrprotokolle Fa. Goller
(Messstellenausbauskizze, Schichtenverzeichnis, etc.)
2.2.4 Geophysikalische Tests (Büro Voutta)
2.2.5 Hydraulische Tests (Büro Voutta)

Regierungspräsidium Freiburg
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Az.:

B O H R P R O F I L

Bezeichnung:	B 1 (km1) Böblingen	**TK 25 Nr.:**	7320	**Archiv-Nr.:**	2198
Projekt:	EWS-Hebungsschäden	**Blatt:**	Böblingen		
Lage:	Siemensstr. 11/13, Flst-Nr.: 1797	**Koordinaten** (geodät. eingemessen)			
		R:	3502093,58	**H:**	5394902,661
Gemeinde:	Böblingen	**Höhen** (geodät. eingemessen)			
Teilort:		**Ansatzpunkt:**	479,292	m ü. NN	
Kreis:	Böblingen	**Messpunkt:**		m ü. NN	
Geol. Aufnahme:	29.09.2014	**Ruhewasserspiegel:**		m u. A.	
Bearbeiter:	Zedler			m ü. NN	
Bohrfirma:	Goller			m ü. NN	
				m ü. NN	
Bohrverfahren (m u. A./Ø mm)**:**	Kernbohrung	**Endteufe:**	52,55	m u. A.	

Filterstrecken (m u. A./Ø mm)**:**

Abdichtungen (m u. A.)**:**

Bemerkungen:

Kurzprofil (mit stratigr. Deutung):

0 - 0,50 m: Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung), qhy
- 8,10 m: Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel), kmSw
- 13,35 m: Stuttgart-Formation (Schilfsandstein i. w. S.), kmSt
- 16,60 m: Obere Bunte Estherienschichten, kmOBE
- 32,25 m: Graue Estherienschichten, kmGES
- 48,20 m: Untere Bunte Estherienschichten, kmUBE
- 52,55 m: Mittlere Grabfeld-Formation (Mittlerer Gipshorizont), kmGm

Gipsspiegel = 50,5 m u .Gel. = 428,8 m NN

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

Teufe (m u. A.)**:** Gesteinsart (Haupt-, Nebengemengeteile usw.), Farbe, Gefüge, Verwitterungsgrad, Konsistenz, Fossilinhalt, Klüftung u. a.

		Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung)
0 -	0,05 m	Schwarzdecke
-	0,30 m	Steine, grau, unten Kies, sandig, schluffig, grau (Straßenunterbau)
-	0,50 m	Kies, sandig, schluffig, graubraun, ockerbraun, mit Bröckchen von Tonstein grau (Straßenunterbau)
		Keuper
		Mittelkeuper
		Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel)
		Rote Wand
-	1,90 m	Tonstein, z.T. schluffig, bröckelig, weitgehend zersetzt zu Ton, schluffig, mit Tonsteinbröckchen, rotbraun bis rotviolett, einzelne graugrüne Schlieren und Streifen, steif
-	2,10 m	Schlufftonstein, bröckelig, weitgehend zersetzt zu Schluff, tonig, mit festen Bröckchen, rotbraun bis rotviolett, einzelne graugrüne Schlieren und Lagen
-	2,30 m	Schlufftonstein, hell grüngrau und rotbraun bis rotviolett marmoriert, bröckelig, angewittert
-	2,85 m	Tonstein, schluffig, rotbraun bis rotviolett, angewittert, stückig zerbohrt
-	3,20 m	Schlufftonstein, hell grüngrau und hell rotviolett marmoriert, bröckelig, angewittert, stückig zerbohrt
-	4,40 m	Tonstein, z.T. schluffig, rotbraun bis rotviolett, undeutlich geschichtet, bröckelig, angewittert, stückig zerbohrt
-	6,85 m	Tonstein, z.T. schluffig, rotviolett bis rotbraun, z.T. mit hell grüngrauen Lagen und Schlieren, geschichtet, halbfest, grobstückig zerbohrt, einzelne Kernstücke bis 20 cm
		Beaumont-Horizont
-	7,80 m	Tonstein, weitgehend zersetzt zu Ton, schluffig, mit Tonsteinbröckchen, hell gelblich grau bis grünlichgrau, mit blass violetten Lagen und Schlieren, z.T. verstürzt und bröckelig, lagenweise Tonstein, dolomitisch, hell grünlich grau, hell ockerfarbene und rötliche GAR-Lagen, Kern in Scheiben
-	8,10 m	Tonstein, schluffig, grünlichgrau und z.T. rotviolett bis rotbraun, bröckelig, verstürzt, stückig zerbohrt

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

Stuttgart-Formation (Schilfsandstein i. w. S.)

Dunkle Mergel

- 8,60 m Tonstein, schluffig, schwach feinsandig bis feinsandig, violett und dunkel rotbraun, mit grünlichen Flecken, stückig zerbohrt

Schilfsandstein

- 9,20 m Tonstein, feinsandig, schluffig, graugrün, z.T. rotbraune Schlieren, einzelne Hellglimmerflitter, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Kluftflächen, stückig zerbohrt

- 9,50 m Feinsandstein, graugrün und violettgrau, massig, feine Hellglimmerflitter, gut sortiert, gleichkörnig, Körner gerundet

- 9,75 m Feinsandstein, z.T. tonig, rotbraun bis dunkel violett, feine Hellglimmerflitter, gut sortiert, gleichkörnig, stückig zerbohrt

- 10,30 m Tonstein, feinsandig, grüngrau und rotbraun bis rotviolett marmoriert, massig

- 10,75 m Tonstein, stark feinsandig, nach unten übergehend in Feinsandstein, tonig, oben grünlichgrau und violett, nach unten dunkel violett, feine Hellglimmerflitter, unten stückig zerbohrt

- 11,40 m Tonstein, feinsandig, nach unten übergehend in Tonstein, stark feinsandig mit Feinsandsteinflasern, dunkel violett, z.T. mit grünlichen Schlieren

- 11,60 m Feinsandstein, tonig, grünlich grau und rotviolett, dünnbankig

- 12,30 m Tonstein, feinsandig, mit Feinsandsteinflasern und –lagen bis 1,5 cm , grünlich grau und graugrün

- 13,00 m Feinsandstein, graugrün und z.T. rotbraun bis rotviolett marmoriert, feine Hellglimmerflitter, gut sortiert, gleichkörnig, Körner gerundet, Kern gröbstückig zerbohrt

- 13,15 m Tonstein, stark feinsandig, lagenweise Feinsandstein, tonig, dunkel violett, feine Hellglimmerflitter, unten stückig zerbohrt

- 13,35 m Feinsandstein, graugrün und rotviolett marmoriert, feine Hellglimmerflitter, massig, hart

Grabfeld-Formation (Gipskeuper)

Obere Bunte Estherienschichten

- 13,65 m Tonstein, dunkel violett, oben grünlich und violett marmoriert, geschichtet , teils bröckelig und zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen zersetzt, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Kluftflächen, grobstückig zerbohrt

- 14,00 m Tonmergelstein, violett und dunkel violett, hart, stückig zerbohrt

- 14,90 m Tonstein, z.T. schluffig, violett, z.T. grünlichgrau und violettgrau, teils zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen, vereinzelt Tonstein, dolomitisch, Kerngewinn ca. 50 %, kleinstückig bis stückig zerbohrt

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 15,00 m Dolomitstein, tonig, grau und gelblich grau, hart, stückig zerbohrt
- 15,30 m Tonstein, z.T. schluffig, violett, z.T. grünlichgrau und violettgrau, bröckelig, teils zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen, oben stückig zerbohrt
- 16,00 m Tonstein, rotbraun bis rotviolett, , teils zersetzt zu Ton, schluffig, mit festen Tonsteinbröckchen, lagenweise Tonstein, dolomitisch, gelblich bis rötlich grau, mit dünnen GAR-Lagen, unten stückig zerbohrt
- 16,30 m Tonstein, schluffig, grünlichgrau und violettgrau, z.T. mit rötlichen Flecken, bröckelig, z.T. zersetzt und verstürzt, Kerngewinn ca. 50 %
- 16,60 m Tonstein, schluffig, rotviolett, z.T. grünlichgraue Flecken und Schlieren, bröckelig

Graue Estherienschichten

- 17,10 m Tonstein, schluffig, grünlichgrau, grau und grauviolett, bröckelig, z.T. verstürzt
- 17,50 m Kalkmergelstein, dunkelgrau und grau, feinlaminiert, hart, nach unten Dolomitmergelstein, gelblichgrau, klüftig, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen, oben komplett zerbohrt, nach unten stückig bis grobstückig zerbohrt
- 17,60 m Tonmergelstein, grünlich grau
- 17,80 m Kalkmergelstein, hell ockergrau, laminiert, hart
- 19,20 m Tonstein, z.T. dolomitisch, dunkelgrau bis grau, hart, klüftig, mit rostfarbenen FeOOH-Belägen auf Schicht- und Kluftflächen, z.T. stückig zerbohrt
- 19,90 m Tonstein, schluffig, dunkel grünlichgrau bis grau, massig, rostfarbene FeOOH-Beläge und -Imprägnationen
- 21,20 m Tonstein, lagenweise Tonstein, dolomitisch, grau bis dunkelgrau, hart, klüftig, reichlich rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen, bis auf einzelne Kernstücke grobstückig und stückig zerbohrt
- 21,40 m Tonstein, dunkelgrau, geschichtet, teils zersetzt zu Ton mit festen Tonsteinbröckchen, intensive FeOOH-Imprägnationen und reichlich rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen
- 22,30 m Tonmergelstein, dunkelgrau, hart, klüftig, reichlich rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen, stückig bis grobstückig zerbohrt
- 22,73 m Tonstein, dunkelgrau bis schwarzgrau, geschichtet, hart, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen
- 22,85 m Tonmergelstein, grau, bröckelig
- 23,00 m Tonstein, dunkelgrau bis schwarzgrau, geschichtet, hart, rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 24,40 m Tonstein, z.T. Tonmergelstein, grau, massig, hart, klüftig, stückig zerbohrt, untere 20 cm: Kerngewinn ca.15 %, kleinstückig zerbohrt

- 26,60 m Tonmergelstein, dunkelgrau, massig, hart, geklüftet mit hellen, karbonatischen Kluftfüllungen, Kerngewinn ca.50 %, komplett stückig zerbohrt

- 27,00 m Schlufftonstein, dunkelgrau, nach unten grünlich grau, undeutlich geschichtet

- 27,80 m Tonmergelstein, grau bis dunkelgrau, geklüftet mit hellen, karbonatischen Kluftfüllungen, stückig zerbohrt

- 28,00 m Schlufftonstein, grünlich grau bis dunkelgrau, undeutlich geschichtet, mit hellen, karbonatischen Kluftfüllungen

- 30,00 m Tonmergelstein, dunkelgrau, geklüftet mit hellen, karbonatischen Kluftfüllungen und Belägen auf Schichtflächen, Kerngewinn ca. 50 %, komplett stückig zerbohrt

- 32,25 m Tonstein, z.T. schluffig, grau bis dunkelgrau, im unteren Drittel bröckelig, z.T. rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen, stückig bis kleinstückig zerbohrt

Untere Bunte Estherienschichten

- 32,55 m Tonstein, schluffig, grünlichgrau mit rotbraunen und violettgrauen Flasern, Lagen und Flecken

- 33,52 m Dolomitstein, grau bis hellgrau, feinlagig, hart, klüftig, einzelne Lagen Dolomitstein, tonig, hellgrau, Klüfte mit rostfarbenen FeOOH-Belägen (**Estherienbank**)

- 34,30 m Tonstein, z.T. schluffig, grau bis dunkelgrau, untergeordnet rötlich violett, kleinstückig bis stückig zerbohrt

- 34,50 m Tonstein, schluffig, grünlich grau, bröckelig, z.T. tonig zersetzt, kleinstückig zerbohrt

- 34,75 m Tonstein, schluffig, rotbraun, bröckelig, z.T. tonig zersetzt, kleinstückig zerbohrt

- 35,60 m Tonstein, grünlich grau und violett bis rotbraun marmoriert, massig, hart, geklüftet mit hellen, karbonatischen Kluftbelägen, z.T. stückig zerbohrt

- 35,70 m Tonstein, violett bis rotbraun, grünfleckig, massig, hart, geklüftet, karbonatische Kluflbeläge, z.T. stückig zerbohrt

- 36,00 m Tonstein, dolomitisch, grau, massig

- 36,50 m Tonstein, schluffig, grau bis dunkelgrau, bröckelig, verstürzt(?), Kerngewinn ca. 50 %, kleinstückig zerbohrt

- 37,15 m Tonstein, schluffig, dunkelgrau, dunkelviolett und rotbraun, bröckelig, verstürzt,z.T. graue bis ockerfarbene GAR-Reste, unten Kerngewinn ca. 50 %

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 37,25 m Dolomitstein, tonig, hell ockergrau bis gelblich grau, stückig zerbohrt
- 38,10 m Tonstein, schluffig, z.T. Tonstein, dolomitisch, grauviolett, z.T. violett bis rotbraun, bröckelig, verstürzt, GAR-Reste, selten karbonatischen Kluftbeläge, stückig zerbohrt
- 39,35 m Tonstein, schluffig, grau bis dunkelgrau, bröckelig, verstürzt, reichlich hell ockerfarbene GAR-Reste, Kerngewinn ca. 50 %, stückig zerbohrt
- 39,75 m Tonstein, z.T. Tonstein, dolomitisch, grau bis dunkelgrau und grünlich grau, unten bröckelig, mit zahlreichen hell ockerfarbenen GAR-Lagen und Schlieren
- 39,95 m Tonstein, rotbraun, geschichtet, klüftig zerfallend
- 40,13 m Tonstein, z.T. Tonstein, dolomitisch, grau bis dunkelgrau und grünlich grau, bröckelig zerfallend, selten hell ockerfarbenen GAR-Lagen und Schlieren, Kerngewinn ca. 50 %
- 40,40 m Dolomitstein, tonig, übergehend in Tonstein, dolomitisch, grau
- 40,70 m Tonstein, schluffig, grau bis dunkelgrau, bröckelig, verstürzt, reichlich hell ockerfarbene GAR-Reste, Kerngewinn ca. 30 %, stückig zerbohrt
- 41,00 m Tonstein, grauviolett, nach unten rotbraun, undeutlich geschichtet, teils tonig zersetzt, steif- halbfest, mit hellen, ockerfarbenen GAR-Lagen, z.T. steilstehende Klüftung
- 41,35 m Tonstein, rotbraun, massig, hart, z.T. grobstückig
- 41,50 m Tonstein, rotbraun und graugrün marmoriert
- 41,80 m Tonstein, dolomitisch, grau bis grünlich grau, stückig zerbohrt
- 42,20 m Tonstein, grau bis dunkelgrau und grünlich grau, unten violettfleckig, geschichtet, nach unten hin bröckelig zerfallend, reichlich hell ockerfarbene GAR-Lagen und Schlieren
- 43,45 m Tonstein, rotbraun, teils graugrün marmoriert, massig, hart
- 43,75 m Tonstein, grau, massig, hart
- 44,60 m Tonstein, grau, bröckelig, hell gelbliche bis ockerfarbene GAR-Lagen und Schlieren, stückig zerlegt
- 45,02 m Tonstein, rotbraun, z.T. grünlich graufleckig, hart, in einzelnen Abschnitten bröckelig mit gelblichen bis ockerfarbenen GAR-Lagen und Schlieren
- 45,30 m Tonstein, grau bis grünlich graufleckig, hart, Kernscheiben bis 3 cm
- 45,85 m Tonstein, rotbraun, bröckelig, verstürzt, oben stückig zerbohrt
- 46,50 m Tonstein, rotbraun und graugrün marmoriert, hart, dünne karbonatische Kluftbeläge, unten stückig

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 47,60 m Tonstein, schluffig, dunkel grüngrau bis grau, z.T. tonig zersetzt, bröckelig, verstürzt, z.T. rostfarbene FeOOH-Beläge auf Schicht- und Kluftflächen

Engelhofen-Horizont (?)

- 47,80 m Tonmergelsstein, z.T. Tonstein, dolomitisch, grüngrau, grau und z.T. violettgrau, Kerngewinn ca. 30 %, kleinstückig zerbohrt

- 48,20 m Tonsteinmergelstein, z.T. Tonstein, dolomitisch, grau bis grünlich grau, reichlich rostfarbene FeOOH-Beläge auf Kluftflächen, unten stückig

Mittlere Grabfeld-Formation (Mittlerer Gipshorizont)

- 48,90 m Tonstein, schluffig, grünlich grau bis violett grau, z.T. tonig zersetzt, bröckelig, z.T. verstürzt, oben tonig zersetzt mit hellen GAR-Lagen und Schlieren

- 49,70 m Kein Kern
  Nach Bohrmeisterangabe: geringer Bohrwiderstand, ohne Kerngewinn, gleichzeitig kompletter Spülwasserverlust

- 50,00 m Tonstein, rotbraun, z.T. violett grau, Kerngewinn ca. 30 %, stückig zerbohrt

- 50,25 m Tonstein, rotbraun und graugrün, , stückig zerbohrt

- 50,48 m Tonstein, z.T. Tonmergelstein, grau bis dunkelgrau, mit rotbraunen Flecken

- 50,75 m Gipsstein, weißlich grau bis hellgrau, massig, mit grünlich grauen und rötlich braunen, dünnen Tonsteinlagen und -Schlieren

- 50,85 m Tonstein, rotbraun, feinschichtig, unten weißliche Gipsknolle

- 51,10 m Gipsstein, knollig, weißlich grau, Knollen bis 15 cm Ø, mit Tonstein, dolomitisch bzw. Tonmergelstein, rötlich braun und graugrün

- 51,15 m Gipsstein, knollig, weißlich grau bis hellgrau

- 51,40 m Tonstein, rotbraun, nach unten grünlich grau, unten mit zahlreichen dünnen weißlichen Fasergipslagen, lagenweise helle Gipsknollen und Flasern bis 1 cm

- 51,47 m Gipsstein, hellgrau, massig, mit dünnen weißlichen Fasergipslagen, einzelne dünne Tonsteinflasern und Lagen

- 51,64 m Tonstein, rotbraun, z.T. grünlich grau, mit zahlreichen dünnen weißlichen Fasergipslagen, einzelne helle Gipsknollen und Flasern bis 1 cm

- 51,85 m Gipsstein, weißlich grau bis hellgrau, massig, mit dünnen dunkeln Tonsteinlagen und Flasern

- 52,00 m Tonstein, rotbraun und grünlich grau, mit mm- dünnen, weißlichen Fasergipslagen, im unteren Drittel mit ca. 15 cm großer, weißlich grauer Gipsknolle

- 52,20 m Tonmergelstein, dunkel violett, nach unten dunkel grüngrau, massig

- 52,35 m Gipsstein, hellgrau, massig

Bezeichnung/Projekt: B 1 (km1) Böblingen

Profilbeschreibung (Fortsetzung):

- 52,42 m Tonstein, dunkel rotbraun und grüngraufleckig

- 52,55 m Gipsstein, grau und weißlich grau, flaserig bis knotig, mit dunkel violetten und graugrünen Tonsteinlagen und Flasern, zahlreiche bis mm-starke weißliche Fasergipslagen

  ET

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Fotodokumentation der Bohrkerne
aus der Bohrung B 1

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1 0 – 14,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1 14,0 – 28,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1 28,0 – 41,0 m

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1 41,0 – 52,5 m

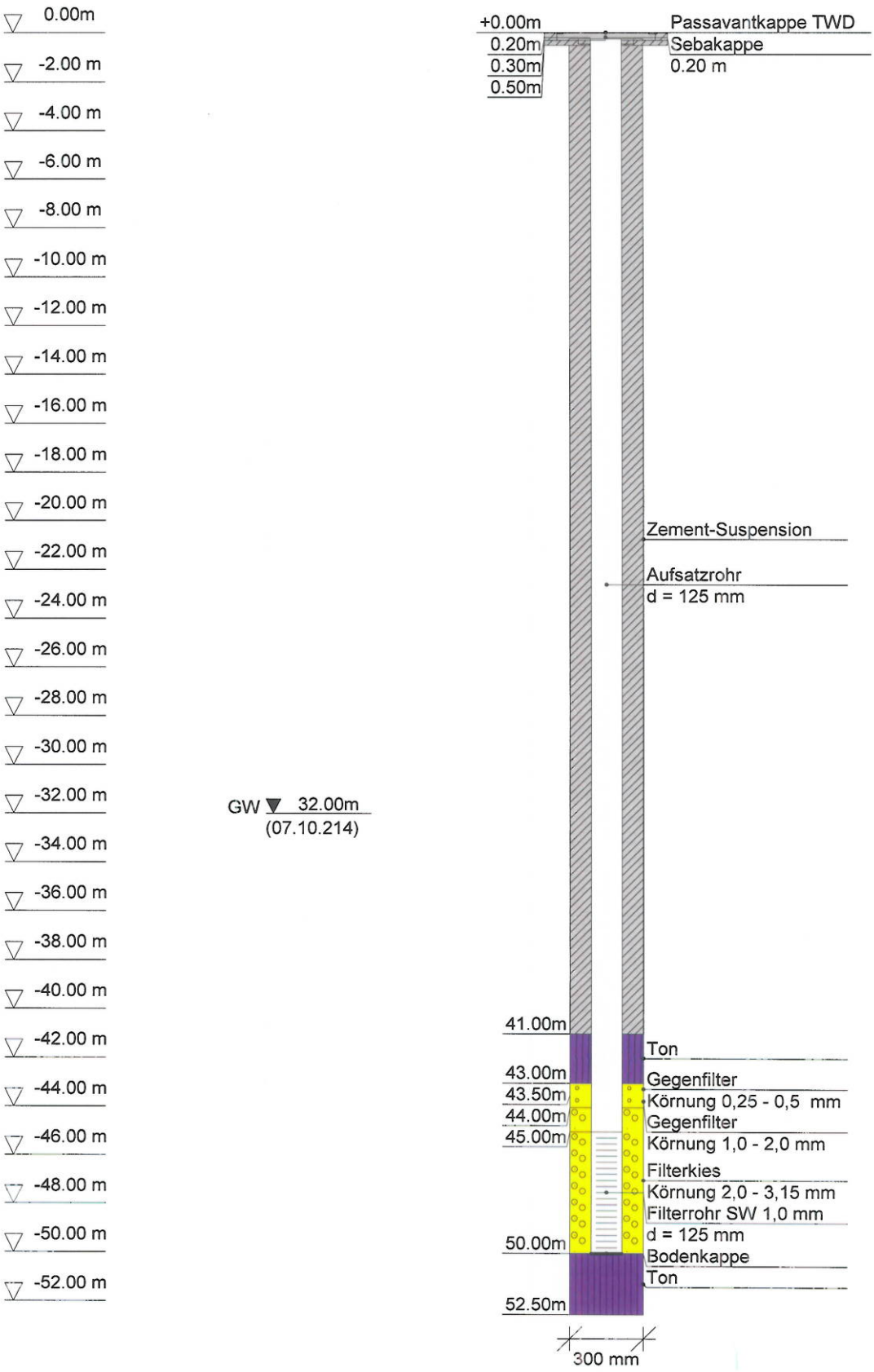
Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Bohrprotokolle Fa. Goller

Bohrung B 1

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG	Projekt : Böblingen Hebungsschäden
Kusterdinger Straße 18	Projektnr.: 448/2014
72138 Kirchentellinsfurt	Anlage : 2.2
Telefon 07121/68213 Fax: 68858	Maßstab : 1: 250 / 1: 25

KB 1



DC

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis für Bohrungen Baugrundbohrung

Archiv-Nr: ***439/2014*** Aktenzeichen:

Anlage: ***2.1*** Bericht:

1 Objekt ***Böblingen Hebungsschäden***

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: ***14***
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. ***KB 1*** Zweck: ***Grundwassermessstelle***
Ort: ***Bölingen Siemensstr.***
Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000): Nr:
Rechts: Hoch: Lotrecht Richtung:
Höhe des Ansatzpunktes a) zu NN m
b) zu m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: ***Landratsamt Böblingen, Wasserwirtschaft, Herr Jochen Weinbrecht, Postfach 1640, 71006 Böblingen***
Fachaufsicht: ***Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH, Herr Peter Branscheid, 70752 Leinfelden-Echte***

5 Bohrunternehmen: ***Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG, Kusterdinger Str. 18, 72138 Kirchentellinsfurt***
gebohrt von: ***22.09.2014*** bis: ***08.10.2014*** Tagesbericht-Nr: Projekt-Nr: ***439/2014***
Geräteführer: ***Stumpf A.*** Qualifikation: ***Bohrgeräteführer nach DIN 4021 / DIN EN ISO 22475-1***
Geräteführer: ***Basuino V.*** Qualifikation: ***Bohrgeräteführer nach DIN 4021***
Geräteführer: Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: ***Botec Scheitza RDBS*** Baujahr:
Bohrgerät Typ: ***Hütte HBR 25 GT*** Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:

	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	***Kernkisten***	***27,00***	***Stadtgärtnerei Böblingen, Panzerstr***
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben	***1-Liter-Flasche***	***1***	***zum Verbleib beim Auftraggeber***

9 Bohrtechnik
9.1 9.1 Kurzzeichen
9.1.1 Bohrverfahren
9.1.1.1 Art:
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben
... =

BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben
BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben
BS = Sondierbohrungen
... =

BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
BKF= BK mit fester Kernumhüllung
... =

9.1.1.2 Lösen:
rot = drehend
ram = rammend
druck = drückend
schlag = schlagend
greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug
9.1.2.1 Art:
EK = Einfachkernrohr
DK = Doppelkernrohr
TK = Dreifachkernrohr
S = Seilkernrohr

HK = Hohlkrone
VK = Vollkrone
H = Hartmetallkrone
D = Diamantkrone
Gr = Greifer
Schap = Schappe

Schn = Schnecke ... =
Spi = Spirale ... =
Kis = Kiespumpe ... =
Ven = Ventilbohrer
Mei = Meißel
SN = Sonde

9.1.2.2 Antrieb:
G = Gestänge
SE = Seil

HA = Hand
F = Freifall
V = Vibro

DR = Druckluft
HY = Hydraulik

9.1.2.3 Spülhilfe:
WS= Wasser
LS = Luft

SS = Sole
DS = Dickspülung
Sch = Schaum

d = direkt
id = indirekt

9.2 Bohrtechnische Tabellen

Tiefe in m Bohrlänge in m von	bis	Bohrverfahren Art	Lösen	Bohrwerkzeug Art	ø mm	Antrieb	Spül-hilfe	Verrohrung Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	Bemerkungen
0,00	*9,20*	*BK*	*ram*	*Schap*	*140*	*DR*		*178*		*9,20*	
9,20	*52,50*	*BK*	*rot*	*S*	*146*	*G*	*WS*				
0,00	*52,50*	*BuP*	*rot*	*Mei*	*275*	*G*	*DR*	*300*		*52,50*	*Imlochhammer*

9.3 Bohrkronen

1	Nr:	ø Außen/Innen: /
2	Nr:	ø Außen/Innen: /
3	Nr:	ø Außen/Innen: /
4	Nr:	ø Außen/Innen: /
5	Nr:	ø Außen/Innen: /
6	Nr:	ø Außen/Innen: /

9.4 Geräteführer-Wechsel

Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für	Ersatz	Grund
1						
2						
3						
4						

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei ***32.00*** m, Anstieg bis m unter Ansatzpunkt
Höchster gemessener Wasserstand ***32.00*** m unter Ansatzpunkt bei m Bohrtiefe
Verfüllung: m bis m Art: von: m bis: m Art:

Nr	Filterrohr von m	bis m	ø mm	Filterschüttung Art	von m	bis m	Körnung mm	Sperrschicht von m	bis m	Art	OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	45.00	*50.00*	*125*	*Filterkies*	*44.00*	*50.00*		*0.00*	*0.50*	*Beton*	
								41.00	*43.00*	*Ton*	
								50.00	*52.50*	*Ton*	

11 Sonstige Angaben

GOLLER BOHRTECHNIK GmbH & Co.KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Tel. 07121 - 6 82 13
Fax 07121 - 6 88 58
www.goller-bohrtechnik.de

Datum: ***31.10.2014*** Firmenstempel: Unterschrift: i.A. Bringezu

DC

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Anlage **2.1**
Bericht:
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: ***Böblingen Hebungsschäden***

Bohrung Nr. KB 1 — Blatt 3 — Datum: ***22.09.2014-08.10.2014***

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut f) Übliche Benennung	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang g) Geologische Benennung	e) Farbe h) Gruppe	i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.05	a) ***Asphalt*** b) c) f)	d) g)	e) h)	i)				
0.25	a) ***Auffüllung, Schotter- oder Kiestragschicht*** b) c) f)	d) g)	e) ***hellgrau*** h)	i)				
0.50	a) ***Ton, schluffig*** b) ***mit Mergelsteinstücken*** c) f)	d) g)	e) ***ocker*** h)	i)				
2.30	a) ***Ton*** b) c) ***steif bis halbfest*** f)	d) g)	e) ***rotbraun*** h)	i)				
6.90	a) ***Ton*** b) ***tlw. graue Schlufflagen*** c) ***halbfest*** f)	d) g)	e) ***rotbraun*** h)	i)				

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Anlage **2.1**
Bericht:
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: ***Böblingen Hebungsschäden***

Bohrung Nr. KB 1 — Blatt 4 — Datum: ***22.09.2014-08.10.2014***

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
						Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
7.80	a) ***Ton*** b) c) ***halbfest*** / d) / e) ***rotbraun bis blaugrau*** f) / g) / h) / i)							
8.60	a) ***Ton, Tonstein*** b) c) ***halbfest bis fest*** / d) / e) ***violett bis rotbraun*** f) / g) / h) / i)							
9.30	a) ***Schluff, Ton*** b) ***mit harten Sandsteinstücken*** c) ***halbfest*** / d) / e) ***bläulich bis grau*** f) / g) / h) / i)							
11.50	a) ***Sandstein, feinkörnig*** b) c) / d) / e) ***hellrot*** f) / g) / h) / i)							
13.40	a) ***Sandstein, feinkörnig*** b) c) / d) / e) ***blau bis grün bis grau*** f) / g) / h) / i)							

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Anlage **2.1**
Bericht:
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: ***Böblingen Hebungsschäden***

Bohrung Nr. KB 1 — Blatt 5 — Datum: ***22.09.2014-08.10.2014***

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut f) Übliche Benennung	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang g) Geologische Benennung	e) Farbe h) Gruppe	i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
						Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
15.30	a) ***Tonstein*** b) ***vereinzelt harte Mergelstücke*** c) ***halbfest bis fest*** f)	d) g)	e) ***weinrot, grün bis grau*** h)	i)				
16.00	a) ***Tonstein*** b) c) ***halbfest bis fest*** f)	d) g)	e) ***rotbraun*** h)	i)				
17.10	a) ***Tonstein*** b) c) ***halbfest bis fest*** f)	d) g)	e) ***grünlich bis grau*** h)	i)				
17.50	a) ***Mergelstein*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***dunkelgrau*** h)	i)				
17.80	a) ***Schluff bis Tonstein*** b) c) ***halbfest bis fest*** f)	d) g)	e) ***grünlich bis grau, beige*** h)	i)				

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Anlage **2.1**
Bericht:
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: ***Böblingen Hebungsschäden***

Bohrung Nr. KB 1 — Blatt 6 — Datum: ***22.09.2014-08.10.2014***

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut f) Übliche Benennung	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang g) Geologische Benennung	e) Farbe h) Gruppe	i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
19.10	a) ***Mergelstein*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***dunkelgrau*** h)	i)				
19.90	a) ***Tonstein*** b) c) ***fest*** f)	d) g)	e) ***dunkelgrau*** h)	i)				
22.30	a) ***Mergelstein, Tonmergelstein*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***grün bis grau*** h)	i)				
22.80	a) ***Tonstein*** b) c) ***fest*** f)	d) g)	e) ***grünlich bis dunkelgrau*** h)	i)				
23.00	a) ***Schluff bis Tonstein*** b) c) ***halbfest bis fest*** f)	d) g)	e) ***bläulich bis grau, weißlich*** h)	i)				

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Anlage ***2.1***
Bericht:
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: ***Böblingen Hebungsschäden***

Bohrung Nr. KB 1 — Blatt 7 — Datum: ***22.09.2014-08.10.2014***

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
						Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
24.20	a) ***Mergelstein*** b) c) ***hart*** d) e) ***dunkelgrau*** f) g) h) i)							
24.60	a) ***Schluff bis Tonstein*** b) c) ***halbfest bis fest*** d) e) ***dunkelgrau*** f) g) h) i)							
26.60	a) ***Mergelstein*** b) c) ***hart*** d) e) ***dunkelgrau*** f) g) h) i)							
27.00	a) ***Schluff bis Tonstein*** b) ***oberste 10 cm Ton/Tonstein halbfest schwarz*** c) ***fest*** d) e) ***grün bis grau*** f) g) h) i)							
30.00	a) ***Mergelstein*** b) ***vereinzelt Schluffton. halbfest bis fest, grau, grün*** c) ***hart*** d) e) ***dunkelgrau*** f) g) h) i)							

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Anlage **2.1**

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: ***Böblingen Hebungsschäden***

Bohrung Nr. KB 1 — Blatt 8 — Datum: ***22.09.2014-08.10.2014***

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut f) Übliche Benennung	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang g) Geologische Benennung	e) Farbe h) Gruppe	i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
30.80	a) ***Tonstein*** b) c) ***halbfest*** f)	d) g)	e) ***dunkelgrau*** h)	i)				
32.50	a) ***Schluff bis Tonstein*** b) c) ***halbfest bis fest*** f)	d) g)	e) ***grün bis grau*** h)	i)	***Ruhewasser 32.00m u. AP 07.10.214***			
33.60	a) ***Dolomitstein*** b) ***vereinzelt Tonsteinzwischenlagen*** c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***grünlich bis grau*** h)	i)				
34.20	a) ***Mergelstein, Tonmergelstein*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***dunkelgrau*** h)	i)				
34.50	a) ***Tonstein*** b) c) ***halbfest bis fest*** f)	d) g)	e) ***grünlich bis grau*** h)	i)				

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Anlage **2.1**
Bericht:
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: ***Böblingen Hebungsschäden***

Bohrung Nr. KB 1 — Blatt 9 — Datum: ***22.09.2014-08.10.2014***

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut f) Übliche Benennung	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang g) Geologische Benennung	e) Farbe h) Gruppe	i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
34.80	a) ***Ton, Tonsteinstücke*** b) c) ***halbfest*** f)	d) g)	e) ***rotbraun*** h)	i)				
35.40	a) ***Mergelstein*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***rötlich bis braun*** h)	i)				
35.60	a) ***Mergelstein, Tonmergelstein*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***grünlich bis grau*** h)	i)				
35.80	a) ***Mergelstein*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***weinrot bis braun*** h)	i)				
36.00	a) ***Mergelstein*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***hellgrau*** h)	i)				

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Anlage **2.1**
Bericht:
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: ***Böblingen Hebungsschäden***

Bohrung Nr. KB 1 — Blatt 10 — Datum: ***22.09.2014-08.10.2014***

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
38.40	a) ***Ton, Tonsteinstücke*** b) ***vereinzelt Tonmergelstein und Dolomitsteinstücke hart*** c) ***halbfest*** / d) / e) f) / g) / h) / i)				***zwischen 36,0 und 36,4 50 % Kernverlust***			
38.80	a) ***Mergelstein, Tonmergelstein*** b) c) ***hart*** / d) / e) ***dunkelgrau*** f) / g) / h) / i)							
39.70	a) ***Tonstein*** b) c) ***halbfest bis fest*** / d) / e) ***dunkelgrau*** f) / g) / h) / i)							
40.20	a) ***Tonstein*** b) c) ***halbfest*** / d) / e) ***rotbraun bis grau*** f) / g) / h) / i)							
40.30	a) ***Dolomitstein, klüftig*** b) c) ***hart*** / d) / e) ***hellgrau*** f) / g) / h) / i)							

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Anlage **2.1**
Bericht:
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: ***Böblingen Hebungsschäden***

Bohrung Nr. KB 1 — Blatt 11 — Datum: ***22.09.2014-08.10.2014***

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut f) Übliche Benennung	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang g) Geologische Benennung	e) Farbe h) Gruppe	i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
41.00	a) ***Tonstein*** b) c) ***halbfest*** f)	d) g)	e) ***rotbraun bis grau*** h)	i)				
41.50	a) ***Mergelstein*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***weinrot bis braun*** h)	i)				
41.80	a) ***Dolomitstein, klüftig*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***hellgrau*** h)	i)				
42.20	a) ***Tonstein*** b) c) ***fest*** f)	d) g)	e) ***dunkelgrau*** h)	i)				
43.40	a) ***Mergelstein, schwach klüftig*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***dunkelgrau*** h)	i)				

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Anlage **2.1**
Bericht:
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: ***Böblingen Hebungsschäden***

Bohrung Nr. KB 1 — Blatt 12 — Datum: ***22.09.2014-08.10.2014***

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut f) Übliche Benennung	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang g) Geologische Benennung	e) Farbe h) Gruppe	i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
44.30	a) ***Mergelstein, Tonmergelstein, schwach klüftig*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***bläulich bis grau*** h)	i)				
44.40	a) ***Mergelstein, Tonmergelstein*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***grau bis rotbraun*** h)	i)				
44.90	a) ***Tonstein*** b) c) ***halbfest bis fest*** f)	d) g)	e) ***rotbraun*** h)	i)				
46.50	a) ***Mergelstein. Tonmergelstein*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***rotbraun*** h)	i)				
46.70	a) ***Ton, Tonsteinstücke*** b) c) ***halbfest bis fest*** f)	d) g)	e) ***grau*** h)	i)				

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Anlage ***2.1***
Bericht:
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: ***Böblingen Hebungsschäden***

Bohrung Nr. KB 1 — Blatt 13 — Datum: ***22.09.2014-08.10.2014***

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut f) Übliche Benennung	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang g) Geologische Benennung	e) Farbe h) Gruppe	i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
47.80	a) ***Tonstein, Tonmergelsteinstücke*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***dunkelgrau*** h)	i)	***ausgespült ca. 70% Kernverust***			
48.20	a) ***Tonstein, Tonmergelstein*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***dunkelgrau*** h)	i)				
48.80	a) ***Tonstein*** b) c) ***halbfest bis fest*** f)	d) g)	e) ***dunkelgrau*** h)	i)				
49.70	a) ***Kernverlust*** b) c) f)	d) g)	e) h)	i)				
50.50	a) ***Mergelstein, Mergelsteinstücke*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***dunkelgrau*** h)	i)				

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt
Telefon 07121/68213 Fax: 68858

Anlage **2.1**
Bericht:
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: ***Böblingen Hebungsschäden***

Bohrung Nr. KB 1 — Blatt 14 — Datum: ***22.09.2014-08.10.2014***

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut f) Übliche Benennung	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang g) Geologische Benennung	e) Farbe h) Gruppe	i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
51.10	a) ***Gips, stark klüftig*** b) ***feste Tonsteinzwischen- und Mergelsteinlagen*** c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***grau*** h)	i)				
51.30	a) ***Tonstein,*** b) ***mit weiß-grauen Gipsknollen*** c) ***fest, hart*** f)	d) g)	e) ***rotbraun*** h)	i)				
51.60	a) ***Tonstein, Tonmergelstein*** b) c) ***fest, hart*** f)	d) g)	e) ***weiß bis grau*** h)	i)				
52.50 Endtiefe	a) ***Gips und Tonmergelstein (rotbraun-grau)*** b) c) ***hart*** f)	d) g)	e) ***weiß bis grau*** h)	i)				

GOLLER BOHRTECHNIK GmbH & Co. KG
Bohrtechnik • Brunnenbau • Erdwärme • Geologische Bohrungen • Bohrungen aller Art

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG · Kusterdinger Str. 18 · 72138 Kirchentellinsfurt

Klarpumpen

Baustelle: Böblingen **Bohrung Nr. KB 1/2014**

Los 1 Siemensstr.

Zeitangaben			Wasserstands-angaben		
Datum	Uhrzeit	Dauer seit Pump-beginn min	Wasser-stand u.GOK	Ab-senkung m	Förderrate in l/s
08.10.14	9:15		32,00		
08.10.14	9:16	1	32,30	0,30	0,625
08.10.14	9:17	2	32,50	0,20	0,625
08.10.14	9:18	3	32,50	0,00	0,625
08.10.14	9:19	4	32,60	0,10	0,625
08.10.14	9:20	5	32,60	0,00	0,625
08.10.14	9:21	6	32,60	0,00	0,625
08.10.14	9:22	7	32,60	0,00	0,625
08.10.14	9:23	8	32,60	0,00	0,625
08.10.14	9:24	9	32,70	0,10	0,625
08.10.14	9:25	10	32,60	0,10 Anstieg	0,588
08.10.14	9:30	15	32,60	0,00	0,588
08.10.14	9:35	20	32,60	0,00	0,588
08.10.14	9:40	25	32,60	0,00	0,588
08.10.14	9:45	30	32,70	0,10	0,588
08.10.14	9:50	35	32,70	0,00	0,588
08.10.14	9:55	40	32,70	0,00	0,588
08.10.14	10:00	45	32,70	0,00	0,588
08.10.14	10:05	50	32,70	0,00	0,588
08.10.14	10:10	55	32,70	0,00	0,588
08.10.14	10:15	60	32,70	0,00	0,588

Goller Bohrtechnik GmbH & Co.KG
Kusterdinger Straße 18
72138 Kirchentellinsfurt

Tel. 07121 / 6 82 13
Fax 07121 / 6 88 58
www.goller-bohrtechnik.de
info@goller-bohrtechnik.de

Geschäftsführer:
Andreas Goller
Amtsgericht Stgt. HRA 727410
USt-ID-Nr. DE 282577305

Persönlich haftende Gesellschafterin:
Goller Verwaltungs-GmbH
Sitz der Gesellschaft: Kirchentellinsfurt
Amtsgericht Stuttgart HRB 740898

Kreissparkasse Tübingen · IBAN: DE07 6415 0020 0002 4945 66 · BIC: SOLADES1TUB
Volksbank Reutlingen eG · IBAN: DE90 6409 0100 0171 7920 09 · BIC: VBRTDE6R

Wir sind gemäß DVGW zertifiziert nach den Gruppen B1, B 4, A 3 und G1. Unser verantwortlicher Fachmann ist Andreas Goller.

Wir sind Fachbetrieb nach WHG

GOLLER BOHRTECHNIK GmbH & Co. KG
Bohrtechnik • Brunnenbau • Erdwärme • Geologische Bohrungen • Bohrungen aller Art

Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG · Kusterdinger Str. 18 · 72138 Kirchentellinsfurt

Böblingen Sanierung Hebungsschäden

Wasserstandsmessungen während den Bohrarbeiten

Los 1 Siemensstraße

KB 1 / 2014

	Wasserstand u. GOK	Bohrtiefe u. GOK	
23.09.2014	12,30 m	15,50 m	nach Bohrloch ausblasen
	9,40 m	15,50 m	Wiederanstieg 30 Minuten nach dem Ausblasen des Bohrloches
	17,60 m	20,00 m	nach Bohrloch ausblasen
24.09.2014	9,60 m	20,00 m	bei Bohrbeginn
	22,30 m	27,50 m	nach Bohrloch ausblasen
	9,45 m	27,50 m	Wiederanstieg innerhalb 60 Minten nach dem Ausblasen des Bohrloches
	27,00 m	33,50 m	nach Bohrloch ausblasen
25.09.2014	9,75 m	33,50 m	bei Bohrbeginn
	37,00 m	41,00 m	nach Bohrloch ausblasen
	10,90 m	41,00 m	Wiederanstieg innerhalb 45 Miuten nach dem Ausblasen des Bohrloches
	37,30 m	44,00 m	nach Bohrloch ausblasen
26.09.2014	10,45 m	44,00 m	bei Bohrbeginn
		48,70 m	Totalspülungsverlust
	31,40 m	49,50 m	nach Bohrloch ausblasen
29.09.2014	26,45 m	49,50 m	bei Bohrbeginn
02.10.2014	26,00 m	16,00 m	bei Bohrbeginn Aufbohren
06.10.2014	38,80 m	49,00 m	bei Bohrbeginn Aufbohren
07.10.2014	32,00 m		Nach Pegelausbau

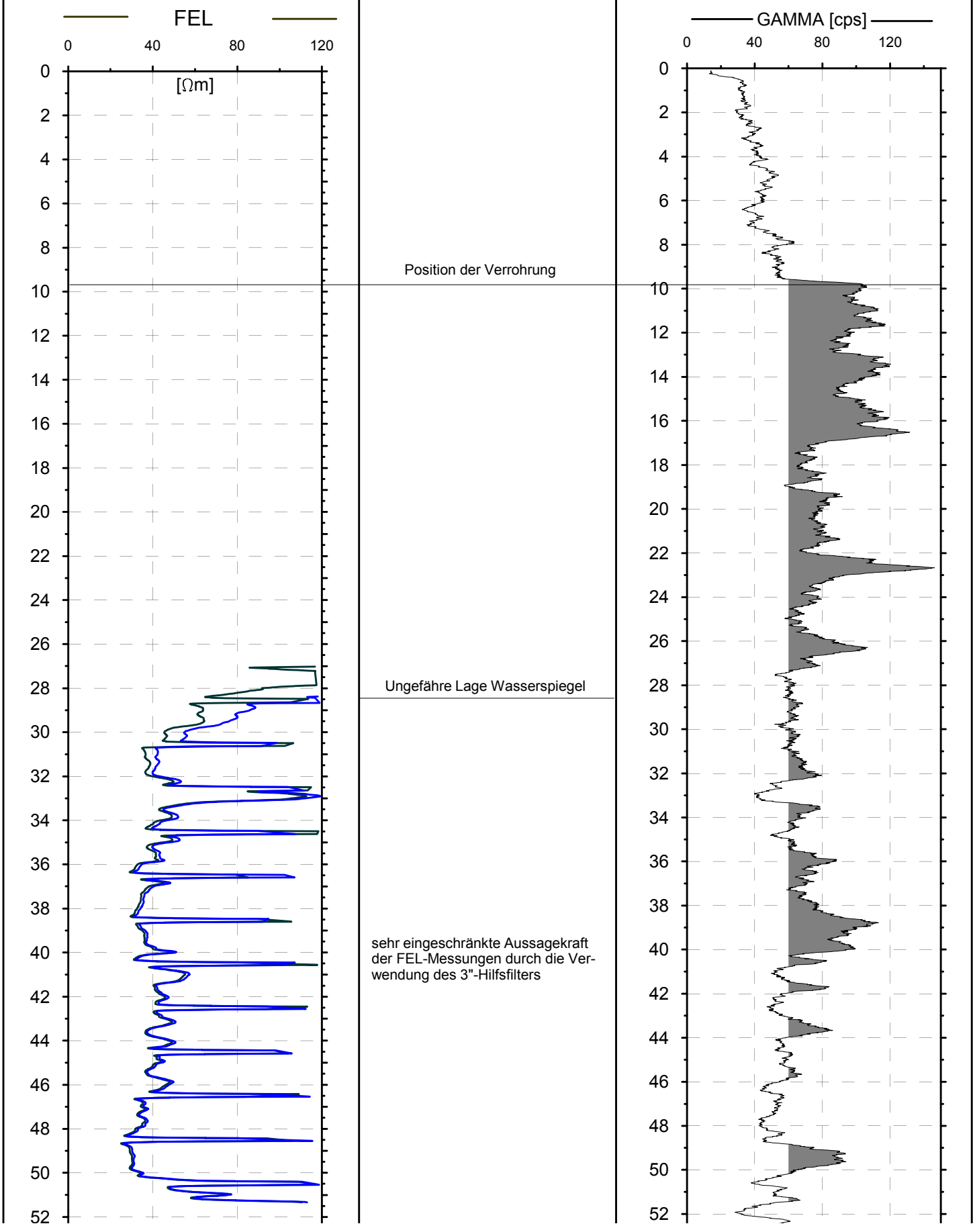
Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Ergebnisse der geophysikalischen Messungen
in der Bohrung B 1
(Büro Voutta)

Geophysikalische Bohrlochvermessung

Bohrung :	B 1	Projekt:	Erkundungsbohrungen BB	Geologie:	Gipskeuper
Bohrdurchmesser:	146 mm	Ort:	Böblingen	Wasserspiegel:	ca. 28 m
Teufe:	52 m	Datum:	29.9.2014	ausgeführt durch:	Voutta

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Ergebnisse der hydraulischen Tests
in der Bohrung B1
(Büro Voutta)

Textliche Beschreibung: vgl. Bericht in Anlage 2.1.5

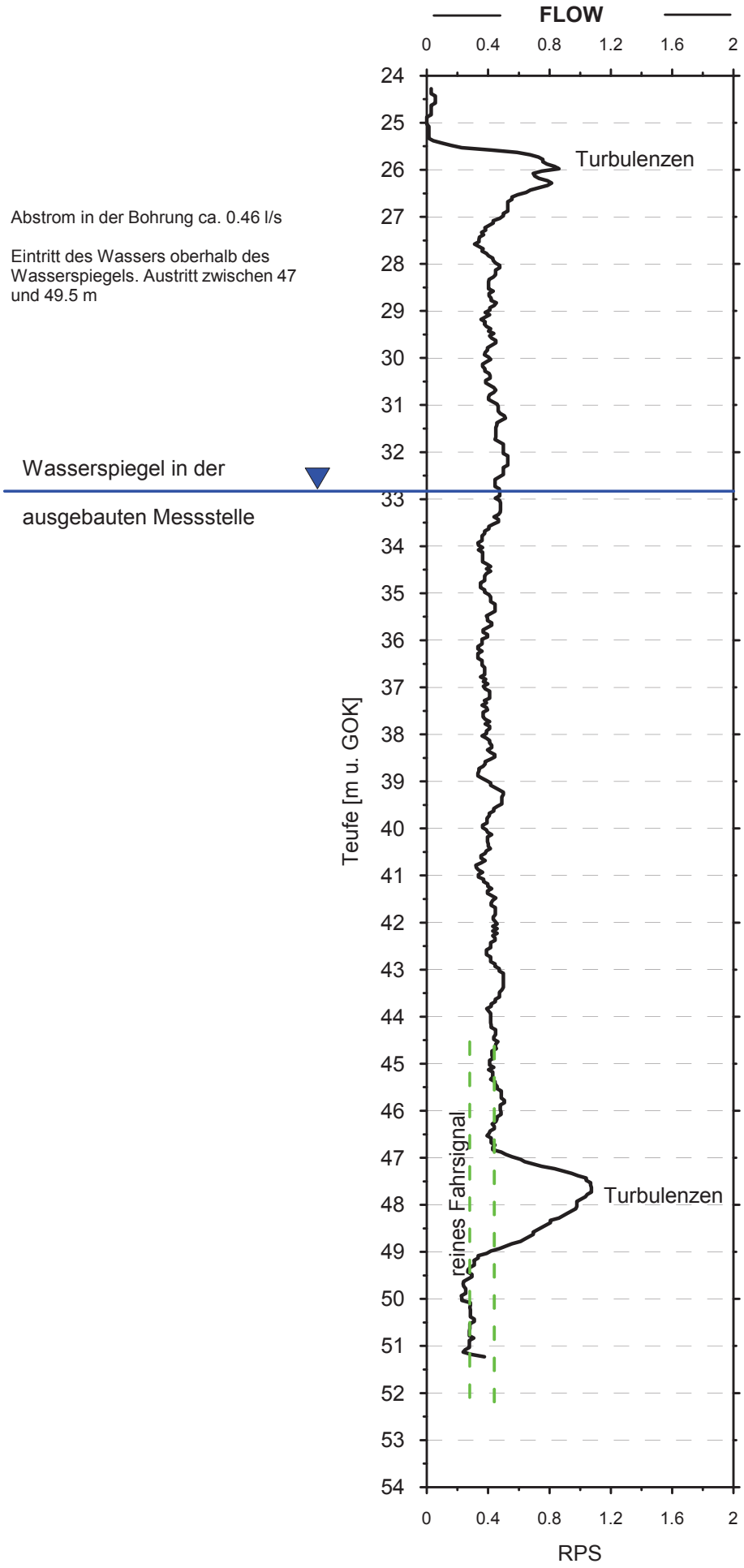
Hydrophysikalische Bohrlochvermessung

Bohrung	B 1	Projekt:	Erkundungsbohrungen BB	Geologie:	km1
Bohrdurchmesser:	146 mm	Ort:	Böblingen, Siemensstraße	Wasserspiegel:	ca. 28 m
Teufe:	51.5 m u. GOK	Datum:	29.9.2014	ausgeführt durch:	Voutta

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

Abstrom in der Bohrung ca. 0.46 l/s

Eintritt des Wassers oberhalb des Wasserspiegels. Austritt zwischen 47 und 49.5 m

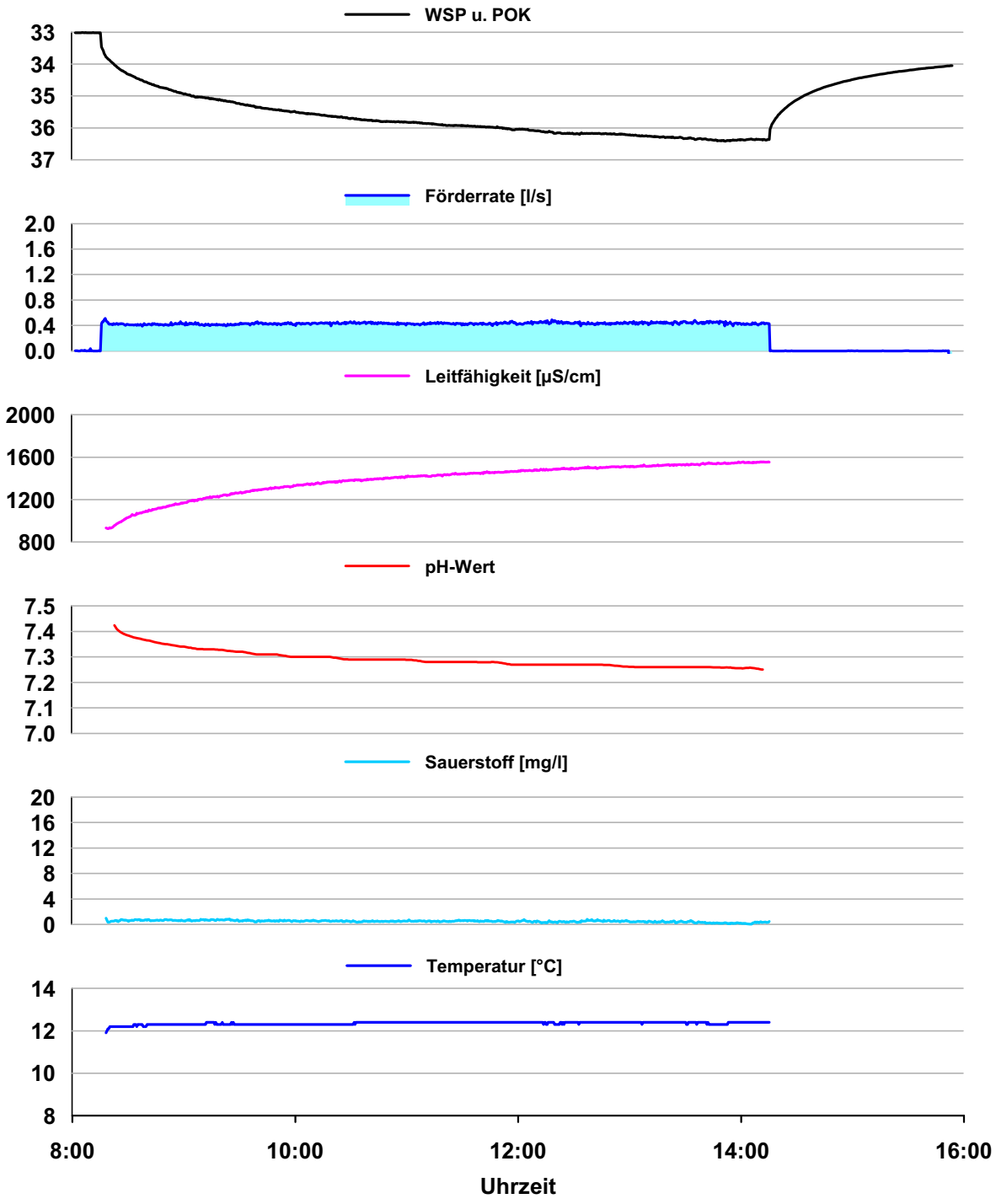


Pumpversuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen
Ort:	Böblingen
Messstelle:	Erkundungsbohrung B 1
Versuchstyp:	Kurzpumpversuch

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

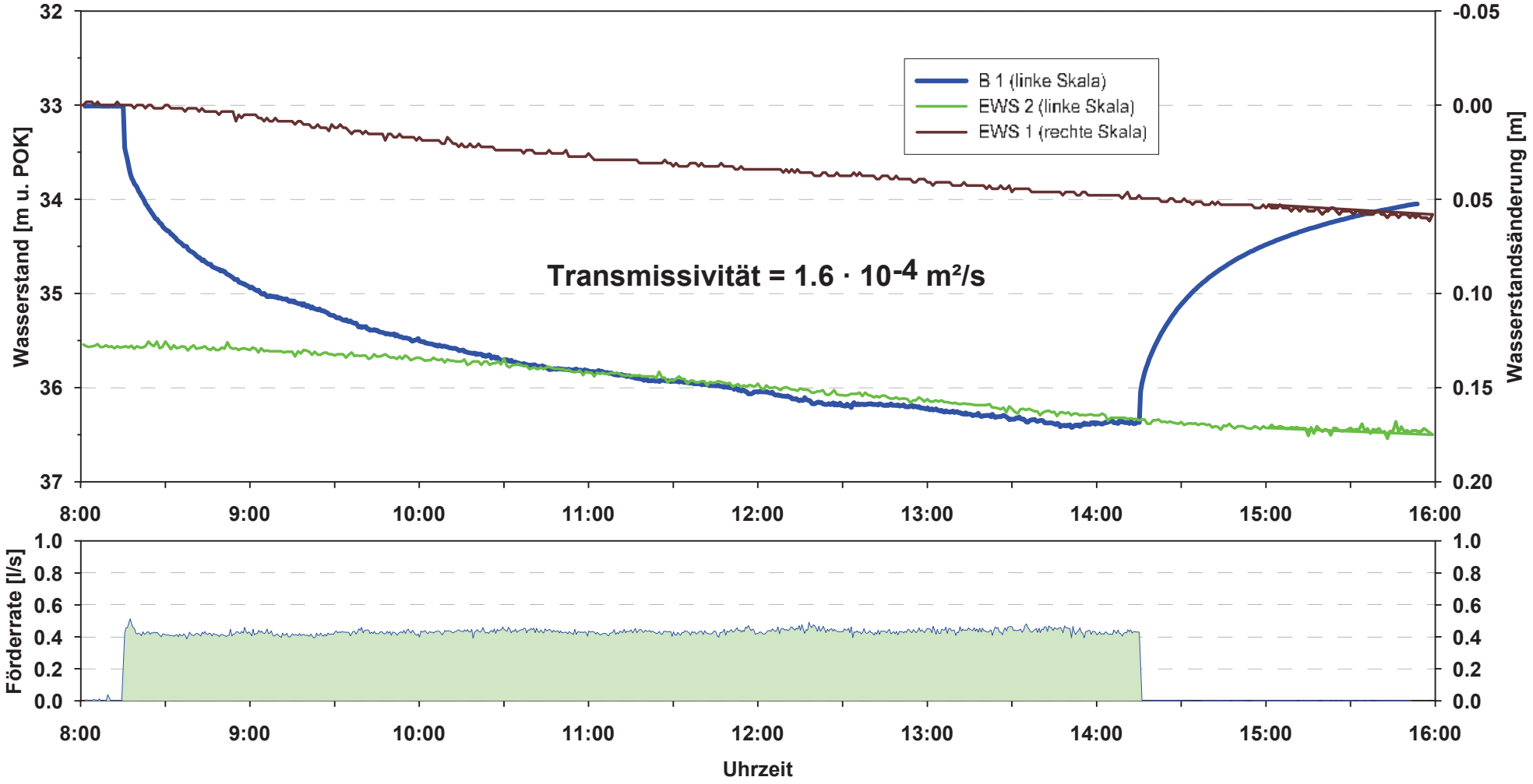
Start der Pumpmaßnahme:	10.7.2015
Durchführung:	Pailliart
Aufzeichnung:	Messrechner



Versuchsprotokoll Pumpversuch

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	33.01
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1	Versuchstyp:	Kurzpumpversuch
Startdatum:	10.7.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	50 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Datenlogger
Ausbaudurchmesser:	DN 125	Packersitz:	ohne
Versuchsende:	10.7.2015	Filter:	43 - 50 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



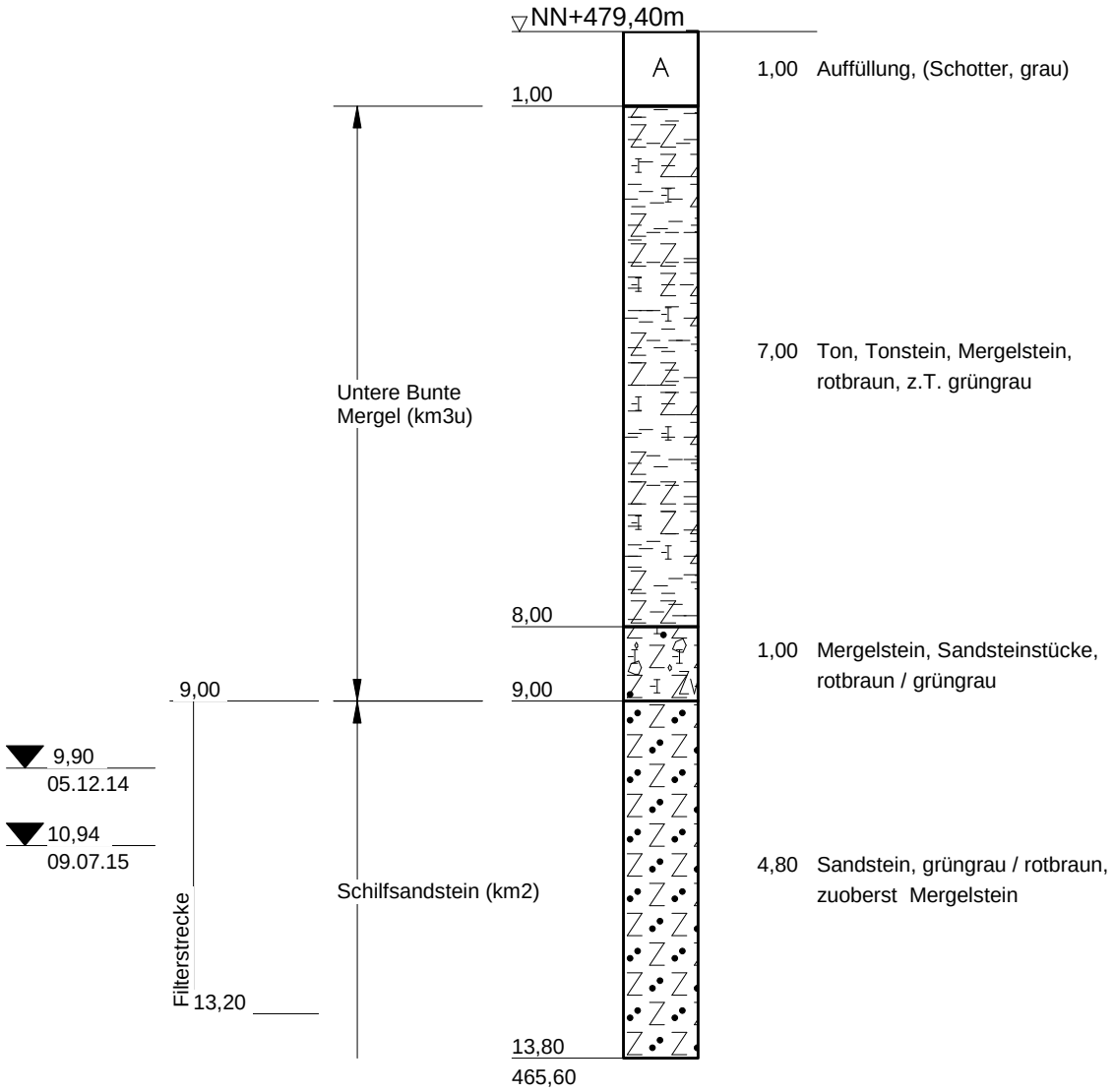
Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Ergebnisse der flachen Erkundungsbohrung B 1b
(5“- Messstelle mit Ausbau im Schilfsandstein)

2.3.1 Schichtprofil Büro Vees
2.3.2 Fotodokumentation des Bohrkleins
2.3.3 Bohrprotokolle Fa. Burkhardt
(Schichtenverzeichnis, Messstellenausbauskizze)
2.3.4 Hydraulische Tests (Büro Voutta)

B 1b

(GWM 5")



VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden-Echterdingen	Projekt: BÖBLINGEN EWS-Hebungsschäden B 1b	Anlage-Nr.: 2.3.1 Projekt-Nr: 14012 Datum: 22.10.2015 Maßstab: 1 : 100 Bearbeiter: Bs

Copyright © 1994-2011 IDAT GmbH - Y:\2014 PROJEKTE\14012 BÖBLINGEN, HEBUNGSSCHÄDEN, ALTINGER STRAßE UND HANS-THOMA-WEG\BERICHTE\14012 2015-10-22 BE_01 QUARTIER1\14012 2015-10-22 BE_01 AL_2-3-1 B

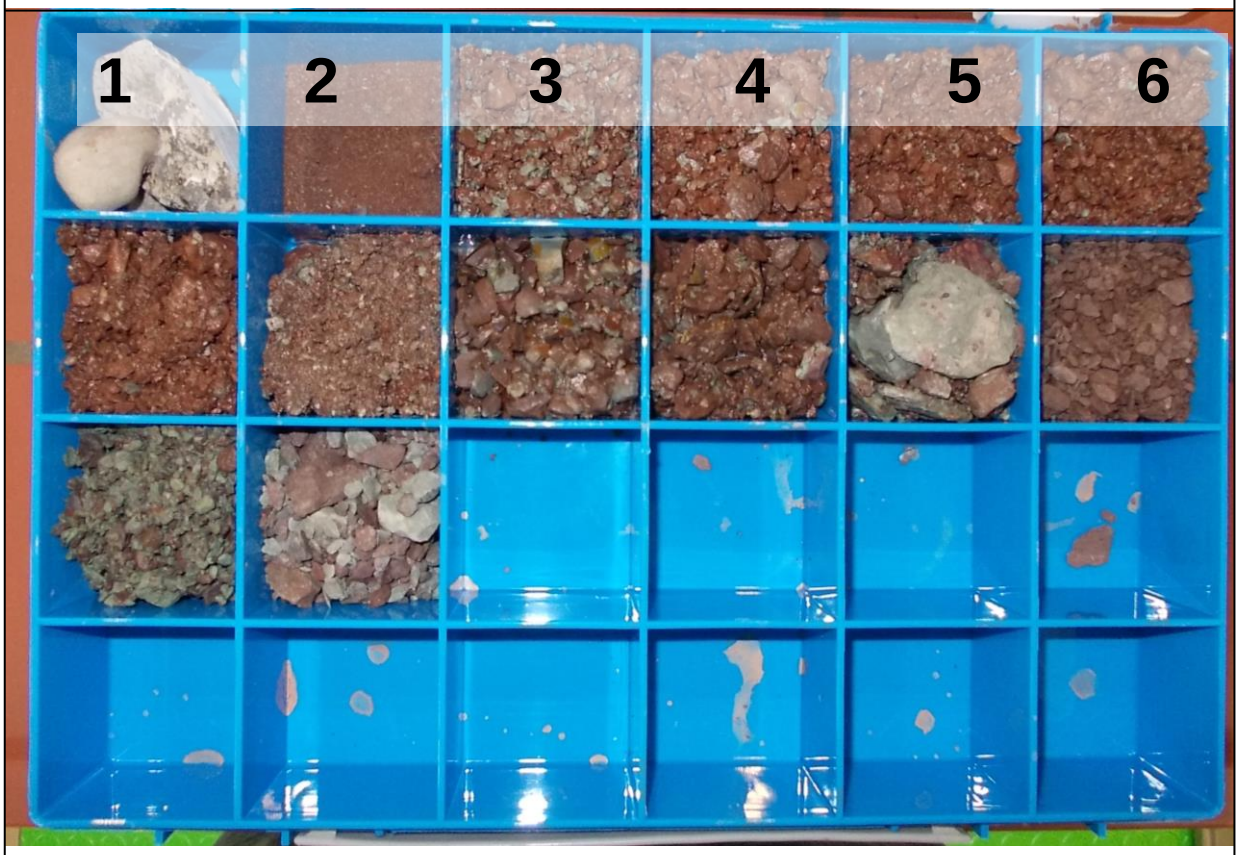
Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Fotodokumentation des Bohrkleins
aus der Bohrung B 1b

Fotodokumentation

Projekt: BÖBLINGEN
EWS-Hebungsschäden

Bohrung: B 1b 0 – 13,8 m



Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

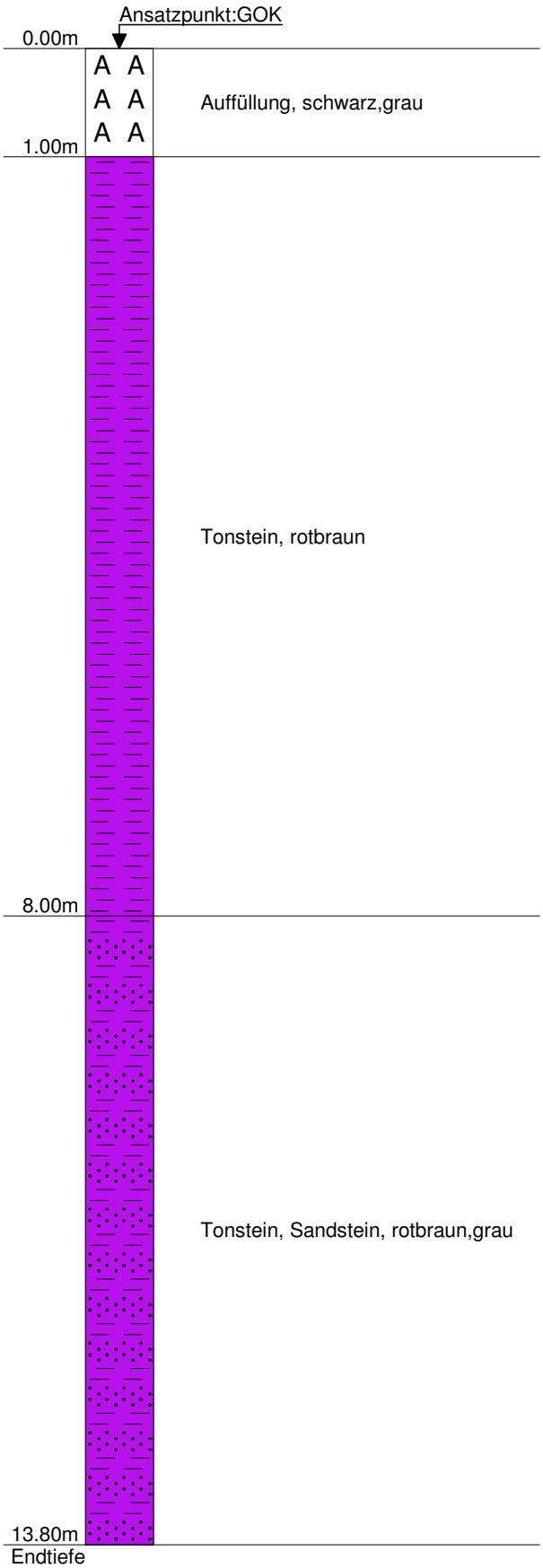
Bohrprotokolle Fa. Burkhardt

Bohrung B 1b

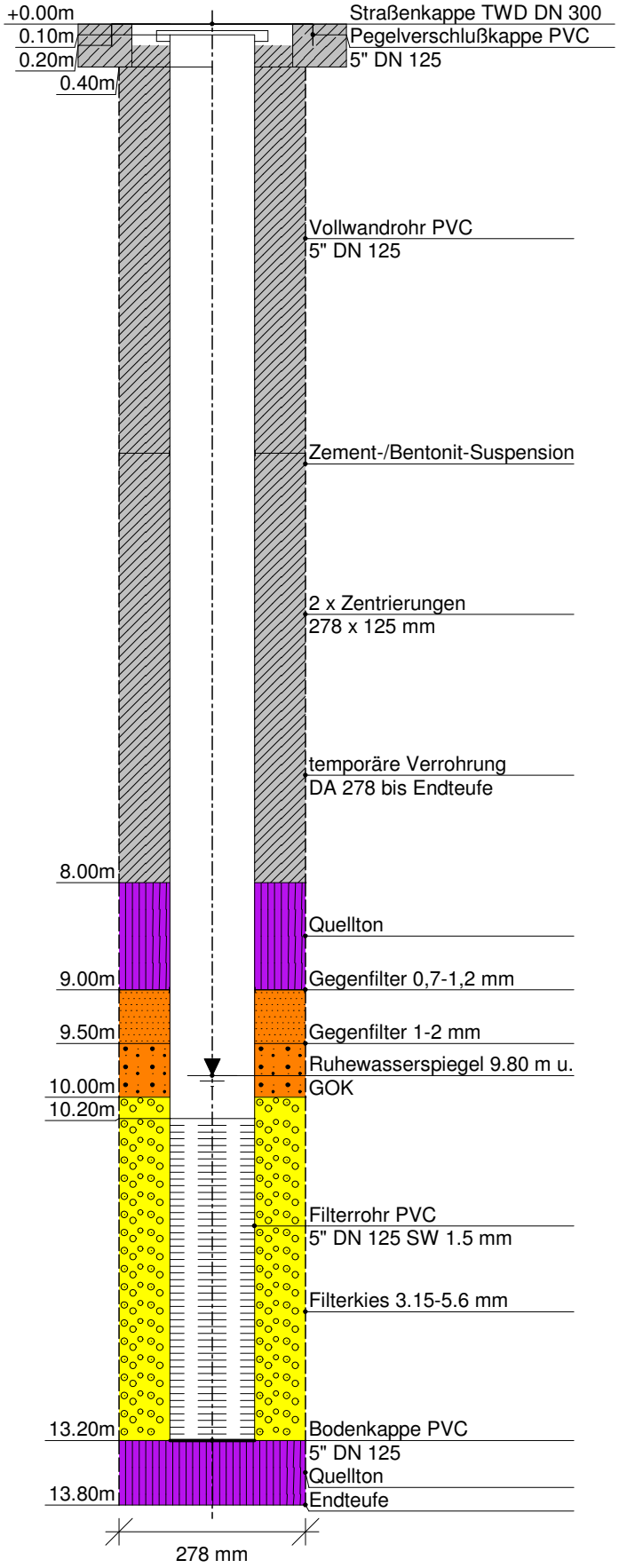
BURKHARDT GmbH
TULPENSTRASSE 15, 75389 NEUWEILER
TEL. 07055-9297-0, FAX 07055-9297-77
E-MAIL info@burkhardt-bohrungen.de

Projekt: Böblingen LRA, Vees und Partner, B14/100752
Bearbeiter: Yannik Pfrommer
Maßstab: 1: 63 / 1: 10 Datum: 13.01.2014
Rechtswert/Hochwert Gauß-Krüger:

B1B



B1B Pegelausbau



DC

BURKHARDT GmbH
TULPENSTRASSE 15, 75389 NEUWEILER
TEL. 07055-9297-0, FAX 07055-9297-77
E-MAIL info@burkhardt-bohrungen.de

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen:

Anlage:
Bericht:

1 Objekt **Böblingen, LRA, Vees und Partner**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **3**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. **B1B** Zweck: **Grundwassermessstelle**
Ort: **Böblingen, Siemensstrasse, Grundwassermessstelle B1B**
Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000) **Böblingen** Nr: **7717**
Rechts: **-** Hoch: **-** Lotrecht Richtung: **senkrecht**
Höhe des Ansatzpunktes a) zu NN m
b) zu **-** m gleich Gelände

4 Auftraggeber: **Landratsamt Böblingen, Parkstrasse 16, 71034 Böblingen**
Fachaufsicht: **Vees und Partner, Waldenbucher Straße 19, 70771 Leinfelden-Echterdingen**

5 Bohrunternehmen: **Burkhardt GmbH & Co. KG, Tulpenstrasse 15, 75389 Neuweiler**
gebohrt von: **27.11.2014** bis: **28.11.2014** Tagesbericht-Nr: **1-2** Projekt-Nr: **B14/100752**
Geräteführer: **Frenzel René** Qualifikation: **Bohrmeister,Brunnenbauer, Geräteführer**
Geräteführer: **-** Qualifikation: **-**
Geräteführer: **-** Qualifikation: **-**

6 Bohrgerät Typ: **Brunello FD 1800 HD, 06/2005** Baujahr: **11/2006**
Bohrgerät Typ: **-** Baujahr: **-**

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:

	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	**Becherproben**	**14**	**Vees+Partner**
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik
9.1 9.1 Kurzzeichen
9.1.1 Bohrverfahren
9.1.1.1 Art:

BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben
... =
BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben
BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben
BS = Sondierbohrungen
... =
BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
BKF= BK mit fester Kernumhüllung
... =

9.1.1.2 Lösen:
rot = drehend
ram = rammend
druck = drückend
schlag = schlagend
greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug
9.1.2.1 Art:
EK = Einfachkernrohr
DK = Doppelkernrohr
TK = Dreifachkernrohr
S = Seilkernrohr
HK = Hohlkrone
VK = Vollkrone
H = Hartmetallkrone
D = Diamantkrone
Gr = Greifer
Schap = Schappe
Schn = Schnecke ... =
Spi = Spirale ... =
Kis = Kiespumpe ... =
Ven = Ventilbohrer
Mei = Meißel
SN = Sonde

9.1.2.2 Antrieb:
G = Gestänge
SE = Seil
HA = Hand
F = Freifall
V = Vibro
DR = Druckluft
HY = Hydraulik

9.1.2.3 Spülhilfe:
WS= Wasser
LS = Luft
SS = Sole
DS = Dickspülung
Sch = Schaum
d = direkt
id = indirekt

9.2 Bohrtechnische Tabellen

Tiefe in m Bohrlänge in m von	bis	Bohrverfahren Art	Lösen	Bohrwerkzeug Art	ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Verrohrung Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	Bemerkungen
0.00	**13.80**	**BuP**	**rot/**	**DFM**	**254**	**G**	**LS/WS**	**278**		**13.80**	

9.3 Bohrkronen

1	Nr:	ø Außen/Innen:	/
2	Nr:	ø Außen/Innen:	/
3	Nr:	ø Außen/Innen:	/
4	Nr:	ø Außen/Innen:	/
5	Nr:	ø Außen/Innen:	/
6	Nr:	ø Außen/Innen:	/

9.4 Geräteführer-Wechsel

Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für	Ersatz	Grund
1						
2						
3						
4						

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei m, Abfall bis **9.80** m unter Ansatzpunkt
Höchster gemessener Wasserstand gleich Ansatzpunkt bei m Bohrtiefe
Verfüllung: m bis m Art: von: m bis: m Art:

Nr	Filterrohr von m	bis m	ø mm	Filterschüttung Art	von m	bis m	Körnung mm	Sperrschicht von m	bis m	Art	OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
1	**10.20**	**13.20**	**125**	**Gegenfilter**	**9.00**	**9.50**	**0.7-1.2**	**0.00**	**8.00**	**Zement**	**1.00**
				Gegenfilter	**9.50**	**10.00**	**1-2**	**8.00**	**9.00**	**Ton**	
				Kies	**10.00**	**13.20**	**3.1-5.6**	**13.20**	**13.80**	**Ton**	

11 Sonstige Angaben

Datum: **13.01.2015** Firmenstempel: **i. A. F. Sonnenfroh** Unterschrift: _____

DC

BURKHARDT GmbH
TULPENSTRASSE 15, 75389 NEUWEILER
TEL. 07055-9297-0, FAX 07055-9297-77
E-MAIL info@burkhardt-bohrungen.de

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Böblingen, LRA, Vees und Partner**

Bohrung Nr. B1B Blatt 3

Datum: **27.11.2014- 28.11.2014**

1	2				3	4	5	6
Bis ....m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
1.00	a) **Auffüllung**							
	b) **Auffüllung**							
	c)	d)	e) **schwarz, grau**					
	f)	g)	h)	i)				
8.00	a) **Tonstein**							
	b) **Tonstein**							
	c)	d) **gut zu bohren**	e) **rotbraun**					
	f)	g)	h)	i)				
13.80 Endtiefe	a) **Tonstein, Sandstein**							
	b) **Tonstein, Sandstein**							
	c) **leicht zu bohren**	d)	e) **rotbraun, grau**					
	f)	g)	h)	i)				

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

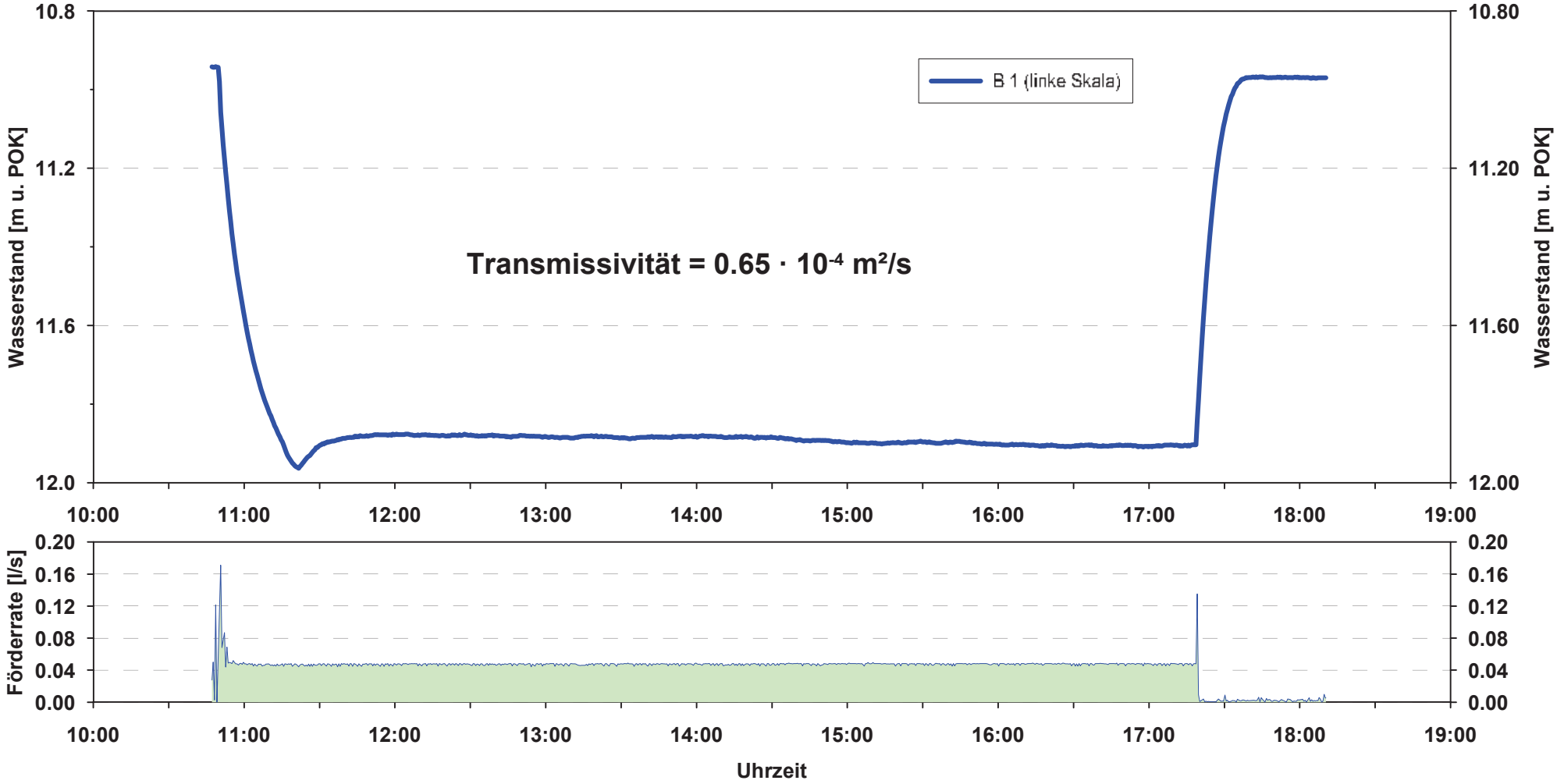
Ergebnisse der hydraulischen Tests
in der Bohrung B 1b
(Büro Voutta)

Textliche Beschreibung: vgl. Bericht in Anlage 2.1.5

Versuchsprotokoll Pumpversuch

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	10.94
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1b	Versuchstyp:	Kurzpumpversuch
Startdatum:	9.7.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	20 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Datenlogger
Ausbaudurchmesser:	DN 125	Packersitz:	ohne
Versuchsende:	10.7.2015	Filter:	9,0 - 13,2 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

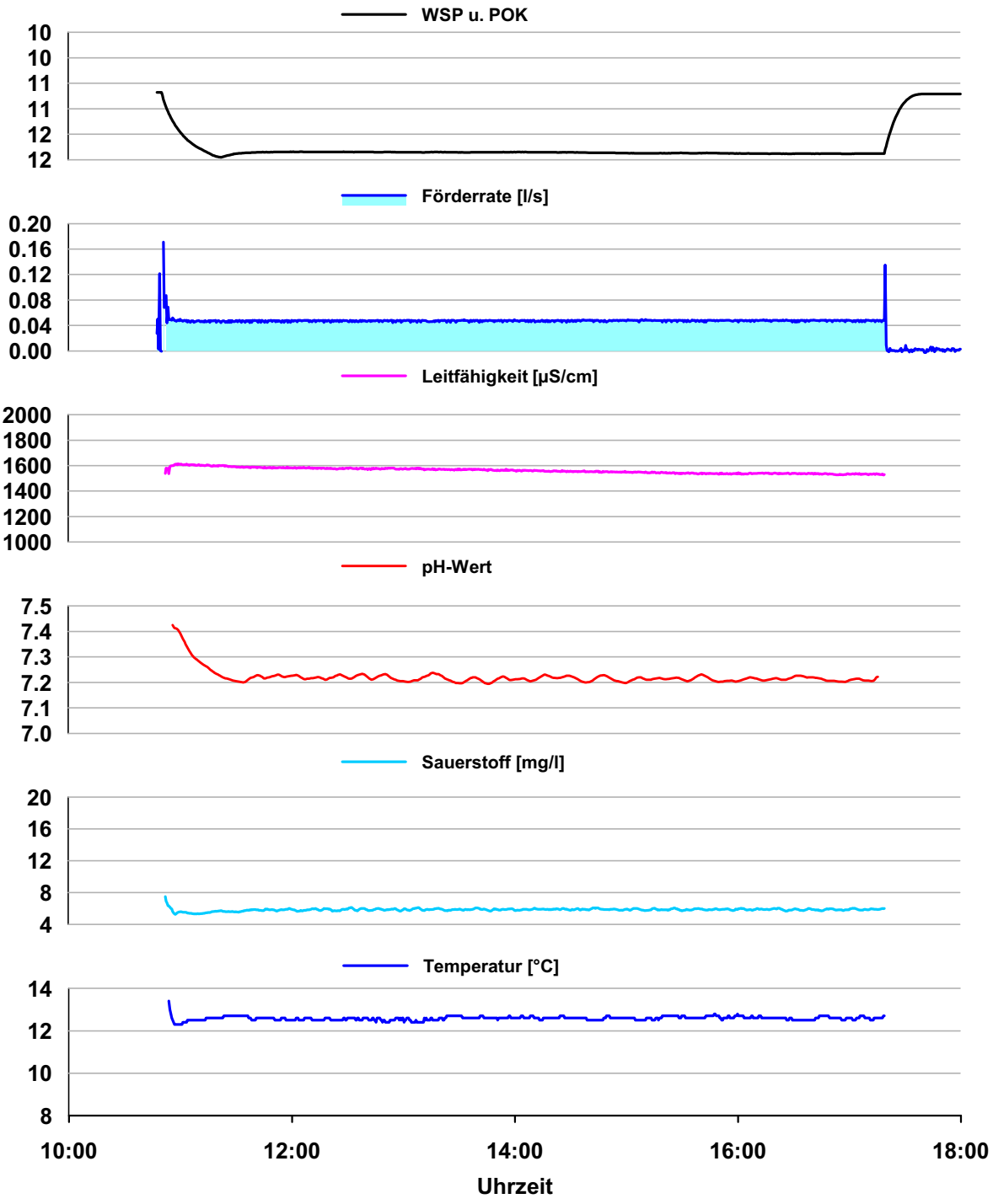


Pumpversuchsprotokoll

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen
Ort:	Böblingen
Messstelle:	Erkundungsbohrung B 1b
Versuchstyp:	Kurzpumpversuch

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

Start der Pumpmaßnahme:	9.7.2015
Durchführung:	Pailliart
Aufzeichnung:	Messrechner



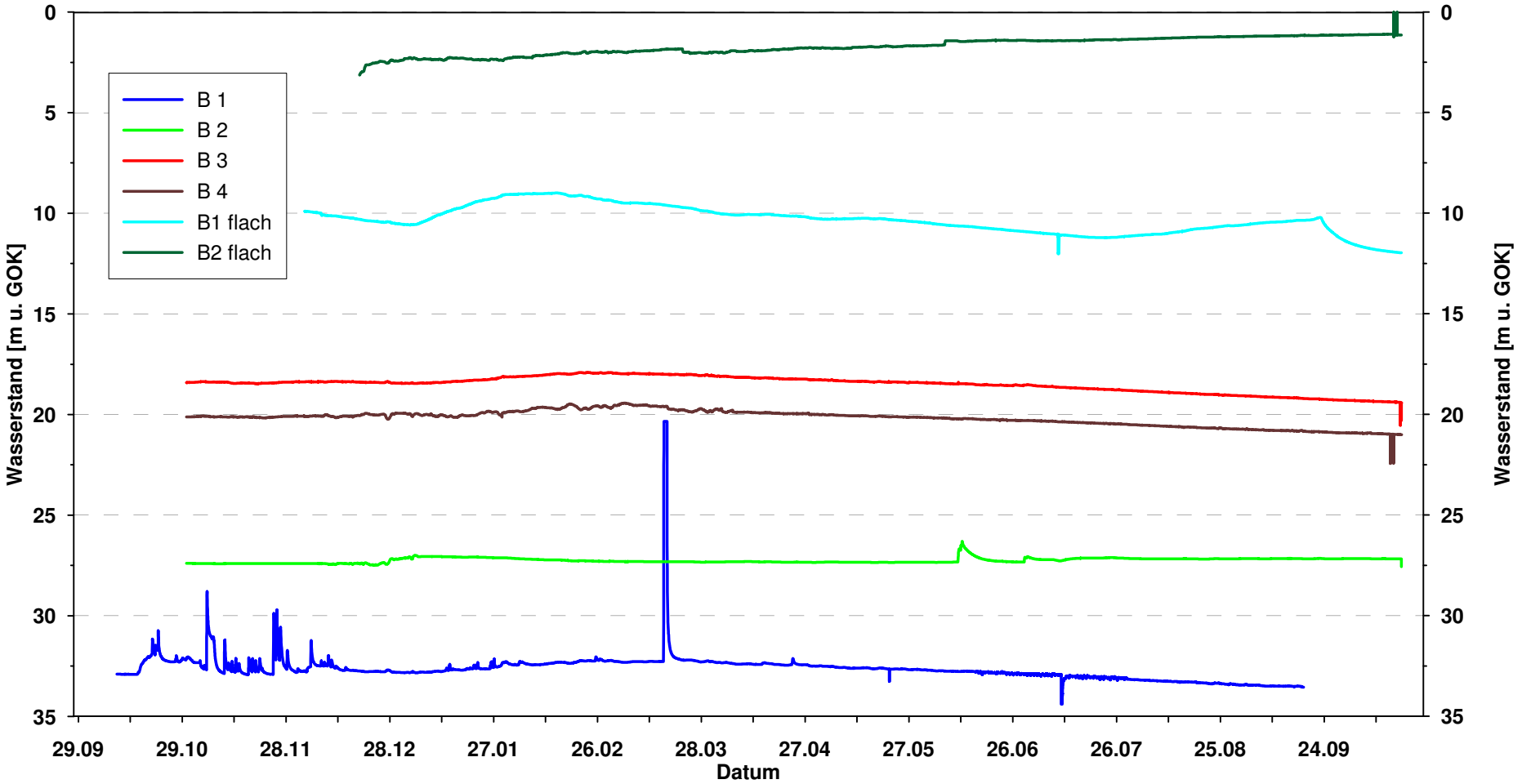
Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Wasserstandsganglinien
in den vorhandenen Messstellen

Wasserstandsmonitoring

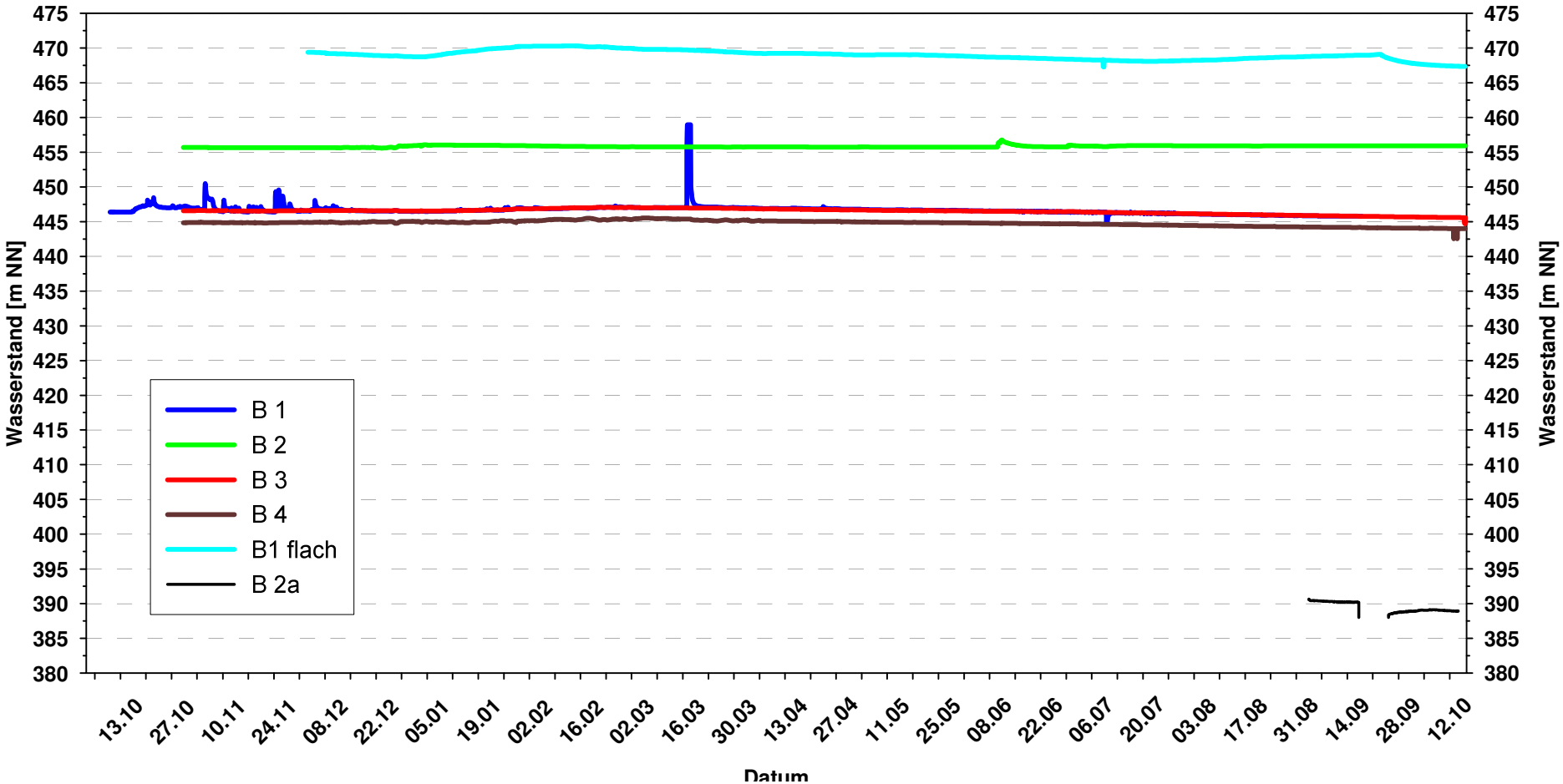
Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. GOK]:	-
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Messstelle:	B 1, B1b, B2, B2b, B3, B4	Versuchstyp:	Monitoring
Startdatum:	10.10.2014	letzte Auslesung:	27.5.2015
Messstellenteufe:	-	Aufzeichnung:	Datenlogger
Ausbaudurchmesser:	125 mm	Messtakt:	15 Minuten
Letze Messung vom:	15.6.2015	Filter:	-

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik



Wasserstandsmonitoring

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. GOK]:	-
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Messsteelle:	B 1 - B 4	Versuchstyp:	Monitoring
Startdatum:	10.10.2014	letzte Auslesung:	16.10.2015
Messstellenteufe:	-	Aufzeichnung:	Datenlogger
Brunnendurchmesser:	125 mm	Messtakt:	15 Minuten
		Filter:	-

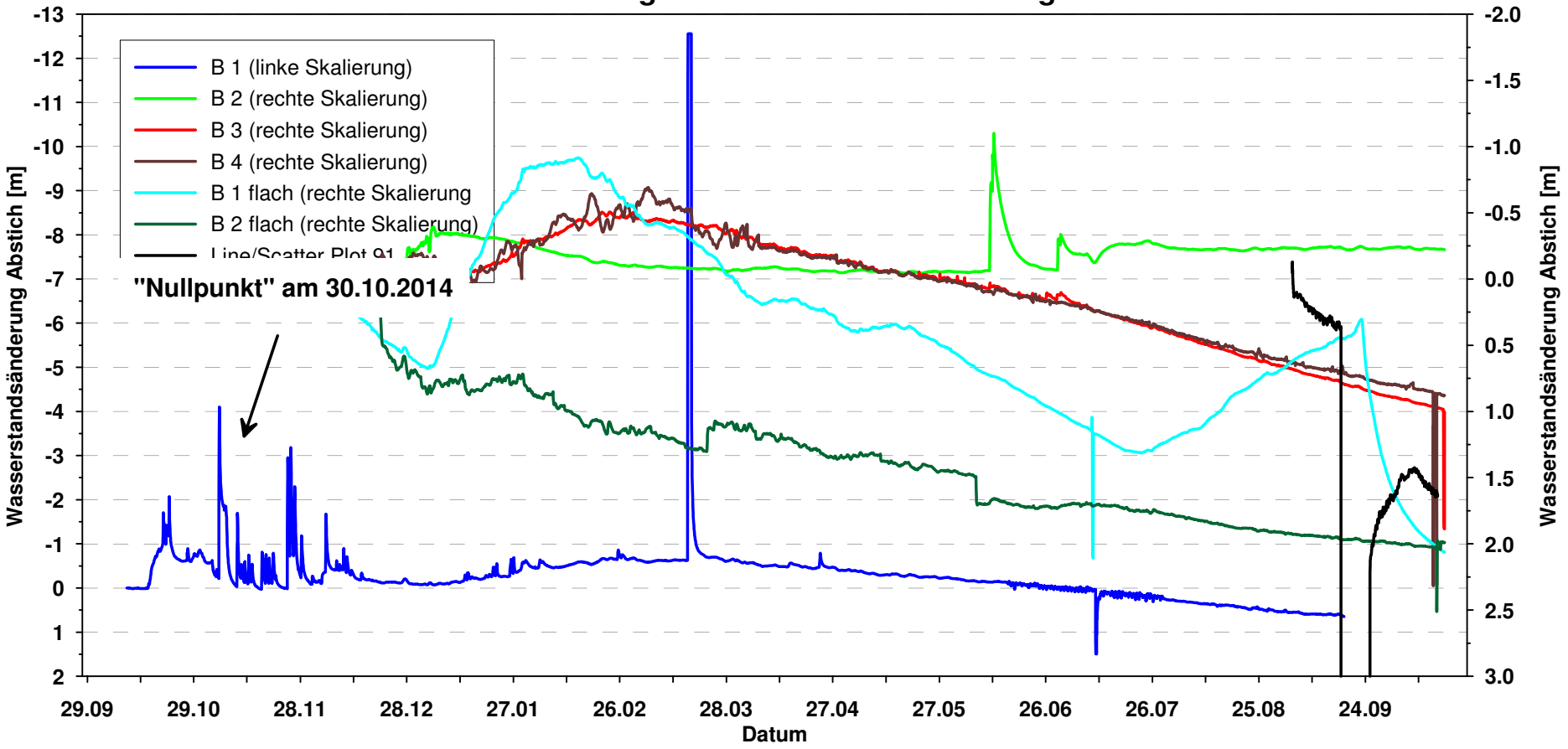


Wasserstandsmonitoring

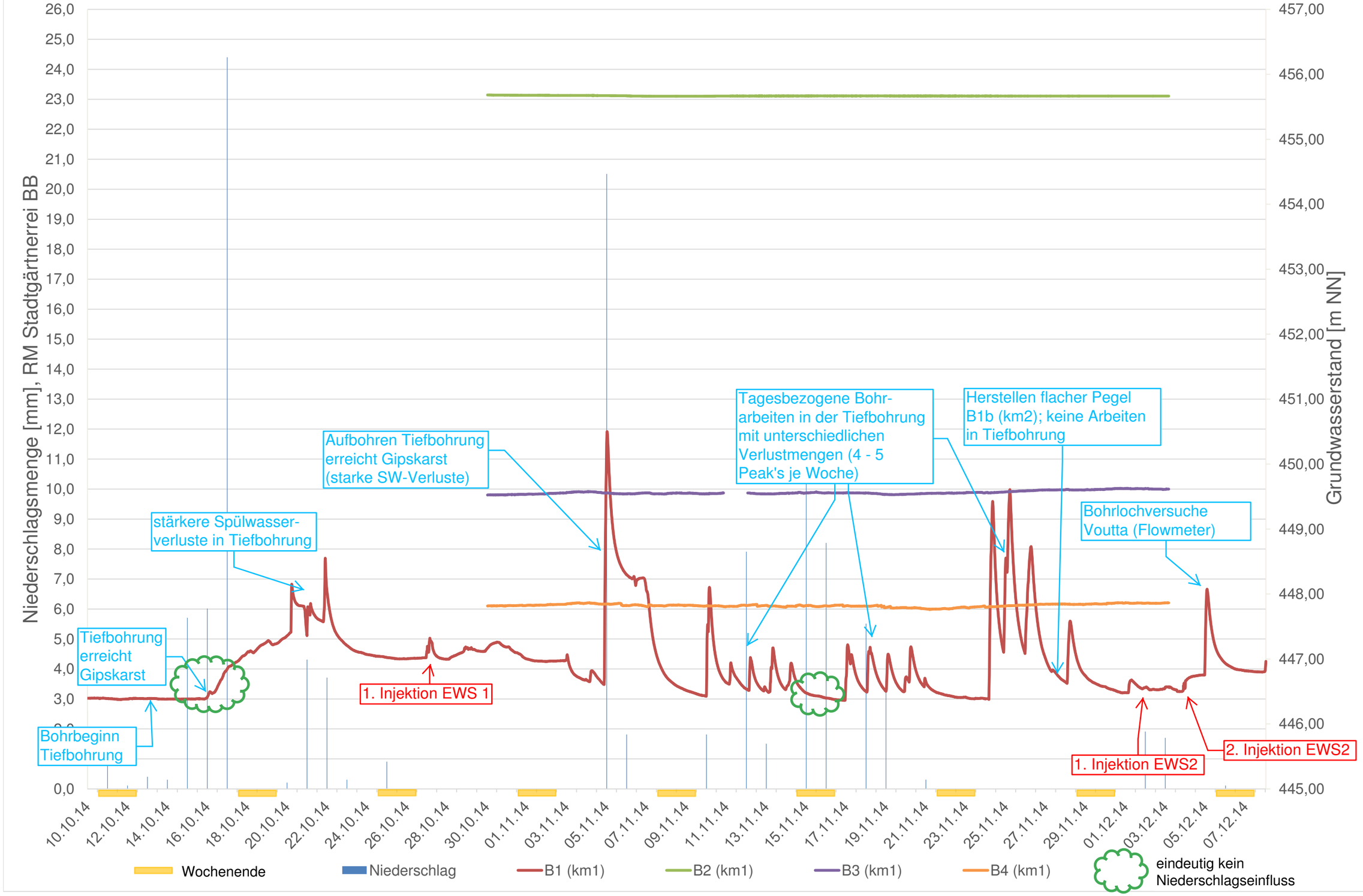
Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. GOK]:	-
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Messstelle:	B 1 - B 4	Versuchstyp:	Monitoring
Startdatum:	10.10.2014	letzte Auslesung:	27.5.2015
Messstellenteufe:	-	Aufzeichnung:	Datenlogger
Brunnendurchmesser:	125 mm	Messtakt:	5 Minuten
		Filter:	-

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

Darstellung der Wasserstandsänderungen



Grundwasserganglinien B1 - B4 (km1) und Niederschlagsmengen



Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

EWS 1+2

Bohrprotokolle Fa. Gungl

Gungl Bohrgesellschaft mbH
Humboldtstr. 2/1 * 71272 Renningen
Tel.: 07031-466401 Fax: 467751

Dokumentation Geothermische Bohrungen

Auftraggeber: **Eheleute Mann, Siemensstr. 11, 71034 Böblingen**
Bauvorhaben: **Eheleute Mann, Siemensstr. 11, 71034 Böblingen**
Bohrverfahren: **Immlochhammer**
Angabe zur Sonde: **PE 100 Doppel U-Rohrsonde, 32mm Durchmesser, 16 bar**
Bohranlage: **Beretta**
Wärmeträgermedium: **Glykosol N, anteilig 3%, Wasser 97%**
Wasserspiegelmessung/Wasser zutritt: **B1: GWR 33m**
B2: GWR 33m
Bohransatz/m.ü.NN: **477**

Bohrloch / Sonde(n):

			Meissel 152 mm	Hilfsverrohrung/m 178 mm	Bohrlochvolumen/L abzüglich Sonde
Sonde-Nr.	Datum	Teufe/m	Teufe/m	Teufe/m	
1	29.09.08	0-50		4m	86,68
	30.09.08	50-130	126m		1882,44
Gesamt:		**130**			**1969,12**
2	01.10.08	0-130		4m	86,68
			126m		1882,44
Gesamt:		**130**			**1969,12**

Bohrung:		**gut**	**befriedigend**	**schlecht**
		x		

Wasser:		**wenig**	**mittel**	**viel**
				x

Kluftig:		**wenig**	**mittel**	**viel**
		x		

Gungl Bohrgesellschaft mbH
Humboldtstr. 2/1 * 71272 Renningen
Tel.: 07031-466401 Fax: 467751

Sonde 1 **Datum:** **29.09.08**
Zweite Druckprüfung nach Einbau, vor Verfüllung der Sonde für 30 Minuten mit 6,0 bar Druck.
Nach 30 Minuten wurde der Druck nochmals auf 6,0 bar gebracht und für 60 Minuten gehalten.
Druckabfall nach zweiter Druckprüfung bei: **0,1 bar**
Dritte Druckprüfung nach Verfüllung der Sonde für 30 Minuten mit 6,0 bar Druck.
Nach 30 Minuten wurde der Druck nochmals auf 6,0 bar gebracht und für 60 Minuten gehalten.
Druckabfall nach dritter Druckprüfung bei: **0,1 bar**

Sonde 2 **Datum:** **01.10.08**
Zweite Druckprüfung nach Einbau, vor Verfüllung der Sonde für 30 Minuten mit 6,0 bar Druck.
Nach 30 Minuten wurde der Druck nochmals auf 6,0 bar gebracht und für 60 Minuten gehalten.
Druckabfall nach zweiter Druckprüfung bei: **0,2 bar**
Dritte Druckprüfung nach Verfüllung der Sonde für 30 Minuten mit 6,0 bar Druck.
Nach 30 Minuten wurde der Druck nochmals auf 6,0 bar gebracht und für 60 Minuten gehalten.
Druckabfall nach dritter Druckprüfung bei: **0,2 bar**

Ringraumverfüllung:

Sonde-Nr.	Verfüllmaterial	Soll-Menge/L	Ist-Menge/L
1	Zement Bentonit Suspension	**1969,12l**	**2402,32l**
2	Zement Bentonit Suspension	**1969,12l**	**2422,01l**

Verfüllmaterial / Sulfatbesatändig!

Gesamtfüllmenge Sondenkreislauf: 2x130m = 260mx2l = **520l**

Heizleistung: **16kW**
Entzugsleistung: **12,8kW**

GUNGL Bohrgesellschaft mbH
Humboldstrasse 2
71272 Renningen
fon : 07031 - 46 64 01
fax : 07031 - 46 77 51
eMail : info@gungl-gmbh.de
Internet : www.gungl-gmbh.de

Schichtenverzeichnis Erdwärmebohrung BV Mann, Siemensstrasse 11,

Böblingen, 130 m ; Bohrausführung: 30.09.2008, 477,00 m NN

0 – 7 m	Ton/Tonstein, ziegelrot
7 – 9 m	Ton/Tonstein, grau, etwas violettgrau
9 – 10 m	Tonmergelstein, düsterviolett
10 – 12 m	Tonstein/Tonmergelstein, türkisgrün und violettfleckig
12 – 13 m	Tonmergelstein, siltig, türkisgrün - düstergrünlichgrau
13 – 15 m	Tonstein/Tonmergelstein, düsterviolett u. grünlichgrau

----------Untere Bunte Mergel (km3u)

15 – 16 m	Ton/Tonstein, ziegelrot
16 – 18 m	Tonstein, grau, mit dolomitischem Tonmergelstein, ockergrau
18 – 23 m	Tonstein/Ton, grau – dunkelgrau
23 – 32 m	Tonstein, grau - dunkelgrau
32 – 33 m	Tonmergelstein, grau – hellgrau, grauviolett, scherbig
33 – 34 m	Tonmergelstein, dolomitisch, scherbig, hellgrau-grünlichgrau
34 – 35 m	Tonmergelstein, grau – dunkelgrau
35 – 36 m	Tonmergelstein, grau u. ziegelrot
36 – 39 m	Tonmergelstein, ziegelrot u. grau
39 – 40 m	Tonmergelstein, grau u. etwas ziegelrot
40 – 48 m	Tonmergelstein, ziegelrot u. grau
48 – 49 m	Tonstein/Tonmergelstein, grau u. ziegelrot
49 – 51 m	Tonstein/Tonmergelstein, dunkelgrau, etwas ziegelrot, < 2% Gips, weisslich
51 – 58 m	Tonstein, dunkelgrau, etwas Gips, weisslich
58 – 74 m	Tonstein, dunkelgrau, mit Gips/Anhydrit hellgrau-weisslich
74 – 75 m	Tonstein, dunkelgrau, etwas Gips, weisslich
75 – 80 m	Tonstein, dunkelgrau u. ziegelrot, mit Gips, weisslich

80 – 84 m	Tonstein, dunkelgrau, etwas Gips weisslich
84 – 97 m	Tonstein, dunkelziegelrot u. grau, etwas Gips, weisslich
97 – 102 m	Tonstein, dunkelgrau - grau, etwas Gips weisslich
102 – 106 m	Tonstein, dunkelgrau, etwas violett, etwas Gips, weisslich
106 – 121 m	Tonstein, grau – dunkelgrau, etwas violett, etwas Gips. weisslich
121 – 125 m	Tonstein, grau – dunkelgrau, etwas Gips. weisslich
125 – 126 m	Tonstein, dunkelgrau u. violettrot, scherbig, etwas Gips/Anhydrit, etwas dolomitischer Kalkstein, traubig, grau
126 – 130 m	Tonstein, dunkelgrau, etwas violett, <2% Gips, weisslich

----------Gipskeuper (km1)

Grundwasserruhestand: 33 m u. GOK

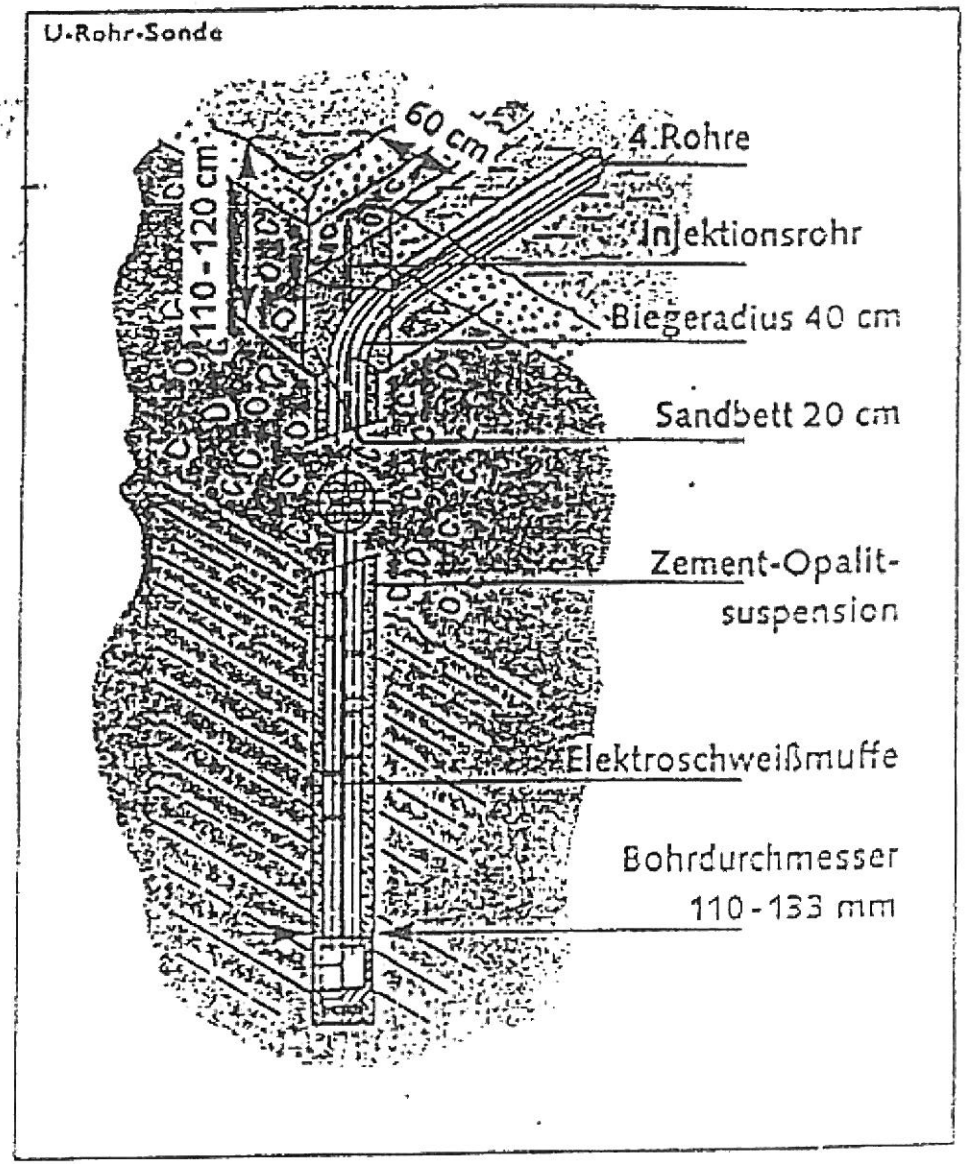
Grundlage: Bohrklein

Aufnahmedatum: 13.10.2008

Dipl.-Geol Eric Moegle

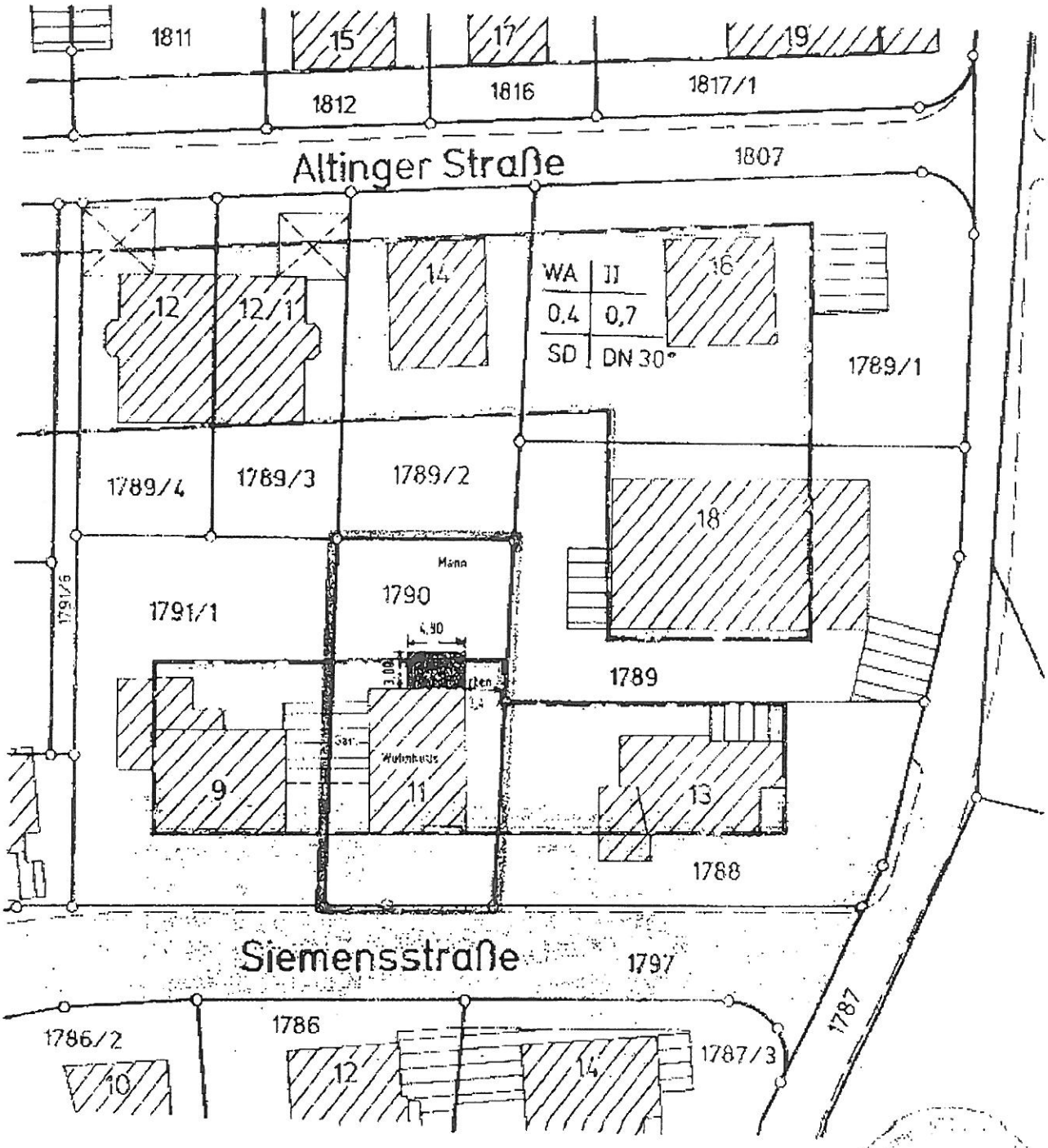
Verrohrungsschema

(Quelle: Fa. Gungl Bohrgesellschaft mbH)



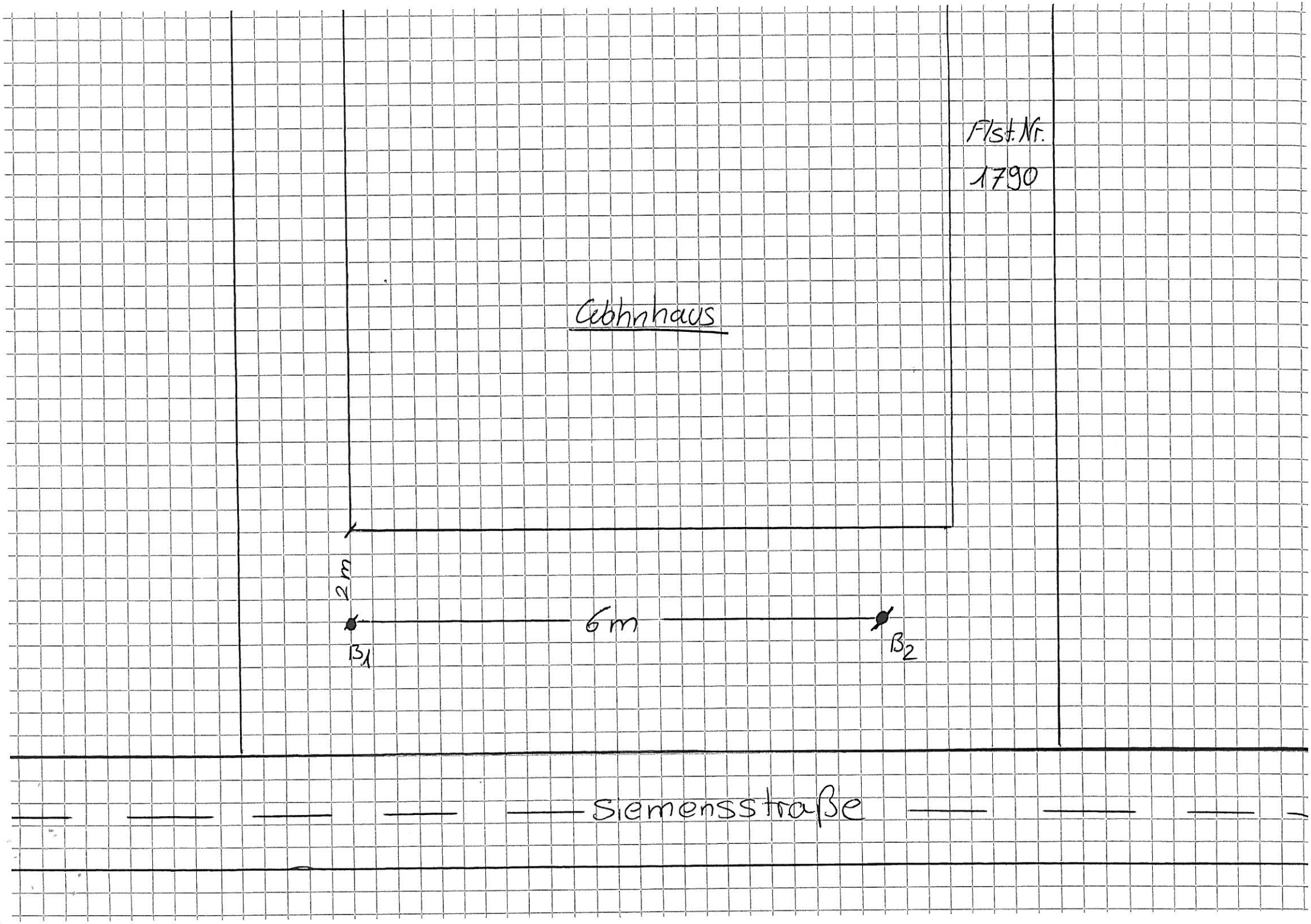
Stadt Böblingen

Lageplan



Maßstab 1:500

2008-09-02 16:37 Ruoff Architekten 07031677977 >> +4970316775 p 4/5


Fl.st.Nr.
1790
Gebäudehaus
2 m
6 m
B1
B2
Siemensstraße

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

EWS 1+2
Ergebnisse der geophysikalischen
Messungen vor Beginn der
Sanierungsarbeiten
(Fa. Terratec / Büro Voutta / Fa. GTC)

terratec
Geophysical Services

BOHRLOCHMESSUNGEN
in der EWS 1 & EWS 2
Böblingen, Deutschland

06.10.2014

Projekt:	Verlaufs- und Gammamessungen im Projekt Böblingen
Pr.-Nr. (terratec):	542 - 2014
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen, D – 71006 Böblingen
Auftragnehmer:	terratec Büro für Geologie und Geophysik, D - 79423 Heitersheim
Durchführung:	Dr. C. Pohl, A. Nöltner
Zeitraum:	06.10.2014
Berichtsdatum:	17.10.2014

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 3
1.1 Allgemeines 3
1.2 Aufgabenstellung und Situation Vorort 3
1.3 Angewandte Methoden 3
1.3.1 Mini-Verlaufssonde (miniDEV) 3
1.3.2 Mini-Gamma-Temperatur-Sonde (miniGamT) 3
1.4 Spaltenbezeichnungen der Messdiagramme 3
1.5 Übersicht: gemessene EWS 5
1.5.1 EWS 1 5
1.5.2 EWS 2 5
2 EWS 1 – Strang 1 6
2.1 Ablauf der Messungen 6
2.2 Beschreibung der Messergebnisse 6
2.2.1 Verlaufsmessungen 6
3 EWS 1 – Strang 2 7
3.1 Ablauf der Messungen 7
3.2 Beschreibung der Messergebnisse 7
3.2.1 Verlaufsmessungen 7
4 EWS 1 – Strang 3 9
4.1 Ablauf der Messungen 9
4.2 Beschreibung der Messergebnisse 9
4.2.1 Verlaufsmessungen 9
4.2.2 Natürliche Gammastrahlung 10
4.2.3 Temperatur 11
5 EWS 1 – Strang 4 11
5.1 Ablauf der Messungen 11
5.2 Beschreibung der Messergebnisse 11
5.2.1 Verlaufsmessungen 11
6 EWS 1 – Gesamtdarstellung 12
7 EWS 2 – Strang 1 14
7.1 Ablauf der Messungen 14
8 EWS 2 – Strang 2 14
8.1 Ablauf der Messungen 14
8.2 Beschreibung der Messergebnisse 14
8.2.1 Verlaufsmessungen 14

9 EWS 2 – Strang 3 16
9.1 Ablauf der Messungen 16
9.2 Beschreibung der Messergebnisse 16
9.2.1 Verlaufsmessungen 16
10 EWS 2 – Strang 4 17
10.1 Ablauf der Messungen 17
10.2 Beschreibung der Messergebnisse 17
10.2.1 Verlaufsmessungen 17
10.2.2 Natürliche Gammastrahlung 18
10.2.3 Temperatur 19
11 EWS 2 – Gesamtdarstellung 20
12 ANHANG: SONDENBESCHREIBUNG 22
12.1 Mini-Verlaufssonde (miniDEV) 22
12.2 Mini-Gamma-, Temperatur-Sonde (miniGamT) 23

Anlagen:

- Messkurven: - Temperatur- und Gammakurve Maßstab 1:200 (EWS1: Anlage 1.4; EWS2: Anlage 2.4)
  - Messkurve Verlauf: Azimut, Neigung, Northing, Easting und TVD Maßstab 1:200 (EWS 1: Anlage 1.1 – 1.3 & 1.5 – 1.6; EWS2: Anlage 2.1 – 2.3 & 2.5)

- CD-ROM: - Temperatur- und Gammakurve (*.wcl, *.pdf)
  - Messkurve Verlauf: Azimut, Neigung, Northing, Easting und TVD (*.wcl, *.pdf)
  - Bullseye- und Profildarstellung (*.jpg)
  - Temperatur-, Verlaufs- und Gammawerte (*.txt)
  - Betrachtungssoftware WellCAD Reader (*.exe)
  - vorliegender Bericht (*.pdf)

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Der vorliegende Bericht beschreibt die Durchführung und die Ergebnisse der geophysikalischen Bohrlochmessungen in den Erdwärmesonden „EWS 1“ und „EWS 2“ im Projekt “Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen”.
Auftraggeber für die Messungen ist das Landratsamt Böblingen, 71006 Böblingen. Die fachliche Betreuung vor Ort erfolgte durch Herrn Dipl. Geol. P. Branscheid (Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH). Auftragsnehmer ist die Fa. terratec Büro f. Geologie u. Geophysik, D - 79423 Heitersheim. Die Messungen wurden am 06.10.2014 in einem Einsatz durchgeführt.

1.2 Aufgabenstellung und Situation Vorort

Ziel der Messungen war die Gewinnung von Bohrlochverlaufsdaten in zwei Sondensträngen pro Erdwärmesonde. Neben der Neigung und dem Azimut werden die Verlaufsdaten als Relativkoordinaten „Northing“, „Easting“ und „TVD“ angegeben. Darüber hinaus sollte in einem Sondenstrang pro EWS die natürliche Gammastrahlung des Gebirges und das Temperaturprofil der Strangfüllung erfasst werden.

In Absprache mit Herrn Dipl. Geol. P. Branscheid (Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH) wurde Vorort entschieden, dass aufgrund einer schwierig zu passierenden Stelle im Bereich um 33 – 34 m jeder Strang der beiden EWS auf seine Befahrbarkeit hin getestet werden sollte.

Direkt vor den Messungen durch die Fa. terratec wurde in einigen Strängen der beiden EWS bereits durch Herrn Dipl. Geol. A. Voutta (Grundwasserhydraulik) Bohrlochmessungen durchgeführt, weshalb kein ungestörtes Temperaturprofil von Seiten terratec garantiert werden kann.

1.3 Angewandte Methoden

1.3.1 Mini-Verlaufssonde (miniDEV)

Um den Verlauf der Bohrungen an sich zu messen, werden ein oder mehrere EWS-Stränge mit der Mini-Verlaufssonde befahren. In der Messsonde befinden sich ein 3-achs Accelerometer und ein 3-achs Magnetometer. Mit dem Accelerometer wird die Neigung gegen die Vertikale ermittelt, mit dem Magnetometer die Richtung im Erdmagnetfeld. Die Richtung wird als Azimut angegeben, welcher der Abweichung gegen magnetisch Nord entspricht. Die Präzision der Sensoren beträgt ± 1° für die Neigung und ± 2° für den Azimut (s. Datenblatt im Anhang).

1.3.2 Mini-Gamma-Temperatur-Sonde (miniGamT)

Mit der MiniGamT-Sonde werden während einer Messfahrt die beiden Parameter Temperatur und natürliche Gammastrahlung der Gesteine aufgezeichnet. Das Temperaturprofil wird mit Hilfe eines an der Sondenspitze angebrachten Messfühlers erfasst und kann Auskunft über die im Untergrund vorherschenden Temperaturen geben sowie gegebenenfalls Undichtigkeiten in der Hinterfüllung aufzeigen. Ein NaI-Szintillationskristall misst die totale natürliche Gammastrahlung in CPS („Counts Per Second“), welche beim radioaktiven Zerfall emittiert wird. Die gemessene Gammaintensität kann durch vorhandene Stahlverrohrung und das Wasser/Glycol vermindert werden, was in den Messdiagrammen nicht berücksichtigt wird.

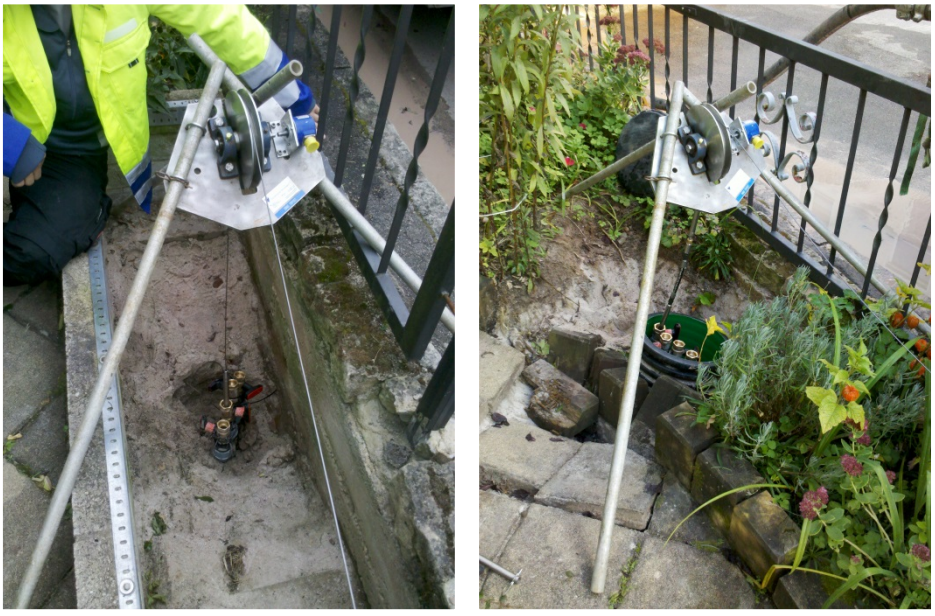
1.4 Spaltenbezeichnungen der Messdiagramme

Die folgende Tabelle erläutert die in den Spalten der Messdiagramme verwendeten Bezeichnungen:

Abkürzung / Spaltenbezeichner	Erläuterung
Nat. Gamma	Natürliche Gammastrahlung (API)
Temperatur R	Wassertemperatur (°C) in Ruhe
Grad. Temperatur	Temperaturgradient über einen Meter berechnet (°C/m)
Neigung	Neigung der Bohrung gegenüber der Lotrechten in Grad
Azimut	Richtung der Bohrung gegen magnetisch Nord in Grad
Northing	Abweichung der Bohrung von der Lotrechten nach magnetisch Nord in Meter; Minuswerte entsprechen der Abweichung in Richtung magnetisch Süd
Easting	Abweichung der Bohrung von der Lotrechten nach magnetisch Ost in Meter; Minuswerte entsprechen der Abweichung in Richtung magnetisch West
TVD	Wahre Bohrungstiefe; Bohrungstiefe in der Lotrechten in Meter

Als **Messbezug** für die Bohrungen wurde die **Strangoberkante** verwendet, da ein eindeutiger GOK-Bezug nicht hergestellt werden konnte.

- EWS 1: Differenz Strangoberkante S1 & S4 – Platten Gartenweg: ca. 0,36 m
- EWS 1: Differenz Strangoberkante S2 & S3 – Platten Gartenweg: ca. 0,34 m
- EWS 2: Differenz Strangoberkante 1 bis 4 – ehem. Gartenweg: ca. 0,13 m



Linkes Bild: Bohrlochmessungen in der EWS1; rechtes Bild: Messungen in der EWS2. Die oben angegebenen Abstände Strangoberkanten - GOK beziehen sich auf den Gartenweg (linke Bildränder).

1.5 Übersicht: gemessene EWS

Die folgenden Tabellen geben einen zusammenfassenden chronologischen Überblick über die im Projekt durchgeführten geophysikalischen Bohrlochmessungen:

1.5.1 EWS 1

	Strang	Parameter	Datum	Operator terratec	ET (gemessen)* [m]	ET laut Bohrfirma [m]	Bemerkungen
1	EWS1 S2	Verlauf	06.10.2014	Pohl	33,58	130,00	
2	EWS1 S1	Verlauf	06.10.2014	Pohl	33,55	130,00	
3	EWS1 S3	Verlauf, Temperatur, nat. Gamma	06.10.2014	Pohl	33,60	130,00	
4	EWS1 S4	Verlauf	06.10.2104	Pohl	33,50	130,00	

*Gemessene Endtiefe bezieht sich auf Oberkante Sondenstrang

1.5.2 EWS 2

	Strang	Parameter	Datum	Operator terratec	ET (gemessen)* [m]	ET laut Bohrfirma [m]	Bemerkungen
1	EWS2 S3	Verlauf	06.10.2014	Pohl	33,98	130,00	Die oberen 10 m ließen sich nur schwierig befahren.
2	EWS2 S4	Verlauf, Temperatur, nat. Gamma	06.10.2014	Pohl	33,95	130,00	
3	EWS2 S2	Verlauf	06.10.2014	Pohl	33,95	130,00	
4	EWS2 S1	Verlauf	06.10.2104	Pohl	\	130,00	Eine Biegung am oberen Strangende verhinderte die Sondenbefahrung.

*Gemessene Endtiefe bezieht sich auf Oberkante Sondenstrang

2 EWS 1 – Strang 1

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,55 m

2.1 Ablauf der Messungen

Die Verlaufsmessung im Erdwärmesondenstrang 1 der EWS 1 wurde mit der miniDEV-Sonde abwärtsgerichtet ausgeführt. Die Fahrtgeschwindigkeit betrug ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

2.2 Beschreibung der Messergebnisse

2.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 1 in Richtung SW, dabei beschreibt er allerdings einige Umschwünge. Der Mess-Endpunkt in 33,55 m Tiefe der EWS liegt 0,37 m in westlicher und 0,27 m in südlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,39 m. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

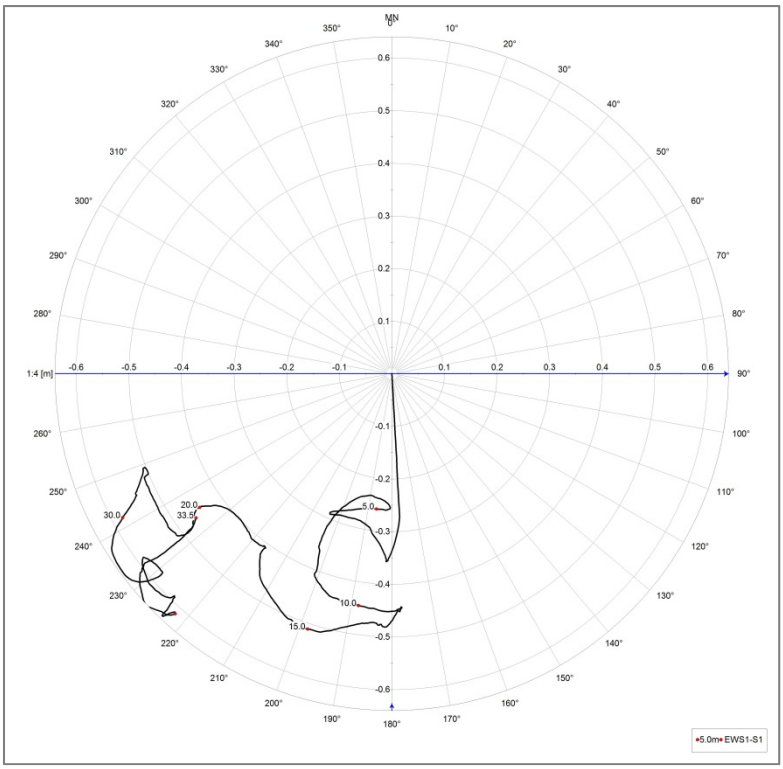


Abb. 1: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 1 bis zur Messendtiefe.

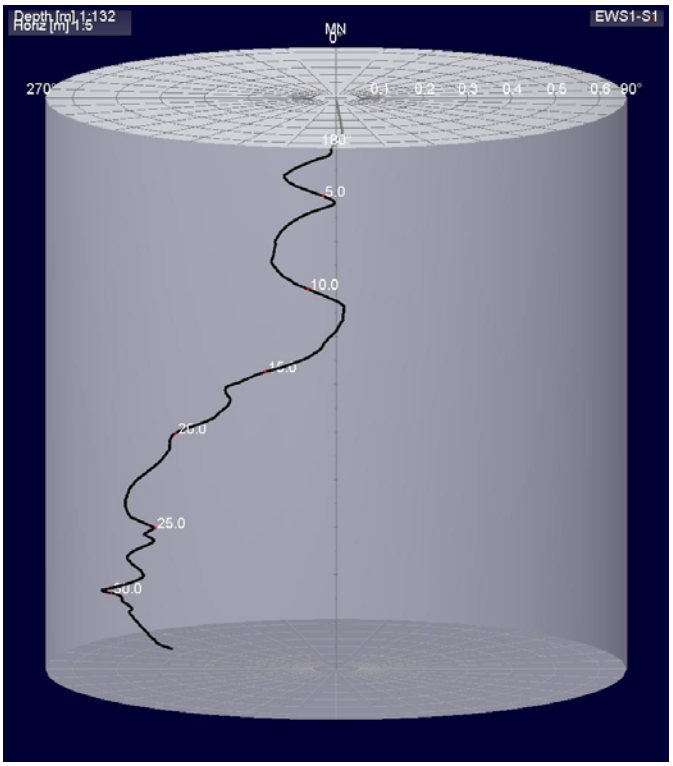


Abb. 1: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 1, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

3 EWS 1 – Strang 2

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,58 m

3.1 Ablauf der Messungen

Die Verlaufsmessung im Erdwärmesondenstrang 2 der EWS 1 wurde mit der miniDEV-Sonde abwärtsgerichtet ausgeführt. Die Fahrtgeschwindigkeit betrug ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

3.2 Beschreibung der Messergebnisse

3.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 2 in Richtung W - WSW, dabei beschreibt er allerdings einige Umschwünge. Der Mess-Endpunkt in 33,58 m Tiefe der EWS liegt 0,56 m in westlicher und 0,03 m in südlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Maximal weicht der gemessene Strang bei ca. 17,0 m Tiefe 0,25 m von der Lotrechten Richtung N ab. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,45 m. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

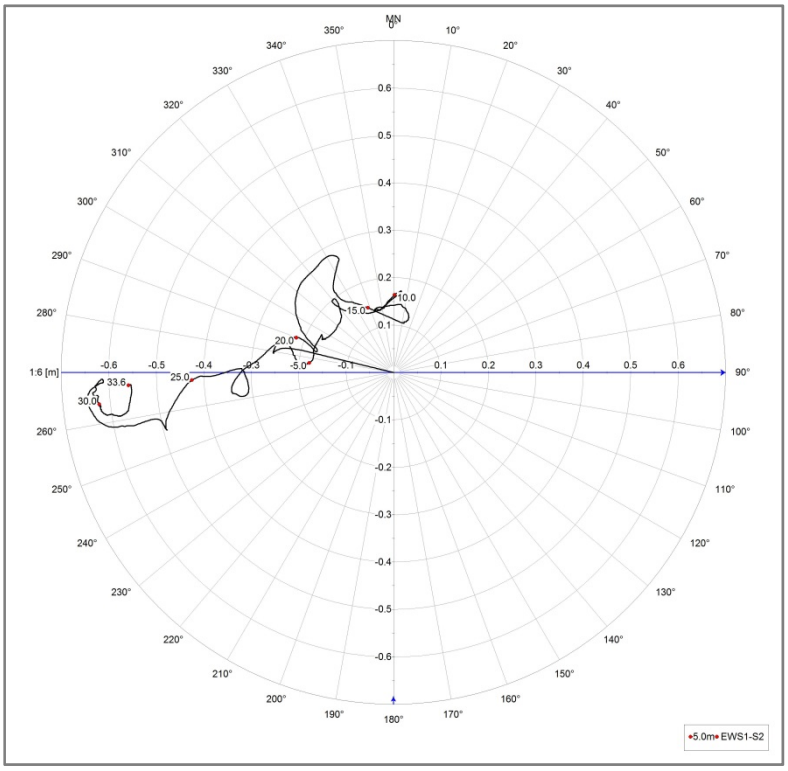


Abb. 3: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 2 bis zur Messendtiefe.

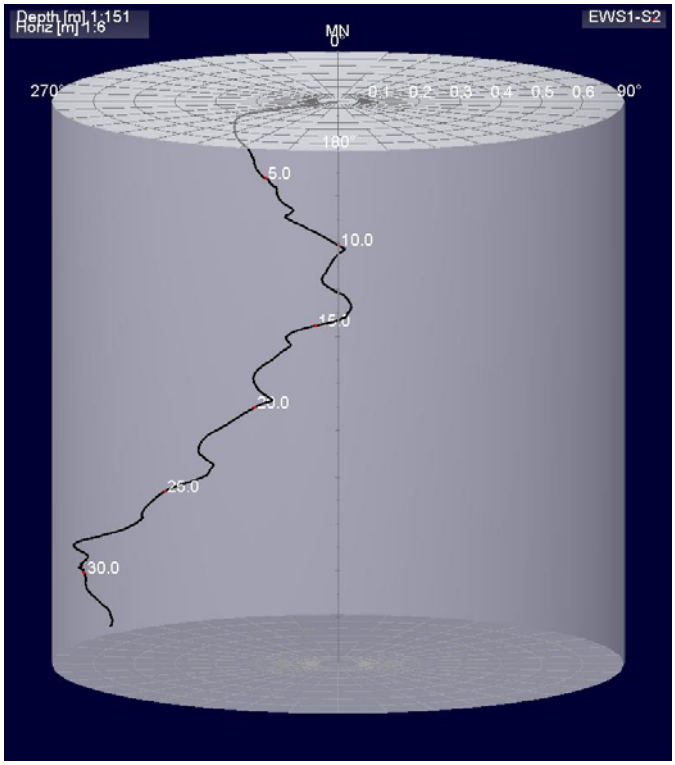


Abb. 4: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 2, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

4 EWS 1 – Strang 3

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,60 m (MGamT), 33,58 m (MDEV)

4.1 Ablauf der Messungen

Der Erdwärmesondenstrang 3 der EWS 1 wurde zunächst mit der MGamT-Sonde zur Ermittlung der Parameter Temperatur und natürliche Gammastrahlung befahren. Die Messung wurde mit ca. 2,0 m/min abwärtsfahrend ausgeführt. Die Abtastrate betrug 1 cm.

Im Anschluss erfolgte die Messung des Verlaufs mit einer Fahrtgeschwindigkeit von ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

4.2 Beschreibung der Messergebnisse

4.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 3 zunächst in Richtung W und ab ca. 25 m in Richtung NW. Der Mess-Endpunkt in 33,58 m Tiefe der EWS liegt 1,39 m in westlicher und 0,29 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,45 m. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

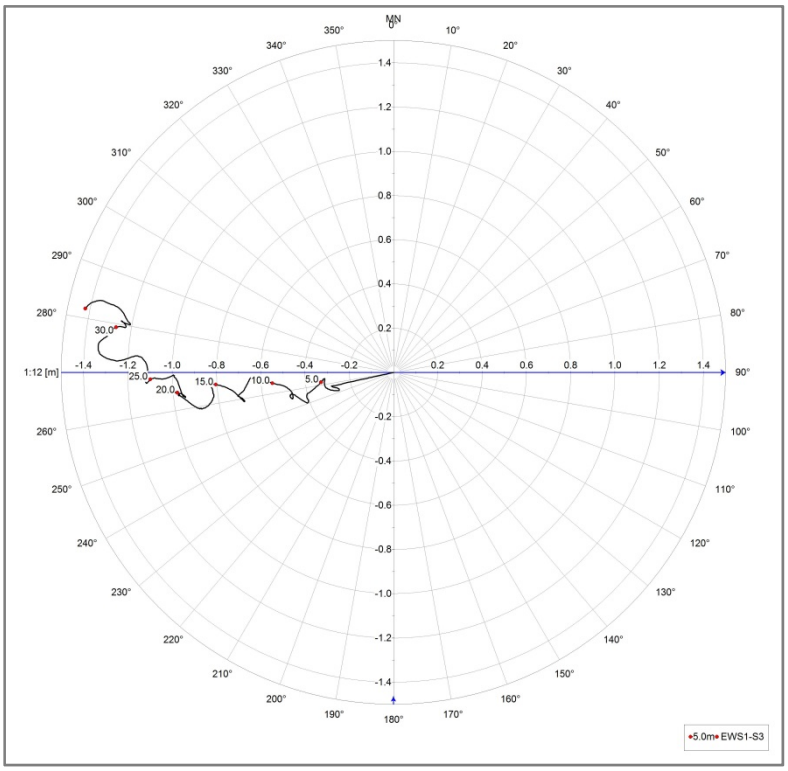


Abb. 5: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 3 bis zur Messendtiefe.

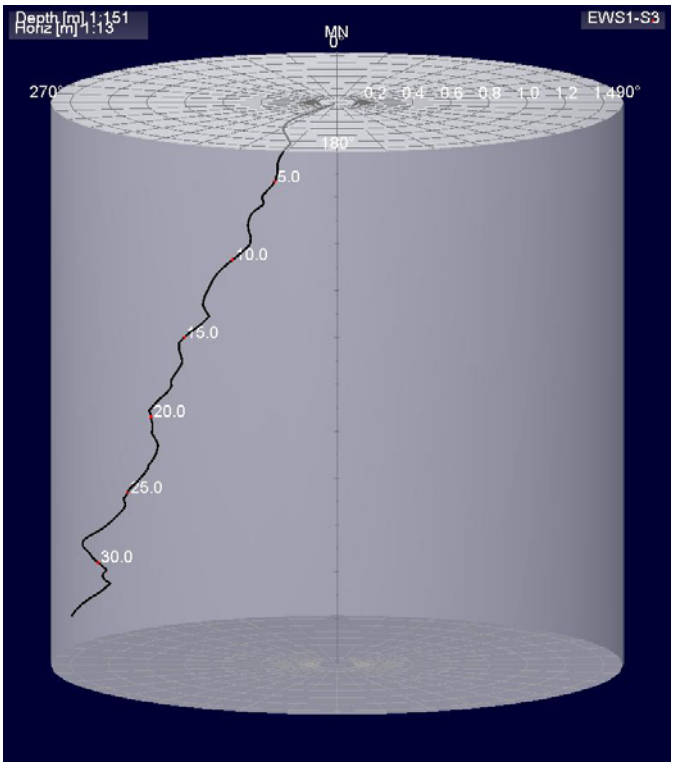


Abb. 6: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 3, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

4.2.2 Natürliche Gammastrahlung

Im Mittel bewegen sich die Werte der natürlich auftretenden Gammastrahlung bis zum Messende um 42 CPS.

In der folgenden Tabelle sind auffällige Intervallabschnitte mit ihren durchschnittlichen CPS-Werten aufgeführt:

Intervall von – bis	**Natural Gamma Average / Intervall**
(m u. GOK)	**(CPS)**
1,5 – 6,0	Werte um 45
6,0 – 10,2	54
10,2 – 17,4	45
17,4 – 22,2	33
22,2 – 22,9	59, Spitze max. 227
22,9 – 24,9	Plateau mit niedrigeren Werten um 31
24,9 – ET	37

4.2.3 Temperatur

Bis zu einer Messtiefe von ca. 30,90 m nimmt die Temperatur nach Eintauchen der Sonde insgesamt von 14,9 °C (1,59 m u. GOK) auf 9,2 °C ab. Daran anschließend, ist eine leicht Temperaturzunahme bis auf den Endwert von 9,5 °C zu beobachten. Im Folgenden wird der Verlauf der Temperaturkurve tabellarisch dargestellt.

Intervall von – bis	Temperaturentwicklung / Intervall
(m u. GOK)	(°C)
1,6 – 4,8	Temperaturabnahme von 14,9 °C auf 13,0 °C, Durchschnittstemperatur im Intervall 14,1 °C
4,8 – 8,0	Weitere Abnahme auf 11,0 °C, Durchschnittstemperatur im Intervall 11,8 °C
8,0 – 13,2	Temperaturabnahme minimal auf 10,5 °C, Durchschnittstemperatur 10,8 °C
13,2 – 15,0	Abnahme bis auf 9,9 °C, Durchschnittstemperatur 10,2 °C
15,0 – 30,9	Kontinuierlicher Abnahme auf 9,2 °C, Durchschnittstemperatur 9,4 °C
30,9 – 33,1	Temperaturzunahme auf 9,5 °C, Durchschnittstemperatur 9,3 °C
33,1 – ET	Temperatur +/- konstant mit Werten um 9,5 °C, Durchschnittstemperatur 9,5 °C

5 EWS 1 – Strang 4

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,50 m

5.1 Ablauf der Messungen

Die Verlaufsmessung im Erdwärmesondenstrang 4 der EWS 1 wurde mit der miniDEV-Sonde abwärtsgerichtet ausgeführt. Die Fahrtgeschwindigkeit betrug ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

5.2 Beschreibung der Messergebnisse

5.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 4 in Richtung NW, dabei beschreibt er allerdings einige Umschwünge. Der Mess-Endpunkt in 33,50 m Tiefe der EWS liegt 0,54 m in westlicher und 0,67 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,40 m. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

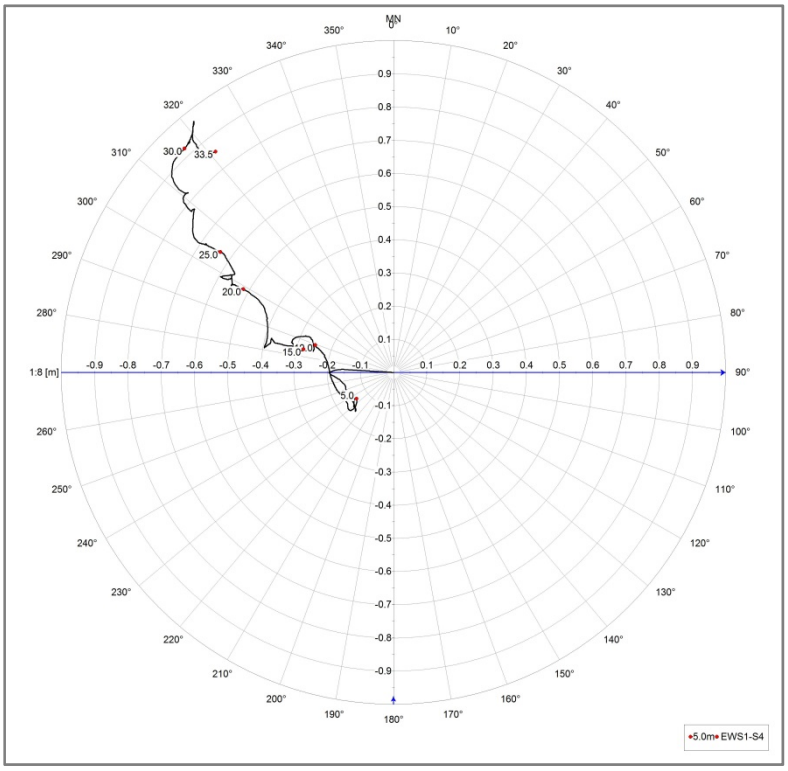


Abb. 7: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 4 bis zur Messendtiefe.

Abb. 8: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 1-Strang 4, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

6 EWS 1 – Gesamtdarstellung

Im Folgenden werden der Verlauf der Stränge 1-4 der EWS 1 in einer gemeinsamen Bullseye – und Zylinderdarstellung abgebildet. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungs-

kurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus den ständigen Lageänderungen der EWS Stränge zu begründen und ein typisches Bild. Eine Abweichung im Verlauf der Stränge insgesamt über den Bohrungsdurchmesser hinaus ergibt sich aus der Sensorgenauigkeit der Sonde.

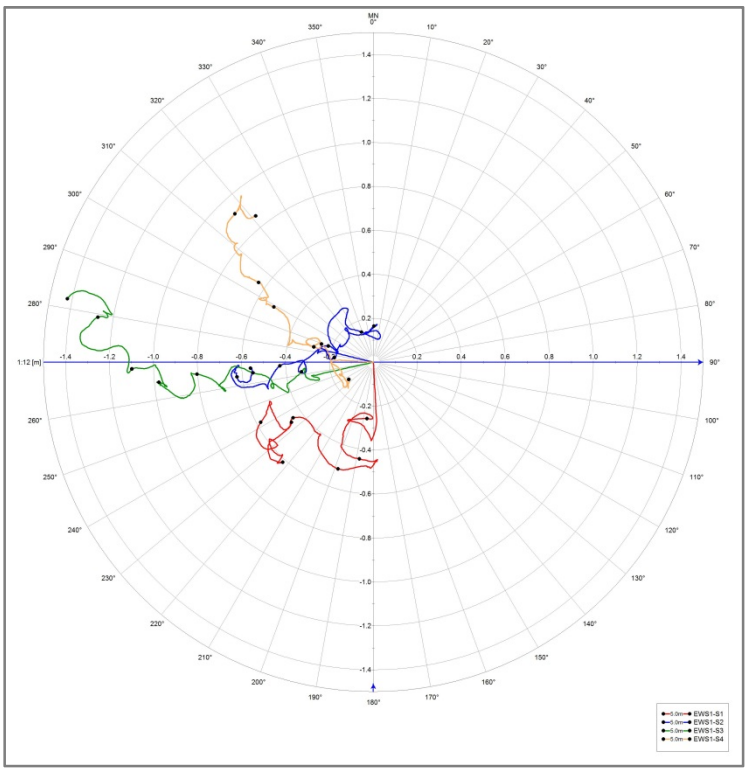


Abb. 9: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 1 alle Stränge bis zur Messendtiefe (Strang 1 = rot; Strang 2 = blau; Strang 3 = grün; Strang 4 = gelb).

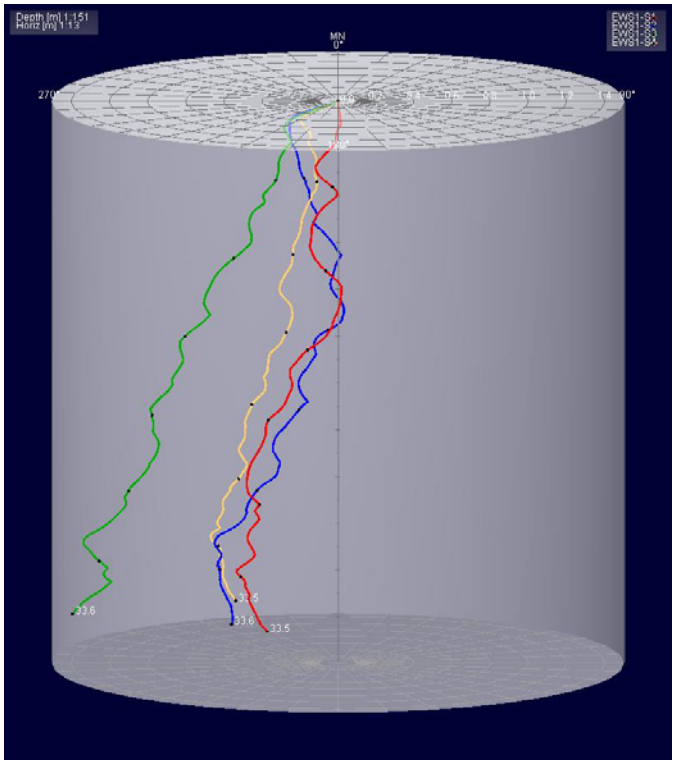


Abb. 10: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 1 alle Stränge, Blickrichtung Magnetisch-Nord (Strang 1 = rot; Strang 2 = blau; Strang 3 = grün; Strang 4 = gelb).

7 EWS 2 – Strang 1

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: \

7.1 Ablauf der Messungen

Im Erdwärmesondenstrang 1 der EWS 2 konnten leider keine Messungen durchgeführt werden, da ein Einführen der Messsonden durch den am oberen Ende stark gebogenen Schlauch nicht möglich war.

Der im Bild linke Strang 1 der EWS 2 konnte aufgrund der starken Biegung am oberen Ende nicht befahren werden.

8 EWS 2 – Strang 2

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,95 m

8.1 Ablauf der Messungen

Die Verlaufsmessung im Erdwärmesondenstrang 2 der EWS 2 wurde mit der miniDEV-Sonde abwärtsgerichtet ausgeführt. Die Fahrtgeschwindigkeit betrug ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

8.2 Beschreibung der Messergebnisse

8.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 2 in Richtung WSW. Der Mess-Endpunkt in 33,95 m Tiefe der EWS liegt 1,04 m in westlicher und 0,70 m in südlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,80 m. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häu-

fig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

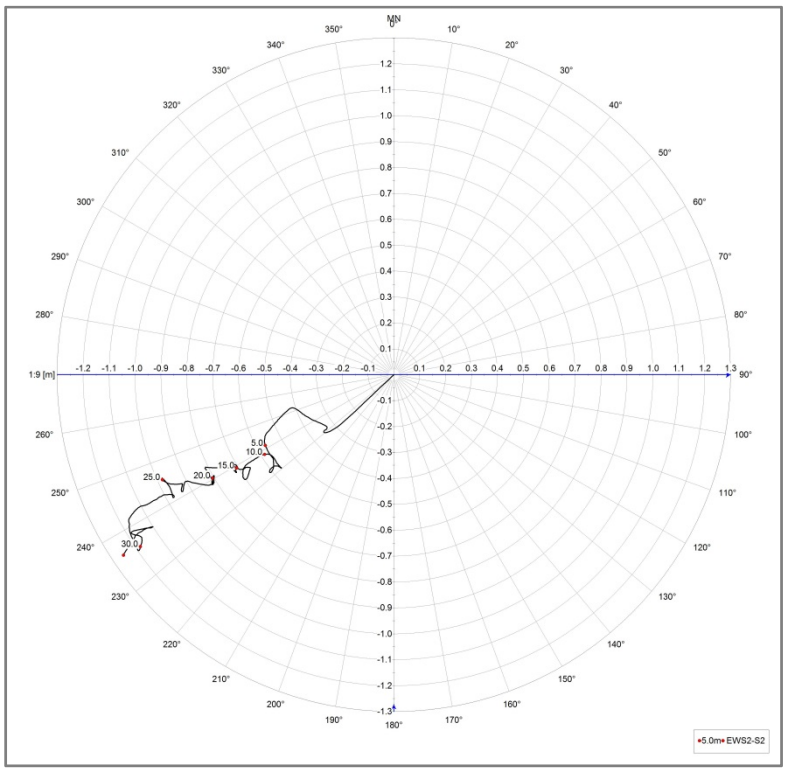


Abb. 11: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 2-Strang 2 bis zur Messendtiefe.

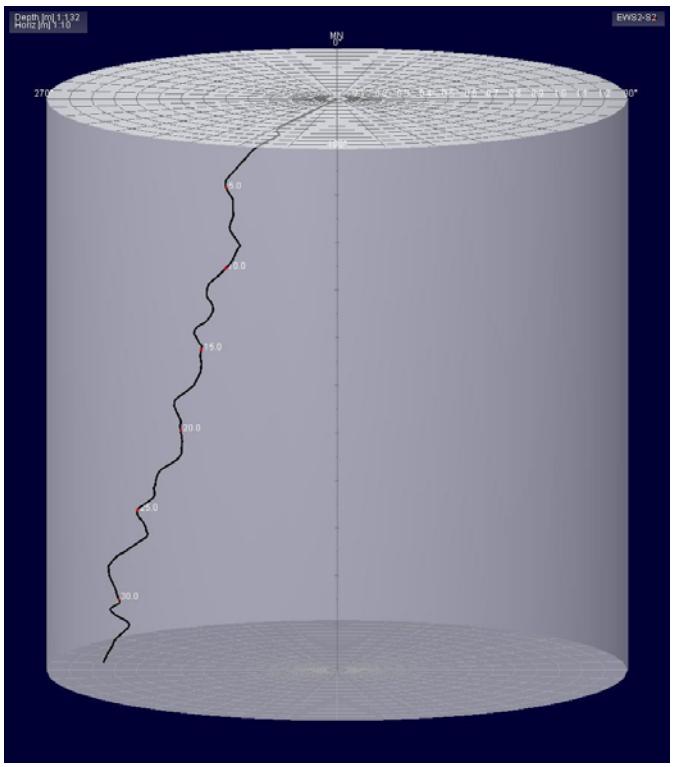


Abb. 12: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 2-Strang 2, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

9 EWS 2 – Strang 3

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,98 m

9.1 Ablauf der Messungen

Die Verlaufsmessung im Erdwärmesondenstrang 3 der EWS 2 wurde mit der miniDEV-Sonde abwärtsgerichtet ausgeführt. Die Fahrtgeschwindigkeit betrug ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

9.2 Beschreibung der Messergebnisse

9.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 3 zunächst in Richtung S, anschließend ab ca. 5 m in Richtung W und ab ca. 20,0 m Tiefe in nördliche Richtung. Der Mess-Endpunkt in 33,98 m Tiefe der EWS liegt 0,60 m in westlicher und 0,01 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,87 m. Auf Grund des Verseilungseffekts sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

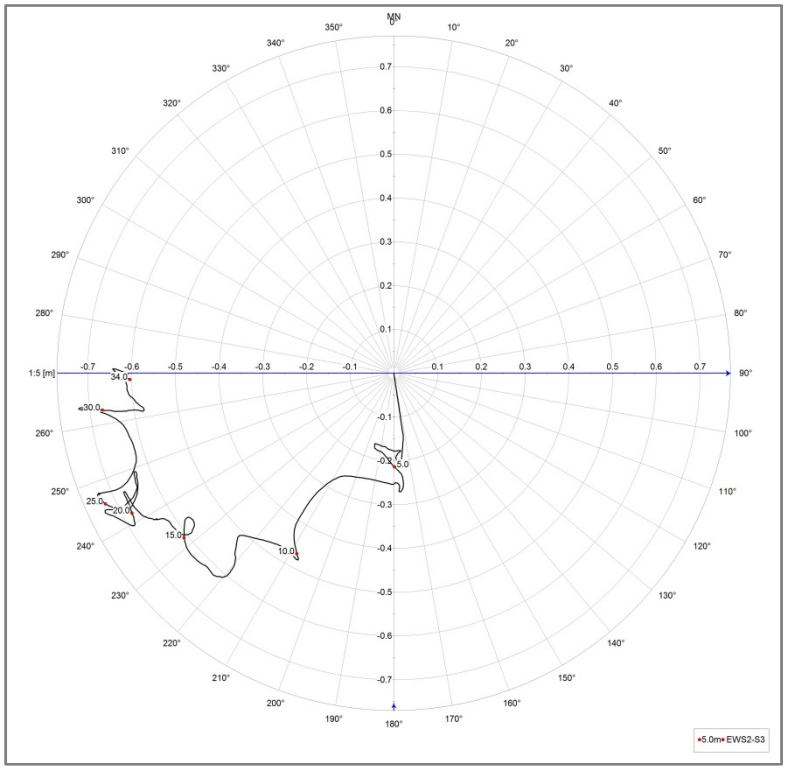


Abb. 13: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 2-Strang 3 bis zur Messendtiefe.

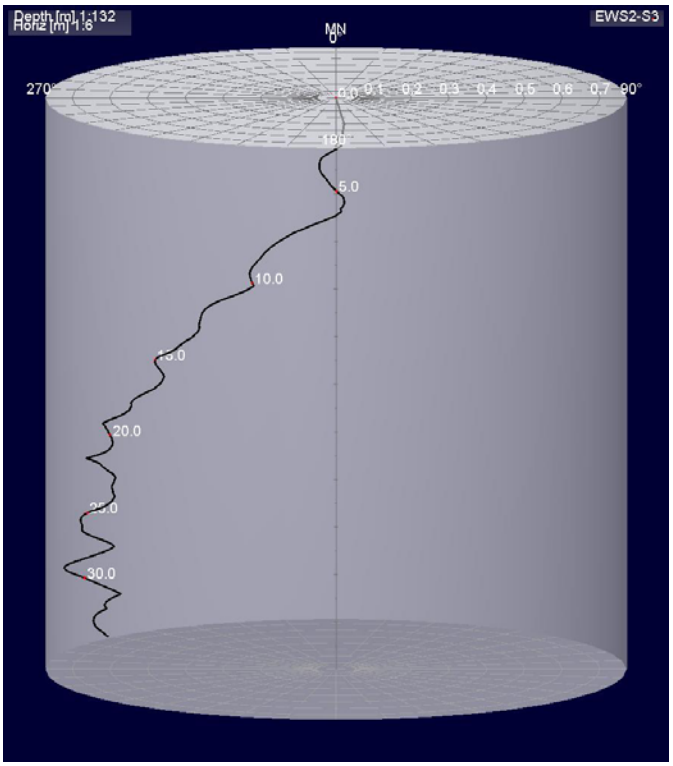


Abb. 14: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 2-Strang 2, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

10 EWS 2 – Strang 4

Datum des Messeinsatzes: 06.10.2014
EWS-Tiefe: 130,00 m
Messtiefe: 33,95 m (MGamT), 33,91 m (MDEV)

10.1 Ablauf der Messungen

Der Erdwärmesondenstrang 4 der EWS 2 wurde zunächst mit der MGamT-Sonde zur Ermittlung der Parameter Temperatur und natürliche Gammastrahlung befahren. Die Messung wurde mit ca. 2,0 m/min abwärtsfahrend ausgeführt. Die Abtastrate betrug 1 cm.

Im Anschluss erfolgte die Messung des Verlaufs mit einer Fahrtgeschwindigkeit von ca. 5,5 m/min bei einer Abtastrate von 5 cm.

10.2 Beschreibung der Messergebnisse

10.2.1 Verlaufsmessungen

In der Bullseye-Darstellung sieht man einen generellen Verlauf des Strangs 4 in Richtung W, dabei beschreibt er allerdings einige Umschwünge. Der Mess-Endpunkt in 33,91 m Tiefe der EWS liegt 1,01 m in westlicher und 0,04 m in nördlicher Richtung vom Bohransatzpunkt entfernt. Die wahre Tiefe lotrecht unter der Strangoberkante beträgt am Messendpunkt 33,75 m. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus der ständigen Lageänderung des EWS Strangs zu begründen und ein typisches Bild.

Eine Tabelle der gemessen Werte findet sich auf dem beigefügten Datenträger.

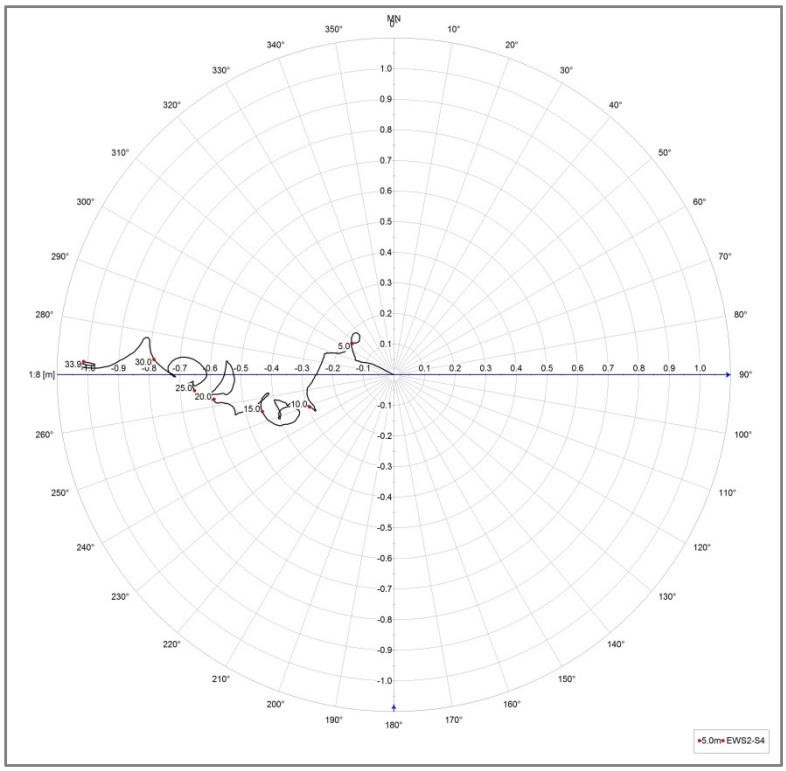


Abb. 16: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 2-Strang 4 bis zur Messendtiefe.

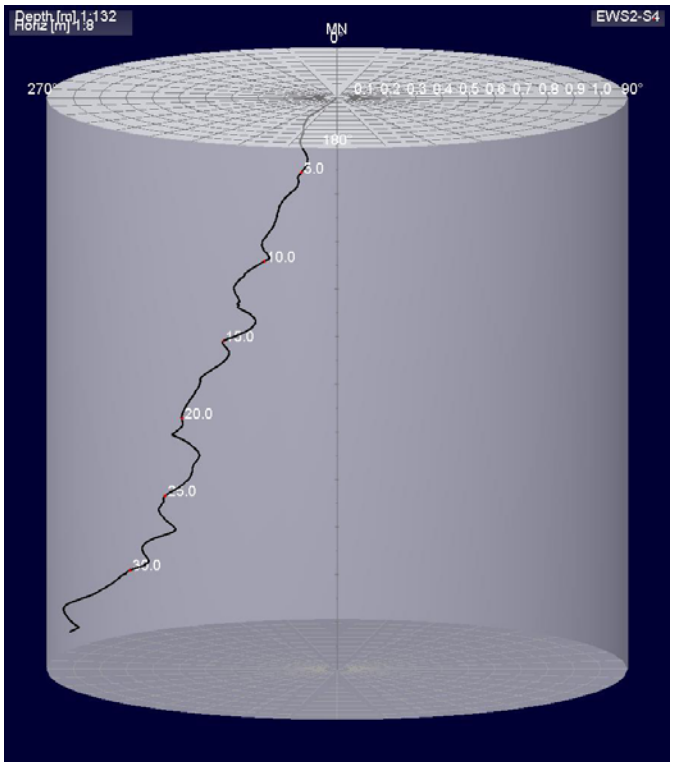


Abb. 17: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 2-Strang 4, Blickrichtung Magnetisch-Nord.

10.2.2 Natürliche Gammastrahlung

Im Mittel bewegen sich die Werte der natürlich auftretenden Gammastrahlung bis zum Messende um 41 CPS.

In der folgenden Tabelle sind auffällige Intervallabschnitte mit ihren durchschnittlichen CPS-Werten aufgeführt:

Intervall von – bis	Natural Gamma Average / Intervall
(m u. GOK)	(CPS)
1,4 – 7,6	Werte um 45
7,6 – 13,0	54
13,0 – 15,7	51, Spitze max. 193
15,7 – 22,4	33
22,4 – 23,9	54
23,9 – 25,8	31
25,8 – 29,6	44
29,6 – ET	35

10.2.3 Temperatur

Bis zu einer Messtiefe von ca. 30,90 m nimmt die Temperatur nach Eintauchen der Sonde insgesamt von 14,2 °C (1,6 m u. GOK) auf 9,2 °C ab. Daran anschließend, ist eine leicht Temperaturzunahme bis auf den Endwert von 9,5 °C zu beobachten. Im Folgenden wird der Verlauf der Temperaturkurve tabellarisch dargestellt.

Intervall von – bis	Temperaturentwicklung / Intervall
(m u. GOK)	(°C)
1,6 – 4,7	Temperaturabnahme von 14,2 °C auf 12,2 °C, Durchschnittstemperatur im Intervall 13,3 °C
4,7 – 7,5	Weitere Abnahme auf 10,5 °C, Durchschnittstemperatur im Intervall 11,2 °C
7,5 – 13,0	Temperaturabnahme auf 10,2 °C, Durchschnittstemperatur 10,3 °C
13,0 – 16,6	Weitere Abnahme auf 9,5 °C, Durchschnittstemperatur 9,8 °C
16,6 – 18,7	Minimale Abnahme auf 9,4 °C, Durchschnittstemperatur 9,4 °C
18,7 – 31,1	Kontinuierliche Temperaturabnahme auf 9,1 °C, Durchschnittstemperatur 9,2 °C
31,1 – 33,6	Temperaturzunahme auf 9,2 °C, Durchschnittstemperatur 9,3 °C
33,6 – ET	Temperatur +/- konstant mit Werten um 9,5 °C, Durchschnittstemperatur 9,5 °C

11 EWS 2 – Gesamtdarstellung

Im Folgenden werden der Verlauf der Stränge 1-4 der EWS 2 in einer gemeinsamen Bullseye – und Zylinderdarstellung abgebildet. Auf Grund des Verseilungseffektes sind die Richtungs- und Neigungskurven häufig sehr unruhig. Dies ist aus den ständigen Lageänderungen der EWS Stränge zu begründen und ein typisches Bild. Eine Abweichung im Verlauf der Stränge insgesamt über den Bohrungsdurchmesser hinaus ergibt sich aus der Sensorgenauigkeit der Sonde.

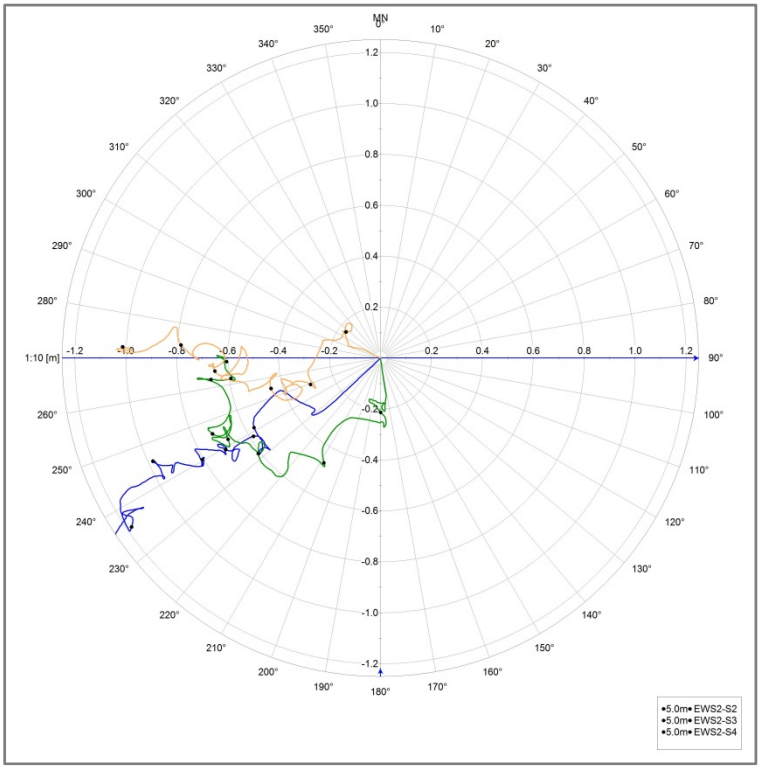


Abb. 18: Bullseyedarstellung des Verlaufs EWS 1 alle gemessenen Stränge bis zur Messendtiefe (Strang 2 = blau; Strang 3 = grün; Strang 4 = gelb).

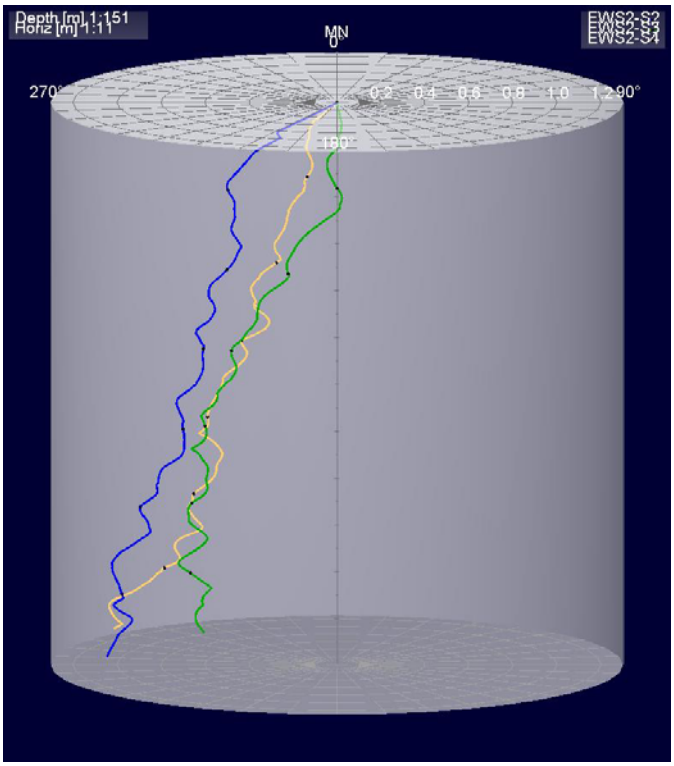


Abb. 19: Zylinderdarstellung des Verlaufs EWS 2 alle gemessenen Stränge, Blickrichtung Magnetisch-Nord (Strang 2 = blau; Strang 3 = grün; Strang 4 = gelb).

--- ------ ---

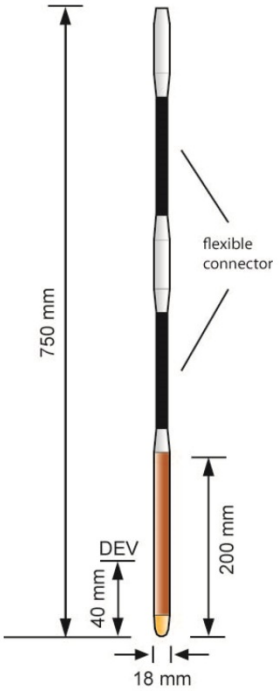
Heitersheim, den 17.10.2014

12 ANHANG: SONDENBESCHREIBUNG

12.1 Mini-Verlaufssonde (miniDEV)

Borehole Probe Data Sheet MBDV

terratec Geophysical Services



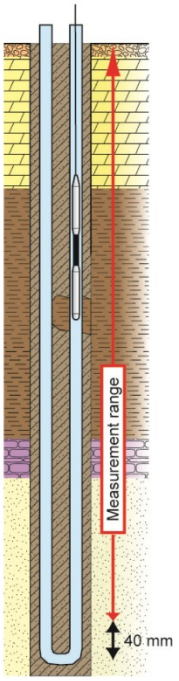
Overview

Principle
The probe is equipped with an AMR orientation module. The AMR module consists of a three-axis accelerometer and a three-axis magnetometer. From the accelerometer and magnetometer data the inclination and the magnetic direction are calculated.

Results
The MBDV probe generates three sets of data, inclination, azimuth and total magnetic field.

Applications
Borehole deviation and localization of magnetic anomalies in geothermal probes.

Option
None



Borehole Conditions

Borehole Fluid:	✓ water	✓ glycol	✓ dry
Tubes:	✓ PVC	✗ steel	✓ none
Drill:	✓ core	✓ destructive	
Max depth:	300 m (dep. on fluid dens.)		
Diameter:	Min. 25 mm		
Temperature:	0°C – 70°C		
Max pressure:	30 bar		

Technical specifications

Dimensions

Total length:	750 mm
Max. segment length: (flexible tubes between segments)	200 mm
Diameter:	18 mm
Weight:	0.69 kg

Sensors

1 Deviation module (Hx,Hy,Hy,Gx,Gy,Gz)	DEV

Measurement – Sensor

Measurement

Probe:	✓ centered	✓ excentric
Measurement:	✓ downward	✓ upward
Logging speed:	5 – 8 m / min	

Sensor

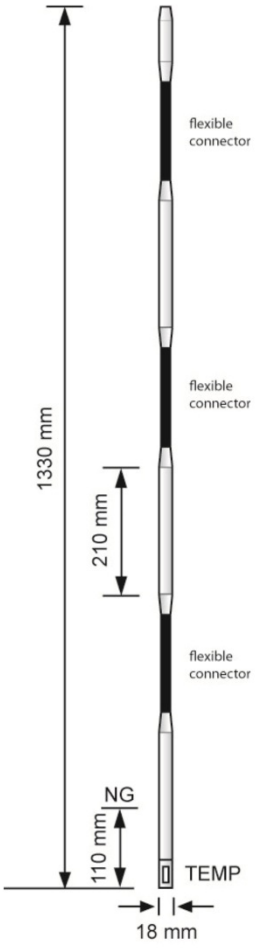
Range:	0 – 100.000 nTesla
Resolution:	Inclination: 0.1° Azimuth: 0.1°
Accuracy:	Inclination: ± 1° Azimuth: ± 2°
Sampling interval:	5 cm

Terratec – Schillerstrasse 3 – D-79423 Heitersheim – Germany
Phone: +49 7634-4644 – Fax: +49 7634-4634
www.terratec-geoservices.com - info@terratec-geoservices.com

12.2 Mini-Gamma-, Temperatur-Sonde (miniGamT)

Borehole Probe Data Sheet MGAMT

terratec Geophysical Services



Overview

Principle
The probe is equipped with a temperature sensor for fluid temperature measurement. Additionally the probe is equipped with a gamma ray scintillation crystal.

Results
The MGAMT probe generates two sets of data, natural gamma ray total count and fluid temperature.

Applications
Measurement of geothermal gradient and geothermal anomalies. Measurement of natural gamma and control of backfill if gamma ray active backfill was used.

Option
None

Borehole Conditions

Borehole Fluid:	✔ water	✔ glycol	✔ dry
Tubes:	✔ PVC	✔ steel	✔ none
Drill:	✔ core	✔ destructive	
Max depth:	300 m (dep. on fluid dens.)		
Diameter:	Min. 25 mm		
Temperature:	0°C – 70°C		
Max pressure:	30 bar		

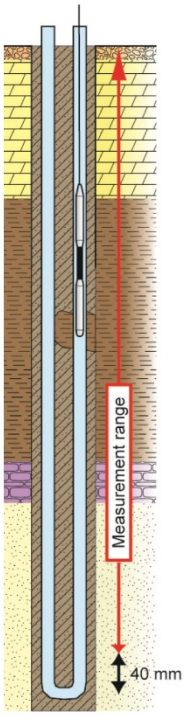
Technical specifications

Dimensions

Total length:	1370 mm
Max. segment length: (flexible tubes between segments)	210 mm
Diameter:	18 mm
Weight:	1.0 kg

Sensors

1 temperature	TEMP
1 natural gamma scintillation crystal	NG



Measurement – Sensor

Measurement

Probe:	✔ centered	✔ excentric
Measurement:	✔ downward	✔ upward
Logging speed:	1 – 2 m/min	

Sensor

Range TEMP:	65° C
Resolution TEMP:	0.1°
Sampling interval:	1 cm

Terratec – Schillerstrasse 3 – D-79423 Heitersheim – Germany
Phone: +49 7634-4644 – Fax: +49 7634-4634
www.terratec-geoservices.com - info@terratec-geoservices.com

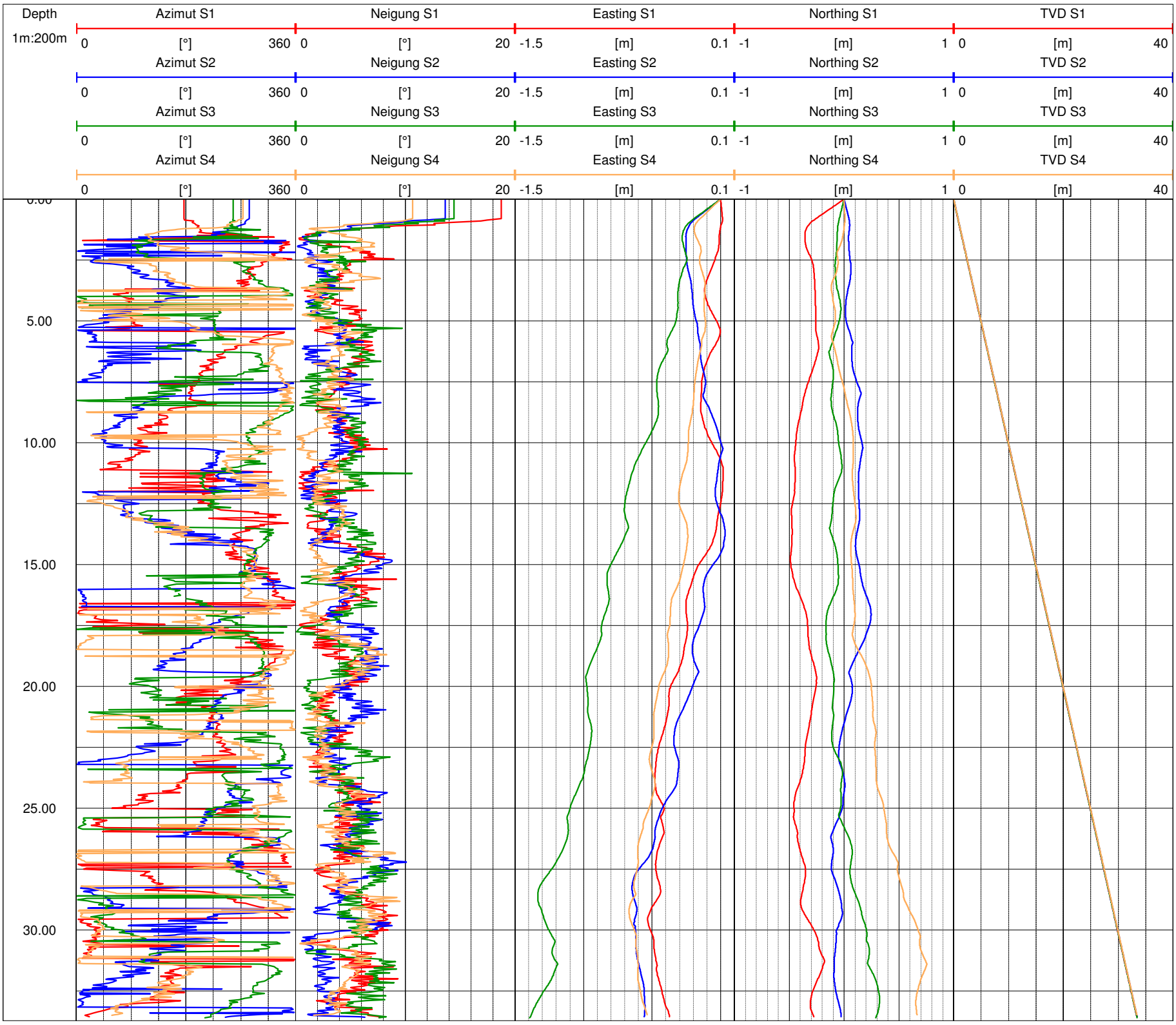
Bohrungskennung:EWS 1 gesamt

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,60 m max. (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.34 m und -0.36 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 1.6

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



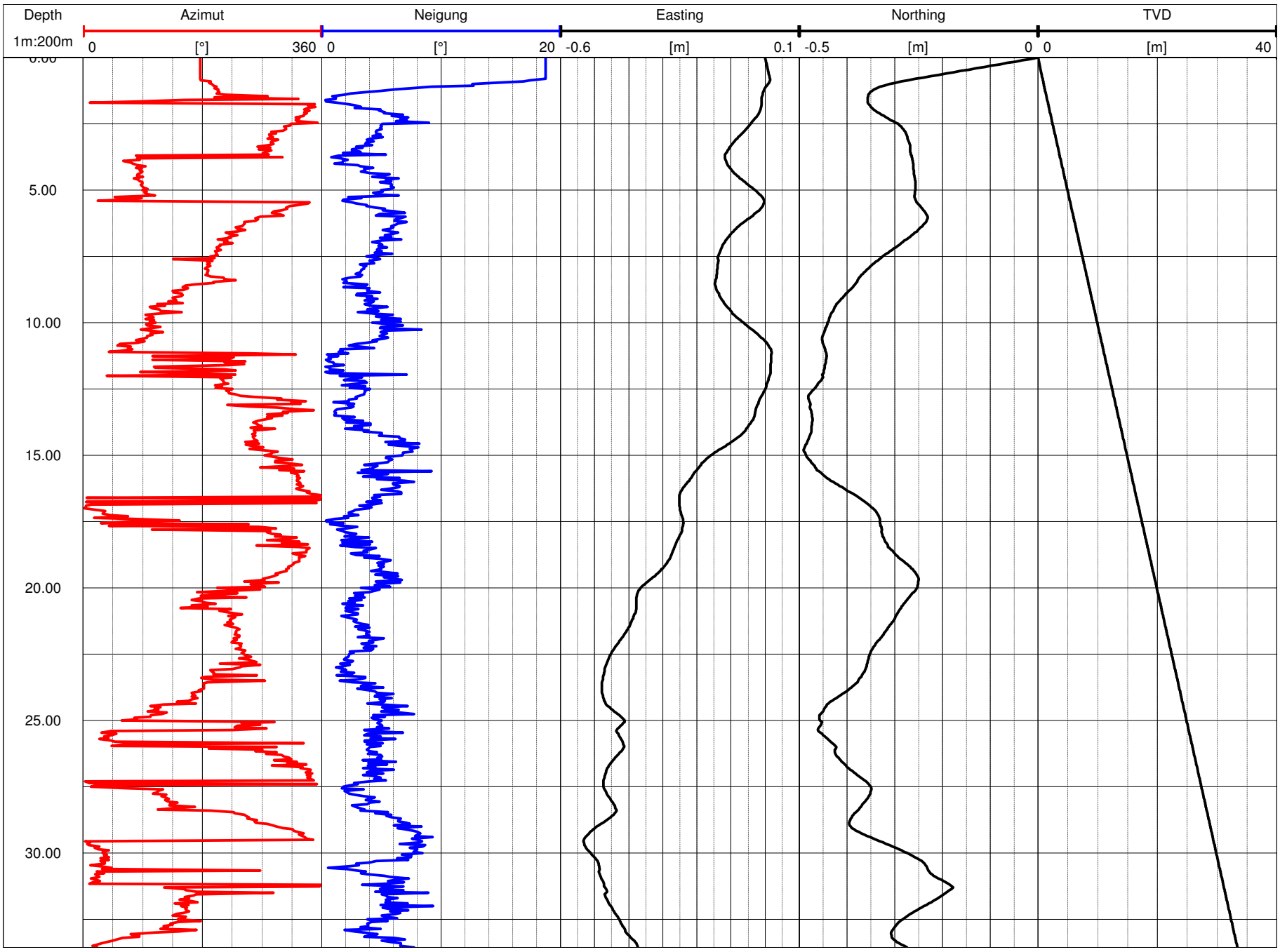
Bohrungskennung:EWS 1 - S 1

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,55 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.36 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 1.1

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



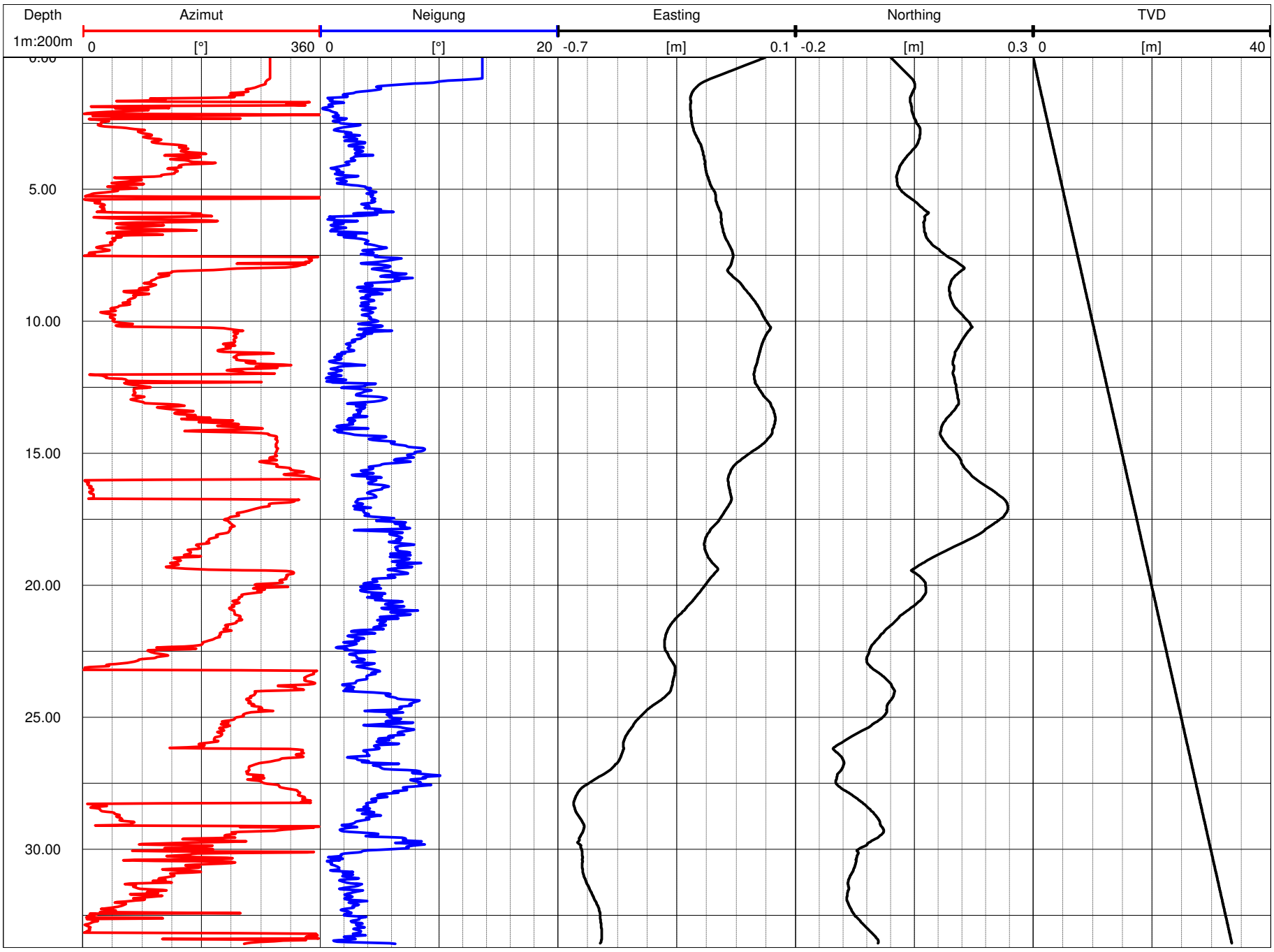
Bohrungskennung:EWS 1 - S 2

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,58 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.34 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 1.2

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



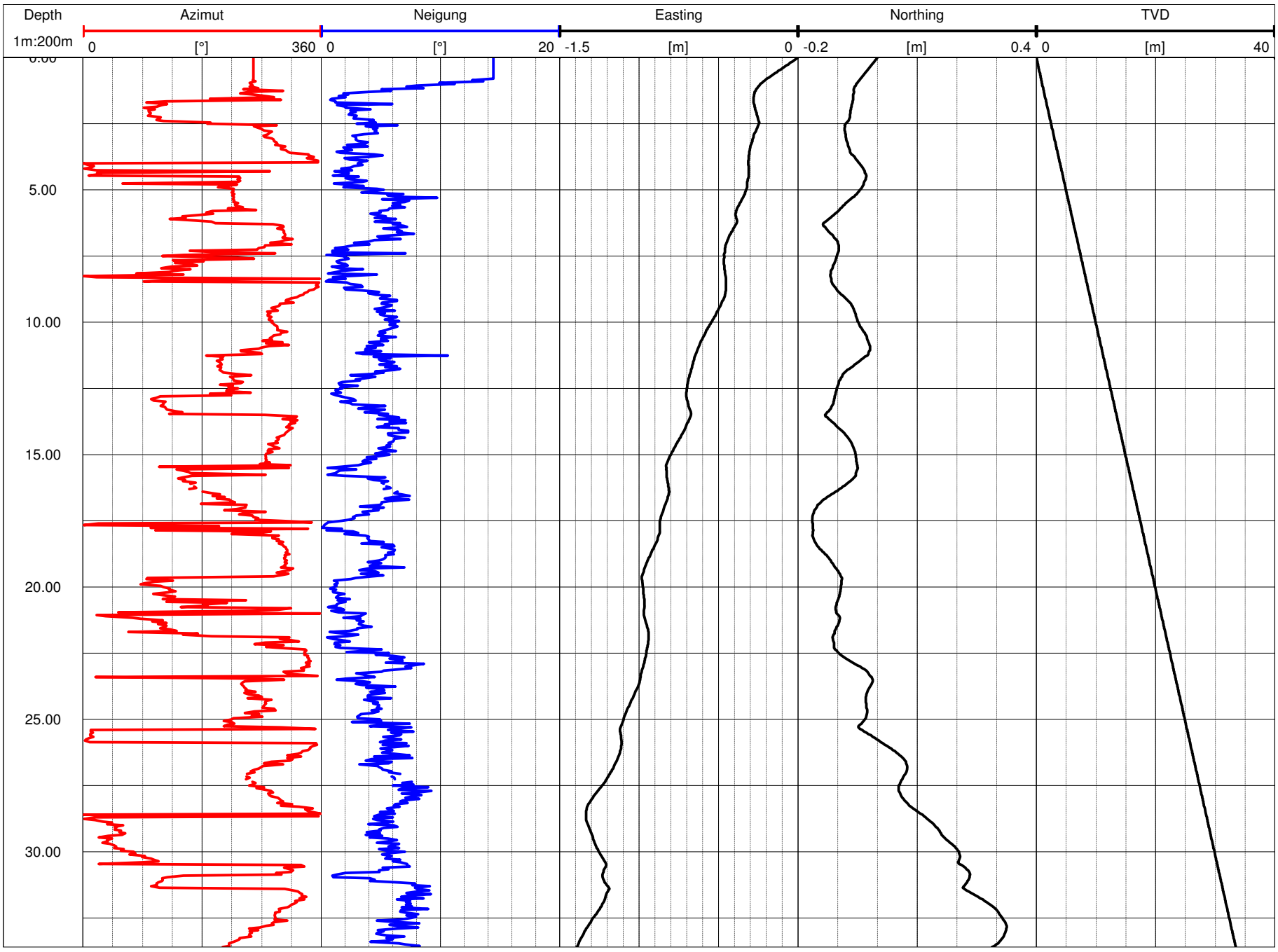
Bohrungskennung:EWS 1 - S 3

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,60 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.34 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 1.3

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



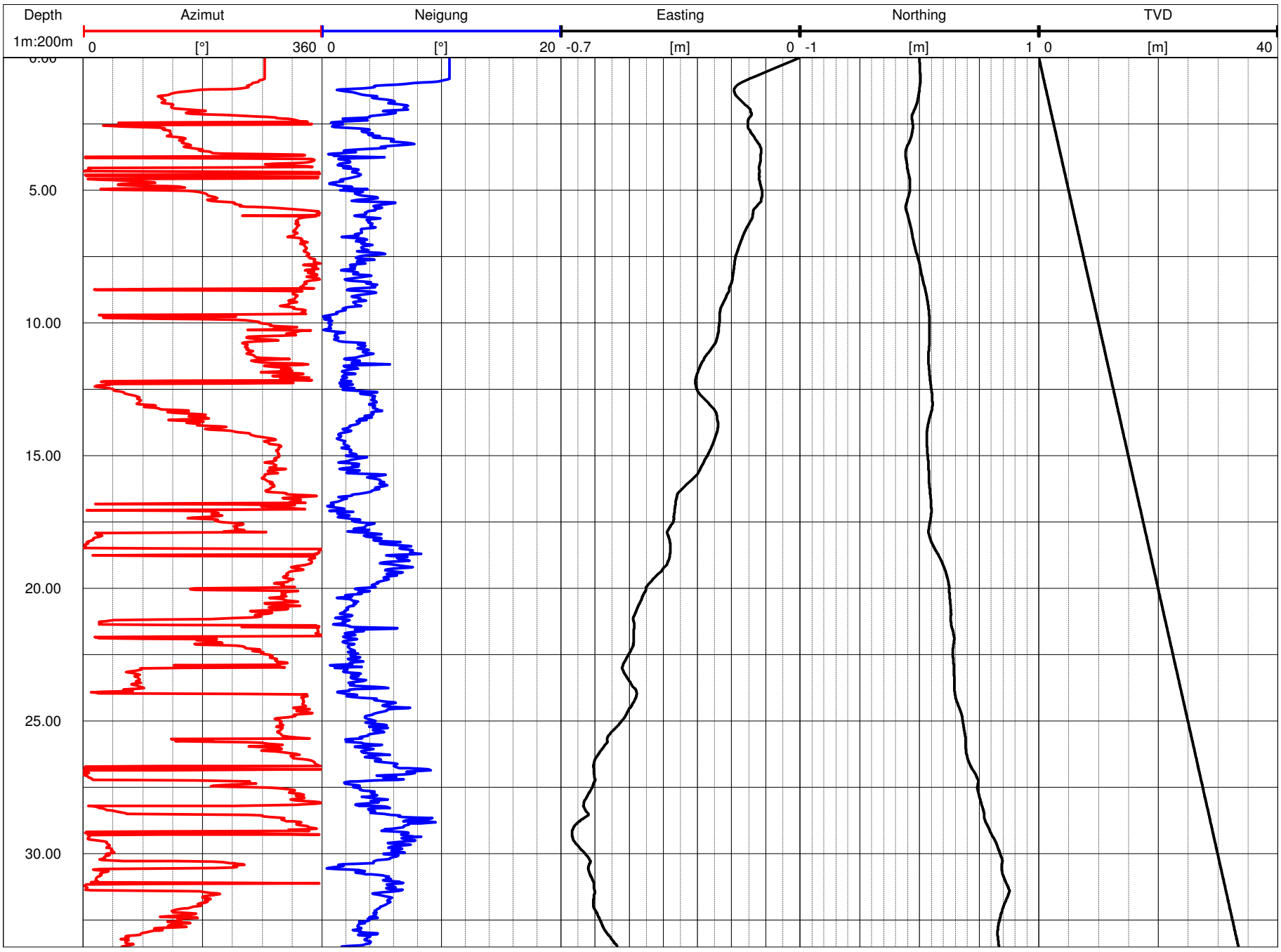
Bohrungskennung:EWS 1 - S 4

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,50 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.36 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 1.5

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



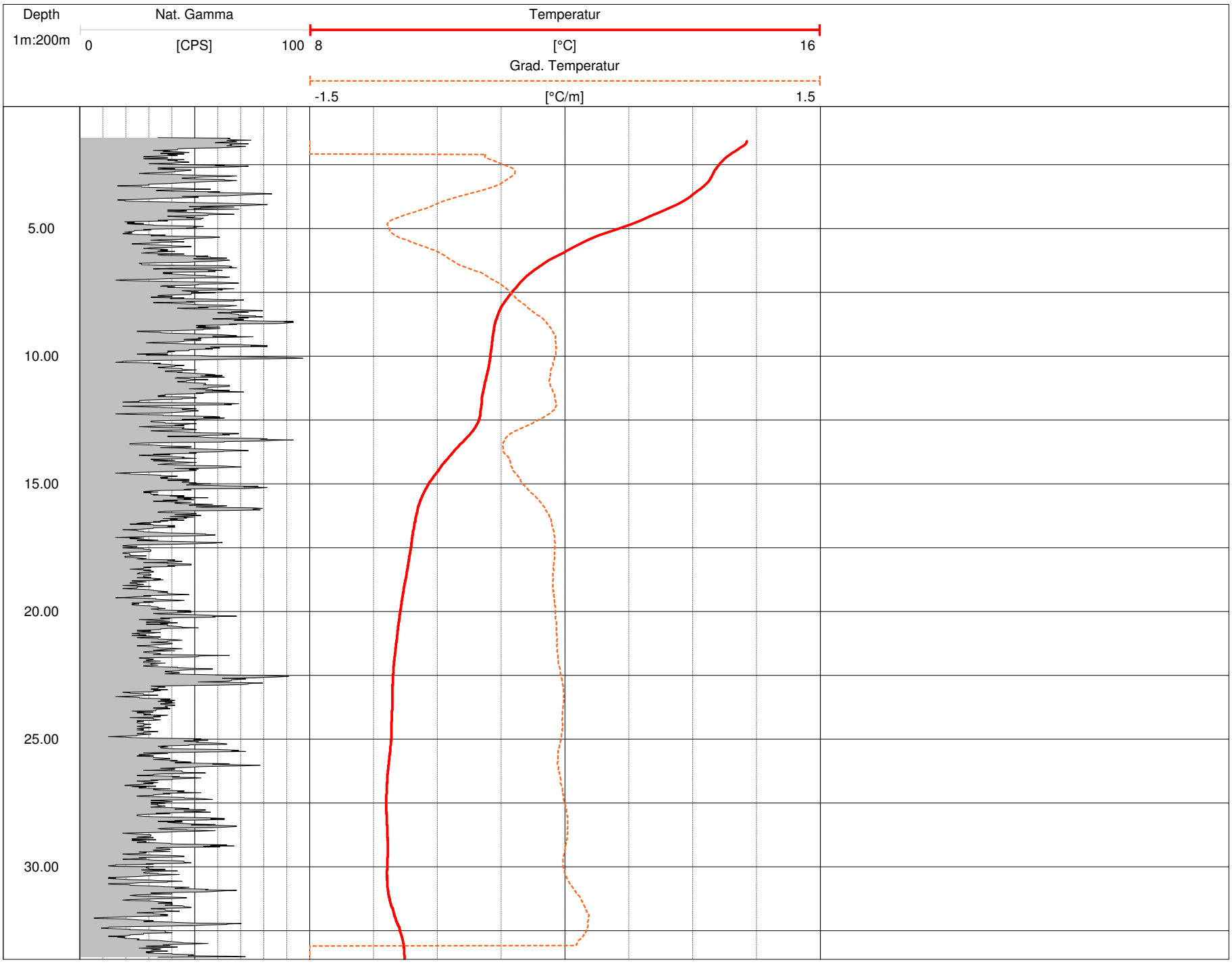
Bohrungskennung:EWS 1 - S 3

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,60 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.34 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 1.4

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



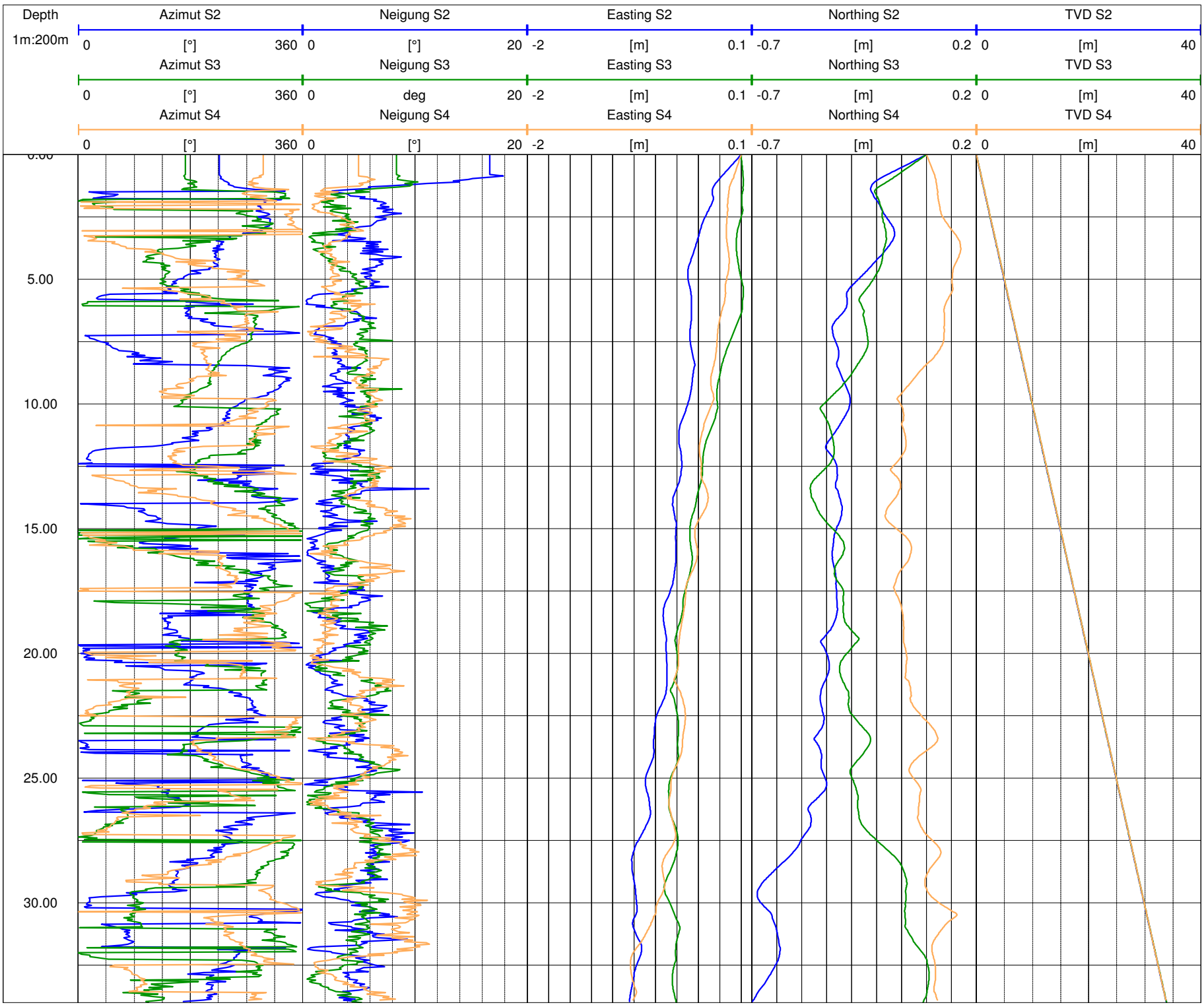
Bohrungskennung:EWS 2 gesamt

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,98 m max. (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.13 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 2.5

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



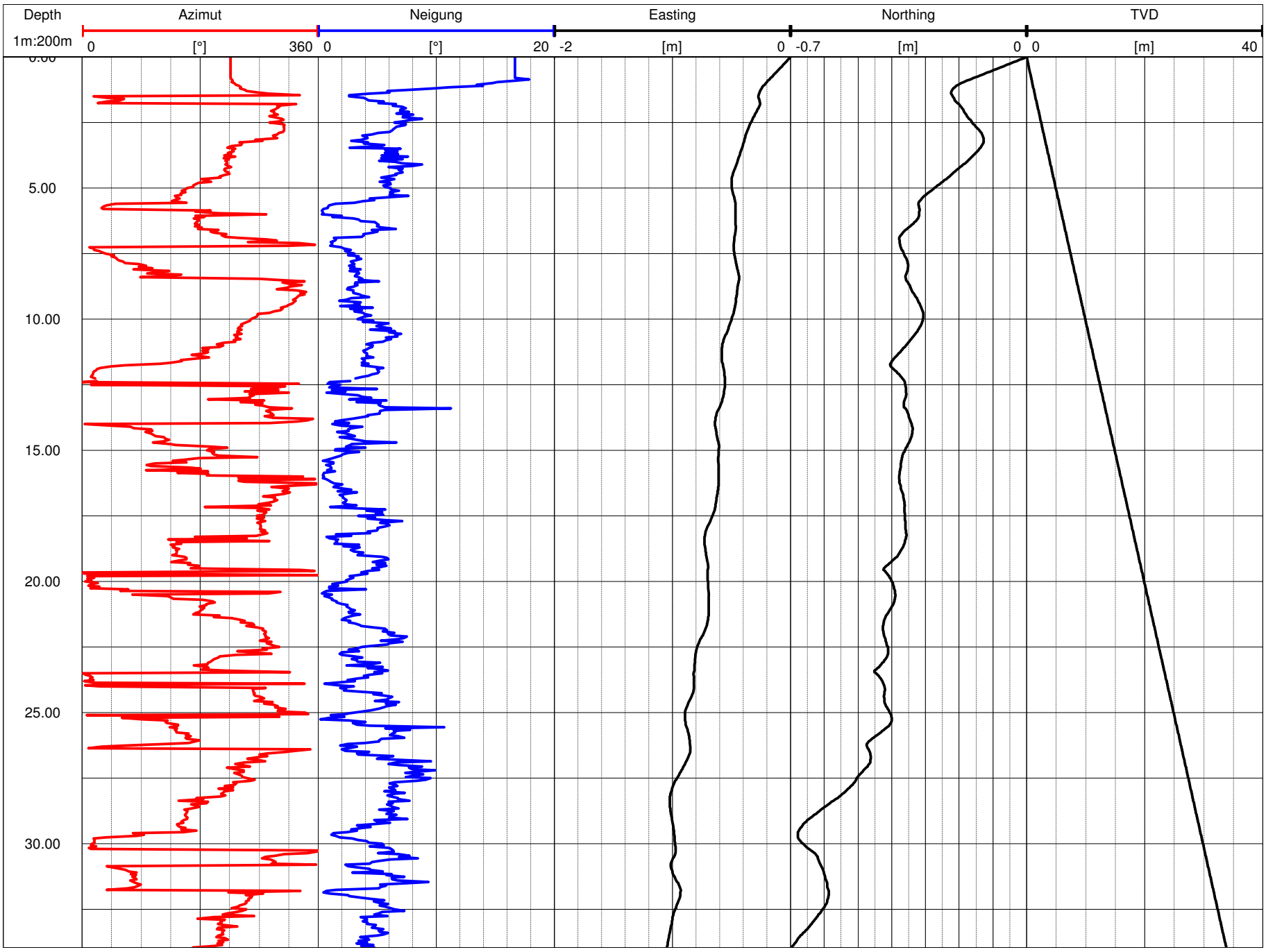
Bohrungskennung:EWS 2 - S 2

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl
Datum:	06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,95 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.13 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 2.1

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



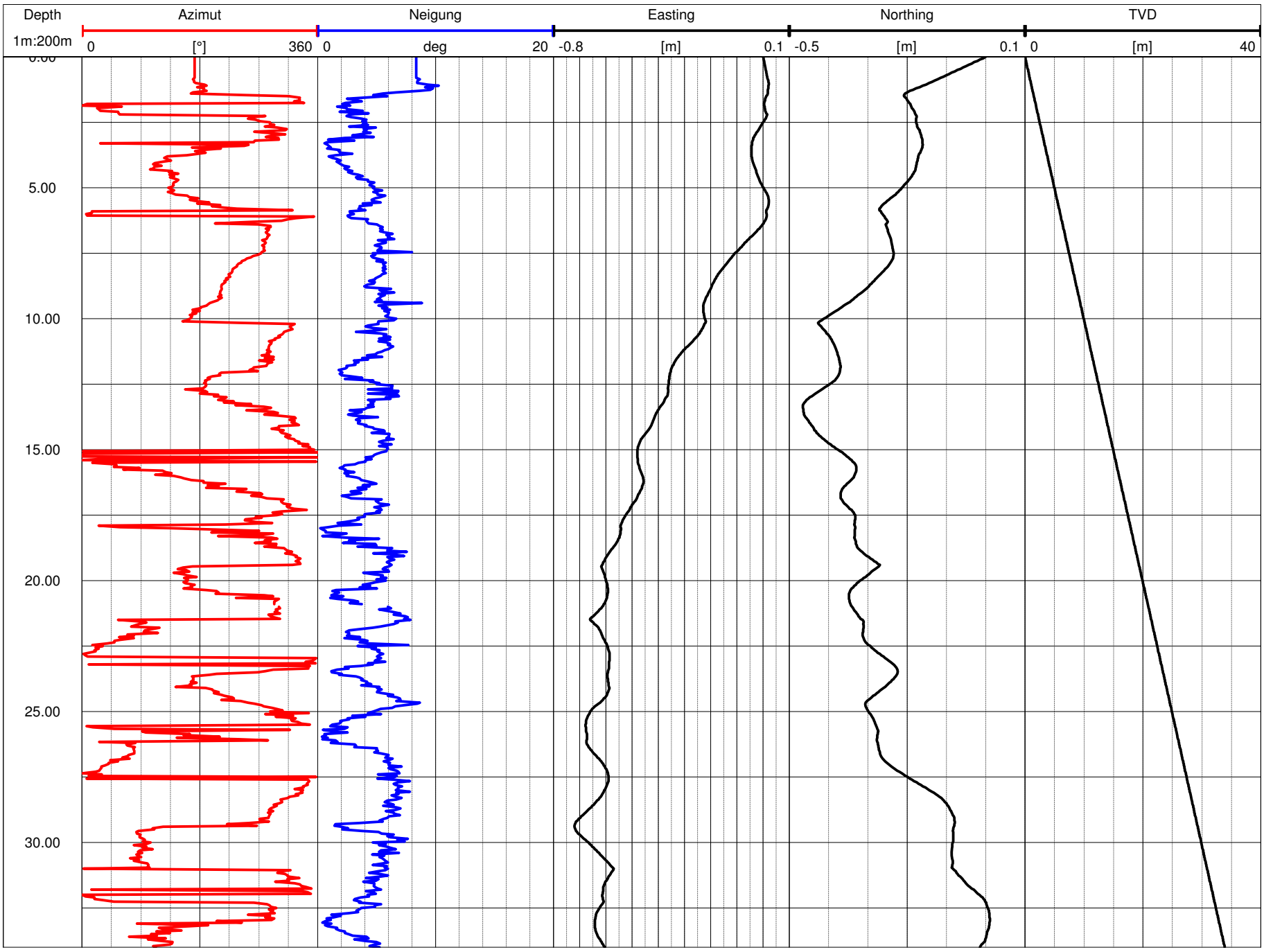
Bohrungskennung:EWS 2 - S 3

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,98 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.13 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 2.2

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



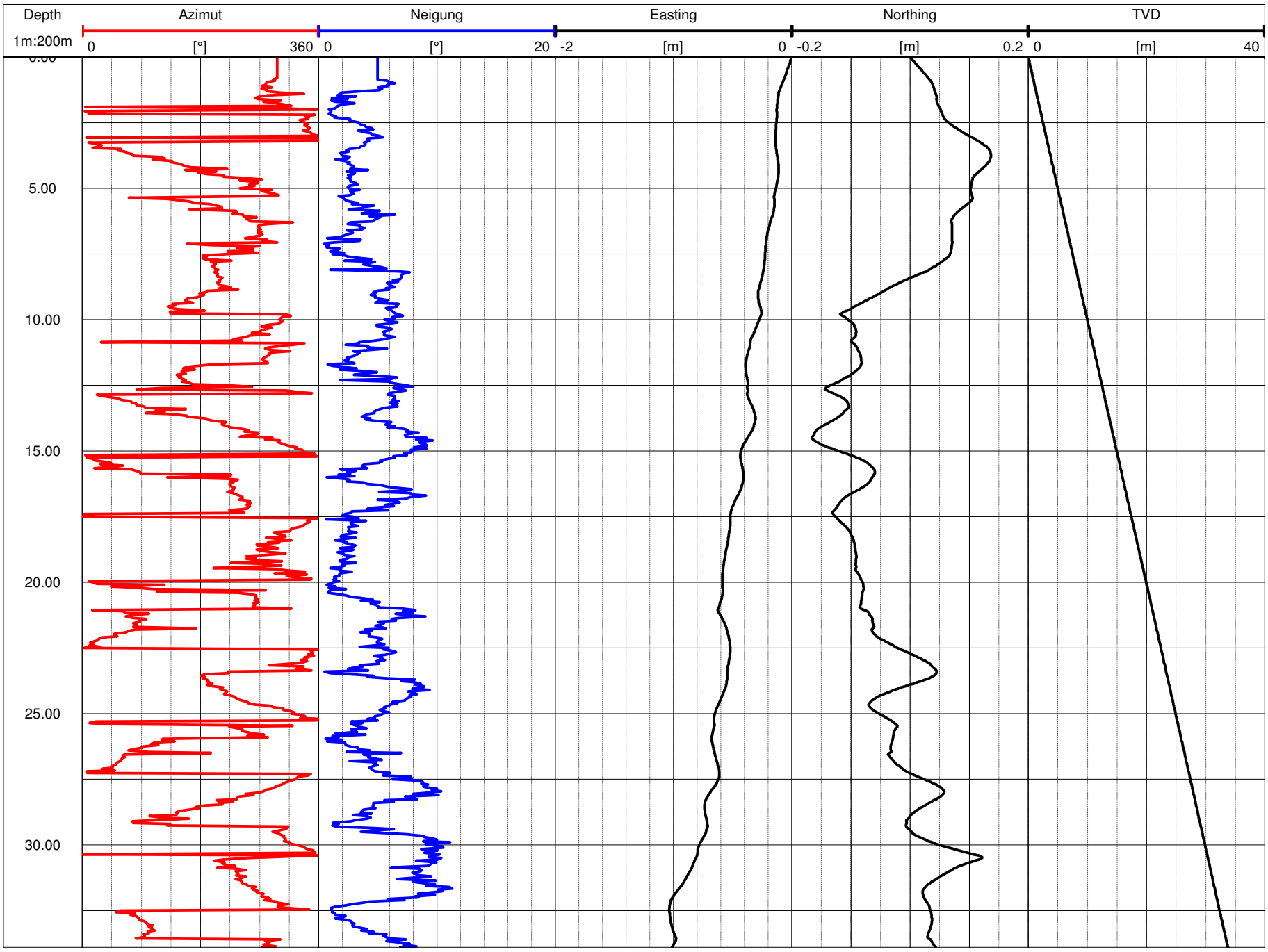
Bohrungskennung:EWS 2 - S 4

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,91 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.13 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 2.3

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



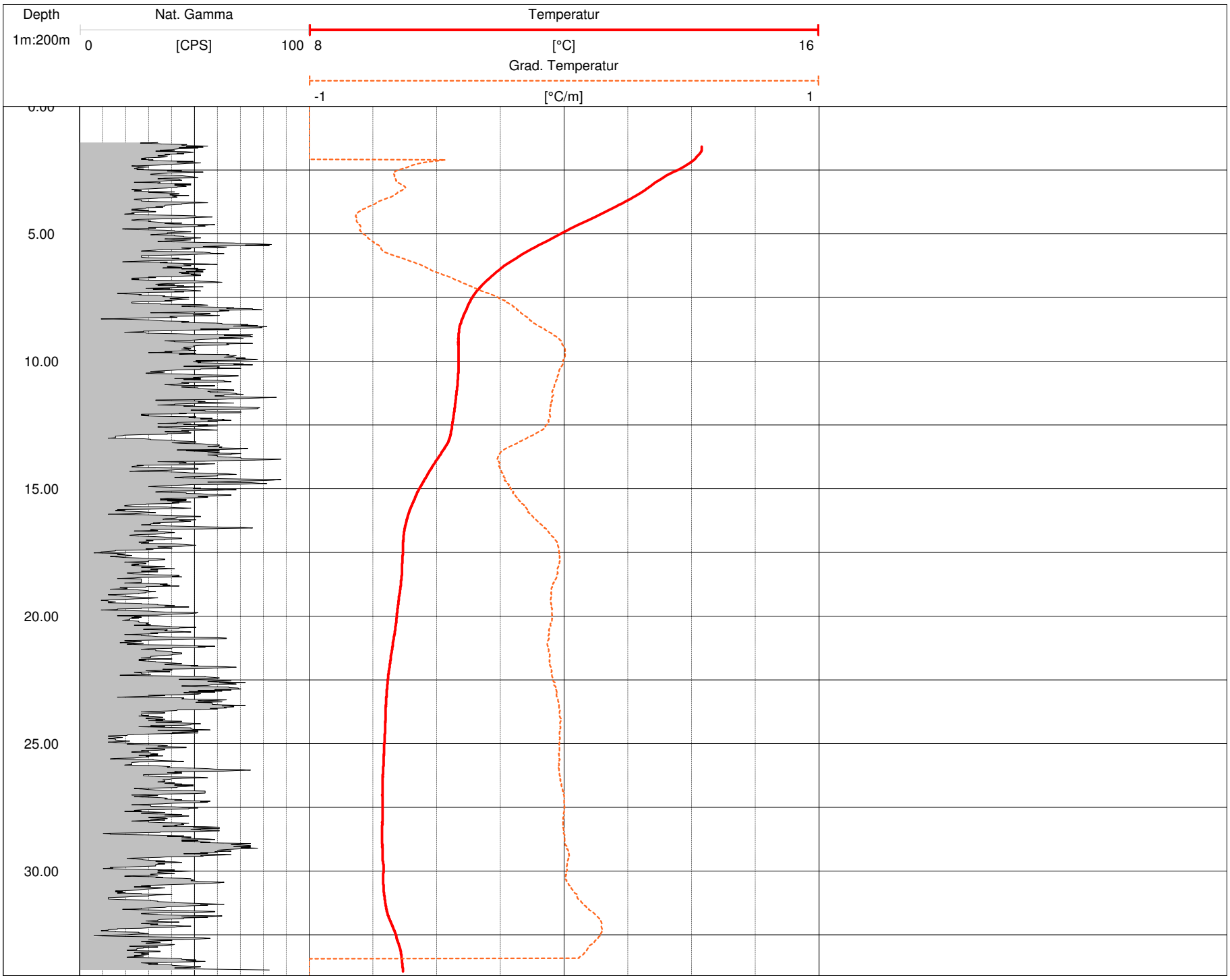
Bohrungskennung:EWS 2 - S 4

terratec
Geophysical Services
www.terratec-geoservices.com

Ort:	Böblingen, Deutschland
Auftraggeber:	Landratsamt Böblingen
Auftragsnehmer:	terratec Büro f. Geologie und Geophysik
Projekt:	Erdwärmesonden, Verlaufs- und Gammamessung im Projekt Böblingen
Durchfuehrung:	terratec: C. Pohl Datum: 06.10.2014
Messprogramm:	Verlauf, Gamma, Temperatur
Messbezug	Strangoberkante
Teufe:	33,95 m (logging)
Ausbau:	
Überstand:	Unterflur: ca. -0.13 m unter GOK
Pumpdaten:	\
Bemerkungen:	
Teufenskala:	(s. Spalte "depth")

Anlage: 2.4

Pr.Nr.: 542 - 2014
PWS: Pumpwasserspiegel
RWS: Ruhewasserspiegel



Enhanced Geothermal Response Test
Kurz-EGRT – Siemensstr. 11, Böblingen
EWS1-1

Faseroptische Temperaturmessungen vom 21.10.2014

Auftraggeber:

Landratsamt Böblingen
Wasserwirtschaft

Bearbeiter GTC:

Dipl.-Geophys. A. Fabritius
Dipl.-Geophys. Ph. Heidinger

GTC Kappelmeyer GmbH
Heinrich-Wittmann-Straße 7a
76131 Karlsruhe
Tel. 0721/60008
Fax 0721/60009

Einbau der faseroptischen Messeinrichtung

Die Erdsonde EWS-1 in der ein Kurz-Enhanced-Geothermal-Response-Test (EGRT) durchgeführt wurde, befindet sich in der Siemensstr. 11 in Böblingen. Bei dem in die Wärmetauscherrohre EWS1 und EWS2 (jeweils Nr. 1) eingebauten Lichtwellenleiterkabel handelt es sich um Hybridkabel, die zusätzlich zu den optischen Fasern auch Kupferleiter enthalten.

Abb. 1: Messapparatur und Bohrung EWS1 (rechtes Bild)

Am 21.10.2014 wurden mit dem faseroptischen Messsystem in der EWS1 Messungen nach der Heat-Pulse Methode durchgeführt. Die Temperaturentwicklung im Glasfaserkabel wurde während der gesamten Dauer des Tests quasikontinuierlich (Abtast-/Mittelungsrate ca. 2 min) aufgezeichnet.

Ungestörte Ausgangstemperaturen
Zu Beginn der Messungen wurde die bestehende Temperaturverteilung in der Bohrung EWS1 (und auch EWS2 – siehe Abbildungen im Anhang) vor dem Einschalten der Heizung erfasst.

Heat-Pulse Messung (Kurz-EGRT)
Am 21.10.2014 wurde das Hybridkabel in EWS1 für ca. 50 min aufgeheizt. Über diesen Zeitraum wurde der Bohrung eine konstante Heizleistung von 10 W/m zugeführt.

Die durch das Heizen hervorgerufene Temperaturstörung dringt in das das Kabel umgebende Material ein. Die vergleichsweise kurze Aufheizdauer bei einem Kurz-EGRT reicht aus damit die künstlich erzeugte Temperaturstörung den Bohrlochrand erreicht und somit aus dem Aufheiz- bzw. Abklingverhalten der Bohrlochwiderstand bestimmt werden kann.

Bohrlochwiderstand
Der Durchschnittswert des Bohrlochwiderstands beträgt 0,055 K m/W. Der Bohrloch-widerstand zeigt über den Tiefenverlauf keine signifikanten Variationen (siehe Anhang). Einzig oberhalb von 5 m u. GOK ist er deutlich erhöht. Eine leichte Erhöhung findet am Bohrlochende ab ca. 112m u. GOK statt.

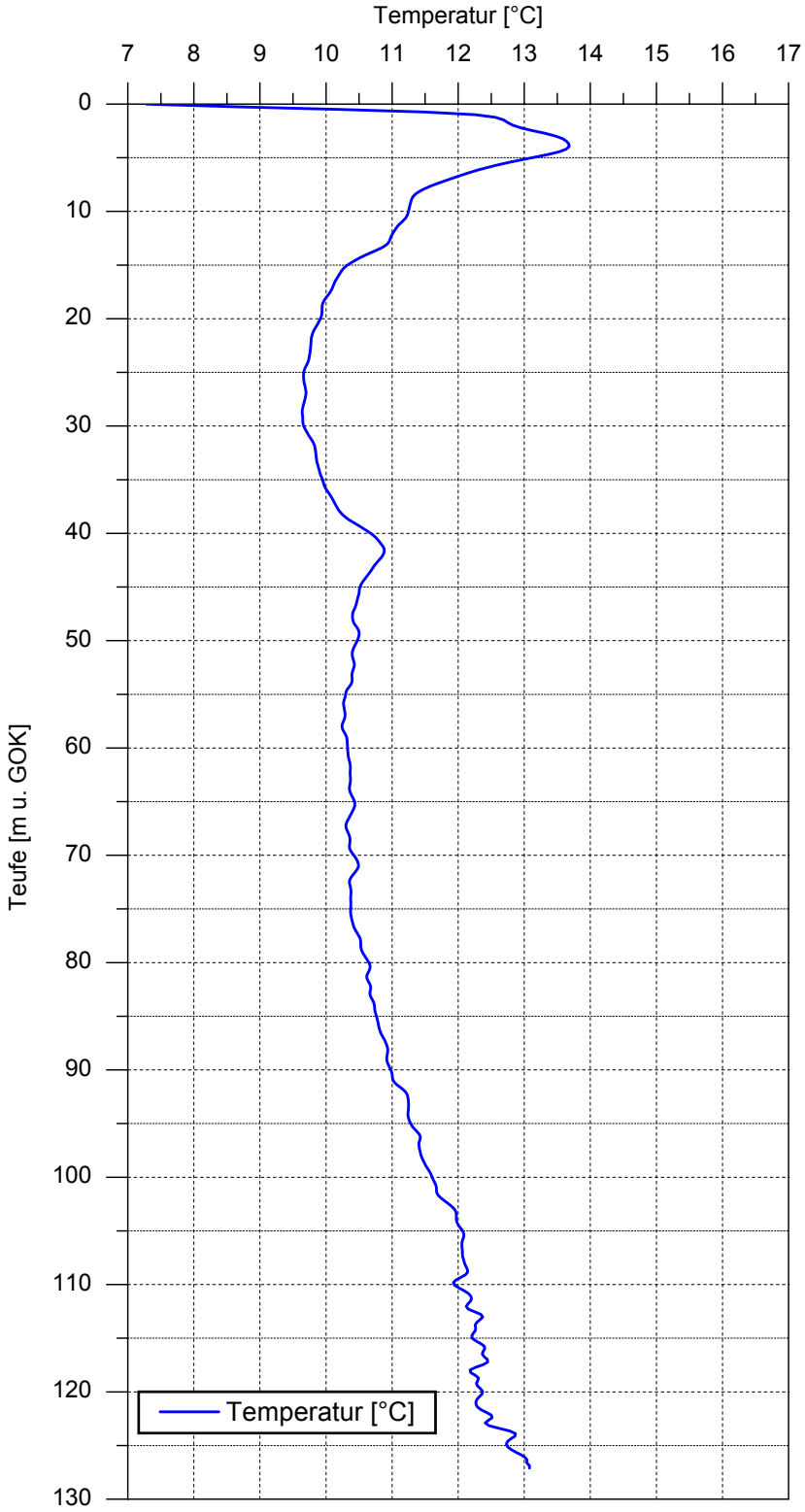
Karlsruhe, den 29. Oktober 2014

GTC Kappelmeyer GmbH

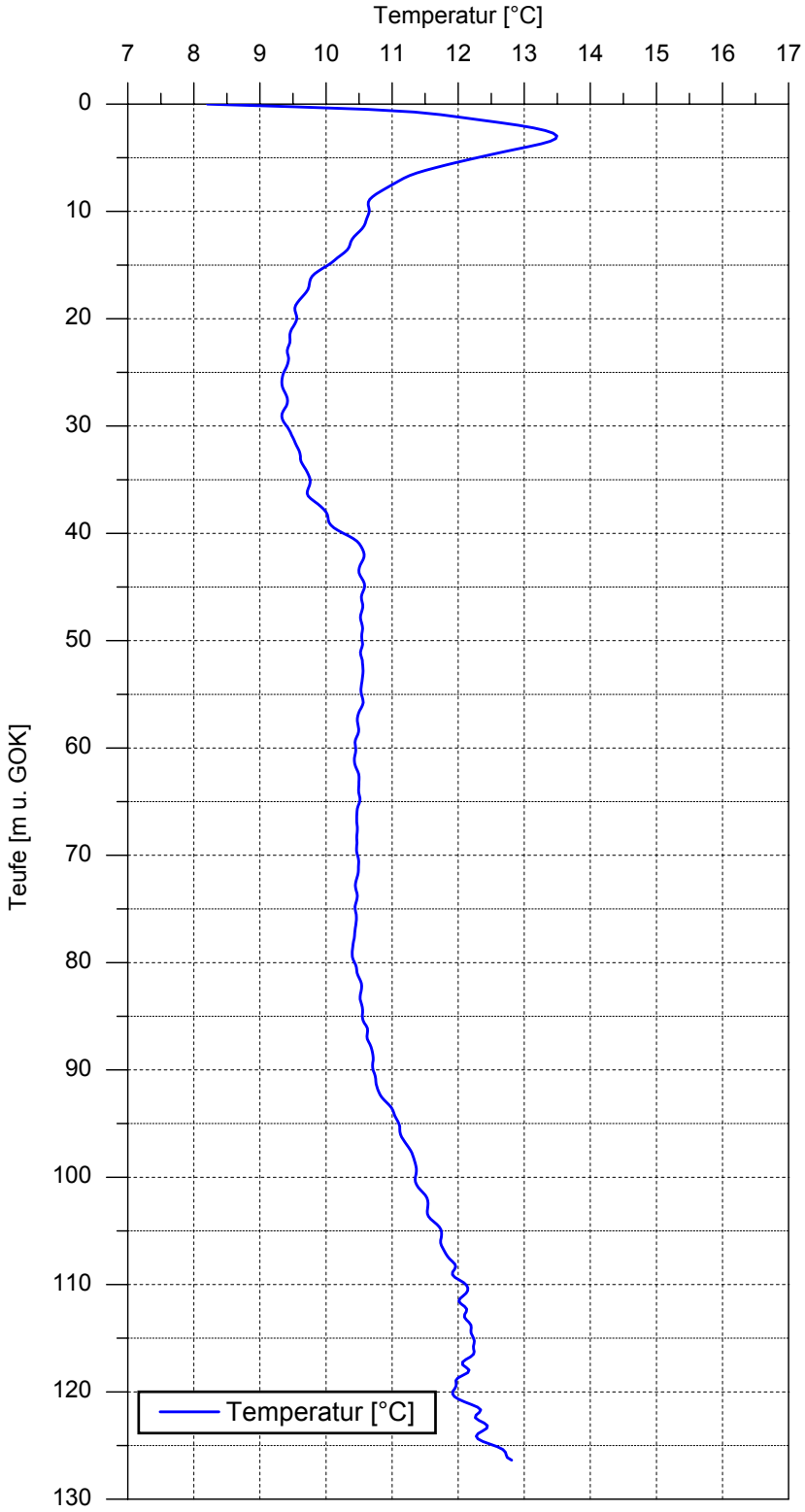
Philipp Heidinger

Axel Fabritius

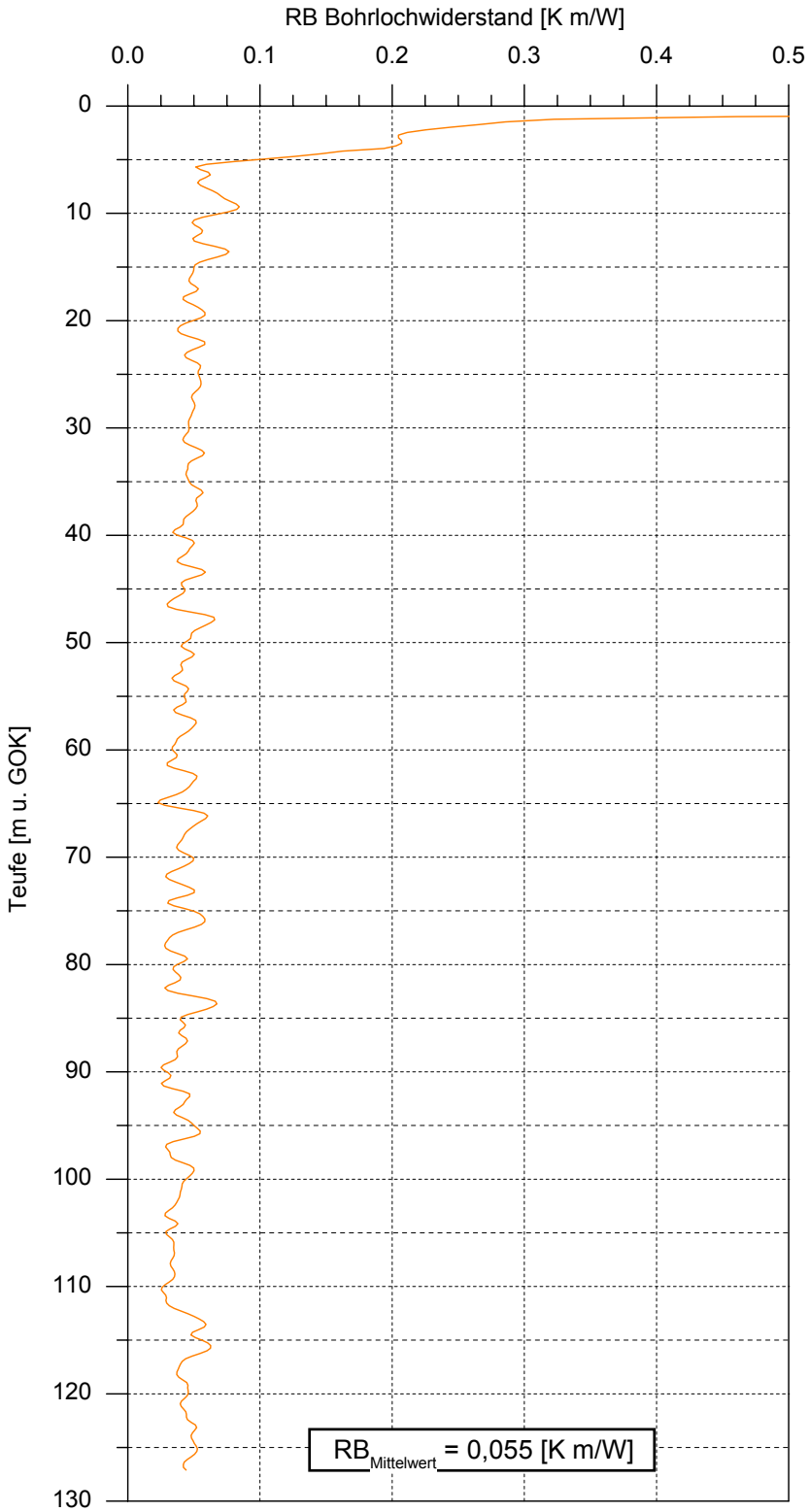
Siememsstr. 11 Böblingen *EWS 1*, 21/10/2014
Nullmessung



Siememsstr. 11 Böblingen *EWS 2*, 21/10/2014
Nullmessung



Siememsstr. 11 Böblingen *EWS 1*, 21/10/2014
Bohlochwiderstand - Tiefenprofil



Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

EWS 1+2

Chronologischer Ablauf

der Sanierungsarbeiten

Datum	Sonde	Tätigkeit
13.10.2014	EWS 1+2	Baustelleneinrichtung
14.10.2014		Baustelleneinrichtung + Befahrbarkeitstests
15.10.2014		Umbau Sondenköpfe
16.10.2014		Umbau Sondenköpfe + Befahrbarkeitstests
17.10.2014		Befahrbarkeitstests
20.10.2014		Schneidversuche
21.10.2014		
22.10.2014		
23.10.2014		Schneid- und Injektionsversuch
24.10.2014		---
27.10.2014	EWS 1 Rohr 4	1. Doppelschnitt bei 128,7 - 128,4 m: WD-Test hohe Aufnahme → Injektion: 970 l Temperatur-Monitoring: Deutliche Zunahme in EWS 1 bis ca. 90 m u. GOK; auch Zementationseinfluss in EWS 2 zw. 70 m - 100 m u. GOK erkennbar
28.10.2014		2. - 4. Doppelschnitt von 127,2 - 126,9 m, 125,7 m - 125,4 m, 124,2 - 123,9 m: WD-Tests keine Aufnahme → Versiegelungsinjektion: 10 l
29.10.2014		5. Doppelschnitt von 122,7 - 122,4 m: WD-Test nach erstem Schnitt ohne Aufnahme; bei zweitem Schnitt: Festsitzen des Schneidschlauches (Druckaufbau im Ringraum), Abriss des Hochdruckschlauches am Kopf der EWS 1 / Schlauch 4 beim Bergeversuch (93 m Schlauch verbleiben in der EWS), Lotung im EWS Rohr 4: Oberes Ende des gerissenen Hochdruckschlauches: 35,4 m u. GOK
30.10.2014	EWS 1 Rohre 2- 4	Übertageschneidversuche mit 7,2 mm Düse und unterschiedlichen Schlauchlängen, Befahrbarkeit Rohre 2 und 3 getestet; Umläufigkeit Rohre (3 und 4) getestet → unverändert
31.10.2014		
03.11.2014		
04.11.2014		Schneidversuche mit 7,2 mm Düse (50 m Schlauchlänge DN 2, neue Hochdruckpumpe) → Versuche am Ende ohne Erfolg. Befahrbarkeit für Hochdruck-Schneidschlauch DN 2 in EWS 1 / Rohr 3 getestet: sitzt bei 46 m auf (Engstelle)
05.11.2014		
06.11.2014		
07.11.2014		---
10.11.2014		Erste Schneidversuche mit neuem Schlauch (DN 3) und neuen Düsen an stärkerer Pumpe (2000 bar)
11.11.2014		Befahrarkeit mit DN 3 Schlauch in EWS 1 / Rohr 3 getestet: sitzt in 46 m auf (Engstelle) Schneidversuche mit DN 3 - Schlauch fortgeführt
12.11.2014		
13.11.2014		Schneidversuche mit DN 3 - Schlauch durchgeführt; am 14.11: kombinierter Schneid- / Injektionsversuch
14.11.2014		
17.11.2014	EWS 2 Rohr 4	1. - 3. Einzelschnitt von 128,0 - 127,75 m, 127,3 - 127,0 m, 125,5 - 125,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
18.11.2014		4. - 7. Einzelschnitt von 124,0 - 123,70 m, 122,5 - 122,2 m, 121,0 - 120,7 m, 119,5 - 119,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
19.11.2014		8. - 11. Einzelschnitt von 118,0 - 117,70 m, 116,5 - 116,2 m, 115,0 - 114,7 m, 113,5 - 113,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
20.11.2014		12. - 15. Einzelschnitt von 112,0 - 111,70 m, 110,5 - 110,2 m, 109,0 - 108,7 m, 107,5 - 107,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
21.11.2014		16. + 17. Einzelschnitt von 106,0 - 105,7 m, 104,5 - 104,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → Versiegelungsinjektion vor Wochenende: 10 l
24.11.2014		18. - 22. Einzelschnitt von 103,0 - 102,7 m, 101,5 - 101,2 m, 100,0 - 99,7 m, 98,5 - 98,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
25.11.2014		23. - 26. Einzelschnitt von 97,0 - 96,7 m, 95,5 - 95,2 m, 94,0 - 93,7 m, 92,5 - 92,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
26.11.2014		27. - 30. Einzelschnitt von 91,0 - 90,7 m, 89,5 - 89,2 m, 88,0 - 87,7 m, 86,5 - 86,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
27.11.2014		31. Einzelschnitt von 85,0 - 84,7 m: WD-Tests keine Aufnahme → Versiegelungsinjektion vor Wochenende: 20 l
28.11.2014		---
01.12.2014		32. - 35. Einzelschnitt von 83,5 - 83,2 m, 82,0 - 81,7 m, 80,5 - 80,2 m, 79,0 - 78,7 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst

02.12.2014	EWS 2 Rohr 4	36. + 37. Einzelschnitt von 77,5 - 77,2 m, 76,0 - 75,7 m: WD-Test bei letztem Schnitt deutliche Aufnahme → Injektion: 350 l Austritt von Zementsuspension an GOK über alten Verpressschlauch
03.12.2014		38. - 40. Einzelschnitt von 74,5 - 74,2 m, 73,0 - 72,7 m, 71,5 - 71,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst Befahrbarkeit Rohr 4 nur noch bis 75 m; Umlaufspülung i. O.
04.12.2014		41. Einzelschnitt von 70,0 - 69,7 m: WD-Test deutliche Aufnahme → Injektion: 1152 l Verlust der Umlaufspülung während Injektion
05.12.2014		42. - 44. Einzelschnitt von 68,5 - 68,2 m, 67,0 - 66,7 m, 65,5 - 65,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
08.12.2014		45. + 46. Einzelschnitt von 64,0 - 63,7 m, 62,5 - 62,2 m: WD-Test beim letzten Schnitt mit leichter Aufnahme → Injektion: 61 l
09.12.2014		47. Einzelschnitt von 61,0 - 60,7 m: WD-Test mit leichter Aufnahme → Injektion: 168 l
10.12.2014		48. + 49. Einzelschnitt von 59,5 - 59,2 m, 58,0 - 57,7 m: WD-Test beim letzten Schnitt mit deutlicher Aufnahme → Injektion: 1091 l
11.12.2014		50. - 52. Einzelschnitt von 56,5 - 56,2 m, 55,0 - 54,7 m, 53,5 - 53,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
12.12.2014		---
15.12.2014		53. + 54. Einzelschnitt von 52,0 - 51,7 m, 50,5 - 50,2 m: WD-Test beim letzten Schnitt mit leichter Aufnahme → Injektion: 89 l
	EWS 1 Rohr 1-4	Bergeversuch in EWS 1 Rohr 4 ohne Erfolg Glasfaserkabel von Rohr 1 in Rohr 3 umgehängt (ET ca. 120 m)
16.12.2014	EWS 1 Rohr 1	6. Einzelschnitt von 121,5 - 121,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
17.12.2014		7. - 9. Einzelschnitt von 120,0 - 119,7 m, 118,5 - 118,2 m, 117,0 - 116,7 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
18.12.2014		10. -13. Einzelschnitt von 115,5 - 115,2 m, 114,0 - 113,7 m, 112,5 - 112,2 m, 111,0 - 110,7 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
19.12.2014		14. - 16. Einzelschnitt von 109,5 - 109,2 m, 108,0 - 107,7 m, 106,5 - 106,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → Versiegelungsinjektion vor Winterpause: 20 l
- 06.01.2015		Winterpause
07.01.2015	EWS 1 Rohr 1	17. - 19. Einzelschnitt von 105,0 - 104,7 m, 103,5 - 103,35 m, 102,0 - 101,7 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
08.01.2015		20. - 23. Einzelschnitt von 100,5 - 100,2 m, 99,0 - 98,7 m, 97,5 - 97,2 m, 96,0 - 95,7 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
09.01.2015		24. - 26. Einzelschnitt von 94,5 - 94,2 m, 93,0 - 92,7 m, 91,5 - 91,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → Versiegelungsinjektion vor Wochenende: 10 l
12.01.2015		27. - 30. Einzelschnitt von 90,0 - 89,7 m, 88,5 - 88,2 m, 87,0 - 86,7 m, 85,5 - 85,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
13.01.2015		31. - 34. Einzelschnitt von 84,0 - 83,7 m, 82,5 - 82,2 m, 81,0 - 80,7 m, 79,5 - 79,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
14.01.2015		35. + 36. Einzelschnitt von 78,0 - 77,7 m, 76,5 - 76,2 m: WD-Test beim letzten Schnitt mit merklicher Aufnahme → Injektion: 210 l
15.01.2015		37. + 38. Einzelschnitt von 75,0 - 74,7 m, 73,5 - 73,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → Versiegelungsinjektion vor Wochenende: 20 l
16.01.2015		---
19.01.2015		39. - 41. Einzelschnitt von 72,0 - 71,7 m, 70,5 - 70,2 m, 69,0 - 68,7 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
20.01.2015		42. - 44. Einzelschnitt von 67,5 - 67,2 m, 66,0 - 65,7 m, 64,5 - 64,2 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
21.01.2015		45. - 47. Einzelschnitt von 63,0 - 62,7 m, 61,5 - 61,2 m, 60,0 - 59,7 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst; Schneidschlauch bei letztem Schnitt verklemmt

22.01.2015	EWS 1 Rohr 1	48. Einzelschnitt von 58,5 - 58,2 m: WD-Test mit merklicher Aufnahme → Injektion: 110 l (dabei Suspension in Rohr 3+4 festgestellt)
23.01.2015		---
26.01.2015		49. - 51. Einzelschnitt von 57,0 - 56,7 m, 55,5 - 55,2 m, 54,0 - 53,7 m: WD-Tests keine Aufnahme → bisher nicht verpresst
27.01.2015		52. (53.) Einzelschnitt von 52,5 - 52,2 m: Testschnitt negativ → Schnitt wiederholt: WD-Test mit merklicher Aufnahme → Injektion: 330 l (dabei Suspension in Rohr 3+4 festgestellt; Glasfaserkabel in Rohr 3 einzenemtiert)
28.01.2015		54. + 55. Einzelschnitt von 51,0 - 50,7 m, 50,0 - 49,7 m: WD-Tests keine Aufnahme → abschließende Versiegelungsinjektion: 10 l
29.01.2015		Schneidversuche an Sondenmaterial aus Q2, Rückbau EWS 2, etc.
30.01.2015		---
02.02.2015	EWS 1 Rohr 1	Erneute Versiegelung; *dabei Rohre 3+4 mit verfüllt* → Zementaufnahme: 70 l
03.02.2015		Nochmalige Versiegelung wg. Wasserverlust → Zementaufnahme: 10 l
04.02.2015		Vorangegangene Versiegelung erfoglos, Wasserverlust in Rohren 1+2 nach wie vor vorhanden. Schneidversuche zum Ausschluss der Beschädigung der Nachbarrohre
05.02.2015		
06.02.2015		---
09.02.2015		Schneidversuche zum Ausschluss der Beschädigung der Nachbarrohre
10.02.2015		
11.02.2015		Baustellenräumung Siemensstraße (Quartier 1) und Baustelleneinrichtung Heinrich-Heine-Weg (Quartier 2)
12.02.2015		
24.08.2015	EWS 1 + 2	Vorbereitende Arbeiten für die Zwischenverwahrung der Sonden mit Bentonit-Spülung
25.08.2015		
26.08.2015		Spülen und Befahren der Sondenrohre in EWS 1 und 2 vor Einbau der Bentonit-Spülung
27.08.2015		Verfüllen der Sondenrohre mit 3,5-% Bentonit-Spülung, dabei Verfüllung EWS 1 Rohr 1+2 im Umlaufverfahren und EWS 2 Rohr 3+4 im Konktraktorverfahren (kein Umlauf) von tiestmöglicher Stelle (R3: 35 m bzw. R4: 55 m)
03.09.2015	EWS 1 + 2	Nachfüllen EWS 1 Rohr 1 = 18 l, Rohr 2 = 38 l; EWS 2 Rohr 3 = 15 l, Rohr 4 = 8 l
09.09.2015	EWS 1 + 2	Nachfüllen EWS 1 Rohr 1 = 4 l, Rohr 2 = 6 l; EWS 2 Rohr 3 = 2 l, Rohr 4 = 1 l

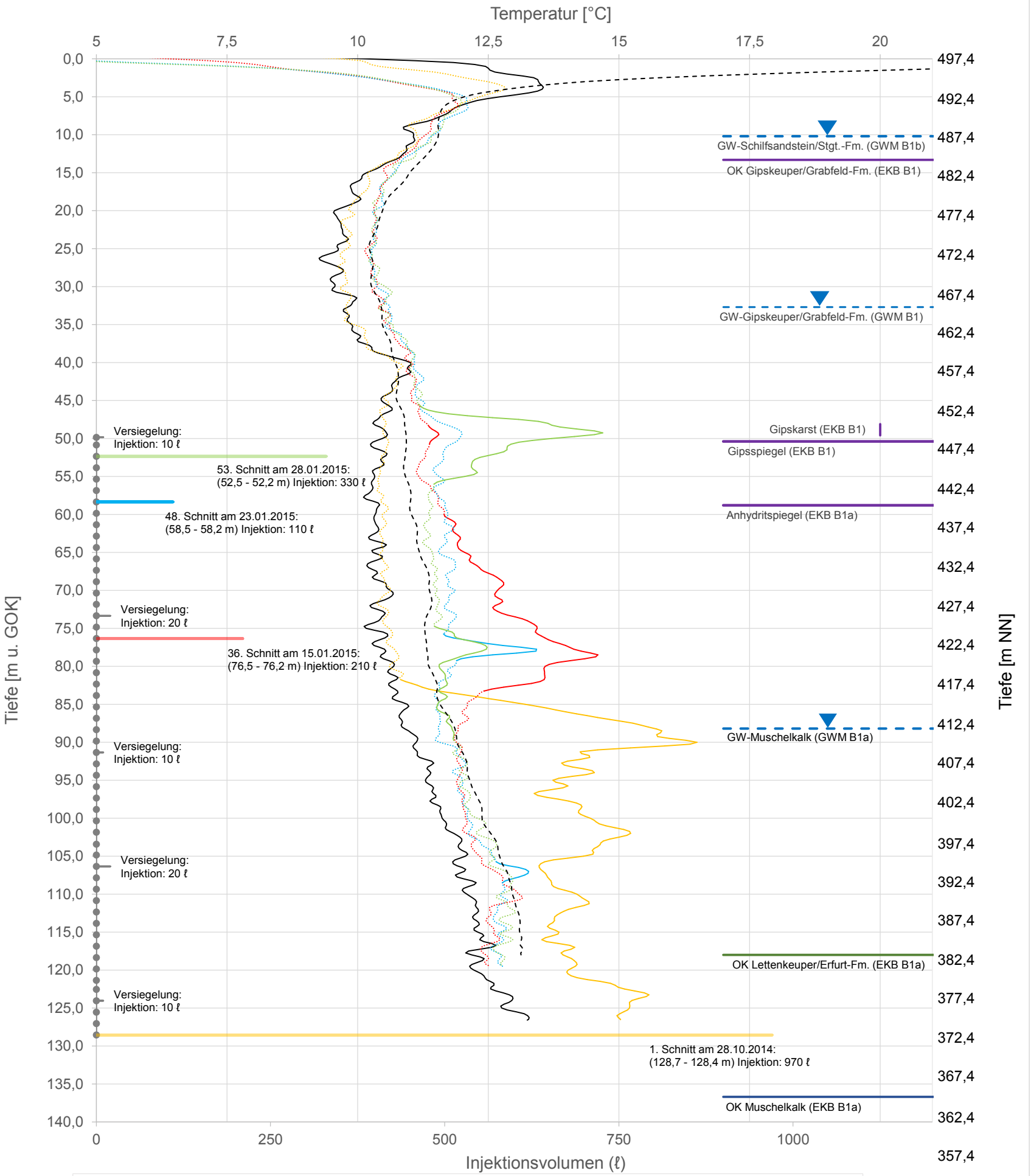
Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

EWS 1+2

Darstellung der maximalen

Zementabbindetemperaturen im Sanierungsverlauf

EWS-Sanierung BB-Quartier I
Siemensstraße EWS 1
Zementabbindetemperaturen im Sanierungsverlauf



EWS-Nr.	Siemensstraße EWS 1
EWS-Koordinaten:	3502073,1 / 5394901,8
EWS-Ansatzhöhe / EWS-Tiefe:	479,2 m NN / 129 m
Zeitraum der Sanierung:	27.10. - 29.10.14 & 16.12.14 - 28.01.15
Anzahl Doppel-/Einzelschnitte:	55
Geschnittener Tiefenbereich:	128,7 - 49,7 m
Geschnittenes Rohr:	Rohr 4 + 1
GFK*-Temperaturmessung in Rohr:	Rohr 3

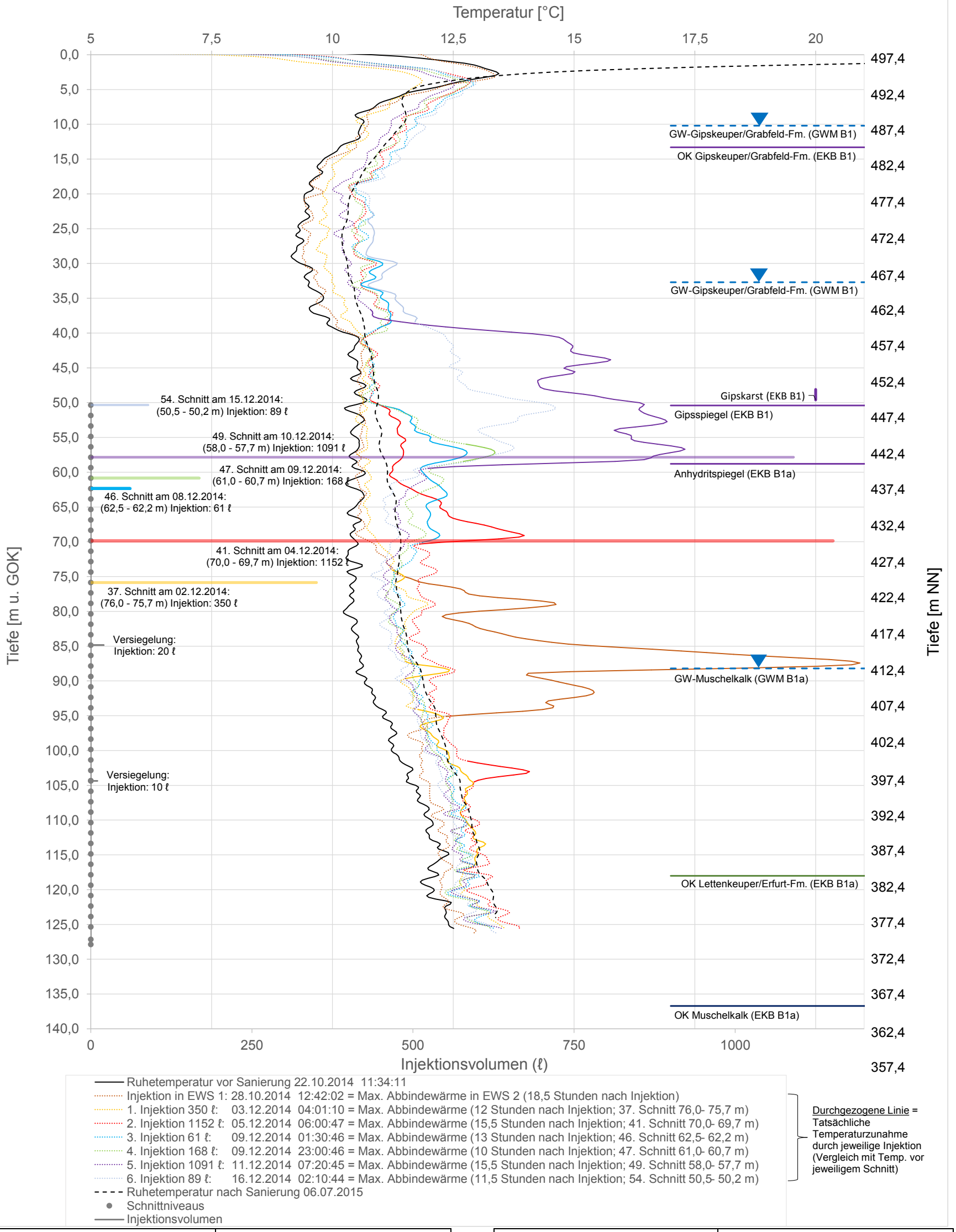
* GFK = Glasfaserkabel (aufheizbar)

Gesamtinjektionsvolumen:	1690 ℓ
Auswirkung auf Nachbar-EWS:	ja in EWS 2 durch 1. Verpressen
Verpressschlauch frei bis:	---
Befahrbarkeit nach Sanierung: (1-4 = Sondenrohre)	1 = 57,2 m; 2 = 123,0 m; Umlauf vorh. 3 = GFK**; 4 = 0 m***; kein Umlauf
"Ruhe"-Wasserstand im ge-schnittenen Rohr nach Sanierung:	ca. 95 m u. GOK (Rohr 1+2)

** GFK einzementiert

*** Schneidschlauch abgerissen

EWS-Sanierung BB-Quartier I
Siemensstraße EWS 2
Zementabbindetemperaturen im Sanierungsverlauf



EWS-Nr.	Siemensstraße EWS 2
EWS-Koordinaten:	3502078,1 / 5394902,6
EWS-Ansatzhöhe / EWS-Tiefe:	479,2 m NN / 129 m
Zeitraum der Sanierung:	17.11. - 15.12.14
Anzahl Doppel-/Einzelschnitte:	54
Geschnittener Tiefenbereich:	128,0 - 50,2 m
Geschnittenes Rohr:	Rohr 4
GFK*-Temperaturmessung in Rohr:	Rohr 2

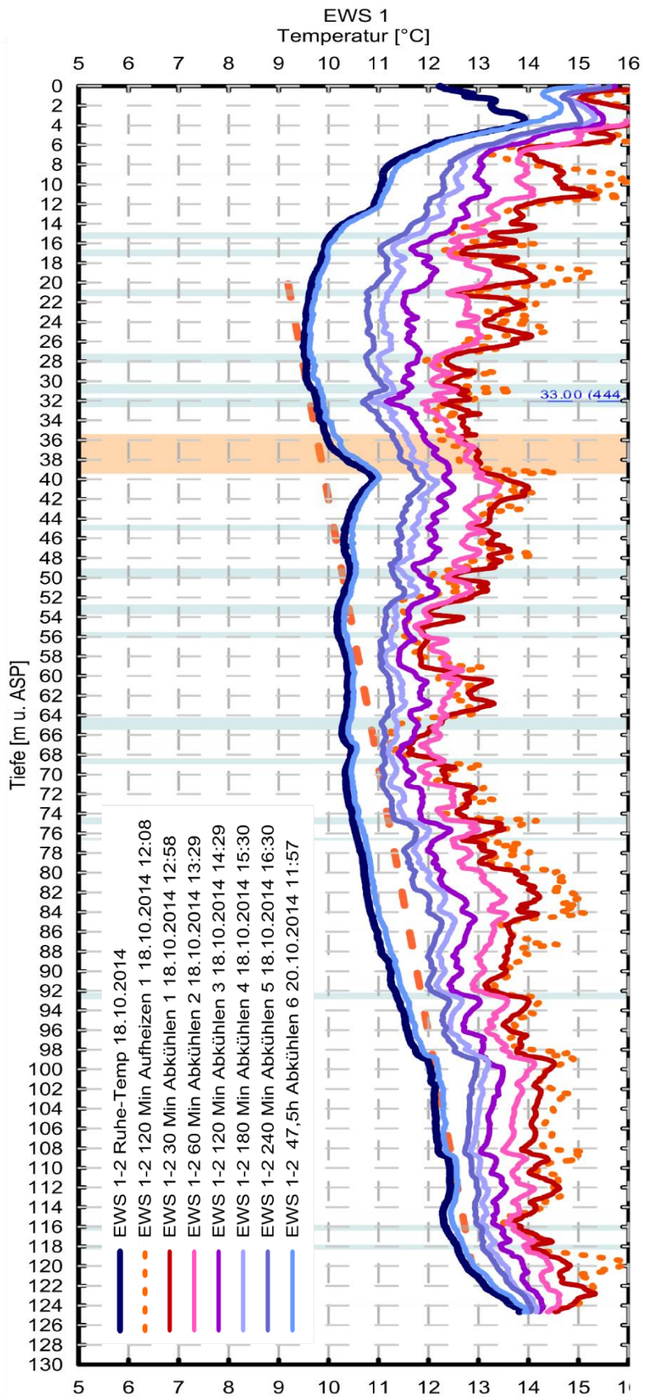
Gesamtinjektionsvolumen:	2941 ℓ
Auswirkung auf Nachbar-EWS:	ja durch 1. Verpressen in EWS 1
Verpressschlauch frei bis:	---
Befahrbarkeit nach Sanierung: (1-4 = Sondenrohre)	1 = 128,6 m; 2 = GFK; Umlauf vorh.
	3 = 58,9 m; 4 = 60,6 m; kein Umlauf
"Ruhe"-Wasserstand im ge-schnittenen Rohr nach Sanierung:	ca. 35,5 m u. GOK (Rohr 3)

* GFK = Glasfaserkabel (aufheizbar)

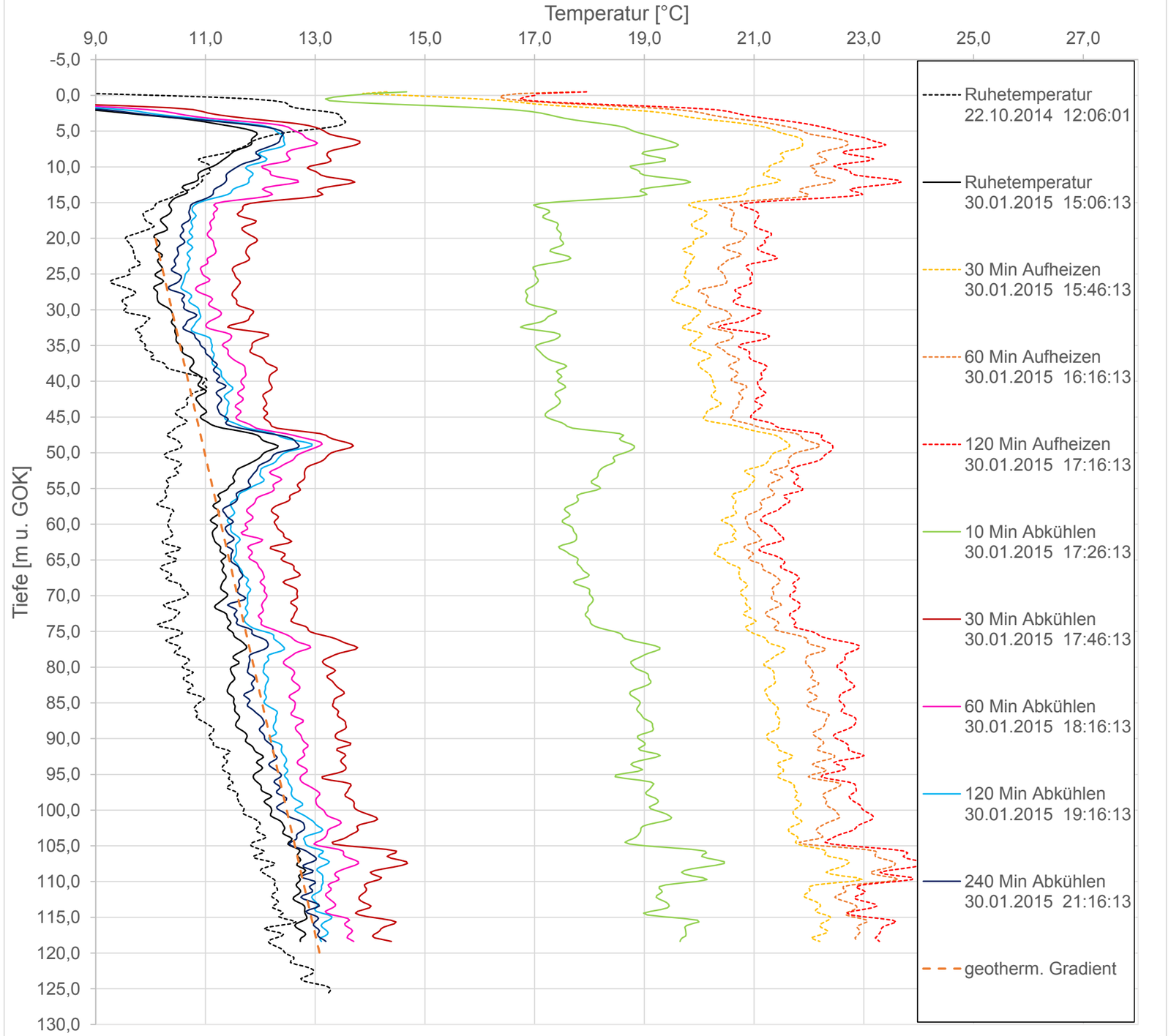
Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

EWS 1+2
Ergebnisse der geophysikalischen
Messungen nach Abschluss der
Sanierungsarbeiten
(Büro Voutta / Fa. GTC)

Siemensstraße EWS 1
K-TRT vom 17.10.2014



Siemensstraße EWS 1
K-EGRT aus GFK am 30.01.2015

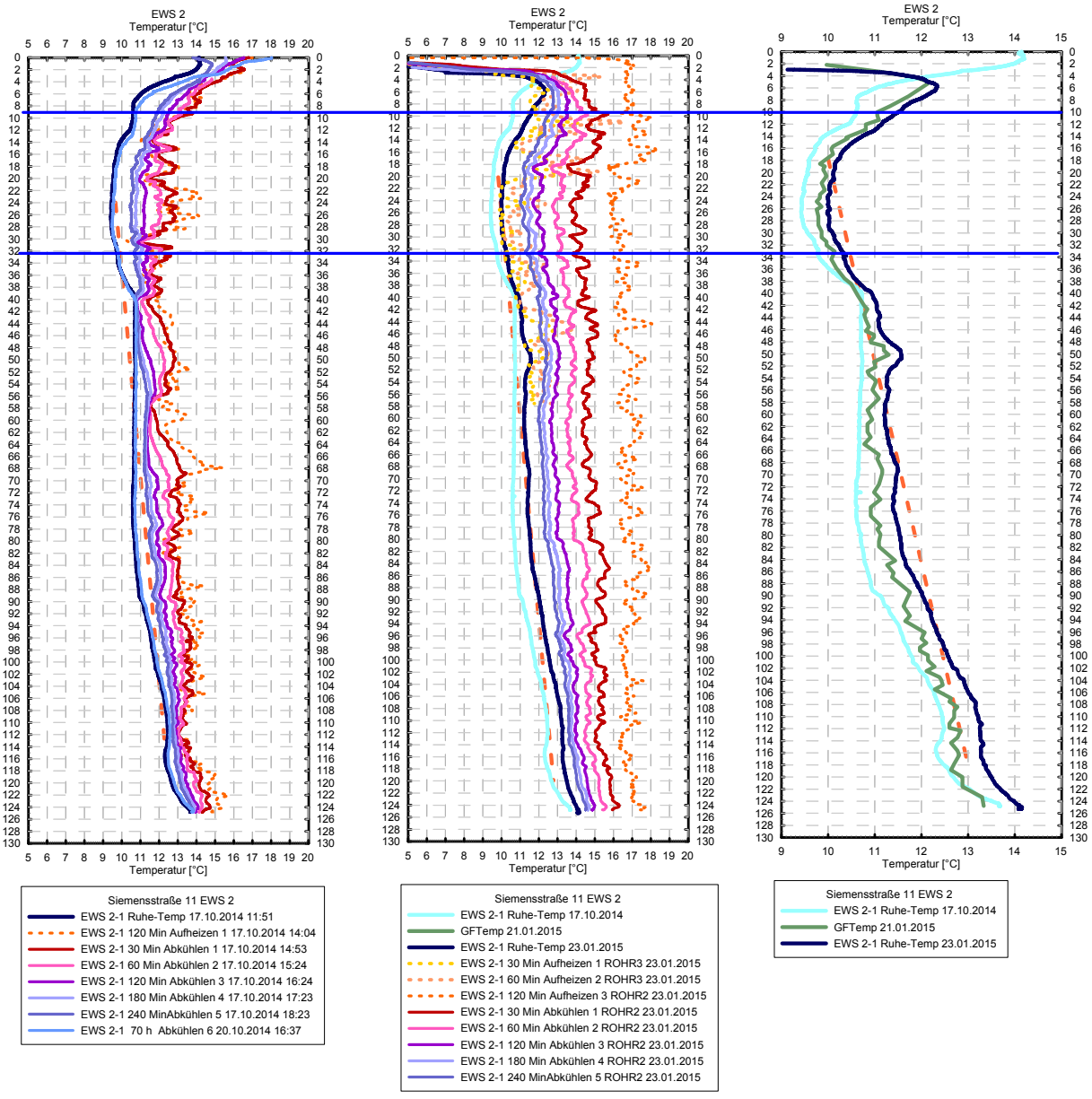


K-TRT-Messungen
Böblingen Siemensstraße 11 EWS 2
17.10.2014 – 23.01.2015

Vorlage für Besprechung am 26.01.2015

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

Sudetenstraße 5
D-71083 Herrenberg
Telefon 07032/957144
Fax 07032/957145
Mobil 0171/5662630
avoutta@avoutta.de
www.avoutta.de



Enhanced Geothermal Response Test
Kurz-EGRT – Siemensstr. 11, Böblingen
EWS1-1

Faseroptische Temperaturmessungen vom 30.01.2015

Auftraggeber:

Landratsamt Böblingen
Wasserwirtschaft

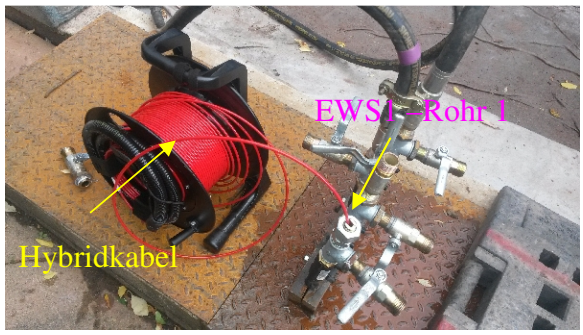
Bearbeiter GTC:

Dipl.-Geophys. A. Fabritius
Dipl.-Geophys. Ph. Heidinger

GTC Kappelmeyer GmbH
Heinrich-Wittmann-Straße 7a
76131 Karlsruhe
Tel. 0721/60008
Fax 0721/60009

Kurz-EGRT - EWS1 Siemenstr. 11 Böblingen

Zum Abschluss der Sanierungsarbeiten in der Erdsonde EWS-1 wurde ein erneuter Kurz-Enhanced-Geothermal-Response-Test (EGRT) durchgeführt. Der erste Kurz-EGRT wurde am 21.10.2014 durchgeführt.



Messapparatur und Bohrung EWS1 (rechtes Bild)

Am 30.01.2015 wurden mit dem faseroptischen Messsystem in der EWS1 Messungen nach der Heat-Pulse Methode durchgeführt. Die Temperaturentwicklung im Glasfaserkabel wurde während der gesamten Dauer des Tests quasikontinuierlich aufgezeichnet.

Ungestörte Ausgangstemperaturen
Zu Beginn der Messungen wurde die bestehende Temperaturverteilung in der Bohrung EWS1 (siehe Abbildung 1 im Anhang) vor dem Einschalten der Heizung erfasst.

Heat-Pulse Messung (Kurz-EGRT)
Am 30.01.2015 wurde das Hybridkabel in EWS1 für ca. 120 min aufgeheizt. Über diesen Zeitraum wurde der Bohrung eine konstante Heizleistung von 13,33 W/m zugeführt.

Die durch das Heizen hervorgerufene Temperaturstörung dringt in das das Kabel umgebende Material ein. Die vergleichsweise kurze Aufheizdauer bei einem Kurz-EGRT reicht aus damit die künstlich erzeugte Temperaturstörung den Bohrlochrand erreicht und somit aus dem Aufheiz- bzw. Abklingverhalten der Bohrlochwiderstand bestimmt werden kann. Die Auf- und Abkühlung die durch den Test hervorgerufen wurden sind in den Abbildungen 2 und 3 dokumentiert.

Relative Bohrlocheigenschaft und Bohrlochwiderstand
Die relative Bohrlocheigenschaft (scheinbare Wärmeleitfähigkeit des Nahfeldes) und der Bohrlochwiderstand ist in den Abbildungen 4 und 5 dargestellt. Sie wurden für 2 Aufheizperioden bestimmt:5-45 Minuten und 25-100 Minuten nach Heizbeginn. Während der ersten Periode sind die Werte nur von Material und Geometrie des Bohrlochs (und Ausbaus) bestimmt, während in der zweiten Periode auch schon der Übergang ins anstehende Gestein Einfluss nimmt.

Karlsruhe, den 02.02.2015

GTC Kappelmeyer GmbH

Philipp Heidinger

Axel Fabritius

Abbildung 1

Siememsstr. 11 Böblingen *EWS 1*, 30/01/2015
Nullmessung

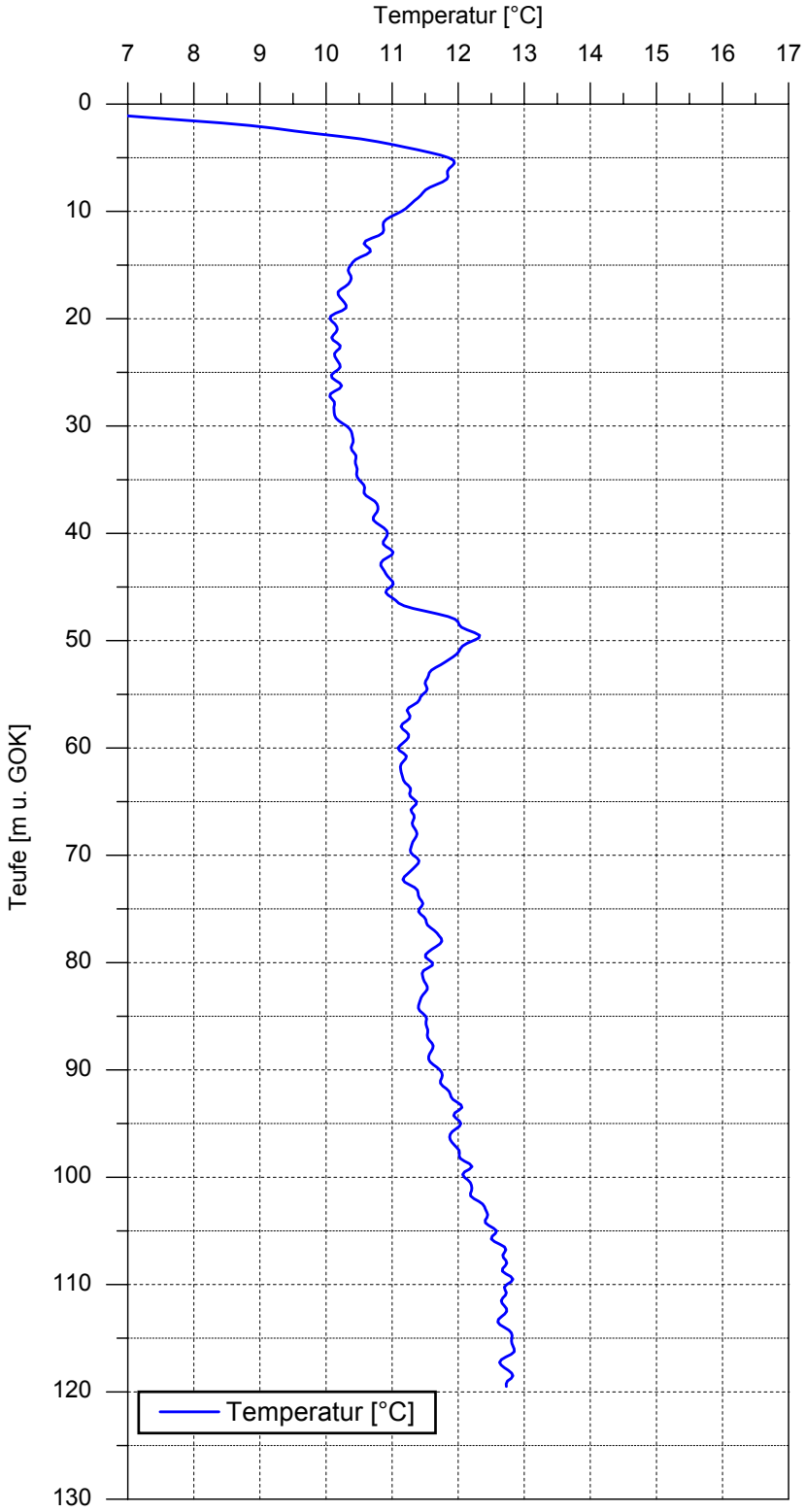


Abbildung 2

Siememsstr. 11 Böblingen *EWS 1*, 30/01/2015
Temperaturprofile nach Heizbeginn [15:15]

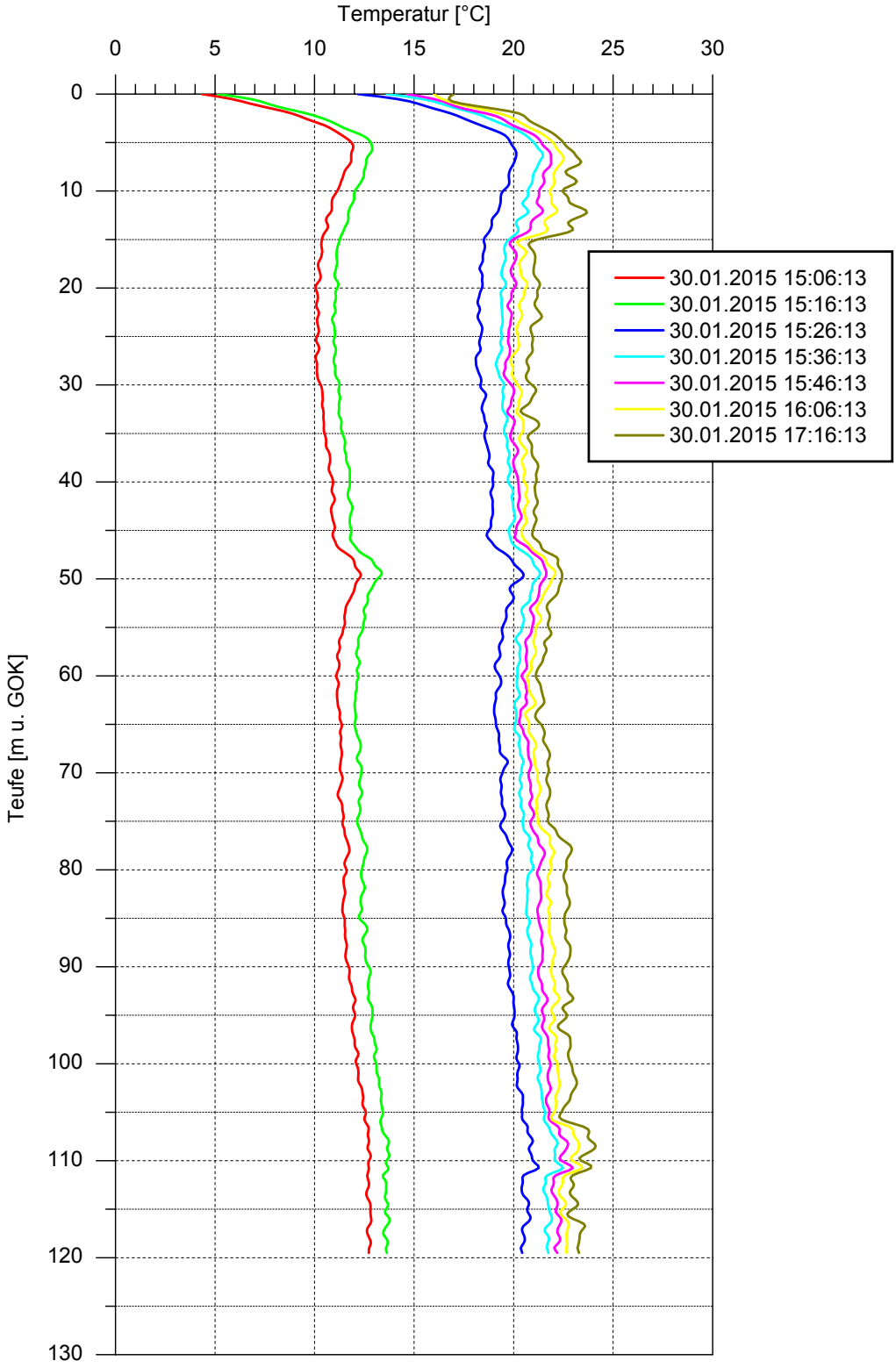


Abbildung 3

Siememsstr. 11 Böblingen *EWS 1*, 30/01/2015
Temperaturprofile nach Heizende [17:21]

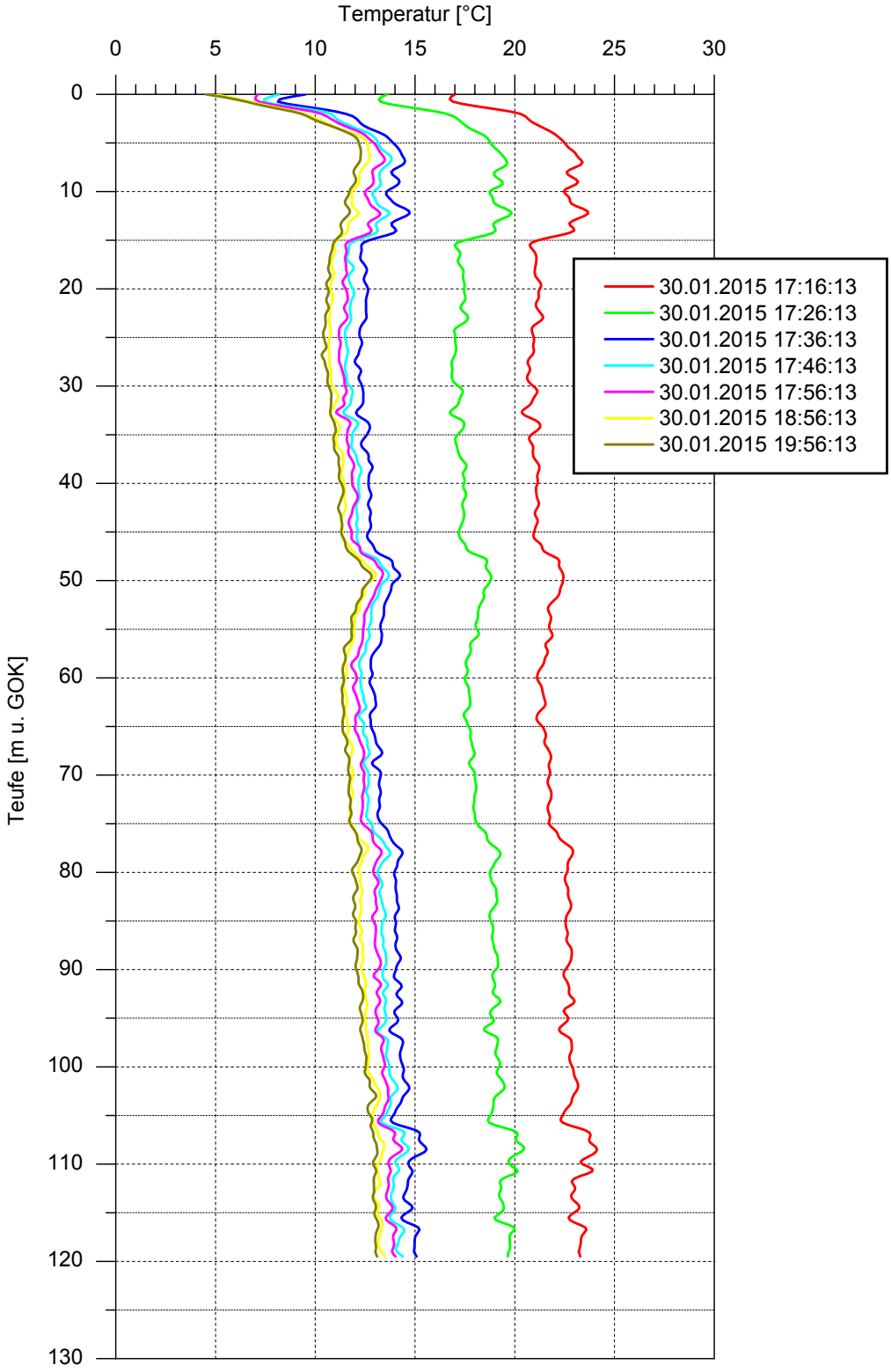


Abbildung 4

Siememsstr. 11 Böblingen *EWS 1*, 30/01/2015
Relative Bohrlocheigenschaft - Tiefenprofil

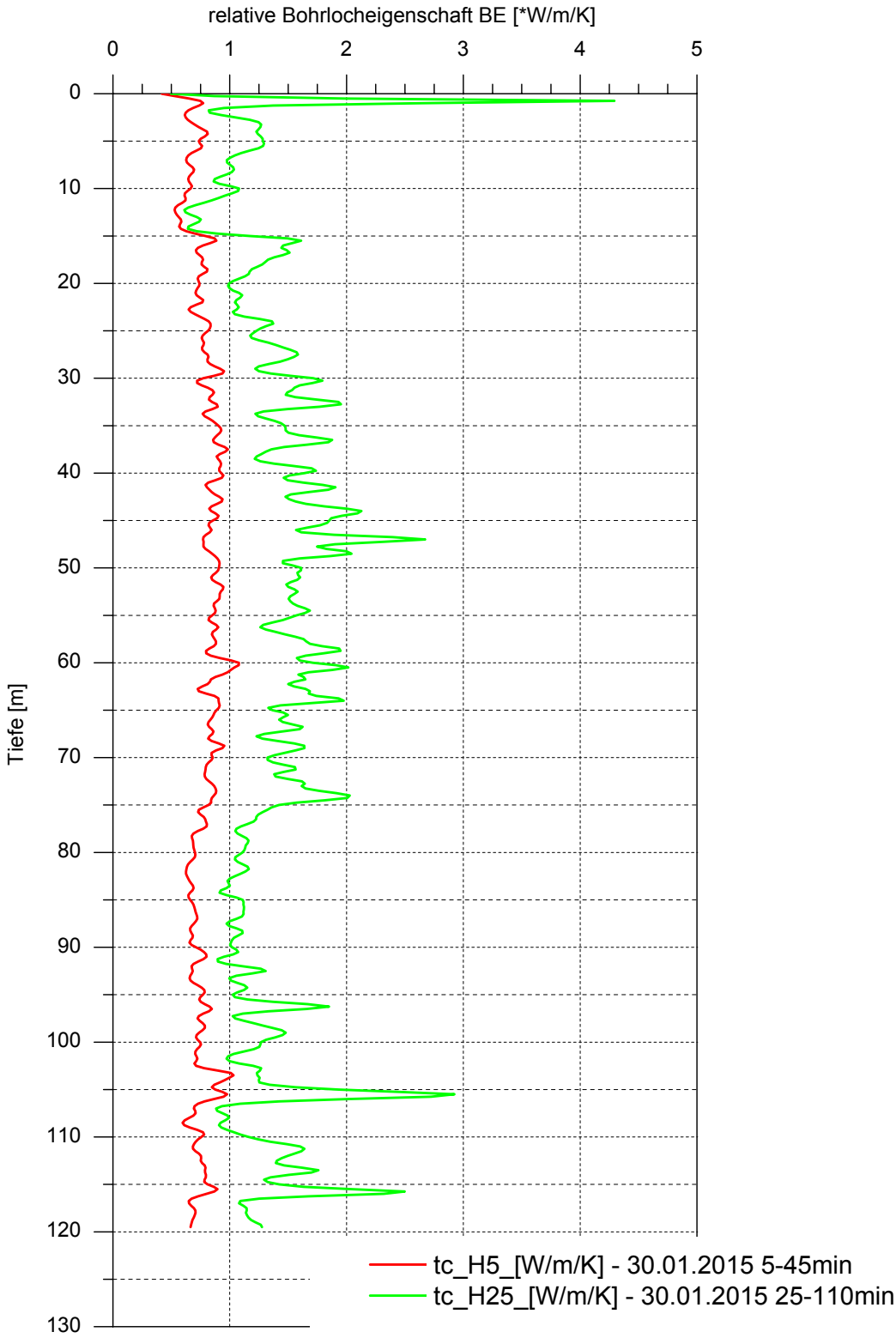
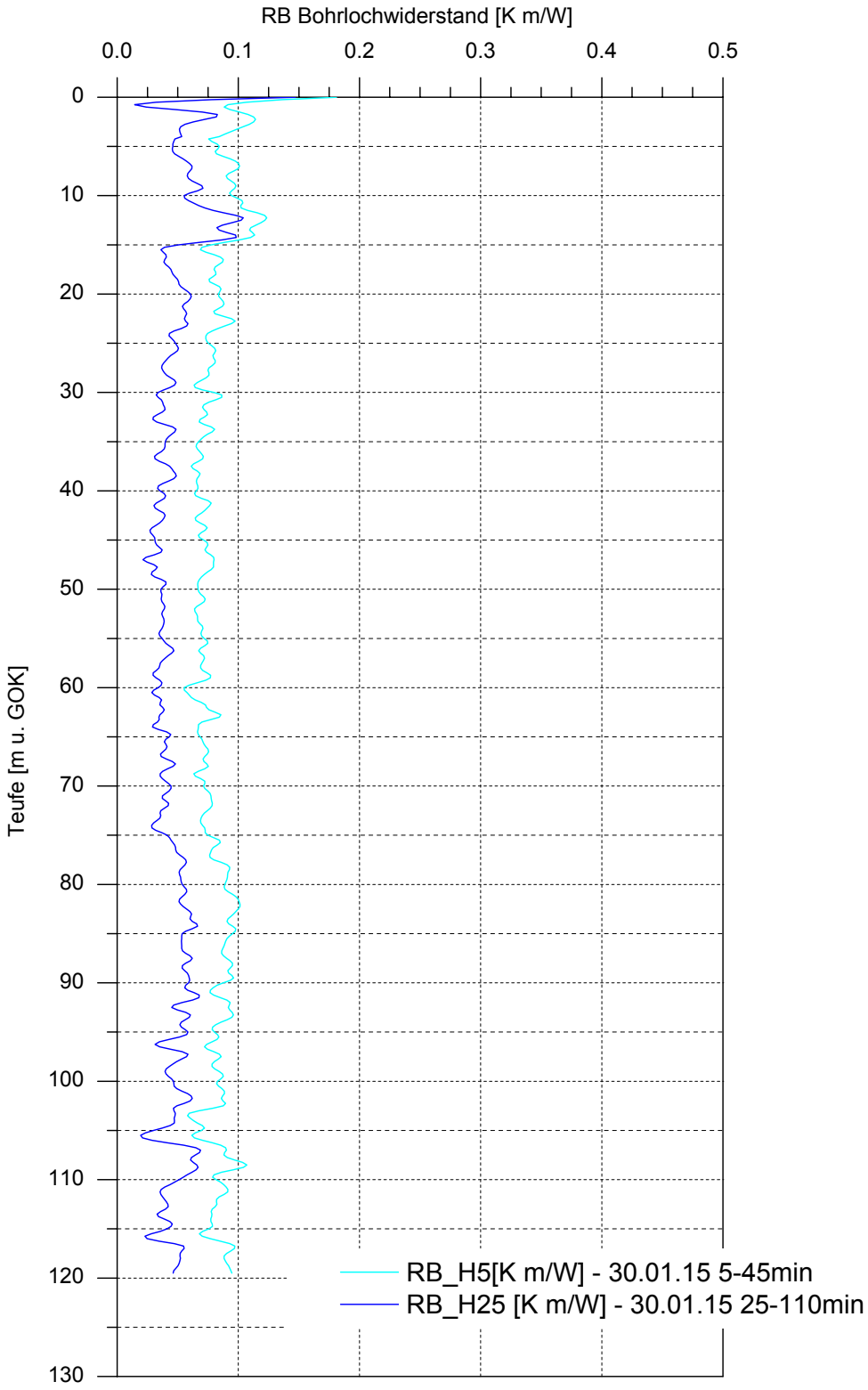
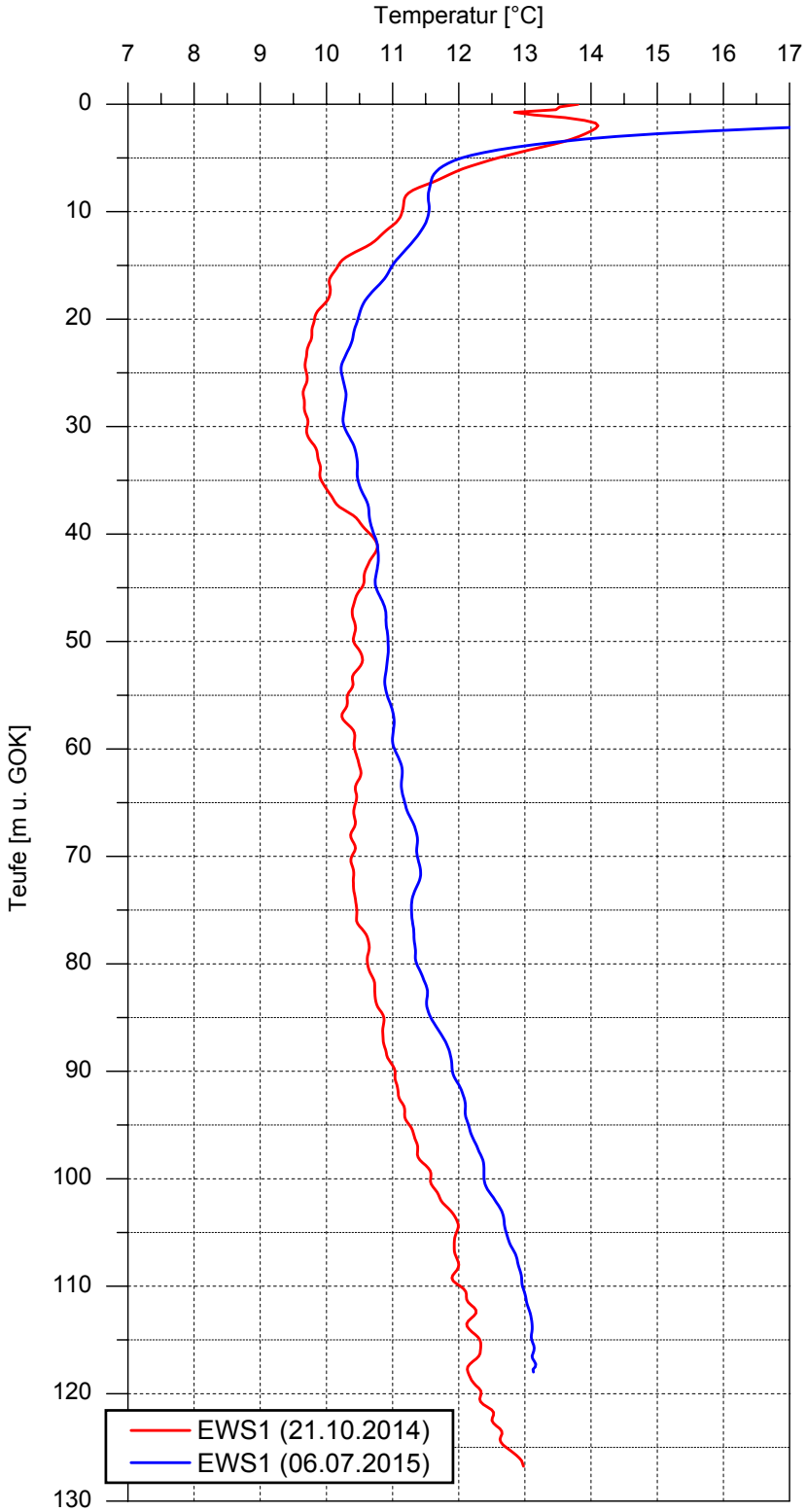


Abbildung 5

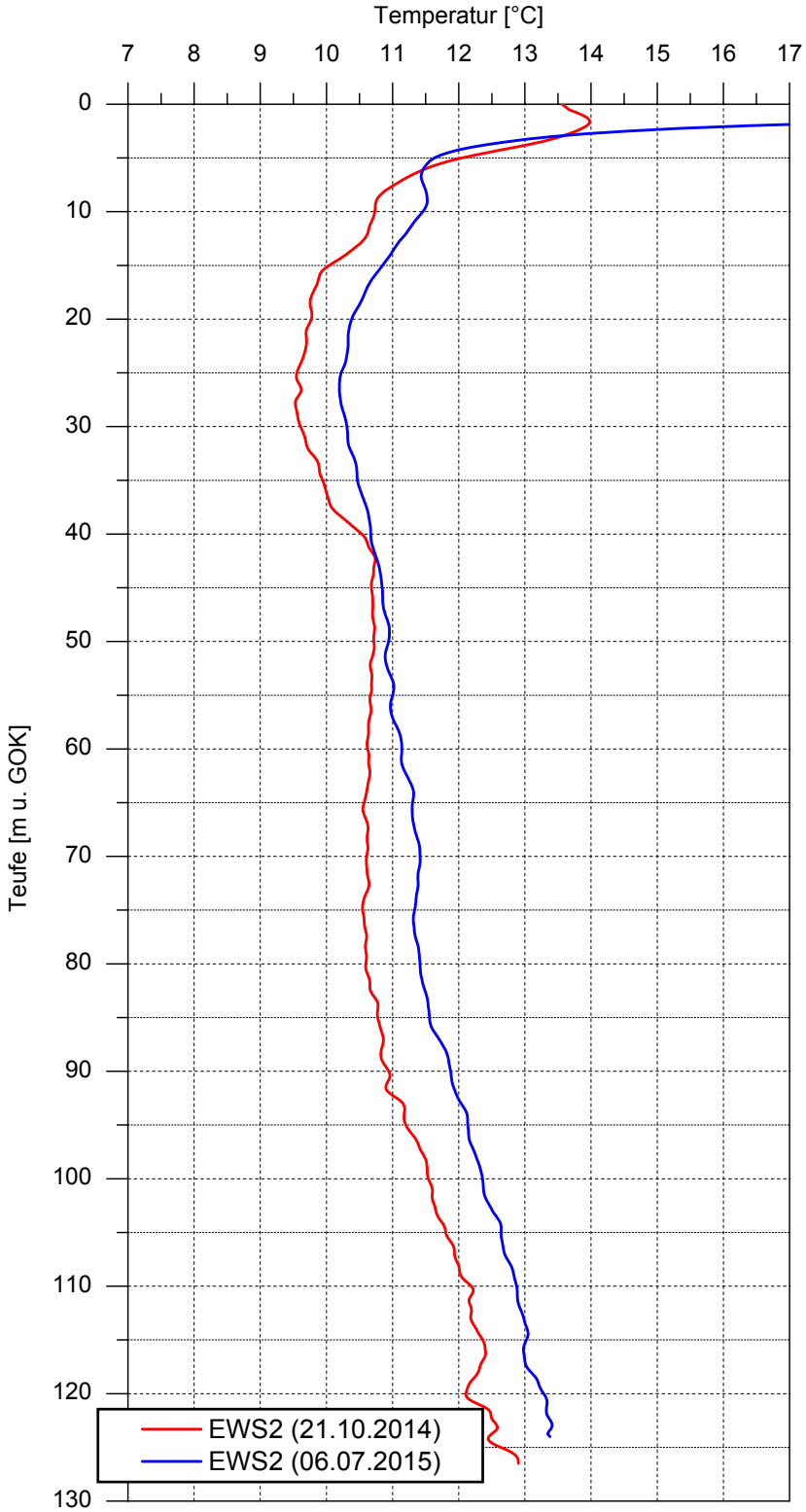
Siememsstr. 11 Böblingen *EWS 1*, 30/01/2015
Bohlochwiderstand - Tiefenprofil



Faseroptische Temperaturmessungen
Siemensstr. 11 Böblingen - **EWS1**



Faseroptische Temperaturmessungen
Siemensstr. 11 Böblingen - **EWS2**



Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

EWS 1+2

Ergebnisse der hydraulischen Tests

(Büro Voutta, Fa. Terratec)

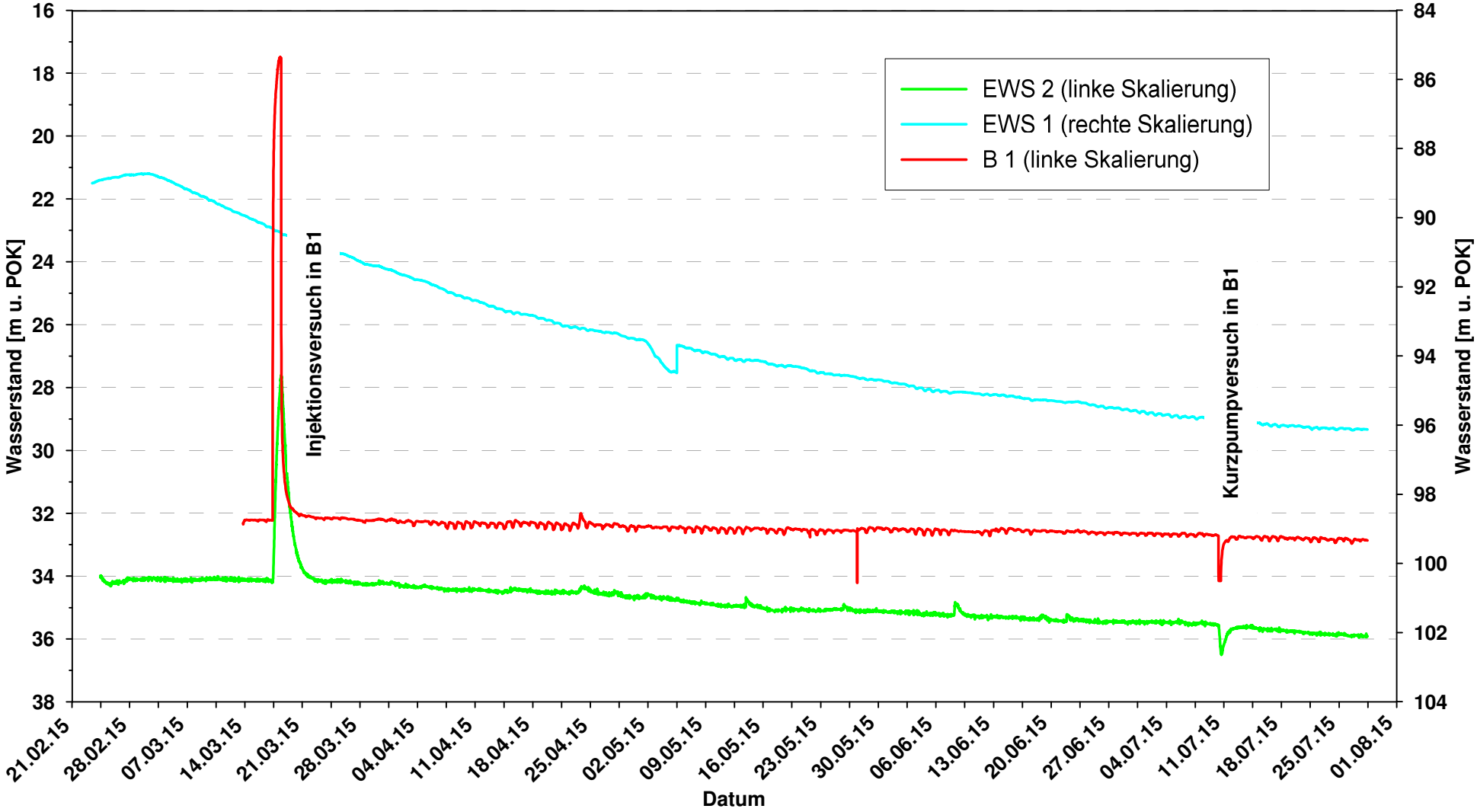
Glasfaserkabelmessungen nach Sanierung

(Fa. GTC)

Wasserstandsmonitoring

Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	-
Ort:	Böblingen	Aquifer:	-
Bohrung:	EWS1, EWS2 und B 1	Versuchstyp:	Monitoring
Startdatum:	25.02.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	-	Aufzeichnung:	Messrechner
Ausbaudurchmesser:	-	Packersitz:	-
Versuchsende:	13.6.2015	Filter:	-

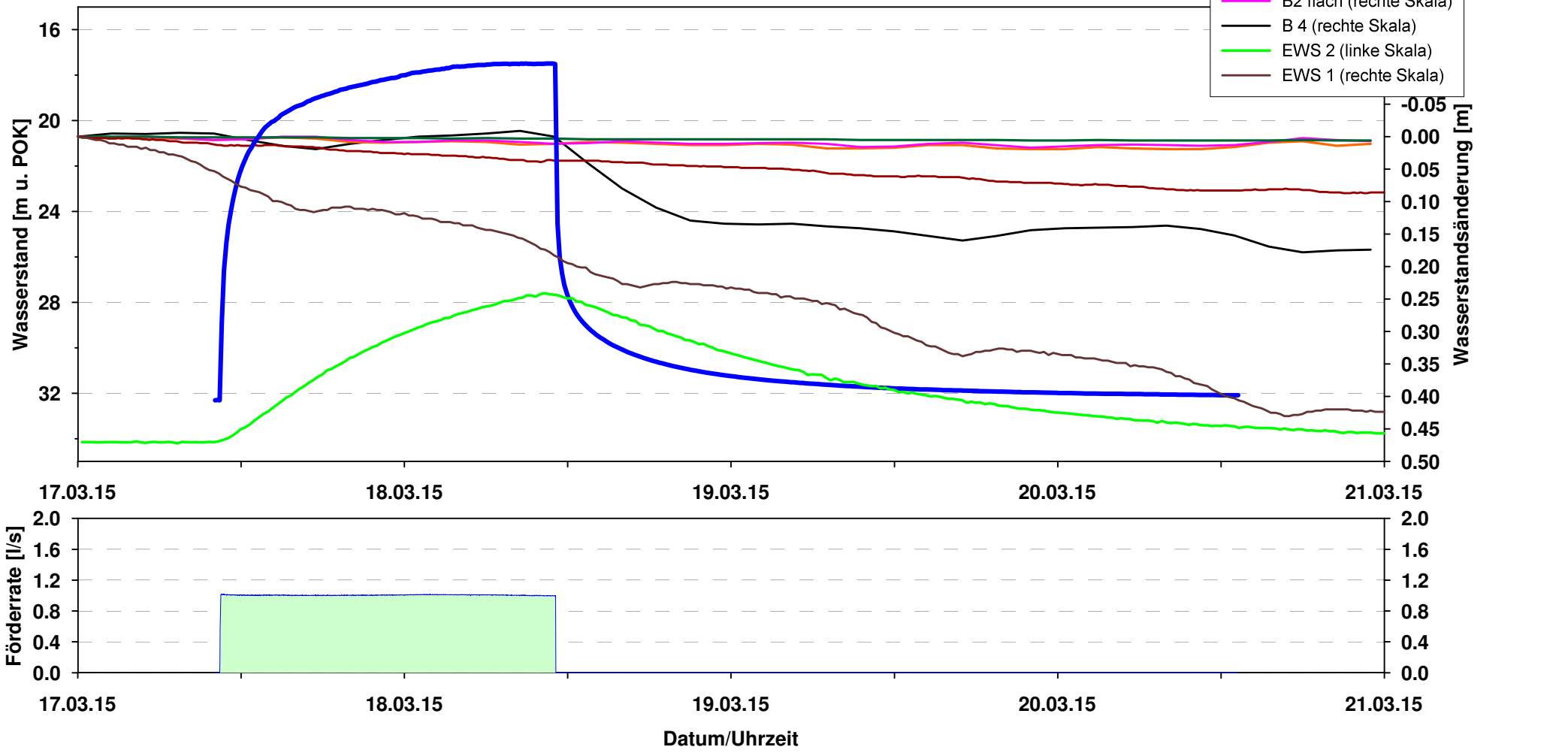
André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

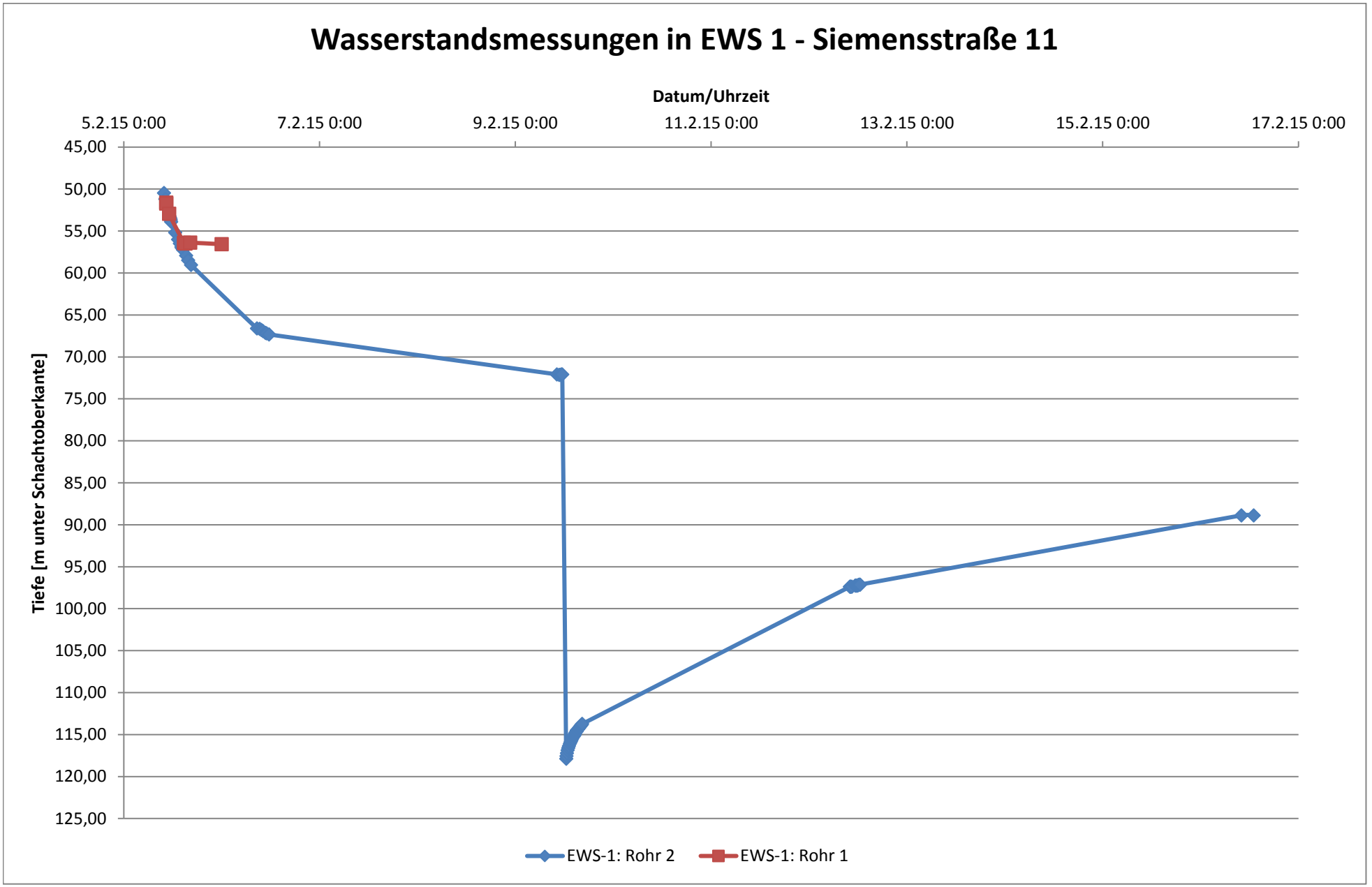


Versuchsprotokoll

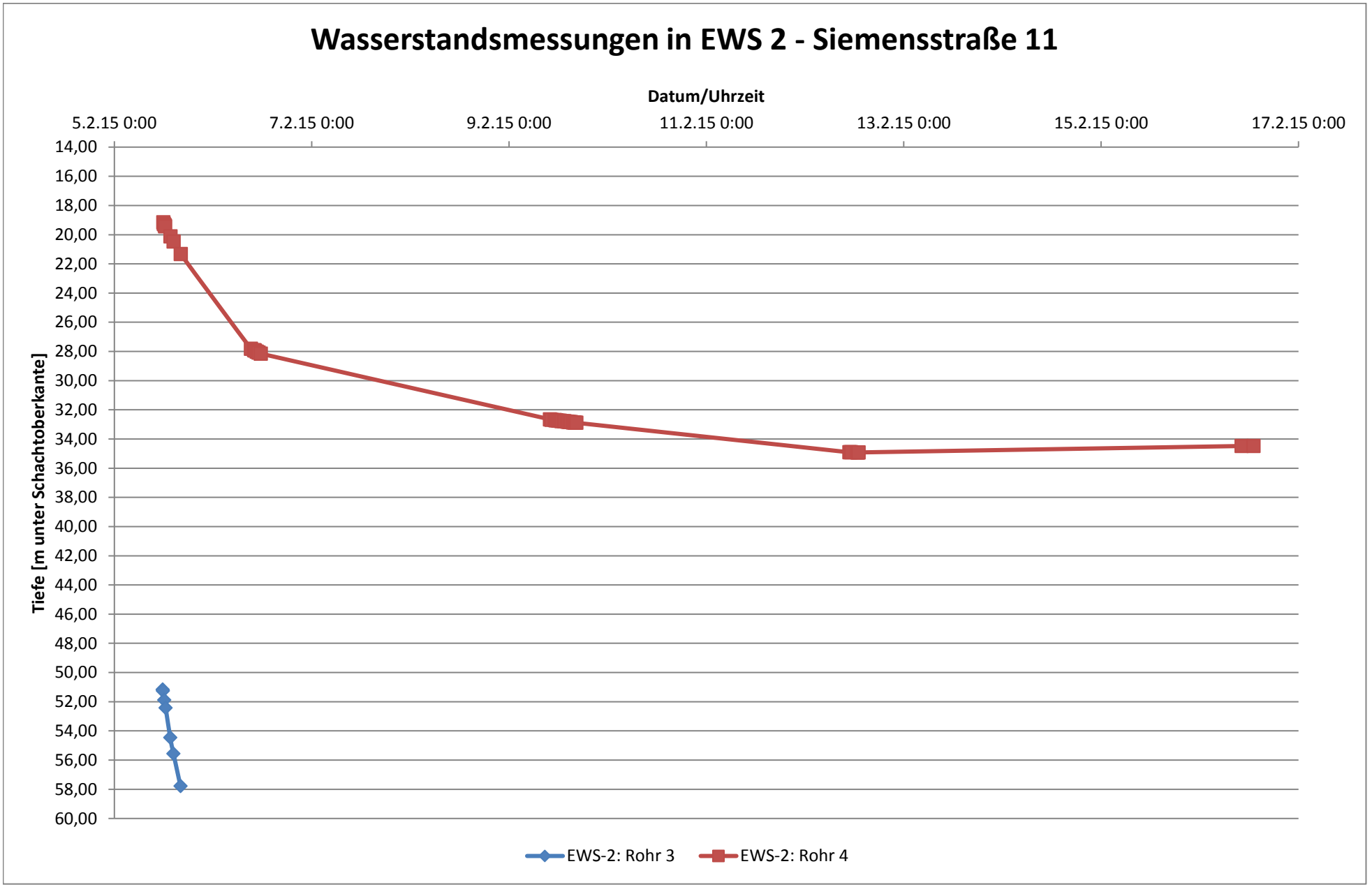
Projekt:	Hebungsrisse Böblingen	RWSP [m u. POK]:	32.09
Ort:	Böblingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	B 1	Versuchstyp:	Injektionsversuch
Startdatum:	17.3.2015	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	50 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Datenlogger
Ausbaudurchmesser:	DN 125	Packersitz:	ohne
Versuchsende:	20.3.2015	Filter:	45 - 50 m

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik




Wasserstandsmessungen in EWS 1 - Siemensstraße 11
Datum/Uhrzeit
5.2.15 0:00
7.2.15 0:00
9.2.15 0:00
11.2.15 0:00
13.2.15 0:00
15.2.15 0:00
17.2.15 0:00
Tiefe [m unter Schachtoberkante]
45,00
50,00
55,00
60,00
65,00
70,00
75,00
80,00
85,00
90,00
95,00
100,00
105,00
110,00
115,00
120,00
125,00
EWS-1: Rohr 2
EWS-1: Rohr 1

Wasserstandsmessungen in EWS 2 - Siemensstraße 11



EWS-Kennung: EWS-1
Auftraggeber: Landratsamt Böblingen
Betreuung Vorort: Herr Branscheid (Prof. Dr-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH)
Auftragsnehmer: terratec Büro f. Geologie und Geophysik GbR
Schillerstraße 3, 79423 Heitersheim
Projekt: Wassserstandsmessungen EWS-Siemensstraße, Böblingen
Projekt-Nr. terratec: 555-2015
Messung am: 05.02.2015; 06.02.2015; 09.02.2015; 12.02.2015; 16.02.2015
Durchführung: Gracia, Pohl, Fischer, Lüke, Glasnak
Bezugspunkt: *EWS1: Rohroberkante: Rohr1: 0,63cm, Rohr2: 0,61cm unter GOK/Schachtoberkante*

EWS-1: Rohr 1

Tiefe Wasserspiegel (m)	Uhrzeit St. : Min.	Datum	Datum / Uhrzeit	Geschw. m/min	Tiefe Wasserspiegel unter SOK (m)	Bemerkungen
52,25	10:23	05.02.15	5.2.15 10:23		51,62	Vortag 16 Uhr: letzte Auffüllung, Hahn geschlossen Vakuumbildung
52,35	10:25	05.02.15	5.2.15 10:25	0,050	51,72	
53,58	11:06	05.02.15	5.2.15 11:06	0,030	52,95	
57,04	14:43	05.02.15	5.2.15 14:43	0,016	56,41	
57,06	14:53	05.02.15	5.2.15 14:53	0,002	56,43	
57,12	15:05	05.02.15	5.2.15 15:05	0,005	56,49	Sensor mit weißer Masse verstopft
57,02	16:16	05.02.15	5.2.15 16:16	-0,001	56,39	Sensor mit weißer Masse verstopft
57,20	8:46	06.02.15	6.2.15 0:00	?	56,57	Über Nacht Hahn offen; >57,20m
						Ende Befahrbarkeit: 57,20 m
57,28	10:15	09.02.15	9.2.15 10:15		56,65	K. Wasser ENDE > 57,28 m

EWS-1: Rohr 2

Tiefe Wasserspiegel (m)	Uhrzeit St. : Min.	Datum	Datum / Uhrzeit	Geschw. m/min	Tiefe Wasserspiegel unter SOK (m)	Bemerkungen
51,09	9:52	05.02.15	5.2.15 9:52		50,48	Vortag 16 Uhr: letzte Auffüllung, Hahn geschlossen Vakuumbildung
51,80	10:10	05.02.15	5.2.15 10:10	0,039	51,19	
53,84	11:12	05.02.15	5.2.15 11:12	0,033	53,23	
54,01	11:19	05.02.15	5.2.15 11:19	0,024	53,40	
54,18	11:25	05.02.15	5.2.15 11:25	0,028	53,57	
54,31	11:31	05.02.15	5.2.15 11:31	0,022	53,70	
54,52	11:37	05.02.15	5.2.15 11:37	0,035	53,91	
55,79	12:35	05.02.15	5.2.15 12:35	0,022	55,18	
56,61	13:19	05.02.15	5.2.15 13:19	0,019	56,00	
57,10	13:46	05.02.15	5.2.15 13:46	0,018	56,49	
57,50	14:07	05.02.15	5.2.15 14:07	0,019	56,89	
57,63	14:15	05.02.15	5.2.15 14:15	0,016	57,02	
57,85	14:31	05.02.15	5.2.15 14:31	0,014	57,24	
58,54	15:16	05.02.15	5.2.15 15:16	0,015	57,93	
59,09	15:45	05.02.15	5.2.15 15:45	0,019	58,48	
59,64	16:28	05.02.15	5.2.15 16:28	0,013	59,03	
67,22	8:38	06.02.15	6.2.15 8:38	0,008	66,61	Über Nacht Hahn offen
67,27	9:19	06.02.15	6.2.15 9:19	0,001	66,66	
67,40	9:43	06.02.15	6.2.15 9:43	0,005	66,79	
67,53	10:06	06.02.15	6.2.15 10:06	0,006	66,92	
67,74	10:43	06.02.15	6.2.15 10:43	0,006	67,13	
67,81	11:01	06.02.15	6.2.15 11:01	0,004	67,20	
67,93	11:35	06.02.15	6.2.15 11:35	0,004	67,32	Ende Befahrbarkeit: 122,97 m
72,69	9:50	09.02.15	9.2.15 10:09		72,08	
72,76	10:44	09.02.15	9.2.15 10:44	0,001	72,15	
72,76	11:01	09.02.15	9.2.15 11:01	0,000	72,15	
72,71	11:15	09.02.15	9.2.15 11:15	-0,004	72,10	
72,71	11:30	09.02.15	9.2.15 11:30	0,000	72,10	Ausblassversuch
118,49	12:27	09.02.15	9.2.15 12:27		117,88	
118,16	12:32	09.02.15	9.2.15 12:32	-0,066	117,55	
117,83	12:39	09.02.15	9.2.15 12:39	-0,047	117,22	
117,48	12:49	09.02.15	9.2.15 12:49	-0,035	116,87	
117,22	12:59	09.02.15	9.2.15 12:59	-0,026	116,61	
116,98	13:09	09.02.15	9.2.15 13:09	-0,024	116,37	
116,72	13:21	09.02.15	9.2.15 13:22	-0,022	116,11	
116,53	13:31	09.02.15	9.2.15 13:31	-0,019	115,92	
116,36	13:40	09.02.15	9.2.15 13:40	-0,019	115,75	
116,17	13:52	09.02.15	9.2.15 13:52	-0,016	115,56	
116,02	14:02	09.02.15	9.2.15 14:02	-0,015	115,41	
115,86	14:13	09.02.15	9.2.15 14:13	-0,015	115,25	
115,74	14:22	09.02.15	9.2.15 14:22	-0,013	115,13	
115,61	14:32	09.02.15	9.2.15 14:32	-0,013	115,00	
115,46	14:41	09.02.15	9.2.15 14:41	-0,017	114,85	
115,31	14:53	09.02.15	9.2.15 14:53	-0,012	114,70	
115,21	15:03	09.02.15	9.2.15 15:02	-0,010	114,60	
115,10	15:12	09.02.15	9.2.15 15:02	-0,012	114,49	
115,00	15:21	09.02.15	9.2.15 15:21	-0,011	114,39	
114,88	15:32	09.02.15	9.2.15 15:32	-0,011	114,27	
114,76	15:42	09.02.15	9.2.15 15:42	-0,012	114,15	
114,66	15:52	09.02.15	9.2.15 15:52	-0,010	114,05	
114,56	16:02	09.02.15	9.2.15 16:02	-0,010	113,95	
114,46	16:12	09.02.15	9.2.15 16:12	-0,010	113,85	
114,35	16:23	09.02.15	9.2.15 16:23	-0,010	113,74	
97,39	10:00	12.02.15	12.2.15 10:00		97,39	
97,39	10:10	12.02.15	12.2.15 10:10	0,000	97,39	
97,38	10:15	12.02.15	12.2.15 10:15	-0,002	97,38	
97,37	10:30	12.02.15	12.2.15 10:30	-0,001	97,37	
97,26	11:20	12.02.15	12.2.15 11:20	-0,002	97,26	neuer Messanfang n. Umsetzen auf EWS2
97,26	11:30	12.02.15	12.2.15 11:30	0,000	97,26	
97,25	11:40	12.02.15	12.2.15 11:40	-0,001	97,25	
97,24	11:50	12.02.15	12.2.15 11:50	-0,001	97,24	
97,22	12:00	12.02.15	12.2.15 12:00	-0,002	97,22	
97,18	12:10	12.02.15	12.2.15 12:10	-0,004	97,18	
97,15	12:20	12.02.15	12.2.15 12:20	-0,003	97,15	
97,13	12:30	12.02.15	12.2.15 12:30	-0,002	97,13	
88,88	10:00	16.02.15	16.2.15 10:00		88,88	
88,88	13:02	16.02.15	16.2.15 13:02	0,000	88,88	

EWS-Kennung: EWS-2
Auftraggeber: Landratsamt Böblingen
Betreuung Vorort: Herr Branscheid (Prof. Dr-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH)
Auftragsnehmer: terratec Büro f. Geologie und Geophysik GbR
Schillerstraße 3, 79423 Heitersheim
Projekt: Wassserstandsmessungen EWS-Siemensstraße, Böblingen
Projekt-Nr. terratec: 555-2015
Messung am: 05.02.2015; 06.02.2015; 09.02.2015; 12.02.2015; 16.02.2015
Durchführung: Gracia, Pohl, Fischer, Lüke, Glasnak
Bezugspunkt: *EWS2: Rohroberkante: Rohr3: 0,15 cm, Rohr4: 0,15 cm* ***unter*** *GOK/Schachtoberkante*

EWS-2: Rohr 3

Tiefe Wasserspiegel	Uhrzeit	Datum	Datum / Uhrzeit	Geschw.	Tiefe Wasserspiegel unter SOK	Bemerkungen
(m)	St. : Min.			m/min	(m)	
51,01	11:44	05.02.15	5.2.15 11:44		51,16	Vortag 16 Uhr: letzte Auffüllung, Hahn geschlossen Vakuumbildung
51,10	11:47	05.02.15	5.2.15 11:47	0,030	51,25	
51,73	12:07	05.02.15	5.2.15 12:07	0,031	51,88	
52,26	12:28	05.02.15	5.2.15 12:28	0,025	52,41	
54,31	13:35	05.02.15	5.2.15 13:35	0,031	54,46	
55,40	14:22	05.02.15	5.2.15 14:22	0,023	55,55	
57,62	16:04	05.02.15	5.2.15 16:04	0,022	57,77	
58,90	08:59	06.02.15	6.2.15 8:59	?		Über Nacht Hahn offen, >58,90m
						Ende Befahrbarkeit: 58,90 m
58,7	10:53	09.02.2015	9.2.15 10:53			K.Wasser ENDE > 58,70 m

EWS-2: Rohr 4

Tiefe Wasserspiegel	Uhrzeit	Datum	Datum / Uhrzeit	Geschw.	Tiefe Wasserspiegel unter SOK	Bemerkungen
(m)	St. : Min.			m/min	(m)	
19,00	11:55	05.02.15	5.2.15 11:55		19,15	Vortag 16 Uhr: letzte Auffüllung, Hahn geschlossen Vakuumbildung
19,10	12:02	05.02.15	5.2.15 12:02	0,014	19,25	
19,20	12:14	05.02.15	5.2.15 12:14	0,008	19,35	
19,27	12:21	05.02.15	5.2.15 12:21	0,010	19,42	
19,96	13:40	05.02.15	5.2.15 13:40	0,009	20,11	
20,31	14:25	05.02.15	5.2.15 14:25	0,008	20,46	
21,18	16:09	05.02.15	5.2.15 16:09	0,008	21,33	
27,66	09:12	06.02.15	6.2.15 9:12	0,006	27,81	Über Nacht Hahn offen
27,76	09:59	06.02.15	6.2.15 9:59	0,002	27,91	
27,79	10:10	06.02.15	6.2.15 10:10	0,003	27,94	
27,86	10:38	06.02.15	6.2.15 10:38	0,003	28,01	
27,92	11:04	06.02.15	6.2.15 11:04	0,002	28,07	
28,00	11:36	06.02.15	6.2.15 11:36	0,002	28,15	
32,50	09:55	09.02.15	9.2.15 9:55		32,65	
32,53	10:19	09.02.15	9.2.15 10:19	0,0013	32,68	Ende Befahrbarkeit: 60,62 m
32,55	11:05	09.02.15	9.2.15 11:05	0,0004	32,70	
32,56	11:18	09.02.15	9.2.15 11:18	0,0008	32,71	
32,57	11:30	09.02.15	9.2.15 11:30	0,0008	32,72	
32,59	11:58	09.02.15	9.2.15 11:58	0,0007	32,74	
32,6	12:20	09.02.15	9.2.15 12:20	0,0005	32,75	
32,62	12:47	09.02.15	9.2.15 12:47	0,0007	32,77	
32,63	13:20	09.02.15	9.2.15 13:20	0,0003	32,78	
32,64	13:33	09.02.15	9.2.15 13:33	0,0008	32,79	
32,66	14:03	09.02.15	9.2.15 14:03	0,0007	32,81	
32,67	14:24	09.02.15	9.2.15 14:24	0,0005	32,82	
32,68	14:43	09.02.15	9.2.15 14:43	0,0005	32,83	
32,69	15:03	09.02.15	9.2.15 15:03	0,0005	32,84	
32,71	15:32	09.02.15	9.2.15 15:32	0,0007	32,86	
32,72	15:52	09.02.15	9.2.15 15:52	0,0005	32,87	
32,73	16:06	09.02.15	9.2.15 16:06	0,0007	32,88	
32,74	16:22	09.02.15	9.2.15 16:22	0,0006	32,89	
34,91	10:45	12.02.15	12.2.15 10:45		34,91	
34,91	11:00	12.02.15	12.2.15 11:00	0,0000	34,91	
34,91	11:15	12.02.15	12.2.15 11:15	0,0000	34,91	
34,92	12:40	12.02.15	12.2.15 12:40	0,0001	34,92	
34,92	12:50	12.02.15	12.2.15 12:50	0,0000	34,92	
34,92	13:00	12.02.15	12.2.15 13:00	0,0000	34,92	
34,48	10:10	16.02.15	16.2.15 10:10		34,48	
34,48	13:02	16.02.15	16.2.15 13:02	0,0000	34,48	

G • T • C GEOTECHNIK • GEOTHERMIE • HYDROGEOLOGIE • UMWELTTECHNOLOGIE

Enhanced Geothermal Response Test
Kurz-EGRT – Siemensstr. 11, Böblingen
EWS1
sowie Temperaturmessungen in EWS1 und EWS2

Faseroptische Temperaturmessungen vom 25. bis 26.08.2015

Auftraggeber:

Landratsamt Böblingen
Wasserwirtschaft

Bearbeiter GTC:

Dipl.-Geophys. J. Dornstädter
Dipl.-Geophys. Ph. Heidinger

GTC Kappelmeyer GmbH
Heinrich-Wittmann-Straße 7a
76131 Karlsruhe
Tel. 0721/60008
Fax 0721/60009

Einleitung

Nach der Sanierung der Erdwärmesonden EWS1 und EWS2 in der Siemenstrasse 11 in Böblingen wurden dort noch geringe Wasseraufnahmen in den geschlitzten Sondenrohren festgestellt. Zur Detektion der Austrittsstelle(n) wurden Temperaturmessungen und ein Aufheizversuch (Kurz-EGRT) während definierter und konstanter hydraulischer Verhältnisse durchgeführt.

EWS1: konstantes Auffüllen der Sondenrohre bis ROK mit ca. 0,1 L/min (Rohr 1) und ca. 0,15 L/min (Rohr 2) ab dem 25.08.2015 gegen 11:30 Uhr[1] bis zum 26.08.2015 gegen 7:15.

EWS2: Versickerungsversuch in den Sondenrohren 3 und 4 am 26.08. gegen 8:00 mit dem Ergebnis äußerst geringer Wasseraufnahmen von ca. 1,5 L/h je Rohr, also nur 0,025 L/min.

Die permanenten Temperaturmessungen in der EWS1 erfolgten von 25.08. 11:32 bis 26.08.2015 7:12 Uhr. Die Aufheizung (Heat pulse, Kurz-EGRT) erfolgte am 25.08. von 14:05 bis 16:31 Uhr.

Zusammenfassung

Die sehr geringen Wasseraufnahmen in der EWS1 führten zu keinen signifikanten Temperaturänderungen, auch die Auswertung des Kurz-EGRTs ergab keine eindeutigen Hinweise auf Austrittsstellen. Die Austrittsmengen liegen somit unterhalb der Nachweisgrenze des Verfahrens.

Da die Wasseraufnahmen in der EWS2 noch eine Größenordnung unterhalb denen von der EWS1 lagen, wurde auf einen weiteren länger andauernden Versickerungsversuch mit permanenten Temperaturmessungen und Kurz-EGRT in der EWS2 verzichtet.

In den Absolut-Temperaturmessungen sind weiterhin noch Angleichvorgänge seit Beendigung der Sanierung erkennbar.

[1] Alle Zeitangaben in UTC +01:00 , d.h. MEZ (nicht Sommerzeit)

Temperaturmessungen

EWS1 – Versickerungsversuch

In EWS1 wurden definierte, konstante hydraulische Verhältnisse geschaffen: konstantes Auffüllen der Sondenrohre bis Rohroberkante (ROK) mit ca. 0,1 L/min (Rohr 1) und ca. 0,15 L/min (Rohr 2) ab dem 25.08.2015 gegen 11:30 Uhr bis zum 26.08.2015 gegen 7:15. Die Temperaturentwicklung während des Versuchs wurde durch ein faseroptisches Messsystem in Rohr 3 erfasst. In Abbildung 1 werden die Anfangs- und Endtemperaturen im Sondenrohr 3 verglichen. Es sind keine Temperaturänderungen oberhalb der Messgenauigkeit des DTS-Gerätes erkennbar. Dieses Fehlen von signifikanten Temperaturänderungen ist durch einen stattfindenden Temperaturangleich des versickernden Wassers während der Versickerung erklärbar. In den Sondenrohren, die befüllt wurden, wurde die Temperaturentwicklung mit jeweils einem Pt100 Sensor überwacht, in Rohr 1 in 5 m Tiefe und in Rohr 2 in 15 m Tiefe. Die Temperaturentwicklungen dieser beiden Sensoren sind in Abbildung 2 gezeigt. Zu Beginn sind kurzeitig sehr hohe Temperaturen erkennbar, da die Zuleitung zeitweise direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt war und das sich darin befindliche Wasser erwärmt hat. Die Temperaturen in 15 m Tiefe zeigen generell um mehrere Grad kältere Werte als in 5 m Tiefe. Wenn also bei diesen geringen Versickerungsmengen innerhalb von nur 10 m Versickerungslänge ein Angleich um etwa 3 bis 4 °C stattfindet, so wird in den interessierenden Tiefenbereichen ab etwa 50 m Teufe das Wasser bereits die lokale Umgebungstemperatur angenommen haben. Somit liegt die aufgenommene Versickerungsrate unterhalb der Nachweisgrenze des Verfahrens.

EWS1 - Heat-Pulse Messung (Kurz-EGRT)

Am 25.08.2015 wurden mit dem faseroptischen Messsystem in der EWS1 Messungen nach der Heat-Pulse Methode durchgeführt. Die Temperaturentwicklung im Glasfaserkabel wurde während der gesamten Dauer des Tests quasikontinuierlich aufgezeichnet. Das Hybridkabel in EWS1 wurde von 14:05 bis 16:31 Uhr für knapp 2,5 Stunden aufgeheizt. Über diesen Zeitraum wurde der Bohrung eine konstante Heizleistung von 13,33 W/m zugeführt.

Die durch das Heizen hervorgerufene Temperaturstörung dringt in das das Kabel umgebende Material ein. Die vergleichsweise kurze Aufheizdauer bei einem Kurz-EGRT reicht aus, damit die künstlich erzeugte Temperaturstörung den Bohrlochrand erreicht und somit aus dem Aufheiz- bzw. Abklingverhalten eine thermische Bohrlocheigenschaft bestimmt werden kann. Diese Bohrlocheigenschaft vereinigt die thermischen Eigenschaften der Bohrung, also Sondenrohre, Inhalt der Sondenrohre, Hinterfüllung, und je nach Position des Hybridkabels auch das angrenzende Erdreich. Die Einheit ist analog der Wärmeleitfähigkeit: W/m/K. Die Erfahrung zeigt, dass bei einer Auswertung der Daten bis 45 Minuten nach Einschalten der Heizung, die Bohrung das Ergebnis dominiert. Werden Daten darüber hinaus verwendet, so steigt mit zunehmenden Zeiten der Einfluss des angrenzenden Erdreichs. Zum Vergleich, um beim EGRT die thermischen Eigenschaften des ungestörten Erdreichs zu bestimmen, wird in

der Regel insgesamt 3 bis 3,5 Tage aufgeheizt und es werden erst Daten ab 10-12 Stunden nach Beginn der Aufheizung verwendet.

In Abbildung 3 sind die Ergebnisse für die Bohrung selbst und etwas darüber hinaus (unmittelbar angrenzendes Erdreich) gezeigt. Zum Vergleich wurden die Ergebnisse des Kurz-EGRTs vom 30.01.2015 hinterlegt. Der Kurz-EGRT vom 30.01.2015 geschah ohne Versickerung, während der aktuelle Kurz-EGRT mit einer Versickerung von ca. 0,1 und 0,15 L/min in den daneben liegenden Sondenrohren durchgeführt wurde. Ein Vergleich der Ergebnisse sollte im Fall einer signifikanten Leckage durch austretendes Wasser und damit eingehender zusätzlicher konvektiver Wärmeleitung lokal erhöhte Werte der Bohrlocheigenschaft zeigen. Doch auch hier sind keine signifikanten Anomalien erkennbar. Anmerkung, die Ergebnisse des Kurz-EGRT vom 30.01.2015 zeigen kleinräumigere Schwankungen als die „glattere“ aktuelle Kurve. Der Grund sind unterschiedliche verwendete DTS-Geräte. Das Gerät vom 30.01.2015 hatte eine räumliche Auflösung von 25 Zentimetern, das Gerät vom aktuellen Versuch 1 Meter.

Ungestörte Endtemperaturen

Zum Ende der Messungen wurden die bestehenden Temperaturverteilungen in den Bohrungen EWS1 und EWS2 (siehe Abbildungen 4 und 5 im Anhang) erfasst, in die Abbildungen mit eingefügt wurden jeweils zwei vorangegangene Temperaturmessungen.

Die geringe Menge der Versickerung in EWS1 führte zu keinen signifikanten Temperaturänderungen, bzw. auch zu keiner Änderung der thermischen Bohrlocheigenschaften. Die Stelle(n) der Ausströmung des Wassers aus den Sondenrohren in das Erdreich konnte deshalb nicht detektiert werden, sie liegen unterhalb der Nachweisgrenze des Verfahrens.

Da die Versickerungsraten in der EWS2 noch eine Größenordnung unterhalb der von EWS1 lag, wurde auf einen weiteren Versickerungsversuch mit Temperaturmessungen und Kurz-EGRT in der EWS2 verzichtet.

In den Absolut-Temperaturmessungen sind weiterhin noch Angleichvorgänge seit Beendigung der Sanierung erkennbar.

Karlsruhe, den 28.08.2015

GTC Kappelmeyer GmbH

Philipp Heidinger

Jürgen Dornstädter

Anhang

Abbildung 1

Versickerungsversuch in der EWS1 in der Siemenstrasse 11, Böblingen
Temperatur-Tiefenprofile zu Beginn (25.08.15) und am Ende des Versuchs (26.08.15)

Abbildung 2

Versickerungsversuch in der EWS1 in der Siemenstrasse 11, Böblingen
Temperaturentwicklung der beiden Temperatursensoren in den Versickerungsrohren

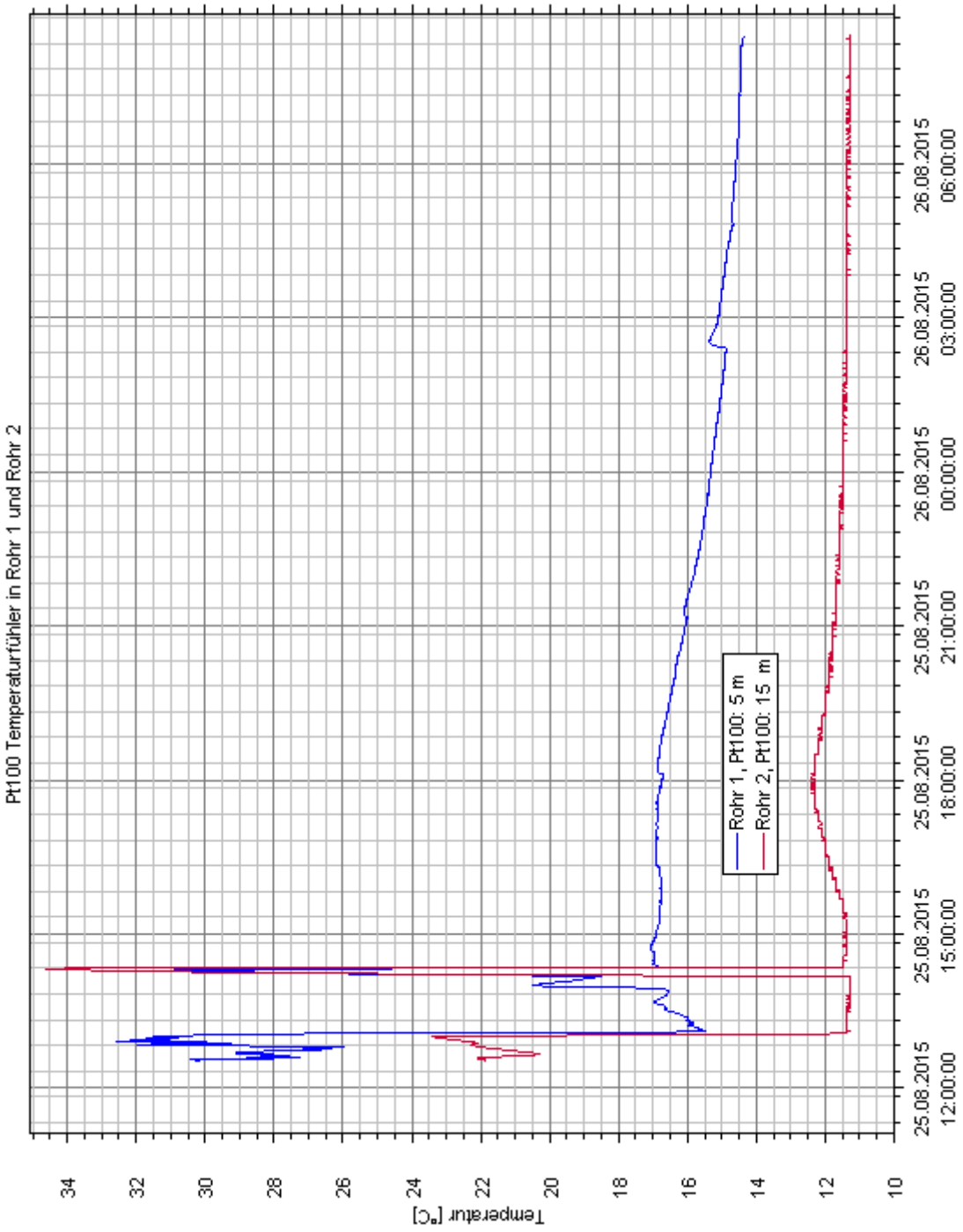


Abbildung 3

Kurz-EGRT in der EWS1 in der Siemenstrasse 11, Böblingen
Vergleich der Ergebnisse ohne Versickerung (30.01.2015) mit denen mit Versickerung (25.08.2015)

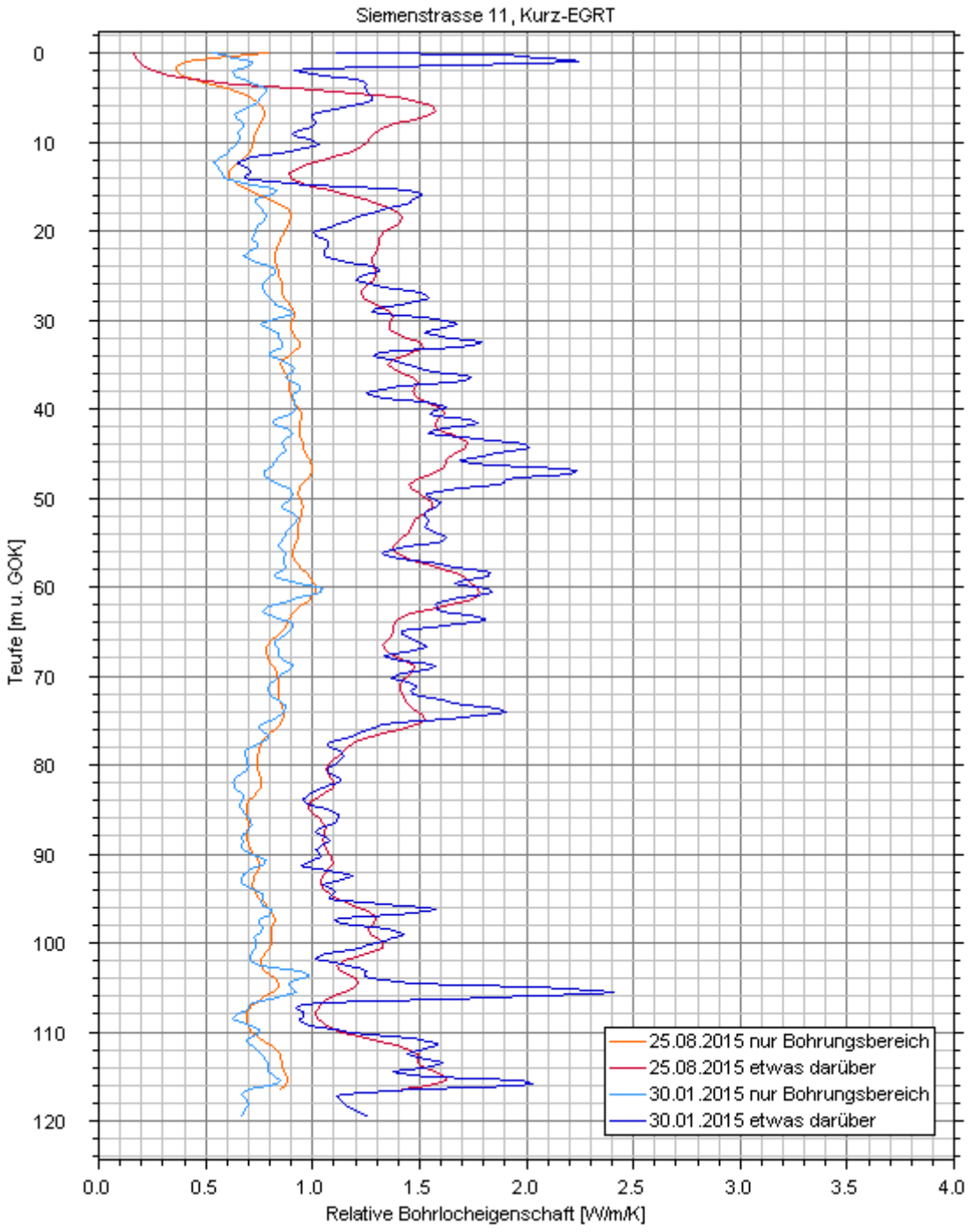


Abbildung 4

Temperatur-Tiefenprofile der EWS1 in der Siemenstrasse 11, Böblingen
Ein Profil vor der Sanierung, zwei danach

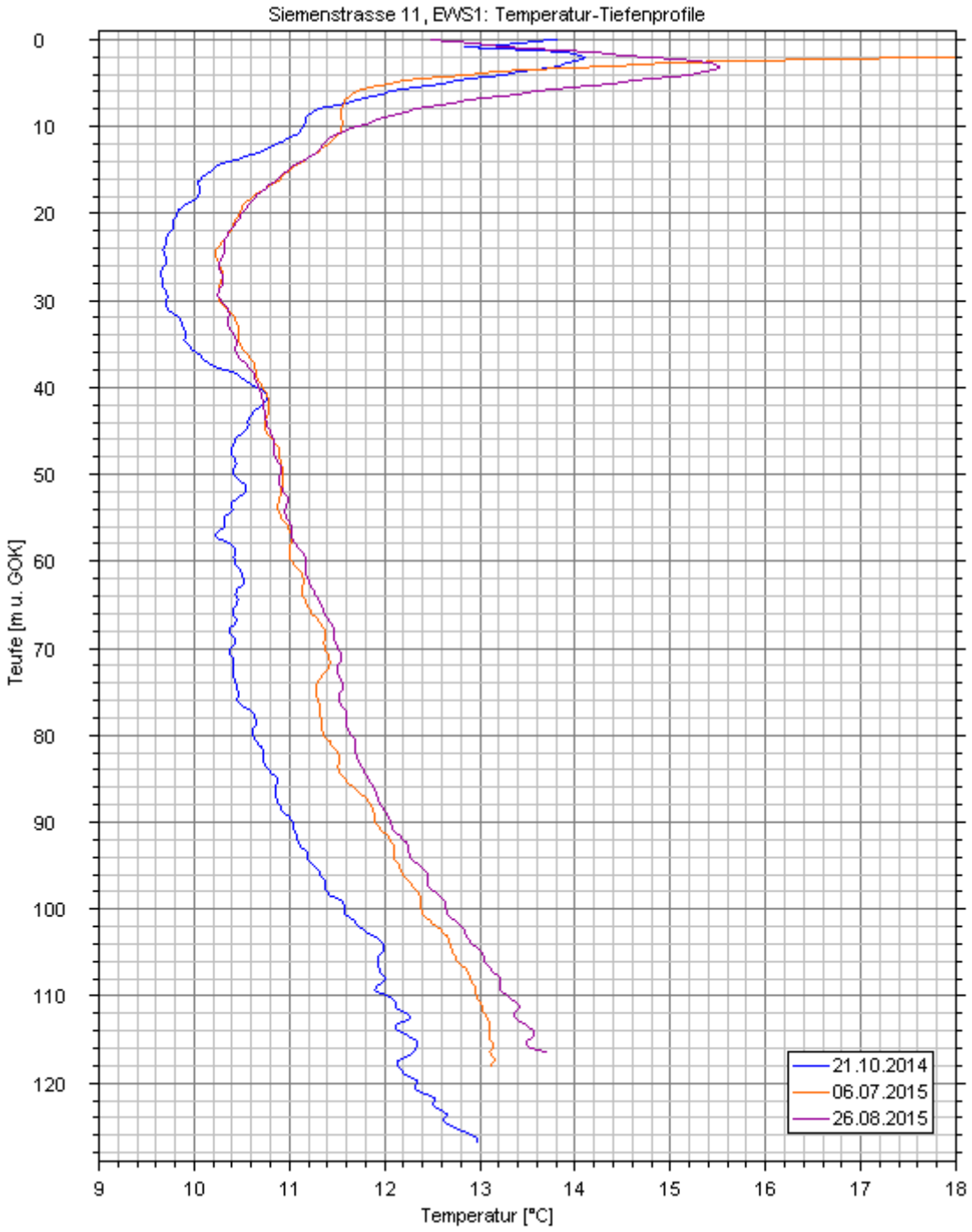


Abbildung 5

Temperatur-Tiefenprofile der EWS2 in der Siemenstrasse 11, Böblingen
Ein Profil vor der Sanierung, zwei danach

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

EWS 1+2

Tages-, Schneid- und Injektionsberichte sowie Schreiberprotokolle

Fa. Keller

Tagesbericht

Nr.	1	Baustelle Nr.	63/16/0087

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							13.10.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	6.1. Allgemeine Baustelleneinrichtung
4	
5	Antransport von Geräten
6	
7	Vorbereitung der Elektroinstallation
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 20 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	2	Baustelle Nr.	63/16/0087

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						14.10.2014	X		Böblingen

KELLER

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	6.1.Allgemeine Baustelleneinrichtung
4	
5	
6	
7	Installation der elektr. Anlage
8	
9	Verlegen der Wasser - und Stromleitungen
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	Befahrungsversuch EWS 2: Nur ein Rohr auf 128,20 m befahrbar (Sonde 11,1 mm /120 lang)
17	Befahrung muss nach Spülung der Sondenrohre fortgesetzt werden
18	Zeitaufwand : 2 Mannstunden
19	
20	
21	Für die Demontage des Zaunes am Haus 11 : 5 Mannstunden (Pos.6.11)
22	Für Abbruch und Zwischenlagern Sandsteinmauerwerk : 3 Mannstunden (Pos. 6.11)
23	Für Erdarbeiten im Bereich der EWS : 4 Mannstunden
24	Standrohr von Fa. Burkhard übernommen : Stand 39 cbm
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 7 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	3	Baustelle Nr.	63/16/0087

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					15.10.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	Schachtabdeckung an EWS 1 hergestellt (Pos.6.4)
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	Versuch horizontale EWS Rohre mit Kettenzug zu Bergen (ohne Erfolg)
17	3 Mannstunden
18	
19	Prüfung der elektr.Anlage durchgeführt
20	
21	Erdarbeiten an beiden Sonden und am Weg (4 Mann x 4 h =16 Mannstunden)
22	1 Mulde für Aushub geestellt
23	
24	Hochdruckschneidanlage geliefert und aufgebaut
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 9 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid ; Hr. Stenacker , Hr.Adler

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	4	Baustelle Nr.	63/16/0087

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				16.10.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	Vorbereitung der EWS 1 u.2 gemäß gem.Pos. 6.4. / 6.5.
5	
6	
7	Überprüfen der Befahrbarkeit der Sondenrohre (siehe Protokoll)
8	
9	Befahrbarkeit mit Spülvorgängen und Überdruck teilweise verbessert
10	(11:00 Uhr - 18:00 Uhr)
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: regen Temp.: 18 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

HR:Brandscheid ;Hr.Uhlendahl

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. **5**

Baustelle Nr. 63/16/0087

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			17.10.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	
6	Überprüfen der Befahrbarkeit der Sondenrohre (siehe Protokoll)
7	
8	Befahrbarkeit mit Spülvorgängen und Überdruck teilweise verbessert
9	(07:00 Uhr - 11:00 Uhr)
10	
11	
12	
13	Bespechungscontainer angeliefertund aufgestellt
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 11:00 Uhr/Wetter: regen Temp.: 12 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. **6**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							20.10.2014	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	Schneidversuche zur Ermittlung der Arbeitsparameter durchgeführt
5	
6	07:00 Uhr - 18:00 Uhr = 1,1 Schichten (Pos.6.6)
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	100 kg Sika - Unterwassercompount 11 geliefert
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 16 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung siehe Protokoll

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. 7

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						21.10.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : Stadt Staufen

1	
2	
3	Schneidversuche zur Ermittlung der Arbeitsparameter durchgeführt
4	
5	07:00 Uhr - 18:00 Uhr = 1,0 Schichten (Pos.6.6)
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 7 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Adler

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. **8**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					22.10.2014	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : Stadt Staufen

1	
2	
3	
4	
5	Schneidversuche zur Ermittlung der Arbeitsparameter durchgeführt
6	
7	07:00 Uhr - 18:00 Uhr = 1,1 Schichten (Pos.6.6)
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	Herstellen eines Arbeitsweges zwischen den Sonden 1 und 2 für den Einsatz der
22	Hochdruckschneidhaspel
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 9 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid , Fr.Müller(LFZG)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	9	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				23.10.2014	X		Böblingen

KELLER

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : Stadt Staufen

1	
2	
3	
4	Vorbereitung für den Versuchsaufbau "Schneid -und Injektionstest"
5	
6	
7	Durchführung des Versuches inclusive aller Nebenarbeiten
8	
9	07:00 Uhr - 16:00 Uhr = 0,9 Schichten (Pos.6.6)
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Zementverbrauch 0,2 to
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 16:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 18 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	10	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			24.10.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : Stadt Staufen

1	
2	
3	
4	
5	Überstundenausgleich
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 11:00 Uhr/Wetter: regen Temp.: 12 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	11	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							27.10.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
4	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 20:30 Uhr = 1,35 Schichten
5	
6	Schneiden der EWS 1: Schnitte von 128,70 m - 128,40 m
7	WD - Test durchgeführt: Aufnahme größer 50 ltr
8	
9	Injektion der Stufe mit 970 ltr. Suspension (bis Aufnahmevolumen unter1 ltr/min) .
10	Anschließend "Umlaufpumpen" und Reinigen
11	
12	Aufnahme ca. 970 ltr.
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Zementverbrauch : 1,30 to
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 20:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 16 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung siehe Protokoll

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **11**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1 - 4	27.10.	128,70	128,40	ca.v.10:00 -		
1 - 4	27.10.	128,70	128,45	11:30 Uhr		Schnitt nur 25 cm wg.Spülungsverlust
				11:35 - 11:45		WD-Test: Aufnahme größer 50 ltr
				13:20 - 17:50	970	
	28.10.	128,90		Befahrbarkeit		mit Spülmaus

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,75	1,74	1,78					
Marshzeit	sec.	68	68	70					
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **12**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						28.10.2014	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
4	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 -19:00 Uhr = 1,20 Schichten
5	
6	
7	Schneiden der EWS 1: Schnitte von 127,20 m - 123,90 m
8	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
9	
10	
11	Versiegelungsinjektion durchgeführt Aufnahme ca. 10 ltr.
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Zählerstand Elt : 3799
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 19:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **12**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1 / 4	28.10.	127,20	126,90	1.Schnitt		
				2.Schnitt		WD - Test keine Aufnahme (10:10 - 11:00)
				08:30 - 10:00		
1 / 4	28.10.	125,70	125,40	1.Schnitt		
				2.Schnitt		WD - Test keine Aufnahme (12:19 - 13:09)
				11:00 - 12:10		
1 / 4	28.10.	124,20	123,90	1.Schnitt		
				2.Schnitt		WD - Test keine Aufnahme (14:43 - 15:33)
				13:15 - 14:30		
1 / 4	28.10.			16:00 - 18:45	10	Versiegelungsinjektion

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,73							
Marshzeit	sec.	62							
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **13**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					29.10.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
5	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 -18:00 Uhr = 1,00 Schichten
6	
7	
8	Schneiden der EWS 1: Schnitte von 122,70 m - 122,40 m
9	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
10	
11	Bei der Ausführung des 2.Schnittes teilweiser Spülungsverlust
12	Nach sofortigen Abbruch der Schneidarbeiten wurde ein Festsitzen des Schneidschlauches
13	im EWS - Rohr festgestellt.
14	Die anschließenden Bergungsversuche endeten mit einem Abriss des Hochdruck-
15	schneidschlauches. Im Sondenrohr verblieben 93 m Schlauch .
16	Bauleitung und Auftraggeber umgehend informiert
17	**Mit Lot ermitteltes Schlauchende bei 35 ,40 m unter OKG**
18	
19	
20	
21	Gamma der Suspension mit W/Z =0,65 wurde mit 1,75 kg / ltr.ermittelt
22	
23	Vorbereitung für den Versuchsaufbau "Schneidtest
24	mit 7,2 mm Düse
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 9 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Besprechung mit Hr.Brandscheid , Hr.Steinacker,Hr.Weinbrecht,Hr.Adler.Es wurde festgelegt das auf Grund der neuen Situation (Verlust des Rohres 4) in den nächsten Tagen Versuche mit der 7,1 mm Düse und längeren Schläuchen durch zu führen.

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **13**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	29.10.	122,70	122,40	1.Schnitt		
4	29.10.	122,70	122,50	2.Schnitt		Schneidschlauch im Rohr verklemmt
				08:00 - 09:00		abgerissen beim Bergungsversuch
						WD - Test keine Aufnahme (13:30 - 14:20)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **14**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				30.10.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	Vorbereitung für den Versuchsaufbau "Schneidtest
5	mit 7,2 mm Düse
6	
7	Schneidtest mit 7,2 mm Düse durchgeführt mit den Schlauchlängen 80 m bis 30 m
8	(noch keine befriedigenden Ergebnisse)
9	
10	Durchführung des Versuches inclusive aller Nebenarbeiten
11	07:00 Uhr - 18:00 Uhr = 1,0 Schichten (Pos.6.6)
12	
13	Umläufigkeit EWS 1 Rohr 1 - 2 nach Rücksprache mit Hr. Brandscheid getestet
14	25 ltr/min bei 2 - 3 bar
15	Ausloten der zugänglichen EWS Rohre (siehe Bericht)
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. **15**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			31.10.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	Schneidtest mit 7,2 mm Düse durchgeführt mit den Schlauchlängen 20 m bis 30 m
6	(20 m teilweise befriedigende Schnitte erzielt)
7	
8	Messkabel aus EWS 1 Rohr 2 ausgebaut und in Rohr 1 eingebaut
9	
10	Befahrbarkeit Rohr 2 unverändert bei 128,40 m mit Klemmstelle bei 47,20 m
11	
12	Zugversuche am 11 mm Schlauch werden auf dem Bauhof in Renchen durchgeführt
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 17:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 12 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	Baustelle Nr.
16	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							03.11.2014	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Schneidtest mit 7,2 mm Düse durchgeführt mit den Schlauchlängen 20 m bis 40 m
4	bis Schlauchlängen von 40 m gute Schneidergebnisse
5	
6	Durchführung des Versuches inclusive aller Nebenarbeiten
7	07:00 Uhr - 18:00 Uhr = 1,0 Schichten (Pos.6.6)
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	Messkabel aus EWS 2 Rohr 2 ausgebaut und in Rohr 1 eingebaut
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 16 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung siehe Protokoll

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. **17**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						04.11.2014	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Schneidtest mit 7,2 mm Düse durchgeführt mit den Schlauchlängen 50 m bis 60 m
4	keine befriedigenden Ergebnisse
5	
6	Durchführung des Versuches inclusive aller Nebenarbeiten
7	07:00 Uhr - 18:00 Uhr = 1,0 Schichten (Pos.6.6)
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	Da die eingesetzte Hochdruckpumpe in den Versuchsreihen an ihrer Druckobergrenze gelangt
23	ist,wurde eine 2. Hochdruckpumpe angefordert (mehr bar weniger Liter)
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid informiert sich über den Stand der Arbeiten

Hr.Binde;Hr.Adler

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	18	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					05.11.2014	X		Böblingen

KELLER

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	2.Hochdruckpumpe für Versuche angeliefert
5	Ver - und Entsorgungsleitungen neu verlegt
6	
7	
8	Schneidtest mit 7,2mm Düse und 50 m Schlauchlänge durchgeführt
9	noch keine befriedigenden Ergebnisse / Schlauch an der Druckgrenze
10	
11	
12	
13	Durchführung des Versuches inclusive aller Nebenarbeiten
14	07:00 Uhr - 18:00 Uhr = 1,0 Schichten (Pos.6.6)
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 9 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. **19**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				06.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	Schneidtest mit 7,2mm Düse und 50 m Schlauchlänge durchgeführt
5	noch keine befriedigenden Ergebnisse / Schlauch an der Druckgrenze
6	
7	
8	
9	Durchführung des Versuches inclusive aller Nebenarbeiten
10	07:00 Uhr - 18:00 Uhr = 1,0 Schichten (Pos.6.6)
11	
12	
13	Verschiedene Versuche durchgeführt um den 7,2 mm Schlauch in das Rohr 3 und 2
14	ein zu führen . Nur im Rohr 2 war dies möglich
15	
16	
17	
18	
19	Informationstafeln geliefert und an 3 Stellen angebracht
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	20	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			07.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	
6	Überstundenausgleich
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 17:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 12 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. **21**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							10.11.2014	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Schneidtest mit DN 2 und DN 3 - Schläuchendurchgeführt mit Schlauchlängen bis 60 m
4	(keine befriedigenden Ergebnisse)
5	
6	Durchführung des Versuches inclusive aller Nebenarbeiten
7	07:00 Uhr - 18:00 Uhr = 1,1 Schichten (Pos.6.6)
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 12 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung siehe Protokoll

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	22	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						11.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Schneidtest mit DN 3 (DN4)- Schläuchen durchgeführt mit Schlauchlängen bis 60 m
4	(keine befriedigenden Ergebnisse)
5	
6	Durchführung des Versuches inclusive aller Nebenarbeiten
7	07:00 Uhr - 18:30 Uhr = 1,1 Schichten (Pos.6.6)
8	
9	
10	Befahrbarkeit der Sondenrohre mit der Schlauchkombination 60 m DN 3 mit Düse
11	verlängert mit 150 m DN 4 (siehe Protokoll)
12	
13	Beim Versuch ein Zugseil in Rohrpaar 3 / 4 der EWS 2 ein zu bringen Seil verklemmt
14	Bergungsversuche 18:30 Uhr abgebrochen (werden am 12.11. fortgesetzt)
15	
16	
17	Bohrloch der EWS 1 im oberen Bereich mit Tonkugeln aufgefüllt um ein Eindringen von
18	wrmen Schneidwasser zu minimieren
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid informiert sich telef. über den Stand der Arbeiten

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. **23**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					12.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Schneidtest mit DN 3 (DN4)- Schläuchen durchgeführt mit Schlauchlängen bis 60 m
4	Arbeitsparameter für erfolgreichen Schnitt ermittelt
5	Rückstoßdüse muss aber noch verändert werden um Rohrbeschädigungen zu minimieren
6	
7	
8	
9	Durchführung des Versuches inclusive aller Nebenarbeiten
10	07:00 Uhr - 18:00 Uhr = 1,1 Schichten (Pos.6.6)
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	Bergung des Zugseiles EWS 2 erfolgreich durchgeführt.
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 9 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. **24**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				13.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	Schneidtest mit DN 3 (DN4)- Schläuchen durchgeführt mit Schlauchlängen v. 80 m(+ 50 m)
5	Arbeitsparameter für erfolgreichen Schnitt ermittelt
6	Rückstoßdüse muss aber noch verändert werden um Rohrbeschädigungen zu minimieren
7	
8	
9	Durchführung des Versuches inclusive aller Nebenarbeiten
10	07:00 Uhr - 18:30 Uhr = 1,1 Schichten (Pos.6.6)
11	
12	
13	
14	
15	
16	Befahrung EWS 1 Rohr 2 auf 124 m mit 80 m Schlauch DN 3 und 50m Schlauch DN 4
17	bis auf 124 m durchgeführt
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid informiert sich über den Stand der Arbeiten

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	25	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			14.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	Schneidtest mit DN 3 (DN4)- Schläuchen durchgeführt mit Schlauchlängen v. 80 m(+ 50 m)
3	Arbeitsparameter für erfolgreichen Schnitt ermittelt
4	
5	
6	Schneid -und Injektionsversuch in KG - Rohr durchgeführt
7	
8	
9	
10	
11	
12	Durchführung des Versuches inclusive aller Nebenarbeiten
13	07:00 Uhr - 16:00 Uhr = 0,9 Schichten (Pos.6.6)
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 16:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 12 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid;Hr.Steinacker

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	26	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							17.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Befahrung EWS 2 Rohr 3 und 4 je 128,30m
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:00 Uhr = 1,1 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 128,00 m - 127,75 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	Schnitt wegen Spülungsverlust vorzeitig abgebrochen
12	
13	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 127,30 m - 127,00 m
14	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
15	
16	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 125,50 m - 125,20 m
17	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 12 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung siehe Protokoll

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **26**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 2
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	17.11.	128,00	127,75	1.Schnitt		Abbruch wg.Spülverlust
				10:30 - 11:30		
						WD - Test keine Aufnahme (11:37 - 12:29)
4	17.11.	127,30	127,00	1.Schnitt		
				13:10 - 14:00		
						WD - Test keine Aufnahme (14:22 - 15:12)
4	17.11.	125,50	125,20	1.Schnitt		
				15:30 - 16:25		
						WD - Test keine Aufnahme (16:56 - 17:45)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	27	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						18.11.2014	X		Böblingen

KELLER

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Befahrung EWS 2 Rohr 4 128,30m
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:00 Uhr = 1,1 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 124,00 m - 123,70 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	
12	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 122,50 m - 122,20 m
13	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
14	
15	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 121,00 m - 120,70 m
16	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
17	
18	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 119,50 m - 119,20 m
19	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid informiert sich telef. über den Stand der Arbeiten

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **27**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	18.11.	124,00	123,70	1.Schnitt		
				08:50 - 09:45		
						WD - Test keine Aufnahme (10:03 - 10:53)
4	18.11.	122,50	122,20	1.Schnitt		
				11:10 - 12:00		
						WD - Test keine Aufnahme (12:22 - 13:15)
4	18.11.	121,00	120,70	1.Schnitt		
				13:30 - 14:20		
						WD - Test keine Aufnahme (11:26 - 15:16)
4	18.11.	119,50	119,20	1.Schnitt		
				15:45 - 16:30		
						WD - Test keine Aufnahme (16:59 - 17:49)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **28**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					19.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 128,30 m
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:30 Uhr = 1,15 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 118,00 m - 117,70 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	
12	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 116,50 m - 116,20 m
13	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
14	
15	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 115,00 m - 114,70 m
16	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
17	
18	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 113,50 m - 113,20 m
19	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 9 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid ; Hr.Adler

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **28**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 2
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	19.11.	118,00	117,70	1.Schnitt		
				08:20 - 09:15		
						WD - Test keine Aufnahme (09:53 - 10:43)
4	19.11.	116,50	116,20	1.Schnitt		
				11:10 - 12:00		
						WD - Test keine Aufnahme (12:22 - 13:16)
4	19.11.	115,00	114,70	1.Schnitt		
				14:00 - 14:50		
						WD - Test keine Aufnahme (14:58 - 15:48)
4	19.11.	113,50	113,20	1.Schnitt		
				16:15 - 17:05		
						WD - Test keine Aufnahme (17:15 - 18:10)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **29**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				20.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 128,30 m
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:30 Uhr = 1,15 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 112,00 m - 111,70 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	
12	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 110,50 m - 110,20 m
13	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
14	
15	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 109,00 m - 108,70 m
16	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
17	
18	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 107,50 m - 107,20 m
19	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid informiert sich über den Stand der Arbeiten
2.Hochdruckpumpe abtransportiert

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **29**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 2
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	20.11.	112,00	111,70	1.Schnitt		
				08:15 - 09:10		
						WD - Test keine Aufnahme (09:30 - 10:19)
4	20.11.	110,50	110,20	1.Schnitt		
				10:45 - 11:35		
						WD - Test keine Aufnahme (12:08 - 13:00)
4	20.11.	109,00	108,70	1.Schnitt		
				13:35 - 14:25		
						WD - Test keine Aufnahme (14:54 - 15:44)
4	20.11.	107,50	107,20	1.Schnitt		
				16:00 - 16:45		
						WD - Test keine Aufnahme (17:10 - 18:00)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **30**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			21.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 128,30 m
6	
7	
8	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
9	Schneid - und Injektionsschichten von 6:30 - 16:30 Uhr = 1,0 Schichten
10	
11	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 106,00 m - 105,70 m
12	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
13	
14	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 104,50 m - 104,20 m
15	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
16	
17	Versiegelungsinjektion durchgeführt (ca.10 ltr.)
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 06:30 bis 16:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 12 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid,Hr.Steinacker

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **30**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	21.11.	106,00	105,70	1.Schnitt		
				08:20 - 09:10		
						WD - Test keine Aufnahme (09:45 - 10:35)
4	21.11.	104,50	104,20	1.Schnitt		
				10:50 - 11:40		
						WD - Test keine Aufnahme (12:06 - 13:00)
				13:00 - 16:30	10	Versiegelungsinjektion

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,75							
Marshzeit	sec.	60							
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	31	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							24.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Befahrung EWS 2 Rohr 4 128,30m
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:00 Uhr = 1,1 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 103,00 m - 102,70 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	
12	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 101,50 m - 101,20 m
13	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
14	
15	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 100,00 m - 99,70 m
16	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
17	
18	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 98,50 m - 98,20 m
19	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung siehe Protokoll

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **31**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	24.11.	103,00	102,70	1.Schnitt		
				08:15 - 09:10		
						WD - Test keine Aufnahme (09:35 - 10:25)
4	24.11.	101,50	101,20	1.Schnitt		
				10:45 - 11:30		
						WD - Test keine Aufnahme (12:00 - 12:50)
4	24.11.	100,00	99,70	1.Schnitt		
				13:40 - 14:30		
						WD - Test keine Aufnahme (14:45 - 15:35)
4	24.11.	98,50	98,20	1.Schnitt		
				15:55 - 16:40		
						WD - Test keine Aufnahme (17:00 - 17:50)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	32	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						25.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Befahrung EWS 2 Rohr 4 128,30m
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:30 Uhr = 1,15 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 97,00 m - 96,70 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	
12	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 95,50 m - 95,20 m
13	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
14	
15	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 94,00 m - 93,70 m
16	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
17	
18	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 92,50 m - 92,20 m
19	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Dr.Kleinert;.Hr.Brandscheid informieren sich über den Stand der Arbeiten

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **32**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 2
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	25.11.	97,00	96,70	1.Schnitt		(Düsenwechsel wegen Stopfer)
				08:15 - 10:15		
						WD - Test keine Aufnahme (10:30 - 11:20)
4	25.11.	95,50	95,20	1.Schnitt		
				11:35 - 12:15		
						WD - Test keine Aufnahme (12:35- 13:25)
4	25.11.	94,00	93,70	1.Schnitt		
				13:40 - 14:25		
						WD - Test keine Aufnahme (14:45 - 15:30)
4	25.11.	92,50	92,20	1.Schnitt		
				16:00 - 16:50		
						WD - Test keine Aufnahme (17:00 - 17:50)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **33**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					26.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 128,30 m
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:30 Uhr = 1,1 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 91,00 m - 90,70 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	
12	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 89,50 m - 89,20 m
13	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
14	
15	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 88,00 m - 87,70 m
16	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
17	
18	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 86,50 m - 86,20 m
19	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 9 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid informiert sich über den Stand der Arbeiten

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **33**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 2
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	26.11.	91,00	90,70	1.Schnitt		(Düsenwechsel wegen Stopfer)
				08:00 - 10:50		
						WD - Test keine Aufnahme (09:10 - 10:00)
4	26.11.	89,50	89,20	1.Schnitt		
				10:40 - 11:25		
						WD - Test keine Aufnahme (11:50- 12:50)
4	26.11.	88,00	87,70	1.Schnitt		
				13:20 - 14:10		
						WD - Test keine Aufnahme (14:25 - 15:15)
4	26.11.	86,50	86,20	1.Schnitt		
				15:45 - 16:35		
						WD - Test keine Aufnahme (16:52 - 17:42)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **34**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				27.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 128,30 m
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 6:15 - 13:15 Uhr = 0,7 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitt von 85,00 m -84,70 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	
12	
13	Versiegelungsinjektion durchgeführt
14	Aufnahme : ca. 20 ltr.
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 06:15 bis 13:15 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid informiert sich über den Stand der Arbeiten

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **34**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	27.11.	85,00	84,70	1.Schnitt		
				07:15 - 08:05		
						WD - Test keine Aufnahme (08:15 - 09:05)
				09:30 - 12:12	20	Versiegelungsinjektion

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,75							
Marshzeit	sec.	58							
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	35	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			28.11.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	Überstundenausgleich
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 06:30 bis 16:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 12 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid,Hr.Steinacker

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	36	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							01.12.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 128,30 m
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:30 Uhr = 1,15 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 83,50 m - 83,20 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	
12	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 82,00 m - 81,70 m
13	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
14	
15	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 80,50 m - 80,20 m
16	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
17	
18	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 79,00 m - 78,70 m
19	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung siehe Protokoll

Nachtrag TAB 34 für Ausblasen der Schläuche (Winterbau) Kompressor der Fa. Zeppelin geliefert

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **36**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	01.12.	83,50	83,20	1.Schnitt		
				08:30 - 09:25		
						WD - Test keine Aufnahme (09:45 - 10:35)
4	01.12.	82,00	81,70	1.Schnitt		
				11:05 - 12:00		
						WD - Test keine Aufnahme (12:25- 13:15)
4	01.12.	80,50	80,20	1.Schnitt		
				13:35 - 14:30		
						WD - Test keine Aufnahme (14:56 - 15:48)
4	01.12.	79,00	78,70	1.Schnitt		
				16:05 - 16:55		
						WD - Test keine Aufnahme (17:08 - 17:58)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von:

Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	37	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						02.12.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Befahrung EWS 2 Rohr 4 128,30m
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 20:30 Uhr = 1,35 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 77,50 m - 77,20 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	
12	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 76,00 m - 75,70 m
13	WD - Test durchgeführt: Aufnahme 5 ltr. / min bei 7 bar
14	
15	Injektion gem. Arbeitsanweisung durchgeführt :Aufnahme ca.350 ltr.
16	
17	Nach Beendigung der eigetlichen Injektion ("Umlaufpumpem" mit Suspension) wurde im
18	Schacht Suspensionseintritt festgestellt.Nach absaugen des Wasser-Suspensionsgemisches
19	wurde festgestellt das die Suspension über das Nachverpressrohr der EWS in den Schacht
20	eingetreten ist(BL und Büro Vees informiert)
21	Auf Anraten v.Dr.Ruch wurden wegen einer Temperaturanomalie die Sondenrohre 1 / 2
22	der EWS 2 gespült , dabei wurde kein Suspensionseintritt festgestellt.
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 20:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid,Hr.Adler informieren sich über den Stand der Arbeiten

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **37**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	02.12.	77,50	77,20	1.Schnitt		
				08:15 - 09:05		
						WD - Test keine Aufnahme (09:21 - 10:12)
4	02.12.	76,00	75,70	1.Schnitt		
				10:30 - 11:15		
						WD - Test (11:40 - 12:16)
						Aufnahme:5 ltr./ min bei 7 bar
				13:10 - 16:09	350	Umlaufinjektion

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,78	1,80						
Marshzeit	sec.	63							
Absetzmaß nach 3 h	%		3,0						
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **38**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					03.12.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 mit DN 3 nur bis 75 m**
4	**Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 mit DN 2 nur bis 81 m**
5	Umlaufspülung ohne Beeinträchtigung möglich
6	
7	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
8	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:00 Uhr = 1,1 Schichten
9	
10	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 74,50 m - 74,20 m
11	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
12	
13	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 73,00 m - 72,70 m
14	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
15	
16	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 71,50 m - 71,20 m
17	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 9 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid informiert sich über den Stand der Arbeiten

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **38**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 2
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
4	03.12.			DN 3		**Spülen nur bis 75 m möglich**
4	03.12.			DN 2		**Spülen nur bis 81 m möglich**
4	03.12.	74,50	74,20	1.Schnitt		
				10:10 - 10:55		**Umlaufspülen nach Schnitt erschwert**
						WD - Test keine Aufnahme (11:30 - 12:21)
4	03.12.	73,00	72,70	1 Schnitt		
				12:50 - 13:40		
						WD - Test keine Aufnahme (13:48 - 14:38)
4	03.12.	71,50	71,20	1.Schnitt		
				15:05 - 15:50		
						WD - Test keine Aufnahme (16:11 - 17:04)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **39**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				04.12.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 3 128,30 m
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:30 Uhr = 1,15 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitt von 70,00 m -69,70 m
10	WD - Test durchgeführt: Aufnahme 10 ltr. / min. drucklos
11	
12	
13	Injektion durchgeführt
14	Aufnahme : 1152 ltr.
15	
16	Während der Injektion Velust des Umlaufes (konnte nicht wieder hergetellt werden)
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Fa. A+H stellt Einhausungen für den Winterbau her
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 10 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid informiert sich über den Stand der Arbeiten
Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **39**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 2
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
3	04.12.			DN 3		**Spülen bis 128,30 m möglich**
4	04.12.	70,00	69,80	1.Schnitt		
				8:00 - 8:40		
						WD - Test: Aufnahme 10 ltr / min. bei 2 bar
						(09:08 - 09:24)
				10:36 - 14:17	1.152	Injektion durchgeführt
						kein Umlauf während der Injektion möglich
						Umlauf auch durch anschließende
						Spülmaßnahmen nicht wieder hergestellt

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,78	1,76						
Marshzeit	sec.	63	61						
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **40**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			05.12.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 3 127,30 m**
4	**Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 73,00 m**
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 17:00 Uhr = 1,0 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 68,50 m - 68,20 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	
12	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 67,00 m - 66,70 m
13	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
14	
15	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 65,50 m - 65,20 m
16	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:30 bis 17:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 3 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Branscheid ;Hr.Steinacker informieren sich über den Stand der Arbeiten

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **40**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
3	05.12.					**Spülen bis 127,30 m möglich**
4	05.12.					**Spülen bis 73,00 m möglich**
4	05.12.	68,50	68,20	1.Schnitt		
				09:40 - 10:25		
						WD - Test keine Aufnahme (10:35 - 11:23)
4	05.12.	67,00	66,70	1.Schnitt		
				11:40 - 12:25		
						WD - Test keine Aufnahme (12:46- 13:39)
4	05.12.	65,50	65,20	1.Schnitt		
				13:50 - 14:40		
						WD - Test keine Aufnahme (15:00 - 15:50)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **41**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							08.12.2014	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	**Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 3 127,30 m**
3	**Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 73,00 m**
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:30 Uhr = 1,15 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitt von 64,00 m - 63,70 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	
12	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitt von 62,50 m - 62,20 m
13	WD - Test durchgeführt: Aufnahme 10 ltr./ min. bei 1 bar
14	
15	Injektion durchgeführt
16	Aufnahme : 61 ltr.
17	
18	Spülen aller Sondenrohre
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 1 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung siehe Protokoll

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **41**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
3	08.12.					**Spülen bis 127,30 m möglich**
4	08.12.					**Spülen bis 73,00 m möglich**
4	08.12.	64,00	63,70	1.Schnitt		
				08:30 - 09:25		
						WD - Test keine Aufnahme (09:42 - 10:32)
4	08.12.	62,50	62,20	1.Schnitt		
				10:45 - 11:45		
						WD - Test: Aufnahme 10 ltr./ min. bei 1 bar
						(12:09 - 12:29)
				13:20 - 14:30	61	Injektion

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,78	1,76						
Marshzeit	sec.	62	65						
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	42	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						09.12.2014	X		Böblingen

KELLER

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 73,00 m**
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 17:30 Uhr = 1,05 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitt von 61,00 m - 60,70 m
10	WD - Test durchgeführt: Aufnahme 10 ltr./ min. bei 5 bar
11	
12	
13	Injektion gem. Arbeitsanweisung durchgeführt :Aufnahme 168 ltr.
14	
15	
16	Spülen aller Sondenrohre
17	
18	
19	
20	
21	Vorbereiteung des Einsatzes des 150 m Schlauches DN 3
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 17:30 Uhr/Wetter: bedeckt Temp.: 2 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **42**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
3	09.12.					**Spülen bis 127,30 m möglich**
4	09.12.					**Spülen bis 73,00 m möglich**
						auch 17:00
4	09.12.	61,00	60,70	1.Schnitt		
				08:50 - 09:40		
						WD - Test: Aufnahme 10 ltr./ min. bei 1 bar
						(10:00 - 10:20)
				11:06 - 12:56	168	Injektion

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,77							
Marshzeit	sec.	62							
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	43	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					10.12.2014	X		Böblingen

KELLER

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 mit DN 3 bis 75 m**
4	
5	
6	
7	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
8	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 19:00 Uhr = 1,2 Schichten
9	
10	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 59,50 m - 59,20 m
11	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
12	
13	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitte von 58,00 m - 57,70 m
14	WD - Test durchgeführt: Aufnahme 10 ltr./ min. bei 0 bar
15	
16	
17	Injektion gem. Arbeitsanweisung durchgeführt :Aufnahme 1091 ltr.
18	
19	Spülen aller Sondenrohre
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 19:00 Uhr/Wetter: Schneeregen Temp.: -1 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid informiert sich über den Stand der Arbeiten

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **43**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
3	10.12.					**Spülen bis 127,30 m möglich**
4	10.12.					**Spülen bis 73,00 m möglich**
						17:00 Uhr
4	10.12.	59,50	59,20	1.Schnitt		
				08:25 - 09:15		
						WD - Test: keine Aufnahme
						(09:40 - 10:30)
4	10.12.	58,00	57,70	1 Schnitt		
				10:45 - 11:30		
						WD - Test :Aufnahme 10 ltr./ min. bei 0 bar
						11:50 - 11:55
				12:30 - 16:04	1.091	Injektion

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,77	1,78						
Marshzeit	sec.	60	63						
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **44**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				11.12.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 3 128,30 m
4	**Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 73,00 m**
5	(ca.1 - 2 m Suspension ausgespült)
6	
7	
8	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
9	Schneid - und Injektionsschichten von 6:30 - 17:00 Uhr = 1,05 Schichten
10	
11	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitt von 56,50 m -56,20 m
12	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
13	
14	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitt von 55,00 m -54,70 m
15	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
16	
17	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitt von 53,50 m -53,20 m
18	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 06:30 bis 17:00 Uhr/Wetter: bedeckt Temp.: 2 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Brandscheid informiert sich über den Stand der Arbeiten
Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **44**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
3	11.12.					**Spülen bis 127,30 m möglich**
4	11.12.					**Spülen bis 73,00 m möglich**
						ca.2 m freigespült
						(7:30 - 9:15)
4	11.12.	56,50	56,20	1.Schnitt		
				09:31 -10:20		
						WD - Test: keine Aufnahme
						(10:30 - 11:22)
4	11.12.	55,00	54,70	1 Schnitt		
				11:38 - 12:24		Schlauch verklemmt
						WD - Test: keine Aufnahme
						13:22 - 14:11
4	11.12.	53,50	53,20	1.Schnitt		
				14:25 -15:11		
						WD - Test: keine Aufnahme
						(15:28 - 16:19)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von:

Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	45	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			12.12.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	**Überstundenausgleich**
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:30 bis 17:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 3 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Branscheid ;Hr.Steinacker informieren sich über den Stand der Arbeiten

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	Baustelle Nr.
46	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							15.12.2014	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 73,00 m**
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:30 Uhr = 1,15 Schichten
8	
9	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitt von 52,00 m - 51,70 m
10	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
11	
12	Schneiden der EWS 2 Rohr 4 : Schnitt von 50,50 m - 50,20 m
13	WD - Test durchgeführt: Aufnahme 10 ltr./ min. bei 8 bar
14	
15	Injektion durchgeführt
16	Aufnahme : 89 ltr.
17	
18	Spülen der Sondenrohre
19	
20	Bergungsversuche in EWS 1 Rohr 4 durchgeführt
21	
22	Umbau der Messkabel EWS 1 von Rohr 1 auf Rohr 3 unter Anleitung von Hr.Branscheit
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 1 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung siehe Protokoll

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **46**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
3	15.12.					**Spülen bis 127,30 m möglich**
4	15.12.					**Spülen bis 73,00 m möglich**
4	15.12.	52,00	51,70	1.Schnitt		
				08:15 - 09:10		
						WD - Test keine Aufnahme (09:28 - 10:19)
4	15.12.	50,50	50,20	1.Schnitt		
				10:35 - 11:20		
						WD - Test: Aufnahme 10 ltr./ min. bei 8 bar
						(11:35 - 12:29)
				13:08 - 14:42	89	Injektion

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,77							
Marshzeit	sec.	63							
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von:

Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **47**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						16.12.2014	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahrung und Spülen EWS 2 Rohr 4 73,00 m**
4	
5	
6	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
7	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:00 Uhr = 1,10 Schichten
8	
9	Mehrere Bergungsversuche in EWS 1 Rohr 4 durchgeführt
10	Schlauchenden gefangen - Schlauch aber nicht ziehbar
11	
12	Schneidversuche mit 150 m DN 3 durchgeführt und Arbeitsparameter bestimmt
13	
14	Befahrung EWS 1 Rohr 1 bis 123 m mit DN 4 befahrbar
15	Befahrung EWS 1 Rohr 2 bis 123 m nur mit DN 3 befahrbar
16	
17	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 121,50 m - 121,20 m
18	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 17:30 Uhr/Wetter: bedeckt Temp.: 2 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **47**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 2

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
2 / 4	16.12.					**Spülen bis 73,00 m möglich**
1 / 1	16.12.					Befahrung mit DN 4 bis 123 m möglich
1 / 2	16.12.					Befahrung mit DN 3 bis 123 m möglich
1 / 1	16.12.	121,50	121,20	1.Schnitt		
				15:40 - 16:20		
						WD - Test: keine Aufnahme
						(16:35 - 17:30)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **48**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					17.12.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 123 m**
4	
5	
6	
7	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
8	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 18:30 Uhr = 1,15 Schichten
9	
10	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 120,00 m - 119,70 m
11	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
12	
13	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 118,50 m -118,20 m
14	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
15	
16	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 117,00 m - 116,70 m
17	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: Schneeregen Temp.: 5 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Infoveranstaltung des Landratsamtes

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **48**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 2
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1 - 1	17.12.					Befahrung mit DN 4 bis 123 m möglich
1 - 1	17.12.	120,00	119,70	1 Schnitt		
				07:40 - 08:40		WD - Test: keine Aufnahme
						(09:13 - 10:13)
1 - 1	17.12.	118,50	118,20	1.Schnitt		
				10:35 - 11:45		Kurzzeitiger Spülungsverlust
						WD - Test: keine Aufnahme
						(12:08 - 13:00)
1 - 1	17.12.	117,00	116,70	1 Schnitt		
				15:30 - 16:25		WD - Test: keine Aufnahme
						(16:53 - 17:47)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **49**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				18.12.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 123 m**
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 18:30 Uhr = 1,15 Schichten
7	
8	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 115,50 m -115,20 m
9	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
10	
11	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 114,00 m - 113,70 m
12	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
13	
14	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 112,50 m -112,20 m
15	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
16	
17	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 111,00 m - 110,70 m
18	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: bedeckt Temp.: 2 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Adler

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **49**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 2
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1 - 1	18.12.					Befahrung mit DN 3 bis 123 m möglich
1 - 1	18.12.	115,50	115,20	1 Schnitt		
				07:45 - 08:35		WD - Test: keine Aufnahme
						(09:12 - 10:10)
1 - 1	18.12.	114,00	113,70	1.Schnitt		
				10:35 - 11:30		
						WD - Test: keine Aufnahme
						(11:56 - 12:51)
1 - 1	18.12.	112,50	112,20	1 Schnitt		
				13:40 - 14:25		WD - Test: keine Aufnahme
						(14:45 - 15:43)
1 - 1	18.12.	111,00	110,70	1 Schnitt		WD - Test: keine Aufnahme
				16:00 - 16:55		(17:05 - 18:01)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **50**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			19.12.2014	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 123 m**
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 06:30 - 18:30 Uhr = 1,20 Schichten
7	
8	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 109,50 m -109,20 m
9	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
10	
11	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 108,00 m - 107,70 m
12	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
13	
14	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 106,50 m -106,20 m
15	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
16	
17	
18	Versiegelungsinjektion : Aufnahme ca.20 ltr
19	
20	
21	
22	
23	
24	Baustelle für die Weihnachtsferien gesichert
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 06:30 bis 18:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 6 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Branscheid ;Hr.Steinacker informieren sich über den Stand der Arbeiten

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **50**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 2
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1 - 1	19.12.					Befahrung mit DN 3 bis 123 m möglich
1 - 1	19.12.	109,50	109,20	1 Schnitt		
				07:53 - 08:44		WD - Test: keine Aufnahme
						(09:16 - 10:11)
1 - 1	19.12.	108,00	107,70	1.Schnitt		
				10:35 - 11:30		
						WD - Test: keine Aufnahme
						(12:03 - 12:53)
1 - 1	19.12.	106,50	106,20	1 Schnitt		
				13:00 - 13:45		WD - Test: keine Aufnahme
						(13:55 - 14:38)
				15:02 - 18:00	20	Versiegelungsinjektion

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,76							
Marshzeit	sec.	59							
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **51**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					07.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 123 m**
4	
5	
6	
7	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
8	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 18:30 Uhr = 1,15 Schichten
9	
10	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 105,00 m - 104,70 m
11	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
12	
13	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 103,50 m -103,35 m
14	Abbruch wegen teilweisen Spülverlust und Klemmen des Schlauches
15	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
16	
17	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 102,00 m - 101,70 m
18	Schneidschlauch klemmte nach dem kpl.Schnitt konnte aber ohne Gewalt geborgen werden
19	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
20	
21	
22	Befahrbarkeit nach WD - Test nur noch 101 m
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 5 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **51**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 1
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1	07.01.					**Spülen bis 123,00 m möglich**
1	07.01.	105,00	104,70	1.Schnitt		
				09:30 - 10:30		
						WD - Test keine Aufnahme (10:46 - 11:40)
1	07.01.	103,50	103,35	1.Schnitt		Abbruch wegen teilweisen Spülungsverlust
				11:45 - 12:20		**Schneidschlauch verklemmt**
						nach Druckaufbau und Wartezeit geborgen
						WD - Test keine Aufnahme (13:57 - 14:48)
1	07.01.	102,00	101,70	1 Schnitt		**Schneidschlauch verklemmt**
				15:05 - 15:45		nach Druckaufbau und Wartezeit geborgen
						WD - Test keine Aufnahme (17:05 - 17:56)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **52**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				08.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 123 m**
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 19:30 Uhr = 1,25 Schichten
7	
8	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 100,50 m -100,20 m
9	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
10	
11	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 99,00 m - 98,70 m
12	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
13	
14	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 97,50 m -97,20 m
15	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
16	
17	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 96,00 m - 95,70 m
18	(Reparatur Muffenverbindung EWS 1 Rohr 1)
19	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 19:30 Uhr/Wetter: bedeckt/Regen Temp.: 2 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Adler

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **52**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 1
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1	08.01.					**Spülen bis 123,00 m möglich**
1	08.01.	100,50	100,20	1.Schnitt		
				08:15 - 09:05		
						WD - Test keine Aufnahme (09:19 - 10:11)
1	08.01.	99,00	98,70	1.Schnitt		
				10:30 - 11:25		
						WD - Test keine Aufnahme (11:56 - 12:51)
1	07.01.	97,50	101,70	1 Schnitt		
				13:20 - 14:13		
						WD - Test keine Aufnahme (14:39 - 15:34)
1	08.01.	96,00	95,70	1.Schnitt		
				15:55 - 16:41		
						Reparatur Muffe EWS -Rohr durchgeführt
						WD - Test keine Aufnahme (18:04 - 18:57)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **53**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			09.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 123 m**
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 06:30 - 18:30 Uhr = 1,20 Schichten
7	
8	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 94,50 m -94,20 m
9	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
10	
11	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 93,00 m - 92,70 m
12	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
13	
14	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 91,50 m -91,20 m
15	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
16	
17	
18	Versiegelungsinjektion : Aufnahme ca.10 ltr
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 06:30 bis 18:30 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 6 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Steinacker informiert sich über den Stand der Arbeiten

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **53**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 1
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1	09.01.					**Spülen bis 123,00 m möglich**
1	09.01.	94,50	94,20	1.Schnitt		
				07:40 - 08:30		
						WD - Test keine Aufnahme (08:48 - 09:41)
1	09.01.	93,00	92,70	1.Schnitt		
				10:05 - 10:50		
						WD - Test keine Aufnahme (11:05 - 11:58)
1	09.01.	91,50	91,20	1 Schnitt		
				12:30 - 13:20		
						WD - Test keine Aufnahme (13:47 - 14:41)
				15:00 -18:30	10	**Versiegelungsinjektion**

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,68							
Marshzeit	sec.	60							
Absetzmaß nach 3 h	%	2,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	54	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							12.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 123 m**
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 19:00 Uhr = 1,20 Schichten
7	
8	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 90,00 m -89,70 m
9	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
10	
11	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 88,50 m - 88,20 m
12	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
13	
14	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 87,00 m -86,70 m
15	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
16	
17	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 85,50 m - 85,20 m
18	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 19:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 5 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **54**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 1

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1	12.01.					**Spülen bis 123,00 m möglich**
1	12.01.	90,00	89,70	1.Schnitt		
				08:15 - 09:05		
						WD - Test keine Aufnahme (09:26 - 10:20)
1	12.01.	88,50	88,20	1.Schnitt		
				11:35 - 12:20		
						WD - Test keine Aufnahme (12:37 - 13:30)
1	12.01.	87,00	86,70	1 Schnitt		
				14:05 - 15:00		
						WD - Test keine Aufnahme (15:35 - 16:27)
1	12.01.	85,50	85,20	1.Schnitt		
				16:55 - 17:45		
						WD - Test keine Aufnahme (17:55 - 18:44)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **55**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						13.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 123 m**
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 18:30 Uhr = 1,15 Schichten
7	
8	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 84,00 m -83,70 m
9	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
10	
11	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 82,50 m - 82,20 m
12	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
13	
14	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 81,00 m -80,70 m
15	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
16	
17	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 79,50 m - 79,20 m
18	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: bedeckt Temp.: 2 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Weinbrecht

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **55**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 1

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1	13.01.					**Spülen bis 123,00 m möglich**
1	13.01.	84,00	83,70	1.Schnitt		
				08:10 - 09:05		
						WD - Test keine Aufnahme (09:27 - 10:20)
1	13.01.	82,50	82,20	1.Schnitt		
				10:45 - 11:45		
						WD - Test keine Aufnahme (11:57 - 12:49)
1	13.01.	81,00	80,70	1 Schnitt		
				13:20 - 14:10		
						WD - Test keine Aufnahme (14:30 - 15:23)
1	13.01.	79,50	79,20	1.Schnitt		
				15:55 - 16:45		
						WD - Test keine Aufnahme (16:57 - 17:48)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **56**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					14.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 123 m**
4	
5	
6	
7	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
8	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 20:00 Uhr = 1,3 Schichten
9	
10	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 78,00 m - 77,70 m
11	WD - Test durchgeführt: geringe Aufnahme
12	
13	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 76,50 m -76,20 m
14	Abbruch wegen teilweisen Spülverlust und Klemmen des Schlauches
15	WD - Test durchgeführt: Aufnahme 7 ltr./ min bei 5 bar
16	
17	Umlaufinjektion : Aufnahme 210 ltr.
18	
19	Alle Rohre der EWS 1 mehrmals gespült
20	Zement wurde auch in Rohrpaar 3 / 4 festgestellt
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 20:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 5 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Adler

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **56**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 1
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1	14.01.					**Spülen bis 123,00 m möglich**
1	14.01.	78,00	77,70	1.Schnitt		
				08:15 - 09:05		
						WD - Test geringe Aufnahme (09:23 - 10:18)
1	14.01.	76,50	76,20	1.Schnitt		Spülverlust und Schlauch verklemmt
				10:40 - 11:35		
						WD - Test (13:38- 13:58)
						Aufnahme : 7 ltr./ min. bei 5 bar
				14:00 - 20:00	210	**Umlaufinjektion**

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,77	1,76						
Marshzeit	sec.	61	60						
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	57	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				15.01.2015	X		Böblingen

KELLER

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	**Umlaufspülen an beiden Rohrpaaren EWS 1 unverändert möglich**
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 u.2 auf 123 m**
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 06:00 - 18:00 Uhr = 1,2Schichten
7	
8	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 75,00 m -74,70 m
9	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
10	
11	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 73,50 m - 73,20 m
12	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
13	
14	Versiegelungsinjektion Aufnahme ca. 20 ltr.
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 06:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: bedeckt/Regen Temp.: 2 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Herr Branscheid informiert sich über den Stand der Arbeiten

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **57**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 1
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1 + 2	15.01.					**Spülen bis 123,00 m möglich**
1	15.01.	75,00	74,70	1.Schnitt		
				09:45 - 10:40		
						WD - Test keine Aufnahme (10:55 - 11:45)
1	15.01.	73,50	73,20	1.Schnitt		
				12:00 - 12:45		
						WD - Test keine Aufnahme (12:55- 13:48)
				14:00 - 18:00	20	**Versiegelungsinjektion**

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,78							
Marshzeit	sec.	61							
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	58	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			16.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	**Überstundenausgleich**
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von bis Uhr/Wetter: heiter Temp.: 4 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. **59**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							19.01.2015	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	Umlaufspülen EWS 1 Rohr 1 / 2 erst nach Reinigen mit Hochdruck möglich
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1und 2 auf 123 m**
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 18:00 Uhr = 1,10 Schichten
7	
8	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 72,00 m -71,70 m
9	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
10	
11	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 70,50 m - 70,20 m
12	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
13	
14	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 69,00 m -68,70 m
15	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 5 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **59**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 1
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1 u. 2	19.01.					**Spülen bis 123,00 m möglich**
1	19.01.	72,00	71,70	1.Schnitt		
				09:50 - 10:58		
						WD - Test keine Aufnahme (11:26 - 12:19)
1	19.01.	70,50	70,20	1.Schnitt		
				12:40 - 13:29		
						WD - Test keine Aufnahme (13:55 - 14:49)
1	19.01.	69,00	68,70	1 Schnitt		
				15:10 - 16:05		
						WD - Test keine Aufnahme (16:26 - 17:21)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **60**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						20.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 123 m**
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 18:00 Uhr = 1,10 Schichten
7	
8	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 67,50 m -67,20 m
9	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
10	
11	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 66,00 m -65,70 m
12	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
13	
14	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 64,50 m - 64,20 m
15	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
16	
17	
18	Im Heinrich Heine Weg 3 wurden an EWS 1 und 2 für den Einbau der Schächte
19	die Rohre abgeschnitten und mit Hähnen verschlossen
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: Schnee Temp.: 1 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Adler

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **60**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 1
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1	20.01.					**Spülen bis 123,00 m möglich**
1	20.01.	67,50	67,20	1.Schnitt		
				08:50 - 09:40		
						WD - Test keine Aufnahme (10:18 - 11:09)
1	20.01.	66,00	65,70	1.Schnitt		
				11:30 - 12:15		
						WD - Test keine Aufnahme (13:28 - 14:22)
1	20.01.	64,50	64,20	1 Schnitt		
				15:05 - 15:55		
						WD - Test keine Aufnahme (16:30 - 17:23)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **61**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					21.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 123 m**
4	
5	
6	
7	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
8	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 18:00 Uhr = 1,1 Schichten
9	
10	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 63,00 m -62,70 m
11	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
12	
13	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 61,50 m -61,20 m
14	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
15	
16	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 60,00 m - 59,20 m
17	Nach Fertigstellung des Schnittes wurde ein Verklemmen des Schneidschlauches festgestellt.
18	Nach Wartezeit (2,5 Stunden) war durch leichtes Ziehen noch kein Ausbau
19	des Schneidschlauches möglich.Gemäß Arbeitsanweisung wird das Bergen am
20	22.01. fortgesetzt.
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 5 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Im Heinrich Heine Weg 3 wurden an EWS 2 für den Einbau der Schächte
die Rohre abgeschnitten und mit Hähnen verschlossen
Hr.Branscheid informiert sich über den Stand der Arbeiten.

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **61**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 1
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1	21.01.					**Spülen bis 123,00 m möglich**
1	21.01.	63,00	62,70	1.Schnitt		
				08:30 - 09:20		
						WD - Test keine Aufnahme (10:06 - 10:59)
1	21.01.	61,50	61,20	1.Schnitt		
				11:15 - 12:05		
						WD - Test keine Aufnahme (12:38 - 13:30)
1	21.01.	60,00	59,70	1 Schnitt		
				14:10 - 15:05		Schneidschlauch verklemmt
						Bergeversuche mit geringer Zugkraft nach
						2 Stunden Warten ohne Erfolg
						Bergung wird gemäß Arbeitsanweisung am
						22.01. fortgesetzt

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **62**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				22.01.2015	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	**Umlaufspülen an beiden Rohrpaaren EWS 1 möglich**
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 nur bis 60 m möglich**
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 06:30 - 18:00 Uhr = 1,15 Schichten
7	
8	Nach dem Bergen des kpl. Schneidschlauches
9	WD - Test Stufe 60,00 m - 59,70 m durchgeführt: geringe Aufnahme
10	
11	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 58,50 m - 58,20 m
12	WD - Test durchgeführt: Aufnahme bei 5 bar 7 ltr./ min
13	
14	Umlaufinjektion :Aufnahme ca.110 ltr.
15	
16	
17	Es wurden Suspension in Rohr 3 / 4 festgestellt.
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 06:30 bis 18:00 Uhr/Wetter: bedeckt Temp.: 2 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Im Heinrich Heine Weg 5 und 7 an je einer EWS für den Einbau der Schächte
die Rohre abgeschnitten und mit Hähnen verschlossen

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **62**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 1
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1	22.01.					**Nach Bergen des kpl. Schlauches**
						Spülen bis 60 m möglich
1	22.01.	60,00	59,70			
						WD - Test geringe Aufnahme (08:45 - 09:41)
1	22.01.	58,50	58,20	1 Schnitt		
				10:10 - 11:00		
						WD - Test Aufnahme 7 ltr./ min bei5 bar
						(11:19 - 11:47)
					ca.110	**Umlaufinjektion**
						12:00 - 18:00 Uhr

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,77							
Marshzeit	sec.	64							
Absetzmaß nach 3 h	%	2,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	63	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			23.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	**Überstundenausgleich**
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von bis Uhr/Wetter: heiter Temp.: 4 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	Baustelle Nr.
64	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							26.01.2015	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	Umlaufspülen EWS 1 Rohr 1 / 2 erst nach Reinigen mit Hochdruck möglich
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 2 auf 123 m**
4	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 60 m**
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 18:00 Uhr = 1,10 Schichten
7	
8	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 57,00 m -56,70 m
9	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
10	
11	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 55,50 m - 55,20 m
12	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
13	
14	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 54,00 m -53,70 m
15	WD - Test durchgeführt: geringe Aufnahme
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 5 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **64**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 1
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
2	26.01.					**Spülen bis 123,00 m möglich**
1	26.01.					**Spülen bis 60,00 m möglich**
						Umlauf anfänglich nur erschwert möglich
1	26.01.	57,00	65,70	1.Schnitt		
				10:10 - 11:00		
						WD - Test keine Aufnahme (11:30 - 12:12)
1	26.01.	55,50	55,20	1.Schnitt		
				12:40 - 13:20		
						WD - Test keine Aufnahme (13:45 - 14:37)
1	26.01.	54,00	53,70	1 Schnitt		
				15:00 - 16:00		
						WD - Test keine Aufnahme (16:19 - 17:09)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)								
Marshzeit	sec.								
Absetzmaß nach 3 h	%								
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **65**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						27.01.2015	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 2 auf 123 m**
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 60 m**
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 18:30 Uhr = 1,15 Schichten
7	
8	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 52,50 m -52,20 m
9	Beim Testschnitt kein positives Schnittergebniss
10	Schnitt wiederholt
11	WD - Test durchgeführt: Aufnahme 8 ltr./min bei 5 bar
12	
13	Injektion durchgeführt : Aufnahme ca. 330 ltr.
14	
15	Während der Injektionsarbeiten wurde Druck auf dem Rohrpaar 3 / 4 gehalten
16	Trotzdem kam es zu Umläufigkeiten zwischen den Rohrpaaren.
17	Während der Umlauf im Rohrpaar 1 / 2 unverändert weiterbesteht , ist dies im
18	Rohrpaar 3 / 4 nicht mehr möglich.
19	Auch ein Ausbau des Glasfasermesskabels war mit normaler Kraft nicht möglich.
20	Bauleitung und Büro Vees informiert - Entscheidung :Rohpaar 1 / 2 Umlaufmöglichkeit
21	erhalten .Glasfaserkabel in Rohr 3 belassen und Sanierungsarbeiten EWS 1 am 28.01.
22	planmäßig fortsetzen.
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:30 Uhr/Wetter: Schnee Temp.: 1 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **65**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 1
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
2	27.01.					**Spülen bis 123,00 m möglich**
1	27.01.					**Spülen bis 60,00 m möglich**
						Umlauf anfänglich nur erschwert möglich
1	27.01.	52,50	52,20	1.Schnitt		
				08:05 - 08:55		
						Testschnitt nicht erfolreich Schnitt wiederholt
1	27.01.	52,50	52,20	1.Schnitt		
				09:20 - 10:10		
						WD - Test: Aufnahme 8 ltr./min. bei 5 bar
						(10:39 - 11:10)
					ca.330 ltr.	Umlaufinjektion
						(12:00 - 18:30)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,75							
Marshzeit	sec.	63							
Absetzmaß nach 3 h	%	3,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **66**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					28.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 2 auf 123 m**
4	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 auf 60 m**
5	
6	
7	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
8	Schneid - und Injektionsschichten von 06:30 - 18:00 Uhr = 1,15 Schichten
9	
10	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 51,00 m -50,70 m
11	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
12	
13	Schneiden der EWS 1 Rohr 1 : Schnitt von 50,00 m -49,70 m
14	WD - Test durchgeführt: keine Aufnahme
15	
16	
17	Versiegelungsinjektion : Aufnahme ca.10 ltr.
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	Nach jedem Schnitt in der Sonde wurde ein Testschnitt im Freien durchgeführt
25	und das Rohr gespült

Allgemeines: Arbeitszeit von 06:30 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 1 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **66**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 1

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
2	28.01.					**Spülen bis 122,00 m möglich**
1	28.01.					**Spülen bis 60,00 m möglich**
						Umlauf anfänglich nicht möglich
1	28.01.	51,00	50,70	1.Schnitt		
				08:30 - 09:20		
						WD - Test keine Aufnahme (09:45 - 10:36)
1	28.01.	50,00	49,70	1.Schnitt		
				11:10 - 12:05		
						WD - Test keine Aufnahme (12:31 - 13:23)
					10	Versiegelungsinjektion
						(14:00 - 18:30)

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,76							
Marshzeit	sec.	64							
Absetzmaß nach 3 h	%	2,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **67**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				29.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	Umlaufspülen EWS 1 Rohr 1 / 2 erst nach Reinigen mit Hochdruck möglich
3	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 1 bis 60 m möglich**
4	**Befahren und Spülen der EWS 1 Rohr 2 auf 123 m**
5	
6	
7	
8	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 17:00 Uhr = 1,0 Schichten
9	
10	
11	Schneidversuche mit Sondenmaterial H.Heine-Weg durchgeführt
12	
13	EWS 2 Rohre auf ursprüngliche Höhe gekürzt mit Hähnen und ursprünglichem
14	Schacht versehen .
15	In Anwesenheit von Herrn Branscheid das Glasfaserkabel aus und wieder eingebaut.
16	
17	Die festgestellten Umläufigkeiten zwischen Rohr 4 und 1 / 2 werden am 2.2.
18	versiegelt.
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 17:00 Uhr/Wetter: bedeckt Temp.: 2 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	68	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			30.01.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	**Überstundenausgleich**
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von bis Uhr/Wetter: heiter Temp.: 4 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. **69**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							02.02.2015	**X**		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 17:00 Uhr = 1,0 Schichten
7	
8	
9	Versiegelungsinjektion EWS 1 Rohr 1 / 2 und 3 / 4 (über 1 / 2)
10	
11	Rohrpaar 3 / 4 verfüllt
12	
13	Rohrpaar 1 / 2 Umlauf erschwert möglich
14	
15	Für Verfüllen 3 / 4 ca.70 Liter Suspension
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 17:00 Uhr/Wetter: Schnee Temp.: 1 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Baubesprechung

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **69**

KELLER

Baustellenort: Böblingen

Bauteil: EWS 1

Auftraggeber: LA Böblingen

Baustellen-Nr.: 630 16 0561

Plan-Nr.: 16-0561-01

Suspension

65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1/2	02.02.					**Umlaufspülen möglich**
						Verbindung zum Schenkel 3/4
						Auffüllung aller miteinander verbundenen
						Rohre EWS 1 ca.120 ltr.
						WD - Test Aufnahme 1 ,5 ltr./min bei 9 bar
						(09:35 - 10:25)
					ca.80	Versiegelungsinjektion und Verfüllen des
						Rohrpaares 3 / 4

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,77							
Marshzeit	sec.	63							
Absetzmaß nach 3 h	%	2,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr.	70	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						03.02.2015	X		Böblingen

KELLER

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
6	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 17:00 Uhr = 1,0 Schichten
7	
8	
9	Versiegelungsinjektion EWS 1 Rohr 1 / 2 und 3 / 4 (über 1 / 2)
10	
11	Aufnahme :ca 10 ltr.
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	Wegen der noch vorhandenen Undichtigkeiten und der Möglichkeit benachbarte
20	Rohre beim Schneiden zu beschädigen werden weitere Versuche mit dem
21	DN 4 Schlauch angeordnet.
22	
23	Umtransport Montag voraussichtlich 09.02.
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: Schnee Temp.: -2 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **70**

KELLER

Baustellenort:	Böblingen	**Bauteil:**	EWS 1
Auftraggeber:	LA Böblingen	**Baustellen-Nr.:**	630 16 0561
Plan-Nr.:	16-0561-01	**Suspension**	
		65 kg Wasser / 100 kg Sulfadur / 300 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
1/2	03.02.					**Umlaufspülen möglich**
						Auffüllung EWS 1 1/2 57 ltr.
						3 /4 0 0 ltr.
						nach 30 min 8 ltr.nachgefüllt
						EWS 2 Rohr 1 / 2 0 ltr.
						Rohr 3 : 36 ltr Rohr 4 : 20 ltr.
						nach 1 Stunde
						Rohr 3 : 4 ltr. Rohr 4 : 2,5 ltr.
						WD - Test : Aufnahme unter 1 ltr./min
						(08:46 - 09:45)
					ca.10	Versiegelungsinjektion

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,78							
Marshzeit	sec.	65							
Absetzmaß nach 3 h	%	2,0							
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **71**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					04.02.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
8	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 17:00 Uhr = 1,0 Schichten
9	
10	Schneidversuche zum Ausschluss von Beschädigungen der Nachbarrohre durchgeführt
11	
12	Absinkgeschwindigkeit des Wassers in den einzelnen Sondenrohren festgestellt
13	(siehe Tabelle)
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 17:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: -5 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Branscheid

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr. **72**

Baustelle Nr. 630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				05.02.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
10	Schneid - und Injektionsschichten von 07:00 - 17:00 Uhr = 1,0 Schichten
11	
12	Schneidversuche zum Ausschluss von Beschädigungen der Nachbarrohre durchgeführt
13	
14	Absinkgeschwindigkeit des Wassers in den einzelnen Sondenrohren festgestellt
15	(Hilfe für Terratec)
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 17:00 Uhr/Wetter: bedeckt Temp.: -3 ° Anz. Leute 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Hr.Branscheid

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	73	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
				x			06.02.2015	X		Böblingen

Plan Nr.: 16-0561-01

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	**Überstundenausgleich**
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von bis Uhr/Wetter: heiter Temp.: 4 ° Anz. Leute 5

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Winterbaumaßnahmen erforderlich

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

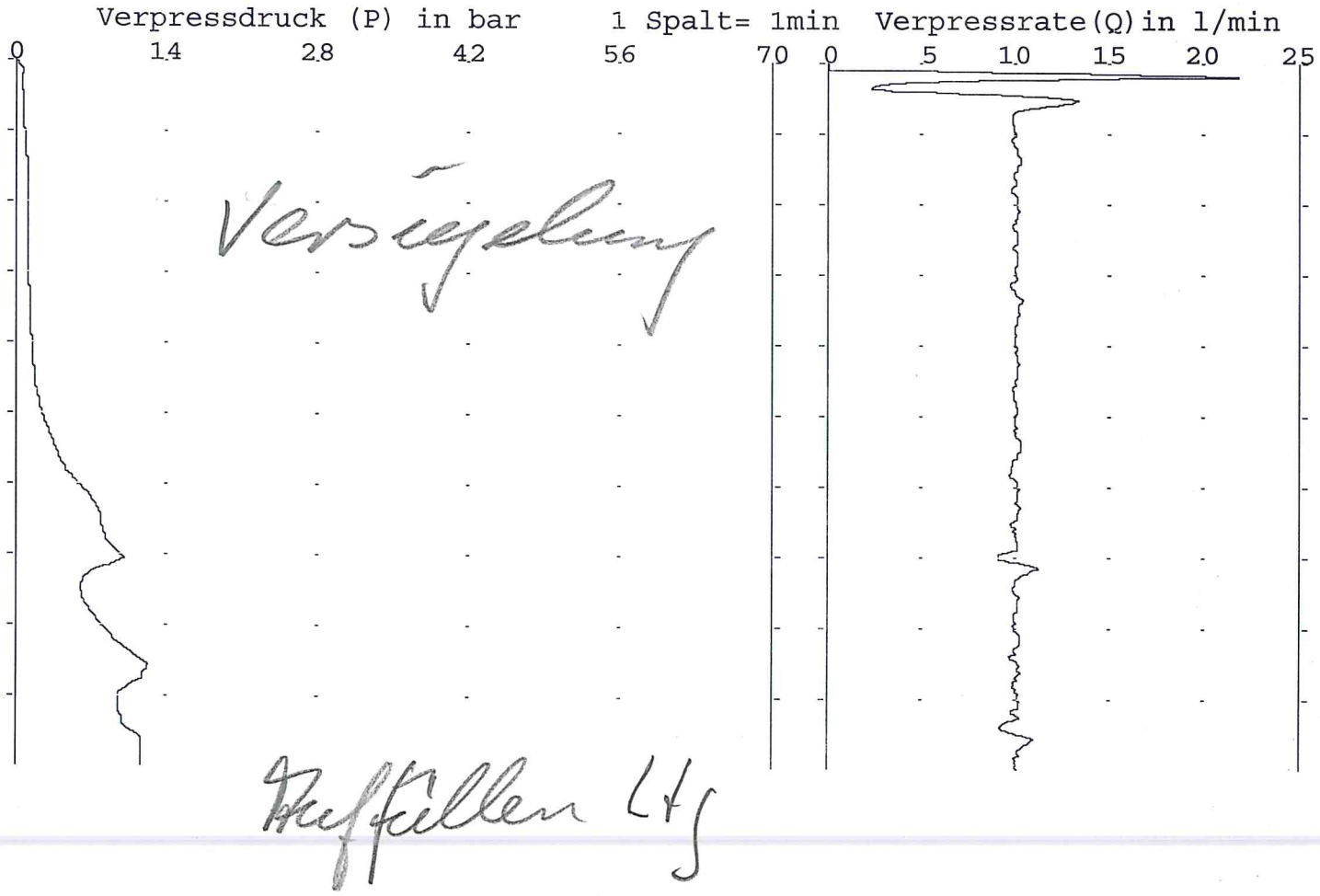
Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 03.02.15 10h58

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 326

PUNKTNUMMER:	EWS-SONDE	NUMMER	PHASE	AUFG.
3	01	001 7400	5	0



Beginn: 10h48 Dauer: 9 min
Verpressmenge: 98 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant
Druck Maximum :12.3 bar Rate Maximum:13,6 l/min
Druck Mittel : 4,6 bar Rate Mittel :10,8 l/min
Pumpe Nr: 3

Verteiler: BAULEITUNG

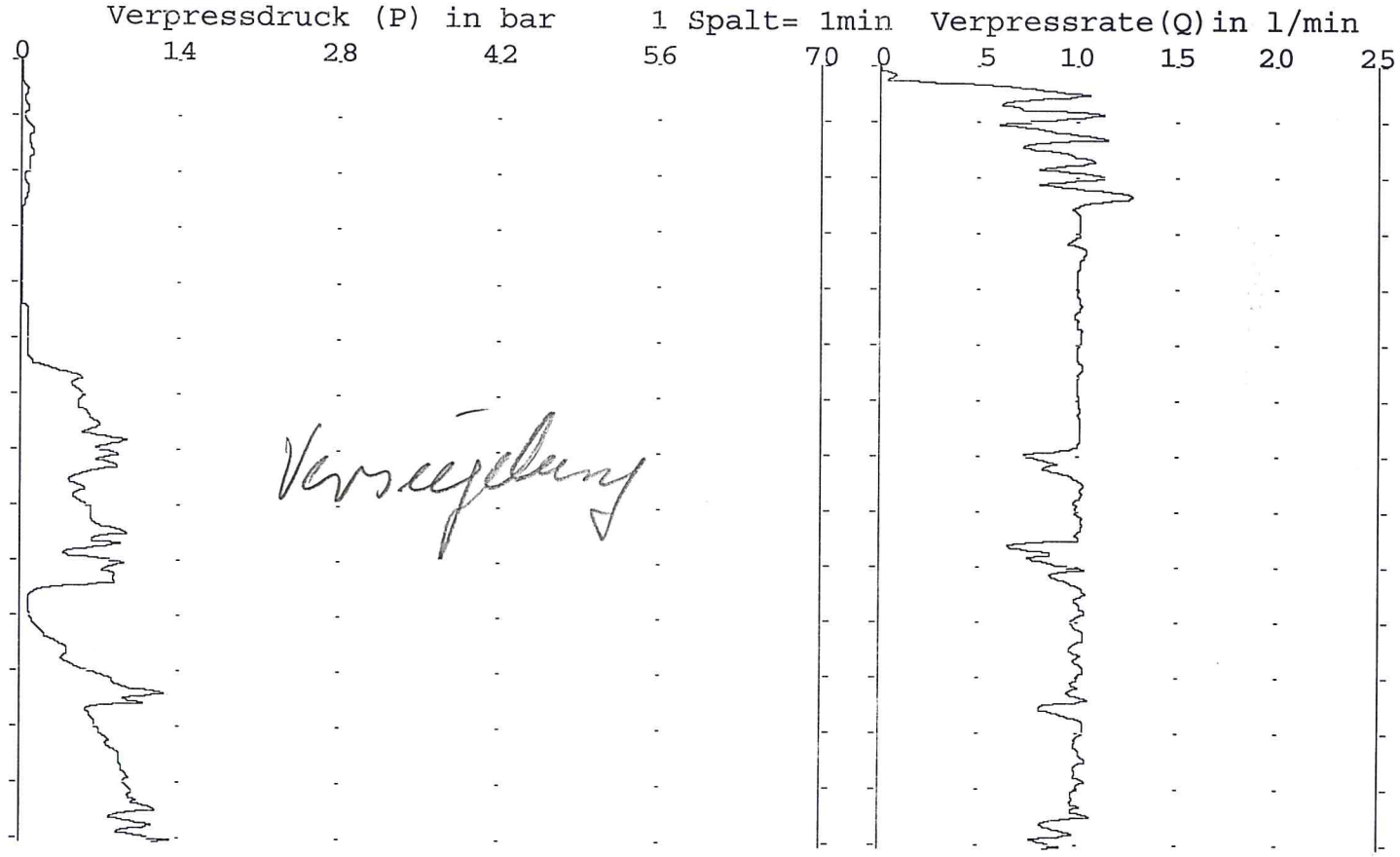
Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 02.02.15 11h12

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 314

PUNKTNUMMER:	2	EWS-SONDE	NUMMER	PHASE	AUFG.
		01	001	7450	13	0



Beginn: 10h58 Dauer: 14 min
Verpressmenge: 133 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant
Druck Maximum :13.8 bar Rate Maximum:12,8 l/min
Druck Mittel : 4,2 bar Rate Mittel : 9,5 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

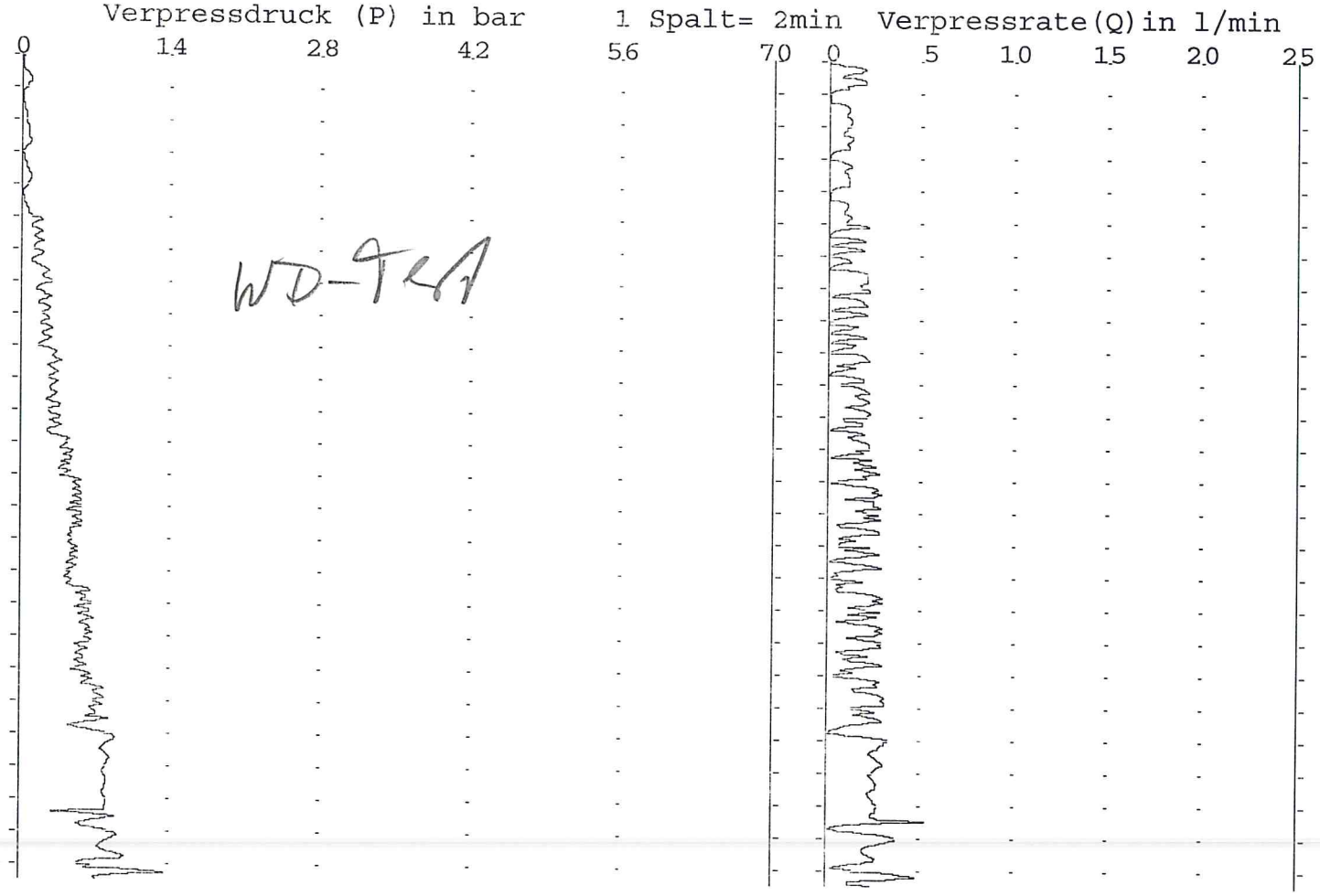
Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 02.02.15 10h25

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 311

PUNKTNUMMER:	2	EWS-SONDE	NUMMER	PHASE	AUFG.
		01	001	11	0



bei 8bar ca 2Ltr./min

Beginn: 09h35 Dauer: 50 min
Verpressmenge: 76 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 9 konstant
Druck Maximum :14.5 bar Rate Maximum: 6,3 l/min
Druck Mittel : 4,1 bar Rate Mittel : 1,5 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

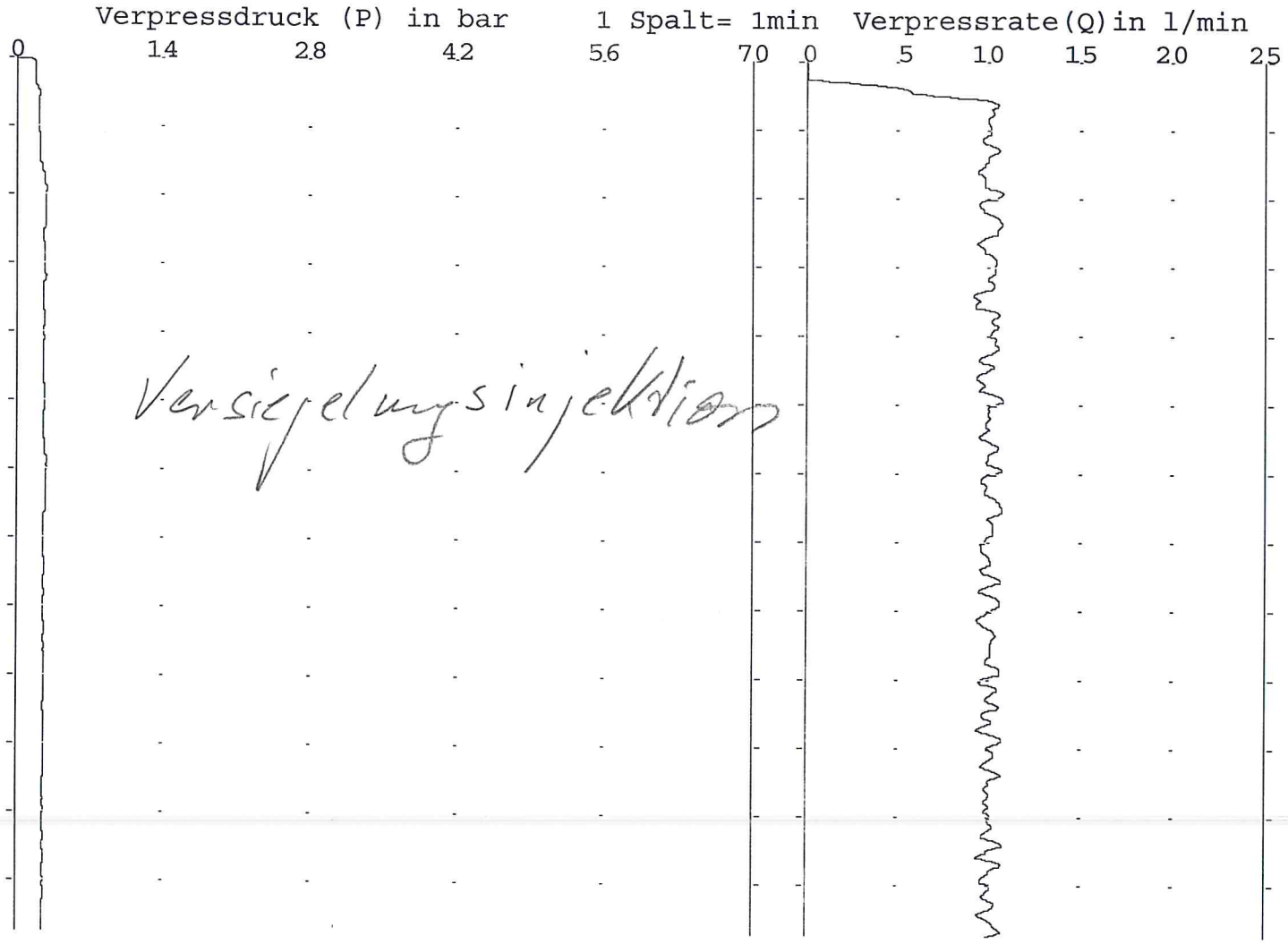
Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 28.01.15 14h41

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 302

	EWS	SONDE	NUMMER	PHASE	AUFG.
PUNKTNUMMER: 2	01	001	7450	3	0



Beginn: 14h28 Dauer: 13 min
Verpressmenge: 123 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant
Druck Maximum : 3.0 bar Rate Maximum:11,0 l/min
Druck Mittel : 2,6 bar Rate Mittel : 9,4 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

11
LEITUNG FOLIEN

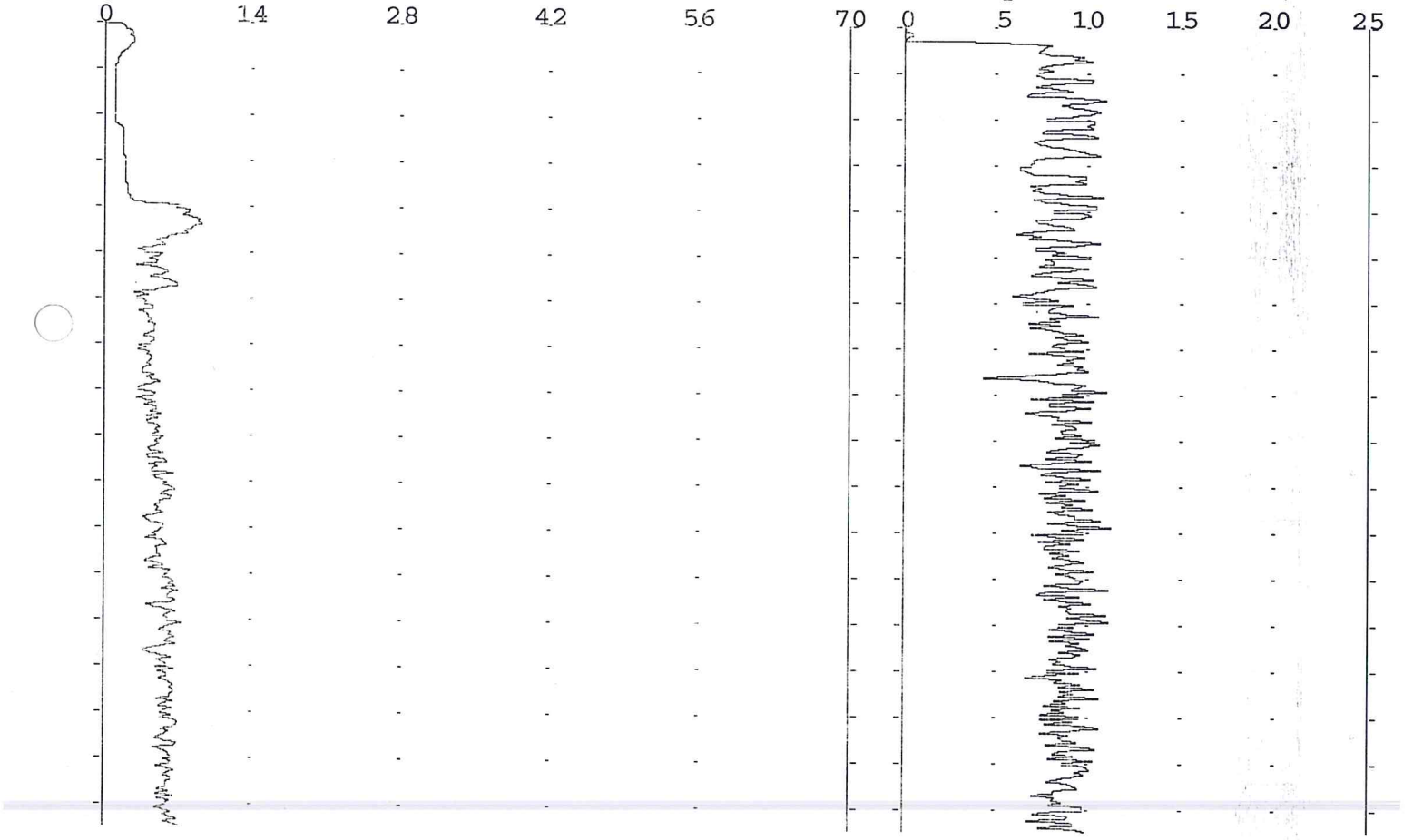
KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 22.01.15 14h36

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 287

PUNKTNUMMER: 2

EWS-SONDE	NUMMER	PHASE	AUFG.
01	001	~~7450~~ 60,0-59,70	7	0



Beginn: 13h04 Dauer: 87 min
Verpressmenge: 755 l soll:5000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 10 konstant
Druck Maximum : 9.4 bar Rate Maximum:12,5 l/min
Druck Mittel : 4,6 bar Rate Mittel : 8,6 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

Verlauf

755 Ltr

-646 Ltr.

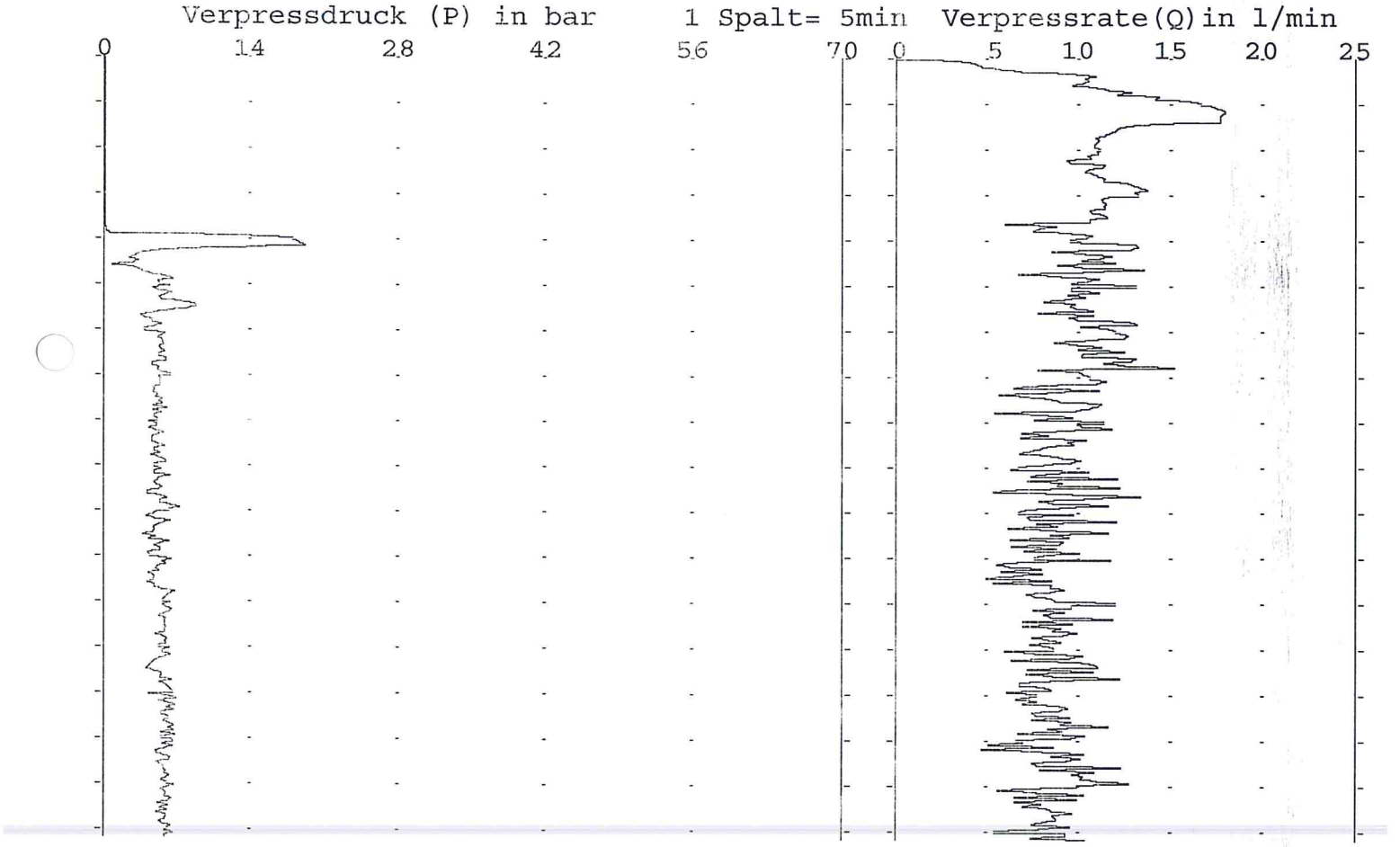
ca. 110 Ltr

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 22.01.15 14h35

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 286

PUNKTNUMMER:	5	EWS-SONDE	NUMMER	PHASE	AUFG.
		01	001 7300	1	0



Beginn: 13h05 Dauer: 85 min
Verpressmenge: 646 l soll:5000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 10 konstant
Druck Maximum :23.6 bar Rate Maximum:19,5 l/min
Druck Mittel : 4,4 bar Rate Mittel : 7,6 l/min
Pumpe Nr: 5

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 15.01.15 15h41

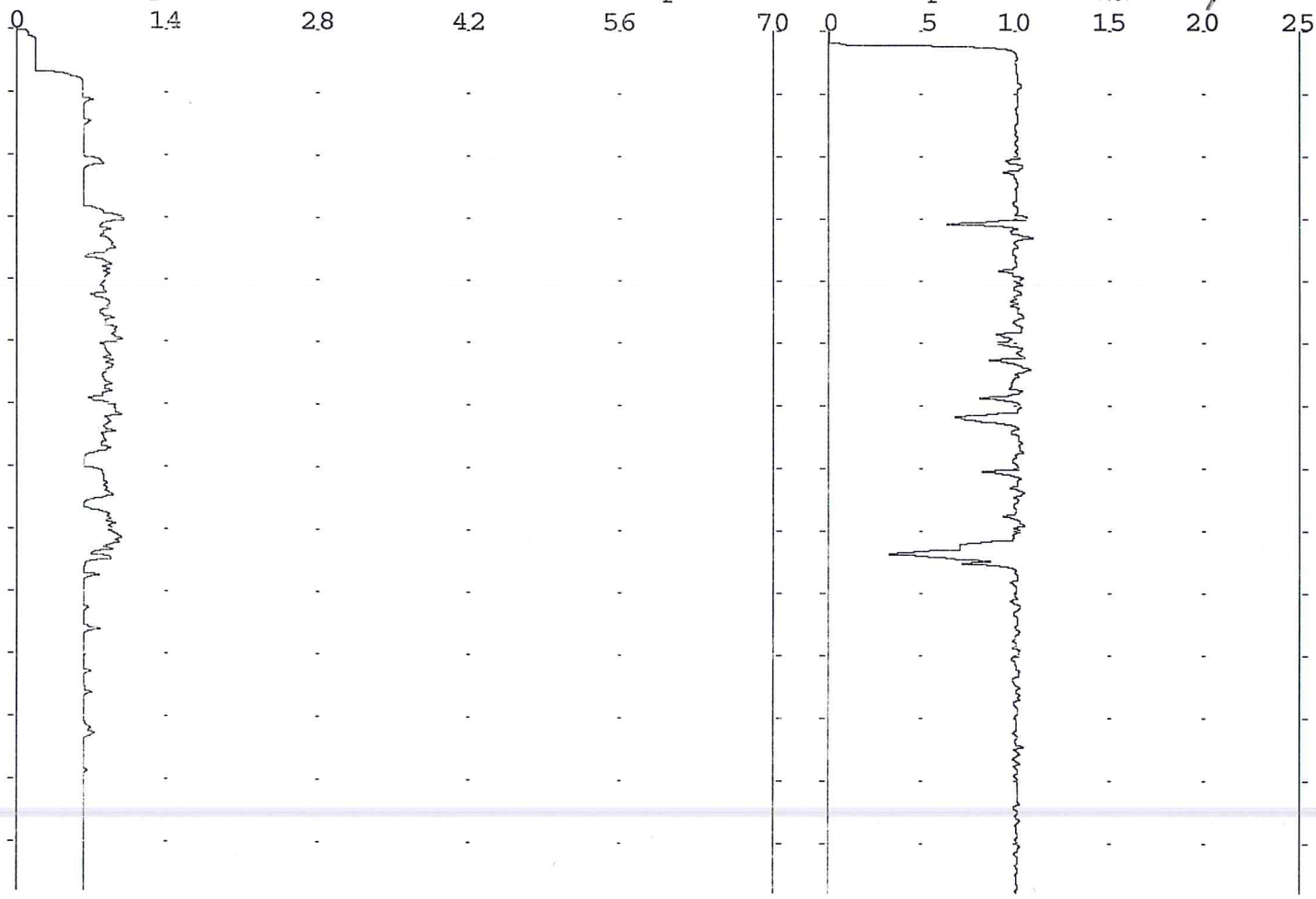
VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 271

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965~~ 10 0

1 1/2 Verpressleitung

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt= 5min Verpressrate (Q) in l/min



Vorlauf

Beginn: 14h33 Dauer: 68 min
Verpressmenge: 667 l soll:2000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant
Druck Maximum :13.2 bar Rate Maximum:13,1 l/min
Druck Mittel : 6,9 bar Rate Mittel : 9,8 l/min
Pumpe Nr: 2

ca. 20 46

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

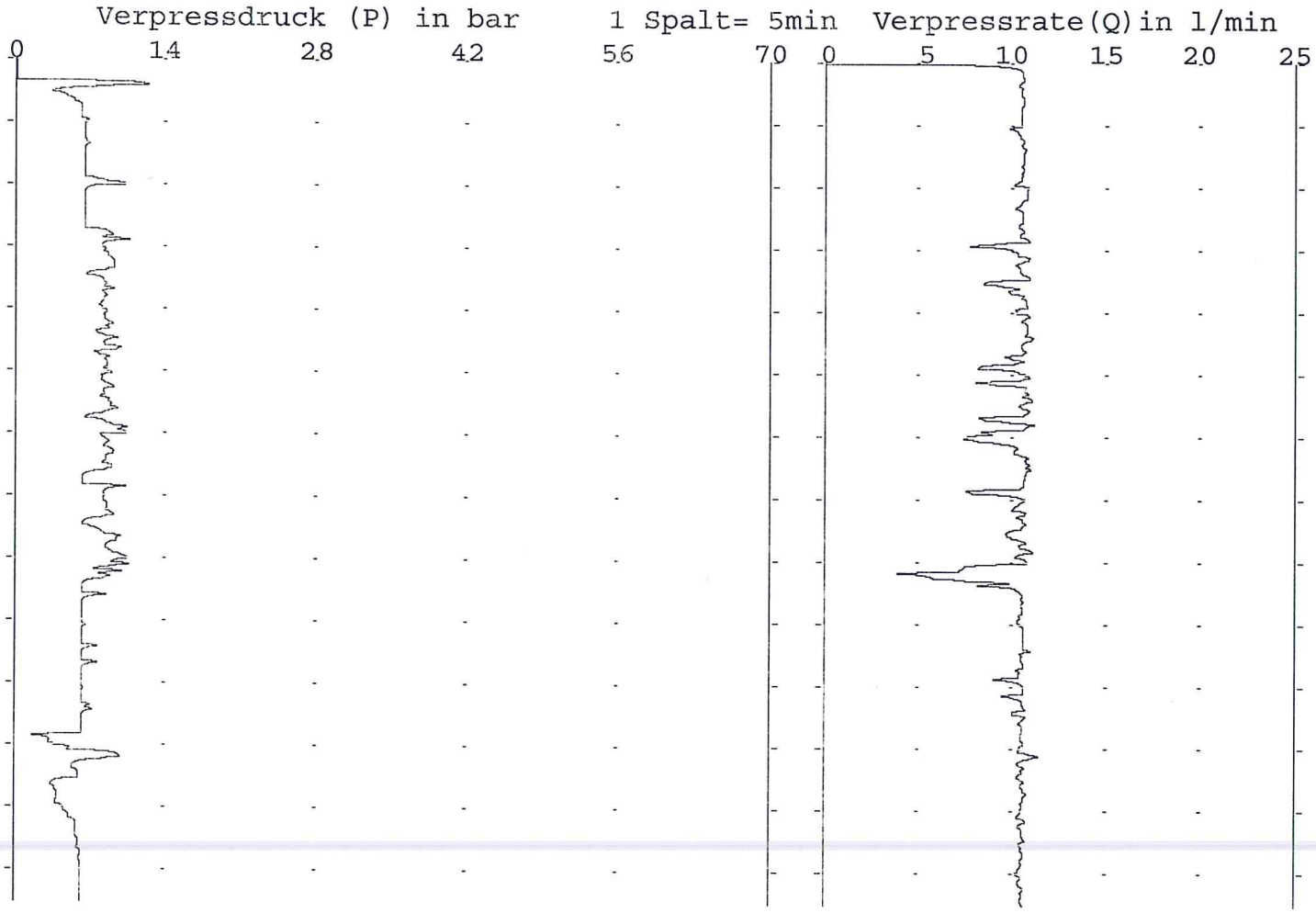
KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 15.01.15 15h41

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 270

PUNKTNUMMER: 5

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.
10 17 4815 3 0



Rücklauf

Beginn: 14h33 Dauer: 68 min
Verpressmenge: 645 l soll:5000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 50 konstant
Druck Maximum :21.2 bar Rate Maximum:11,9 l/min
Druck Mittel : 6,9 bar Rate Mittel : 9,4 l/min
Pumpe Nr: 5

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

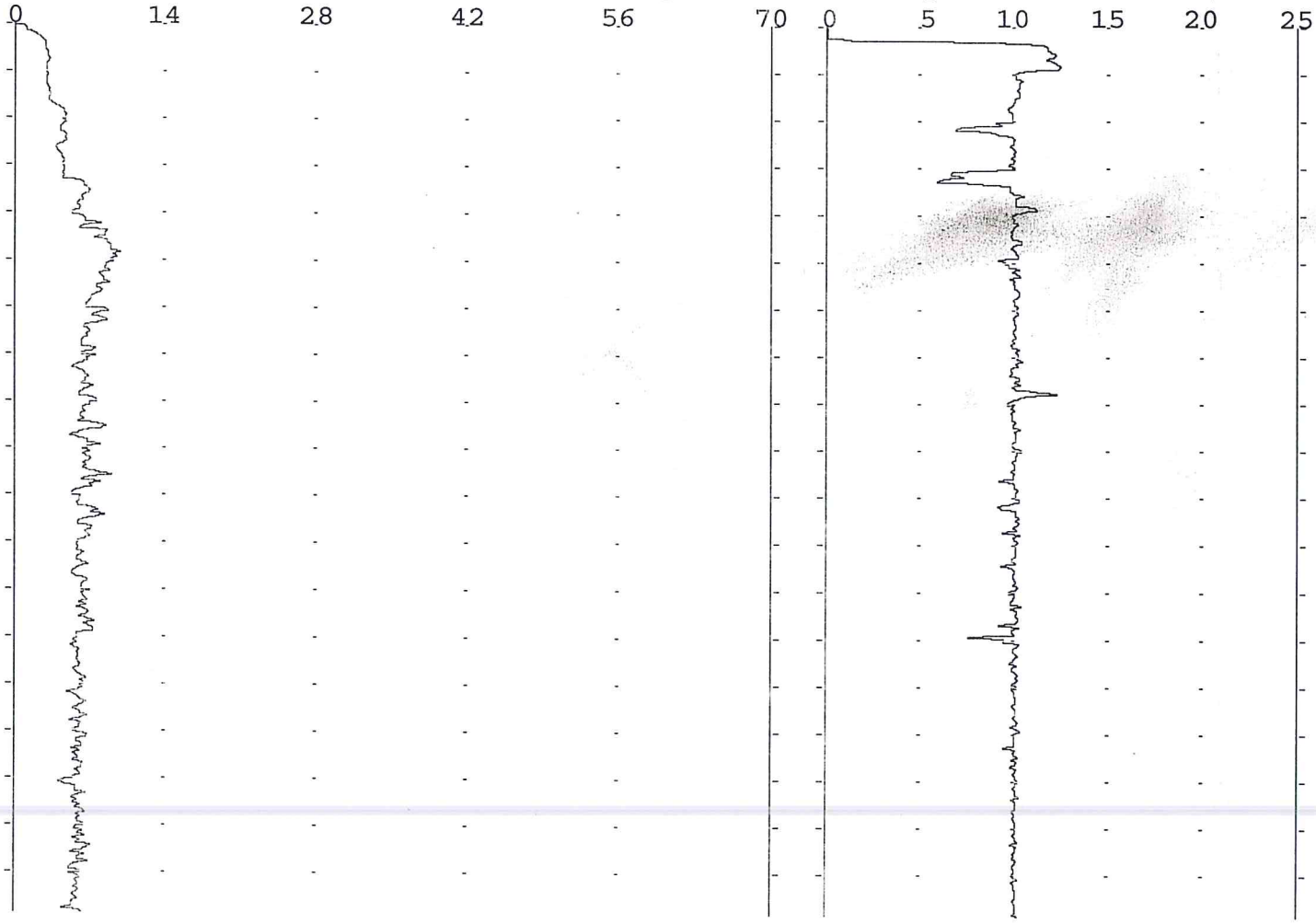
PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 14.01.15 16h30

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 262

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965~~ 2 0

1 112 76,50 - 86,20 m



Beginn: 14h51 Dauer: 94 min

Verpressmenge: 935 l soll:2000 l Rezept: 1

Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant

Druck Maximum :10.8 bar Rate Maximum:15,7 l/min

Druck Mittel : 6,0 bar Rate Mittel : 9,9 l/min

Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

"Vorlauf"

935

- 778

≙ 157 Ltr.

+ 50 Ltr

≈ 210 Ltr

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

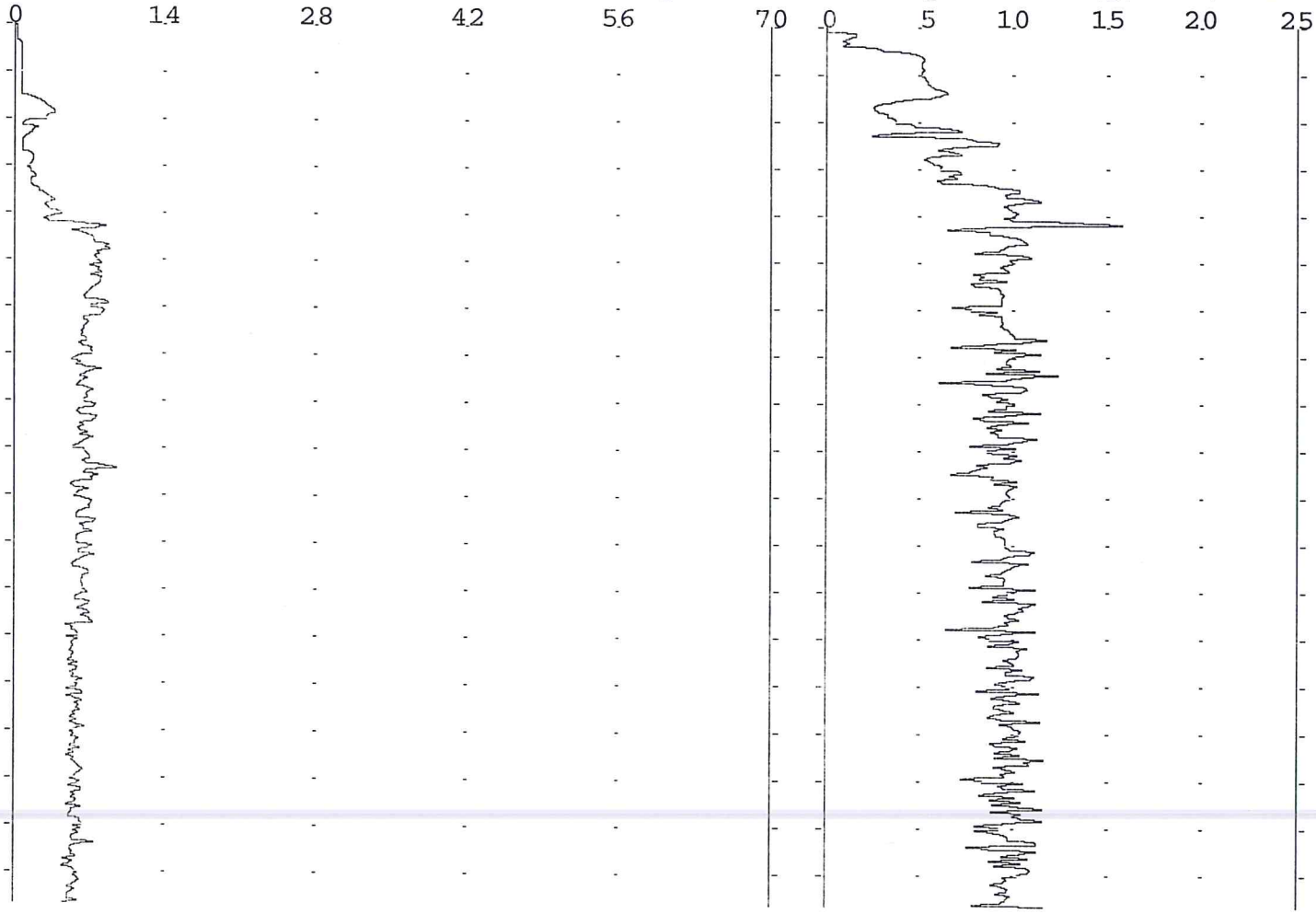
PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 14.01.15 16h29

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 261

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 6 ~~10 17 4765~~ 11 0

1 112 76,50-76,20m



Beginn: 14h52 Dauer: 93 min
Verpressmenge: 778 l soll:2000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P*Q[bar*l/min]= 10 konstant
Druck Maximum :10.9 bar Rate Maximum:18,5 l/min
Druck Mittel : 5,2 bar Rate Mittel : 8,3 l/min
Pumpe Nr: 6

„Rücklauf"

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

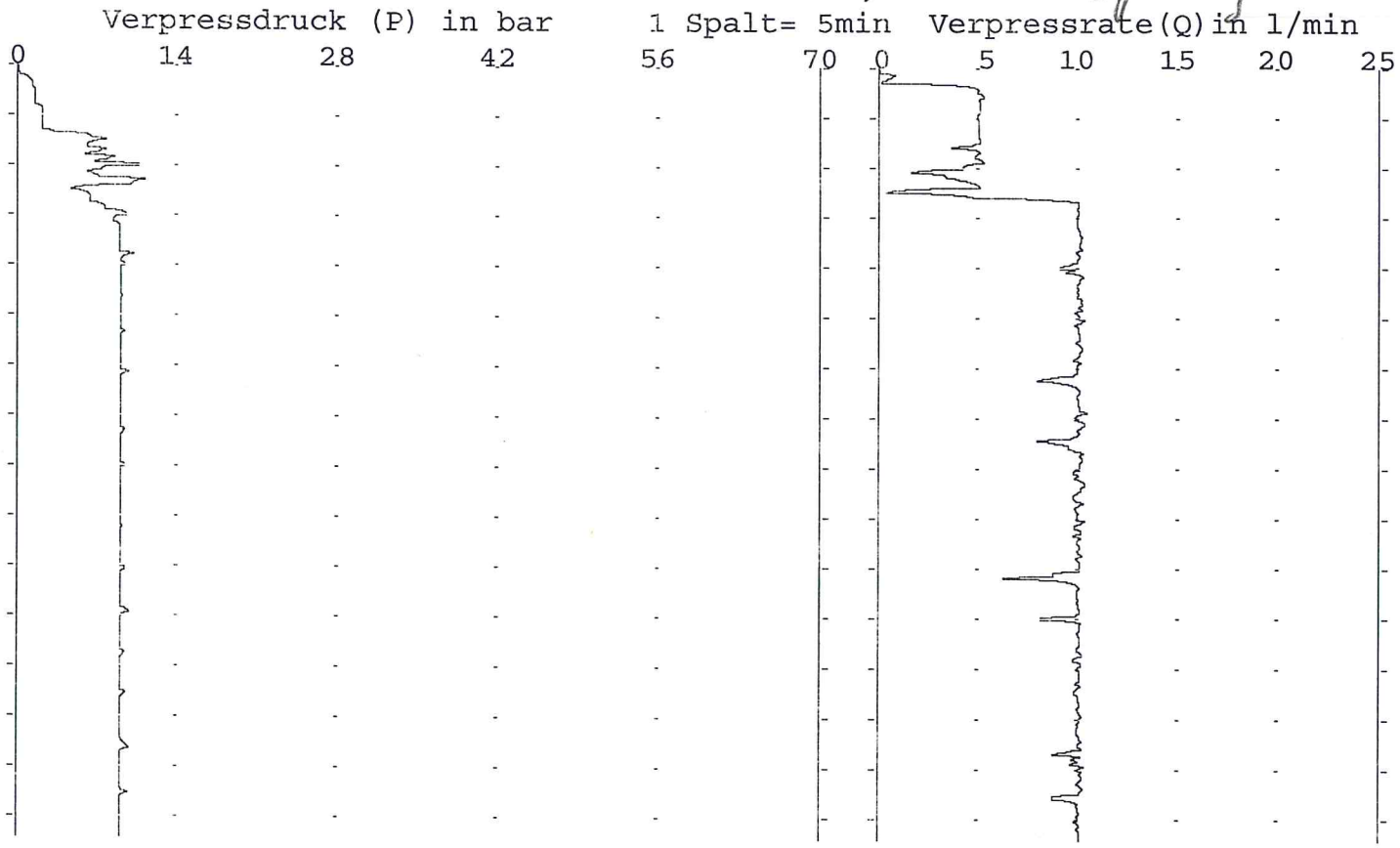
KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 09.01.15 16h50

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 228

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965~~ 1 1/2 Verrieglung 3 0



"Vorlauf"

Beginn: 15h33 Dauer: 77 min
Verpressmenge: 693 l soll:5000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant
Druck Maximum :14.4 bar Rate Maximum:11,6 l/min
Druck Mittel : 8,2 bar Rate Mittel : 9,0 l/min
Pumpe Nr: 2

ca. 10 Uhr.

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 09.01.15 16h51

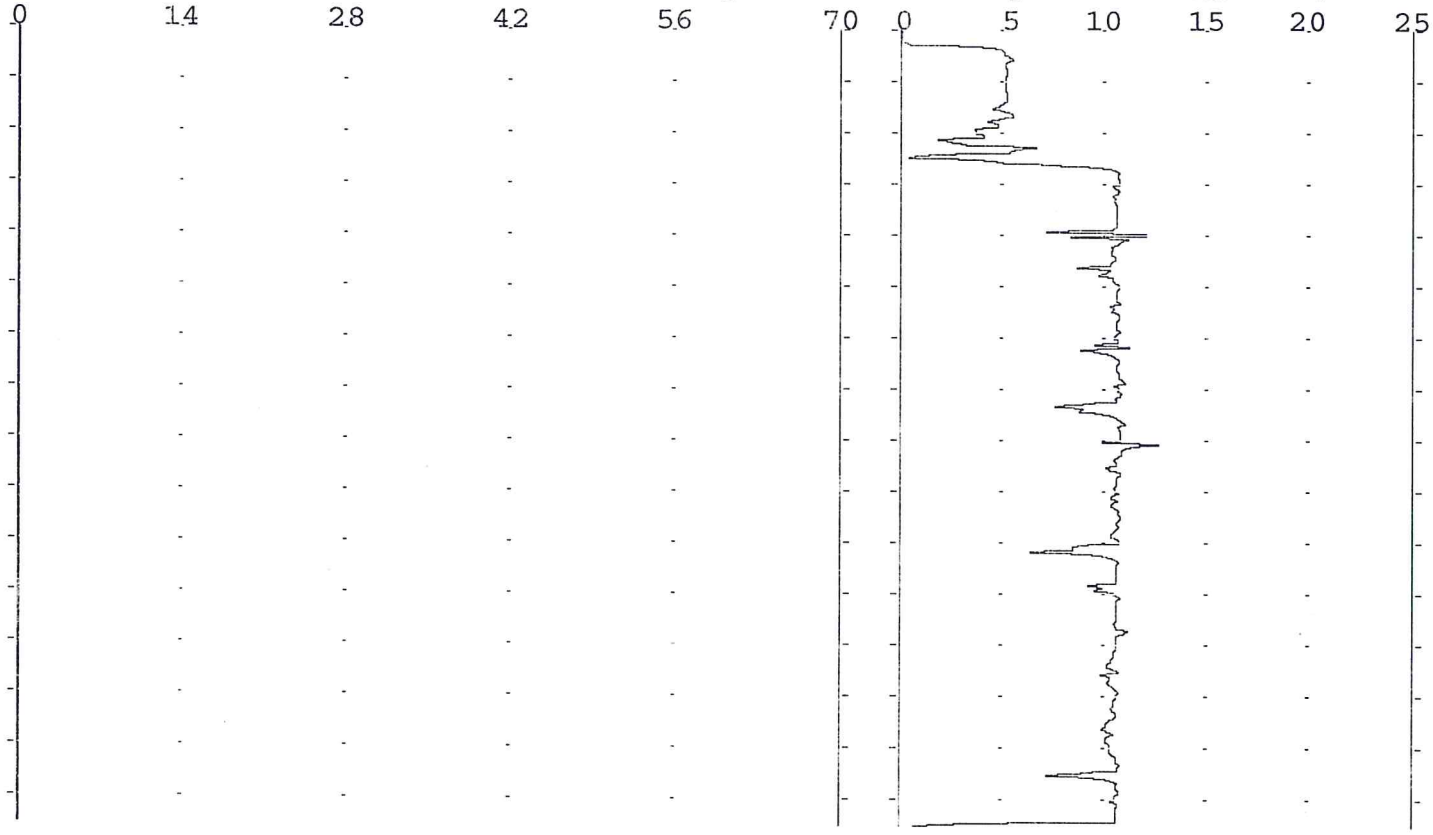
VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 229

PUNKTNUMMER: 5

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.
~~10~~ 17 4815 2 0

1 1/2 Versuchsfeld

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt= 5min Verpressrate (Q) in l/min



, Rücklauf

Beginn: 15h33 Dauer: 78 min
Verpressmenge: 682 l soll:5000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 50 konstant
Druck Maximum : 0.0 bar Rate Maximum:14,2 l/min
Druck Mittel : 0,0 bar Rate Mittel : 8,7 l/min
Pumpe Nr: 5

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

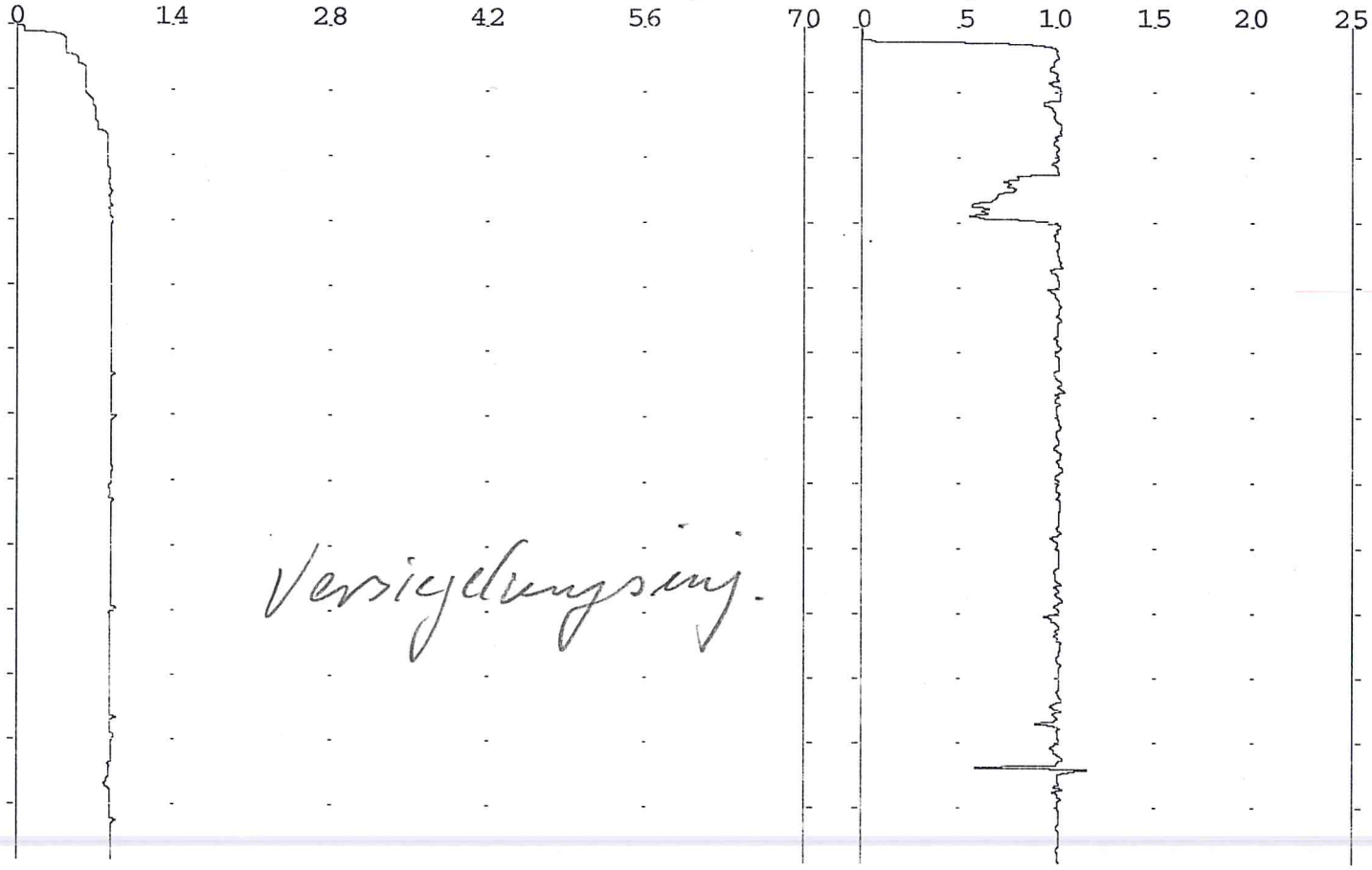
KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 19.12.14 16h21

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 197

PUNKTNUMMER: 2

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.
~~10 17 4965~~ 4 0
FWS1



Versicherungsmy.

Beginn: 15h18 Dauer: 63 min
Verpressmenge: 622 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant
Druck Maximum :11.0 bar Rate Maximum:13,8 l/min
Druck Mittel : 8,0 bar Rate Mittel : 9,8 l/min
Pumpe Nr: 2

ca. 20 Uhr.

Verteiler: BAULEITUNG

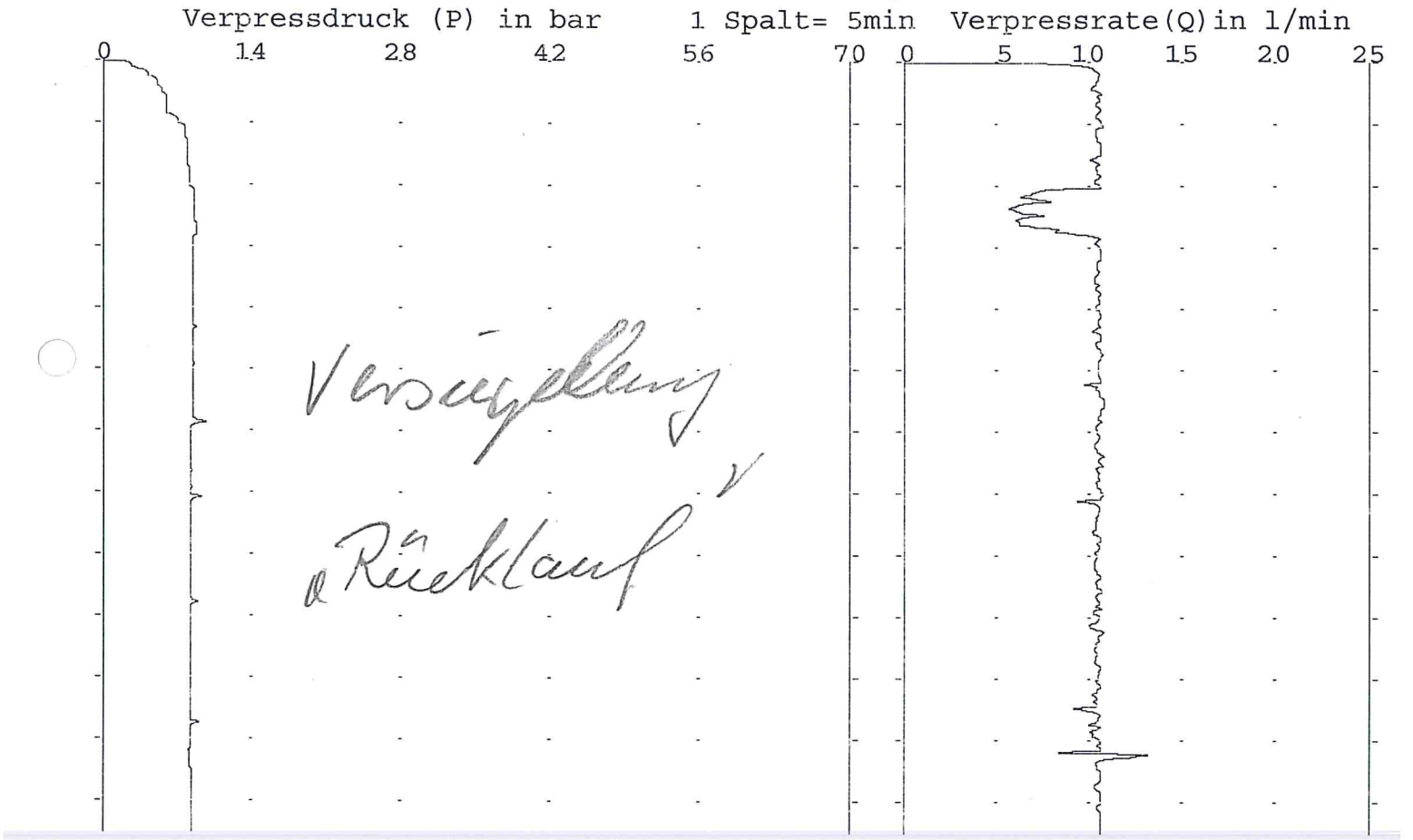
Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 19.12.14 16h21

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 196

PUNKTNUMMER: 5 EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.
~~10 17 4815~~ 1 0



Beginn: 15h19 Dauer: 63 min
Verpressmenge: 600 l soll:5000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 50 konstant
Druck Maximum :11.1 bar Rate Maximum:15,2 l/min
Druck Mittel : 8,1 bar Rate Mittel : 9,5 l/min
Pumpe Nr: 5

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 15.12.14 12h29

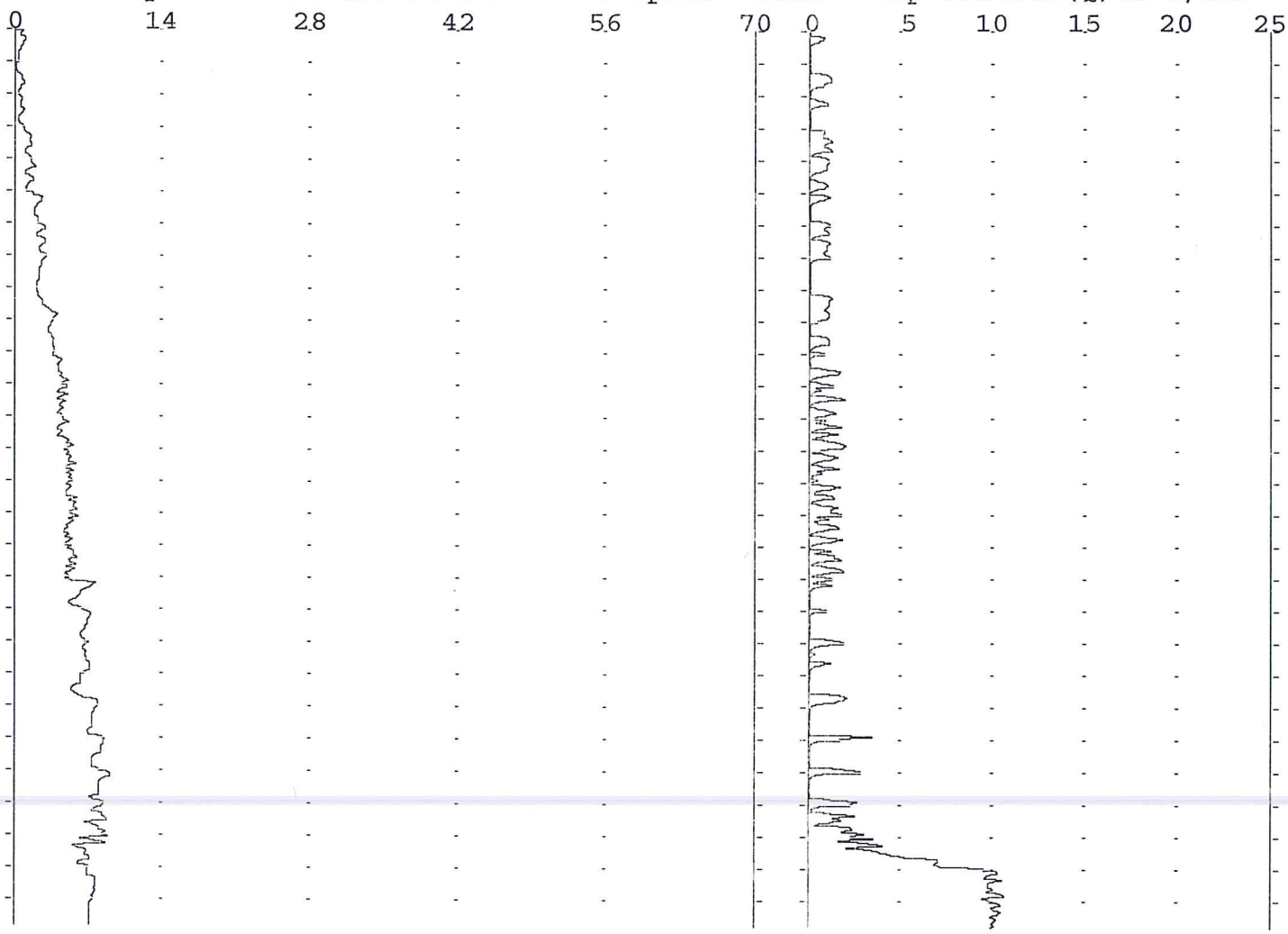
VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 175

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965~~ 15 0

2-4 50,50-50,20m

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt= 2min Verpressrate(Q) in l/min



10 Ltr./min bei 8 bar

Beginn: 11h35 Dauer: 55 min
Verpressmenge: 75 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant
Druck Maximum : 9.8 bar Rate Maximum:11,1 l/min
Druck Mittel : 4,7 bar Rate Mittel : 1,3 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

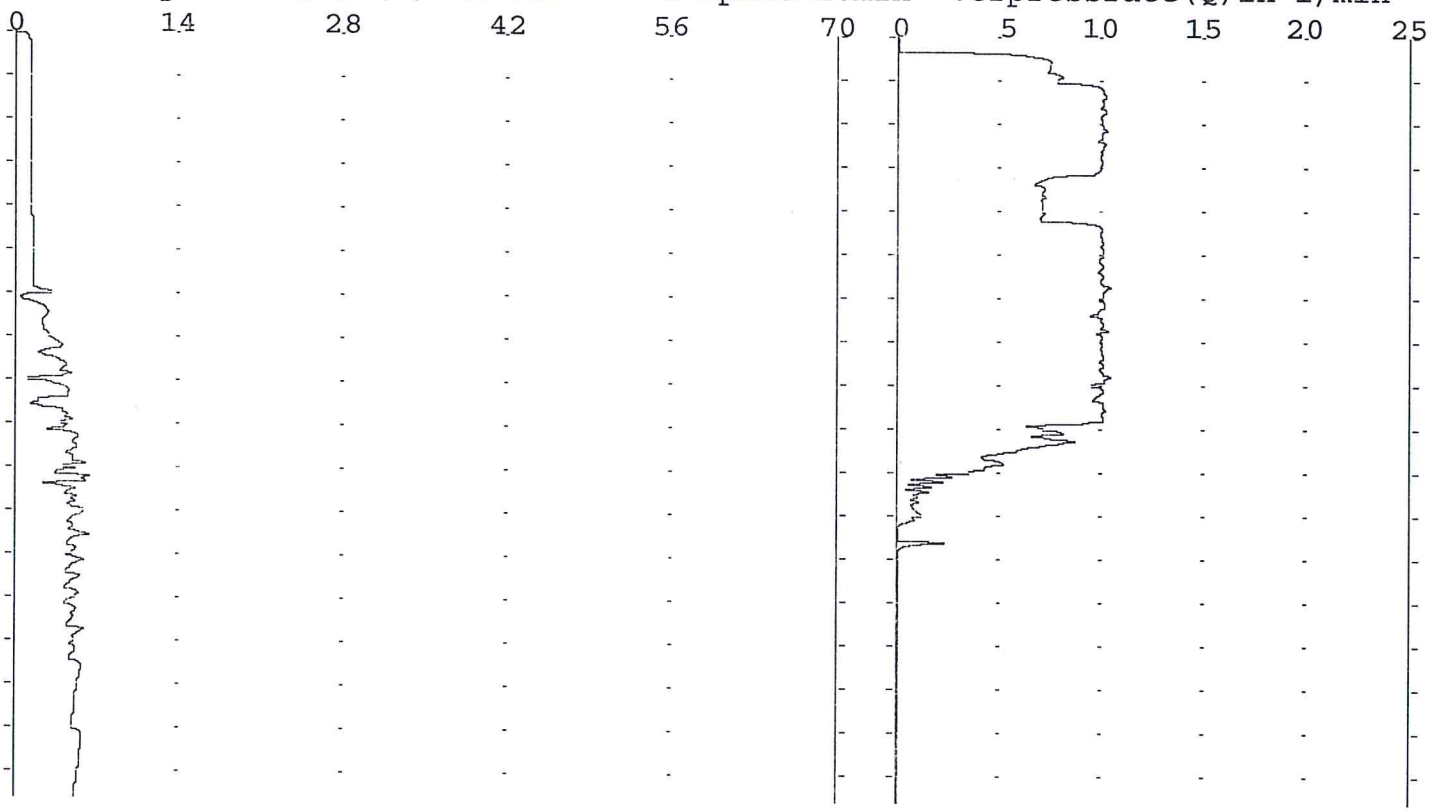
PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 10.12.14 16h04

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 170

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965~~ 10 0

2 / 4 58,00-57,70m



Beginn: 13h07 Dauer: 177 min
Verpressmenge: 891 l soll:5000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 5 konstant
Druck Maximum : 7.5 bar Rate Maximum:13,1 l/min
Druck Mittel : 3,5 bar Rate Mittel : 5,0 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

891+
200
1091 l

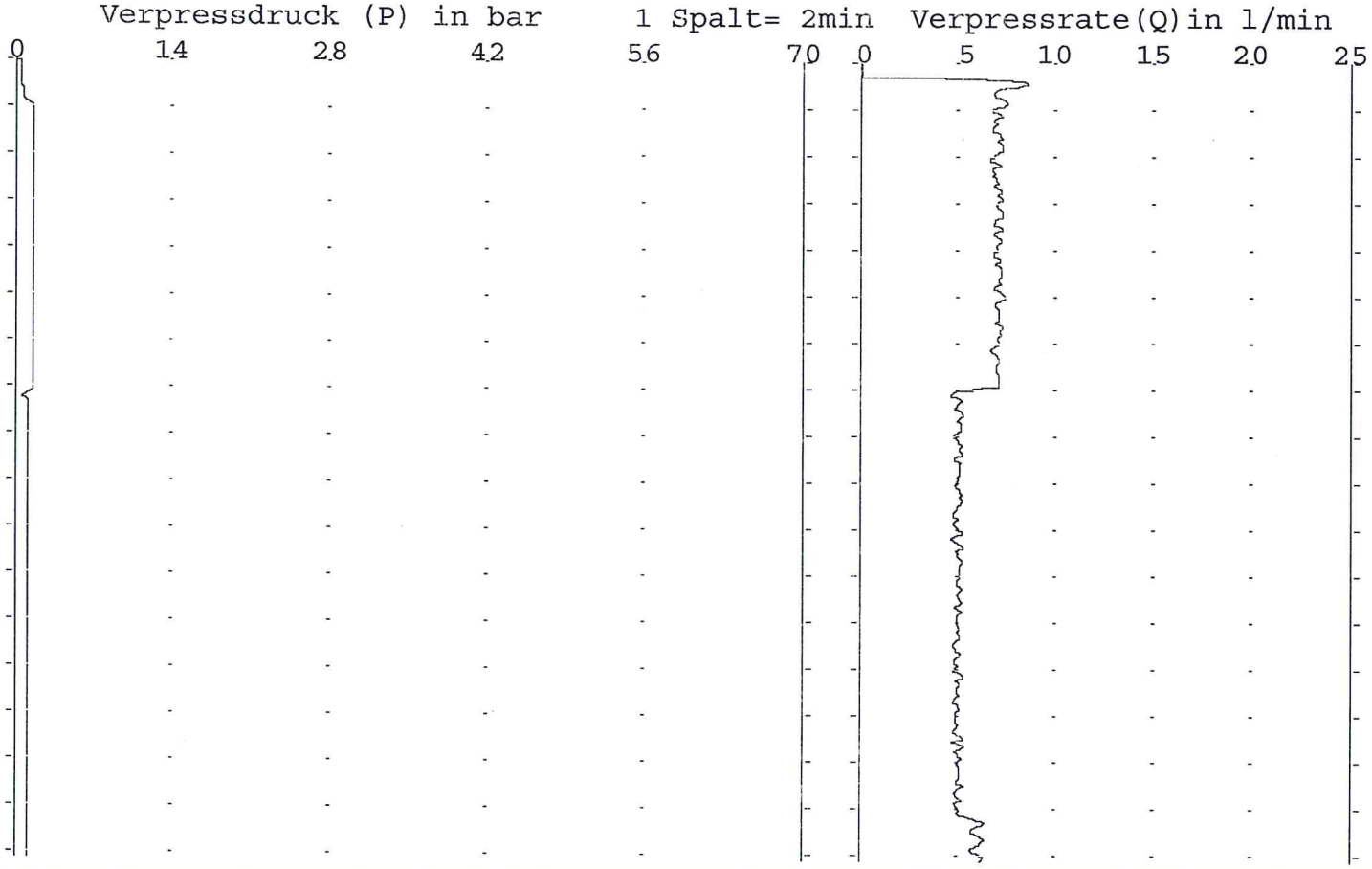
KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 10.12.14 13h04

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 169

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 10 17 4965 9 0



Beginn: 12h30 Dauer: 35 min

Verpressmenge: 200 l soll: 200 l Rezept: 1

Verpressmodus: Q[l/min]= 6 konstant

Druck Maximum : 1.7 bar Rate Maximum:10,4 l/min

Druck Mittel : 1,3 bar Rate Mittel : 5,7 l/min

Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

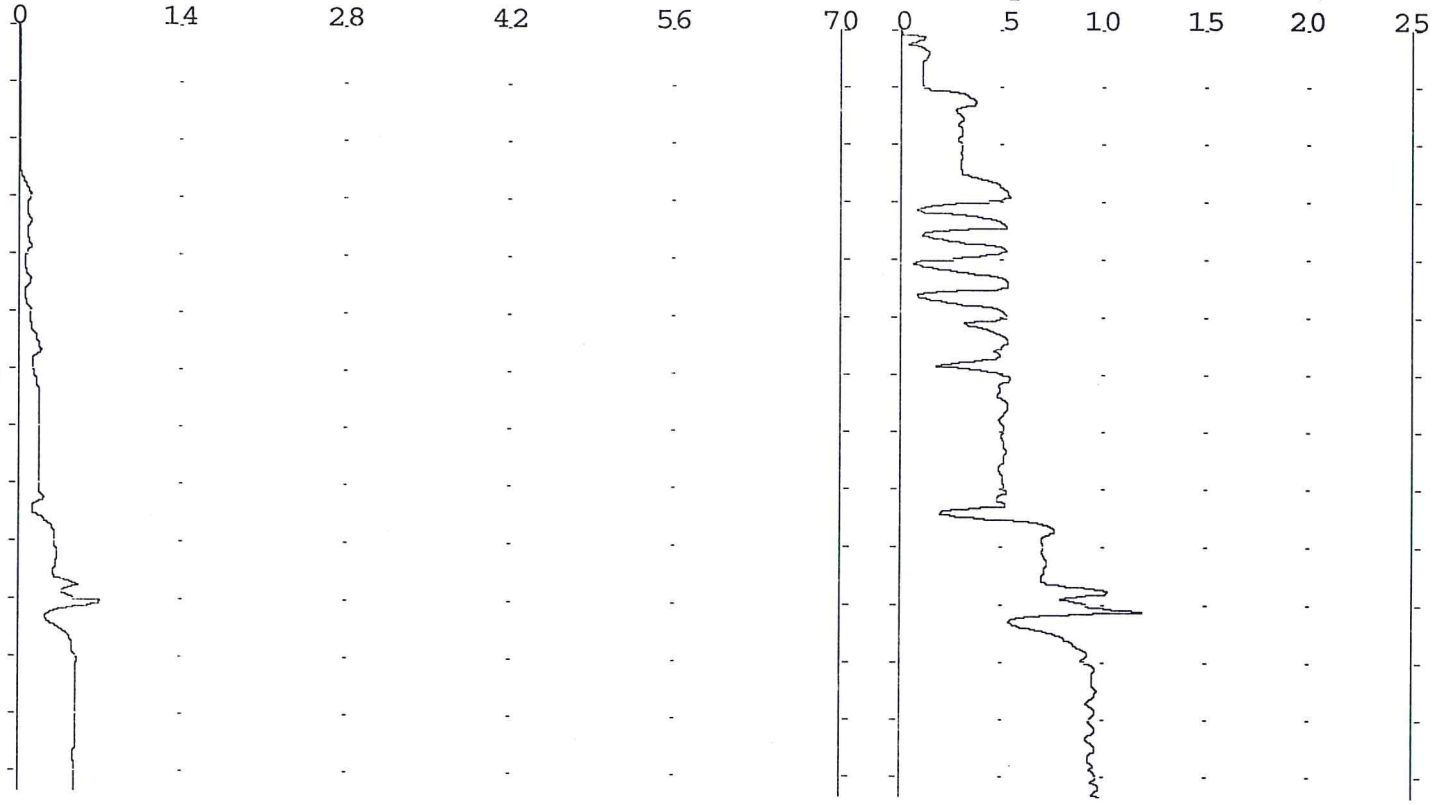
PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 09.12.14 10h13

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 164

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965~~ 4 0

WDTest 2-4-6 1m 60,7kg



10 l/min bei 5 bar

Beginn: 09h59 Dauer: 13 min
Verpressmenge: 72 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 5 konstant
Druck Maximum : 7.7 bar Rate Maximum:12,7 l/min
Druck Mittel : 2,1 bar Rate Mittel : 5,5 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 08.12.14 12h20

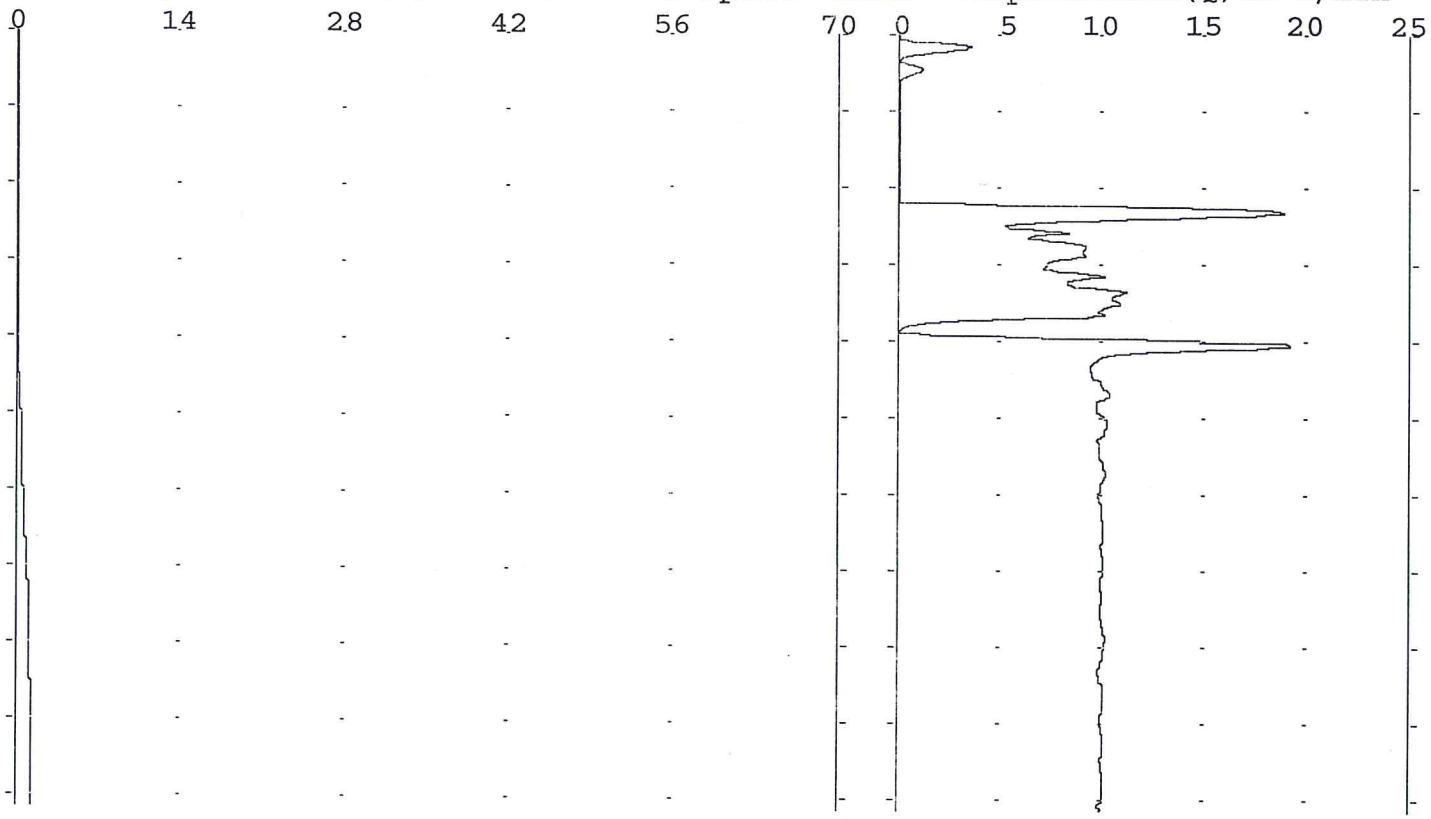
VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 162

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965~~ 2 0

02/3-4 62,50m

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt= 1min Verpressrate(Q) in l/min



Beginn: 12h10 Dauer: 10 min
Verpressmenge: 78 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant
Druck Maximum : 1.5 bar Rate Maximum:20,4 l/min
Druck Mittel : 0,5 bar Rate Mittel : 7,8 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

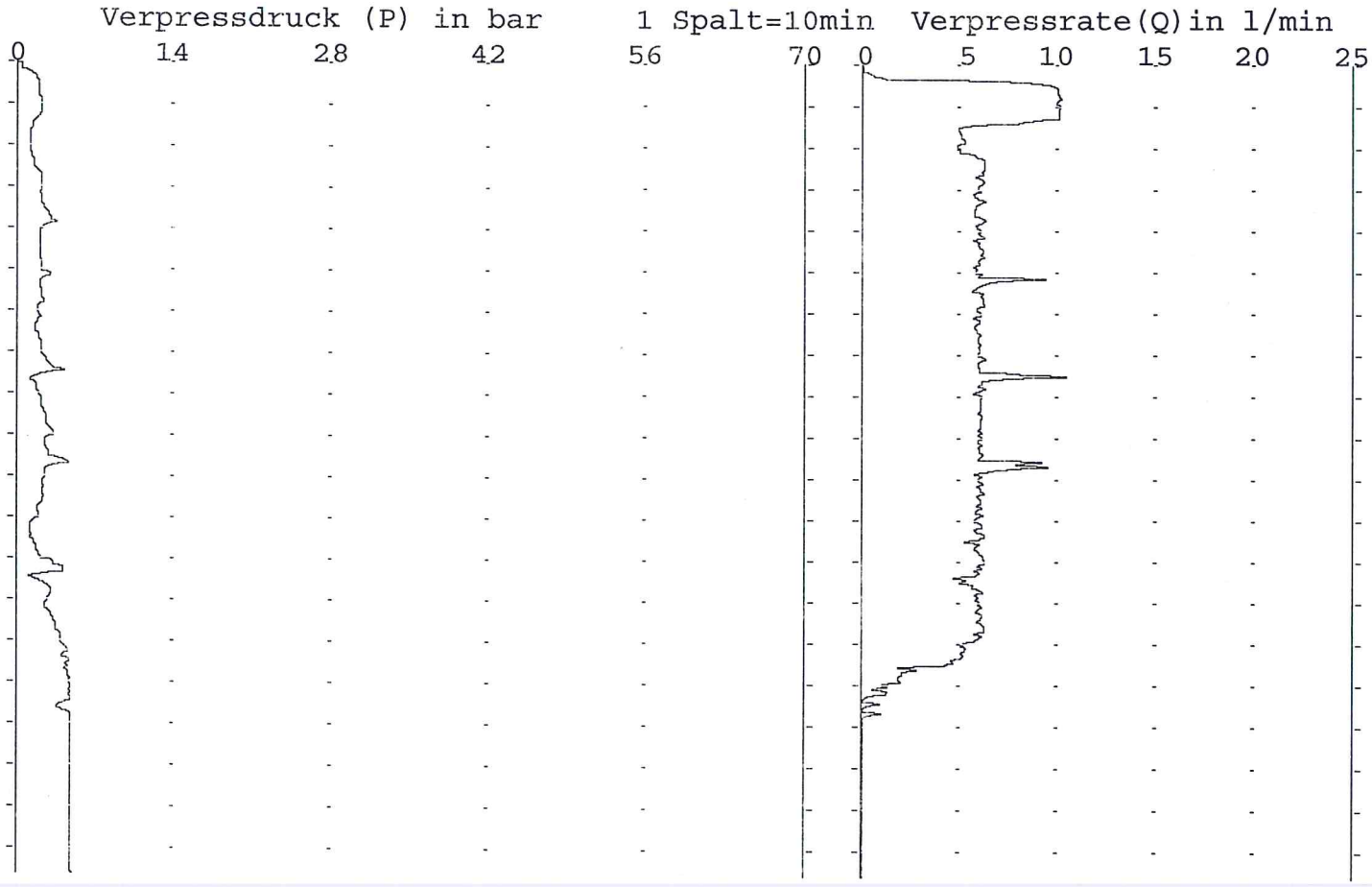
Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 04.12.14 14h17

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 156

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.
PUNKTNUMMER: 2 10 17 4965 12 0



Beginn: 11h00 Dauer: 197 min
Verpressmenge: 922 l soll:5000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 1 konstant
Druck Maximum : 5.2 bar Rate Maximum:13,7 l/min
Druck Mittel : 3,0 bar Rate Mittel : 4,6 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

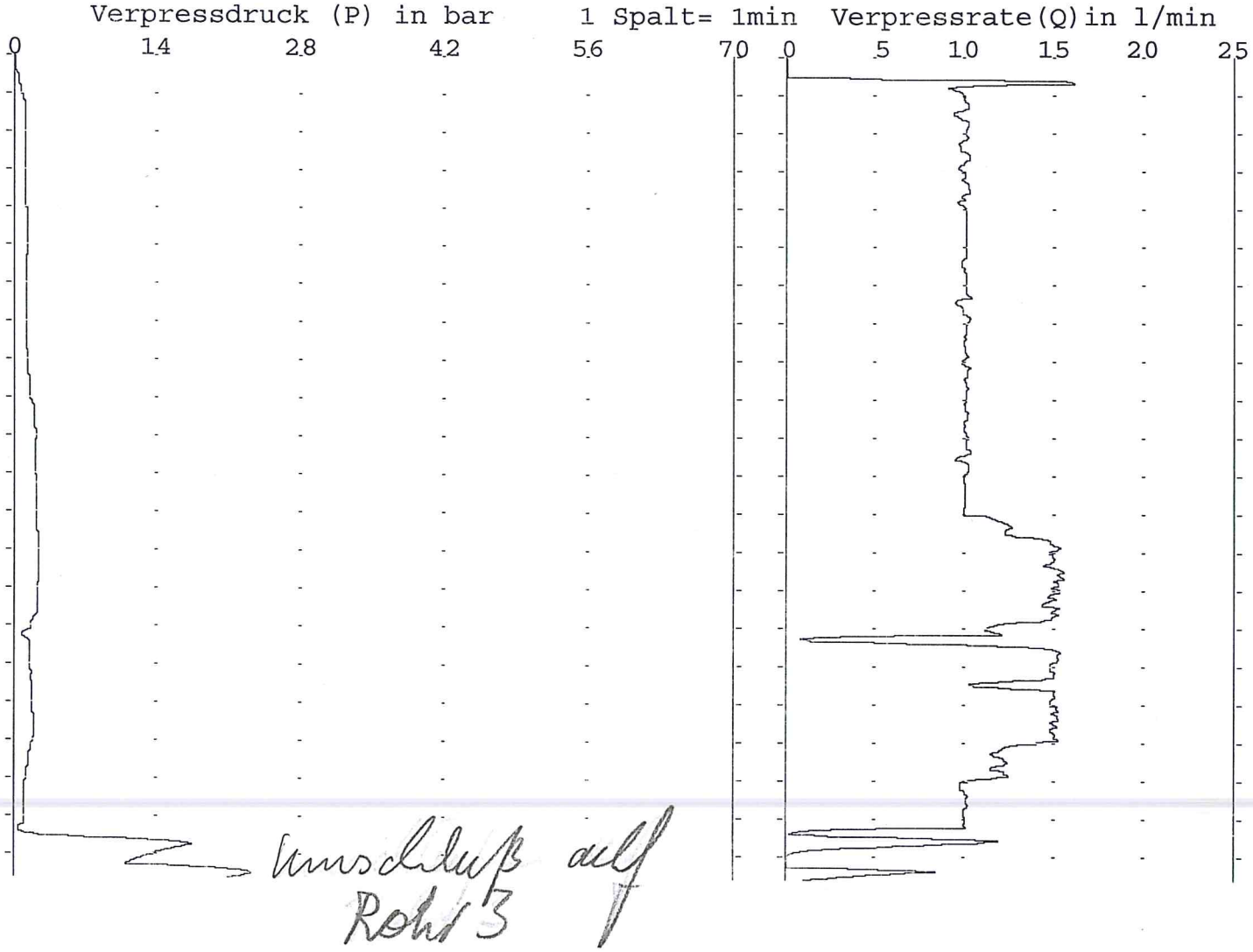
922
230
1152 Hr
go.

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 04.12.14 10h59

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 155

PUNKTNUMMER:	2	EWS-SONDE NUMMER	PHASE	AUFG.
		10 17 4965	11	0



Beginn: 10h36 Dauer: 21 min
Verpressmenge: 230 l soll:5000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant
Druck Maximum :23.7 bar Rate Maximum:21,0 l/min
Druck Mittel : 2,3 bar Rate Mittel :10,9 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

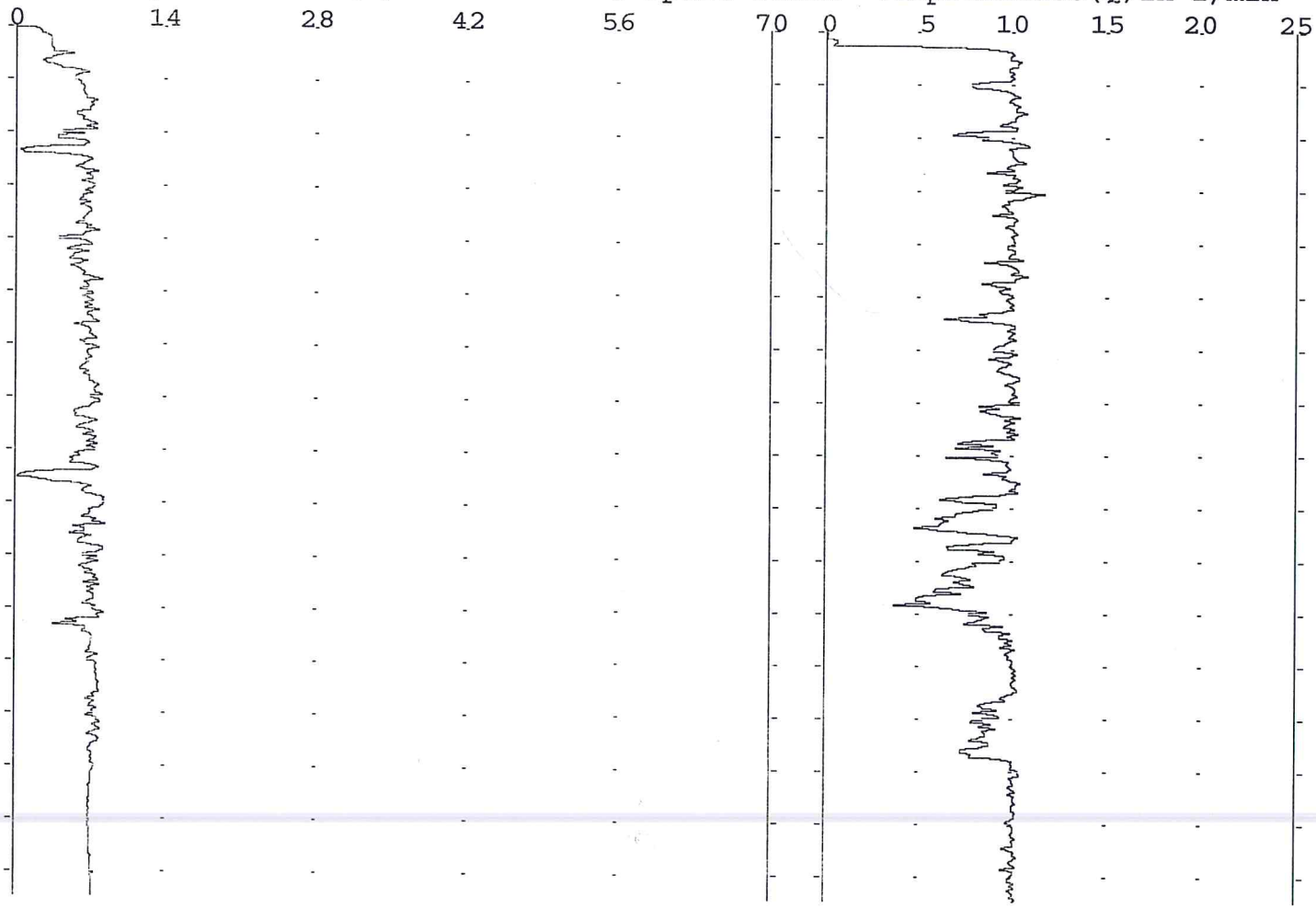
KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 02.12.14 16h09

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 138

PUNKTNUMMER: 2

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.
~~10 17 4965~~ 10 0
2/3-4 76m



Beginn: 13h24 Dauer: 163 min
Verpressmenge: 1515 l soll:5000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant
Druck Maximum :11.1 bar Rate Maximum:13,5 l/min
Druck Mittel : 6,6 bar Rate Mittel : 9,2 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

"Vorlauf"
1515
-1167
Aufnahme ca. 350 kl

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 02.12.14 16h09

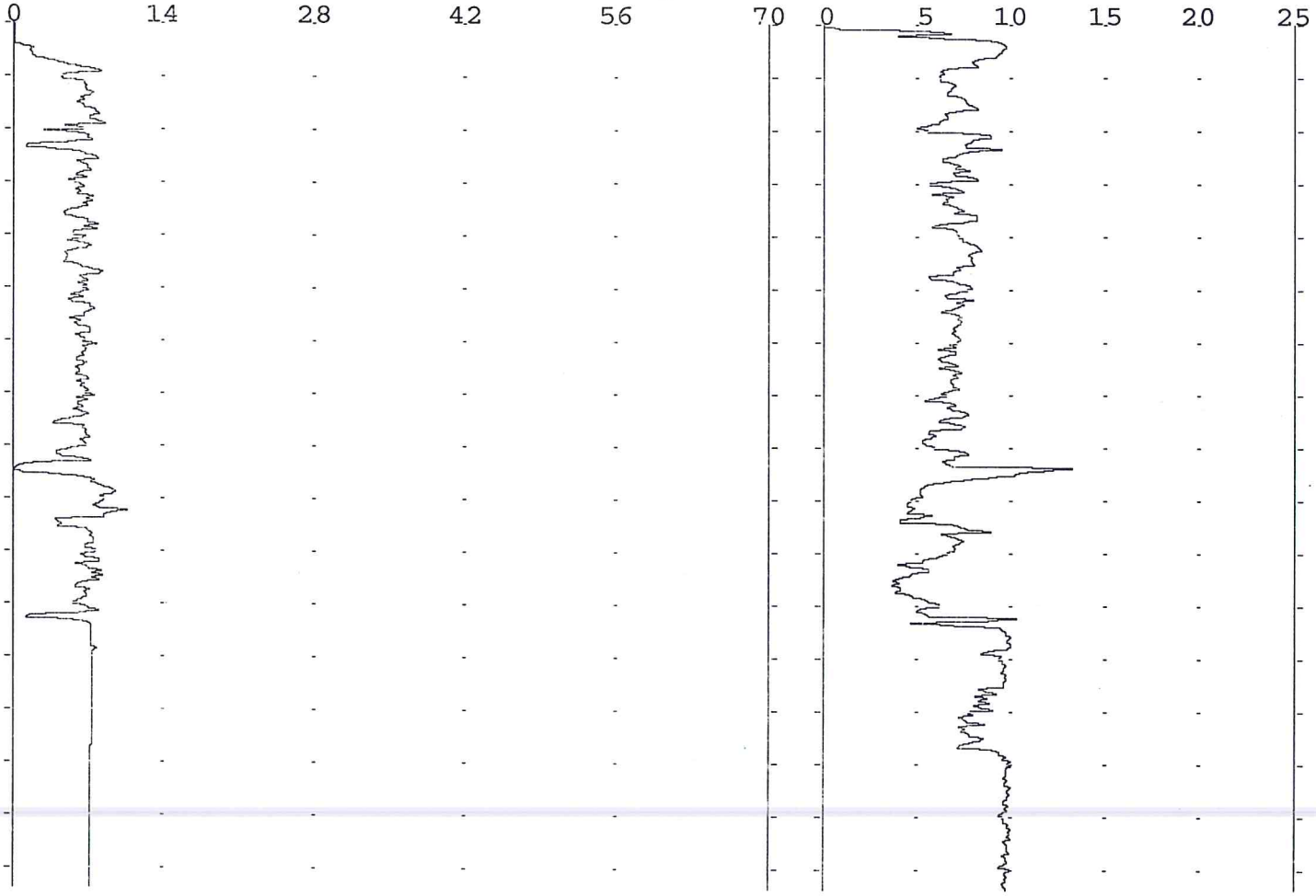
VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 137

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 5 10 17 4815 0 0

273-4 76 m

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt=10min Verpressrate(Q) in l/min



v Rückkampf

Beginn: 13h25 Dauer: 163 min
Verpressmenge: 1167 l soll:5000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 50 konstant
Druck Maximum :11.5 bar Rate Maximum:27,2 l/min
Druck Mittel : 6,3 bar Rate Mittel : 7,1 l/min
Pumpe Nr: 5

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

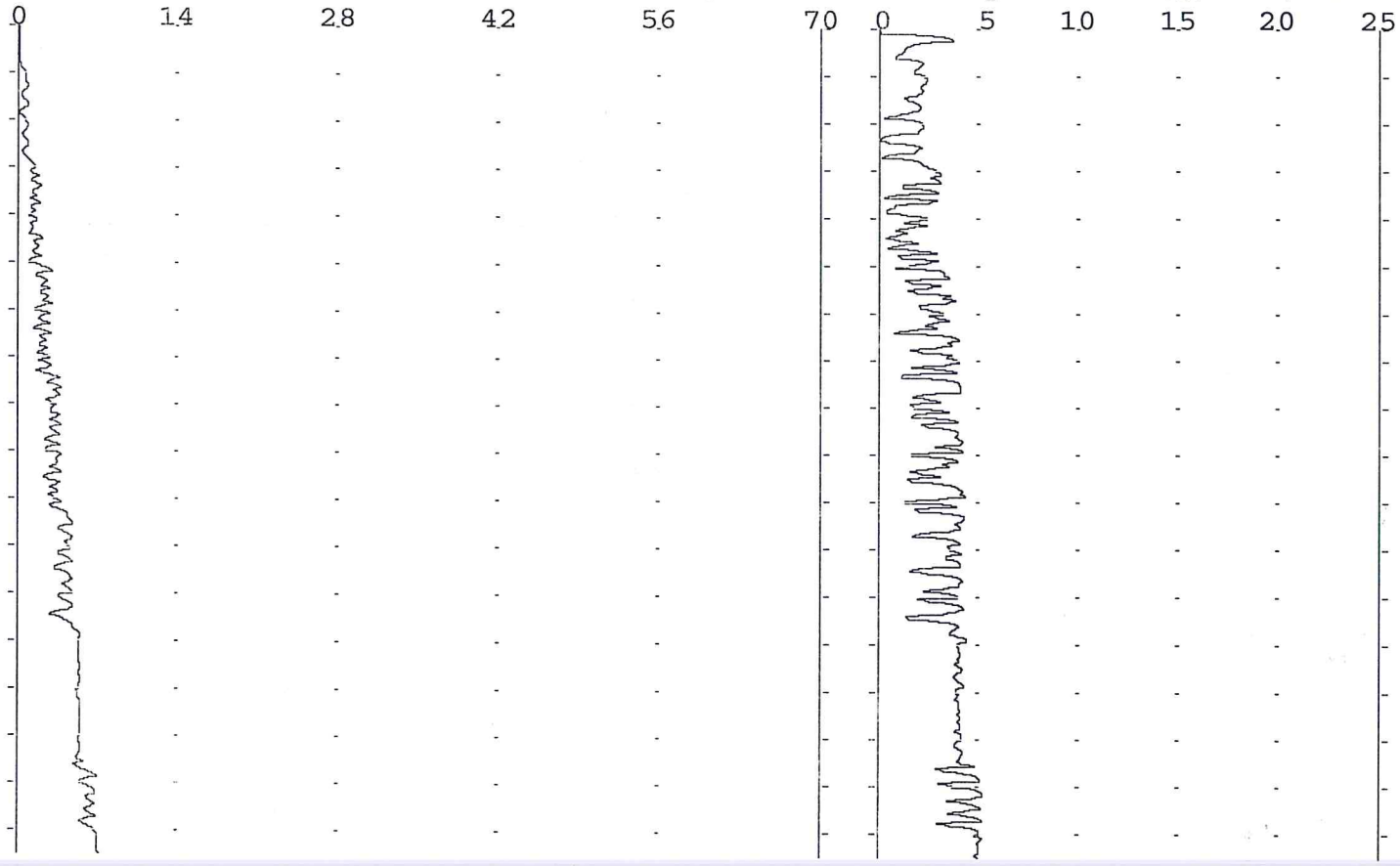
KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 02.12.14 12h16

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 134

PUNKTNUMMER: 2

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.
~~10 17 4965~~ 7 0
2-3/4 76m



Abbruch 7 bar 5 l/1

Beginn: 11h41 Dauer: 35 min
Verpressmenge: 105 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 5 konstant
Druck Maximum : 7.3 bar Rate Maximum: 5,3 l/min
Druck Mittel : 3,3 bar Rate Mittel : 3,0 l/min
Pumpe Nr: 2

WD-Test

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

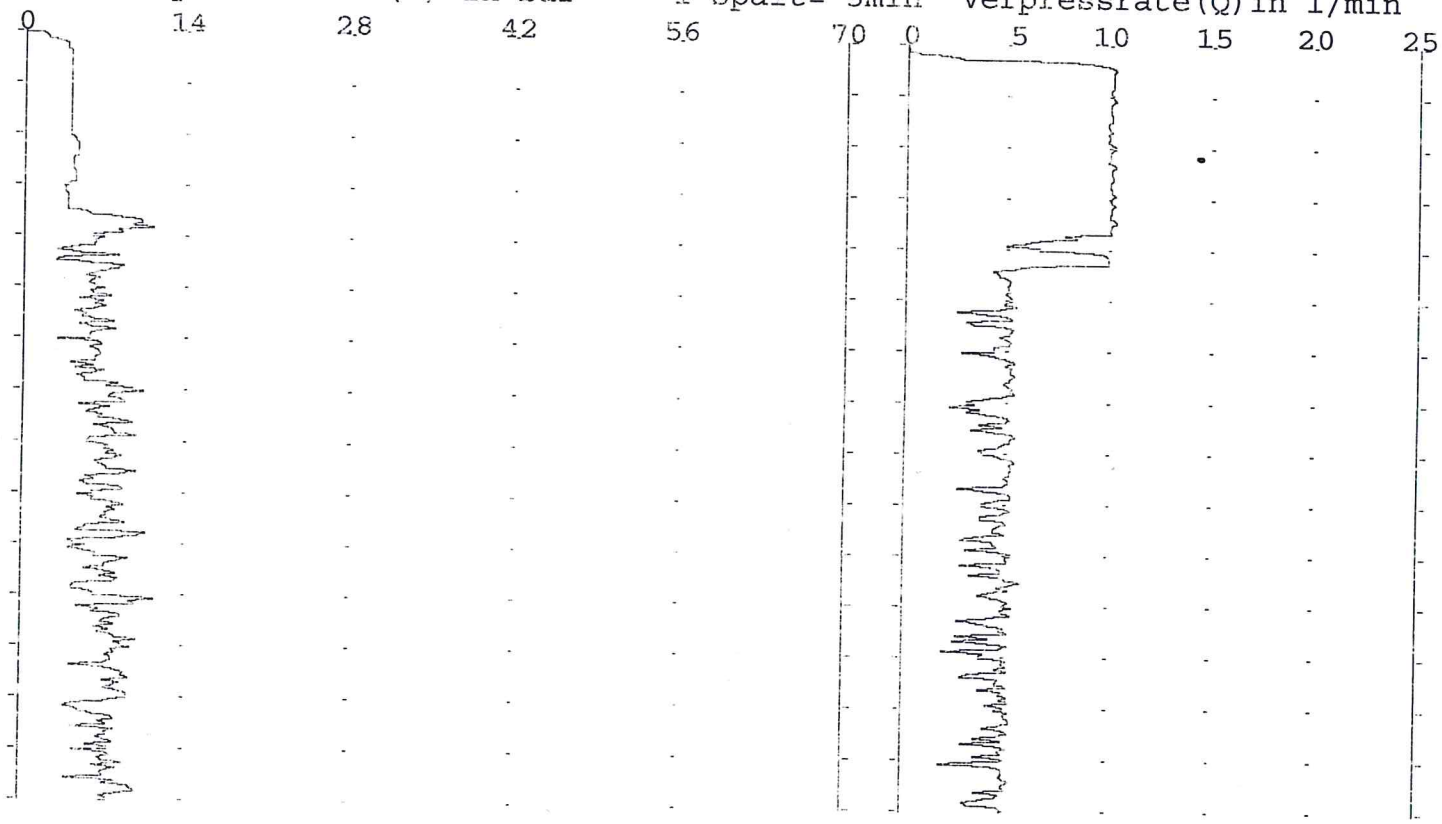
PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 27.11.14 10h58

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 125

PUNKTNUMMER: 2

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.
~~10 17 4965~~ 15 0
2 3/4

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt= 5min Verpressrate(Q) in l/min



Beginn: 09h39 Dauer: 75 min
Verpressmenge: 445 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 5 konstant
Druck Maximum :14.5 bar Rate Maximum:10,7 l/min
Druck Mittel : 6,3 bar Rate Mittel : 5,9 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

Versiegelungsv. Vorlauf
445 Ltr.
- 423 Ltr.
ca. 20 Ltr.

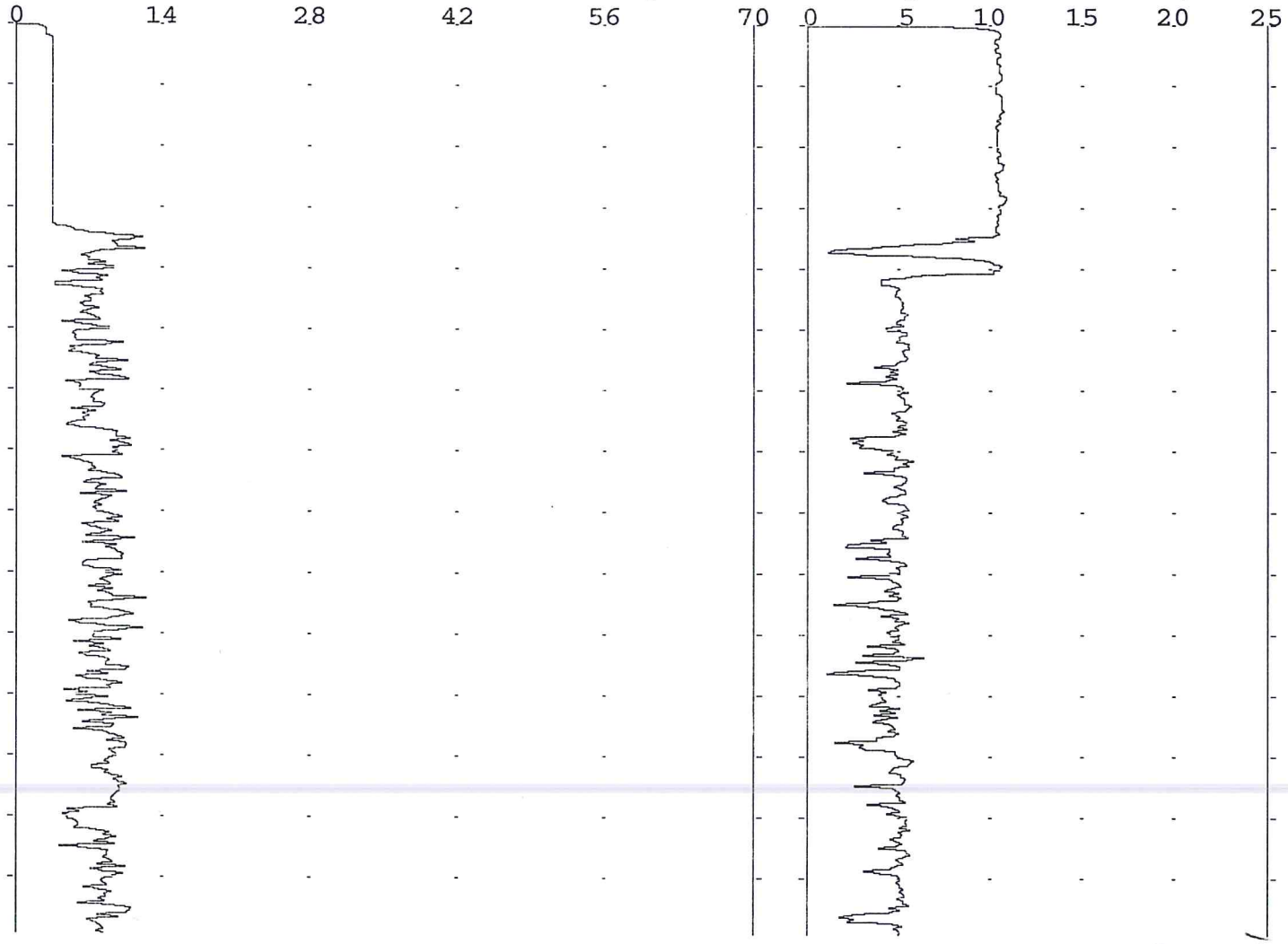
KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 27.11.14 10h59

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 126

	EWS-SONDE NUMMER	PHASE	AUFG.
PUNKTNUMMER: 5	~~10 17 4815~~ 2 3/4	15	0

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt= 5min Verpressrate(Q) in l/min



Beginn: 09h40 Dauer: 74 min
Verpressmenge: 423 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 50 konstant
Druck Maximum :16.4 bar Rate Maximum:11,3 l/min
Druck Mittel : 7,0 bar Rate Mittel : 5,7 l/min
Pumpe Nr: 5

Wenn ungelungen
Rücklauf

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

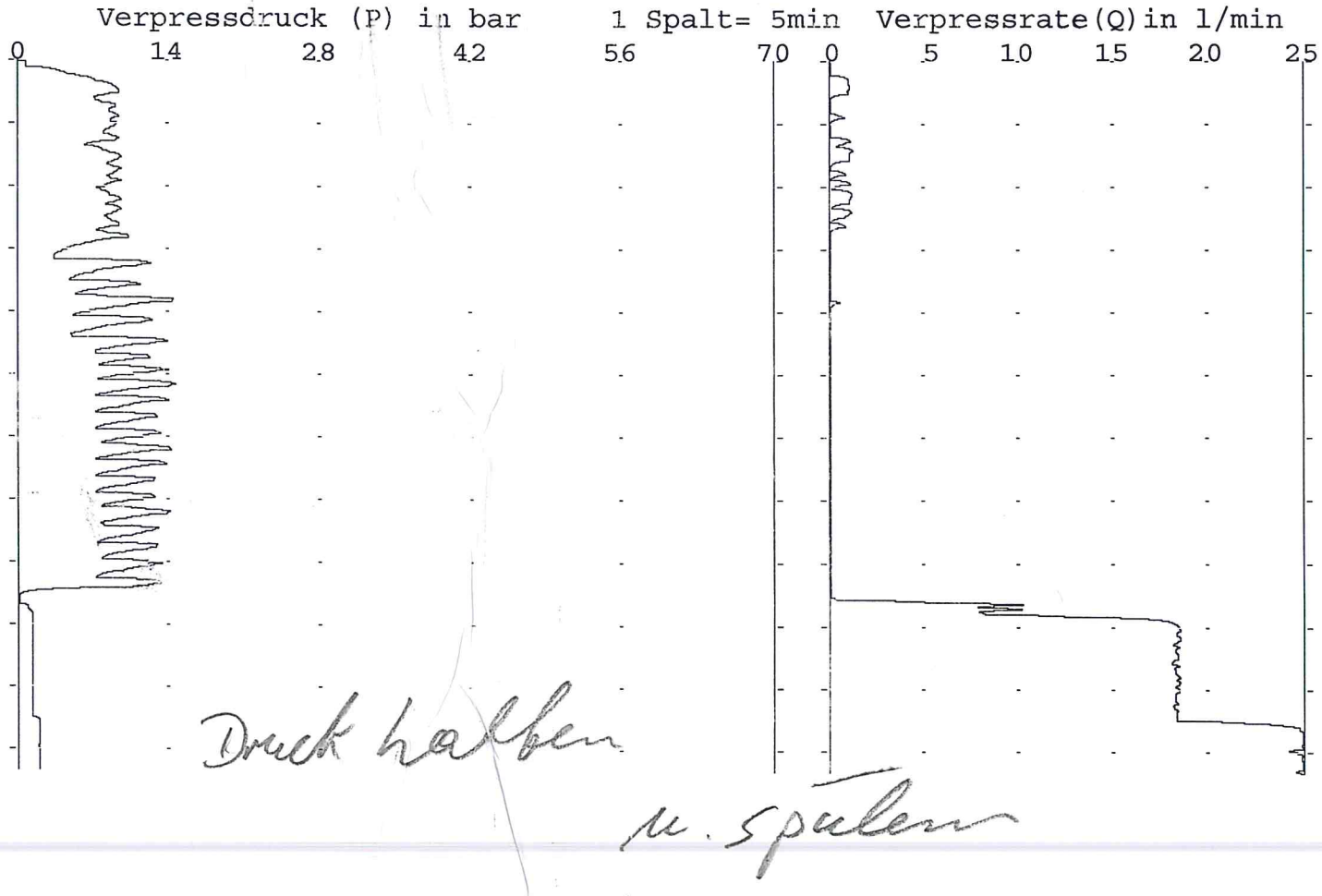
KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 21.11.14 16h23

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 106

PUNKTNUMMER:	EWS-SONDE	NUMMER	PHASE	AUFG.
2	10	17 4965	12	0

02-4



Druck halten u. spülen

Beginn: 15h26 Dauer: 56 min
Verpressmenge: 283 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 25 konstant
Druck Maximum :18.0 bar Rate Maximum:26,0 l/min
Druck Mittel : 7,2 bar Rate Mittel : 5,0 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 21.11.14 14h22

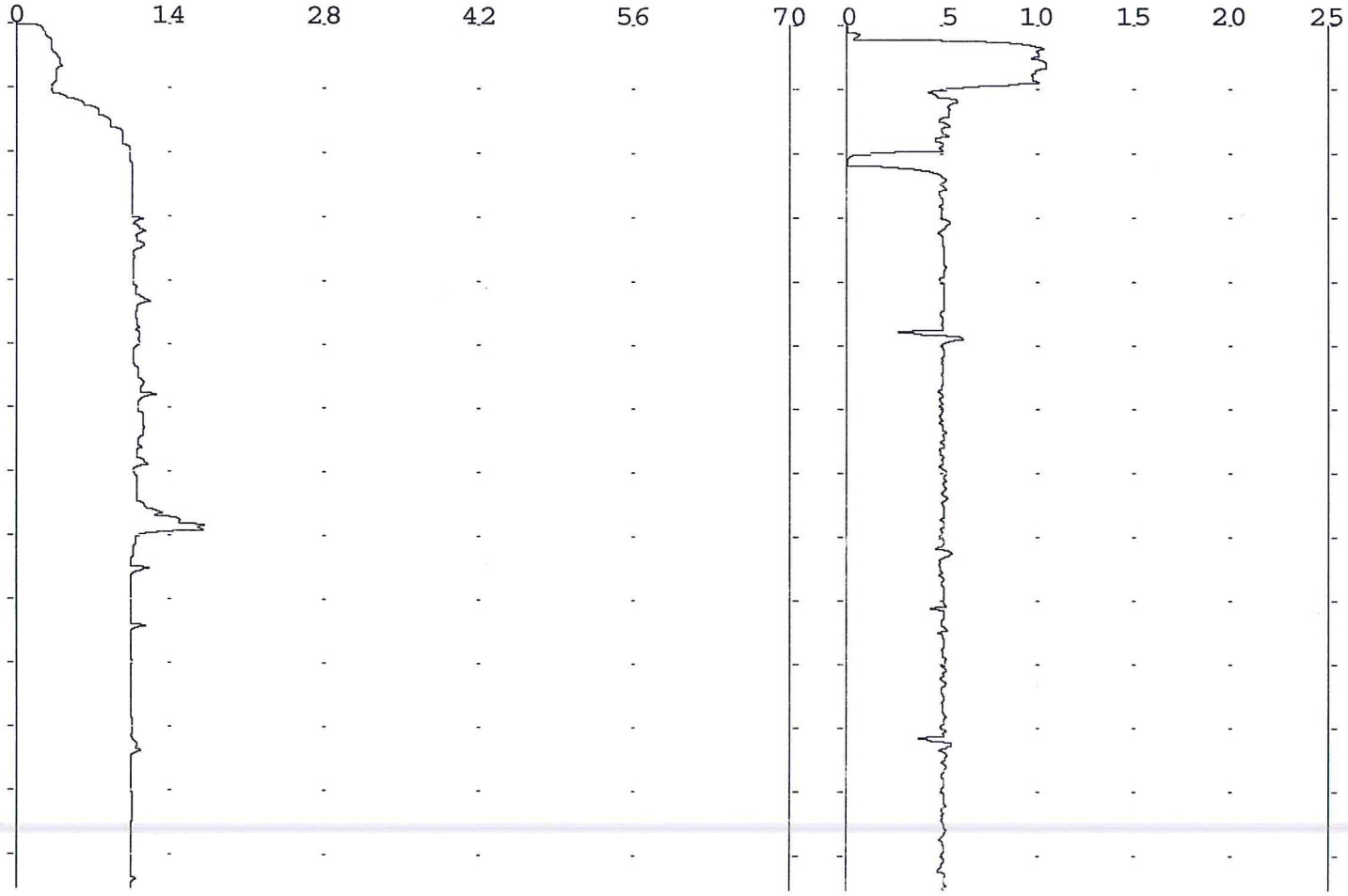
VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 104

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965~~ 11 0

EWS2-3/4

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt= 5min Verpressrate(Q)in l/min



Versiegelungs-
injektion
Verlauf

Beginn: 13h15 Dauer: 67 min
Verpressmenge: 349 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 5 konstant
Druck Maximum :17.9 bar Rate Maximum:13,3 l/min
Druck Mittel :10,1 bar Rate Mittel : 5,2 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

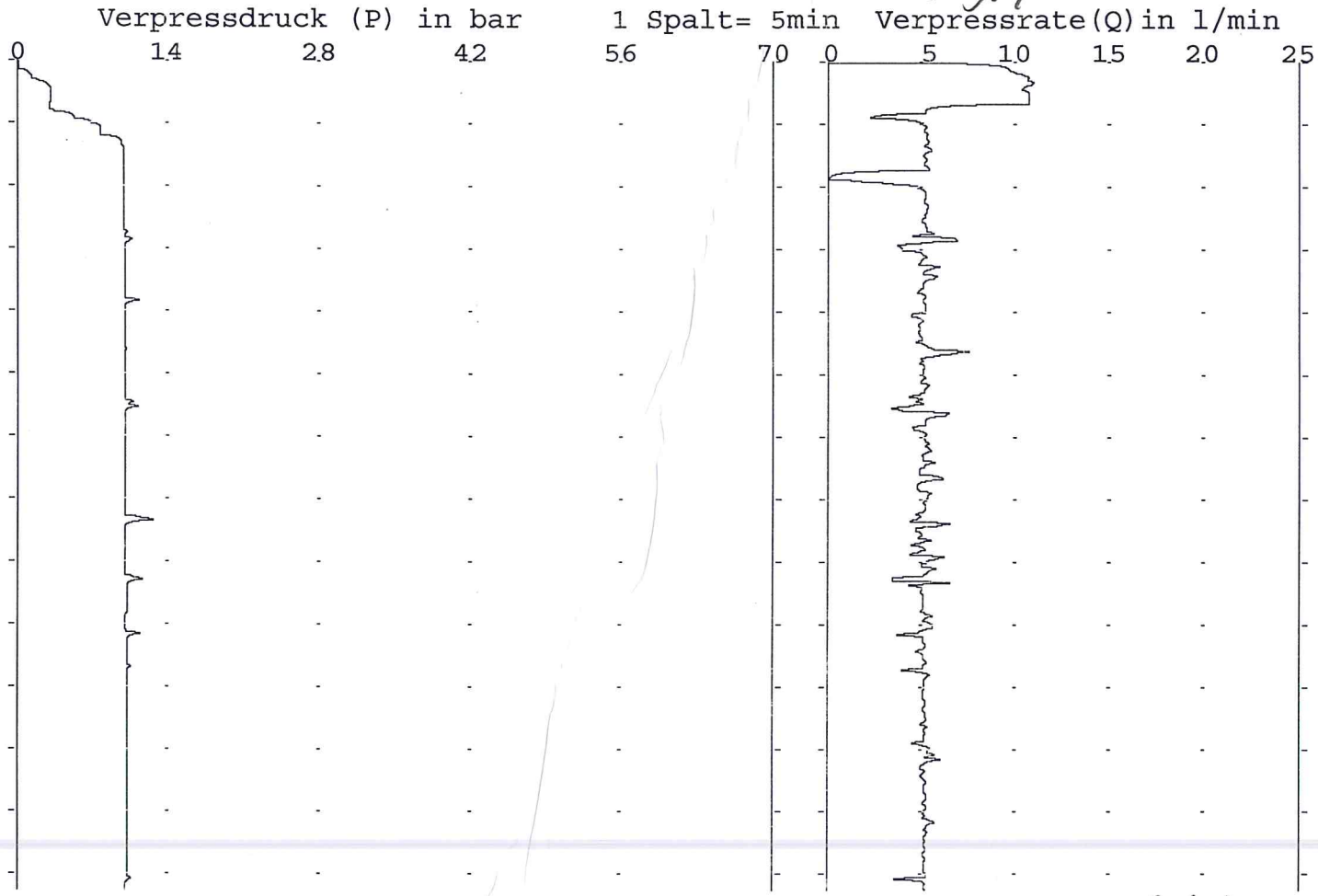
KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 21.11.14 14h23

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 105

PUNKTNUMMER:	5	EWS-SONDE NUMMER	PHASE	AUFG.
		~~10 17 4815~~ EWS 2-3/4	14	0

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt= 5min Verpressrate(Q) in l/min



Versiegelungsinjektion

Beginn: 13h16 Dauer: 66 min
Verpressmenge: 339 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 50 konstant
Druck Maximum :13.7 bar Rate Maximum:13,3 l/min
Druck Mittel : 9,5 bar Rate Mittel : 5,1 l/min
Pumpe Nr: 5

Rücklauf ca. 10 Ltr.

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

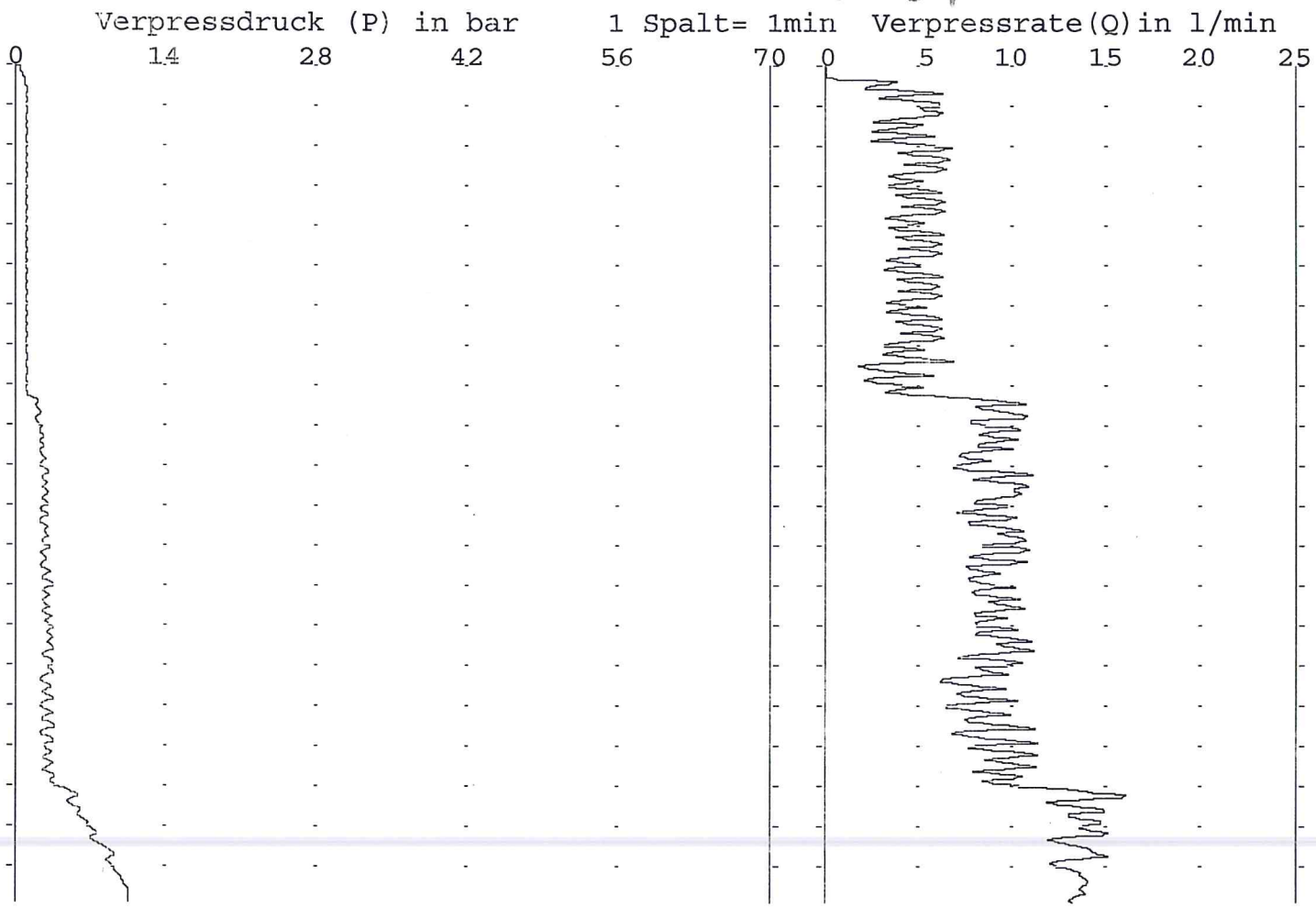
KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 29.10.14 14h57

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 32

PUNKTNUMMER: 2

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.
~~10 17 4965~~ 12 0
01-04



Umlaufstest nach Verklemmen Schlauch Rohr 4 mit Wasser

Beginn: 14h35 Dauer: 21 min
Verpressmenge: 162 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 10 konstant
Druck Maximum :10.6 bar Rate Maximum:16,8 l/min
Druck Mittel : 2,8 bar Rate Mittel : 7,7 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

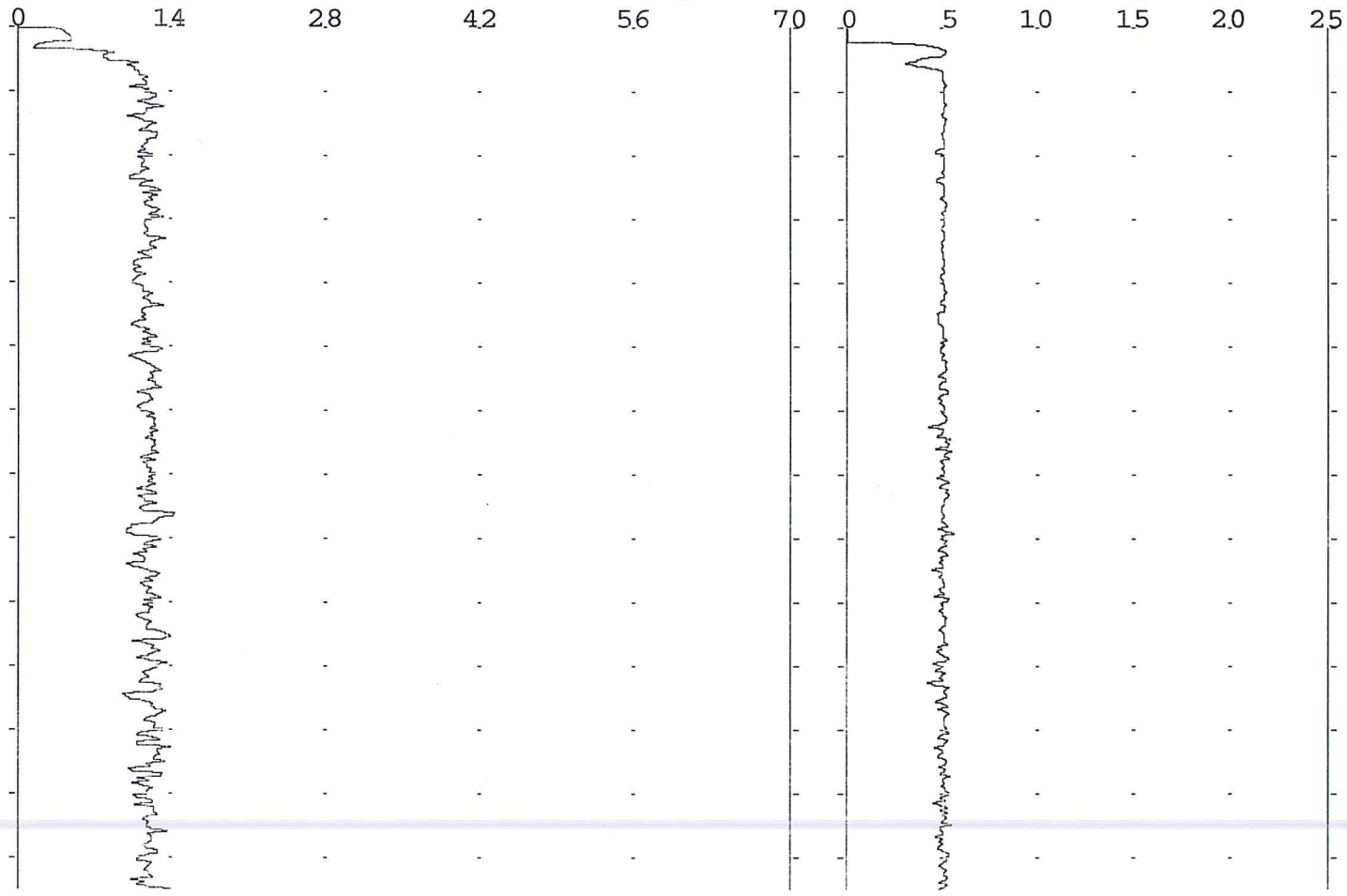
PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 28.10.14 17h23

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 25

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965 5 0~~

01-04 127,20-123,90 m



Beginn: 16h17 Dauer: 67 min
Verpressmenge: 331 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 5 konstant
Druck Maximum :16.1 bar Rate Maximum: 7,7 l/min
Druck Mittel :11,6 bar Rate Mittel : 4,9 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

Vorlaufpumpe
Aufnahme
ca 10 Ltr.
inkl. Umlauf
nach Injektionsende

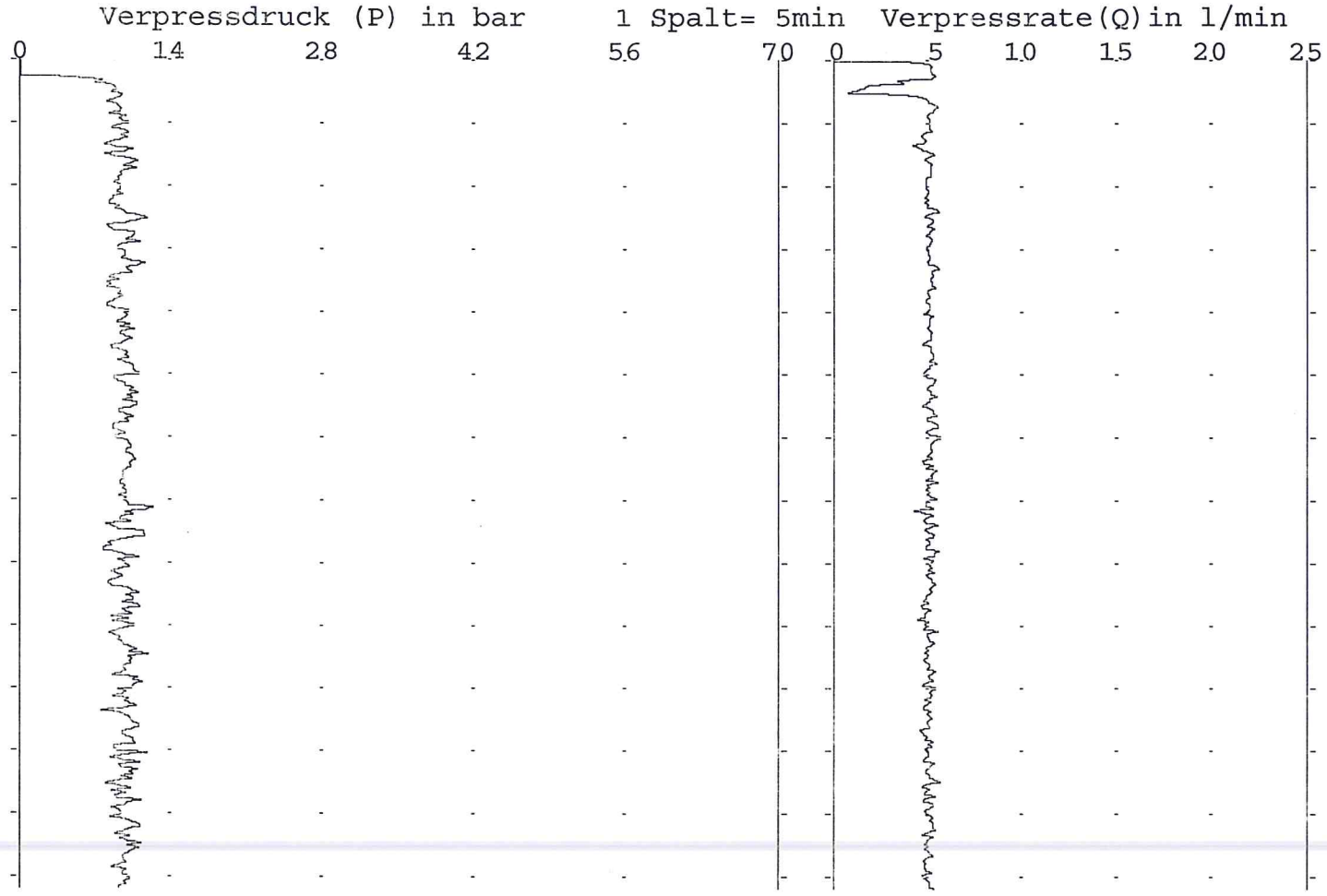
KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 28.10.14 17h23

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 24

PUNKTNUMMER: 5

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.
~~10 17 4815~~ ~~8~~ ~~0~~



Rücklauf

Beginn: 16h17 Dauer: 66 min
Verpressmenge: 326 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 50 konstant
Druck Maximum :14.1 bar Rate Maximum: 6,3 l/min
Druck Mittel : 9,5 bar Rate Mittel : 4,9 l/min
Pumpe Nr: 5

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 27.10.14 11h45

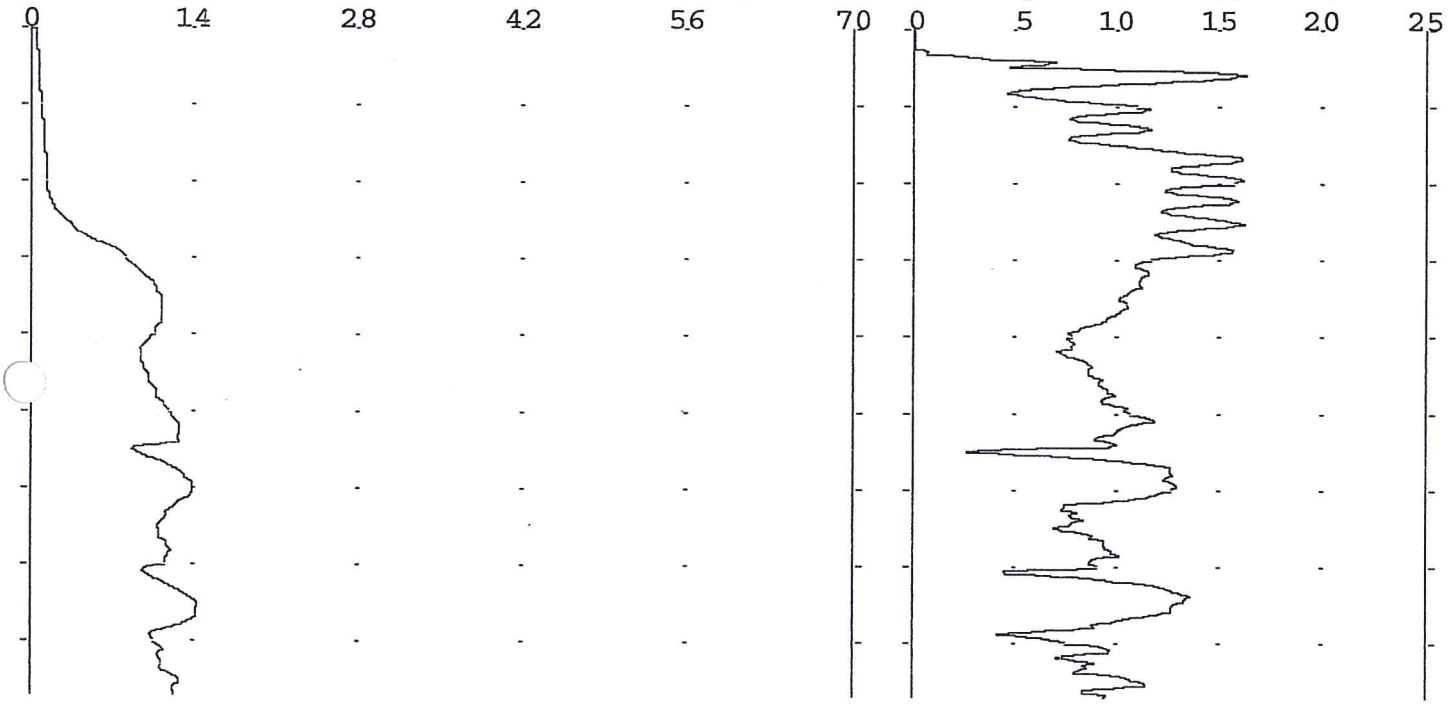
VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 4

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965~~ 5 0

0 104 128,70m - 128,40

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt= 1min Verpressrate (Q) in l/min



WD Test

Beginn: 11h37 Dauer: 8 min
Verpressmenge: 86 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 12 konstant
Druck Maximum :14.3 bar Rate Maximum:17,1 l/min
Druck Mittel : 8,1 bar Rate Mittel :10,7 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

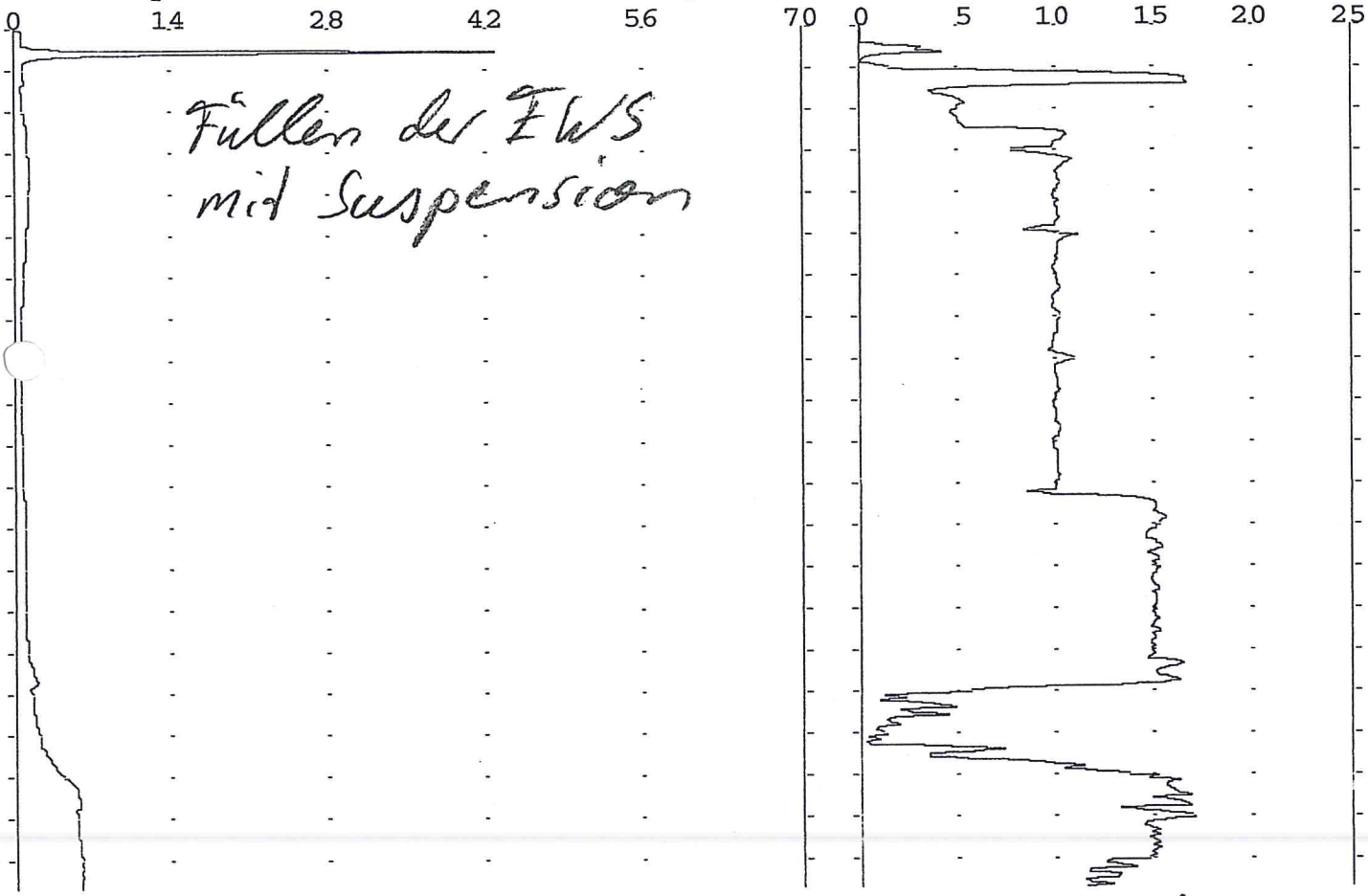
PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 27.10.14 13h42

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 5

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965~~ 1 - 3+4 6 0 128,70m

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt= 1min Verpressrate (Q) in l/min



ca. 70 Lt. injiziert

Beginn: 13h20 Dauer: 21 min
Verpressmenge: 219 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 15 konstant
Druck Maximum :55.2 bar Rate Maximum:17,8 l/min
Druck Mittel : 1,8 bar Rate Mittel :10,4 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 27.10.14 16h43

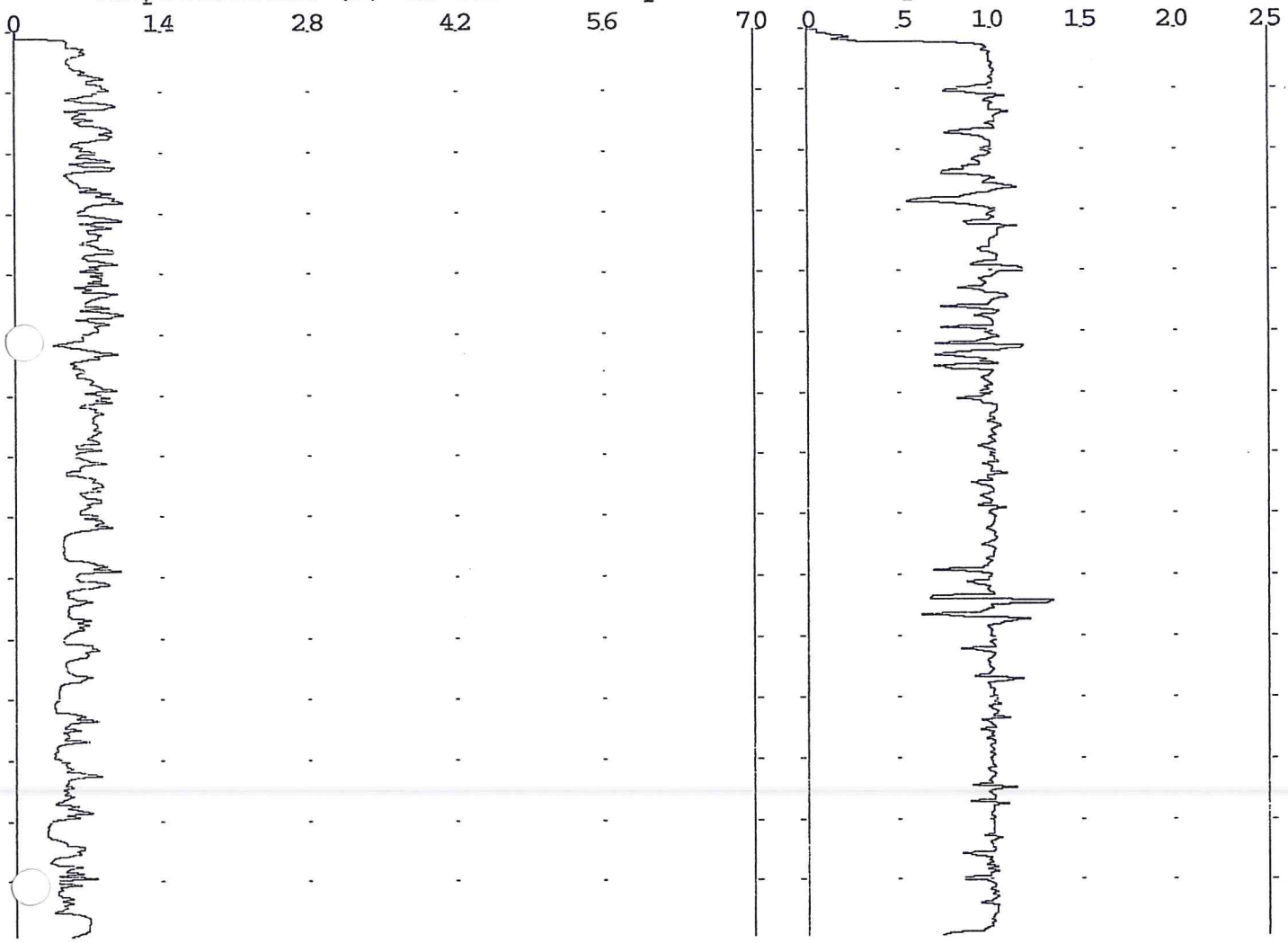
VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 7

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965~~ 8 0

01-04 128,70

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt= 5min Verpressrate(Q)in l/min



Beginn: 15h28 Dauer: 74 min
Verpressmenge: 722 l soll:0000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant
Druck Maximum :11.5 bar Rate Maximum:16,2 l/min
Druck Mittel : 6,2 bar Rate Mittel : 9,7 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

Vorlaufung.
1722 Ltr. +
70 Ltr. Ltg.-Fülle
ca 1800 Ltr.
- 829 Ltr. Rückla
≈ 970 Ltr Gesamt
inj. ekl.

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

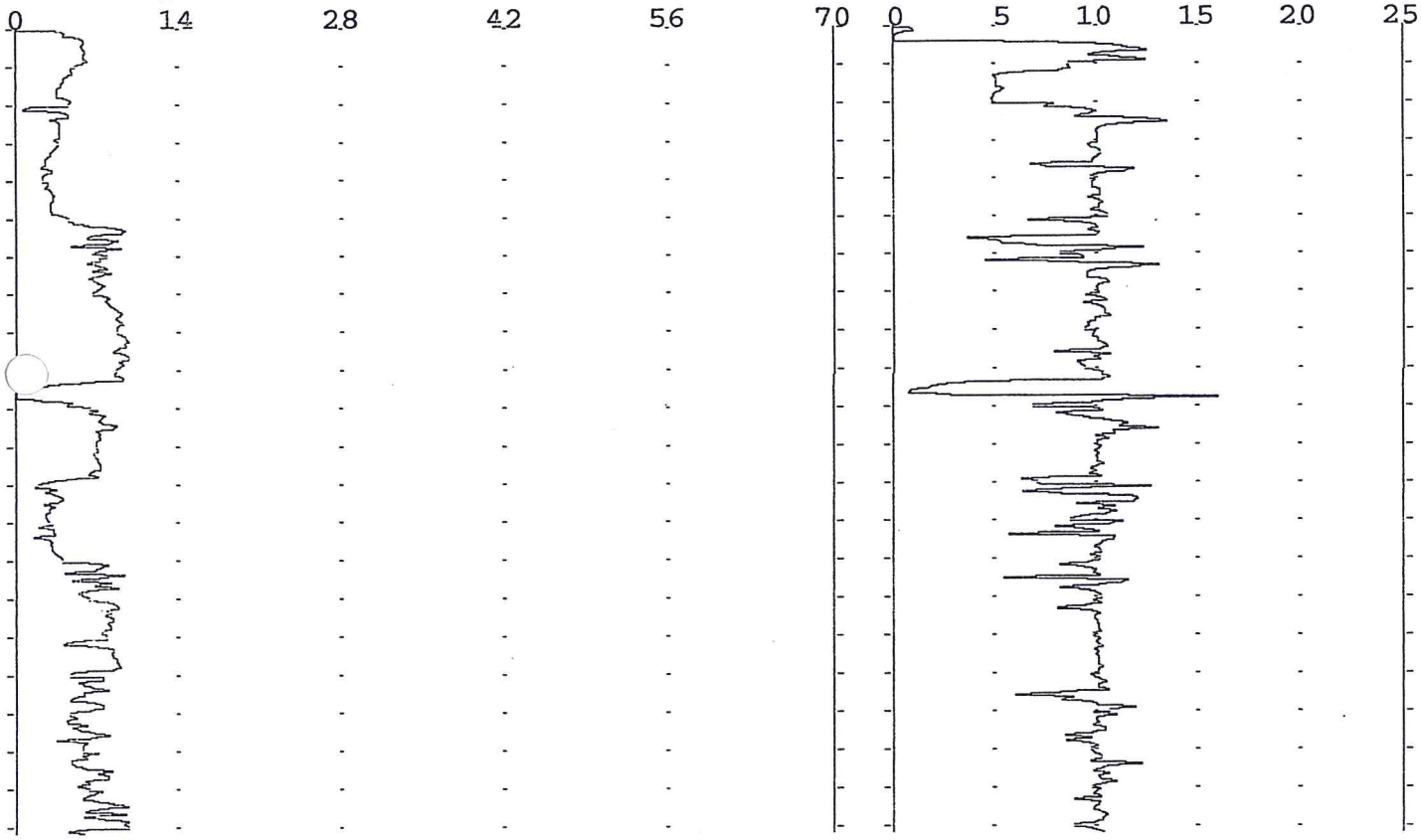
PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 27.10.14 15h28

VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 6

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 2 ~~10 17 4965~~ 01-04 128,70 7 0

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt= 5min Verpressrate (Q) in l/min



Injektion a Vorlaufpumpe

Beginn: 13h42 Dauer: 106 min
Verpressmenge: 1000 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: Q[l/min]= 10 konstant
Druck Maximum :12.2 bar Rate Maximum:20,3 l/min
Druck Mittel : 5,8 bar Rate Mittel : 9,4 l/min
Pumpe Nr: 2

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

KELLER Grundbau Injektionscontainer INV Nr 9350017

PROJEKT: BOEBLINGEN-EWS/SANIERUNG 27.10.14 16h44

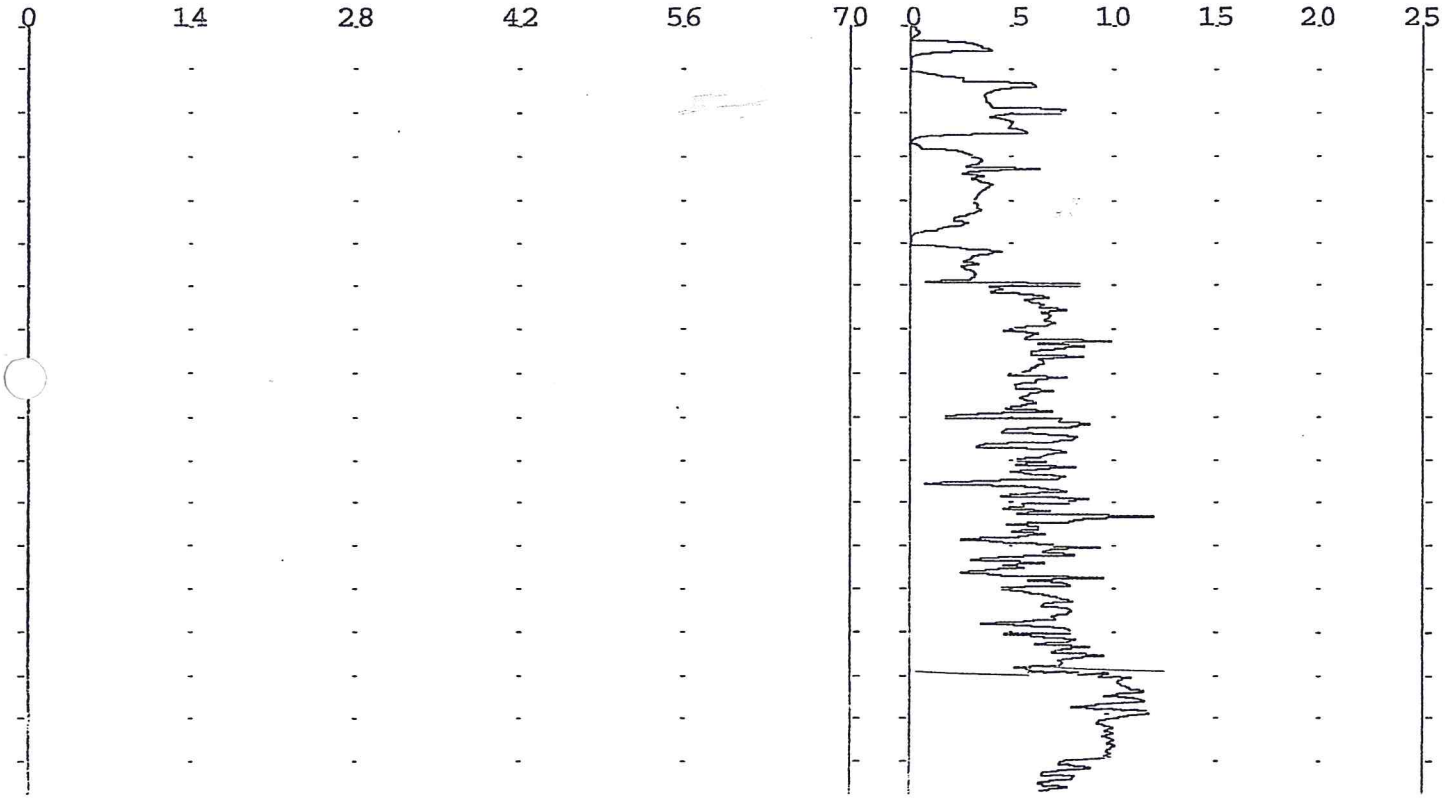
VENTILSTUFEN-DIAGRAMM Seite 8

EWS-SONDE NUMMER-PHASE-AUFG.

PUNKTNUMMER: 5 ~~10 17 4815~~ 5 0

01- 04 128,70

Verpressdruck (P) in bar 1 Spalt=10min Verpressrate(Q) in l/min



Beginn: 13h42 Dauer: 178 min
Verpressmenge: 829 l soll:1000 l Rezept: 1
Verpressmodus: P[bar]= 50 konstant
Druck Maximum : 0.0 bar Rate Maximum:17,8 l/min
Druck Mittel : 0,0 bar Rate Mittel : 4,6 l/min
Pumpe Nr: 5

Rücklauf

Verteiler: BAULEITUNG

Geprueft: _____

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Fotodokumentation zum
Sanierungsablauf

Bild 1: Baustelleneinrichtung Fa. Keller zur EWS-Sanierung

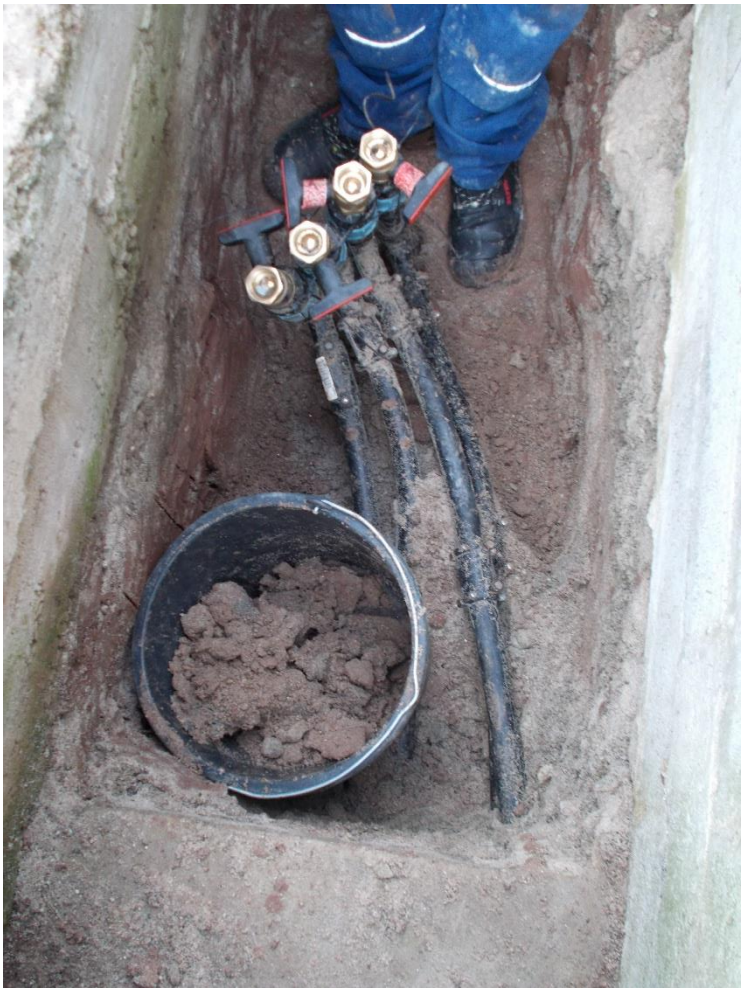


Bild 2a:
Freigelegte EWS 1

Bild 2b: Freigelegte EWS 2

Bild 3:
Vorbereitete Sondenköpfe für Sanierung

Bild 4:
Schneidtests an einem Sondenpaar

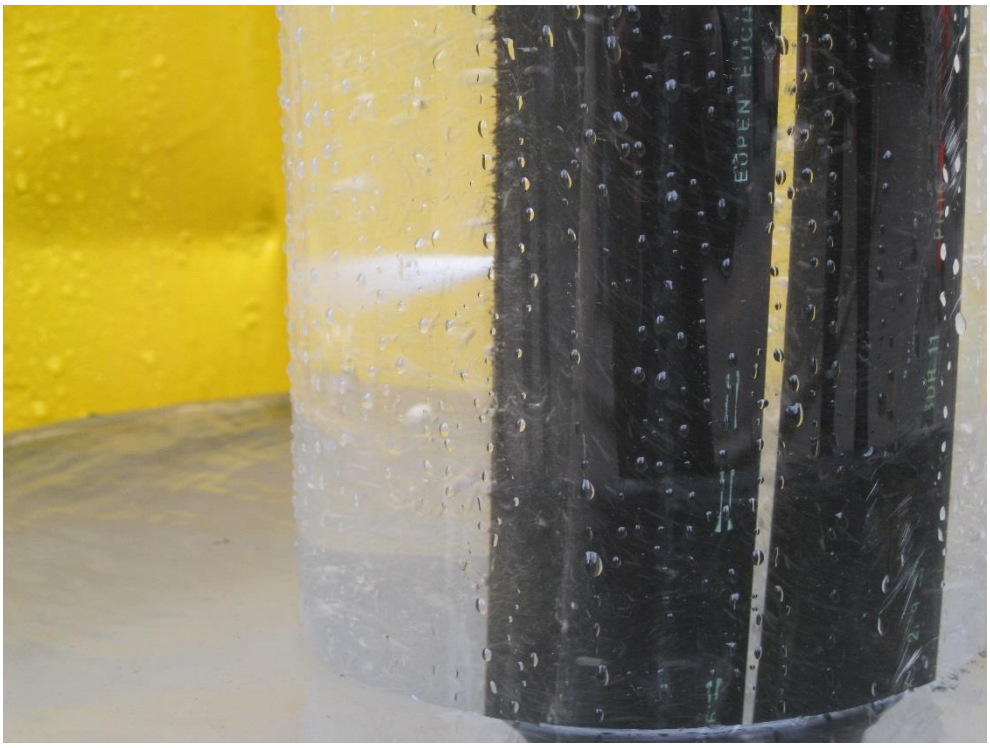


Bild 5a: kombinierter Schneid- und Injektionsversuch
(hier: Schnittdurchführung)

Bild 5b:
kombinierter Schneid- und Injektionsversuch
(hier: Injektionsdurchführung)

Bild 6:
Durchführung eines Schnitts in EWS 1

Bild 7: Aufstieg von Zementsuspension über alten Verpressschlauch des EWS bis an Gok

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

EWS 1+2

Arbeitsanweisungen

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Sanierung Erdwärmesonden
Siemensstraße 11 Böblingen
2 EWS á 130 m

- Stand: 16.10.2014 -

Arbeitsanweisung zur Durchführung der Schneid- und Injektionsarbeiten

Vorbemerkung: Diese Arbeitsanweisung ist das Ergebnis der Besprechung vom 06.10.2014

Teilnehmer waren:

Herr Weinbrecht	–	Landratsamt Böblingen
Herr Steinacker	–	Landratsamt Böblingen
Herr Dr. Kleinert	–	VEES|PARTNER
Herr Branscheid	–	VEES|PARTNER
Herr Schuhmacher	–	Keller Grundbau GmbH
Herr Adler	–	Keller Grundbau GmbH
Herr Heine	–	Keller Grundbau GmbH

Bei dieser Besprechung wurde die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise unter Berücksichtigung der Erfahrungen bei der Sanierung der Erdwärmesonden in Staufen diskutiert und als Arbeitsanweisung zur Durchführung der Schneid- und Injektionsarbeiten für das Baustellenpersonal entworfen.

Sollten sich während der Durchführung der Arbeiten neue Erkenntnisse ergeben, so wird diese Arbeitsanweisung gegebenenfalls angepasst.

Anlagen: Muster der Fa. Keller Grundbau GmbH für Schneid- und Injektionsberichte sowie Tagesberichte (Beispiel Staufen)

Leinfelden-Echterdingen, 16.10.2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

Amtsgericht Stuttgart
HRB 223632

Waldenbucher Straße 19
70771 Leinfelden-Echterdingen

Telefon (0711) 79 73 50 - 0
Telefax (0711) 79 73 50 - 20
E-Mail info@geotechnik-vees.de

Sanierung Erdwärmesonden Siemensstraße 11 Böblingen
2 EWS á 130 m

Ablauf der Schneid- und Injektionsarbeiten

Generell: Das nicht geschnittene Rohrpaar (U-Rohr) wird mit Wasser aufgefüllt. Der Wasserstand in diesem zweiten Rohrpaar ist beim Schneiden und Verpressen des ersten Rohrpaares ständig zu beobachten. Die Wasserstandveränderungen in den benachbarten Grundwassermessstellen sind ebenfalls ständig zu beobachten.

Anmerkung:
In der Messstelle GWM 1 (km1) ist dazu bereits ein Datenlogger eingebaut. Die tiefe Erkundungsbohrung mit geplantem Ausbau im Lettenkeuper ist zur Zeit in Arbeit, hier werden die Grundwasserverhältnisse während den Bohrarbeiten erfasst, nach Messstellenausbau wird auch hier ein Datenlogger eingebaut.

Einbau von Glasfaserkabeln ab dem 20.10.2014
Vor Beginn der Schneid- und Verpressarbeiten wird ein Glasfaserkabel in jeweils einen Schenkel des 2. Rohrpaares beider EWS eingebaut, um damit ständig die Temperaturentwicklung im Ringraum der Sonden beobachten zu können. Falls das Glasfaserkabel nicht durch Einschieben eingebaut werden kann, wird der Einbau mithilfe eines Zugseils versucht.

Wenn das 2. Rohrpaar durch den Schneidvorgang im ersten Rohrpaar angeschnitten wurde, müssen beide Rohrpaare synchron miteinander verpresst und gespült werden.

Beim Verpressen des 1. Rohrpaares (Normalfall) muss das 2. Rohrpaar dicht verschlossen werden, um ein Zusammendrücken des 2. Rohrpaares beim Verpressen zu verhindern.

Die Schneid- und Verpressarbiten werden in beiden Erdwärmesonden parallel ausgeführt.

Die Verpressung erfolgt mit dem Sulfadur-Zement® der Dyckerhoff AG; Zusammensetzung und Aufbereitung wie von der Ingenieurgruppe Geotechnik ermittelt (E-Mail vom 30.09.2014).

Die Durchführung der Schneid- und Injektionsarbeiten wurde wie folgt festgelegt:

1. Schneiden eines Sondenrohres des 1. Rohrpaares im Bereich zwischen 130,0 m (ET) und mind. 50,0 m unter Gelände (Niveau des Gipsspiegels), in 1,5-Meter-Schritten. Gegebenenfalls wird bis ca. 10 m unter GOK weitergeschnitten; Schnittlänge jeweils ca. 0,3 m.

2. Nach jedem Schneiden Durchführung WD-Test; in Druckstufen von jeweils 1 bar bis max. 10 bar. Die Druckstufe, bei der ein Wasserverlust registriert wird, ist zu halten (keine weitere Druckstufe), bis sich stationäre Verhältnisse einstellen.

   $Q_{max.}$ = 100 l. Dabei festhalten der aufgenommenen Wassermenge.

3. Beginn des Verpressvorganges

Aufnahmemengen / Stufe: gering (≤ 50 l)	**Aufnahmemengen / Stufe: hoch (> 50 l)**
⇒ Verpressdruck $p_{max.}$ = 10 bar bei -130 m; linear nach oben abnehmend bis 1,0 bar	⇒ Verpressdruck $p_{max.}$ = 5 bar von -130 m bis -50 m; danach linear nach oben abnehmend bis 1,0 bar
⇒ Pumprate $q_{max.}$ = 5 l/min; Verpressdauer bis $\triangle q \leq 1$ l/min	⇒ Pumprate $q_{max.}$ = 10 l/min; Verpressdauer bis $\triangle q \leq 1$ l/min
Suspension muss ständig im Umlauf bleiben, um Sedimentation zu verhindern!	

Entnahme einer Rückstellprobe für den jeweiligen Verpressabschnitt.

4. Weiterpumpen im Umlauf mit Injektionsenddruck: Injektionsende plus eine Stunde.

5. Austausch der aktiven Suspension durch Wasser

6. Wasser weiter im Umlauf pumpen bis Rohrpaar sauber ist. Verschließen des Rohrpaares und Druckaufbau mit Wasser. Wasserdruck ≙ Injektionsenddruck am Rohrende. Anschließend Druckbeobachtung für 0,5 ÷ 1,0 h; danach zweiter Umlauf-Pumpvorgang. Wenn Wasser klar ist, werden beide Schenkel der jeweils verpressten EWS mit der Spülmaus befahren und gereinigt. Nach Reinigung mit der Spülmaus wird das Rohrpaar kräftig mit Wasser gespült (25 l/min). Anschließend wird das Rohrpaar mit dem zuletzt beaufschlagten Wasserdruck verschlossen. Zeitgleich wird der Abbindevorgang an der Rückstellprobe beobachtet; sobald die Suspension angesteift ist, ist die Verpressstufe in Ordnung. Anschließend wegnehmen des Drucks und Abbau des Manometers. Das Rohrpaar bleibt wassergefüllt.

7. Durchführen des nächsten Schnittes (1,5 m über dem vorangegangenen Schnitt).

8. Durchführung WD-Test wie unter Punkt 2 beschrieben.

9. Bei erfolgreichem WD-Test Verpressung wie Nrn. 3 – 6.

10. In Fällen, wo durch den WD-Test keine Aufnahme festgestellt werden kann: Ausführung von weiteren Schnitten in 1,5 m Abständen nach oben. Schnittlänge ca. 0,3 m; dabei WD-Test nach jedem Schnitt.

11. Wenn keine Aufnahmen nach max. 4 Schnitten zu verzeichnen sind, werden diese 4 Schnitte oder die jeweils pro AT durchgeführten Schnitte verpresst (Versiegelungsinjektion).

12. Bei merklich messbaren Aufnahmen beim WD-Test erfolgt die Injektion aller bis dahin geschnittenen Stufen.

13. In Fällen, in denen bei der Versiegelungsinjektion eine Aufnahme > 50 Liter zu verzeichnen ist, werden Zwischenschnitte (bei 0,75 m) durchgeführt.

Schneid- und Injektionsbericht

zu TAB Nr. **11**

KELLER

Baustellenort:	Staufen	**Bauteil:**	EWS
Auftraggeber:	Stadt Staufen	**Baustellen-Nr.:**	63 16 0087
Plan-Nr.:	S 09 375	**Suspension**	
		85 kg Wasser / 100 kg Slagstar / 50 gr. UWC	

EWS - Rohr	Schneiden				Injektion	
	Datum	von	bis	Bemerkung Hinweise	Menge (Ltr.)	Bemerkungen
2 / 1	21.11.			65 m		Überprüfung der Befahrbarkeit
2 / 2	21.11.			70 m		in Absprache mit Dr. Ruch
2 / 3	21.11.			64 m		
2 / 4	21.11.			63 m		
7 / 1	21.11.	132,75	132,45	1. Schnitt		
7 / 1	21.11.	132,75	132,45	2. Schnitt		WD - Test durchgeführt
						keine Aufnahme
7 / 1	21.11.	130,25	129,95	1. Schnitt		
7 / 1	21.11.	130,25	129,95	2. Schnitt	77	WD-Test: 3-4 Ltr/min bei 5 bar
						während der Injektion musten 2x Stopfer
						mit Hochdruckanlage beseitigt werden
7 / 2	21.11.	132,00				Befahrbarkeit beim Spülen

MUSTER

Qualitätsprüfung

		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5			
Raumgewicht	(kg/dm³)	1,56	1,55	1,54	1,56				
Marshzeit	sec.	51	50	50	51				
Absetzmaß nach 1 h	%		2,0						
ph-Wert									

Aufgestellt von: Geprüft von:

Tagesbericht

Nr. **11**

Baustelle Nr. 63/16/0087

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
					X		21.11.2009	**X**		Staufen

Plan Nr.:

Auftraggeber : Stadt Staufen

1	
2	Arbeiten gemäß Schneid - und Injektionsbericht
3	Schneid - und Injektionsschichten von 7:00 - 18:00 Uhr = 1,2 Schichten
4	
5	Spülen der Ews 3 und 7 beide Rohrpaare
6	
7	
8	Schneiden der EWS 7: Schnitt von 132,75 m -132,45 m
9	WD- Test durchgeführt - keine Aufnahme
10	
11	EWS 2 Überprüfung der Befarbarkeit aller Rohre (lt.Anweisung Dr.Ruch)
12	
13	Schneiden der EWS 7: Schnitt von130,25 m - 129,95 m
14	WD - Test durchgeführt (5 bar / 2-3 ltr.)
15	
16	Injektion der Stufe mit 77 Ltr.
17	
18	Während der Injektion dieser Stufe traten 2 x massive Verstopfungen(nach ca.1 min.Pumppause)
19	in der EWS auf, die nur durch Reinigen mit Hochdruckanlage beseitigt werden konnten.
20	Die Pumppause war zur Bergung des Trennballes erforderlich.
21	
22	
23	
24	2,88 to Slagstar angeliefert
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 12 ° Anz. Leute 7

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Dr.Ruch

MUSTER

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Sanierung Erdwärmesonden
Siemensstraße 11 Böblingen
2 EWS á 130 m

- Stand: 13.11.2014 -

Arbeitsanweisung zur Durchführung der Schneid- und Injektionsarbeiten

Vorbemerkung: Diese Arbeitsanweisung ist das Ergebnis der Besprechung vom 06.10.2014, des Baustellen-Jour-Fixe vom 10.11.2014 und der telefonischen Abstimmung am 13.11.2014 (Dr. Ruch/Dr. Kleinert).

Auf der Grundlage der jüngsten Ereignisse bei der bisherigen Sanierung der EWS 1 (vgl. JF-Protokolle 1 – 4) wurde die Arbeitsanweisung vom 16.10.2014 angepasst.

Alle gegenüber der Fassung vom 16.10.2014 geänderten Textpassagen sind *kursiv* geschrieben:

Ablauf der Schneid- und Injektionsarbeiten

Generell: Das nicht geschnittene Rohrpaar (U-Rohr) wird mit Wasser aufgefüllt. Der Wasserstand in diesem zweiten Rohrpaar ist beim Schneiden und Verpressen des ersten Rohrpaares ständig zu beobachten. Die Wasserstandveränderungen in den benachbarten Grundwassermessstellen sind ebenfalls ständig zu beobachten.

Anmerkung:
In der Messstelle GWM 1 (km1) ist dazu bereits ein Datenlogger eingebaut. Die tiefe Erkundungsbohrung mit geplantem Ausbau im Lettenkeuper ist zur Zeit in Arbeit, hier werden die Grundwasserverhältnisse während den Bohrarbeiten erfasst, nach Messstellenausbau wird auch hier ein Datenlogger eingebaut. *Zusätzlich soll am 21.-22.11.2014 noch eine flache Pegelbohrung im Bereich der BE-Fläche hergestellt werden. Der Bereich ist in Abstimmung mit der Bauüberwachung freizuräumen*.

Amtsgericht Stuttgart
HRB 223632

Waldenbucher Straße 19
70771 Leinfelden-Echterdingen

Telefon (0711) 79 73 50 - 0
Telefax (0711) 79 73 50 - 20
E-Mail info@geotechnik-vees.de

Einbau von Glasfaserkabeln ab dem 20.10.2014

Vor Beginn der Schneid- und Verpressarbeiten wird ein Glasfaserkabel in jeweils einen Schenkel des 2. Rohrpaares beider EWS eingebaut, um damit ständig die Temperaturentwicklung im Ringraum der Sonden beobachten zu können. Falls das Glasfaserkabel nicht durch Einschieben eingebaut werden kann, wird der Einbau mithilfe eines Zugseils versucht. *Die Glasfaserkabel sind eingebaut und dürfen nicht ohne vorherige Abstimmung mit der Bauüberwachung entfernt werden.*

Wenn das 2. Rohrpaar durch den Schneidvorgang im ersten Rohrpaar angeschnitten wurde, müssen beide Rohrpaare synchron miteinander verpresst und gespült werden.

Beim Verpressen des 1. Rohrpaares (Normalfall) muss das 2. Rohrpaar dicht verschlossen werden, um ein Zusammendrücken des 2. Rohrpaares beim Verpressen zu verhindern.

Die Schneid- und Verpressarbeiten werden in beiden Erdwärmesonden parallel ausgeführt.

Die Verpressung erfolgt mit dem Sulfadur-Zement® der Dyckerhoff AG; Zusammensetzung und Aufbereitung wie von der Ingenieurgruppe Geotechnik ermittelt (E-Mail vom 30.09.2014).

Die weiteren Schneidarbeiten werden nur noch mit dem Hochdruckschlauch (DN 3) und der Schneiddüse DA 7,5 mm durchgeführt, sofern die noch laufenden Schneidversuche erfolgreich beendet werden können. Damit soll das Risiko eines erneuten Festsitzens des Schneidschlauches vermieden werden. Zusätzlich soll geprüft werden, ob es möglich ist, den Schneidschlauch mit biologisch abbaubarem Gleitmittel zu beschichten, um die Mantelreibung zu vermindern.

Kommt es dennoch zu einem erneuten Festsitzen des Schneidschlauches, so soll bis zum nächsten Arbeitstag gewartet werden, bevor mit größerer Zugkraft versucht wird, den Schlauch zu bergen.

Die Durchführung der Schneid- und Injektionsarbeiten wurde wie folgt festgelegt:

1. Schneiden eines Sondenrohres des 1. Rohrpaares im Bereich zwischen 130,0 m (ET) und mind. 50,0 m unter Gelände (Niveau des Gipsspiegels), in 1,5-Meter-Schritten. Gegebenenfalls wird bis ca. 10 m unter GOK weitergeschnitten; Schnittlänge jeweils ca. 0,3 m. *Dabei wird nur noch ein Einzelschnitt je Schnittniveau ausgeführt. Nach dem Schneiden wird an der Geländeoberfläche ein Kontrollschnitt an einem Probekörper durchgeführt, um die Funktion der Schneiddüse zu prüfen.*

   Voraussetzung dafür ist der Nachweis mittels eines übertägigen Injektionstests, dass die Sulfadur-Zement-Suspension auch bei einem Schnitt sicher und ohne Entmischung in den Ringraum außerhalb des Sondenschlauches injiziert werden kann.

2. Nach jedem Schneiden Durchführung WD-Test; in Druckstufen von jeweils 1 bar bis max. 10 bar. Die Druckstufe, bei der ein Wasserverlust registriert wird, ist zu halten (keine weitere Druckstufe), bis sich stationäre Verhältnisse einstellen.

   $Q_{max.}$ = 100 l. Dabei festhalten der aufgenommenen Wassermenge.

3. Beginn des Verpressvorganges

Aufnahmemengen / Stufe: gering (≤ 50 l)	**Aufnahmemengen / Stufe: hoch (> 50 l)**
⇒ Verpressdruck $p_{max.}$ = 10 bar bei -130 m; linear nach oben abnehmend bis 1,0 bar	⇒ Verpressdruck $p_{max.}$ = 5 bar von -130 m bis -50 m; danach linear nach oben abnehmend bis 1,0 bar
⇒ Pumprate $q_{max.}$ = 5 l/min; Verpressdauer bis $\Delta q \leq 1$ l/min	⇒ Pumprate $q_{max.}$ = 10 l/min; Verpressdauer bis $\Delta q \leq 1$ l/min
Suspension muss ständig im Umlauf bleiben, um Sedimentation zu verhindern!	

   Entnahme einer Rückstellprobe für den jeweiligen Verpressabschnitt.

4. Weiterpumpen im Umlauf mit Injektionsenddruck: Injektionsende plus eine Stunde.

5. Austausch der aktiven Suspension durch Wasser

6. Wasser weiter im Umlauf pumpen bis Rohrpaar sauber ist. Verschließen des Rohrpaares und Druckaufbau mit Wasser. Wasserdruck ≙ Injektionsenddruck am Rohrende. Anschließend Druckbeobachtung für 0,5 ÷ 1,0 h; danach zweiter Umlauf-Pumpvorgang. Wenn Wasser klar ist, werden beide Schenkel der jeweils verpressten EWS mit der Spülmaus befahren und gereinigt. Nach Reinigung mit der Spülmaus wird das Rohrpaar kräftig mit Wasser gespült (25 l/min). Anschließend wird das Rohrpaar mit dem zuletzt beaufschlagten Wasserdruck verschlossen. Zeitgleich wird der Abbindevorgang an der Rückstellprobe beobachtet; sobald die Suspension angesteift ist, ist die Verpressstufe in Ordnung. Anschließend wegnehmen des Drucks und Abbau des Manometers. Das Rohrpaar bleibt wassergefüllt.

7. Durchführen des nächsten Schnittes (1,5 m über dem vorangegangenen Schnitt).

8. Durchführung WD-Test wie unter Punkt 2 beschrieben.

9. Bei erfolgreichem WD-Test Verpressung wie Nrn. 3 – 6.

10. In Fällen, wo durch den WD-Test keine Aufnahme festgestellt werden kann: Ausführung von weiteren Schnitten in 1,5 m Abständen nach oben. Schnittlänge ca. 0,3 m; dabei WD-Test nach jedem Schnitt.

11. *Fortsetzung dieses Vorgehens unabhängig von der Zahl der Schnitte so lange bis sich in dem jeweils obersten Schnitt eine Wasseraufnahme ergibt.*

12. Bei merklich messbaren Aufnahmen beim WD-Test erfolgt die Injektion aller bis dahin geschnittenen Stufen.

13. *Falls sich zeigt (z. B. anhand der Temperaturbeobachtungen), dass die Verpressung in einzelnen Niveaus nicht erfolgreich ist, werden gegebenenfalls Zwischenschnitte (bei 0,75 m) durchgeführt.*

Leinfelden-Echterdingen, 13. November 2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Sanierung Erdwärmesonden
Siemensstraße 11 Böblingen
2 EWS á 130 m

- Stand: 18.11.2014 -

Arbeitsanweisung zur Durchführung der Schneid- und Injektionsarbeiten

Vorbemerkung: Diese Arbeitsanweisung ist das Ergebnis der Besprechung vom 06.10.2014, des Baustellen-Jour-Fixe vom 10.11.2014 und 17.11.2014 sowie der telefonischen Abstimmung am 13.11.2014 (Dr. Ruch/Dr. Kleinert).

Auf der Grundlage der jüngsten Ereignisse bei der bisherigen Sanierung der EWS 1 (vgl. JF-Protokolle 1 – 4) wurde die Arbeitsanweisung vom 16.10.2014 bzw. 13.11.2014 erneut angepasst.

Alle gegenüber der Fassung vom 13.11.2014 geänderten Textpassagen sind *kursiv* geschrieben (Seite 1 und 4):

Ablauf der Schneid- und Injektionsarbeiten

Generell: Das nicht geschnittene Rohrpaar (U-Rohr) wird mit Wasser aufgefüllt. Der Wasserstand in diesem zweiten Rohrpaar ist beim Schneiden und Verpressen des ersten Rohrpaares ständig zu beobachten. Die Wasserstandveränderungen in den benachbarten Grundwassermessstellen sind ebenfalls ständig zu beobachten.

Anmerkung:
In der Messstelle GWM 1 (km1) ist dazu bereits ein Datenlogger eingebaut. Die tiefe Erkundungsbohrung mit geplantem Ausbau im Lettenkeuper ist zur Zeit in Arbeit, hier werden die Grundwasserverhältnisse während den Bohrarbeiten erfasst, nach Messstellenausbau wird auch hier ein Datenlogger eingebaut. Zusätzlich soll am *27.-29.11.2014* noch eine flache Pegelbohrung im Bereich der BE-Fläche hergestellt werden. Der Bereich ist in Abstimmung mit der Bauüberwachung freizuräumen.

Amtsgericht Stuttgart
HRB 223632

Waldenbucher Straße 19
70771 Leinfelden-Echterdingen

Telefon (0711) 79 73 50 - 0
Telefax (0711) 79 73 50 - 20
E-Mail info@geotechnik-vees.de

Einbau von Glasfaserkabeln ab dem 20.10.2014

Vor Beginn der Schneid- und Verpressarbeiten wird ein Glasfaserkabel in jeweils einen Schenkel des 2. Rohrpaares beider EWS eingebaut, um damit ständig die Temperaturentwicklung im Ringraum der Sonden beobachten zu können. Falls das Glasfaserkabel nicht durch Einschieben eingebaut werden kann, wird der Einbau mithilfe eines Zugseils versucht. Die Glasfaserkabel sind eingebaut und dürfen nicht ohne vorherige Abstimmung mit der Bauüberwachung entfernt werden.

Wenn das 2. Rohrpaar durch den Schneidvorgang im ersten Rohrpaar angeschnitten wurde, müssen beide Rohrpaare synchron miteinander verpresst und gespült werden.

Beim Verpressen des 1. Rohrpaares (Normalfall) muss das 2. Rohrpaar dicht verschlossen werden, um ein Zusammendrücken des 2. Rohrpaares beim Verpressen zu verhindern.

Die Schneid- und Verpressarbeiten werden in beiden Erdwärmesonden parallel ausgeführt.

Die Verpressung erfolgt mit dem Sulfadur-Zement® der Dyckerhoff AG; Zusammensetzung und Aufbereitung wie von der Ingenieurgruppe Geotechnik ermittelt (E-Mail vom 30.09.2014).

Die weiteren Schneidarbeiten werden nur noch mit dem Hochdruckschlauch (DN 3) und der Schneiddüse DA 7,5 mm durchgeführt, sofern die noch laufenden Schneidversuche erfolgreich beendet werden können. Damit soll das Risiko eines erneuten Festsitzens des Schneidschlauches vermieden werden. Zusätzlich soll geprüft werden, ob es möglich ist, den Schneidschlauch mit biologisch abbaubarem Gleitmittel zu beschichten, um die Mantelreibung zu vermindern.

Kommt es dennoch zu einem erneuten Festsitzen des Schneidschlauches, so soll bis zum nächsten Arbeitstag gewartet werden, bevor mit größerer Zugkraft versucht wird, den Schlauch zu bergen.

Die Durchführung der Schneid- und Injektionsarbeiten wurde wie folgt festgelegt:

1. Schneiden eines Sondenrohres des 1. Rohrpaares im Bereich zwischen 130,0 m (ET) und mind. 50,0 m unter Gelände (Niveau des Gipsspiegels), in 1,5-Meter-Schritten. Gegebenenfalls wird bis ca. 10 m unter GOK weitergeschnitten; Schnittlänge jeweils ca. 0,3 m. Dabei wird nur noch ein Einzelschnitt je Schnittniveau ausgeführt. Nach dem Schneiden wird an der Geländeoberfläche ein Kontrollschnitt an einem Probekörper durchgeführt, um die Funktion der Schneiddüse zu prüfen.

   Voraussetzung dafür ist der Nachweis mittels eines übertägigen Injektionstests, dass die Sulfadur-Zement-Suspension auch bei einem Schnitt sicher und ohne Entmischung in den Ringraum außerhalb des Sondenschlauches injiziert werden kann.

2. Nach jedem Schneiden Durchführung WD-Test; in Druckstufen von jeweils 1 bar bis max. 10 bar. Die Druckstufe, bei der ein Wasserverlust registriert wird, ist zu halten (keine weitere Druckstufe), bis sich stationäre Verhältnisse einstellen.

   $Q_{max.}$ = 100 l. Dabei festhalten der aufgenommenen Wassermenge.

3. Beginn des Verpressvorganges

Aufnahmemengen / Stufe: gering (≤ 50 l)	**Aufnahmemengen / Stufe: hoch (> 50 l)**
⇒ Verpressdruck $p_{max.}$ = 10 bar bei -130 m; linear nach oben abnehmend bis 1,0 bar	⇒ Verpressdruck $p_{max.}$ = 5 bar von -130 m bis -50 m; danach linear nach oben abnehmend bis 1,0 bar
⇒ Pumprate $q_{max.}$ = 5 l/min; Verpressdauer bis $\Delta q \leq 1$ l/min	⇒ Pumprate $q_{max.}$ = 10 l/min; Verpressdauer bis $\Delta q \leq 1$ l/min
Suspension muss ständig im Umlauf bleiben, um Sedimentation zu verhindern!	

   Entnahme einer Rückstellprobe für den jeweiligen Verpressabschnitt.

4. Weiterpumpen im Umlauf mit Injektionsenddruck: Injektionsende plus eine Stunde.

5. Austausch der aktiven Suspension durch Wasser.

6. Wasser weiter im Umlauf pumpen bis Rohrpaar sauber ist. Verschließen des Rohrpaares und Druckaufbau mit Wasser. Wasserdruck ≙ Injektionsenddruck am Rohrende. Anschließend Druckbeobachtung für 0,5 ÷ 1,0 h; danach zweiter Umlauf-Pumpvorgang. Wenn Wasser klar ist, werden beide Schenkel der jeweils verpressten EWS mit der Spülmaus befahren und gereinigt. Nach Reinigung mit der Spülmaus wird das Rohrpaar kräftig mit Wasser gespült (25 l/min). Anschließend wird das Rohrpaar mit dem zuletzt beaufschlagten Wasserdruck verschlossen. Zeitgleich wird der Abbindevorgang an der Rückstellprobe beobachtet; sobald die Suspension angesteift ist, ist die Verpressstufe in Ordnung. Anschließend wegnehmen des Drucks und Abbau des Manometers. Das Rohrpaar bleibt wassergefüllt.

7. Durchführen des nächsten Schnittes (1,5 m über dem vorangegangenen Schnitt).

8. Durchführung WD-Test wie unter Punkt 2 beschrieben.

9. Bei erfolgreichem WD-Test Verpressung wie Nrn. 3 – 6.

10. In Fällen, wo durch den WD-Test keine Aufnahme festgestellt werden kann: Ausführung von weiteren Schnitten in 1,5 m Abständen nach oben. Schnittlänge ca. 0,3 m; dabei WD-Test nach jedem Schnitt.

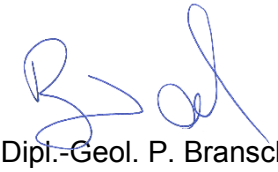
11. Fortsetzung dieses Vorgehens unabhängig von der Zahl der Schnitte so lange bis sich in dem jeweils obersten Schnitt eine Wasseraufnahme ergibt.

12. Bei merklich messbaren Aufnahmen beim WD-Test erfolgt die Injektion aller bis dahin geschnittenen Stufen.

13. Falls sich zeigt (z. B. anhand der Temperaturbeobachtungen), dass die Verpressung in einzelnen Niveaus nicht erfolgreich ist, werden gegebenenfalls Zwischenschnitte (bei 0,75 m) durchgeführt.

14. *Bei längeren Stillstandszeiten (z. B. übers Wochenende) sind die bis dahin ausgeführten Schnitte mit Zementsuspension zu verschließen (Versiegelungsinjektion).*

Leinfelden-Echterdingen, 18. November 2014



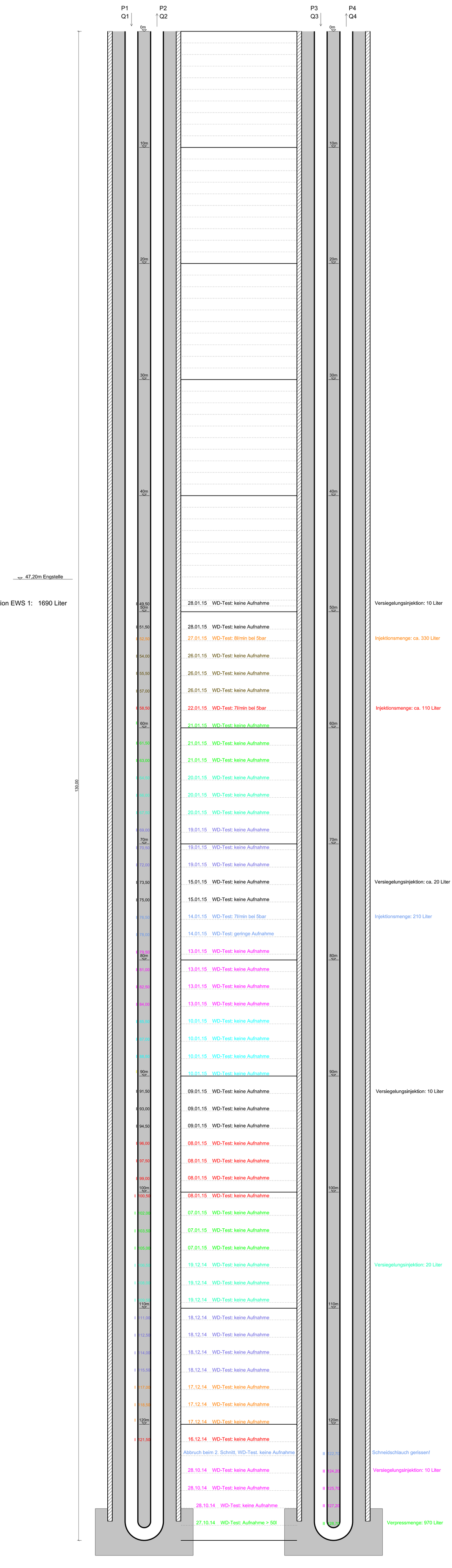
Dipl.-Geol. P. Branscheid

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

EWS 1+2

Schnitt- und Injektionspläne

EWS 1



KELLER

Keller Grundbau GmbH
Kellerstraße 25 · 72535 Heroldstatt
Tel. 07642 / 7090-0
Fax 07642 / 7090-173

PROJEKT: Sanierung Gleichenrieb Böhringen, Siemenswiesstraße 11
72534 Hohenstein-Böhringen

BAUHERR: Landratsamt Biberach
Parkstraße 16, 72504 Biberach

AUFTRAGGEBER: Landratsamt Böhringen
Parkstraße 16, 71034 Böhringen

INHALT: EWS 1
Schnitt- und Injektionsplan

	NAME	DATUM
BEARBEITET:	BAUTZ/LEIN - ML	28.04.2015
GEZEICHNET:	MAIER/FAB	6.10.2014
GEPRÜFT:	Hr. Schaubauer	6.10.2014
GENEHMIGT:	Maier	6.10.2014

MAßSTAB:	PROJEKT-NR.:	ZEICHNUNGS-NR.:
1:100	609 16 0061	16-4-0061-01a

INDEX	ÄNDERUNG	DATUM	NAME
a	ERSTFASSUNG		

EWS 2

INDEX	ÄNDERUNG	DATUM	NAME
a	BESTANDSPLAN	20.04.2015	Kr.

KELLER
Keller Grundbau GmbH
Schwarzwaldstr. 1 77871 Renchen
Tel. 07843 / 709-0 Fax 07843 / 709-173

PROJEKT: Sanierung Geothermie Bohrungen, Siemensstraße 11, 71034 Böblingen

BAUHERR: Landratsamt Böblingen, Parkstraße 16, 71034 Böblingen

AUFTRAGGEBER: Landratsamt Böblingen, Parkstraße 16, 71034 Böblingen

Schnitt- und Injektionsplan — EWS 2

	DATUM	NAME	MASSSTAB	BAUSTELLEN - NR.	ZEICHNUNG - NR.
GEZEICHNET	8.10.2014	Krausbauer	1:100	630 16 0561	16-0561-02a
GEPRÜFT	8.10.2014	Adler			
GESEHEN					

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Jour-Fixe Protokolle
(mit relevanten Anlagen)

(13 Stück)

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

22.10.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße
Protokoll zum Baustellen-Jour-Fixe am 20.10.2014 (EWS-Sanierung Siemensstraße 11)

Anlage: Ergebnis der Sondenbefahrbarkeitstests

Datum:	20.10.2014
Uhrzeit:	13:45 – 14:30
Ort:	Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Schuhmacher	Fa. KellerGrundbau	*n.Schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Adler	Fa. KellerGrundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. KellerGrundbau	
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*

Amtsgericht Stuttgart
HRB 223632

Waldenbucher Straße 19
70771 Leinfelden-Echterdingen

Telefon (0711) 79 73 50 - 0
Telefax (0711) 79 73 50 - 20
E-Mail info@geotechnik-vees.de

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer	Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:		
1	**Herrichten BE-Fläche / Befahrbarkeitstests**		
1.1	**Herrichten BE-Fläche** Die BE für die Sanierung der Erdwärmesonden in der Siemensstraße ist vollständig abgeschlossen. Die Sondenköpfe sind entsprechend vorbereitet und nummeriert.		
1.2	**Befahrbarkeitstests der EWS** Die Befahrbarkeit der einzelnen Sondenschläuche wurde von der Fa. Keller getestet. Dabei wurde festgestellt, dass jeweils ein Rohr (ein U-Schenkel) mit der Standarddüse vollständig befahrbar ist. Die Ergebnisse der Befahrungstests sind in der Anlage beigefügt.		
2	**Schneid-/Injektionsversuche im Vorfeld**		
2.1	**Durchführung der Versuche** Aus der Horizontalanbindungsleitung konnten Teilstücke des Original-Sondenschlauches gewonnen. An diesen werden bereits aktuell Schneidversuche durchgeführt, um die Arbeitsparameter festzulegen. Am 23.10.2014 ist vorgesehen, einen kombinierten Schneid- und Injektionsversuch an einem Probekörper durchzuführen	Fa. Keller	**23.10.14**
3	**Arbeitsanweisung, etc.**		
3.1	**Arbeitsanweisung** Die Arbeitsanweisung, welche vom Büro VEES|PARTNER mit Stand vom 16.10.2014 erstellt wurde, wurde besprochen. Dabei ergaben sich keine Ergänzungen.		
3.2	**Einbau Glasfaserkabel** In die Sondenschläuche 1 oder 2 jeder EWS wird am 21.10.2014 ein Glasfaserkabel eingebaut. Sollte dies nicht durch Einschieben eingebaut werden können, so soll es mit Hilfe eines Zugseiles eingezogen werden.		
3.3	**Entsorgung Restsuspension** Um die Entsorgung der anfallenden Restsuspension zu klären, muss ein technisches Datenblatt des Zements vorliegen. Herr Branscheid versucht, dieses zu erhalten	VEES	**sofort**

Leinfelden-Echterdingen, 22. Oktober 2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

Böblingen Sanierung EWS Siemensstrasse 11

EWS 1

	Sondengröße				
	12 mm /120 mm Lang	11,1mm /120 mm lang	11,1mm / 60mm lang	7,1 mm / 120 lang	7,1 mm / 60 mm lang
Rohr 1	47,00	47,00	47,00	128,40	128,60
Rohr 2	47,00	47,20	47,20	47,20	128,40
Rohr 3	47,20	47,60	47,60	47,20	47,80
Rohr 4	47,40	47,60	128,80	128,80	128,80

EWS 2

	Sondengröße				
	12 mm /120 mm Lang	11,1mm /120 mm lang	11,1mm / 60mm lang	7,1 mm / 120 lang	7,1 mm / 60 mm lang
Rohr 1	34,20	34,20	74,40	128,30	128,30
Rohr 2	34,40	34,40	34,40	83,20	128,30
Rohr 3	34,00	34,00	34,50	34,50	34,50
Rohr 4	94,80	128,30	128,30	128,30	128,30

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

31.10.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße
Protokoll zum Baustellen-Jour-Fixe am 27.10.2014 (EWS-Sanierung Siemensstraße 11)

Anlage: Temperatur-Monitoring EWS 1 + 2, 28.10.2014 – ca. 11:42 Uhr

Datum: 27.10.2014
Uhrzeit: 13:45 – 14:30
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*
	Herr Schuhmacher	Fa. KellerGrundbau	*n.schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Adler	Fa. KellerGrundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Heine	Fa. KellerGrundbau	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer	Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:		
1	**Schneid-/Injektionsversuche im Vorfeld**		
1.1	**Durchführung der Versuche** Zur Bestimmung der Arbeitsparameter für die Sanierung wurden in der Zeit vom 20.10. bis 23.10.2014 mehrere Schneidversuche an Teilstücken des Original-Sondenschlauches durchgeführt. Am 23.10. fand anschließend noch ein kombinierter Schneid- und Injektionsversuch an einem Probekörper statt. Hierbei konnte demonstriert werden, dass es möglich ist, ein Sondenrohr an gewünschter Stelle zu perforieren, ohne die angrenzenden Rohre zu beschädigen. Auch die Injektion konnte planmäßig demonstriert werden; die Zementsuspension trat ohne Entmischung durch die Perforationsstelle in den wassergefüllten Ringraum aus. Der Versuchskörper soll nach Aushärten noch an mehreren Stellen quer aufgeschnitten werden, um die Homogenität der Zementation zu überprüfen. Fa. Keller lässt dies ausführen.	Fa. Keller	**sofort**
2	**Glasfaserkabel / Entsorgung**		
2.1	**Einbau Glasfaserkabel** In die beiden Erdwärmesonden wurden am 21.10.2014 Glasfaserkabel zur ständigen Temperaturerfassung eingebaut (jeweils in Rohr 1). Aufgrund der Engstellen in beiden Sonden musste der Kabelfuß vor Ort so umgebaut werden, dass das Kabel bis zur Sondenendtiefe geführt werden konnte. Dadurch liefern die untersten ca. 1,5 m jedoch keine korrekte Temperaturangabe und können nicht verwendet werden. Im Rohr 2 befindet sich derzeit jeweils noch ein Temperaturfühler zur Kalibrierung der Glasfaserkabel. Dieser soll ebenfalls in das Rohr 1 mit eingebaut werden. Fa. Keller muss dafür aber noch eine entsprechende Rohrabdichtung beschaffen, durch die beide Kabel geführt werden.	Fa. Keller	**sofort**
2.2	**Entsorgung Restsuspension** Die erhaltenen Datenblätter des Zements geben keine Hinweise auf dessen chemische Zusammensetzung. Aus der angefallenen Restsuspension wurde deshalb eine Zementprobe entnommen und zur Analyse ins chemische Labor verbracht. Die Ergebnisse liegen voraussichtlich bis Ende KW 44 vor.		
3	**Aktueller Stand der Sanierungsarbeiten**		
3.1	**Aktueller Stand** Am Morgen des 27.10.2014 wurde der erste Doppelschnitt am tiefsten Punkt der EWS 1 ausgeführt (Rohr 4: 128,7 m – 128,4 m). Der WD-Test zeigte eine hohe Wasseraufnahme, so dass dieser Schnitt verpresst wird. Aktuell laufen die Vorbereitungen zur ersten Injektion.		

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer	Termin
Nachtrag:	Bei der Injektion des ersten Schnittes in der EWS 1 wurden ca. 800 ℓ verpresst (Dauer ca. 3 Std.). Über Nacht zeigte sich im Temperatur-Monitoring im Tiefenbereich von ca. 85 m bis 130 m ein deutlicher Anstieg gegenüber der Ruhe-Temperatur. Auch in der EWS 2, welche bisher noch nicht bearbeitet wurde, kam es zu einer deutlichen Temperaturerhöhung zwischen ca. 70 m und 100 m Tiefe (vgl. Anlage). Demnach stieg die Zementsuspension im Ringraum der EWS 1 bereits um weite Strecken auf und gelangte über Klüfte im Untergrund auch in den Ringraum der EWS 2.		
Nachtrag:	Zur aktuellen Situation: vgl. E-Mail-Verkehr vom 29.10. und 30.10.2014		
3.2	**Infotafel** Von Herrn Branscheid wurde eine Infotafel entworfen, welche an drei Stellen im Baustellenbereich Siemensstraße angebracht werden soll. Die Beteiligten geben zu Änderungswünschen zeitnah Rückmeldung, so dass die Tafel bis nächste Woche gedruckt werden kann. Fa. Keller lässt die Infotafel auf Planen drucken.	Fa. Keller	**bis KW 45**
Nachtrag:	Die Redaktion der Infotafel ist zwischenzeitlich abgeschlossen, die Druckvorlage wurde an Fa. Keller versandt.		

Leinfelden-Echterdingen, 31. Oktober 2014

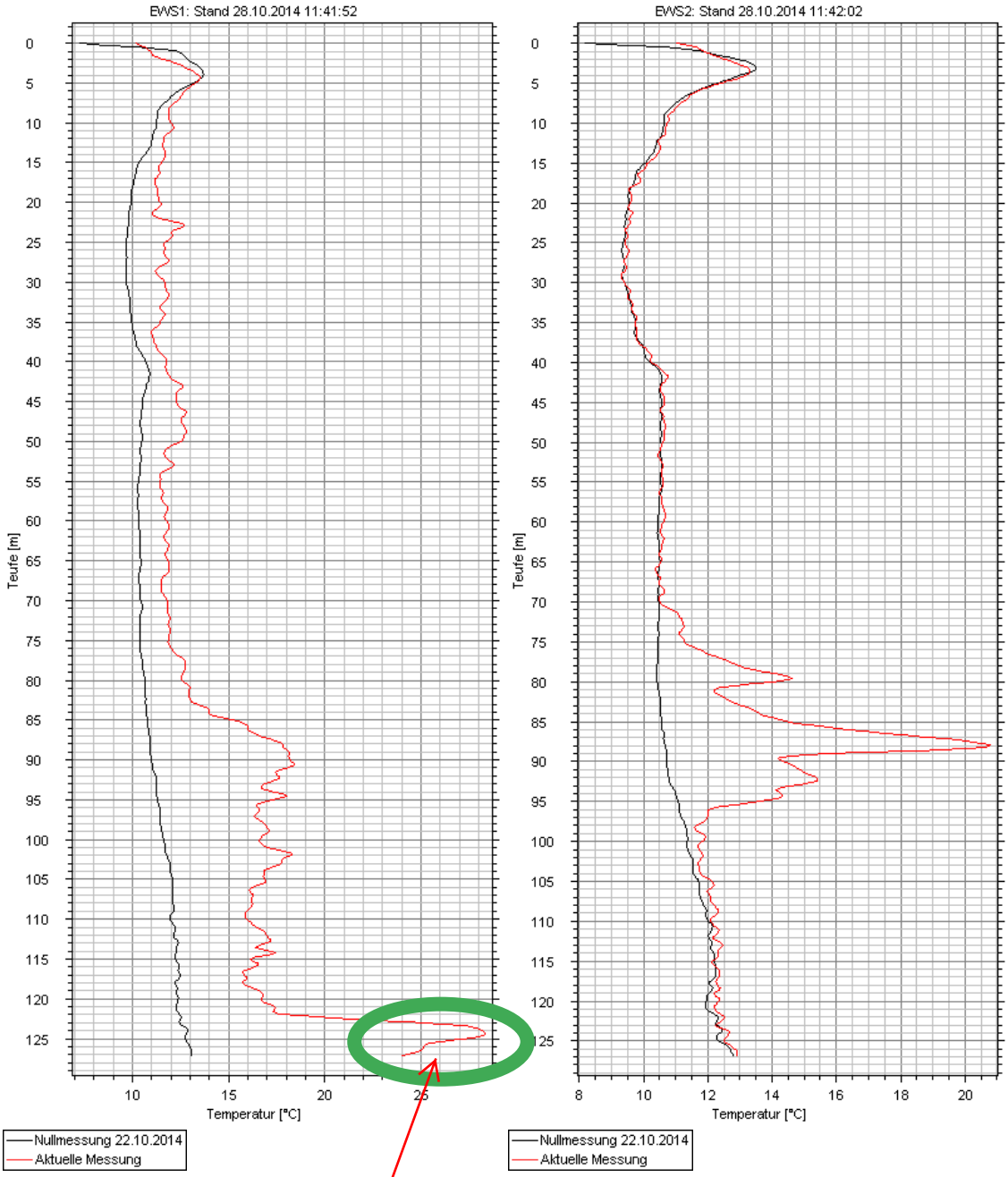
Dipl.-Geol. P. Branscheid

G T C KAPPELMEYER GmbH

Temperatur Monitoring

Böblingen EWS1 und EWS2

Neue Messung alle 10 Minuten.



G T C KAPPELMEYER GmbH

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

04.11.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße
Protokoll zum Baustellen-Jour-Fixe am 03.11.2014 (EWS-Sanierung Siemensstraße 11)

Anlage: Chronologischer Sanierungsablauf, Stand: 03.11.2014

Datum: 03.11.2014
Uhrzeit: 13:30 – 15:00
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Schuhmacher	Fa. KellerGrundbau	*n.schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Adler	Fa. KellerGrundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. KellerGrundbau	*d.heine@kellergrundbau.com*
	Herr Voutta	Büro Voutta	*avoutta@avoutta.de*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer	Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:		
1	**Schneid-/Injektionsversuche im Vorfeld**		
1.1	**Durchführung der Versuche – Abschließende Arbeiten** Der Versuchskörper aus dem kombinierten Schneid- und Injektionsversuch vom 23.10.2014 soll nach Aushärten noch an mehreren Stellen quer aufgeschnitten werden, um die Homogenität der Zementation zu überprüfen. Fa. Keller lässt dies ausführen.	Fa. Keller	**sofort**
2	**Glasfaserkabel / Entsorgung / Infotafel**		
2.1	**Einbau Glasfaserkabel** Der Temperaturfühler in EWS 1 / Rohr 2 wurde in dasselbe Rohr wie das eigentliche Glasfaserkabel (Rohr 1) eingebaut. In EWS 2 wird dieser Umbau zeitnah noch von Fa. Keller durchgeführt.	Fa. Keller	**sofort**
2.2	**Entsorgung Restsuspension** Die Analyseergebnisse liegen vor. Herr Adler klärt die Entsorgungswege für die Restsuspension.	Fa. Keller	
2.3	**Infotafel** Die Infotafel ist in Druck und soll bis 06.11.2014 fertig sein.	Fa. Keller	
3	**Stand der Sanierungsarbeiten**		
3.1	**Aktueller Stand** Vom 27.10. bis zum 29.10.2014 wurden bisher 5 Doppelschnitte zwischen 128,7 m und 122,4 m u. GOK ausgeführt. Beim ersten Doppelschnitt waren eine sehr hohe Zementaufnahme (970 ℓ) und deutliche Temperaturzunahmen im Monitoring zu erkennen. Demnach scheint die Verpressung des Ringraums durch den ersten Doppelschnitt bereits bis in ca. 90 m unter GOK in EWS 1 gelungen zu sein (bis hierhin deutliche Temperaturerhöhung gegenüber dem Ausgangszustand). Auch in EWS 2 zeigte sich im Tiefenbereich zwischen 70 m und 100 m eine starke Temperaturzunahme; demnach scheint auch hier entlang von Klüften Zement in den Ringraum gelangt zu sein. Die fehlende Aufnahme der WD-Tests bei den nachfolgenden Schnitten stützt diese Annahme. Details zu den Arbeiten sind in der beiliegenden Auflistung angegeben. Bei Ausführung des zweiten Schnittes im Tiefenbereich 122,7 bis 122,4 m am 29.10.2014 kam es zu einem Festsitzen des Schneidschlauches im EWS-Rohr 4. Hierbei wird derzeit angenommen, dass der Ringraum der EWS 1 in diesem Bereich mit der Verpressung durch den 1. Doppel-		

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer	Termin
	schnitt nicht überall vollständig abgedichtet wurde, sondern noch lokale Fehlstellen vorhanden sind. In diesen wahrscheinlich wassergefüllten Hohlräumen konnte sich durch den Wasserdruck des Schneidvorganges möglicherweise ein entsprechender Außendruck auf den bereits geschnittenen Sondenschlauch aufbauen, der zu einer Verformung des Sondenschlauches und zum Verklemmen des Schneidschlauches führte. Das Austreten von Wasser aus den eigentlich verschlossenen Rohren 1 und 2 belegt, dass eine Kompression der EWS-Schläuche stattgefunden hat. Von Fa. Keller wurde ohne Erfolg versucht, den Schneidschlauch frei zu bekommen. Dieser ließ sich auch nach längerer Wartezeit und mit Spülunterstützung nicht ziehen, so dass versucht wurde, den Schneidschlauch mit Hilfe eines Kettenzuges zu bergen. Der Bergeversuch verlief jedoch erfolglos; der stark gedehnte Schneidschlauch riss am Kopf der Erdwärmesonde ab und rutschte in den Sondenschlauch zurück. Das obere Ende des Schneidschlauchs im Rohr 4 der EWS 1 wurde mit dem Lot auf 35,4 m u. GOK bestimmt. Das geborgene Reststück des Schneidschlauches hat noch 57 m Länge (von ursprünglich 150 m auf der Haspel), so dass sich ein 93 m langes Stück Schneidschlauch im EWS-Rohr befindet. Bezogen auf das letzte Schnittniveau von ca. 122,5 m ist hier eine Differenz von ca. 6 m zu vermerken. Entweder ist diese auf eine sehr starke Dehnung (in Zugversuchen bis zu 30 % ermittelt) und ein Zurückschnellen in das Sondenrohr zurückzuführen oder der Schneidschlauch ist um diesen Betrag abgesackt. Mit einer Kamerabefahrung soll zunächst der Zustand des oberen Endes des Schneidschlauches geprüft werden, um Details zu einem möglichen Bergeversuch des Schneidschlauches festlegen zu können. Die Bergung des Schlauchrestes soll weiter verfolgt werden, da die Rohre 1 bis 3 der EWS 1 wesentlich schlechter zugänglich sind als das Rohr 4.	Fa. Keller / Hr. Voutta	**sofort**
Anm.:	Nach Auskunft von Herrn Voutta wird die Kamerabefahrung voraussichtlich noch in dieser Woche erfolgen. Die Spülbarkeit des U-Schlauches Rohr 3 und 4 war auch am 03.11.2014 gleich wie unmittelbar nach Abreißen des Hochdruckschlauches. Parallel zu den Überlegungen zur „Bergung des Schneidschlauches“ werden seit dem 30.10.2014 bereits Schneidversuche mit der dünneren 7,2 mm Düse und einem 4 mm Schneidschlauch durchgeführt. Dabei wird getestet, bei welcher Länge des Schneidschlauches sich noch ein ausreichender Schneidstrahl ergibt, damit ein Sondenschlauch noch geschnitten werden kann. Aktuell ist mit 40 m erfolgreich geschnitten worden; bei 80 m Schlauch konnte kein Schnitt mehr durchgeführt werden. Die Zwischenstufen werden noch geprüft.	Fa. Keller	**sofort**
	Sofern der Schlauchrest aus dem Rohr 4 der EWS 1 nicht zeitnah geborgen werden kann, soll zunächst mit der dünneren Düse über das Rohr 3 weiter saniert werden. Die Rohre 1 bis 3 sind jedoch bei ca. 47 m u. GOK stark verengt/verdreht, so dass ab hier nur noch die dünne Düse mit entsprechendem Schlauch verwendet werden kann. Bis an		

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer	Termin
	diese Stelle soll ein dickerer Schneidschlauch angekoppelt werden, um die Druckverluste zu reduzieren. Dieser Übergang stellt jedoch bei erneutem Verklemmen des Schneidschlauches und etwaigen Bergungsversuchen eine Schwachstelle dar. Die tiefste Stelle des ersten Schnitts im Rohr 3 (und ggf. auch im Rohr 1 oder 2) hängt somit von den noch ausstehenden Schneidversuchen mit der dünnen Düse ab. Bisher könnte nur ein 40 m langer, dünner Schlauch unterhalb der Engstelle verwendet werden; folglich läge das tiefste Schnittniveau bei ca. 80 - 85 m. Es muss daher versucht werden, den tiefsten Schnitt noch mindestens 10 m bis 20 m tiefer ansetzen zu können, um eine gewisse Überlappung mit dem wahrscheinlich bereits verpressten Bereich unterhalb von ca. 90 m zu erzielen. Bei Fortführung der Sanierung im Rohr 3 der EWS 1 sieht die Fa. Keller die Gefahr, dass es aufgrund des Schlauchrestes im zweiten U-Schenkel (Rohr 4) auf Dauer zu Zementanlagerungen kommt, so dass das Verfahren der Umlaufinjektion und –spülung eingestellt werden muss. In diesem Fall müsste im Kontraktorverfahren weitergearbeitet werden. Aufgrund der begrenzten Befahrbarkeit des EWS-Rohrs 3 ist jedoch nicht sicher, bis in welche Tiefe der Injektions- bzw. Spülschlauch dann jeweils eingebracht werden kann. Alternativ wurde erörtert, das Glasfaserkabel aus dem Rohr 1 in das Rohr 3 umzuhängen, um die weitere Sanierung im zweiten U-Schlauch (Rohr 1 und 2) ausführen zu können. Das Vorgehen ist im Einzelnen auch mit dem LGRB abzustimmen. Danach wird die Arbeitsanweisung vom 16.10.2014 entsprechend aktualisiert. **Nachtrag:** Telefongespräch zwischen Dr. Ruch (LGRB) und Dr. Kleinert (Vees|Partner) am 04.11.2014: Die Verpressung soll zunächst soweit wie möglich im Sondenschlauch 3 erfolgen, um die Temperaturmessung im Schlauch 1 möglichst nicht unterbrechen zu müssen und um die U-Sonde Schlauch 1 und 2 noch unangetastet zu lassen. Die Punkte „1 oder 2 Schnitte je Schneidniveau“ und „Anzahl der Schnitte ohne Wasseraufnahme im WD-Test, bevor eine Injektion (Versiegelungsinjektion) erfolgt“, müssen noch endgültig abgestimmt werden.	Vees / LGRB	**sofort**
3.2	**Infoveranstaltung IGE am 07.11.2014** Am 07.11.2014 findet eine Infoveranstaltung der Interessengemeinschaft Erdhebungen Böblingen (IGE – BB) statt. Herr Weinbrecht gibt dazu noch näher Bescheid.		

Leinfelden-Echterdingen, 4. November 2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

13.11.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße
Protokoll zum Baustellen-Jour-Fixe am 11.11.2014 (EWS-Sanierung Siemensstraße 11)

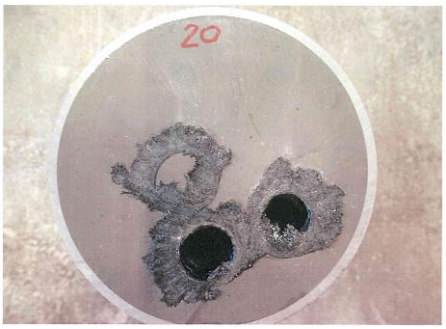
Anlage:
- Chronologischer Sanierungsablauf, Stand: 12.11.2014
- Arbeitsanweisung, Stand: 13.11.2014
- Ergebnis der Kamerabefahrung in EWS 1 / Rohr 3 + 4 (07.11.14, Büro Voutta)
- Ergebnis der Befahrbarkeitstests mit dem DN 3 - Schlauch

Datum: 10.11.2014
Uhrzeit: 13:30 – 15:00
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Schuhmacher	Fa. KellerGrundbau	*n.schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Adler	Fa. KellerGrundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. KellerGrundbau	*d.heine@kellergrundbau.com*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Trapp	LGRB BW, RPF	*christian.trapp@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:	
1	**Versuchskörper / Glasfaserkabel / Entsorgung / Infotafel / Infoveranstaltung IGE**	
1.1	**Schneid-/Injektionsversuche – Abschließende Arbeiten** Der Versuchskörper aus dem kombinierten Schneid- und Injektionsversuch vom 23.10.2014 wurde nach Aushärten von der Fa. Keller an mehreren Stellen quer aufgeschnitten (vgl. E-Mail vom 06.11.2014). Dabei zeigte sich, dass die nicht geschnittenen Sondenrohre unbeschadet blieben und der Ringraum vollständig und weitestgehend homogen verfüllt wurde.  Bild 1: Darstellung eines quer aufgeschnittenen Teils des Versuchskörpers (Quelle: Fa. Keller)	
1.2	**Einbau Glasfaserkabel** Die Temperaturfühler in den EWS 1 + 2 wurden vom Rohr 2 in dasselbe Rohr wie das eigentliche Glasfaserkabel eingebaut (Rohr 1).	
1.3	**Entsorgung Restsuspension** Die Restsuspension kann nach den vorliegenden Analyseergebnissen auf herkömmlichem Weg entsorgt werden.	
1.4	**Infotafel** Die Infotafeln sind gedruckt und wurden zwischenzeitlich auf der Baustelle aufgehängt.	
1.5	**Infoveranstaltung IGE am 07.11.2014** Bei der Infoveranstaltung der IGE haben Herr Binde (Fa. Keller), Herr Weinbrecht und Herr Dr. Kleinert über den Sanierungsvorgang und den aktuellen Stand der Arbeiten berichtet. Die Resonanz aus dem Publikum war durchweg positiv.	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
2	**Stand der Sanierungsarbeiten**	
2.1	**Aktueller Stand** Die Fa. Keller hat bisher eine Vielzahl von Schneidversuchen mit der dünnsten Düse / Hochdruckschlauch durchgeführt, um festzustellen, welche Schlauchlänge hierbei maximal möglich ist, um ein Sondenrohr noch schneiden zu können. Dabei konnte auch trotz des Einsatzes einer neuen Pumpe (max. 2000 bar Druck) bei Schlauchlängen über 40 m kein ausreichender Schneiderfolg erzielt werden; außerdem liegt der bei diesem Schlauch eingesetzte Druck (max. 1300 bar) weit über der Zulassungsgrenze. Mit dem dünnsten Schlauch wäre bisher folglich nur ein tiefstes Schnittniveau von ca. 80 – 85 m u. GOK möglich (max. 40 m unterhalb der Engstelle in 47 m u. GOK). Die gewünschte, mindestens 10 m hohe Überlappung mit dem wahrscheinlich bereits verpressten Bereich unterhalb von ca. 90 m ist damit nicht gegeben. Außerdem stellte die Fa. Keller in einem Befahrbarkeitstest am 06.11.2014 fest, dass der dünnste Schlauch nicht über die Engstelle im Rohr 3 der EWS 1 in 47 m hinweg eingeführt werden kann. Grund dafür ist wahrscheinlich, dass dieser Schlauch nicht mit einem Stahl-, sondern einem Stoffgewebe umwickelt ist und sich beim Einschieben verformt/staucht. Aktuell wurde deshalb von der Fa. Keller ein neuer Schneidschlauch mit 60 m Länge und dazugehöriger Düse beschafft, der mit einem Stahlgewebe umwickelt ist und hinsichtlich der Dicke zwischen den bisher vorhandenen Modellen liegt: Schneiddüse — Schneidschlauch DA 11,2 — DA 7,7 / DN 4 (Stahlumwickelt) – bis zum Festsitzen in Schlauch 4 eingesetzt DA 7,5 (NEU) — DA 7,0 / DN 3 (Stahlumwickelt) – hiermit werden die aktuellen Schneidtests ausgeführt DA 7,1 — DA 4,0 / DN 2 (Stoffumwickelt) – Schneidtests nur bis 40 m Schlauchlänge erfolgreich; Schlauch lässt sich nicht im Rohr 3 der EWS 1 einführen.	
Nachtrag:	Die ersten Schneidversuche mit dem neuen Schlauch (60 m) laufen derzeit. Ziel ist es, mit einem mindestens 50 m langen Schlauchstück noch schneiden zu können, um somit insgesamt auf eine unterste Schnittlage von ca. 90 – 95 m u. GOK zu kommen. Die Befahrbarkeit der Sonde muss mit diesem Schlauch ebenfalls noch getestet werden. Am 11.11.2014 wurde das Rohr 3 der EWS 1 mit dem neuen Schlauch befahren (vgl. Anlage). Dabei wurde festgestellt, dass auch dieser nicht über die Engstelle in 46 m hinweg geführt werden kann. Das Rohr 2 der EWS 1 konnte mit dem bisher vorhandenen Schlauch (60 m) bis zur maximal möglichen Tiefe unter der dortigen Engstelle befahren werden (106 m). Rohr 1 konnte aufgrund des dort eingebauten Glasfaserkabels nicht befahren werden. In der EWS 2 waren die Rohre 3 und 4 bis zur Endtiefe in 128 m befahrbar. Am 12.11.2014 ist ein 80 m langer Schneidschlauch (DN 3) angeliefert worden. Mit diesem und den neu hergestellten Düsen werden aktuell weitere Schneidversuche durchgeführt.	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
2.2	**Ergebnis Kamerabefahrung / Bergung Schlauchrest** Herr Voutta führte bereits am 07.11.2014 eine erste Kamerabefahrung der Rohre 3 + 4 in der EWS 1 durch (vgl. Anlage). Dabei wurde festgestellt, dass das abgerissene Ende des Hochdruckschlauches im Rohr 4 wider Erwarten bereits in ca. 14,3 m unter Gelände sitzt. Die Lotung durch Fa. Keller hatte zuvor eine Tiefe von ca. 35,4 m ergeben; vermutlich ist das Lot erst in größerer Tiefe auf dem Schneidschlauch aufgesessen. Im Rohr 3 konnte eine der Engstellen in ca. 41 m deutlich sichtbar gemacht werden; eine tieferreichende Befahrung war hier nicht mehr möglich. Im Beisein der Besprechungsteilnehmer führte Herr Voutta die Kamerabefahrung am 10.11.2014 nochmals mit gleichem Ergebnis durch. Zusätzlich wurde die EWS 2 (Rohre 3 und 4) mit der Kamera befahren; hier zeigte sich eine gravierende Engstelle (Rohrknick) im Rohr 3 in ca. 34,3 m und eine Verbiegung im Rohr 4 an dieser Stelle. Die Rohre 1 + 2 beider EWS wurden mit der Kamera nicht befahren, da sie zunächst nur zur Kontrolle dienen. Aufgrund der Ergebnisse der Kamerabefahrung (geringere Tiefenlage des Schlauchrestes) soll die Bergung des Schneidschlauches weiter verfolgt werden. Die Fa. Keller versucht dafür, eine entsprechende Fangeinrichtung zu beschaffen. Die einzelnen Bauteile und ihre Übergänge müssen dafür ausreichend zugfest sein. Zur Verminderung der Reibung des Schlauchrestes im Sondenrohr soll bei dem Zugversuch dem Wasser in den Sondenrohren 3 und 4 nach Möglichkeit ein Gleitmittel (z. B. Spülmittel) zugegeben werden. **Nachtrag:** Bisher konnte keine Apparatur zur Bergung des Schlauchrestes organisiert werden. Fa. Keller kümmert sich weiter darum.	
2.3	**Weiteres Vorgehen bei der Sanierung** Die Besprechungsteilnehmer verständigten sich darauf, dass vor weiteren Schneid-/Injektionsarbeiten in der EWS 1 versucht werden soll, den Rest des Schneidschlauchs aus Rohr 4 zu bergen. Sofern dies gelingt, soll wieder im Rohr 4 weitergearbeitet werden. Sofern der Bergeversuch keinen Erfolg hat, soll die Sanierung in EWS 1 zunächst nur über das Rohr 3 weiter durchgeführt werden. Die Rohre 1 und 2 dienen weiterhin für Kontrollmessungen und sollen als Rückfalloption für die Sanierung möglichst lange erhalten bleiben. Um das Risiko des Verlusts der Umlaufinjektion aufgrund des im Rohr 4 verbliebenen Schlauchrestes zu verringern, wurde festgelegt, dass in der EWS 1 bei der weiteren Sanierung keine Versiegelungsinjektion mehr durchgeführt wird. Es werden so viele Schnitte im Abstand von 1,5 m ausgeführt, bis sich auf einem Niveau eine erhöhte Aufnahme im WD-Test zeigt. Anschließend erfolgt die Verpressung dieses Schnitts; dabei werden die darunterliegenden Schnittstellen durch die Umlaufinjektion automatisch versiegelt. Kommt es trotz dieser Maßnahme zu einer verstärkten Anlagerung von Zement an den Schlauchrest in Rohr 4 und folglich zum Verlust der Umlaufinjektion, so kann im Weiteren nur noch von oben über das Rohr 3 injiziert werden. Anschließend muss das Rohr 3 jeweils so weit wie möglich freigespült werden.	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Ist das Rohr 3 auch mit dem neuen Schlauch (DN 3) über die Engstelle hinweg nicht befahrbar, so soll das Glasfaserkabel von Rohr 1, wenn möglich, in Rohr 3 umgehängt werden. Anschließend könnte bei ausreichender Befahrbarkeit der Rohre 1 und 2 die Sanierung hierüber fortgeführt werden. Kann das Glasfaserkabel im Rohr 3 nicht bis zur Endtiefe eingebaut werden, so muss die Temperaturentwicklung jeweils mit einzelnen kabelgebundenen Messungen im Rohr 1 oder 2 erfolgen.	
Nachtrag:	Der am 11.11.2014 durchgeführte Befahrbarkeitstest zeigt, dass das Rohr 3 der EWS 1 nicht genutzt werden kann (s.o.). Wie bei der Sanierung der EWS 1 nun definitiv weiter vorgegangen wird, ist noch abzustimmen. Dies hängt vor allem vom Erfolg oder Misserfolg des Bergeversuchs im Rohr 4 ab. Die Prüfung, ob im Rohr 3 ein Glasfaserkabel eingeführt werden kann, soll mit einem dritten Kabel erfolgen, während das Kabel im Rohr 1 noch eingebaut und in Betrieb ist. Im Erfolgsfall kann dann im Rohr 1 und 3 parallel gemessen werden; auch bei Ausbau des Kabels im Rohr 1 für weitere Verpressarbeiten in den Rohren 1 und 2 ist so die kontinuierliche Temperaturkontrolle gewährleistet (telefonische Abstimmung Dr. Ruch/Dr. Kleinert am 13.11.2014). Derweil soll die Sanierung der EWS 2 begonnen werden. Herr Heine hat am 11.11.2014 versucht, ein Zugseil in die Rohre 3 und 4 der EWS 2 einzubringen; dieses verklemmte sich dabei sehr stark am Fuß des U-Rohrs. Nur mit großen Schwierigkeiten konnte es am Morgen des 12.11.2014 vollständig geborgen werden. Auf diese Option wird daher bei den weiteren Arbeiten verzichtet. Der Schneid- und Injektionsversuch mit dem neuen Hochdruckschlauch (DN 3) und nur einem Einzelschnitt soll voraussichtlich am 14.11.2014 durchgeführt werden. Er dient zum Nachweis, dass die Sulfadur-Zementsuspension auch bei nur einem Schnitt ungehindert und ohne Entmischung in den Ringraum verpresst werden kann. Um das Risiko eines erneuten Festsitzens des Hochdruckschlauches zu verringern, wurde vereinbart, dass auf die Ausführung eines Doppelschnitts verzichtet wird und auf jedem Niveau (Abstand 1,5 m) nur noch ein einzelner Schnitt ausgeführt wird. Zur Prüfung der Schneidleistung der Düse ist nach jedem Schnitt im Sondenrohr ein Kontrollschnitt an der Geländeoberfläche auszuführen und zu dokumentieren. Um die Mantelreibung weiter zu verringern, soll nur noch mit dem neuen, dünneren Schneidschlauch (DN 3) gearbeitet werden. Nach jedem Schnitt wird ein WD-Test ausgeführt. Falls sich dabei keine Wasseraufnahme zeigt, wird der nächst höhere Schnitt ausgeführt usw. Eine Injektion erfolgt erst dann, wenn sich im jeweils höchsten Schnitt eine Wasseraufnahme ergibt (keine „Versiegelungsinjektion“). Dabei werden auch die darunterliegenden Schnitte mit verpresst/versiegelt. Durch die anschließende Spülung/Säuberung der Sondenschläuche besteht auch die Möglichkeit, ggf. weitere Schnitte auf Zwischenniveaus auszuführen.	

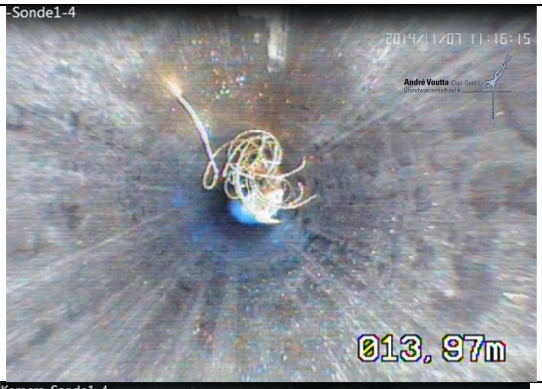
	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Voraussetzung für dieses Vorgehen ist der Nachweis, dass die Injektion auch mit jeweils einem Schnitt erfolgreich möglich ist, d. h. der o. g. Schneid- und Injektionsversuch zuvor erfolgreich abgeschlossen wurde. Die angepasste Arbeitsanweisung mit Stand vom 13.11.2014 ist beigefügt.	

Leinfelden-Echterdingen, 13. November 2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

Siemensstraße 11: Kamerabefahrung in der EWS 1 Rohr 4 + 3

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

m u. GOK	Anmerkung	Siemensstraße 11 EWS 1
	EWS 1 Rohr 4	
13,97	Vertikalblick auf abgerissenen Hydraulikschlauch in 14,5 m u. GOK	

m u. GOK	Anmerkung	Siemensstraße 11 EWS 1
	EWS 1 Rohr 3	
34,12	Vertikalblick auf Wasserspiegel in Rohr 3 von EWS 1 bei ca. 34,6 m u. GOK	
40,72	Vertikalblick auf Engstelle im Rohr 3 der EWS 1 in ca. 41 m u. GOK	

Böblingen Sanierung EWS Siemensstrasse 11 am 11.11.2014

EWS 1

	Sondengröße DN 3 (max.7,5 mm)				
Rohr 1	X				
Rohr 2	106 m (60+46m)				
Rohr 3	46 m				
Rohr 4	X				

EWS 2

	Sondengröße DN 3 (max.7,5 mm)				
Rohr 1	X				
Rohr 2	95 m (60 m +35 m)				
Rohr 3	128 m				
Rohr 4	128 m				

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

19.11.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße
Protokoll Nr. 5 zum Baustellen-Jour-Fixe am 17.11.2014
(EWS-Sanierung Siemensstraße 11)

Anlage:
- Chronologischer Sanierungsablauf, Stand: 17.11.2014
- Arbeitsanweisung, Stand: 18.11.2014
- BE-Flächenplan Heinrich-Heine-Weg, Stand 18.11.2014

Datum: 17.11.2014
Uhrzeit: 13:30 – 14:45
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Schuhmacher	Fa. KellerGrundbau	*n.schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Adler	Fa. KellerGrundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. KellerGrundbau	*d.heine@kellergrundbau.com*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Trapp	LGRB BW, RPF	*christian.trapp@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:	
1	**Schneid-/Injektionsversuche bei Einzelschnitt**	
1.1	**Ergebnis des Versuchs** Am 14.11.2014 führte die Fa. Keller für die neue Schneiddüse (DA 7,5 mm) und einem 130 m langen Schneidschlauch (80 m DN 3 angekoppelt an 50 m DN 4 - Schlauch) einen kombinierten Schneid- und Injektionsversuch ein einem Probekörper durch. Hierbei wurde nur ein Einzelschnitt mit 30 cm Länge ausgeführt. Der Versuch konnte erfolgreich durchgeführt werden und zeigte eine vollständige Verpressung des Probekörpers. Nach Aushärten des Zements wurde der Versuchskörper am 17.11.2014 quer aufgeschnitten. Dabei zeigte sich, dass das nicht geschnittene Sondenrohr unbeschadet blieb und der Ringraum vollständig und homogen verfüllt wurde. Bild 1: Darstellung des quer aufgeschnittenen, unteren Teils des Versuchskörpers aus dem Versuch am 14.11.2014.	
2	**Stand der Sanierungsarbeiten**	
2.1	**Sanierung / Bergung EWS 1 – Aktueller Stand** Beim vorgesehenen Bergeversuch des abgerissenen Schneidschlauches im Rohr 4 der EWS 1 gibt es bisher keine Fortschritte in der Beschaffung / Herstellung einer Bergeapparatur. Die Fa. Keller bemüht sich jedoch weiterhin darum. Erst nach abschließender Klärung dieses Themas wird über die weitere Vorgehensweise in EWS 1 entscheiden. Derweil wird mit der Sanierung in EWS 2 begonnen.	
2.2	**Sanierung EWS 2 – Aktueller Stand** Die bisher durchgeführten Schneidversuche mit dem neuen DN 3 – Schlauch wurden erfolgreich durchgeführt. Bisher konnte eine maximale Schlauchlänge von 80 m DN 3 getestet werden; längere Schläuche (bis 150 m) sind in Fertigung und werden anschließend geprüft. Die weiteren Arbeiten in der EWS 2 werden daher zunächst mit einer Kombination aus DN 3 und DN 4 Schlauch durchgeführt (Kupplung), so dass die Sondenendtiefe erreicht werden kann (≙ 128,0 m; sofern keine Engstelle vorhanden). Die Kupplungsstelle stellt bei dieser Variante wahrscheinlich noch eine Schwachstelle dar.	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Da auch der kombinierte Schneid-/Injektionsversuch erfolgreich beendet wurde (s. o.), konnte am 17.11.2014 mit der Sanierung in der EWS 2 begonnen werden. Dabei wurden bisher 3 Einzelschnitte durchgeführt (bis auf 125,2 m u. Gel., s. Anlage); in den WD-Tests zeigte sich bisher jedoch keine merkliche Aufnahme. Thema: Reibungsverminderung Herr Heine hat mit diversen Lieferanten bzgl. des „Einfetten“ des Schneidschlauches gesprochen, um die Reibung des Schlauchs im Sondenrohr zu vermindern. Nach Ansicht der Befragten und nach seiner Meinung bringt dies keinen besonderen Effekt, da das Gleitmittel voraussichtlich weitestgehend abgespült wird. Im Weiteren soll hierauf daher zunächst verzichtet werden. Thema: Versiegelungsinjektion Bei längeren Stillstandszeiten (z. B. übers Wochenende) sollen die bis dahin durchgeführten Schnitte auf jeden Fall versiegelt werden. Die angepasste Arbeitsanweisung ist beigefügt (Stand: 18.11.2014). Thema: Zusätzliche Hochdruckpumpe Fa. Keller hat zum Test des DN 2 – Schlauches in Abstimmung mit der Bauüberwachung eine zusätzliche Hochdruckpumpe vorgehalten. Die Kosten hierfür werden in einem Nachtrag zusammengestellt. Die Pumpe wird für das Schneiden mit dem neuen DN 3 – Schlauch nicht mehr benötigt und soll zeitnah abtransportiert werden. **Nachtrag:** Am 18. und 19.11. wurden jeweils 4 weitere Schnitte bis zum Niveau von ca. 113,5 m u. Gel. ausgeführt. Die jeweiligen WD-Tests zeigten keine Aufnahme.	
2.3	**Sonstiges** An der Einmündung Siemensstraße / Altinger Straße will die Netze BW einen Gasschieber installieren. Der genaue Termin des Einbaus ist mit der Fa. Keller in Abstimmung mit dem LRA BB noch zu klären. Die zusätzliche Pegelbohrung der Fa. Burkhardt in der Siemensstraße soll vom 27.11. bis 29.11.2014 durchgeführt werden (B 1b (km2)). Pressetermin: Voraussichtlich findet am 24./25.11.2014 ein Pressetermin mit dem Landrat und dem Umweltministerium vor Ort statt. **Nachtrag:** Der Pressetermin findet am 24.11. nicht statt; ob er am 25.11. durchgeführt wird, steht noch aus.	
3	**Sanierung der EWS im H-H-Weg**	
3.1	**Vorbereitende Arbeiten** Zur Sanierung der Erdwärmesonden im Heinrich-Heine-Weg ist es aufgrund der beengten Platzverhältnisse (Sackgasse) nötig, das westliche Wiesengrundstück (Flst. 1364) teilweise in Anspruch zu nehmen. Hier soll auf einem ca. 5 m breiten Streifen entlang des H-H-Wegs eine Baustraße hergestellt werden, welche u. a. als Ersatzfahrbahn zum H-H-Weg zur Andienung der Wohnhäuser dienen soll (s. Anlage). Teilweise soll diese Fläche auch zur Baustelleneinrichtung dienen. Zur Herstellung der Baustraße / BE-Fläche sind umfangreichere Erdbaumaßnahmen erforderlich, als es im Bereich Siemensstraße der Fall war. Des-	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	halb soll hierzu ein Erdbauunternehmen separat beauftragt werden. Dieses muss die Umzäunung des Wiesengrundstücks entfernen, zwei in der Baustraße gelegene Bäume fällen, den Oberboden abschieben und seitlich lagern und die Fläche bis auf ca. 0,5 m unter Straßenniveau H-H-Weg abziehen bzw. einebnen. Dabei müssen die bestehenden Schächte und geodätischen Messpunkte beachtet werden. Anschließend ist die Baustraße herzustellen (Einbau von KFT-Material auf Geotextil). Überschüssiges Aushubmaterial ist seitlich zu lagern. Nach Fertigstellung der Sanierung und Rückbau der Baustraße muss das Gelände wieder hergestellt werden. Für die Zwischenlagerung des Oberbodens usw. sollte zusätzlich eine ausreichende Fläche auf dem Grundstück zur Verfügung stehen. Herr Steinacker klärt dies mit den Eigentümern ab. Zur Sanierung der Erdwärmesonden sind die Sondenköpfe im Vorfeld von der Erdbauunternehmung ebenfalls vorzubereiten. Hierzu muss eine Fläche von ca. 3 m² um die Sondenköpfe im Pflasterbelag geöffnet werden, um hier einen Schachtring (∅ 1 m) mit überfahrbarem Deckeö setzen zu können. Anschließend ist der Arbeitsraum um den Schachtring Schachtring wieder anzufüllen und das Pflaster wieder herzustellen. Beim Haus H-H-Weg 1 liegen die Schächte im Rasen des Vorgartens. Für die genannten Erdbaumaßnahmen wird das Büro Vees eine kurze, funktionale Ausschreibung erstellen. <u>Thema:</u> Standort tiefe Erkundungsbohrung Süd Der favorisierte Standort der tiefen Erkundungsbohrung liegt bisher am südlichen Ende des H-H-Wegs (dortiger Wendehammer). Bei der Abstimmung mit den Grundstückseigentümern bzgl. der Baustraßenherstellung stellte sich jedoch heraus, dass der westliche Teil des Wendehammers kein städtisches, sondern privates Eigentum ist. Die Grundstückseigentümer genehmigen zwar die temporäre Nutzung des Geländes als Baustraße / BE-Fläche, eine Bohrung auf ihrem Grundstück lehnen sie jedoch ab. Demnach kann die Erkundungsbohrung nur direkt im H-H-Weg abgeteuft werden, sofern es die Leitungsführung zulässt, und liegt somit ggf. weniger als 5 m von der nächsten EWS entfernt. Es ist zu befürchten, dass die Fa. Burkhardt zwar früher in den H-H-Weg umsetzt als die Fa. Keller, es aber sehr wahrscheinlich dazu kommt, dass beide Firmen zeitweise parallel dort arbeiten müssen. Dies stellt aufgrund der beengten Platzverhältnisse ein großes logistisches und organisatorisches Problem dar. Außerdem besteht durch die Nähe der Bohrung zu den EWS die Gefahr, diese bei der Erkundungsbohrung zu treffen (sofern möglich werden im Vorfeld wieder Vertikalitätsmessungen durchgeführt). Der alternative Standort in der Kniebisstraße (Höhenunterschied zum H-H-Weg: ca. 10 m; Entfernung zu den EWS im H-H-Weg 7 ca. 65 m) ist daher aus logistischen Gründen günstiger zu bewerten. Zum Vergleich: die Entfernung zwischen den EWS und der tiefen Erkundungsbohrung in der Siemensstraße beträgt ca. 55 m bei ca. 3 m Höhenunterschied. Der endgültige Standort im Bereich H-H-Weg ist noch zu klären. Im Anschluss an den Jour-Fixe am nächsten Montag wird der Bereich H-H-Weg von den Besprechungsteilnehmern nochmals besichtigt, um weitere Details zur Baustelleneinrichtung festzulegen.	**LRA / sofort**

Leinfelden-Echterdingen, 19. November 2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

26.11.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße
Protokoll Nr. 6 zum Baustellen-Jour-Fixe am 24.11.2014
(EWS-Sanierung Siemensstraße 11)

Anlage:
- Chronologischer Sanierungsablauf, Stand: 24.11.2014
- BE-Flächenplan Heinrich-Heine-Weg, Stand 26.11.2014
- Skizze Baustelleneinrichtung H-H-Heg (Fa. Keller)

Datum: 24.11.2014
Uhrzeit: 13:30 – 15:30
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Schuhmacher	Fa. Keller Grundbau	*n.schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Adler	Fa. Keller Grundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. Keller Grundbau	*d.heine@kellergrundbau.com*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Trapp	LGRB BW, RPF	*christian.trapp@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:	
1	**Stand der Sanierungsarbeiten**	
1.1	**Sanierung / Bergung EWS 1 – Aktueller Stand** Fa. Keller ist im Gespräch mit der Fa. Rothenberger, die eine entsprechende Spirale zur evtl. Bergung herstellen könnte. Die Baustelle wird zeitnah von der Fa. Rothenberger besichtigt, um die Durchführbarkeit der Bergung vor Ort zu klären. Herr Schuhmacher informiert anschließend über das Ergebnis und das weitere Vorgehen.	**Fa. Keller / sofort**
1.2	**Sanierung EWS 2 – Aktueller Stand** In der letzten Woche (KW 47) konnten insgesamt 17 Einzelschnitte ausgeführt werden (128,0 m bis 104,5 m Tiefe; vgl. Anlage). In den WD-Tests wurde jeweils keine Aufnahme festgestellt, so dass die Schnitte erst vor dem Wochenende versiegelt wurden. Bei der Versiegelungsinjektion wurden nur ca. 10 ℓ Suspension verpresst. Am 24.11.2014 wurden ebenfalls wieder 4 Einzelschnitte ausgeführt (ohne merkliche Aufnahme im WD-Test). Aus dem Schneidwasser der letzten Woche (KW 47) wurde das darin suspendierte Material (vermutlich Zementreste) gesammelt. Dieses soll mineralogisch am LGRB untersucht und mit einer Probe des Sulfadur-Zements abgeglichen werden, um nach Möglichkeit festzustellen, ob es sich dabei um neu eingebrachten oder älteren Zement handelt. Die Kupplungsstelle zwischen dem DN 3 und DN 4 Schlauch musste bereits einmal ausgetauscht werden, da diese am stärksten beansprucht wird. Es soll daher versucht werden, nur noch mit einem entsprechend langen DN 3 – Schlauch zu arbeiten. Fa. Keller hat bereits einen DN 3 – Schlauch mit 150 m Länge bestellt.	
1.3	**Sonstiges** Herr Steinacker hat mit der zuständigen Stelle der Netze BW gesprochen. Demnach soll der geplante Gasschieber erst nach erfolgter Sanierung in der Siemensstraße installiert werden. Die zusätzliche Pegelbohrung der Fa. Burkhardt in der Siemensstraße wird vom 27.11. bis 29.11.2014 durchgeführt (B 1b (km2)). Fa. Keller ist in diesem Zeitraum nicht vor Ort. <u>Pressetermin:</u> Der Pressetermin hat sich auf unbestimmte Zeit verschoben.	
2	**Sanierung der EWS im H-H-Weg**	
2.1	**Vorbereitende Arbeiten** Die nächste Sanierungsbaustelle (Quartier II, Heinrich-Heine-Weg) wurde von den Besprechungsteilnehmern besichtigt. Zusätzlich waren Herr und Frau Renz (Eigentümer Flst. 1364) sowie Herr Kroneisen und Herr Palmer (LRA BB) vor Ort. Herr und Frau Renz stimmten dabei der Nutzung eines Randstreifens (ca. 5 m Breite) auf ihrem Grundstück zu;	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	der Eingriff solle jedoch so gering als möglich bleiben. Alternativ zur Herstellung einer Baustraße ergab sich bei der Begehung des Geländes, dass es auch möglich wäre, einige Container der Fa. Keller auf einem Streifen des angrenzenden Grundstücks (Flst. 1364) aufzustellen, so dass hier keine Baustraße angelegt werden müsste. Die übrigen Container werden auf befestigten, öffentlichen Flächen aufgestellt. Dann muss lediglich der Oberboden auf einer Fläche von ca. 5 m x 30 m um ca. 25 cm abgeschoben und durch Schottermaterial ersetzt werden. Der Oberboden wird längs der Containeraufstellfläche gelagert. Die Zugänglichkeit zu den Wohnhäusern im H-H-Weg (v. a. Feuerwehrzufahrt) wäre dann nach wie vor über die Straße gewährleistet; zur Überfahrung der Versorgungsschläuche von den Containern zur jeweiligen Erdwärmesonde werden Schlauchbrücken ausgelegt. Fa. Keller gibt noch im Detail an, welche Flächen sie zur Containeraufstellung benötigen. Die Erdbaumaßnahmen wären bei dieser Lösung deutlich geringer als beim bisherigen Konzept. Kanaldeckel und geodätische Messpunkte sind jedoch auch bei dieser Lösung freizuhalten.	
Nachtrag:	Die Fa. Keller hat die benötigte Baustelleneinrichtungsfläche nach der Geländebesichtigung aufskizziert (vgl. Anlage). Demnach fällt der Eingriff in das Flst. 1364 relativ gering aus. Diese Variante der Baustelleneinrichtung soll daher weiter verfolgt werden. Die Vorbereitung (Freilegung) der acht Erdwärmesonden wird parallel dazu von einer Erdbauunternehmung durchgeführt. Dabei ist folgender Ablauf vorgesehen: Nach Aufgraben der Sonden bis ca. 30 cm unterhalb des Niveaus der Horizontalanbindung kappt die Fa. Keller diese Anbindungsleitungen und führt Befahrbarkeitstests in den Sondenrohren durch. Dabei wird auch festgelegt, welches Sondenrohrpaar zur Sanierung dienen soll. Danach wird ein Schachtring um jede EWS gesetzt, seitlich angefüllt und mit einer befahrbaren Stahlplatte abgedeckt. Anschließend wird im jeweiligen Kontrollschlauch jeder EWS ein Glasfaserkabel von der Fa. GTC eingebaut. Diese werden an der Geländeoberfläche an einen zentralen Punkt geführt und an das Messgerät angeschlossen. Im Bereich der Garageneinfahrten und Zugänge werden die Kabel mit entsprechenden Überfahrbrücken geschützt. Zur Sanierung der jeweiligen EWS werden die Sondenschläuche von der Fa. Keller bis über die Geländeoberfläche verlängert. Hierzu muss das Glasfaserkabel kurzzeitig ausgebaut werden; beim Wiedereinbau ist auf die exakte Tiefenlage zu achten. Nach erfolgreicher Sanierung werden die Sondenschläuche und auch das Glasfaserkabel wieder tiefer gesetzt (unter OK Schachtdeckel). Somit ist vor und nach der Sanierung der einzelnen EWS eine möglichst große Zugänglichkeit der Wohnhäuser gewährleistet. <u>Thema:</u> Standort tiefe Erkundungsbohrung Süd Nach Abstimmung mit dem LGRB (Hr. Dr. Ruch) kann die tiefe Erkundungsbohrung B2a (ku) in der Kniebisstraße hergestellt werden. Herr Dr. Ruch hat dazu ein mögliches „Bohrfenster“ angegeben. Der genaue Bohrpunkt ist in Abstimmung mit der Fa. Burkhardt noch festzulegen (Aufstellung Bohrgerät möglichst unter Freihaltung aller Zufahrten und Berücksichtigung der Grundleitungen noch zu klären). Nach Auskunft des LRA kann das Grundstück Kniebisstraße 8 (Flst. 1370/1) teilweise als BE-Fläche mitgenutzt werden, da der Eigentümer einen Abriss des derzeit unbewohnten Gebäudes plant. Ggf. sind hierzu noch weitere Erdbaumaßnahmen erforderlich.	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
Nachtrag:	Bei einem Ortstermin am 26.11.2014 hat Herr Branscheid mit Herrn Burkhardt und dem Bohrmeister Herrn Frenzel den Standort Kniebisstraße besichtigt. Sofern die Zufahrten zu den Wohnhäusern freigehalten werden sollen, ist es erforderlich, auf dem Grundstück des Wohnhauses 8 eine entsprechende Baustelleneinrichtungsfläche herzustellen. Hierzu müssen die Hecke zur Kniebisstraße sowie fünf im Grundstück stehende kleinere Bäume gerodet werden. Anschließend ist nach Abschieben des Oberbodens hier eine geschotterte Abstellfläche herzustellen. Aufgrund des nach Südwesten abfallenden Geländes ergibt sich hier eine relativ dicke Schotterauffüllung. Für den Bohrstandort in der Kniebisstraße ist die Kampfmittelthematik noch zu klären; Herr Branscheid fragt das Büro Hinkelbein an. Zusätzlich sind von der Firma Burkhardt noch Leitungserhebungen durchzuführen. Für die genannten Erdbaumaßnahmen wird das Büro Vees eine kurze, funktionale Ausschreibung erstellen. Im beiliegenden Lageplan sind die benötigten BE-Flächen im H-H-Weg und der Kniebisstraße eingetragen.	**VEES/sofort** **Fa. Burkhardt/ sofort** **VEES/sofort**

Leinfelden-Echterdingen, 26. November 2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

02.12.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße
Protokoll Nr. 7 zum Baustellen-Jour-Fixe am 01.12.2014
(EWS-Sanierung Siemensstraße 11)

Anlage: Chronologischer Sanierungsablauf, Stand: 28.11.2014

Datum: 01.12.2014
Uhrzeit: 13:30 – 14:45
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Schuhmacher	Fa. Keller Grundbau	*n.schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Adler	Fa. Keller Grundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. Keller Grundbau	*d.heine@kellergrundbau.com*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Trapp	LGRB BW, RPF	*christian.trapp@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:	
1	**Stand der Sanierungsarbeiten**	
1.1	**Sanierung / Bergung EWS 1 – Aktueller Stand** Die Fa. Keller ist weiterhin im Gespräch mit der Fa. Rothenberger; prinzipiell wäre eine Spiral-Bergeapparatur lieferbar. Technische Details sind aber noch zu klären (z. B. Zugfestigkeit der einzelnen Teile). Die Fa. Keller wird zwischenzeitlich selbst eine Verlängerung (Glasfaserstab / Stahldraht) für die ca. 25 cm lange Fangspirale der Fa. Rothenberger herstellen und die Zugfestigkeit testen (Die Fangspirale wird hierzu bestellt). Anschließend soll mit dieser Apparatur ein Bergeversuch durchgeführt werden.	**Fa. Keller / sofort**
1.2	**Sanierung EWS 2 – Aktueller Stand** In der letzten Woche (KW 48) konnten insgesamt 14 Einzelschnitte ausgeführt werden (103,0 m bis 85 m Tiefe; vgl. Anlage). In den WD-Tests wurde jeweils keine Aufnahme festgestellt, so dass die Schnitte erst vor dem Wochenende versiegelt wurden. Bei der Versiegelungsinjektion wurden ca. 20 ℓ Suspension verpresst. Am 01.12.2014 wurden bisher 3 Schnitte ausgeführt (ohne merkliche Aufnahme im WD-Test). Aus dem Schneidwasser der letzten Woche (KW 48) wurde wieder das darin suspendierte Material (vermutlich Zementreste) gesammelt, es wird zeitnah zur Untersuchung ans LGRB übergeben. Ein DN3 – Schlauch mit 150 m Länge ist noch nicht geliefert worden.	
1.3	**Sonstiges** Die zusätzliche Bohrung und GWM B 1b (km2) in der Siemensstraße ist fertiggestellt. Der Datenlogger ist bereits eingebaut.	
2	**Sanierung der EWS im H-H-Weg**	
2.1	**Vorbereitende Arbeiten** Die vorbereitenden Arbeiten im H-H-Weg (Herstellen Containerstellfläche und Vorbereiten Sondenköpfe) sollen wie im letzten JF besprochen ausgeführt werden (vgl. Protokoll Nr. 6). Auch in der Kniebisstraße sollen die Erdbaumaßnahmen zur Vorbereitung für die tiefe Erkundungsbohrung wie geplant durchgeführt werden. Die Luftbildauswertung des Büros Hinkelbein für die Kniebisstraße liegt vor; demnach sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Für die genannten Erdbaumaßnahmen hat das Büro Vees eine funktionale Ausschreibung erstellt; diese muss noch mit dem Landratsamt abgestimmt werden. Anschließend sollen drei Erdbaufirmen angefragt werden. Die Arbeiten müssen bis Mitte Januar 2015 abgeschlossen sein.	

Leinfelden-Echterdingen, 2. Dezember 2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

12.12.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße
Protokoll Nr. 8 zum Baustellen-Jour-Fixe am 08.12.2014
(EWS-Sanierung Siemensstraße 11)

Anlage: - Chronologischer Sanierungsablauf, Stand: 05.12.2014
- Foto der „Bergespirale“

Datum: 08.12.2014
Uhrzeit: 16:00 – 16:45
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Schuhmacher	Fa. Keller Grundbau	*n.schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Adler	Fa. Keller Grundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. Keller Grundbau	*d.heine@kellergrundbau.com*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Trapp	LGRB BW, RPF	*christian.trapp@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*
	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:	
1	**Stand der Sanierungsarbeiten**	
1.1	**Sanierung / Bergung EWS 1 – Aktueller Stand** Die Fa. Keller hat bei der Fa. Rothenberger eine Bergeapparatur bestellt, welche aus einer Fangspirale (ca. 25 cm) und mehreren Stahlstäben als Verlängerung besteht, welche miteinander verschraubt werden. Die Spirale (vgl. Foto anbei) hat ∅ 16 mm, der Stab ∅ 8 mm. An Gelände ist eine Querstange zum Drehen der Apparatur angebracht. Der Bergeversuch soll Anfang nächster Woche durchgeführt werden. **Nachtrag:** Die Apparatur wird am Montag, 15.12.14 angeliefert; der Bergeversuch soll dann direkt angegangen werden. Falls der Bergeversuch misslingt, wird zunächst im Rohr 3 versucht ein weiteres Glasfaserkabel bis auf Endtiefe einzubauen. Gelingt dieses, so wird das vorhandene Kabel aus Rohr 1 ausgebaut und in den Rohren 1 und 2 weiter saniert (je nach Befahrbarkeit). Im Rohr 4 verbleibt der abgerissene Schlauchrest; in Rohr 3 befindet sich das neue Glasfaserkabel. Der nächste Schnitt wird dabei im Rohr 1 oder 2 auf 121 m Tiefe ausgeführt. Die Versiegelung der noch offenen Schnitte im Rohr 4 erfolgt erst, nachdem die EWS 1 fertig saniert wurde. Dabei werden das Glasfaserkabel und der abgerissene Hochdruckschlauch dauerhaft einzementiert. **Nachtrag:** Ein weiteres Glasfaserkabel ist bei der Fa. GTC derzeit nicht verfügbar; es soll daher versucht werden, dass Kabel aus Rohr 1 in Rohr 3 umzuhängen. Sofern sich dieses leicht aus Rohr 1 ziehen lässt, sollte es für den Fall, dass es nicht in Rohr 3 einzubauen ist, auch wieder leicht in Rohr 1 eingeschoben werden können.	**Fa. Keller / Anfang KW 51**
1.2	**Sanierung EWS 2 – Aktueller Stand** In der letzten Woche (KW 49) konnten insgesamt 13 Einzelschnitte ausgeführt werden (83,5 m bis 65 m Tiefe; vgl. Anlage). Bei zwei Schnitten (76 m und 70 m) zeigte sich dabei eine deutliche Aufnahme im WD-Test, so dass hier verpresst wurde. Insgesamt sind 350 ℓ + 1152 ℓ = 1502 ℓ eingebracht worden. Beim ersten Verpressen in 76 m trat Suspension aus dem alten Verpressschlauch der Erdwärmesonden an der Geländeoberfläche aus (ca. 30 ℓ). Nach dem letzten Verpressvorgang war die Umlaufspülung nicht mehr gewährleistet (Rohr 3 bis 125 m frei; Rohr 4 nur bis 75 m frei), so dass jetzt im weiteren Verlauf von oben her verpresst und das Rohr 4 anschließend so weit als möglich freigespült wird. Aus dem Schneidwasser vom 04.12.14 wurde wieder das darin suspendierte Material gesammelt und wird zeitnah zur Untersuchung ans LGRB übergeben. Aus den übrigen Schnitten ließ sich nichts abfangen. **Nachtrag:** Aus den bisherigen Untersuchungsergebnissen des LGRB an suspendiertem Material der vergangenen Wochen geht hervor, dass es sich dabei auf keinen Fall um neu eingebrachten Zement gehandelt hat. Der meiste Anteil ist auf Reste von Umgebungsgestein zurückzuführen; nur kleinere Mengen zementtypischer Bestandteile der alte Bohrlochverfüllung waren enthalten.	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Der DN3 – Schlauch mit 150 m Länge ist geliefert; entsprechende Tests müssen hiermit jedoch noch durchgeführt werden. Für die weiteren Sanierungsarbeiten schlagen wir vor, mindestens bis 10 m oberhalb des Gipsspiegels (≙ 40 m) in 1,5 m Schritten weiterzuarbeiten; darüber soll aufgrund der vermuteten Wasserlängsläufigkeiten bis 5 m unter GOK in 5 m Abständen weitersaniert werden. Wir bitten um Stellungnahme des LGRB BW.	**LGRB / sofort**
Nachtrag:	Nach Rücksprache mit dem LGRB BW soll nur bis auf das Niveau des Gipsspiegels (50,5 m unter GOK) saniert werden um die Gefahr von erhöhten Zementeinträgen in den karstigen Gipskeuper zu verringern.	
1.3	**Pressetermin** Am 17.12.2014 findet ein Pressetermin mit dem Landrat und dem Oberbürgermeister der Stadt Böblingen sowie Vertretern der IGE BB statt. Die Projektbeteiligten werden mit vor Ort sein.	
2	**Sanierung der EWS im H-H-Weg**	
2.1	**Vorbereitende Arbeiten** Für die vorbereitenden Erdarbeiten im Quartier II (vgl. vorherige Protokolle) ist eine funktionale Ausschreibung auf dem Markt (Submission 12.12.2014). Die Fa. List aus Reutlingen (Jahresunternehmer der Stadt BB) hat bereits aus terminlichen Gründen abgesagt. Herr Branscheid wird bei den übrigen angefragten Firmen zeitnah abfragen, ob sie die Arbeiten durchführen könnten. Details zu den Erdarbeiten werden anschließend mit dem Erdbauer besprochen.	**VEES / sofort**
Nachtrag:	Bis 12.12.14 haben nur 2 der 5 angefragten Firmen ein Angebot abgegeben. Eine der beiden Firmen soll beauftragt werden. Das Landratsamt ist mit den Eigentümern des Wiesengrundstücks im H-H-Weg und des Grundstücks Kniebisstraße 8 weiterhin zwecks vertraglicher Nutzungsvereinbarung im Gespräch. Die Eigentümer der Wohnhäuser im H-H-Weg sind ebenfalls informiert.	
Nachtrag:	Die Eigentümer des Grundstücks Kniebisstraße 8 haben die Einwilligung zur Nutzung ihres Grundstücks zurückgezogen. Alternativ muss die gesamte Baustelleneinrichtung für die Tiefbohrung folglich auf der Straße erfolgen. Details werden noch abgestimmt.	
3	**Sonstiges**	
3.1	**Winterpause** Weihnachtsferien/Winterpause Fa. Keller: 20.12.14 – 06.01.2014 Weihnachtsferien/Winterpause Fa. Burkhardt: 20.12.2014 – 11.01.2014 Währenddessen sind die jeweiligen Baustellen gegen Witterungseinflüsse zu schützen.	

Leinfelden-Echterdingen, 12. Dezember 2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

ROTHENBERGER
pipetool technologies at work

Deutsch

Produkte Service Unternehmen

Nach Anwendungsbereich
Trennen
RODIA® Diamant-Kernbohren & Schneiden
Biegen
Verbinden
Prüfen & Leckageortung
Einfrieren
Inspektion & Ortung
Spülen & Rohrreinigung
Spülen
Spülkompressor
Chemische Reinigungsmittel
Entkalken
Entkalkungspumpen
Chemische Entkalkungsmittel
Rohrreinigung manuell
Hand-Rohrreinigungsgeräte
Rohrreinigung elektrisch
Hand-Rohrreinigungsgerät
Koffer-Rohrreinigungsmaschinen
Trommel-Rohrreinigungsmaschine
Rohr- & Kanalreinigungsmaschinen
Zubehör Rohrreinigung elektrisch
Rohrreinigungswerkzeuge
Rohrreinigungsköpfe & Bohrer
Blattbohrer-Fettausreiber
Doppel-Gabelschneidkopf
Gelenk-Keulenbohrer
Gerader Bohrer
Gezackter Gabelschneidkopf
Hartmetall-Bohrköpfe
Kettenschleuderköpfe
Kettenschleuderköpfe mit Spikes
Keulenbohrer, kurz
Keulenbohrer, lang
Kreuzblatt-Bohrer, gezahnt

Gerader Bohrer

Produkt-Profil | Varianten & Zubehör

Ihr ROTHENBERGER Händler in der Nähe:
PLZ, Name, Stadt

Können wir Ihnen weiterhelfen?
FAQs Fragen & Antworten
Kundenhotline
06195 / 800-8100
Technischer Kundendienst
06195 / 800-8200

Ø 16 mm

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

17.12.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße
Protokoll Nr. 9 zum Baustellen-Jour-Fixe am 15.12.2014
(EWS-Sanierung Siemensstraße 11)

Anlage: - Chronologischer Sanierungsablauf, Stand: 15.12.2014

Datum: 15.12.2014
Uhrzeit: 13:30 – 14:15
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Schuhmacher	Fa. Keller Grundbau	*n.schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Adler	Fa. Keller Grundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. Keller Grundbau	*d.heine@kellergrundbau.com*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Trapp	LGRB BW, RPF	*christian.trapp@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:	
1	**Stand der Sanierungsarbeiten**	
1.1	**Sanierung / Bergung EWS 1 – Aktueller Stand** Die Bergeapparatur wurde am 15.12.2014 angeliefert. Die ersten Bergeversuche des abgerissenen Hochdruckschlauchs im Rohr 4 der EWS 1 sollen direkt durchgeführt werden.	
Nachtrag:	Insgesamt wurden 5 Bergeversuche ohne Erfolg durchgeführt; dabei hatte es jeweils den Anschein, als ob das abgerissene Schlauchende zwar gefasst werden konnte, es beim Ziehen aber relativ schnell wieder aus der Bergespirale gerutscht ist. Parallel zur Bergung konnte das Glasfaserkabel vom Rohr 1 in das Rohr 3 umgehängt werden; hier ließ es sich jedoch nur bis in ca. 120 m Tiefe einbauen. Vom Büro GTC wurde die entsprechende Anpassung der Tiefe im Temperatur-Monitoring bereits vorgenommen. Die weiteren Sanierungsarbeiten werden im Rohr 1 der EWS 1 durchgeführt, da sich dies bei den Befahrbarkeitstests als besser geeignet erwies als Rohr 2. Der erste (nächste) Schnitt in der EWS 1 wurde am 16.12.2014 auf 121,5 m Tiefe ausgeführt.	
1.2	**Sanierung EWS 2 – Aktueller Stand** In der letzten Woche (KW 50) konnten insgesamt 8 Einzelschnitte ausgeführt werden (64 m bis 53 m Tiefe; vgl. Anlage). Bei drei Schnitten (62,5 m, 61 m und 58 m) zeigte sich dabei eine merkliche Aufnahme im WD-Test, so dass hier verpresst wurde. Insgesamt sind 61 ℓ + 168 ℓ + 1091 ℓ = 1320 ℓ eingebracht worden. Besonderheiten traten nicht auf. Aus dem Schneidwasser vom 10.12.14 wurde wieder das darin suspendierte Material gesammelt und wird zeitnah zur Untersuchung ans LGRB übergeben. Aus den übrigen Schnitten ließ sich nichts abfangen.	
Nachtrag:	Die Schneidversuche mit dem 150 m langen DN3 – Schlauch wurden ebenfalls am 15.12.2014 erfolgreich abgeschlossen. Zukünftig wird daher nur noch mit diesem Schlauch gearbeitet. Am 15.12.2014 wurde noch die beiden letzten Schnitte in der EWS 2 ausgeführt (bis 50,5 m Tiefe; vgl. Anlage). Dabei zeigte sich beim letzten Schnitt wieder eine leichte Aufnahme im WD Test; bei der anschließenden Injektion wurden 89 ℓ verpresst. Die Sanierung der EWS 2 ist somit abgeschlossen; insgesamt wurden 54 Einzelschnitte ausgeführt und 2941 ℓ Zementsuspension verpresst (inkl. Versiegelungsinjektion; vgl. Anlage). Das theoretische Bohrlochvolumen der sanierten Strecke (80 m) liegt bei ca. 1200 ℓ; folglich kam es zu einer deutlichen Zementaufnahme des umliegenden Gebirges.	
1.3	**Pressetermin** Am 17.12.2014 findet ein Pressetermin mit dem Landrat und dem Oberbürgermeister der Stadt Böblingen, Vertretern der IGE BB und den Projektbeteiligten statt. Herr Steinacker hat den zeitlichen Ablauf bekannt gegeben. Entsprechende Vorkehrungen (Sicherung der Baustelle, etc.) werden getroffen.	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
2	**Sanierung der EWS im H-H-Weg**	
2.1	**Vorbereitende Arbeiten** Die Erdbauarbeiten für das Quartier 2 (H-H-Weg) sollen an die Fa. Brodbeck vergeben werden (günstigster Bieter). Bis zur endgültigen Einigung mit Herrn Renz zur Nutzung des Wiesengrundstücks am H-H-Weg für die Aufstellung der BE soll zunächst nur die Vorbereitung der Sondenköpfe beauftragt werden, damit dies bis Mitte/Ende Januar abgeschlossen ist. In der Kniebisstraße werden keine Erdbaumaßnahmen durchgeführt; hier erfolgt die gesamte BE auf der Straße. **Nachtrag:** Herr Heine hat die alternative Lösung für den Fall besichtigt und beurteilt, dass die gesamte Baustelleneinrichtung entlang der Schwabstraße aufgebaut werden muss. Dies stellt sich jedoch aufgrund der Entfernung zu den Sonden, der abfallenden Straße und der nahenden Frostperiode als deutlich schwieriger dar, als die ursprünglich vorgesehene Lösung mit Nutzung des Wiesengrundstücks (vgl. E-Mail der Fa. Keller, Herr Adler vom 16.12.2014).	
3	**Sonstiges**	
3.1	**Winterpause** Weihnachtsferien/Winterpause Fa. Keller: 20.12.14 – 06.01.2014 Weihnachtsferien/Winterpause Fa. Burkhardt: 20.12.2014 – 11.01.2014 Währenddessen sind die jeweiligen Baustellen gegen Witterungseinflüsse zu schützen und gegen unbefugtes Betreten zu sichern.	

Leinfelden-Echterdingen, 17. Dezember 2014

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

13.01.2015
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße und Heinrich-Heine-Weg
Protokoll Nr. 10 zum Baustellen-Jour-Fixe am 12.01.2015
(EWS-Sanierung Siemensstraße 11, Vorbereitungen Heinrich-Heine-Weg)

Anlage: Chronologischer Sanierungsablauf, Stand: 09.01.2015

Datum: 12.01.2015
Uhrzeit: 12:30 – 13:15
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Schuhmacher	Fa. Keller Grundbau	*n.schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Adler	Fa. Keller Grundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. Keller Grundbau	*d.heine@kellergrundbau.com*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Trapp	LGRB BW, RPF	*christian.trapp@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*
	Frau Dr. Batereau	RP Stuttgart	*katrin.batereau@rps.bwl.de*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:	
1	**Stand der Sanierungsarbeiten**	
1.1	**Sanierung EWS 1 – Aktueller Stand** Seit der Wiederaufnahme der Sanierung in EWS 1 konnten ab dem 16.12.2014 insgesamt 21 Einzelschnitte im Rohr 1 ausgeführt werden (121,5 m bis 91,5 m Tiefe; vgl. Anlage). In den WD-Tests wurde jeweils keine Aufnahme festgestellt, so dass die Schnitte erst vor der Winterpause bzw. vor dem Wochenende versiegelt wurden. Bei den Versiegelungsinjektionen wurden insgesamt ca. 30 ℓ Suspension verpresst. Am 12.01.2015 wurden bisher 2 Schnitte ausgeführt (ohne merkliche Aufnahme im WD-Test).	
1.2	**Sanierung EWS 2 – Aktueller Stand** Die Sanierung in EWS 2 wurde am 15.12.2014 abgeschlossen. Am 09.01.2015 führte Herr Voutta noch einen abschließenden Kurz-Thermal Response Test durch; die Ergebnisse stehen noch aus. Ggf. muss nach Auswertung dieses Tests punktuell noch nachgearbeitet werden. Auf γ-γ-logs in den sanierten EWS 1 und 2 muss verzichtet werden, weil die Sondenschläuche für die Messsonde nicht durchgängig sind.	
1.3	**Wiederherstellung der Fläche nach Sanierung** Sofern keine Zwischenfälle eintreten, ist geplant, die Sanierung der EWS 1 in 2 – 3 Wochen fertigzustellen. Nach fertiger Sanierung (inkl. eventueller Zwischenschnitte auf bestimmten Niveaus nach Auswertung der K-TRT's) soll der Ausgangszustand an der Geländeoberfläche wiederhergestellt werden. Dazu muss die Fa. Keller die Sonden wieder bis unter GOK kürzen und die ursprünglichen Kunststoffschachtabdeckungen wieder aufsetzen. Beide Sonden sollen für Kontrollmessungen bis auf Weiteres zugänglich bleiben. Die Glasfaserkabel verbleiben zunächst in den Sonden, um weitere Temperaturprofile aufnehmen zu können (Einzelmessungen). In Abstimmung zwischen dem Hauseigentümer und dem Landratsamt soll dann ein Gartenbauer den Vorgarten wieder herrichten. Anfang Februar wird danach direkt in den H-H-Weg umgesetzt.	
2	**Sanierung der EWS im H-H-Weg**	
2.1	**Vorbereitende Arbeiten** Im Vorfeld des JF-Termins fand im H-H-Weg ein Ortstermin mit der Fa. Brodbeck statt, um die vorbereitenden Erdbaumaßnahmen zu besprechen. Diese sollen ab dem 19.01.2015 durchgeführt werden; Dauer max. 2 Wochen. Zunächst wird die Stellfläche auf dem Wiesengrundstück am H-H-Weg hergestellt; die Zustimmung des Eigentümers ist dem LRA hierfür inzwischen erteilt worden. Anschließend werden die Schachtbauwerke um die einzelnen Sonden hergestellt (∅ 1 m; 1 m Schachtring + 60 cm Konus 100/60 cm + befahrbare Abdeckung), Hier ist besonders auf die neu verlegten Gaszuleitungen zu achten.	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Die Versorgung mit Strom, Wasser sowie die verkehrsrechtlichen Belange sind geklärt bzw. in Abstimmung (Fa. Keller). Ein Stromkasten steht in der Schwabstraße oberhalb von Wohnhaus H-H-Weg 1 zur Verfügung; ein Hydrant in der Straße vor H-H-Weg 3. Baustrom muss bis Ende Januar für die geophysikalischen Messungen vorhanden sein.	
2.2	**Geophysikalische Messungen** Vor Beginn der Sanierungsarbeiten werden folgende geophysikalische Messungen durchgeführt: • Vertikalitätsmessung, Ruhetemperaturprofil und Messung der natürlichen Gammastrahlung in allen 8 EWS • Vermessung der Durchgängigkeit / des Sondenquerschnitts bzw. der Befahrbarkeit der Sondenschläuche (8 x 4 Schläuche) • Einbau eines aufheizbaren Glasfaserkabels in allen 8 EWS, Messung eines Ruhetemperaturprofils und ggf. Kurz-EGRT's Nach erfolgreicher Sanierung sind neben dem dauerhaften Temperaturmonitoring (Glasfaserkabel) in den einzelnen Sonden noch folgende Kontrollmessungen geplant: • Temperaturprofilmessung, Kurz-TRT und Gamma-Gamma-log in allen 8 EWS	**Terratec / KW 5 ff.** **Fa. Keller + Voutta/KW 4-5** **GTC/KW 5 ff.** **Voutta/März ff.**

Leinfelden-Echterdingen, 13. Januar 2015

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

22.01.2015
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße und Heinrich-Heine-Weg
Protokoll Nr. 11 zum Baustellen-Jour-Fixe am 19.01.2015
(EWS-Sanierung Siemensstraße 11, Vorbereitungen Heinrich-Heine-Weg)

Anlage: Chronologischer Sanierungsablauf, Stand: 16.01.2015

Datum: 19.01.2015
Uhrzeit: 13:30 – 14:15
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Schuhmacher	Fa. Keller Grundbau	*n.schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. Keller Grundbau	*d.heine@kellergrundbau.com*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Trapp	LGRB BW, RPF	*christian.trapp@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*
	Frau Dr. Batereau	RP Stuttgart	*katrin.batereau@rps.bwl.de*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*
	Herr Adler	Fa. Keller Grundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:	
1	**Stand der Sanierungsarbeiten**	
1.1	**Sanierung EWS 1 – Aktueller Stand** In der letzten Woche (12.01. – 15.01.2015) wurden in EWS 1 insgesamt 12 Einzelschnitte im Rohr 1 ausgeführt (90,0 m bis 73,5 m Tiefe; vgl. Anlage). Beim Schnitt in 76,5 m Tiefe zeigte sich dabei eine merkliche Aufnahme im WD-Test, so dass hier ca. 210 ℓ verpresst wurden. Vor dem Wochenende wurden die noch offenen Schnitte verschlossen (Versiegelungsinjektion mit ca. 20 ℓ). Am 19.01.2015 wurden bisher zwei Schnitte ausgeführt (ohne merkliche Aufnahme im WD-Test). Bei den bisherigen Arbeiten war der Schneidschlauch manchmal leicht verklemmt oder die Umlaufspülung nur noch schwerer möglich. Nach Angeben von Herrn Heine war dies jedoch meist unproblematisch. Die Sanierung wird Anfang nächster Woche voraussichtlich das oberste Schneidniveau (ca. 50 m u. Gel.) erreichen und beendet werden. Nach Abklingen der Hydratationswärme des Zements wird in der EWS 1 ebenfalls noch ein K-TRT zur abschließenden Erfolgskontrolle durchgeführt. Bis die Ergebnisse des K-TRT's vorliegen, werden von der Fa. Keller Nacharbeiten (sofern nötig) und abschließende Arbeiten an EWS 2, Schneidversuche an Sondenmaterial aus Quartier 2 und Befahrbarkeitstests der Sonden im Heinrich-Heine-Weg ausgeführt.	**Voutta / KW 6**
1.2	**Sanierung EWS 2 – Aktueller Stand** Die Sanierung in EWS 2 wurde am 15.12.2014 abgeschlossen. Der K-TRT konnte am 09.01.2015 aus Platzgründen nicht ausgeführt werden; er soll nun am 23.01.2015 durchgeführt werden, so dass die Ergebnisse bis zum nächsten Jour-Fixe vorliegen. Dann soll entschieden werden, ob in der EWS 2 noch nachgearbeitet werden muss.	**Voutta / 24.01.**
1.3	**Wiederherstellung der Fläche nach Sanierung** Erst nachdem beide Sonden als vollständig saniert ausgewiesen wurden (nach Beurteilung des Temperatur-Monitorings und der K-TRT's in Abstimmung mit dem LGRB BW), wird die Baustelleneinrichtung der Fa. Keller ins Quartier 2 umgesetzt (Anfang Februar). Der Bereich der beiden Sonden in der Siemensstraße soll dann wieder in den ursprünglichen Zustand versetzt werden (vgl. letztes Protokoll). Hierzu wurde vom LRA ein Gartenbauer (Herr Gentner, Garten und Grün GmbH Sindelfingen) eingeschaltet, der auch im Quartier 2 tätig ist. Herr Gentner wird sich mit Herrn Mann (Siemensstraße 11) in Verbindung setzen.	
2	**Sanierung der EWS im H-H-Weg**	
2.1	**Vorbereitende Arbeiten** Im Vorfeld des JF-Termins wurden zu Beginn der Erdarbeiten im Quartier 2 noch letzte Details mit der Fa. Brodbeck und Herrn Gentner besprochen. Der Bewuchs, der im Bereich der Erdwärmesonden vorhanden ist, wird im Vorfeld sorgfältig ausgegraben und über die Dauer der Maßnahme auf dem Wiesengrundstück Renz eingeschlagen. Er soll anschließend wieder eingepflanzt werden.	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Die Stellfläche und die Schächte sollen bis Mitte / Ende KW 5 fertiggestellt sein. Aktuell wird überlegt, anstelle runder Schachtdeckel aus optischen Gründen eckige Deckel zu verwenden (bessere Anpassung an den Pflasterbelag). Herr Heine prüft, inwieweit diese für die Sanierung geeignet sind.	**Fa. Keller / sofort**
2.2	**Geophysikalische Messungen** Die geophysikalischen Messungen und die Befahrbarkeitstests (vgl. letztes Protokoll) verschieben sich um eine Woche auf KW 6.	
2.3	**EWS-Bezeichnung** Die Erdwärmesonden im Quartier 2 (Heinrich-Heine-Weg) werden jeweils mit Haus- und Sondennummer bezeichnet (nicht fortlaufend). In Blickrichtung zum Wohnhaus wird die linke Sonde als EWS 1 und die rechte Sonde als EWS 2 bezeichnet. Beispiel: H-H-Weg 3 / EWS 1. Dies entspricht der Bezeichnung der Sonden im Bericht des Büros Voutta vom 07.07.2014.	

Leinfelden-Echterdingen, 22. Januar 2015

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

27.01.2015
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße und Heinrich-Heine-Weg
Protokoll Nr. 12 zum Baustellen-Jour-Fixe am 26.01.2015
(EWS-Sanierung Siemensstraße 11, Vorbereitungen Heinrich-Heine-Weg)

Anlagen: - Chronologischer Sanierungsablauf, Stand: 23.01.2015
- Ergebnis des abschließenden K-TRT in EWS 2

Datum: 26.01.2015
Uhrzeit: 12:45 – 13:45
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*
	Frau Dr. Batereau	RP Stuttgart	*katrin.batereau@rps.bwl.de*
	Herr Adler	Fa. Keller Grundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Schuhmacher	Fa. Keller Grundbau	*n.schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. Keller Grundbau	*d.heine@kellergrundbau.com*
	Herr Voutta	Büro Voutta	*avoutta@avoutta.de*
	Frau Dr. Völker	Büro Voutta	*hvoelker@hvoelker.de*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Dr. Trapp	LGRB BW, RPF	*christian.trapp@rpf.bwl.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:	
1	**Stand der Sanierungsarbeiten**	
1.1	**Sanierung EWS 1 – Aktueller Stand** In der letzten Woche (19.01. – 23.01.2015) wurden in EWS 1 insgesamt 10 Einzelschnitte im Rohr 1 ausgeführt (72,0 m bis 58,5 m Tiefe; vgl. Anlage). Beim letzten Schnitt in 58,5 m Tiefe zeigte sich dabei eine merkliche Aufnahme im WD-Test, so dass hier ca. 110 ℓ verpresst wurden; gleichzeitig wurden die darunter noch offenen Schnitte versiegelt. In den Rohren 3 und 4 der EWS 1 wurde dabei Suspension festgestellt. Am 26.01.2015 wurden bisher zwei Schnitte ausgeführt (ohne merkliche Aufnahme im WD-Test). Am 21.01. verklemmte sich der Schneidschlauch beim Schnitt in 60 m Tiefe und konnte zunächst nicht geborgen werden; erst am nächsten Arbeitstag konnte der Schlauch nach Abklingen des Umgebungsdrucks gezogen werden.	
Nachtrag:	Am 27.01.2015 wurde beim Schnitt in 52,5 m Tiefe wieder eine erhöhte Aufnahme festgestellt; insgesamt wurden dabei ca. 330 ℓ verpresst. Insgesamt wurden damit bisher ca. 1670 ℓ in EWS 1 injiziert. Beim Spülen der Rohre 1+2 und 3+4 nach dem Verpressvorgang wurde wieder festgestellt, dass Suspension in die Rohre 3+4 gelangt ist. Die Umläufigkeit in den Rohren 3+4 ging dabei verloren; in Rohr 1+2 ist diese jedoch nach wie vor vorhanden. Es muss folglich eine Verbindung zwischen den beiden Schläuchen bestanden haben (aktueller Schnitt hat vermutlich auch Rohr 3 oder 4 beschädigt). Bei diesem Zwischenfall wurde auch das in Rohr 3 befindliche Glasfaserkabel mit einzementiert und kann nicht mehr geborgen werden. Die Sanierung wird am 28.01.2015 das oberste Schneidniveau (ca. 50 m u. Gel.) erreichen und beendet werden. Nach Abklingen der Hydratationswärme des Zements wird in der EWS 1 ebenfalls noch ein K-TRT zur abschließenden Erfolgskontrolle durchgeführt. Dieser ist momentan für den 30.01.2015 geplant, so dass die Ergebnisse bis zum 02.02.2015 vorliegen und Nacharbeiten ggf. noch an diesem Tag ausgeführt werden können. Sofern keine Nacharbeiten mehr nötig sind, erfolgt der Umzug der Baustelleneinrichtung ins Quartier 2 (H-H-Weg) am 03.02.2015 ff.	**Voutta / 30.01.2015**
1.2	**Sanierung EWS 2 – Aktueller Stand** Die Sanierung in EWS 2 wurde am 15.12.2014 abgeschlossen. Der abschließende K-TRT wurde am 23.01.2015 durchgeführt (vgl. Anlage). Dieser zeigt insgesamt eine sehr homogene Aufheizung und Abkühlung des Gebirges und eine deutlichere Ausbildung des geothermischen Gradienten. Die vor der Sanierung vorhandenen Inhomogenitäten beim Aufheizen und Abkühlen sind nicht mehr erkennbar, so dass hier von einer erfolgreichen Sanierung gesprochen werden kann und keine Nacharbeiten an EWS 2 mehr erforderlich sind.	
1.3	**Wiederherstellung der Fläche nach Sanierung** Am 29.01.2015 findet ein Ortstermin mit dem beauftragten Gartenbauer (Herr Gentner), Herrn Heine, Herrn Branscheid und dem Eigentümer des Wohnhauses Siemensstraße 11 statt (Herr Mann). Hierbei soll be-	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	sprochen werden, wie die Flächen nach der Sanierung im Detail wiederherzustellen sind. Die Fa. Keller wird auf jeden Fall die Sonden bis unter Gelände kürzen und wieder mit dem Kunststoffschacht abdecken; das Glasfaserkabel soll für weitere Messungen in den Sonden verbleiben.	
2	**Sanierung der EWS im H-H-Weg**	
2.1	**Vorbereitende Arbeiten** Im Vorfeld des JF-Termins wurden die laufenden Erdarbeiten im Quartier 2 begutachtet. Die Containerstellfläche ist weitestgehend fertiggestellt; sechs der acht Schächte sind ebenfalls bis Ende dieser Woche fertig. Lediglich an zwei Erdwärmesonden (EWS 2 / H-H-W 5 und EWS 1 / H-H-W 7) ist aufgrund mehrerer Leitungen in direkter Nähe der EWS jeweils eine Sonderlösung zur Herstellung der Schächte erforderlich. Die Fa. Keller ist hier mit der Fa. Brodbeck im Gespräch um eine entsprechende Alternativkonstruktion zu realisieren.	
2.2	**Geophysikalische Messungen** Die geophysikalischen Messungen durch die Fa. Terratec (Vertikalität, Gamma-log und Ruhe-Temperatur) werden voraussichtlich am 02.02.2015 durchgeführt; die Glasfaserkabel werden am 06.02.2015 in allen 8 EWS eingebaut. In der Zwischenzeit sind in allen Erdwärmesonden Befahrbarkeitstests von der Fa. Keller auszuführen. Das Büro Voutta führt vor der Sanierung der ersten EWS hier noch einen K-TRT durch. Zeigt dieser gravierende Abweichungen von dem bereits durchgeführten K-TRT bei der ersten Untersuchung der Sonden, so werden auch alle übrigen EWS nochmals mit einem K-TRT untersucht.	
2.3	**Sanierungsablauf** Aufgrund der oben (Pkt. 2.1) genannten Umstände kann nicht wie geplant am Haus 7 begonnen werden, da hier und an Haus 5 noch Schächte hergestellt werden müssen. Es wurde daher beschlossen, die Sanierung am Haus 1 / EWS 1 zu beginnen. Nach den der Erfahrungen von Quartier 1 wird auch im Quartier 2 mit derselben Vorgehensweise gearbeitet (DN3-Schneidschlauch; Ausführung eines Einzelschnitts auf jedem Niveau, vgl. aktuelle Arbeitsanweisung). Aufgrund der bereits erfolgten Kürzung der Sondenköpfe im Quartier 2 ist es nicht mehr möglich, die Nummerierung der einzelnen Rohre an jeder Sonde zu reproduzieren (im Vergleich zur Nummerierung bei den Voruntersuchungen). Die Rohre werden daher von der Fa. Keller neu von 1-4 nummeriert; die Bezeichnung der einzelnen Sonden bleibt jedoch unverändert (vgl. letztes Protokoll).	

Leinfelden-Echterdingen, 27. Januar 2015

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

03.02.2015
Az 14 012

Hebungsschäden im nordöstlichen Stadtgebiet von Böblingen;
Bereich Siemensstraße / Altinger Straße und Heinrich-Heine-Weg
Protokoll Nr. 13 zum Baustellen-Jour-Fixe am 02.02.2015
(EWS-Sanierung Siemensstraße 11, Vorbereitungen Heinrich-Heine-Weg)

Anlagen:
- Chronologischer Sanierungsablauf, Stand: 30.01.2015
- Temperaturkurven des K-EGRT in EWS 1 vom 30.01.2015
- Bericht der Fa. GTC zum K-EGRT vom 30.01.2015

Datum: 02.02.2015
Uhrzeit: 12:45 – 13:45
Ort: Böblingen, Siemensstraße / Altinger Straße

Teilnehmer:	Herr Weinbrecht	Landratsamt Böblingen	*j.weinbrecht@lrabb.de*
	Herr Steinacker	Landratsamt Böblingen	*a.steinacker@lrabb.de*
	Herr Schuhmacher	Fa. Keller Grundbau	*n.schuhmacher@kellergrundbau.com*
	Herr Adler	Fa. Keller Grundbau	*t.adler@kellergrundbau.com*
	Herr Heine	Fa. Keller Grundbau	*d.heine@kellergrundbau.com*
	Herr Branscheid	VEES | PARTNER	*branscheid@geotechnik-vees.de*

Verteiler: siehe Teilnehmer

zusätzlich:	Herr Dr. Ruch	LGRB BW, RPF	*clemens.ruch@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Prestel	LGRB BW, RPF	*rupert.prestel@rpf.bwl.de*
	Herr Dr. Trapp	LGRB BW, RPF	*christian.trapp@rpf.bwl.de*
	Herr Koch	LGRB BW, RPF	*andreas.koch@rpf.bwl.de*
	Frau Dr. Batereau	RP Stuttgart	*katrin.batereau@rps.bwl.de*
	Herr Dr. Kleinert	VEES | PARTNER	*kleinert@geotechnik-vees.de*

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
	Folgende Einzelthemen wurden besprochen:	
1	**Stand der Sanierungsarbeiten**	
1.1	**Sanierung EWS 1 – Aktueller Stand** In der letzten Woche (26.01. – 30.01.2015) wurden in EWS 1 die letzten 6 Einzelschnitte im Rohr 1 ausgeführt (57,0 m bis 50 m Tiefe; vgl. Anlage). Beim Schnitt in 52,5 m Tiefe zeigte sich dabei eine deutliche Aufnahme im WD-Test, so dass hier ca. 330 ℓ Zementsuspension verpresst wurden (vgl. auch letztes Protokoll); die am 30.01. ausgeführten Schnitte wurden ohne merkliche Aufnahme mit ca. 10 ℓ versiegelt. Anschließend wurden die Sondenrohre 1 und 2 wieder im Umlauf freigespült; das Rohr 1 war dabei bis 60 m, Rohr 2 bis 123 m befahrbar. Am 30.01.2015 sollte ein abschließender K-TRT von Herrn Voutta durchgeführt werden. Bei der Versuchsvorbereitung wurde jedoch festgestellt, dass in den Rohren 1 und 2 kein Wasserumlauf hergestellt werden konnte, da das eingebrachte Wasser (ca. 100 ℓ) im Rohr 2 nicht wieder zutage trat, sondern drucklos im Untergrund verschwand. Dabei wurde ein mäßiger Wasserabgang und Unterdruck in den beiden Rohren festgestellt. Um dennoch eine zeitnahe Auswertung der bisherigen Sanierungsarbeiten zu erhalten, führte die Fa. GTC am Nachmittag des 30.01.2015 einen K-EGRT mit Hilfe des eingebauten Hybrid-Glasfaserkabels durch (vgl. Anlagen). Die Auswertung zeigt insgesamt eine sehr homogene Aufheizung und Abkühlung des Gebirges und eine deutliche Ausbildung des geothermischen Gradienten (wie bereits bei EWS 2, vgl. letztes Protokoll). Die vor der Sanierung vorhandenen Inhomogenitäten beim Aufheizen und Abkühlen sind nicht mehr erkennbar, lediglich in ca. 105 m Tiefe befindet sich noch ein Bereich mit geringerer Wärmeaufnahme. Dieser Befund weist auf eine erfolgreiche Sanierung hin, so dass aufgrund dieser Auswertung keine Nacharbeiten an EWS 1 mehr erforderlich scheinen. Am 02.02.2015 wurde von der Fa. Keller versucht, die o. g. Undichtigkeit bzw. die Wegsamkeiten von Rohr 1 und 2 in Rohr 4 mit einer erneuten Versiegelung zu verschließen. Dabei wurde in den Rohren 1 und 2 im Umlauf injiziert, bis ein Eintritt in Rohr 4 festgestellt und dieses bis zur Geländeoberfläche zementiert war. Anschließend wurden die Rohre 1 und 2 wieder erfolgreich freigespült. Bei dieser erneuten Versiegelung wurden ca. 70 ℓ verpresst. Am 03.02.2015 soll mit erneuten WD-Tests geprüft werden, ob die einzelnen Rohre noch Aufnahme zeigen; ggf. wird hier dann nochmals nachverpresst. Sofern keine Nacharbeiten mehr nötig sind, ist der Umzug der Baustelleneinrichtung ins Quartier 2 (H-H-Weg) für den 04.02.2015 ff. geplant.	
1.2	**Sanierung EWS 2 – Aktueller Stand** Die Sanierung in EWS 2 wurde am 15.12.2014 abgeschlossen. Der abschließende K-TRT wurde am 23.01.2015 durchgeführt und belegte eine erfolgreiche Sanierung (vgl. letztes Protokoll). Der Sondenkopf wurde bereits wieder in den ursprünglichen Zustand versetzt (Kappen bis unter GOK, Abdecken mit Kunststoffschacht).	

	Besprechungspunkte / Maßnahmen / Ereignisse	Wer / Termin
1.3	**Wiederherstellung der Fläche nach Sanierung** Am 29.01.2015 fand ein Ortstermin mit dem beauftragten Gartenbauer (Herr Gentner), Herrn Heine, Herrn Branscheid und dem Eigentümer des Wohnhauses Siemensstraße 11 statt (Herr Mann). Hierbei wurde vereinbart, dass die Fa. Keller die beiden Sondenköpfe lediglich wieder bis unter Gelände kürzt und mit dem Kunststoffschacht abdeckt. Die übrigen Wiederherstellungsarbeiten werden von Herrn Gentner erbracht (auch Abbruch des gemauerten Schachtes an EWS 2). Die Glasfaserkabel werden am 06.02.2015 von der Messbox getrennt und an den Sondenköpfen für weitere Einzelmessungen verwahrt. Eine dauerhafte Beobachtung steht ab diesem Tag nicht mehr zur Verfügung.	
2	**Sanierung der EWS im H-H-Weg**	
2.1	**Vorbereitende Arbeiten** Im Vorfeld des JF-Termins wurden die laufenden Erdarbeiten im Quartier 2 begutachtet. Die Containerstellfläche ist vollständig fertiggestellt; sechs der acht Schächte sind ebenfalls weitestgehend fertig (lediglich das Pflaster um die Schächte muss bei geeigneter Witterung noch angepasst werden). Für die beiden Erdwärmesonden (EWS 2 / H-H-W 5 und EWS 1 / H-H-W 7), bei denen aufgrund mehrerer Leitungen in direkter Nähe kein Fertigteilschacht gesetzt werden kann, hat Fa. Keller vorgeschlagen, hier jeweils mit einer provisorischen Sicherung der jetzigen Grube zu arbeiten (Abdeckung der Grube mit befahrbarer Holzkonstruktion). Die Versorgungsleitungen sollen dabei temporär mit Schaltafeln abgegrenzt und zum Schutz mit Sand überdeckt werden. Herr Steinacker wird dieses Vorgehen noch mit den Leitungsträgern und den betroffenen Anwohnern abstimmen. Herr Adler gibt dafür noch Ausführungsdetails an. Nach erfolgreicher Sanierung werden die Sonden mit einer Straßenkappe (Passavantkappe) im Pflasterbelag dauerhaft zugänglich gehalten; auch das Glasfaserkabel bleibt eingebaut.	**Fa. Keller / sofort**
2.2	**Geophysikalische Messungen** Die geophysikalischen Messungen durch die Fa. Terratec (Vertikalität, Gamma-log und Ruhe-Temperatur) sind in Ausführung (02.02. und ggf. 03.02.2015). Die Glasfaserkabel können am 06.02.2015 nur in 6 der 8 EWS eingebaut werden, da die übrigen Kabel erst nächste Woche geliefert werden. Im Zuge der Baustelleneinrichtung führt die Fa. Keller in allen Erdwärmesonden Befahrbarkeitstests durch. Das Büro Voutta führt vor der Sanierung der ersten EWS hier noch einen K-TRT zum Abgleich mit der bereits vorhandenen Messung durch.	
2.3	**Sanierungsablauf** Um die unter Punkt 2.1 genannten, provisorisch gesicherten Gruben der Sonden H-H-W 7 / EWS 1 und H-H-W 5 / EWS 2 nicht länger als nötig offenhalten zu müssen, soll wieder wie ursprünglich geplant mit der Sanierung am Haus 7 / EWS 2 begonnen werden. Dementsprechend werden am 06.02.2015 die Glasfaserkabel in die EWS der Häuser H-H-W 3, 5 und 7 eingebaut.	

Leinfelden-Echterdingen, 3. Februar 2015

Dipl.-Geol. P. Branscheid

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Unterlagen zur durchgeführten Zwischenverwahrung

6.1: Schreiben Fa. Keller zur Zwischenverwahrung der nachverpressten EWS (28.07.2015)

6.2: Tagesberichte Fa. Keller zur Zwischenverwahrung

Vorab per Mail: j.weinbrecht@lrabb.de
a.steinacker@lrabb.de

Keller Grundbau GmbH · Schwarzwaldstraße 1 · 77871 Renchen

Landratsamt / Wasserwirtschaft
Parkstr. 16
71034 Böblingen

Keller Grundbau GmbH
Renchen
Schwarzwaldstraße 1
77871 Renchen

Telefon +49 7843 709-0
Fax +49 7843 709-173
renchen@kellergrundbau.com
www.kellergrundbau.de

Unsere Zeichen	☎ Dw.	🖷	E-Mail	Datum
Herr Schuhmacher/bx	-142	-188	N.Schuhmacher@kellergrundbau.com	28.07.2015

Sanierung Erdwärmesonden-Rohre Böblingen
Zwischenverwahrung der nachverpressten EWS

Sehr geehrte Damen und Herren,

Bezug nehmend auf Punkt 3 „Zwischenverwahrung der nachverpressten EWS" des Besprechungsprotokolls der Besprechung vom 16.06.2015 im LRA Böblingen sowie auf verschiedene Baubesprechungen im Zuge der Sanierungsarbeiten im Quartier 2 (Heinrich-Heine-Weg) erhalten Sie nachfolgend unsere Stellungnahme dazu:

In der Anlage zu diesem Schreiben finden Sie eine tabellarische Übersicht (Anlage 1) der sich einstellenden Fließgrenzen für verschieden hoch konzentrierte Bentonitsuspensionen von Herrn Dr. Rolf Ahlers, Fa. Clariant (vormals Südchemie), Moosburg.

Nach telefonischer Auskunft von Herrn Dr. Ahlers (23.07.2015) ist, um eine langzeitstabile Suspension zu erhalten, eine Mindestkonzentration von 3 % Bentonit in der Suspension erforderlich.

Bei einer Fließgrenze von ca. 11 N/m² wäre der Berechnung in Anlage 2 zufolge ein Auspressdruck von etwa 4,5 bar notwendig, um eine 3 %ige Bentonit-Frischsuspension aus einer (2 x 130 m) langen Erdwärmesonde zu pressen; Umläufigkeit der beiden Rohrschenkel vorausgesetzt.

Nach mehrjähriger Alterung und einer damit verbundenen möglichen Konzentrationserhöhung der Suspension auf angenommen 4% steigt die Fließgrenze gemäß Tabelle auf etwa 30 N/m². Der jetzt erforderliche Auspressdruck würde dann ca. 12 bar betragen, sofern - wie bereits oben erwähnt – eine Umläufigkeit in den beiden verfüllten Rohrschenkeln vorhanden ist.

Nicht berücksichtigt wurde in der Berechnung etwaige durch bereits vorhandene Knick-oder durch Quelldruck entstehende Verengungen im Leitungsquerschnitt der Sondenrohre.

.../2

Der uns gegenwärtig zur Verfügung stehende (Bentonit) Spülschlauch hat einen Außendurchmesser von 7,1 mm; d. h. in den Sondenrohren vorhandene Knicke und/oder Einengungen könnten möglicherweise nicht mehr befahren werden; ein Ausspülen der eingebrachten Bentonit-Suspension unterhalb dieser Engstellen wäre somit nicht mehr möglich.

Einhergehend mit diesen Verengungen im Sondenrohrquerschnitt erhöht sich hier auch der aufzubringende Auspressdruck entsprechend und, da das Ausmaß der etwaigen Einengungen nicht bekannt ist, auf eine unbekannte Größe, welche aber möglicherweise höher als der von den Sondenrohren (Prüfdruck 16 bar) aufnehmbare Druck ansteigen kann.

Fazit:
Das temporäre Verfüllen der nachverpressten EWS-Rohre mit einer Bentonitsuspension birgt die oben beschriebenen Risiken, welche allen an den Sanierungsarbeiten beteiligten Stellen und Behörden bewusst sein müssen und von Fa. Keller Grundbau nicht übernommen werden können.

Wir bitten um Kenntnisnahme.

Mit freundlichen Grüßen

Keller Grundbau GmbH
Renchen

i. V. i. V.

cc Baugrundinstitut Prof. Dr.-Ing. Vees u. Partner
Waldenbucher Str. 19
70771 Leinfelden – Echterdingen

Vorab per Mail: kleinert@geotechnik-vees.de
branscheid@geotechnik-vees.de

Anlage

Schuhmacher, Norbert

Anlage 1

Von: Rolf Ahlers <Rolf.Ahlers@clariant.com>
Gesendet: Donnerstag, 9. Juli 2015 14:01
An: Schuhmacher, Norbert
Cc: Adler, Tobias; Joseph Heilmeier
Betreff: AW: Bentonit-Langzeitverhalten

Sehr geehrter Herr Schumacher,

wie bereits telefonisch besprochen können bei dem betroffenen Projekt vor allem Suspensionsverluste auftreten. Wenn die Suspension durch evtl. Gängigkeiten abfließt, dann verändert sich die Konzentration der Restsuspension nicht und daher auch die rheologischen Eigenschaften nicht.
Sollte jedoch ein Volumenverlust durch Filtration oder Verdunstung, also durch eine Wasserabgabe ergeben, dann steigt die Bentonitkonzentration in der Restsuspension und die Eigenschaften ändern sich in Richtung höherer Viskosität und Fließgrenze.
Solange keine starke Kontamination von außen stattfindet wird sich eine Bentonitsuspension ansonsten über mehrere Jahre hinweg stabil verhalten.
Für die Fließgrenzenabschätzung lässt sich leider keine allgemeine Formel angeben, weil sie nicht einfach nur von der Bentonitkonzentration abhängt, sondern auch stark von der Vorgeschichte wie z.B. Mischdauer und –Intensität, Anmachwasserqualität (Härte, Salzgehalt) und Temperatur.
Man kann jedoch ausgehend von bekannten Konzentrationen und Fließgrenzen eine grobe Abschätzung für eingedickte Suspensionen vornehmen.
Eine 5%ige Bentonitsuspension ist nach einem Verdunstungsverlust von 10% dann etwa 5,6%ig und nach 20% Verdunstung etwa 6,3%ig, alles Konzentrationen im üblichen und messbaren Bereich.
Hilfreich für diese Abschätzung ist vielleicht die nachfolgende Tabelle mit einigen rheologischen Kennwerten:

Anmachbedingungen: nach DIN 4127, aber in Leitungswasser 17°dH, 590 µS/cm, 20°C
Prüfbedingungen: nach DIN 4127, ausgequollene Suspension nach 24 h
Verwendeter Bentonit: TIXOTON

Bentonitkonzentration	**g/l**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**
Suspensionsdichte	**g/cm3**	**1,010**	**1,015**	**1,021**	**1,027**	**1,032**	**1,037**
Marsh-Zeit 1000 ml	**s**	**32,6**	**35,0**	**39,4**	**50,2**	**67,8**	**> 120**
τ_F Kugelharfe	**Pa**	**< 5,9**	**7,9**	**22,7**	**30,6**	**58,5**	**> 68,9**
τ_F Pendelgerät stat 16h	**Pa**	**1,4**	**10,4**	**30,1**	**59,6**	**103,1**	**127,0**
τ_F Pendelgerät dyn	**Pa**	**0,9**	**6,5**	**16,4**	**31,7**	**59,5**	**90,6**
Scheinbare Viskosität	**mPas**	**3,8**	**7,0**	**11,0**	**16,0**	**22,5**	**28,5**
Bingham Yield Point	**Pa**	**1,7**	**2,9**	**6,2**	**11,5**	**16,8**	**23,5**

Mit freundlichem Gruß / with best regards

Dr. Rolf Ahlers
BU Functional Minerals | Product Manager Functional Additives EMEA
BU Functional Minerals | Technical Sales Manager Civil Engineering D-A-CH

Clariant Produkte (Deutschland) GmbH | Ostenriederstrasse 15 | 85368 Moosburg, Germany
Phone: +49 (0) 8761 82 378 | Fax: +49 (0) 8761 82 203 | Mobile: +49 (0) 171 6525 174 | E-Mail: Rolf.Ahlers@clariant.com
Company seat: Frankfurt/M | Commercial register: Amtsgericht Frankfurt/M, HRB 42045
Executive Manager: Dr. Ulrich Ott (Chairman), Lars Jansson | Chairman oft he Supervisory Board: Dr. Mathias Lütgendorf
www.clariant.com

++Before printing, please think about the environment++

Erforderliche Auspressdrücke für verschiedene Bentonitkonzentrationen

Reibungsfläche Sondenrohr mit T= 130 m und $Ø_i$ = 26 mm

$$A = 0{,}026\,m * \pi * 2 * 130\,m = 21{,}237\,m^2$$

Querschnittsfläche Sondenrohr mit $Ø_i$ = 26 mm

$$A = \frac{0{,}026^2 * \pi}{4} m^2 = 5{,}3 * 10^{-4}\,m^2 \triangleq 0{,}00053\ \mathrm{m}^2$$

Fließgrenze 5 %ige Betonitsuspension : 60 N/m²

Gesamtkraft:

$$Fges = 60\frac{N}{m^2} * 21{,}237\,m^2 = 1274\,N$$

Erforderlicher „Auspressdruck":

$$\frac{1274\,N}{5{,}309 * 10^{-4}\,m^2} = 2.397.815\frac{N}{m^2} \triangleq 2398\frac{kN}{m^2} \triangleq 239{,}8\frac{to}{m^2} \triangleq \mathbf{24\ bar}$$

Nach Alterung: Fließgrenze 6,3 %ige Suspension: 100 N/m²

Gesamtkraft:

$$Fges = 100\frac{N}{m^2} * 21{,}237\,m^2 = 2123\,N$$

Erforderlicher „Auspressdruck":

$$\frac{2123\,N}{5{,}309 * 10^{-4}\,m^2} = 4.000.188\frac{N}{m^2} \triangleq 4000\frac{kN}{m^2} \triangleq 400\frac{to}{m^2} \triangleq \mathbf{40\ bar}$$

Fließgrenze 3 %ige Suspension: 11N/m²

Gesamtkraft:

$$Fges = 11\frac{N}{m^2} * 21{,}237\,m^2 = 235\,N$$

Erforderlicher „Auspressdruck":

$$\frac{235\,N}{5{,}309 * 10^{-4}\,m^2} = 442.645\frac{N}{m^2} \triangleq 443\frac{kN}{m^2} \triangleq 44{,}3\frac{to}{m^2} \triangleq \mathbf{4{,}5\ bar}$$

Nach Alterung: 4 %ige Suspension: Fließgrenze = 30 N/m²

Gesamtkraft:

$$Fges = 30\frac{N}{m^2} * 21{,}237\ m^2 = 637\ N$$

Erforderlicher „Auspressdruck“:

$$\frac{637\ N}{5{,}309 * 10^{-4}\ m^2} = 1.199.850\frac{N}{m^2} \triangleq 1200\frac{kN}{m^2} \triangleq 120\frac{to}{m^2} \triangleq \mathbf{12\ bar}$$

Renchen, den 28.07.2015

i.A. Philipp Feil

Philipp Feil

Tagesbericht

Nr.	Baustelle Nr.
1	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
X							24.08.2015	X		Böblingen

Plan Nr.:

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Zwischenverwahrung Siemensstrasse**
4	
5	
6	Vorbereitung der Geräte und Materialien auf dem Bauhof Renchen
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 16:00 Uhr/Wetter: bedeckt Temp.: 22 ° Anz. Leute 2

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	Baustelle Nr.
2	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
	X						25.08.2015	X		Böblingen

KELLER

Plan Nr.:

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Zwischenverwahrung Siemensstrasse**
4	
5	
6	
7	Antransport Geräte und Materialien
8	
9	Antransport Notstromagregat
10	
11	Baustelleneinrichtung
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 15:00 Uhr/Wetter: bedeckt Temp.: 24 ° Anz. Leute 2

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Notstromagregat und Standrohr für Messungen GTC zur Verfügung gestellt

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	3	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					26.08.2015	X		Böblingen

KELLER

Plan Nr.:

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	
4	**Zwischenverwahrung Siemensstrasse**
5	
6	
7	
8	Vorbereiten der Sondenrohre für die Verfüllarbeiten
9	
10	Endbefahrung der Sondenrohre mit Lot (siehe Protokoll)
11	
12	Spülen der Sondenrohre
13	
14	Wiederherstellen des Umlaufes EWS 1 Rohr 1 - 2
15	
16	Feststellen der Befahrbarkeit mit Kontraktorschlauch
17	
18	Zeitaufwand : 7 Kolonnenstunden
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 10:30 bis 18:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 25 ° 2 6

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	Baustelle Nr.
4	630/16/0561

KELLER

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				27.08.2015	X		Böblingen

Plan Nr.:

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Verfüllen der Sondenrohre mit 3,5 % Bentonitsuspension**
4	
5	EWS 2 Rohr 3 mit Kontraktorrohr von 35 m aufgefüllt ca: 25 ltr incl. Nachverfüllen
6	
7	EWS 2 Rohr 4 mit Kontraktorrohr von ~~85~~ 55 m aufgefüllt ca: 25 ltr incl. Nachverfüllen
8	
9	
10	EWS 1 Rohr 1 / 2 ca.125 ltr im Umlaufverfahren mit ca.10 - 12 bar Druck
11	
12	Wieder Verschließen der Sondenköpfe und Wiederherstellung des vorgefundenen Zustandes
13	
14	Zeitaufwand : 6,5 Kolonnenstunden
15	
16	
17	
18	
19	Baustellenräumung
20	Abtransport sämtlicher Geräte
21	
22	
23	Für notwendige Nachvewrfüllarbeiten in der KW 36 und 37 1,5 Kolonnenstunden
24	Bentonitsuspension wird für diese Arbeiten im Herdweg vorgehalten
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 07:00 bis 14:30 Uhr/Wetter: sonnig Temp.: 30 ° Anz. Leute 2

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	Baustelle Nr.
5	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
			x				03.09.2015	X		Böblingen

Plan Nr.:

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Nachverfüllen der Sondenrohre mit 3,5 % Bentonitsuspension**
4	
5	EWS 2 Rohr 3 aufgefüllt ca: 15 ltr
6	
7	EWS 2 Rohr 4 aufgefüllt ca: 8 ltr
8	
9	
10	EWS 1 Rohr 1 aufgefüllt ca. 18 ltr.
11	
12	EWS 1 Rohr 1 aufgefüllt ca. 38 ltr.
13	
14	
15	Wieder Verschließen der Sondenköpfe und Wiederherstellung des vorgefundenen Zustandes
16	
17	
18	Zeitaufwand : 1 Kolonnenstunde
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 09:00 bis 11:00 Uhr/Wetter: sonnig Temp.: 20 ° Anz. Leute 2

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Tagesbericht

Nr.	6	Baustelle Nr.	630/16/0561

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Datum	T	N	Ort:
		x					09.09.2015	X		Böblingen

KELLER

Plan Nr.:

Auftraggeber : LA Böblingen

1	
2	
3	**Nachverfüllen der Sondenrohre mit 3,5 % Bentonitsuspension**
4	
5	EWS 2 Rohr 3 aufgefüllt ca: 2 ltr
6	
7	EWS 2 Rohr 4 aufgefüllt ca: 1 ltr
8	
9	
10	EWS 1 Rohr 1 aufgefüllt ca. 4 ltr.
11	
12	EWS 1 Rohr 1 aufgefüllt ca. 6 ltr.
13	
14	
15	Wieder Verschließen der Sondenköpfe und Wiederherstellung des vorgefundenen Zustandes
16	
17	
18	Zeitaufwand : 0,5 Kolonnenstunden
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Allgemeines: Arbeitszeit von 10:30 bis 12:00 Uhr/Wetter: heiter Temp.: 20 ° 2 2

Besondere Vorkommnisse (z.B. Anweisungen des AG,Wartestunden,Besuche,Hindernisse,Erschwernisse)

Die Angaben dieser Seite werden als Aufmaß und Abrechnungsgrundlage anerkannt.

Unterschrift für den **AG:** für den **AN:**

Böblingen Sanierung EWS Siemensstrasse 11 am 26.08.2015

EWS 1

	Sondengröße					K -Schlauch
	12 mm /120 mm Lang	11,1mm /120 mm lang	11,1mm / 60mm lang	7,1 mm / 120 lang	7,1 mm / 60 mm lang	
Rohr 1	46,80	46,80	46,80	48,10	59,20	
					Umlauf zu 2	
Rohr 2	46,50	46,50	46,90	57,20	122,10	
Rohr 4	x	betoniert	x	x	x	
Rohr 3	G	wird nicht verfüllt				

EWS 2

	Sondengröße					
	12 mm /120 mm Lang	11,1mm /120 mm lang	11,1mm / 60mm lang	7,1 mm / 120 lang	7,1 mm / 60 mm lang	
Rohr 1	G					
					Umlauf zu 2	
Rohr 2	35,10	35,10	35,10	47,00	128,60	
Rohr 3	34,20	34,20	34,50	58,50	58,50	34,00
Rohr 4	60,80	60,80	60,80	60,80	60,80	55,00

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Bericht zu den satellitenbasierten Hebungsmessungen der Fa. Airbus
im Zeitraum Februar 2014 bis September 2015 mit Datum vom 05.10.2015

Satellitenbasierte Bodenbewegungsmessung in Böblingen, Deutschland

Landratsamt Böblingen (LRABB)

Aktualisierung II: Bodenbewegungsanalyse basierend auf TerraSAR-X Daten (02/2014 bis 09/2015)

Version I 1.0
05. Oktober 2015

Autor:

Dr. Jan Anderssohn

Airbus DS Geo GmbH

Dokument-Freigabe

Autor:	Dr. Jan Anderssohn, Airbus Defence & Space	Unterschrift:
Review:	Dr. Oliver Lang, Airbus Defence & Space	Unterschrift:
Qualitätssicherung:	Rudolf Henneberger, Airbus Defence & Space	Unterschrift:
Kunde:	Landratsamt Böblingen, Deutschland	

Dokument-Veränderungsnachweis

Version	*Datum*	*Seiten*	*Beschreibung*
I1.0	05/10/2015	alle	Dokumenterstellung und Ausgabe

Inhaltsverzeichnis

1 ZUSAMMENFASSUNG 4

2 EINLEITUNG 6

3 TECHNISCHE DETAILS 7
3.1 Datenakquisition und Selektion 7
3.2 Prozessierungsmethode 8
3.3 Prozessablauf 8
3.4 Prozessierungsbedingungen 8
3.5 Digitales Geländemodell 11
3.6 Einfluss der Satellitenblickrichtung (Aufnahmegeometrie) 11

4 ERGEBNISSE UND ANALYSE 13
4.1 Veränderung der Hebungsgeschwindigkeit 18

5 GENERELLE ANMERKUNGEN 21
5.1 Präzision und Genauigkeit 21
5.2 Format der digitalen Ergebnisdatei 22

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN 24

ABKÜRZUNGEN 25

REFERENZEN 25

ABBILDUNGSVERZEICHNIS 26

TABELLENVERZEICHNIS 26

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

1 ZUSAMMENFASSUNG

Airbus DS Geo GmbH wurde damit beauftragt, Bodenbewegungen im Zeitraum Februar 2014 bis September 2015 über Böblingen, Deutschland, mittels TerraSAR-X Daten zu bestimmen und somit die vorangegangen Messungen (02/2014 – 03/2015) fortzusetzen und zu aktualisieren. Die vorliegende Aktualisierung umfasst eine Gesamtbeobachtungszeit von ca. 1,5 Jahren.

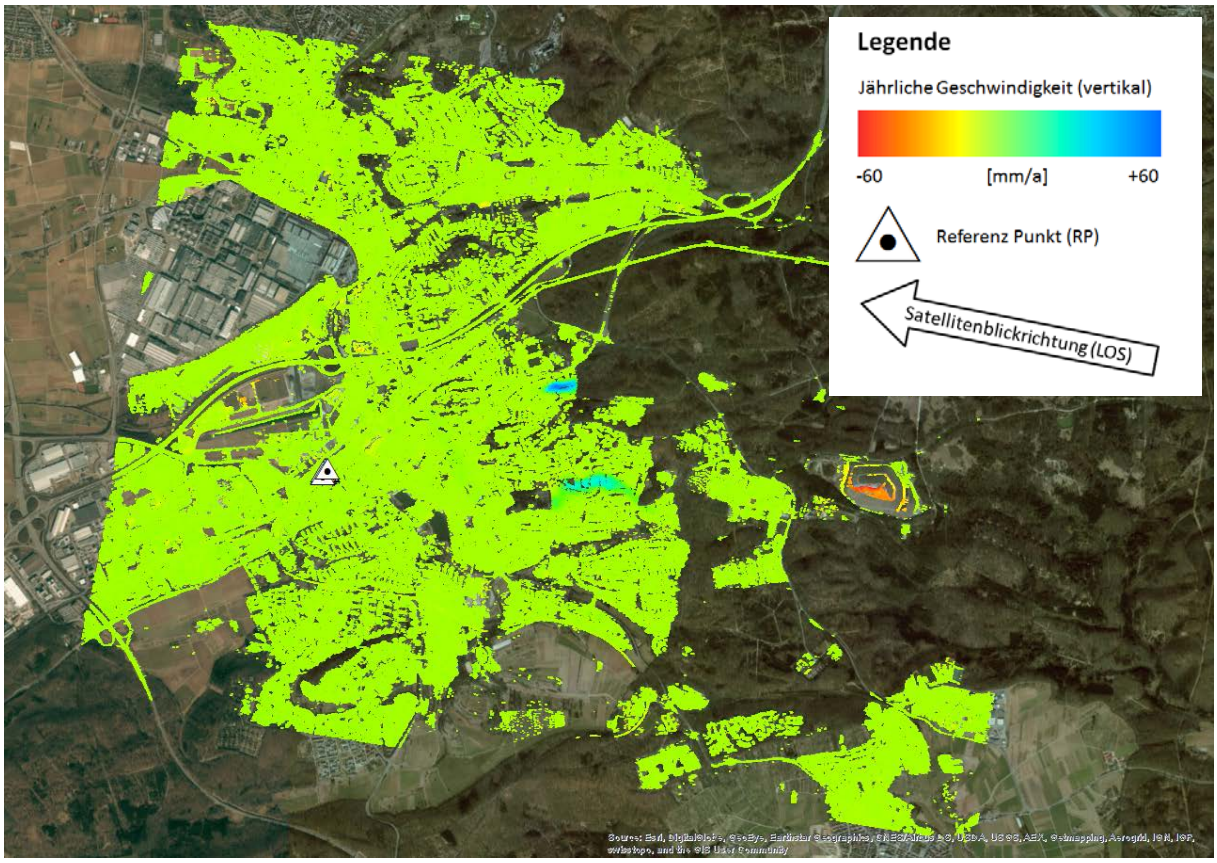


Abbildung 1: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (2014-2015). Hintergrund: Optisches Luftbild aus ArcGIS. Weiße Dreiecke stellen die Lokalität der Referenzpunkte dar.

Die angewandte Technik der interferometrischen Zeitserienanalyse verwendet Daten des Satelliten TerraSAR-X, um langzeitige Bodenbewegungen zu bestimmen. Die Ergebnisse sind als Geschwindigkeitskarte dargestellt und zeigen für jedes Messpixel im Studiengebiet die abgeleitete gemittelte jährliche Bodenbewegungsrate im Untersuchungszeitraum (Abbildung 1).

Der zur Verfügung stehende TerraSAR-X High Resolution Spotlight (HS) Datenstapel stellt eine sehr gute Datenbasis dar. Die große Anzahl der Daten ermöglicht eine hohe Ergebnisqualität. Die Bodenbewegungsanalyse wurde über dem in Abbildung 1 dargestellten Stadt-

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

gebiet Gebiet durchgeführt. Damit soll dem Kundenwunsch entsprochen werden, die räumliche Ausdehnung der Bewegungsphänomene in Böblingen zu identifizieren und mittel- bis langfristig zu beobachten.

Die notwendigen hochauflösenden Höheninformationen sind aus einer vorläufigen Version des qualitativ hochwertigen WorldDEM™ Höhenmodells extrahiert worden. Dieses steht Airbus Defence and Space exklusiv zur Verfügung.

Generell gilt, dass sich das Studiengebiet in seiner Gesamtheit stabil verhält. Deutlich sichtbar (siehe Abbildung 1) sind regionale Hebungs- und Senkungsgebiete. Die aus der Erstauswertung und der ersten Aktualisierung bekannten zwei Hebungsgebiete sind auch in den hier vorgestellten Ergebnissen ersichtlich. Im Nordosten von Böblingen existiert ein Hebungsgebiet mit annähernd elliptischer Form und einer Ausdehnung von ca. 350 m in Ost-West und ca. 200 m in Nord-Süd. Sie erstreckt sich entlang der Altinger Straße, Siemens- und Gutenbergstraße. Das im Südosten von Böblingen existierende Hebungsgebiet weist eine bogenförmige Ausdehnung von etwa 900 m x 450 m auf. Es erstreckt sich vom Südwesten, Boslerstraße Ecke Achalmstraße, bis zum Roseggerweg im Osten.

Die beiden Hebungsgebiete weisen im Beobachtungszeitraum Hebungsgeschwindigkeit von bis zu ca. 54 mm (nördlich) und 33 mm (südlich) pro Jahr auf. Für beide gilt ein anfänglich annähernd linearer Hebungsverlauf in der Zeit auf. Im Gegensatz zur letzten Auswertung (02/2014 – 03/2015) sind nun für beide Gebiete Verlangsamungen der Hebungsgeschwindigkeiten im letzten Halbjahr ersichtlich. Besonders im nördlichen Gebiet ist eine Reduktion um bis ca. 30 mm/a zu verzeichnen. Für beide Gebiete gilt eine starke zeitlich-räumliche Korrelation zu den Sanierungsarbeiten an den Erdwärmesonden. Ein mögliches Abklingen der Hebung im nördlichen Gebiet deutet sich am Ende der Zeitserie an. Um dies zu verifizieren müssen weitere Satellitendaten aufgenommen werden.

Neben den prominenten Hebungsbereichen weißt die sanierte Mülldeponie am östlichen Stadtrand weiterhin eine Senkungsrate von bis zu ca. 90 mm/a auf.

Da die TerraSAR-X HS Daten eine hohe Sensitivität gegenüber kleinsten Oberflächenverformung auf engen Raum aufweisen, musste der Bereich des Mercedes-Benz Motorenwerkes in Sindelfingen vom Prozess ausgeschlossen werden. Die großen Industriehallen unterliegen einer Außentemperatur gesteuerten thermalen Dilatation (Ausdehnen, Zusammenziehen). Diese Form der Bewegung beeinträchtigt die geforderte Untersuchung von Bodenbewegungen im Stadtbereich von Böblingen. Durch das Ausmaskieren wird ein Fehlereinfluss auf das Gesamtergebnis verhindert. Dieser Bericht stellt eine Aktualisierung des vorangegangen Berichtes (Aktualisierung I) dar.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

2 EINLEITUNG

Airbus Defence and Space Geo GmbH wurde vom Landratsamt Böblingen damit beauftragt, Bodenbewegungen im Zeitraum Februar 2014 bis September 2015 über Böblingen, Deutschland zu ermitteln.

Dieser Bericht präsentiert die Ergebnisse der radarinterferometrischen Bodenbewegungsanalyse basierend auf 47 TerraSAR-X HS Satellitendaten für das oben beschriebene Studiengebiet. Der Zeitraum der Satellitenaufnahmen reicht von Februar 2014 bis September 2015 und stellt somit eine halbjährige Verlängerung des Untersuchungszeitraums der bisherigen Untersuchungen (02/2014 – 03/2015) dar. Sämtliche hier gezeigten Ergebnisse umfassen den gesamten Zeitraum (02/2014 – 09/2015).

Das folgende Kapitel 3 diskutiert technische Details bezüglich der Produktion der Bodenbewegungskarte: i) die vorliegenden TerraSAR-X HS Satellitendaten und deren Selektion, ii) Beschreibung der angewandten Zeitserienanalysemethode, iii) der interferometrische Prozessablauf, iv) die interferometrischen Prozessierungsbedingungen, v) das verwendete DEM und schließlich vi) den Einfluss der Satellitenblickrichtung (Aufnahmegeometrie) .

Kapitel 4 präsentiert die ermittelte Bodenbewegung für das Studiengebiet für den Zeitraum 02/2014 und 09/2015. Es adressiert die Besonderheit der beiden Hebungsgebiete im östlichen Stadtteil von Böblingen.

In Kapitel 5 werden generelle Anmerkungen zum Prozess und den Ergebnissen gegeben. Eine generelle Aussage zu Präzision und Genauigkeit der Ergebnisse ist formuliert und eine Erklärung zur Qualitätsanalyse ist gegeben. Am Ende ist das Format der digitalen Lieferung beschrieben.

Kapitel 6 fasst die Schlussfolgerungen dieses Berichtes zusammen.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

3 TECHNISCHE DETAILS

3.1 DATENAKQUISITION UND SELEKTION

Das Studiengebiet wird durch Bodenabdeckung der TerraSAR-X HS Satellitendaten in absteigender Orbitgeometrie (descending) erfasst. In Summe wurden 47 Szenen zwischen Februar 2014 und September 2015 mit einer HH-Polarisation aufgenommen und im Datenarchiv abgelegt. Alle Daten wurden vor ihrer finalen Verwendung einer Qualitätsanalyse unterzogen. Von dieser Grundgesamtheit an Szenen konnten letztendlich 45 Szenen für die Prozessierung verwendet werden. Die Aufnahmen vom 24.05.2014 und 30.12.2014 mussten aufgrund von starken atmosphärischem Einfluss bzw. Schneebedeckung ausgeschlossen werden.

In Tabelle 1, Tabelle 2 und Abbildung 2 sind Informationen zu den aufgenommen TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 09/2015 gegeben. Der Datenstapel weißt keine größeren Lücken (> 22-Tage) auf.

Zur Korrektur des topographischen Einflusses auf die Phasenmessung wurde eine vorläufige Version des WorldDEM™ Höhenmodells verwendet.

Tabelle 1: Verwendete TerraSAR-X HS Szenen

Nr.	Datum	Nr.	Datum
1	2014.02.25	25	2014.12.30
2	2014.03.08	26	2015.01.10
3	2014.03.19	27	2015.01.21
4	2014.03.30	28	2015.02.01
5	2014.04.10	29	2015.02.12
6	2014.04.21	30	2015.02.23
7	2014.05.02	31	2015.03.06
8	2014.05.13	32	2015.03.28
9	2014.05.24	33	2015.04.08
10	2014.06.04	34	2015.04.19
11	2014.06.26	35	2015.04.30
12	2014.07.07	36	2015.05.11
13	2014.07.29	37	2015.05.22
14	2014.08.09	38	2015.06.02
15	2014.08.31	39	2015.06.13
16	2014.09.11	40	2015.06.24
17	2014.10.03	41	2015.07.05
18	2014.10.14	42	2015.07.16
19	2014.10.25	43	2015.07.27
20	2014.11.05	44	2015.08.07
21	2014.11.16	45	2015.08.18

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

22	2014.11.27	46	2015.08.29
23	2014.12.08	47	2015.09.09
24	2014.12.19		

Tabelle 2: TerraSAR-X HS Aufnahmeparameter

Orbit	Blickwinkel	Polarisation	Modus
Descending	~42°	HH	HS

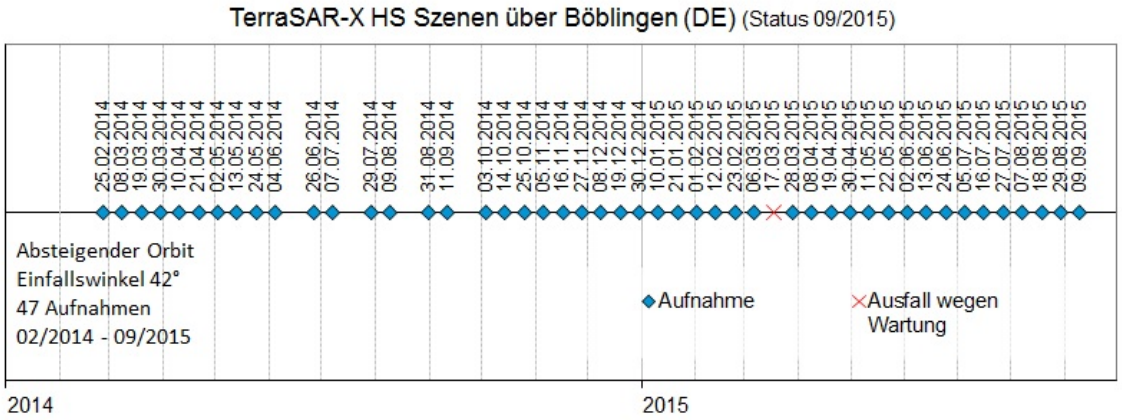


Abbildung 2: Zeitserie der verwendeten TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 09/2015

3.2 PROZESSIERUNGSMETHODE

Siehe Bericht zur Erstauswertung, einzige Änderung: Die SARscape Software (Version No. 5.1) von sarmap S.A. wurde für die Prozessierung verwendet.

3.3 PROZESSABLAUF

Siehe Bericht zur Erstauswertung.

3.4 PROZESSIERUNGSBEDINGUNGEN

Die Prozessierungsbedingungen für eine interferometrische Zeitserienanalyse, basierend auf den vorliegenden TerraSAR-X HS Szenen und der interferometrischen Charakteristik (Kohärenz) im Untersuchungsgebiet, können als sehr gut bezeichnet werden.

Räumlich ausgedehnte Bewegungsphänomene können somit mit guter Genauigkeit bestimmt werden. Dies zeigt sich in Abbildung 1, in welcher beide allgemein bekannten

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Hebungsgebiete gut zu erkennen sind. Die hohe Geschwindigkeit der Hebung, gerade im nördlichen Hebungsbereich, erfordert räumlich hochauflösende und zeitlich dicht aufeinander folgende Satellitenaufnahmen. Andernfalls würden mathematische Mehrdeutigkeiten in den Phasenmessungen auftreten. Beide Vorbedingungen wurden in einer Voruntersuchung analysiert und mit TerraSAR-X HS Daten mit einem Aufnahmezyklus von 11-Tagen (nominell) realisiert. Datenlücken von maximal 22 Tagen führen zu keinen technischen Einschränkungen.

Für die vegetativen Gebiete im Studiengebiet können keine Messpixel bestimmt werden. Dies kann, basierend auf der Erfahrung von einer Vielzahl anderer Projekte, so postuliert werden. Es handelt sich hierbei um eine interferometrisch inhärente Einschränkung. Da das Studiengebiet jedoch viele versiegelte Gebiete aufweist, konnte insgesamt eine hohe Anzahl an Messpixel für eine zuverlässige Analyse bestimmt werden (siehe Abbildung 1).

Tabelle 3 fasst die Kenngrößen der interferometrischen Prozessierung mittels SBAS-Methode zusammen. Diese werden durch die verwendeten Daten und gewählten Parameter bestimmt.

Tabelle 3: Kenngrößen für die verwendeten Daten in Tabelle 1.

Anzahl der Inputdaten	**Anzahl der Inter-ferogramme**	**Maximale räumlich Basislinie [m]**	**Minimale räumlich Basislinie [m]**	**Maximale zeitliche Trennung [d]**	**Minimale zeitliche Trennung [d]**
44	394	320	5	154	11

Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen eine grafische Darstellung der räumlichen und zeitlichen Trennungen (Basislinien) der Satellitenaufnahmen. In Abbildung 3 erkennt man die zugelassenen Verknüpfungen (Interferogramme) zwischen den jeweiligen Szenen. Die Szene vom 19.12.2014 musste aufgrund einer zu großen räumlichen Trennung (Basislinie ca. 517 m) vom SBAS Prozess ausgeschlossen werden. Solch große Basislinien stehen im Kontrast zum technischen SBAS Ansatz und beeinflussen negativ das Endergebnis. Nach dem Ausschluss der genannten Szene weist der Netzwerkplot ein gleichmäßig geschlossenes Netzwerk auf, welches eine gute Datengrundlage für die anschließende Prozessierung bedeutet.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

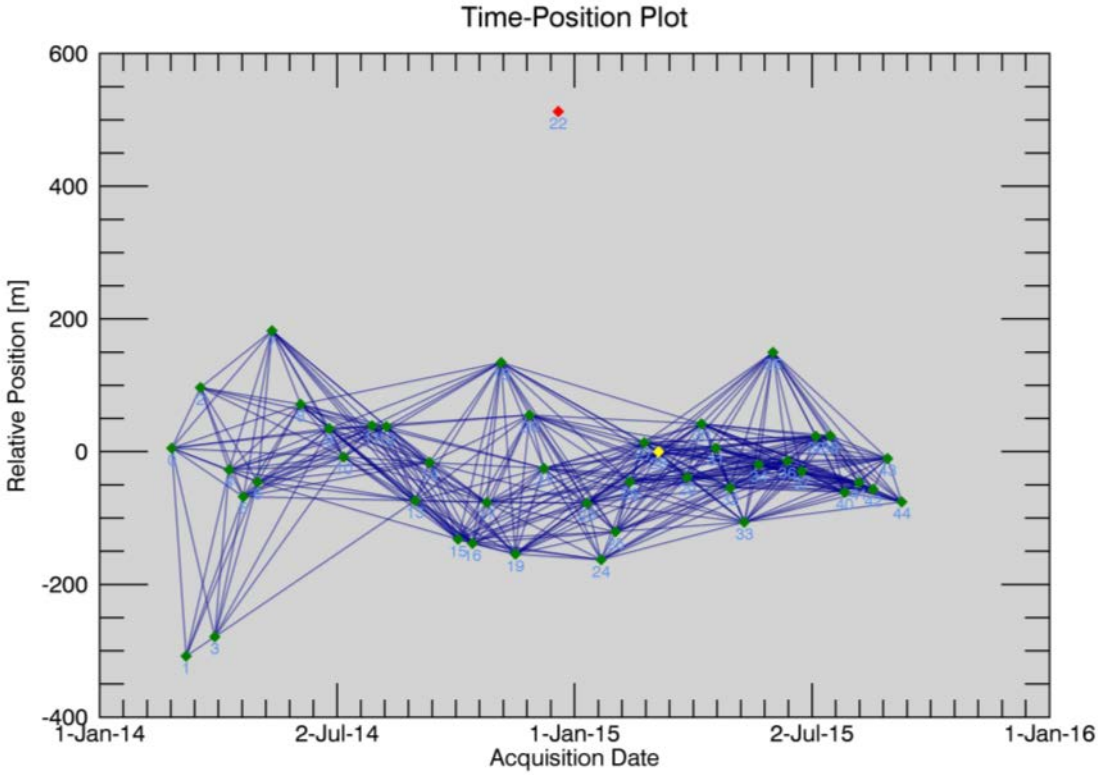


Abbildung 3: Time-Position-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.

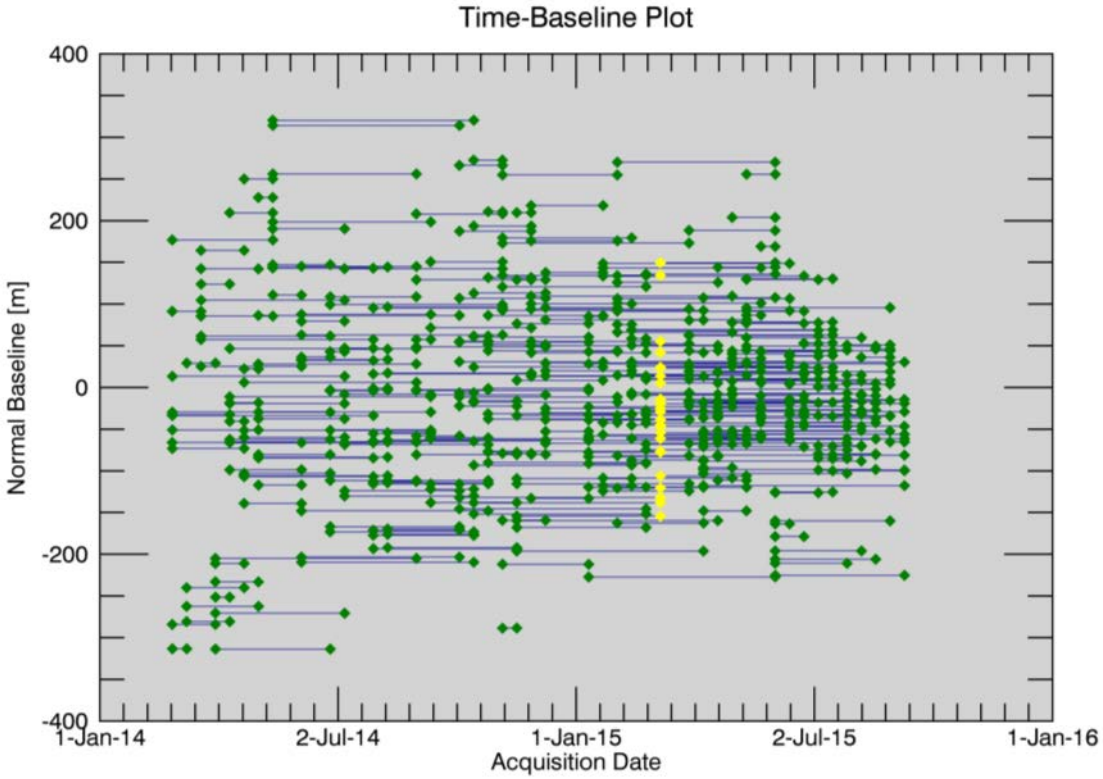


Abbildung 4: Time-Baseline-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

3.5 DIGITALES GELÄNDEMODELL

Die notwendigen detaillierten Höheninformationen zur Reduktion des topographischen Einflusses auf die Phasenmessung sind aus einer vorläufigen Version des qualitativ hochwertigen WorldDEM™ Höhenmodells extrahiert worden. Dieses steht Airbus Defence and Space für die kommerzielle Nutzung exklusiv zur Verfügung. Der Vorteil gegenüber dem sonst verwendeten SRTM DEM, liegt in der höheren räumlich Auflösung und einer hervorragenden Höhengenauigkeit.

3.6 EINFLUSS DER SATELLITENBLICKRICHTUNG (AUFNAHMEGEOMETRIE)

Die originären Bewegungsmessungen finden in Satellitenblickrichtung (LOS) statt und sind eindimensional. Bei der unten genannten Transformation von LOS in vertikale Bewegungen, werden mögliche horizontale Bewegungskomponenten vernachlässigt, da eine eindimensionale Messung auch nur in eine eindimensionale Größe transformiert werden kann. Eine Zerlegung in vertikale und horizontale Bewegungswerte ist unter Verwendung nur einer Aufnahmegeometrie (hier descending) nicht möglich. Zusätzliche Aufnahmen in der ascending Geometrie würde eine Zerlegung in horizontale (annähernd Ost-West) und vertikale Bewegungswerte erlauben. Die in Kapitel 4 vorgestellten Bewegungswerte sind somit als eindimensionale vertikale Bewegungen angegeben.

Bedingt durch die Schrägaufnahmegeometrie von SAR-Satelliten können komplexe Bodenbewegungsprozesse unterschiedliche Größenordnungen und Vorzeichen der Messwerte verursachen. Abbildung 5 stellt diesen Zusammenhang schematisch für einen idealisierten Hebungsprozess dar. Während Hebungserscheinungen im Zentrum der Hebung wahrscheinlich vertikal dominiert sind, wird die Horizontalkomponente in Richtung seitlichen Rand zunehmen. Diese Horizontalkomponenten sind in diesem Beispiel entgegengesetzt zueinander ausgerichtet. Dieser Umstand würde unterschiedliche Größenordnungen der Messwerte in Satellitenblickrichtung verursachen, welches in der gewählten Farbdarstellung einen Übergang von bläulich zu grünlich ergeben würde.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

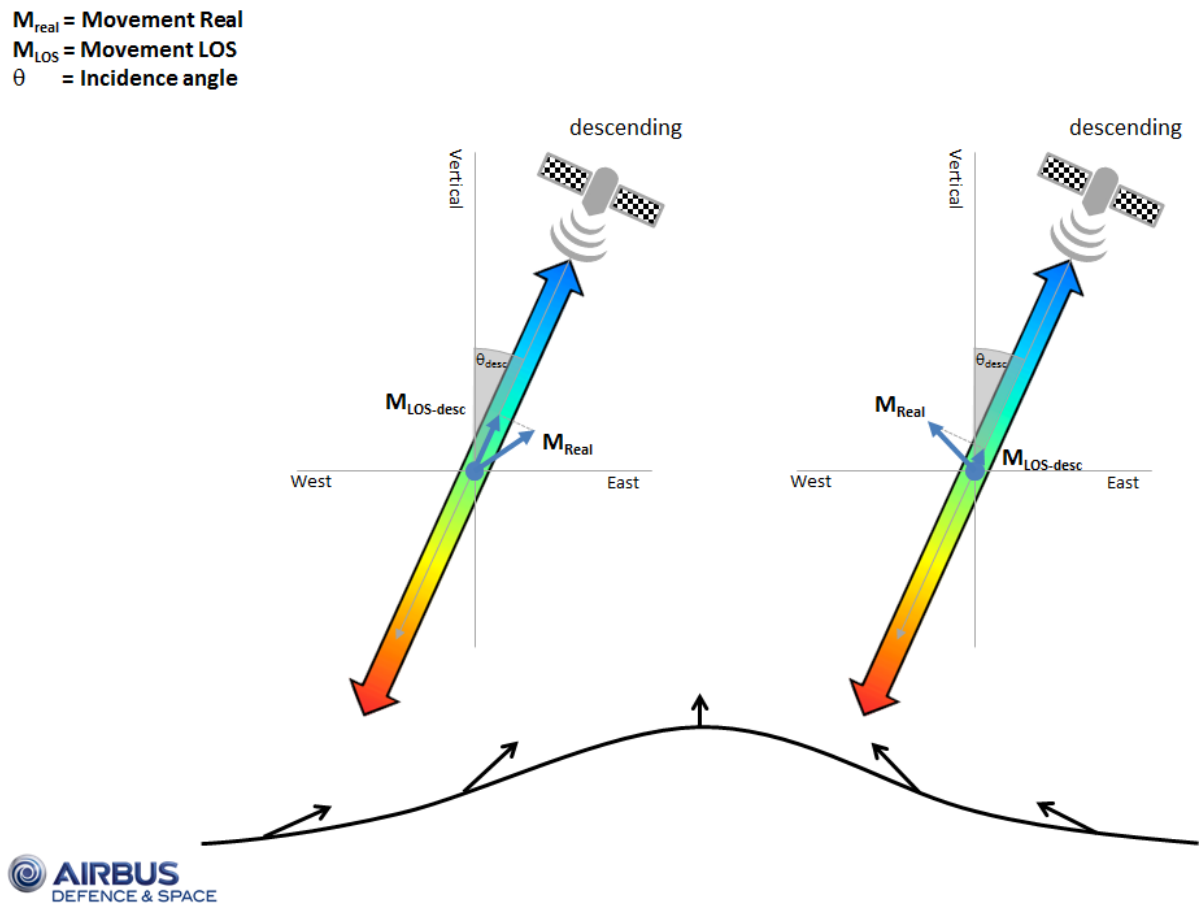


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bewegungsmessung in Abhängigkeit einer idealisierten Hebung. Die Farbgebung der Pfeile (Satellitenblickrichtung) entspricht derjenigen der Bewegungskarten in diesem Bericht.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

4 ERGEBNISSE UND ANALYSE

Das Ergebnis der interferometrischen Zeitserienanalyse ist eine Bodenbewegungsmessung, wie unter anderem in Abbildung 6 dargestellt. Sie wird als hochauflösende Karte im .pdf Format zusätzlich zu diesem Bericht geliefert. Die Karten zeigen farblich kodiert die jährliche gemittelte Geschwindigkeit der Bodenbewegung innerhalb des Beobachtungszeitraumes. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bodenbewegungsanalyse über dem Studiengebiet analysiert.

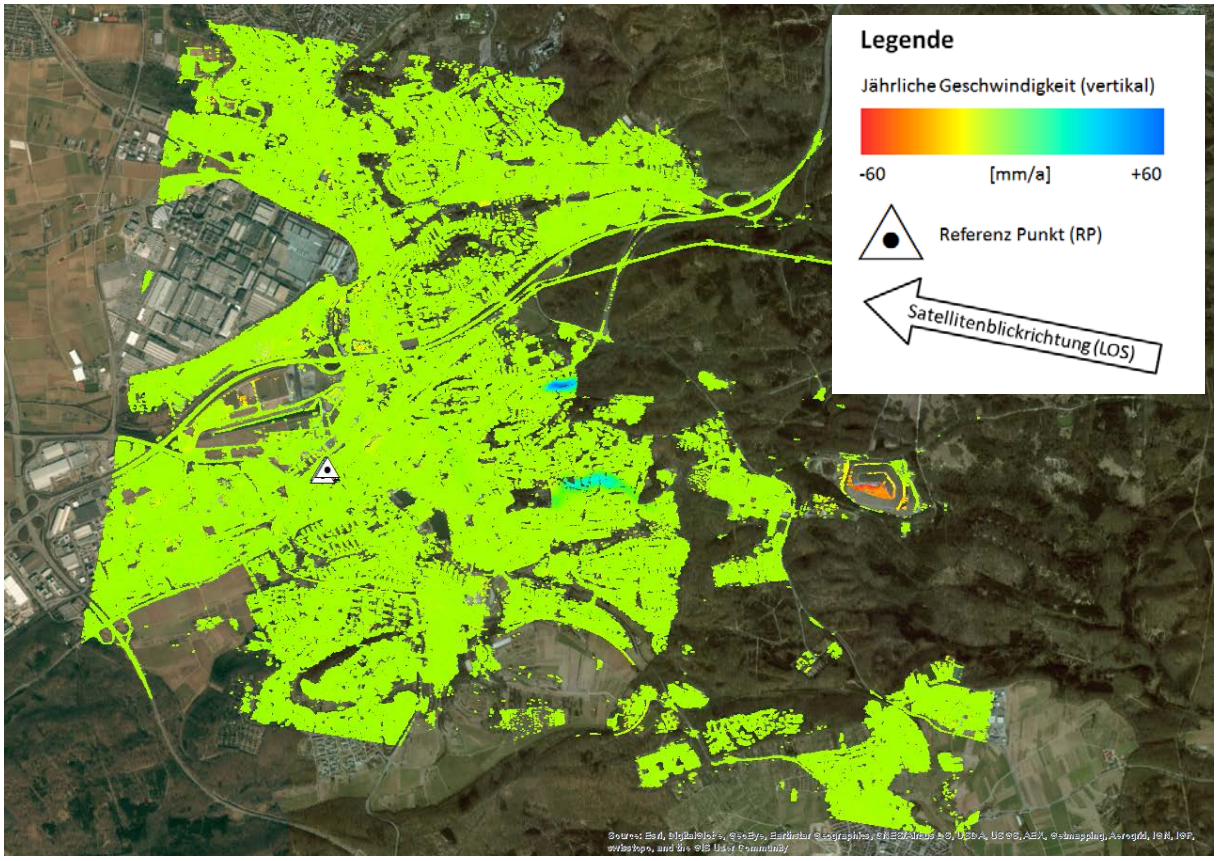


Abbildung 6: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (02/2014 – 09/2015). Hintergrund: optisches Luftbild aus ArcGIS.

Die Bewegungswerte werden ursprünglich entlang der Blickrichtung des Satelliten gemessen. Also eindimensional mit einem Einfallswinkel von ~42°, somit handelt es sich um eine Schrägaufnahme. Die Ergebnisse wurden in reine Vertikalbewegungen transformiert, unter der Annahme, dass es sich ausschließlich um vertikale Bewegungen handelt. Potentielle horizontale Bewegungen werden somit vernachlässigt beziehungsweise als vertikale Bewegungskomponente interpretiert (siehe Kapitel 3.6). Die Bewegungswerte innerhalb der Zeitserie eines jeden Messpixels sind per se keine Absolutwerte, es handelt sich vielmehr um relative Werte, denn sämtliche Messungen beziehen sich auf Referenzpunkte (RP). Diese

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

RPs werden unter gewissen Gesichtspunkten wie z.B. hohe Kohärenz, flaches Gelände, räumliche Nähe und unter der Annahme, dass sie frei von Eigenbewegungen sind, ausgewählt. Die Auswahl mehrerer RPs in räumlicher Nähe verringert die Wahrscheinlichkeit, dass ein schlecht gewählter RP das gesamte Ergebnis verfälscht.

Das Untersuchungsgebiet ist in seiner Grundgesamtheit stabil. Das Mittel der Geschwindigkeit beträgt ungefähr 0 mm pro Jahr. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es keine Bodenbewegungen gibt, sondern vielmehr, dass das Gros der Messpixel stabil ist und nur ein sehr geringer Anteil sich bewegt. Die existierenden Bewegungswerte innerhalb des Untersuchungsgebietes führen zu einer Verschiebung des Mittelwertes der Geschwindigkeit aller Messpixel in den positiven Bereich. Eine Übersicht der Charakteristik der Ergebnisse ist in Tabelle 4 gegeben.

Tabelle 4: Charakteristik der Ergebnisse

Studienzeitraum	2014.02.25 – 2015.09.09
Durchschnittliche jährliche Geschwindigkeit	ca. 0,2 mm/Jahr
Minimale jährliche Geschwindigkeit	ca. -81,2 mm/Jahr
Maximal jährliche Geschwindigkeit	ca. 57,2 mm/Jahr
Messpixeldichte	ca. 100.973 Pixel/km²

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

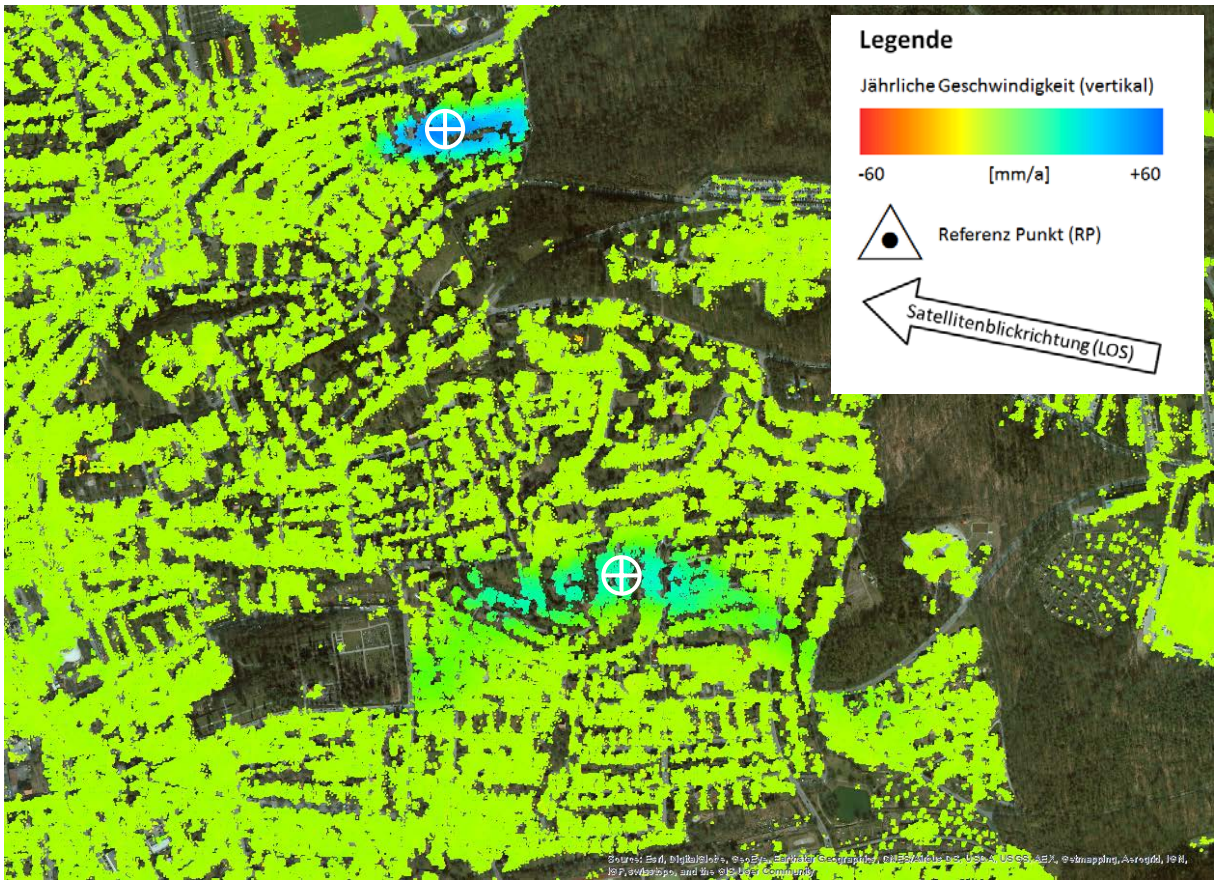


Abbildung 7: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 8 und Abbildung 9.

Für die beiden Hebungsbereiche im Norden und im Süden sind exemplarisch in den Abbildung 8 und Abbildung 9 die Zeitserien der gewählten Messpixel aus Abbildung 7 dargestellt. Für das gewählte Pixel im nördlichen Bereich weißt die Zeitserie in Abbildung 8 eine jährliche Bewegungsrate von ca. 54 mm/a auf. Die Zeitserie des im Süden gewählten Messpixels weißt eine ungefähr halb so starke Hebung mit einer jährlichen Rate von ca. 32 mm/a auf (Abbildung 9).

Im Gegensatz zu den bisher abgeschlossenen Untersuchungen weisen beide Zeitserien Veränderungen der Hebungsgeschwindigkeit in der Zeit auf. Im Kapitel 4.1 werden diese Veränderung im Detail analysiert.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

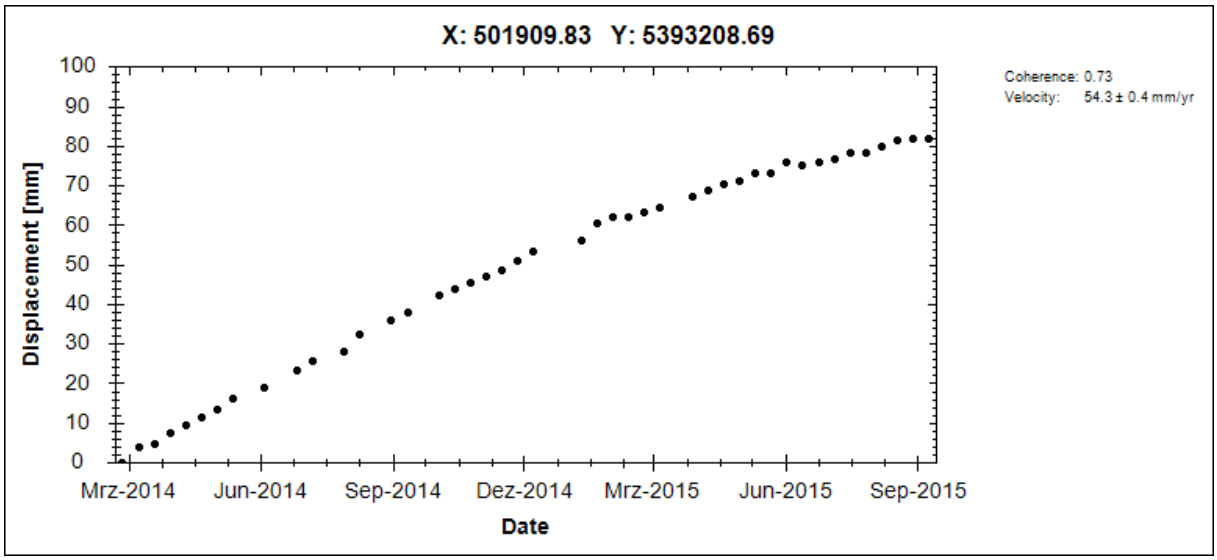


Abbildung 8: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501909,83 m und 5393208,69 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 7.

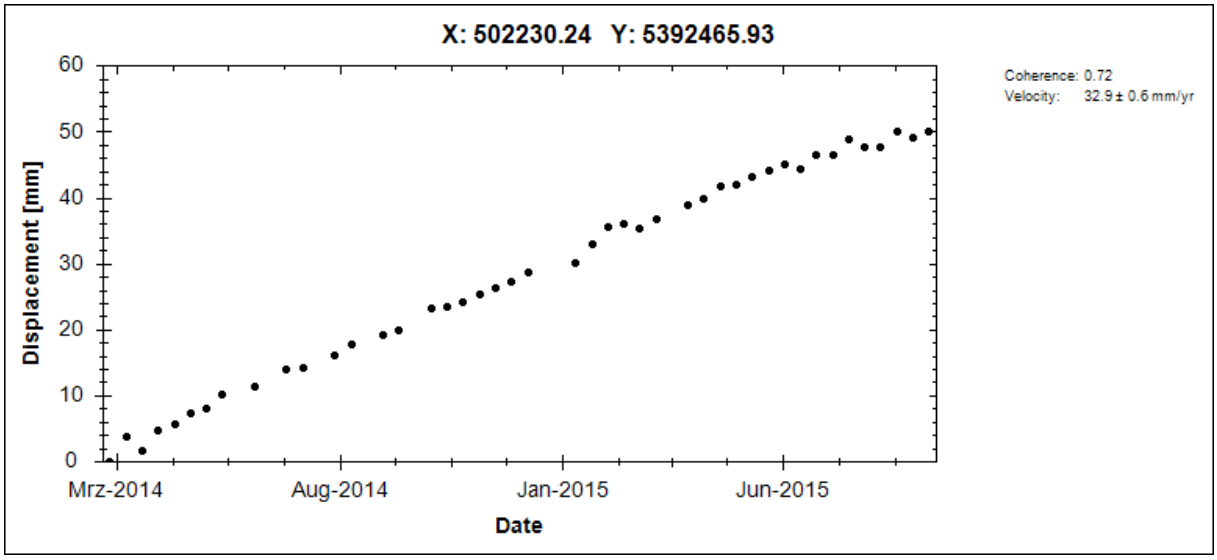


Abbildung 9: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502230,24 m und 5392465,93 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 7.

Im Vergleich zu den flächenhaften dominierenden Hebungszonen in Abbildung 7 zeigt das Bodenbewegungsergebnis eine deutliche Senkung für eine sanierte Mülldeponie im Osten von Böblingen (siehe Abbildung 10) auf. Die Zeitserie in Abbildung 11 repräsentiert die voranschreitende Absenkung mit einer Geschwindigkeit von bis zu -81 mm pro Jahr. Es kann vermutet werden, dass normale Setzungserscheinungen des Müllberges die Ursache für diese gemessenen Bewegungen ist. Deutlich zu erkennen ist die erhöhte Anzahl der

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Messpixel im Bereich der installierten Solarpaneele am Südhang. Diese metallischen Konstruktionen dienen sehr gut als Reflektor des Radarsignals und somit als Messpixel.

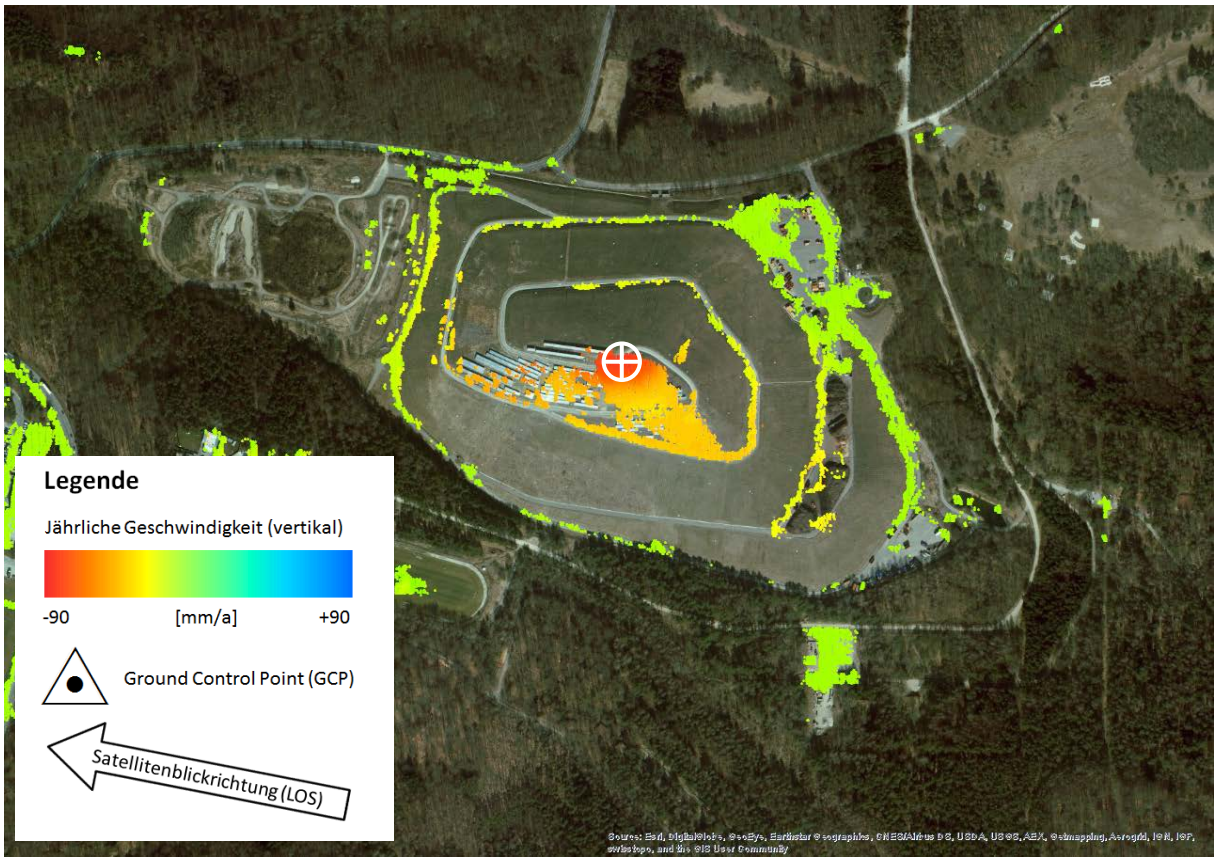


Abbildung 10: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 11.

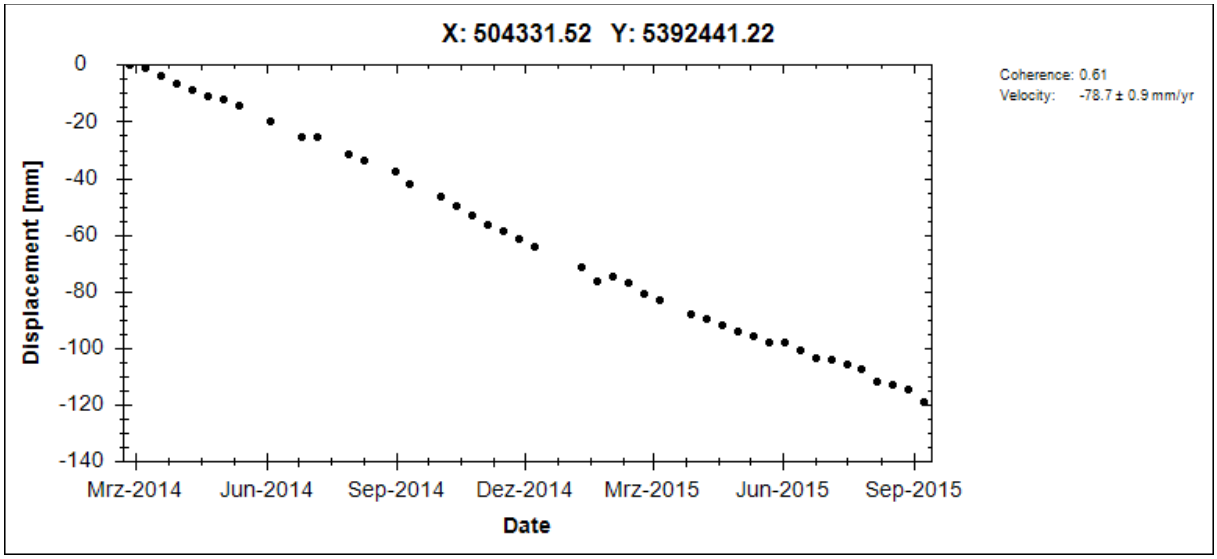


Abbildung 11: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 504331,52 m und 5392441,22 m: Weißes Fadenkreuz in Abbildung 10.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

4.1 VERÄNDERUNG DER HEBUNGSGESCHWINDIGKEIT

Im Bereich der beiden Hebungsgebiete finden seit November 2014 Sanierungsmaßnahmen an dort installierten Erdwärmesonden (EWS) statt. Ziel ist es, potentielle Hohlräume entlang der EWS zu füllen, um somit den fortlaufenden Quellprozess im Untergrund zu stoppen. Sollte dies gelingen, ist eine Verlangsamung der Hebungsgeschwindigkeiten zu erwarten. Solche Veränderungen der Hebungsgeschwindigkeiten können mit der vektoriellen (gerichteten) Größe der Beschleunigung beschrieben werden. Neben der Ermittlung der Geschwindigkeit der Oberflächendeformation können durch deren zeitliche Ableitung auch Beschleunigungswerte ermittelt werden. In Abbildung 12 ist eine Beschleunigungskarte für den Bereich der zwei Hebungsgebiete dargestellt, inklusive der EWS sowie das Enddatum der jeweiligen Sanierung (bereitgestellt durch das LRABB). Für beide Hebungsgebiete sind negative Beschleunigungen deutlich zu erkennen. Dies bedeutet, dass beide Gebiete während des Untersuchungszeitraums eine Verlangsamung der Hebungsgeschwindigkeiten erfahren haben. Im nördlichen Hebungsgebiet erreichen die Beschleunigungswerte (Verlangsamung) bis zu ca. -30 mm/a² sowie bis zu ca. -15 mm/a² für das südliche Gebiet.

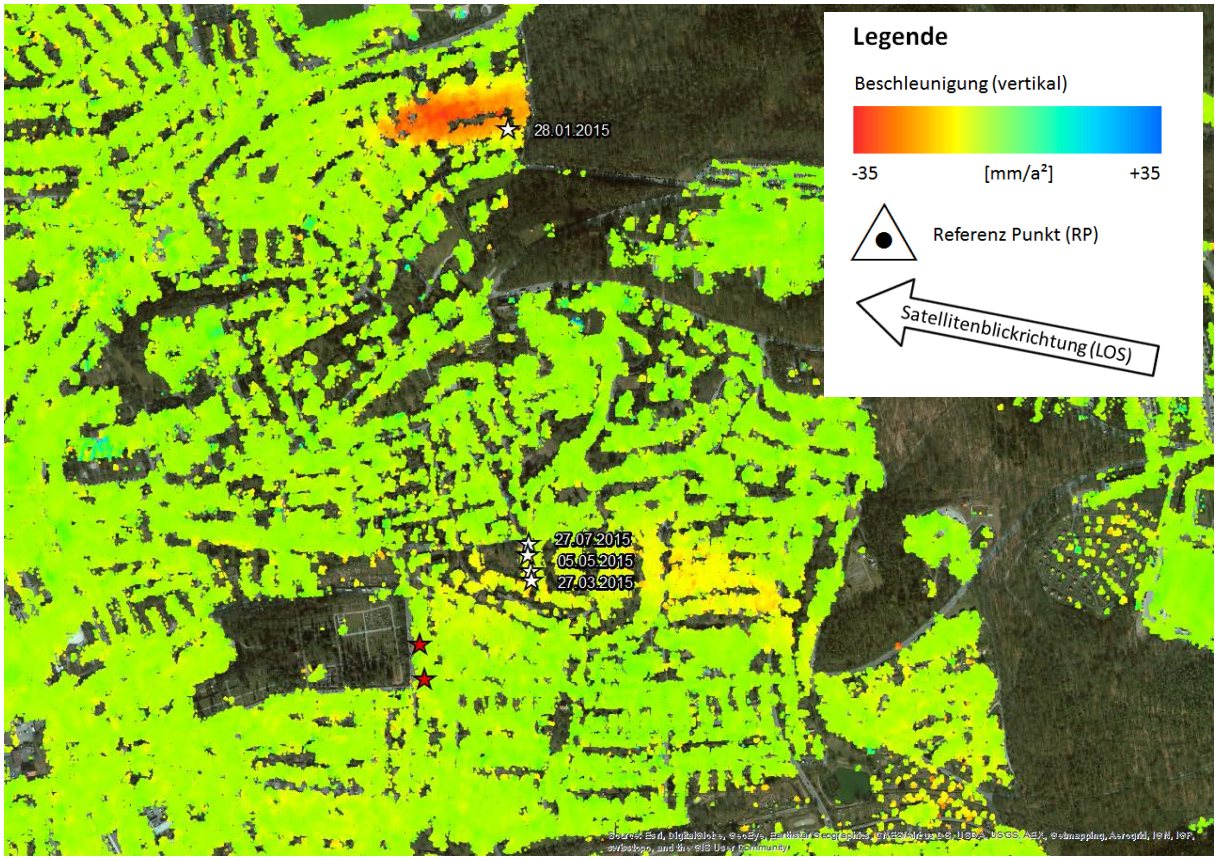


Abbildung 12: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses (hier Beschleunigung), unterlegt mit optischen Bilddaten. Sterne stellen die Lokalität der EWS dar (weiß = saniert, rot = unsaniert). Das Datum neben den Sternen steht für das Ende der jeweiligen Sanierung.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Für eine Detailbetrachtung werden nachfolgend die beiden Zeitserien aus Abbildung 8 und Abbildung 9, der gewählten Messpixel aus Abbildung 7, näher analysiert. Statistische Trendanalysen einzelner Messpixel können mögliche Veränderungen von Bodenbewegungsgeschwindigkeiten aufzeigen (Berti et al., 2013). In Abbildung 13 und Abbildung 14 sind die Zeitserien aus Abbildung 8 und Abbildung 9 in modifizierten Diagrammen dargestellt. In dieser Darstellung sind die Ergebnisse der statistischen Analyse sowohl für das nördliche, als auch das südliche Hebungsgebiet, zu erkennen.

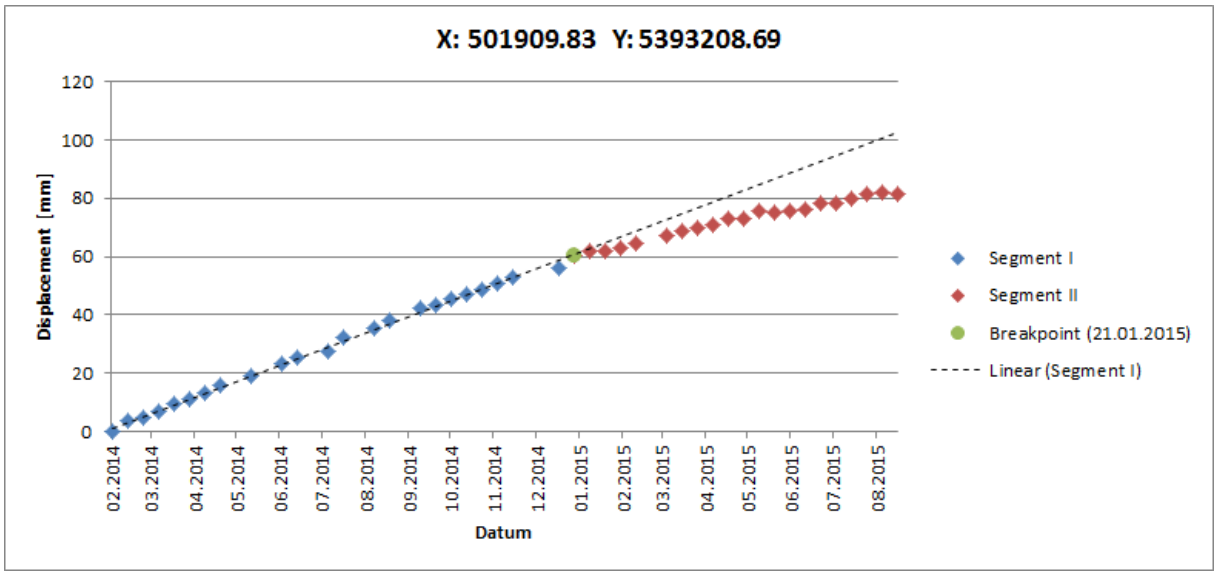


Abbildung 13: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501909,83 m und 5393208,69 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 7.

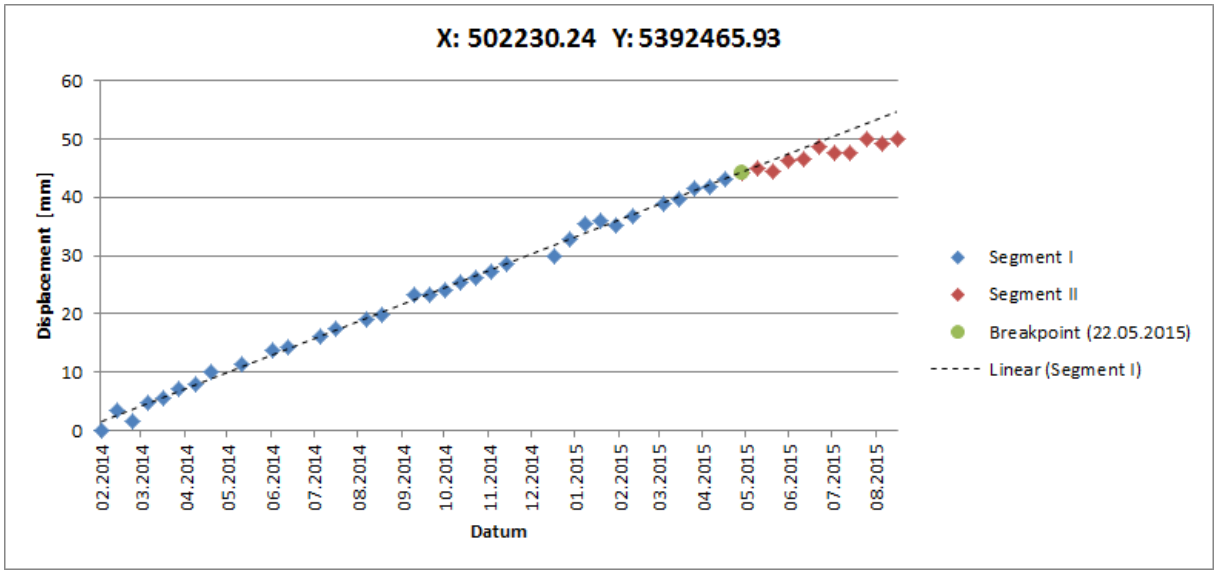


Abbildung 14: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502230,24 m und 5392465,93 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 7.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Für das nördliche Hebungsgebiet ist eine signifikante Verlangsamung der Hebungsgeschwindigkeit (Breakpoint) ab der Satellitenaufnahme vom 21.01.2015 zu erkennen. Die Zeitserie der Hebungswerte dieses Messpixels kann in zwei Segmente unterteilt werden. Die in Abbildung 8 genannte Hebungsgeschwindigkeit von 54,3 mm/a über den gesamten Untersuchungszeitraum kann den beiden Segmenten neu zugeordnet werden, nämlich 65,6 mm/a und 35,4 mm/a. Dies entspricht einer Veränderung der Hebungsgeschwindigkeit von ca. -30 mm/a, also ungefähr der Hälfte. Die letzten drei Messwerte der Zeitserien lassen sogar eine progressive Verlangsamung (asymptotisch gegen null) im August-September erkennen. Somit ist die genannte lineare Hebungsgeschwindigkeit im Segment II unter Vorbehalt zu interpretieren. Ein Ausklingen der Hebung folgt keinem linearen Trend. Unabhängig von diesen jüngsten Veränderungen ist der Unterschied im Trend der Hebung zwischen Segment I und II deutliche zu erkennen (siehe Abbildung 8). Die Sanierungsarbeiten der EWS im Bereich Siemensstraße fanden zwischen 17.11.2014 und 28.01.2015 statt. Die statistische Analyse ergab als Breakpoint für das gewählte Messpixel den 21.01.2015. Somit ist eine hohe zeitliche und räumliche Korrelation zwischen dem Ende der Sanierungsmaßnahmen und dem Eintreten der Verlangsamung zu erkennen.

Für das südliche Hebungsgebiet gilt analog: Die Hebungsgeschwindigkeit erfährt eine Veränderung um ca. -15 mm/a von 34,6 mm/a (Segment I) auf 20,0 mm/a (Segment II). Der Breakpoint ist für das Datum der Satellitenaufnahme vom 22.05.2015 bestimmt worden. Die Sanierungsarbeiten der EWS im Bereich Heinrich-Heine-Weg fanden zwischen 17.02.2015 und 27.07.2015 statt. Somit ist auch für dieses Hebungsgebiet eine hohe zeitliche und räumliche Korrelation zwischen dem Ende der Sanierungsmaßnahmen und dem Eintreten der Verlangsamung zu erkennen. Ein asymptotischer Verlauf Messwerte - wie im nördlichen Gebiet - ist in der Messreihe allerdings nicht zu erkennen.

Eine Fortführung der Beobachtung mittels TerraSAR-X Satellitendaten über einen längeren Zeitraum kann weitere Veränderungen der Bewegungswerte nach September 2015 aufzeigen. Die Fortführung der Datenaufnahme wurde durch Airbus DS im Rahmen der Aufnahmeplanung bereits initiiert.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

5 GENERELLE ANMERKUNGEN

Generell gilt: Messpixel mit geringer Kohärenz und/oder extremem Bewegungswerten sind mit Vorsicht zu bewerten. Besonders wenn diese im starken Kontrast zur räumlichen Nachbarschaft auftreten. Dies tritt oft in Gebieten mit starker Variabilität der physikalischen Reflektionseigenschaft der Oberfläche auf, z.B. im Übergang zu vegetativen Gebieten. Temperatur bedingte Deformationen/Verformungen von Objekten (thermale Dilatation), wie Brücken und Industriegebäuden, werden durch die hohe Sensitivität der TerraSAR-X HS Daten bezüglich geringer und kleinräumiger Bewegungen mitbestimmt und stehen im Kontrast zu den eigentlich zu bestimmenden Bodenbewegungen. Zur Beurteilung von Bodenbewegungen muss dieser Punkt berücksichtigt werden. Brücken oder große Industriehallen können somit sprunghafte Bewegungen in der Zeit aufweisen, welche aber nicht mit Bodenbewegungen korrelieren müssen.

Bei der Transformation von der eindimensionalen Schrägaufnahme des Satelliten in die Vertikale Raumrichtung werden mögliche horizontale Bewegungen nicht berücksichtigt bzw. gehen als Bewegungskomponente in die vertikalen Werte ein. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse beachtet werden. Erwiesenermaßen treten am räumlichen Rand von Hebungs- und Senkungszonen die größten horizontalen Bewegungskomponenten auf. Im Zentrum einer Hebungs- und Senkungszone sind diese dagegen gleich Null.

5.1 PRÄZISION UND GENAUIGKEIT

Die interferometrischen Zeitserienanalyse bestimmt eine durchschnittliche Bewegungsrate (linear), die Geschwindigkeit, basierend auf eine Anzahl von Bewegungswerten innerhalb einer Zeitserie. Die theoretische Präzession, d.h. die Wiederholbarkeit der Messungen, der jährlichen Geschwindigkeit kann mit wenigen Millimetern pro Jahr angegeben werden. Die Präzision der Einzelmessungen der Bewegung in einer Zeitserie kann mit einigen Millimetern angegeben werden (bei der Verwendung von TerraSAR-X Daten). Letztere Präzision wird durch Fehlerfortpflanzung basierend auf der Kohärenz und der Wellenlänge bestimmt. Sie hängt unter anderem von den atmosphärischen Bedingungen, Messpixeldichte und Anzahl der verwendeten Szenen ab und variiert somit von Datensatz zu Datensatz. Für jedes Messpixel ist die Präzession der Geschwindigkeit bestimmt und in der Spalte V_Precisio in der digitalen Ergebnisdatei (siehe Tabelle 5) angegeben. Für diesen Wert ist die Anzahl der verwendeten SAR-Daten relevant (siehe Kapitel 3.1).

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Die Genauigkeit, d.h. der Unterschied zwischen Messergebnis und Wahrheit eines Bewegungswertes innerhalb einer Zeitserie hängt von verschiedenen Parameter wie z.B. Datenverfügbarkeit, Reflektionseigenschaft des Oberflächenelements, zeitlich und räumliche Charakteristik des Bewegungsphänomens, Prozessierungsmethode und gewählte GCPs ab. Die Genauigkeit kann im direkten Vergleich mit wahren Werten, z.B. mit Ergebnissen von terrestrischen Nivellements, bestimmt werden. Ein solcher Vergleich unter optimalen Bedingungen ergab eine Genauigkeit für einen Messwert innerhalb einer Zeitserie von ±3 mm, unter Verwendung von TerraSAR-X Daten.

Dies ist der Grund, warum in der Ergebnisdatei nur die Präzession, in der Form von z.B. 8.3 ± 1.7 mm pro Jahr, und nicht die Genauigkeit angegeben werden kann.

In (Casu et al. 2006) wird beschrieben, inwiefern sich die Distanz zwischen Messpixel und gewähltem GCP sich auf die Standardabweichung einer Einzelmessung innerhalb einer Zeitserie auswirkt. Zusammengefasst kann gesagt werden: Je weiter das Messpixel vom GCP entfernt ist, desto so geringer die Präzession des Ergebnisses.

5.2 FORMAT DER DIGITALEN ERGEBNISDATEI

Das interferometrischen Zeitserienergebnis der Bodenbewegung wird als digitale ESRI Shape Datei (.shp) bereitgestellt. Bedingt durch die hohe Anzahl der Messpixel, handelt es sich um das File Geodatabase (.gdb) Format. Tabelle 5 fasst die gelieferten Informationen dieser Datei zusammen.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Tabelle 5: Spalten und ihre Beschreibung in der ESRI Shape Datei.

Spalten-name	**Datentyp**	**Beschreibung**
FID	Object ID	Identifikationsnummer des Elements in shape Datei
Shape	Point	Geometrie der Shape Datei
X	Double	Lokation des Elements: Rechtswert der verwendeten UTM Zone [m]
Y	Double	Lokation des Elements: Hochwert der verwendeten UTM Zone [m]
Z	Double	Lokation des Elements: Höhenwert basierend auf den korrigierten Höhen aus der interferometrischen Prozessierung [m]
Velocity	Double	Durchschnittliche jährliche Geschwindigkeit [mm/Jahr]: - Positiver Wert: Hebung des Messpixels - Negativer Wert: Senkung des Messpixels
V_Precisio	Double	Präzession der Geschwindigkeit des Messpixels [mm/Jahr]
LOS_In	Double	Line-Of-Sight of satellite (Einfallswinkel) Wurde zur Transformation in die Vertikale verwendet
D_JJJJMMTT	Double	Vertikale Bodenbewegung am Beobachtungszeitpunkt JJJJMMTT (J=Jahr, M=Monat, T=Tag) in Bezug auf den ersten Beobachtungszeitpunkt [mm] - Positiver Wert: Hebung des Messpixels - Negativer Wert: Senkung des Messpixels

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Dieser Bericht präsentiert das Ergebnis einer interferometrischen Bodenbewegungsanalyse basierend auf TerraSAR-X HS Daten zwischen Februar 2014 und September 2015 in Böblingen, Deutschland.

Generell konnten qualitativ und quantitativ sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Die Messpixeldichte ist sehr hoch und es können zuverlässige räumlich-zeitliche Information von Bodenbewegungen gewonnen werden. Erfreulicherweise können in beiden Hebungsgebieten Verlangsamungen der Hebungsgeschwindigkeiten bestimmt werden. Dies entspricht den Erwartungen nach den Sanierungsarbeiten an den jeweiligen EWS. Für das nördliche Hebungsgebiet gibt es Anzeichen, dass die Hebungen tendenziell gegen Null laufen. Diese Schlussfolgerung ist mit Vorsicht zu interpretieren, da die Beobachtung sich nur auf die letzten drei Messwerte stützt. Erst eine Zeitserie über einen längeren Zeitraum kann belastbare Aussagen zum potentiellen Abklingen der Hebung liefern. Daher ist eine Fortsetzung der TerraSAR-X HS Datenaufnahme ist empfehlenswert, um die fortschreitenden Verlangsamung der Hebungen, als Konsequenz der Sanierung der EWS, zeitlich räumlich hochauflösend zu monitoren.

Da das Verfahren der SAR-Interferometrie nur eindimensionale Bewegungen messen kann, ist ratsam zu überlegen, ob neben der aktuell laufenden descending Aufnahmegeometrie zusätzlich ein Datenstapel in der ascending Aufnahmegeometrie aufgebaut werden soll. Eine gemeinsame Auswertung dieser beiden Geometrien würde eine zweidimensionale Rekonstruktion in horizontale (Ost-West) und vertikale Bewegungskomponenten ermöglichen.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

ABKÜRZUNGEN

2D	Zwei-Dimensional
3D	Drei-Dimensional
APS	Atmospheric Phase Screening
DEM	Digital Elevation Model
DInSAR	Differentielle InSAR Technik
GCP	Ground Control Point (Referenzpunkt)
HH	Horizontal gesendet – Horizontal empfangen Polarisation
HS	High Resolution
InSAR	SAR Interferometrie
PSI	Persistent Scatterer Interferometry
QC	Quality Control
SAR	Synthetic Aperture Radar
SB	Short-Baseline
SBAS	Small BASeline approach
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TSX	TerraSAR-X
WorldDEM™	Globales Höhenmodell (zukünftiges Produkt von Airbus DS)

REFERENZEN

Berardino, P.; Fornaro, G.; Lanari, R. & Sansosti, E. (2002). A New Algorithm for Surface Deformation Monitoring Based on Small Baseline Differential SAR Interferograms, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 40, 2375-2383.

Berti M.; Corsini A.; Franceschini S. & Iannacone J.P. (2013). Automated classification of Persistent Scatterers Interferometry time series. Natural Hazards and Earth System Sciences (NHESS), 13, 1945-1958.

Biggs, J.; Anthony, E. & Ebinger, C. (2009). Multiple inflation and deflation events at Kenyan volcanoes, East African Rift, Geology, 2009, 37, 979–982

Casu, F.; Manzo, M. & Lanari, R. (2006). A quantitative assessment of the SBAS algorithm performance for surface deformation retrieval from DInSAR data Remote, Sensing of Environment, 102, 195-210

Ferretti, A.; Prati, C. & Rocca, F. (2001). Permanent Scatterers in SAR Interferometry, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 39, 8-20.

Gabriel, A. K.; Goldstein, R. M. & Zebker, H. A. (1989). Mapping Small Elevation Changes Over Large Areas: Differential Radar Interferometry Journal of Geophysical Research, 94, 9183-9191

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Lundgren, P.; Usai, S.; Sansosti, R.; Lanari, R.; Tesauro, M.; Fornaro, G. & Berardino, P. (2001). Modeling surface deformation observed with SAR Interferometry at Campei Flegrei Caldera, J. Geophysical. Res., 106, 19355-19367.

Usai, S. (2001). A new approach for long term monitoring of deformation by differential SAR interferometry, Ph.D. thesis, Delft Univ. Press, Delft, The Netherlands.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (2014-2015). Hintergrund: Optisches Luftbild aus ArcGIS. Weiße Dreiecke stellen die Lokalität der Referenzpunkte dar..... 4

Abbildung 2: Zeitserie der verwendeten TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 09/2015 8

Abbildung 3: Time-Position-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung. 10

Abbildung 4: Time-Baseline-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung. 10

Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bewegungsmessung in Abhängigkeit einer idealisierten Hebung. Die Farbgebung der Pfeile (Satellitenblickrichtung) entspricht derjenigen der Bewegungskarten in diesem Bericht. 12

Abbildung 6: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (02/2014 – 09/2015). Hintergrund: optisches Luftbild aus ArcGIS. 13

Abbildung 7: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 8 und Abbildung 9. 15

Abbildung 8: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501909,83 m und 5393208,69 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 7. 16

Abbildung 9: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502230,24 m und 5392465,93 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 7.....16

Abbildung 10: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 11. .17

Abbildung 11: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 504331,52 m und 5392441,22 m: Weißes Fadenkreuz in Abbildung 10. 17

Abbildung 12: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses (hier Beschleunigung), unterlegt mit optischen Bilddaten. Sterne stellen die Lokalität der EWS dar (weiß = saniert, rot = unsaniert). Das Datum neben den Sternen steht für das Ende der jeweiligen Sanierung. 18

Abbildung 13: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501909,83 m und 5393208,69 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 7. 19

Abbildung 14: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502230,24 m und 5392465,93 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 7.....19

TABELLENVERZEICHNIS

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Tabelle 1: Verwendete TerraSAR-X HS Szenen..... 7
Tabelle 2: TerraSAR-X HS Aufnahmeparameter..... 8
Tabelle 3: Kenngrößen für die verwendeten Daten in Tabelle 1. 9
Tabelle 4: Charakteristik der Ergebnisse.....14
Tabelle 5: Spalten und ihre Beschreibung in der ESRI Shape Datei.....23

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Böblingen
EWS-Hebungsschäden
Quartier I (Siemensstraße, 2 EWS à 129 m)

Weitere Unterlagen (auf CD)

8.1 Anforderungsprofil EWS-Sanierung
8.2 Wasserrechtsantrag mitteltiefe Erkundungsbohrungen
8.3 Wasserrechtsantrag tiefe Erkundungsbohrungen
8.4 Bericht Büro Voutta zu den EWS-Voruntersuchungen
8.5 Ältere Hebungsmessungen
8.6 Datenblatt Quellton Mikolit 300
8.7 Datenblatt Zement Sulfadur® Doppel (Dyckerhoff AG
8.8 Datenblatt Sika® Unterwasser-Copound 11

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
- Wasserwirtschaft -
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

31.07.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im östlichen Stadtgebiet von Böblingen
Anforderungsprofil für die Sanierung von Erdwärmesonden

Im östlichen Stadtgebiet von Böblingen sind in zwei Bereichen Geländehebungen aufgetreten. In diesem Zusammenhang wurde an mehreren Erdwärmesonden mit Tiefen von 80 m bis 130 m eine nicht vollständige hydraulische Ringraumabdichtung festgestellt, so dass von verstärkten Grundwasserlängsläufigkeiten entlang der Sondenschläuche auszugehen ist. Dadurch konnte Wasser an die anhydritführenden Bereiche der Gipskeuperschichten gelangen, was zu Umwandlungsprozessen von Anhydrit in Gips führte und die genannten Hebungen auslöste.

Die betroffenen Erdwärmesonden sollen daher mit einem minimalinvasiven Verfahren saniert werden. Die grundlegende Anforderung bei der Sanierung ist die Herstellung einer dichten, vollständigen und dauerhaften Verfüllung der Sondenbohrlöcher bzw. des Ringraumes mit Nachweis des Sanierungserfolges, um alle Wasserwegsamkeiten entlang der Sonden zu unterbinden.

Der natürliche Untergrund im Sanierungsgebiet besteht zuoberst aus den Schichten der unteren Bunten Mergel (km3u) und des Schilfsandsteins (km2) die je nach Standort in unterschiedlicher Restmächtigkeit vorliegen. Darunter setzt die Schichtfolge des Gipskeupers (km1) mit einer Schichtdicke von ca. 95 m – 110 m ein. Innerhalb dieser Schichtfolge ist besonders im Bereich vom Mittleren Gipshorizont bis zu den Grundgipsschichten mit Anhydritführung zu rechnen. Die genaue Höhenlage des Gips-/Anhydritspiegels an den Standorten der einzelnen Erdwärmesonden ist bisher nicht bekannt.

Zur Tiefe folgen der ca. 18 m bis 21 m mächtige Lettenkeuper (ku) und die Schichtfolge des oberen Muschelkalkes (mo). Das oberste (freie) Grundwasserstockwerk liegt im Gipskeuper. Innerhalb des Lettenkeupers und des oberen Muschelkalkes ist mit gespanntem Grundwasser mit jeweils unterschiedlicher Druckhöhe zu rechnen.

Das hier zur Anwendung kommende Sanierungsverfahren muss vor allem sicherstellen, dass Wasserzutritte zu den hebungsaktiven bzw. -gefährdeten, anhydritführenden Bereichen des Gipskeupers dauerhaft unterbunden werden und dass die Stockwerkstrennung zwischen den einzelnen Grundwasserleitern (besonders zwischen dem Gips- und Lettenkeuperaquifer) wiederhergestellt wird. Das bedeutet, dass bei der Sanierung der gesamte Ringraumabschnitt der Erdwärmesonden unterhalb des Anhydritspiegels sicher abgedichtet werden muss. Ein Sondenschlauch / U-Rohr soll dabei zur Sanierung dienen; das zweite U-Rohr dient zur Kontrolle des Sanierungserfolges und darf daher bei der Sanierung nicht beschädigt werden.

Zur Bewertung der in Frage kommenden Sanierungslösungen sind von Seiten der Firmen die sich um die Arbeiten bewerben, zunächst folgende Informationen vorzulegen:

- Ausführliche Beschreibung der Einrichtung zum Perforieren der Sondenschläuche (Zahl und Anordnung der Schneidwerkzeuge, Betätigungsmechanismus, Länge und Weite der Perforationen). Dabei Angabe des kleinstmöglichen Durchmessers und Biegeradius der Sondenschläuche, bei denen die Perforation noch ausgeführt werden kann.

- Auflistung und Beschreibung von Referenzobjekten mit vergleichbaren Untergrundverhältnissen, bei denen das Verfahren bereits eingesetzt wurde (dabei: Angaben zur Sondentiefe, geologischen Situation, Schadensart und -auswirkung; Abstand der Perforationsniveaus; Angaben zum verwendeten Verpressmaterial, -druck und -volumen sowie Nachweise zum Sanierungserfolg).

- Angaben zur Feststellung und Kontrolle des jeweiligen Perforationsniveaus und zum möglichen Abstand zwischen einzelnen Perforationsstellen.

- Beschreibung des geplanten Vorgehens bei der Injektion an den jeweiligen Perforationsstellen.

- Angaben zum vorgesehenen Verpressmaterial (Art, Zusammensetzung, Verarbeitungszeit, Einsatz von Abbindebeschleunigern, Sulfatbeständigkeit, Qualitätskontrolle, etc.).

- Angaben zum möglichen Verpressdruck und der Verpressrate sowie zur eingesetzten Verpresstechnik mit Erläuterungen zur Kontrolle und Dokumentation der Druckentwicklung und des Verpressvolumens der jeweiligen Perforation.

- Angaben zur Säuberung des Sondenschlauches nach dem jeweiligen Verpressvorgang, zur Vorbereitung des Schlauchs für die jeweils nachfolgenden Arbeitsschritte und zur Möglichkeit einer mehrfahren Nachverpressung einzelner Perforationsstellen.

- Angaben zum zeitlichen Abstand der einzelnen Arbeitsschritte.

- Angaben zum Verpresskonzept bei Wasserströmung im Ringraum, sowie zu Reaktionsmöglichkeiten bei einem unplanmäßigem Verlauf der Perforations- und Verpressarbeiten.

- Angaben zu Kontrollmöglichkeiten des Sanierungserfolges (Messungen im zweiten Sondenschlauch während und nach der Sanierung).

- Angaben zu möglichen Rückfalloptionen bei misslungener Sanierung.

Aus geotechnischer Sicht muss die im vorliegenden Fall in Frage kommende Sanierungsmethode folgende Anforderungen erfüllen:

- Ein- und Ausbau des Schneidwerkzeuges in den Sondenschlauch bis in 130 m Tiefe ohne Gefahr von Komplikationen und Zwischenfällen (auch nicht bei Verengung, starker Biegung oder Verdrehung der Schläuche). Eine Beschädigung des Sanierungs- und des Kontrollschlauches muss ausgeschlossen sein.

- Perforation des Sondenschlauches in Abständen $\leq$ 1,5 m über die Tiefe bei exakter Erfassung der Perforationsstelle. Dabei muss voraussichtlich der gesamte Bereich bis ca. 40 m unter Gelände saniert werden. Auch eine nachträgliche Perforation und Injektion auf einem tieferen Niveau als bei den vorangegangenen Perforationsschritten muss möglich sein.

- Nach Durchführung der Injektion an der jeweiligen Perforationsstelle müssen die Sondenschläuche über ihre gesamte Länge vollständig gesäubert werden. Es dürfen keine Zementreste in den Schläuchen verbleiben, die die nachfolgenden Arbeiten behindern.

- Einsatz eines geeigneten Verpressmaterials unter Einhaltung der Injektionsparameter, welche zuvor in einem Versuchsaufbau zu bestimmen sind (s. unten).

- Erfolgskontrolle bereits während der Ausführung: Erfassung der Abbindewärme an den einzelnen Perforationsstellen mittels regelmäßiger Messungen im Kontrollschlauch. Dichtekontrollen der Hinterfüllung mittels γ-γ-log. Kontrollmessungen nach Abschluss der Sanierungsarbeiten zum Nachweis des Sanierungserfolges.

Um die Funktion der vorgesehenen Sanierungsmethode bei den dargelegten Anforderungen sicher zu stellen und den Ablauf der einzelnen Sanierungsschritte zu demonstrieren, ist es aus unserer Sicht erforderlich, das Verfahren in einem Versuchsaufbau im Maßstab 1:1 unter realitätsnahen Bedingungen zu testen (Perforieren eines freihängenden Sondenschlauchs zwischen 40 m und 130 m Tiefe; Verpressen gegen eine Wasserströmung im unvollständig verfüllten Ringraum des Sondenbohrloches). Der entsprechende Versuchsaufbau und -ablauf ist in Ab-

stimmung mit dem Landratsamt Böblingen und dem LGRB BW detailliert zu planen und zu beschreiben. Die Versuchsdurchführung soll im Beisein von Vertretern der genannten Behörden erfolgen, sie ist vollständig zu protokollieren und zu dokumentieren. Falls entsprechende Versuche bereits erfolgreich ausgeführt wurden, sind der entsprechende Bericht / Dokumentation und die Beurteilung der beteiligten Behörden vorzulegen.

Anhand der detaillierten Beschreibung des geplanten Vorgehens mit Ablauf der Perforations- und Verpressarbeiten sowie der Demonstration des Verfahrens bei der Testverpressung können sich die Beteiligten ein konkretes Bild über die vorgesehene Sanierung und die Wahrscheinlichkeit des Sanierungserfolges machen. Das Versuchskonzept und die Versuchsergebnisse dienen außerdem dazu, den Arbeitsablauf für die Sanierungsarbeiten im Einzelnen zu planen und detaillierte Arbeitsanweisungen zu entwickeln.

Leinfelden-Echterdingen, 31. Juli 2014

Dipl.-Geol. Dr. K. Kleinert

Dr. Klaus Kleinert
Von der Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie
Öffentl. best. u. vereid. Sachverständiger

Dipl.-Geol. P. Branscheid

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
Wasserwirtschaftsamt
Postfach 16 40
71006 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

05.08.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im östlichen Stadtgebiet von Böblingen

Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis gemäß § 43 des Wassergesetzes für Baden-Württemberg für die Ausführung von vier flachen Erkundungsbohrungen mit Ausbau zu Grundwassermessstellen

Anlagen: 1 Ausschnitt aus der topografischen Karte, M. 1:10000
(je 2-fach) 2.1 + 2.2 Lagepläne, M. 1: 1000

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Bereich der Bodenhebungen im östlichen Stadtgebiet von Böblingen liegen bisher keine detaillierten Kenntnisse zum Schichtaufbau des Untergrundes vor (Schichtlagerung, Tiefenlage des Gips- und Anhydritspiegels, Grundwasserspiegel, tiefere Grundwasserstockwerke usw.).

Die beiden betroffenen Gebiete sind im Norden der Bereich Altinger Straße, Siemensstraße und Umgebung (Gebiet Nord) und im Süden ein Bereich, der vom Friedhof über den Heinrich-Heine-Weg und Hans-Thoma-Weg bis zum Gansseeweg reicht (Gebiet Süd). Nach der Verteilung der bisher bekannten Schäden besitzen beide Gebiete eine relativ große Erstreckung in West-Ost-Richtung; in Nord-Süd-Richtung sind sie dagegen eher schwach.

Als Ursache für die Hebungsschäden sind in Analogie zu vergleichbaren Fällen (Staufen, Rudersberg) Erdwärmesonden mit unvollständiger Hinterfüllung anzusehen. Dadurch gelangt Wasser an die Anhydrit führenden Schichten des Gipskeupers, so dass die Umwandlung von Anhydrit in Gips und die damit einhergehende Volumenzunahme ausgelöst wurden, welche zu den festgestellten Hebungen führten.

Die Problematik und die Maßnahmen zur Sanierung der defekten bzw. hydraulisch auffälligen Erdwärmesonden wurden in mehreren Besprechungen beim Landratsamt Böblingen erörtert. Darin wurde ein Bohrprogramm zur Erkundung des Untergrundes vereinbart.

Um die Ursache der Hebungsschäden näher zu verifizieren, den Untergrund im Detail zu erkunden, Erkenntnisse für die geplante Sanierung der Erdwärmesonden zu gewinnen und mögliche Änderungen des Grundwasserspiegels nach erfolgreicher Sanierung feststellen zu können, ist vorgesehen, mehrere Erkundungsbohrungen mit Ausbau zu Grundwassermessstellen niederzubringen.

In einem ersten Erkundungsschritt sollen vier Kernbohrungen (∅ ca. 146 mm - 178 mm) mit Bohrtiefen von ca. 35 m bis 45 m in den Hebungsgebieten bzw. im Bereich der betroffenen Erdwärmesonden niedergebracht werden. Die Bohrungen sollen zu Grundwassermessstellen im Gipskeuper ausgebaut werden (zur Erfassung des freien Grundwassers oberhalb des Gipsspiegels; Ausbaudurchmesser 5“ = 125 mm; dazu: Aufbohren des Bohrlochs auf 273 mm bzw. 300 mm). Die jeweilige Tiefe ergibt sich in Abhängigkeit vom angetroffenen Schichtaufbau im Zuge unserer Bohrüberwachung und Schichtaufnahme; dabei soll 3 m bis maximal 10 m unterhalb des Gipsspiegels im Gipskeuper gebohrt werden (Nachweis mit mineralogischen Untersuchungen; der Anhydritspiegel ist nach unserer Kenntnis erst in größerer Tiefe zu erwarten). Die geo-technische Betreuung der Bohrarbeiten erfolgt durch unser Büro.

Die zunächst vorgesehenen Standorte für diese Bohrungen liegen im öffentlichen Straßenraum der folgenden Straßen (vorbehaltlich der Zustimmung der Stadt Böblingen; vgl. Anlagen 1, 2.1 und 2.2):

- Gebiet Nord: GWM 1 – Siemensstraße = Flst. 1797 oder Weg Flst. 1787
- Gebiet Süd: GWM 2 – Heinrich-Heine-Weg = Flst. 1368
  GWM 3 – Achalmstraße = Flst. 1336 oder Herdweg
  GWM 4 – Gansseeweg oder Weg Flst. 765/23

Der natürliche Untergrund besteht zuoberst aus Hanglehm (Ton, kiesig, steinig) sowie aus den Schichten der Unteren Bunten Mergel (km3u) und des Schilfsandsteins (km2), die je nach Standort in unterschiedlicher Restmächtigkeit vorliegen. Diese Schichten sind in Oberflächennähe verwittert (Ton/Tonstein, Sand/Sandstein) und an der Oberfläche von künstlichen Auffüllungen überdeckt (Straßenaufbau).

Darunter setzt die Schichtfolge des Gipskeupers (km1 = Ton/Tonstein, Dolomit und Sulfatgestein) mit einer Schichtdicke von ca. 95 m – 110 m ein. Innerhalb dieser Schichtfolge ist besonders im Bereich vom Mittleren Gipshorizont bis zu den Grundgipsschichten mit Sulfatgestein (Gips und Anhydrit) zu rechnen. Der Gipsspiegel ist nach bisheriger Kenntnis im Tiefenbereich zwischen ca. 15 m und 30 m zu erwarten. Der Anhydritspiegel liegt meist etwa 20 m bis 30 m unterhalb des Gipsspiegels. Mit den hier beschriebenen Kernbohrungen und Grundwassermessstellen soll die lokale Stratigrafie möglichst exakt ermittelt werden, um die Schichtlagerung

des Untergrundes bestimmen zu können. Dies dient zur Beurteilung, bis in welche Schichten die bestehenden, unterschiedlich tiefen Erdwärmesonden hinabreichen. Deshalb ist es erforderlich, eine ausreichende Bohrstrecke im Gipskeuper zu erzielen, um die erbohrten Schichten eindeutig zuordnen zu können (insbesondere, wenn die überlagernden Schichtglieder bzw. die Grenze Schilfsandstein/Gipskeuper nicht eindeutig fassbar sind). Es ist deshalb zunächst eine Bohrstrecke von ca. 3 m bis maximal 10 m in den gipsführenden Bereich des Gipskeupers geplant. Die Prüfung, ob im erschlossenen Tiefenbereich neben Gips eventuell auch Reste von Anhydrit erschlossen wurden, erfolgt mittels mineralogischer Untersuchungen durch das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg.

Der Ausbau der Bohrungen zu Grundwassermessstellen soll im ausgelaugten Bereich der Grundgipsschichten oberhalb des Gipsspiegels erfolgen, um das hier zu erwartende, ungespannte, oberflächennahe Grundwasser zu erfassen (Oberes Grundwasserstockwerk).

Unterhalb der Gipskeuperschichten folgen der ca. 18 m bis 21 m mächtige Lettenkeuper (ku = Wechselfolge aus Tonstein, Mergelstein und Dolomit) und die Schichtfolge des Oberen Muschelkalks (mo = Kalkstein/Dolomit). Innerhalb des Lettenkeupers und des Oberen Muschelkalks ist mit gespanntem Grundwasser mit jeweils unterschiedlicher Druckhöhe zu rechnen. Die hier beschriebenen Kernbohrungen werden die Anhydrit führenden Bereiche des Gipskeupers und die unterlagernden Schichten aber nicht erreichen.

Die ausführende Bohrunternehmung steht noch nicht fest; sie wird in Abstimmung mit Ihrem Haus und dem LGRB Baden-Württemberg im Zuge einer Ausschreibung ermittelt. Die Vergabe der Arbeiten wird auf der Grundlage der Ausschreibungsergebnisse ebenfalls durch Ihr Haus erfolgen.

Die zunächst vorgeschlagenen Bohrpunkte sind in den beiliegenden Lageplänen Anlagen 2.1 und 2.2 eingetragen. Ihre endgültige Lage wird unter Berücksichtigung der Platz- und Zufahrtsverhältnisse sowie der vorhandenen Grundleitungen und der verkehrlichen Belange in Abstimmung mit der Stadt Böblingen, Ihrem Haus und dem LGRB Baden-Württemberg vor Beginn der Bohrarbeiten festgelegt. Die Untersuchungspunkte werden nach Abschluss der Bohrarbeiten von einem Vermessungsingenieur nach Lage und Höhe eingemessen.

Da die Bohrungen in Grundwasser führende Schichten reichen, sind sie in wasserrechtlicher Hinsicht erlaubnispflichtig. Wir stellen deshalb hiermit im Namen und Auftrag des Landkreises Böblingen (Bauherr und Auftraggeber der Bohrungen) den Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis nach § 43 Wassergesetz Baden-Württemberg für die Ausführung der oben beschriebenen Bohrungen und ihren Ausbau als Grundwassermessstellen.

Wir bitten Sie, die wasserrechtliche Entscheidung in Ihrem Hause abzustimmen und uns eine Mehrfertigung Ihres Bescheides zukommen zu lassen.

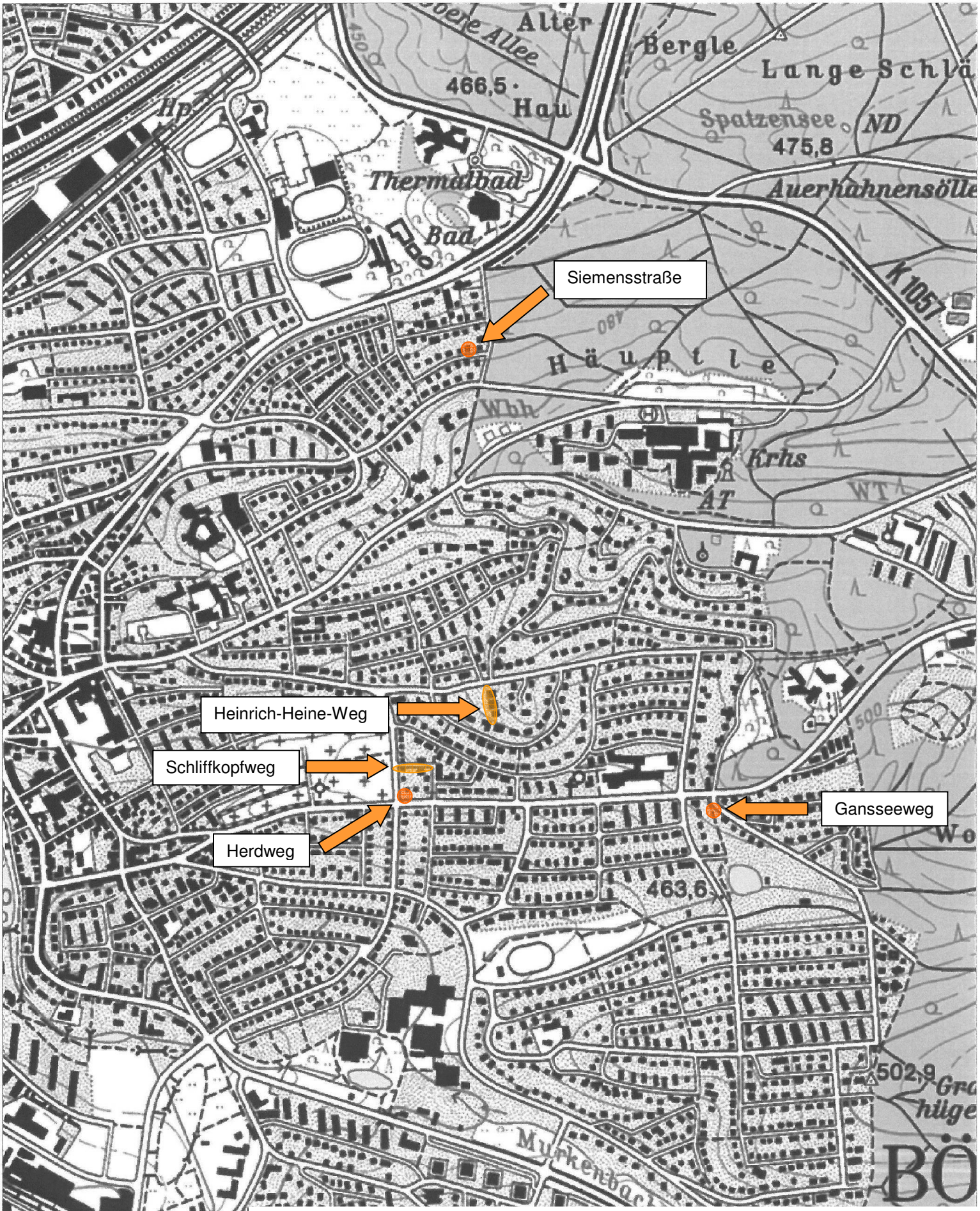
In einer zweiten Bohrkampagne sind zwei weitere, tiefere Kernbohrungen und Grundwassermessstellen geplant, mit denen der Anhydrit führende Bereich der Gipskeuperschichten und die unterlagernden Schichten erkundet werden sollen. Für diese Bohrungen werden wir einen gesonderten Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis erarbeiten und einreichen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

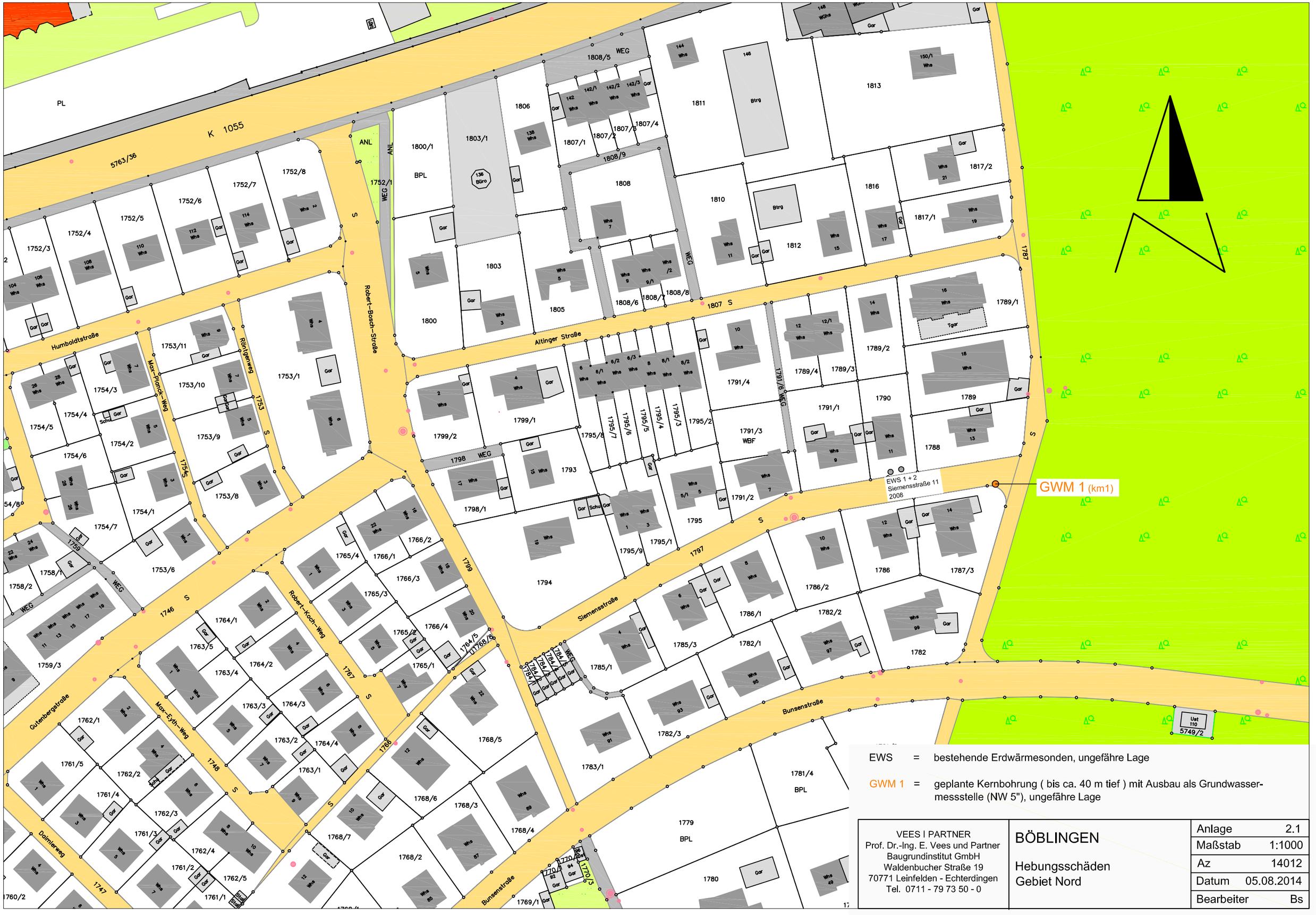
Dipl.-Geol. Dr. K. Kleinert

Dipl.-Geol. P. Branscheid



VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Waldenbucher Straße 19 70771 Leinfelden-Echterdingen	BÖBLINGEN Hebungsschäden	Anlage 1 Az 14012 Datum 05.08.2014 Maßstab 1:10000 Bearbeiter Bs

Top. Karte 1:25000 Baden-Württemberg (2012), Maßstab 1:10000
© Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2007



EWS = bestehende Erdwärmesonden, ungefähre Lage

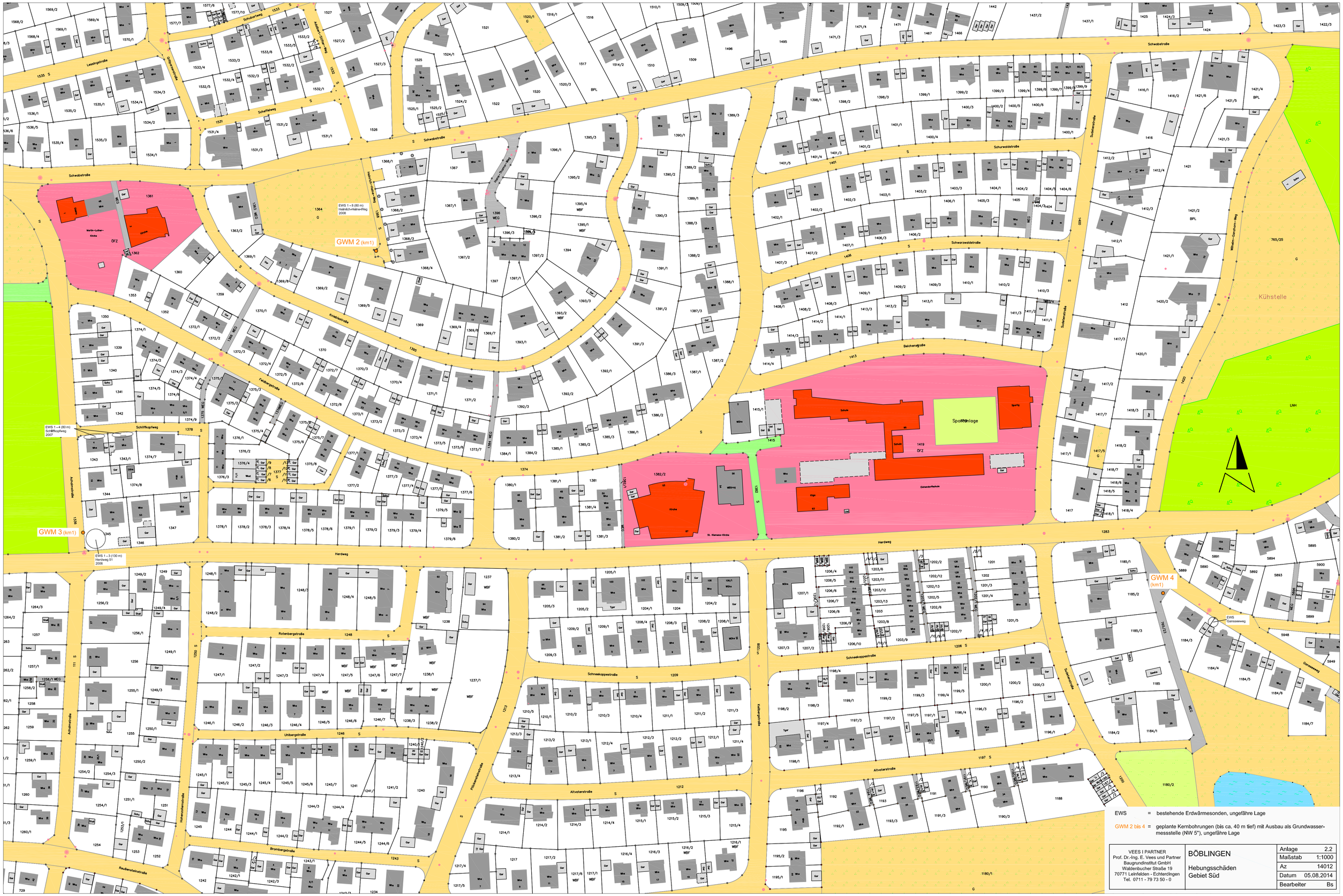
GWM 1 = geplante Kernbohrung (bis ca. 40 m tief) mit Ausbau als Grundwasser-messstelle (NW 5"), ungefähre Lage

VEES I PARTNER
Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH
Waldenbucher Straße 19
70771 Leinfelden - Echterdingen
Tel. 0711 - 79 73 50 - 0

BÖBLINGEN

Hebungsschäden
Gebiet Nord

Anlage	2.1
Maßstab	1:1000
Az	14012
Datum	05.08.2014
Bearbeiter	Bs



EWS = bestehende Erdwärmesonden, ungefähre Lage

GWM 2 bis 4 = geplante Kernbohrungen (bis ca. 40 m tief) mit Ausbau als Grundwassermessstelle (NW 5"), ungefähre Lage

VEES I PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Waldenbucher Straße 19 70771 Leinfelden - Echterdingen Tel. 0711 - 79 73 50 - 0	BÖBLINGEN Hebungsschäden Gebiet Süd	Anlage	2.2
		Maßstab	1:1000
		Az	14012
		Datum	05.08.2014
		Bearbeiter	Bs

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH
Postfach 20 03 39 · 70752 Leinfelden-Echterdingen

Landratsamt Böblingen
Wasserwirtschaftsamt
Postfach 16 40
71006 Böblingen

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

06.08.2014
Az 14 012

Hebungsschäden im östlichen Stadtgebiet von Böblingen

Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis gemäß § 43 des Wassergesetzes für Baden-Württemberg für die Ausführung von zwei tiefen Erkundungsbohrung mit Ausbau zu Grundwassermessstellen

Anlagen:	1	Ausschnitt aus der topografischen Karte, M. 1:10000
(je 2-fach)	2.1 + 2.2	Lagepläne, M. 1: 1000
	3	Vorläufiges Ausbauschema

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Bereich der Bodenhebungen im östlichen Stadtgebiet von Böblingen liegen bisher keine detaillierten Kenntnisse zum Schichtaufbau des Untergrundes vor (Schichtlagerung, Tiefenlage des Gips- und Anhydritspiegels, Grundwasserspiegel, tiefere Grundwasserstockwerke usw.).

Die beiden betroffenen Gebiete sind im Norden der Bereich Altinger Straße, Siemensstraße und Umgebung (Gebiet Nord) und im Süden ein Bereich, der vom Friedhof über den Heinrich-Heine-Weg und Hans-Thoma-Weg bis zum Gansseeweg reicht (Gebiet Süd). Nach der Verteilung der bisher bekannten Schäden besitzen beide Gebiete eine relativ große Erstreckung in West-Ost-Richtung; in Nord-Süd-Richtung sind sie dagegen eher schmal.

Als Ursache für die Hebungsschäden sind in Analogie zu vergleichbaren Fällen (Staufen, Rudersberg) Erdwärmesonden mit unvollständiger Hinterfüllung anzusehen. Dadurch gelangt Wasser an die Anhydrit führenden Schichten des Gipskeupers, so dass die Umwandlung von Anhydrit in Gips und die damit einhergehende Volumenzunahme ausgelöst wurden, welche zu den festgestellten Hebungen führten.

Die Problematik und die Maßnahmen zur Sanierung der defekten bzw. hydraulisch auffälligen Erdwärmesonden wurden in mehreren Besprechungen beim Landratsamt Böblingen erörtert. Darin wurde ein Bohrprogramm zur Erkundung des Untergrundes vereinbart.

Um die Ursache der Hebungsschäden näher zu verifizieren, den Untergrund im Detail zu erkunden, Erkenntnisse für die geplante Sanierung der Erdwärmesonden zu gewinnen und mögliche Änderungen des Grundwasserspiegels nach erfolgreicher Sanierung feststellen zu können, ist vorgesehen, zwei Erkundungsbohrungen etwa bis zur Endtiefe der schadhaften Erdwärmesonden mit bis zu 130 m Tiefe abzuteufen und als Grundwassermessstellen im Lettenkeuper auszubauen. In einem ersten Erkundungsschritt sollen im Vorfeld außerdem vier Kernbohrungen mit Bohrtiefen von ca. 35 m bis 45 m niedergebracht und zu Grundwassermessstellen im Gipskeuper ausgebaut werden. Die Ausführung dieser Bohrungen wurde bereits mit Schreiben vom 05.08.2014 beantragt.

In einem zweiten Erkundungsschritt sollen die genannten zwei Kernbohrungen mit Bohrtiefen von ca. 130 m bis maximal ca. 150 m (je nach Ansatzhöhe) in den Hebungsgebieten bzw. im Bereich der betroffenen Erdwärmesonden niedergebracht werden. Die Bohrlöcher werden von der Geländeoberfläche teleskopiert hergestellt, die einzelnen Tiefenbereiche werden jeweils mit (mindestens) zwei verlorenen, dicht einzementierten Sperrverrohrungen gesichert (vgl. Ausbauschema in Anlage 3):

1. (oberes) Sperrrohr: Im Bereich des verwitterten und ausgelaugten Gebirges und des gipsführenden Bereiches der Gipskeuperschichten bis zum Niveau des Anhydritspiegels (bisher geschätzt ca. 80 m unter Gelände).

2. (unteres) Sperrrohr: Bis unter den unteren Anhydritspiegel und unter die Grenze Gipskeuper / Lettenkeuper (bisher geschätzt ca. 116 m unter Gelände).

Zusätzlich ist im oberen Teil des Bohrloches im nicht standsicheren, verwitterten Gebirge eine temporäre Standverrohrung des Bohrloches geplant (∅ ca. 700 mm; Tiefe bisher geschätzt 20 m).

Die Bohrung wird zunächst jeweils bis zur Unterkante der geplanten Stand-/Sperrverrohrung (ca. 20 m, ca. 80 m und ca. 116 m) als Kernbohrung niedergebracht (Rammkernbohrung ∅ 178 mm bzw. Rotationskernbohrung ∅ 146 mm). Anschließend wird der jeweilige Abschnitt mit den in Anlage 3 vorgegebenen Durchmessern (mind. 700 mm, 584 mm, 444 mm und 273 mm) aufgebohrt (oben Schappe/Greifer, darunter Spülbohrverfahren). Das jeweilige Stahl-Sperrrohr (bzw. zunächst das temporäre Standrohr in nachbrüchigem Gebirge) wird in eine Tondichtung gesetzt und hinterzementiert. Nach ausreichendem Aushärten der Zementation hinter dem jeweiligen Sperrrohr wird der nächste Kernbohrabschnitt niedergebracht bevor das nächste Sperrrohr gleichermaßen eingebaut wird. Ab ca. 116 m unter Gelände wird im Bereich des Lettenkeupers kein Sperrrohr mehr eingebaut; hier soll die Bohrung nach dem Aufweiten auf ∅ 273 mm als Grundwassermessstelle im Lettenkeuper (NW 5" = 125 mm) ausgebaut werden. Die Grenze zwischen Lettenkeuper und überlagerndem Gipskeuper ist mit einer ausreichend

mächtigen Tondichtung abzudichten. Bei den Bohrarbeiten (Kernbohrungen, Spülbohrarbeiten zur Aufweitung des Bohrloches) im Anhydrit führenden Gebirge wird mit inhibierter Spülung gearbeitet, um die Umwandlung Anhydrit – Gips soweit wie möglich zu unterbinden.

In den Bohrlöchern sind zur stratigraphischen Zuordnung γ-logs geplant (jeweils in den Kernbohrstrecken vor Aufweitung und Einbau der Sperrrohre). Zur Erfassung der Grundwassersituation sind neben den regelmäßigen Wasserstandsbeobachtungen Packertests und Zwischenpumpversuche vorgesehen. Die mineralogischen Untersuchungen im Hinblick auf die Verteilung von Gips und Anhydrit im erbohrten Profil und die chemische Analytik von Grundwasserproben werden vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg ausgeführt.

Die Bohrungen sind so herzustellen, dass durch sie keine zusätzliche Wasserwegigkeiten im Untergrund geschaffen werden. Die genaue Tiefe der Sperrrohre kann erst nach Auswertung der bis dahin vorliegenden Bohrergebnisse festgelegt werden (Kernbohrstrecken, Beobachtungen zum Grundwasser). Die Sperrrohre verbleiben dauerhaft im Untergrund. Zur Zementation und Abdichtung der Sperrrohre wird wegen der stark sulfathaltigen Gesteine und Wässer nur hochsulfatbeständiger Zement verwendet werden. Von dem ausgeschriebenen Ausbauprogramm kann je nach Bohrergebnis erheblich abgewichen werden. Der sichere und dichte Ausbau hat absolute Priorität.

Die geotechnische Betreuung der Bohrarbeiten erfolgt durch unser Büro.

Die zunächst vorgesehenen Standorte für diese Bohrungen liegen im öffentlichen Straßenraum der folgenden Straßen (vorbehaltlich der Zustimmung der Stadt Böblingen; vgl. Anlagen 1, 2.1 und 2.2):

- Gebiet Nord: GWM 1 – Siemensstraße = Flst. 1797 oder Weg Flst. 1787
- Gebiet Süd: GWM 2 – Heinrich-Heine-Weg = Flst. 1368
  (Alternativ: GWM 2 – Achalmstraße = Flst. 1336 oder Herdweg)

Der natürliche Untergrund besteht zuoberst aus Hanglehm (Ton, kiesig, steinig) sowie aus den Schichten der Unteren Bunten Mergel (km3u) und des Schilfsandsteins (km2), die je nach Standort in unterschiedlicher Restmächtigkeit vorliegen. Diese Schichten sind in Oberflächennähe verwittert (Ton/Tonstein, Sand/Sandstein) und an der Oberfläche von künstlichen Auffüllungen überdeckt (Straßenaufbau).

Darunter setzt die Schichtfolge des Gipskeupers (km1 = Ton/Tonstein, Dolomit und Sulfatgestein) mit einer Schichtdicke von ca. 95 m – 110 m ein. Innerhalb dieser Schichtfolge ist besonders im Bereich vom Mittleren Gipshorizont bis zu den Grundgipsschichten mit Sulfatgestein (Gips und Anhydrit) zu rechnen. Der Gipsspiegel ist nach bisheriger Kenntnis im Tiefenbereich zwischen ca. 15 m und 30 m zu erwarten. Der Anhydritspiegel liegt meist etwa 20 m bis 30 m unterhalb des Gipsspiegels. Mit den hier beschriebenen Kernbohrungen soll die lokale Stratigrafie möglichst exakt ermittelt werden, um die Schichtlagerung des Untergrundes bestimmen

zu können. Die Bestimmung des Gips-/Anhydritspiegels erfolgt mittels mineralogischer Untersuchungen durch das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg.
Unterhalb der Gipskeuperschichten folgen der ca. 18 m bis 21 m mächtige Lettenkeuper (ku = Wechselfolge aus Tonstein, Mergelstein und Dolomit) und die Schichtfolge des Oberen Muschelkalks (mo = Kalkstein/Dolomit). Innerhalb des Lettenkeupers und des Oberen Muschelkalks ist mit gespanntem Grundwasser mit jeweils unterschiedlicher Druckhöhe zu rechnen.

Die Bohrungen sollen bis zur Grenze Lettenkeuper / Oberer Muschelkalk geführt werden, um beurteilen zu können, bis in welche Schichten die bestehenden, unterschiedlich tiefen Erdwärmesonden hinabreichen und um ein vollständiges geologisches Profil mit stratigraphischer Zuordnung zu erhalten. Der Ausbau der Bohrungen zu Grundwassermessstellen soll im Lettenkeuper erfolgen, um das hier zu erwartende, gespannte Grundwasser zu erfassen (Unteres Grundwasserstockwerk). Der Übergang zum oberen Muschelkalk wird mit einer Tonabdichtung verschlossen.

Die ausführende Bohrunternehmung steht noch nicht fest; sie wird in Abstimmung mit Ihrem Haus und dem LGRB Baden-Württemberg im Zuge einer Ausschreibung ermittelt. Die Vergabe der Arbeiten wird auf der Grundlage der Ausschreibungsergebnisse ebenfalls durch Ihr Haus erfolgen.

Die zunächst vorgeschlagenen Bohrpunkte sind in den beiliegenden Lageplänen Anlagen 2.1 und 2.2 eingetragen. Ihre endgültige Lage wird unter Berücksichtigung der Platz- und Zufahrtsverhältnisse sowie der vorhandenen Grundleitungen und der verkehrlichen Belange in Abstimmung mit der Stadt Böblingen, Ihrem Haus und dem LGRB Baden-Württemberg vor Beginn der Bohrarbeiten festgelegt. Die Untersuchungspunkte werden nach Abschluss der Bohrarbeiten von einem Vermessungsingenieur nach Lage und Höhe eingemessen.

Da die Bohrungen in Grundwasser führende Schichten reichen, sind sie in wasserrechtlicher Hinsicht erlaubnispflichtig. Wir stellen deshalb hiermit im Namen und Auftrag des Landkreises Böblingen (Bauherr und Auftraggeber der Bohrungen) den Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis nach § 43 Wassergesetz Baden-Württemberg für die Ausführung der oben beschriebenen Bohrungen und ihren Ausbau als Grundwassermessstellen.

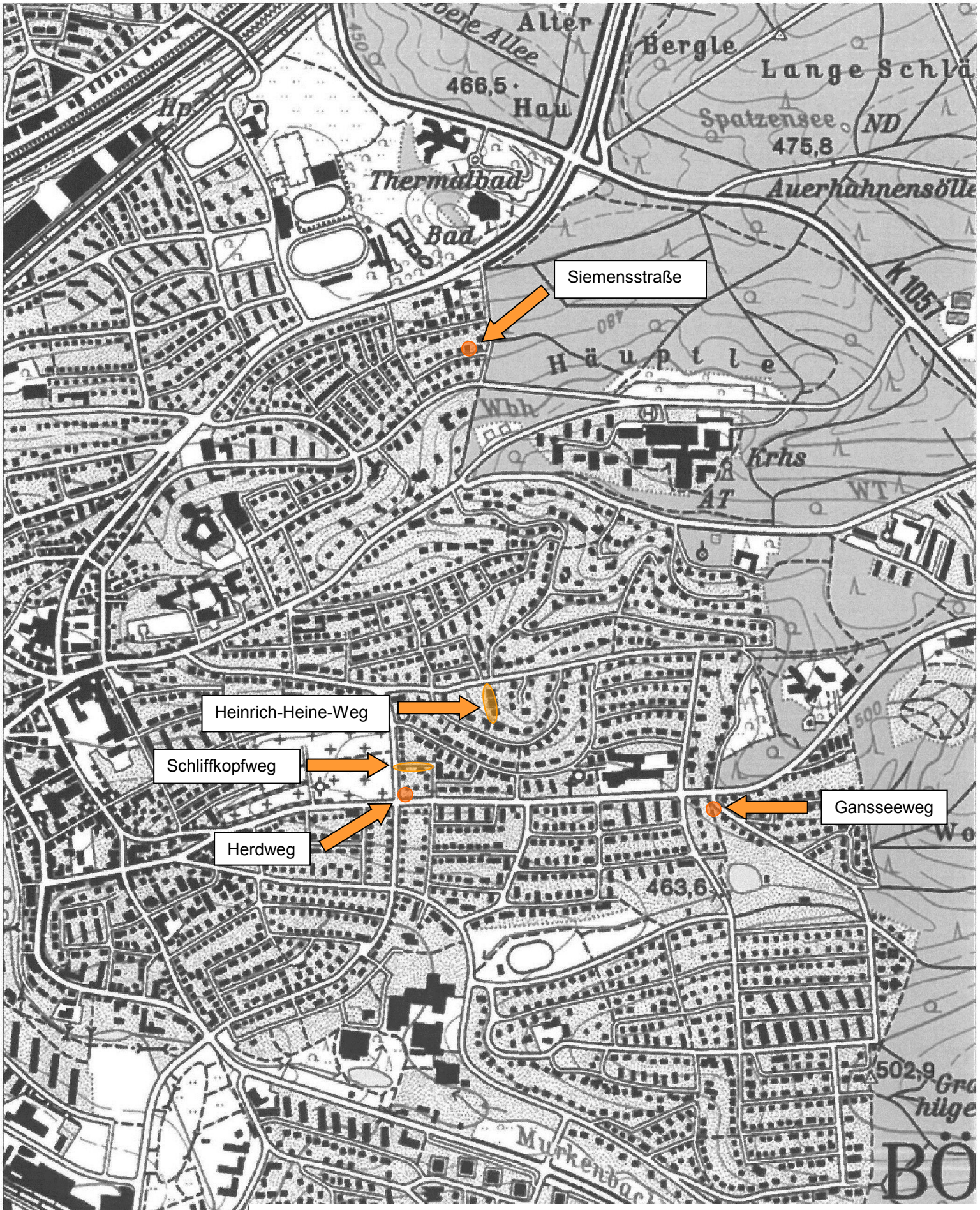
Wir bitten Sie, die wasserrechtliche Entscheidung in Ihrem Hause abzustimmen und uns eine Mehrfertigung Ihres Bescheides zukommen zu lassen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Dipl.-Geol. Dr. K. Kleinert

Dipl.-Geol. P. Branscheid



VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Waldenbucher Straße 19 70771 Leinfelden-Echterdingen	BÖBLINGEN Hebungsschäden	Anlage 1 Az 14012 Datum 06.08.2014 Maßstab 1:10000 Bearbeiter Bs

Top. Karte 1:25000 Baden-Württemberg (2012), Maßstab 1:10000
© Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2007

EWS = bestehende Erdwärmesonden (ungefähre Lage)

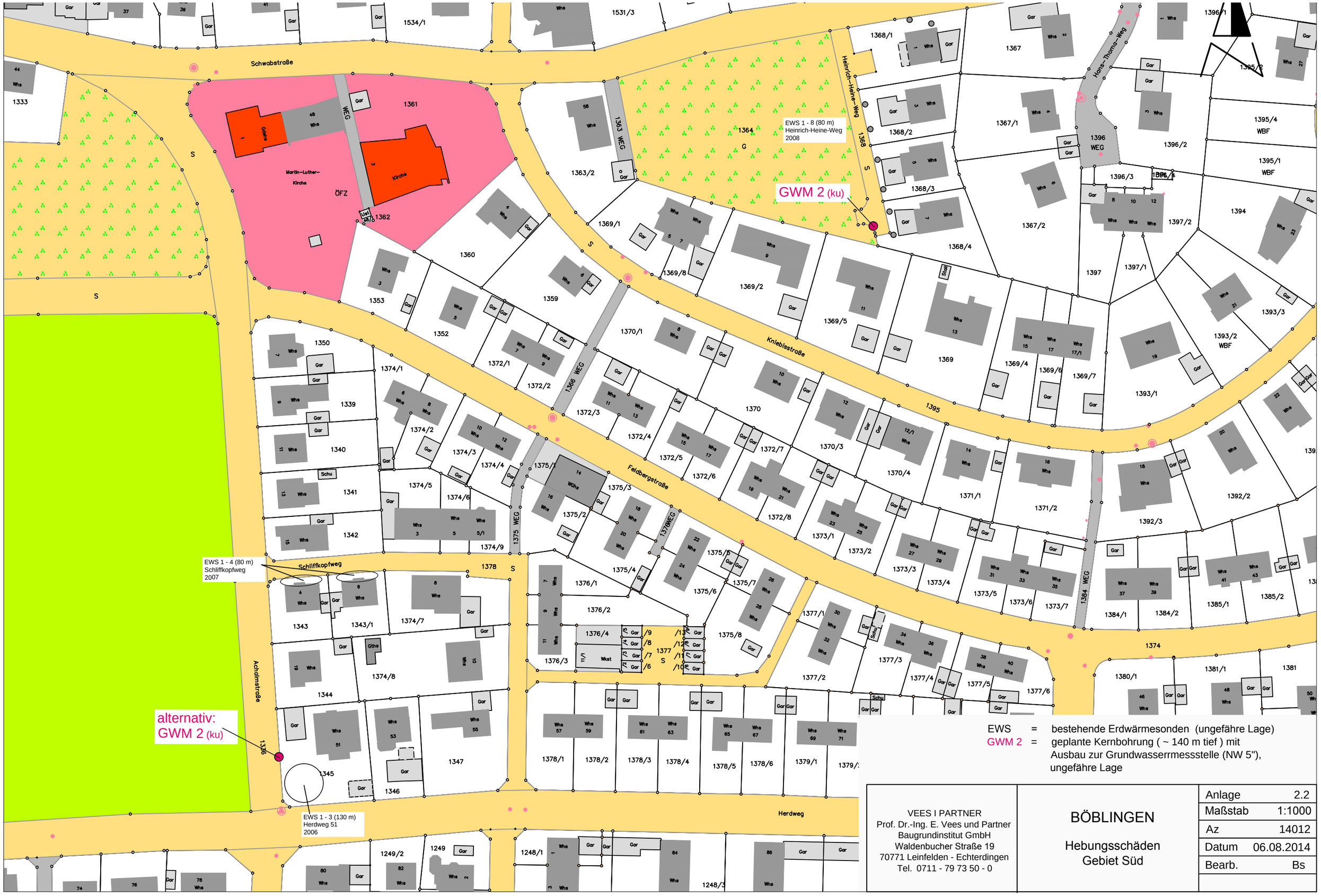
GWM 1 = geplante Kernbohrung (~ 140 m tief) mit Ausbau zur Grundwasserrmessstelle (NW 5"), ungefähre Lage

VEES I PARTNER
Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH
Waldenbucher Straße 19
70771 Leinfelden - Echterdingen
Tel. 0711 - 79 73 50 - 0

BÖBLINGEN

Hebungsschäden Gebiet Nord

Anlage	2.1
Maßstab	1:1000
Az	14012
Datum	06.08.2014
Bearb.	Bs



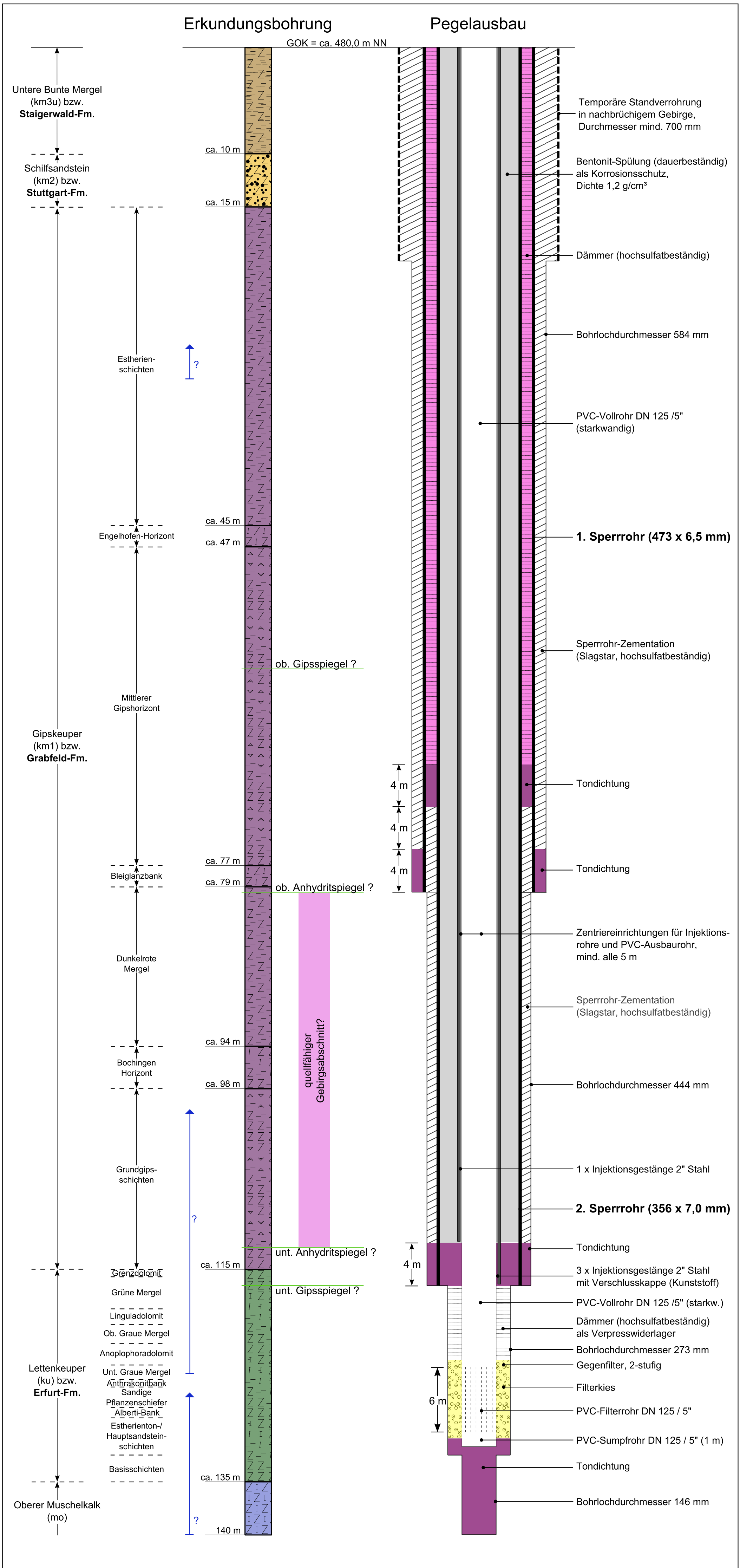
EWS = bestehende Erdwärmesonden (ungefähre Lage)
GWM 2 = geplante Kernbohrung (~ 140 m tief) mit Ausbau zur Grundwasserrmessstelle (NW 5"), ungefähre Lage

VEES I PARTNER
Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH
Waldenbucher Straße 19
70771 Leinfelden - Echterdingen
Tel. 0711 - 79 73 50 - 0

BÖBLINGEN

Hebungsschäden
Gebiet Süd

Anlage	2.2
Maßstab	1:1000
Az	14012
Datum	06.08.2014
Bearb.	Bs



VEES | PARTNER
Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH
Waldenbucher Straße 19
70771 Leinfelden-Echterdingen

Böblingen
Hebungsschäden
Ausbauschema

Az	14 012
Anlage	3
MdH.	1:250
Datum	06.08.2014
Bearbeiter	Bs

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

Sudetenstraße 5
D-71083 Herrenberg
Telefon 07032/957144
Fax 07032/957145
Mobil 0171/5662630
avoutta@avoutta.de
www.avoutta.de

Bericht zu den

Temperaturprofil-Messungen

Kurz-Thermal-Response-Tests

Dichte-Anomalie-Messungen

in Erdwärmesonden auf dem Grundstück

Siemensstraße 11

73635 Böblingen

Auftraggeber: Bohrgesellschaft Gungl mbH

Verfasser: Dr. Heike Voelker, André Voutta

Datum: 13.01.2014

INHALTSVERZEICHNIS

1 Veranlassung 1
2 Standort 2
2.1 Geologie 3
2.2 Hydrogeologie 6
2.3 Erdwärmesonden am Standort 6
3 Methodik 7
3.1 Temperatursensoren 7
3.2 Betriebs- Erholungs- und Ruhe-Temperaturprofilmessungen 7
3.3 Kurz-Thermal-Response Test (K-TRT) 8
3.4 Gamma-Gamma-Dichte-Anomalie-Messung 10
4 Messergebnisse und Interpretation 12
4.1 Betriebs- und Erholungstemperaturprofile 12
4.1.1 EWS 1 12
4.1.2 EWS 2 15
4.1.3 Vergleich EWS 1 und EWS 2 19
4.2 K-TRT 28
4.2.1 K-TRT in EWS 1 28
4.2.2 K-TRT in EWS 2 29
4.2.3 Messergebnisse zu den K-TRTs 29
4.3 Gamma-Gamma-Dichte-Anomalie-Messung 34
5 Vorläufiges Zwischenergebnis 35

Verwendete Unterlagen

Präsentation des Landratamtes Untere Wasserbehörde am 25.10.2013 Jochen Weinbrecht

Geologische Karte 1:25.000 mit Erläuterungen zu Blatt 7320 Böblingen: Geologisches Landesamt Baden-Württemberg Landesvermessungsamt Baden-Württember Stuttgart 1986

1 Veranlassung

Im Nordosten der Stad Böblingen im Wohngebiet Altinger Straße sind am 29.09.2008 bzw. 01.10.2008 zwei 130 m tiefe Erdwärmesonden zur Beheizung des Gebäudes Siemensstraße 11 niedergebracht worden.

Seit 2011 und vermehrt in den Jahren 2012/13 wurden von Anwohnern in den angrenzenden Straßenzügen Gebäudeschäden in Form von Rissen und/oder Setzungen dem Landratsamt Böblingen gemeldet.

Die Auswertung der Laserscanbefliegungen zwischen 2002 bis 2013 zur Vermessungen des Geländeniveaus erbrachte, dass großflächige Geländehebungen von bis zu 35 cm eingetreten sind:

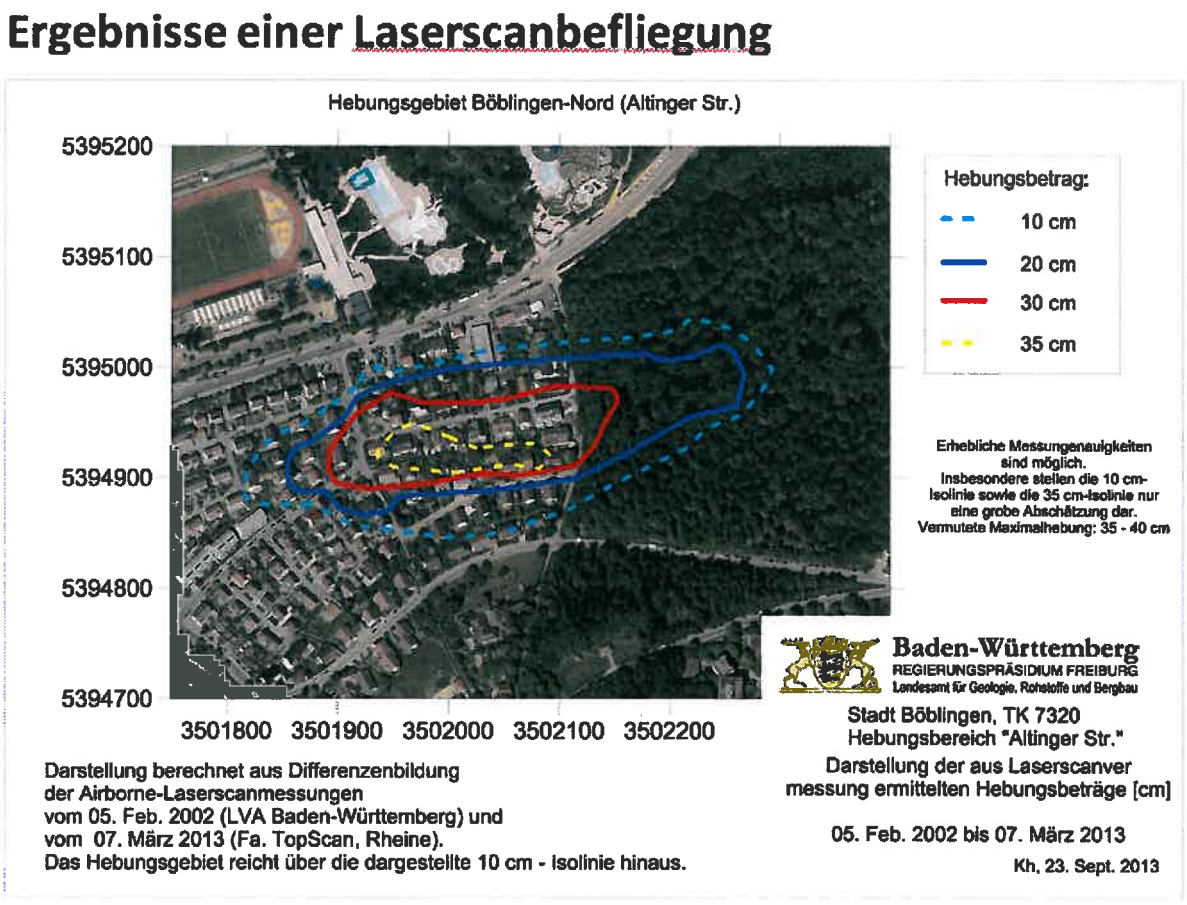


Abbildung 1: Räumliche Ausdehnung der Geländehebungen im Wohngebiet Altinger Straße (Quelle LRA Böblingen)

Im Dezember 2013 wurde André Voutta Grundwasserhydraulik von der Bohrfirma Gungl beauftragt, Ruhe-Temperaturprofile und Kurz-Thermal-Response-Tests (K-TRT) sowie Dichte-Anomalie-Messungen in den zwei Erdwärmesonden auf dem Grundstück Siemensstraße 11 durchzuführen. Die Befunde dieses Untersuchungsprogramm sollen zur Klärung beitragen, ob die Erdwärmesonden in einem ursächlichen Zusammenhang mit den festgestellten Geländehebungen stehen.

Das Untersuchungsprogramm wurde in enger Absprache mit dem Landratsamt Böblingen Untere Wasserbehörde zusammengestellt.

Die Messarbeiten wurden im Zeitraum vom 10.12.2013 – 02.01.2014 ausgeführt.

Die Beschreibung der geophysikalischen Messungen sowie die Darstellung und Bewertung der Versuchsergebnisse sind Gegenstand dieser Dokumentation.

2 Standort

Das Wohngebiet Altinger Straße / Siemensstraße liegt am nordöstlichen Ortsrand von Böblingen (vgl. Abbildung 2).

Abbildung 2: Ausschnitt aus der topographischen Karte M 1:25.000 des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg mit Markierung des Wohngebiete Altinger Straße / Siemensstraße in Böblingen

- Ort: Böblingen, Siemensstraße 11
- Flurstück Nr.: 1790
- Rechtswert 3502072
- Hochwert: 5394914
- mittlere Geländehöhe ca. 476 m NN

Die Abbildung 3 zeigt das Grundstück Siemensstraße 11 im Wohngebiet Altinger Straße mit der Lage der errichteten Erdwärmesonden in einem Ausschnitt von Google Maps.

Abbildung 3: Blick auf das Wohngebiet Altinger Straße/Siemensstraße mit Lage der hier errichteten Erdwärmesonden (Quelle: Google Maps)

2.1 Geologie

Auf der geologischen Karte des Blattes 7320 Böblingen treten am Standort Siemensstraße 11 die Unteren Bunten Mergel (km3u) zutage. Nach den Erläuterungen zum geologischen Blatt Böblingen bestehen die zwischen 14 bis 16 m mächtigen Unteren Bunten Mergeln aus undeutlich geschichteten, ziegelrot bis rotbraun oder braunviolettrot gefärbten und z.T. dolomitischen Tonsteinen mit einzelnen tonigen Dolomitsteinbänkchen.

Darunter folgen die zwischen 95 und 100 m mächtigen Lagen des Gipskeupers (km1). Diese bestehen aus wechselnden Schichten von zum Teil dolomitischen Tonstein- und Sulfatgesteinslagen.

Grundwasser ist über dem „Gipsspiegel" an der Grenze zum unausgelaugten Gips/Anhydrit führendem Gestein in den Lagen des Gipskeupers zu erwarten.

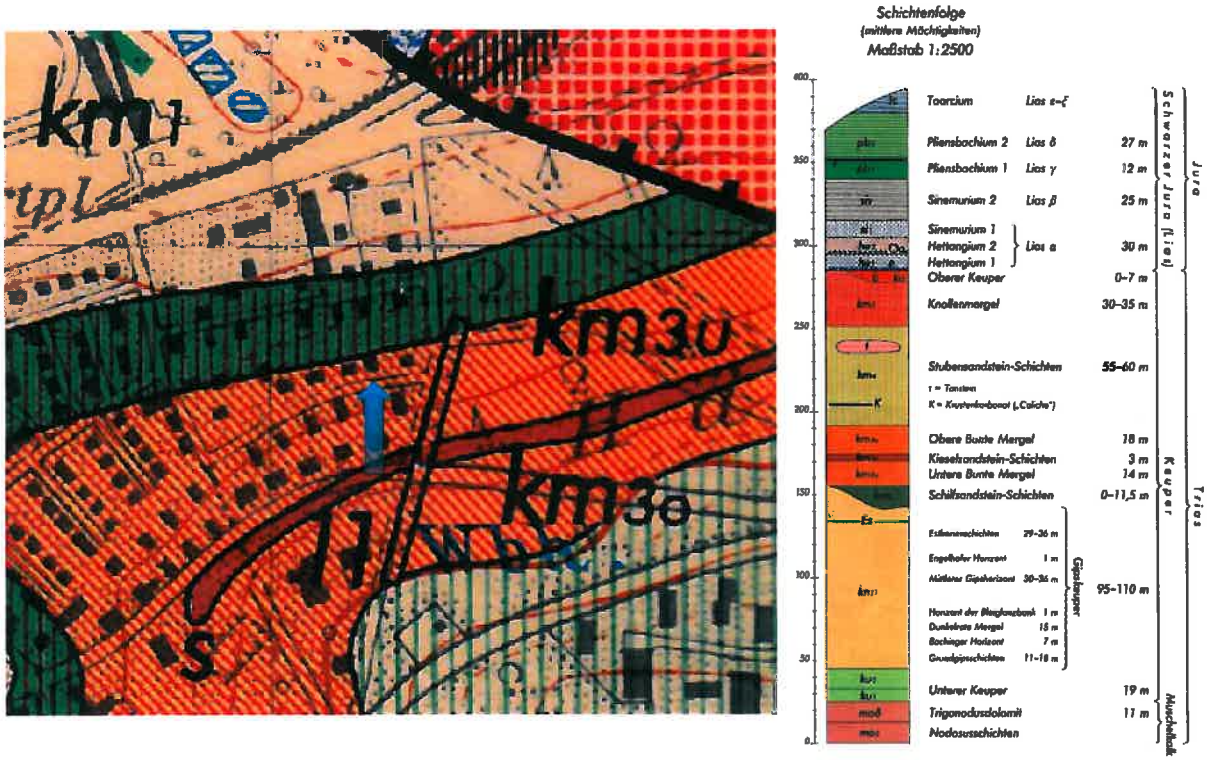


Abbildung 4: Ausschnitte aus der geologischen Karte Blatt 7320 Böblingen

Nach dem Schichtenverzeichnis der Bohrgesellschaft Gungl GmbH, aufgenommen durch Dipl. Geologe Eric Mögle am 13.10.2008 an Hand des Bohrkleins, stehen unter 15 m mächtigen Tonmergel- bzw. Tonsteinen der Unteren Bunten Mergel (km3u) bis zur Endteufe in 130 m u. GOK Tonmergel- und Tonsteine des Gipskeupers (km1) an. Unterhalb 49 m u. GOK enthalten die Tonsteine immer wieder weißliche Einlagerungen, die als Gips angesprochen werden. Eine feinere Differenzierung der Gesteinsfolge des durchteuften Gipskeuper liegt nicht vor.

In beiden Bohrungen wird bei 33 m u. GOK der Grundwasserruhezustand gemessen.

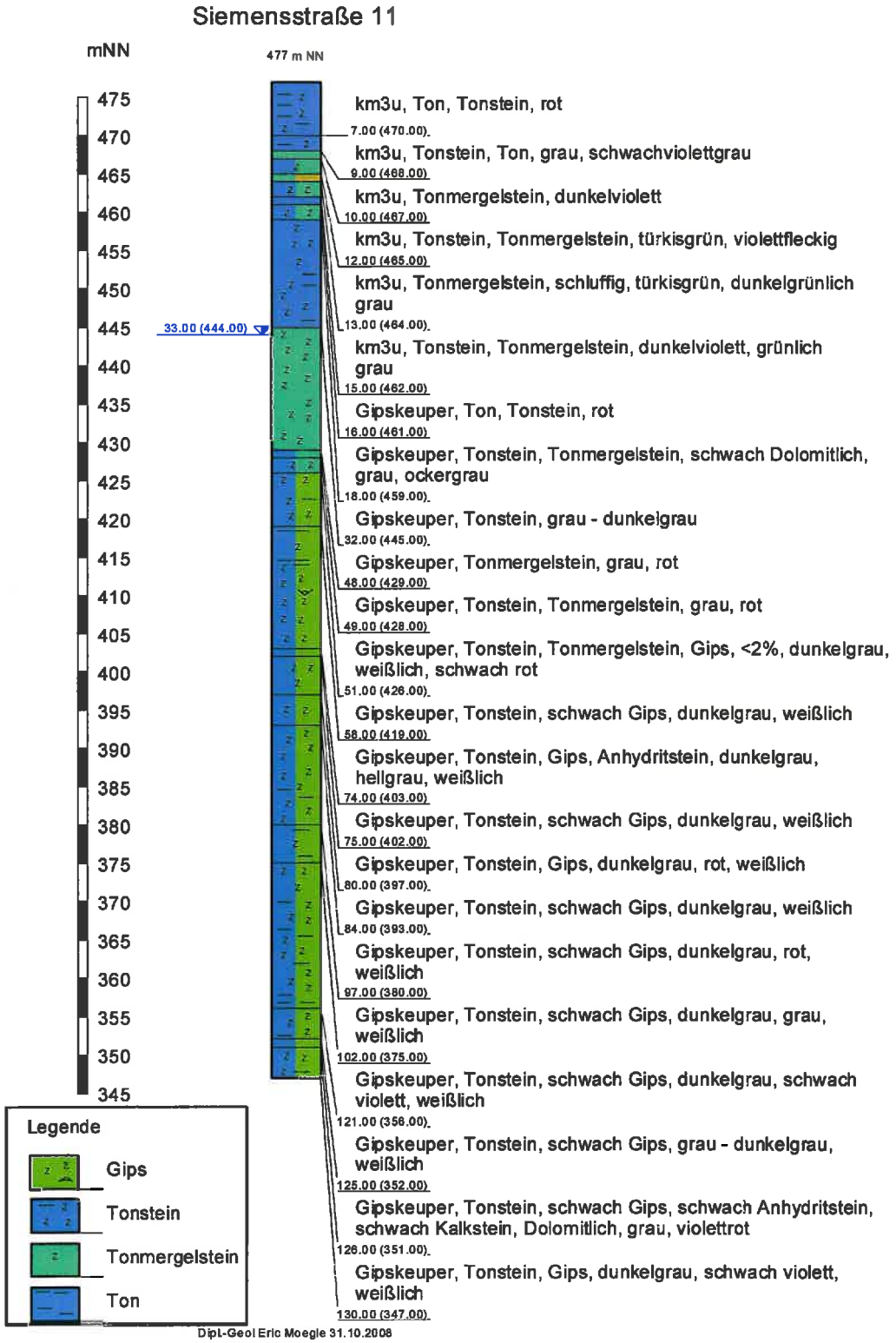


Abbildung 5: Geologische Aufnahme des Bohrkleins der Erdwärmesondenbohrungen Siemensstraße 11 durch Dipl. Geologe Eric Mögle am 13.10.2008

2.2 Hydrogeologie

Die Tonsteine der Unteren Bunten Mergel und des Gipskeupers sind in der Regel nahezu undurchlässig oder nur sehr gering wasserführend. Dichtes, undurchlässiges Gestein bilden auch die sulfatgesteinshaltigen Bereiche. Grundwasser und eine nennenswerte Durchlässigkeit tritt über dem Gipsspiegel an der Grenze zum unausgelaugtem Gips/Anhydrit führendem Gestein auf.[1]

Nach dieser Beschreibung ist es naheliegend, dass das bei 33 m u. GOK am Standort angetroffene Grundwasser dem Bereich der Auslaugungszone über dem Gipsspiegel zuzuordnen ist.

2.3 Erdwärmesonden am Standort

Unmittelbar an die Straße angrenzend sind am 29.09. bis 01.10.2008 an der südlichen Grundstücksgrenze zwei 130 m tiefe Bohrungen im Abstand von 6 m niedergebracht worden. Die darin errichteten Erdwärmesonden weisen eine Endteufe von ca. 125 m auf. Nach den Unterlagen der Firma Gungl wurde der Ringraum der Erdwärmesonden mit einem Volumen von jeweils 1.969,12 l mit 2.402,32 l (EWS 1) und 2.422,01 l (EWS 2) sulfatbeständiger Zement-Bentonit Suspension verpresst.

[1] H.-U. Kobler: Erläuterungen zu Blatt 7320 Böblingen, Geologische Karte 1:25.000 von Baden-Württemberg – Kapitel 5. Hydrogeologie

3 Methodik

3.1 Temperatursensoren

Im Rahmen von Vorarbeiten wurden zunächst alle vier Sondenrohre einer EWS nummeriert und anschließend die Befahrbarkeit der Sondenrohre überprüft. Dazu wurde in einem ersten Schritt die Standard-Temperaturmesssonde mit 12 cm Länge und 15 mm Durchmesser eingesetzt. Die Versuche zeigten, dass die Befahrbarkeit aller vier Sondenrohre in der EWS 1 in 47,11 m u. ASP endet. In der EWS 2 blockiert in 34,2 m u. ASP eine Engstelle die weitere Passage in allen vier Sondenrohren.

Auf der Basis dieser Erkenntnis einer eingeschränkten Zugänglichkeit wurde für die folgenden Temperaturprofilmessungen eine individuell angefertigte Temperaturmesssonde mit einer Länge von 8 cm und einem Durchmesser von nur 7 mm verwendet. Der Temperaturfühler selbst weist einen Durchmesser von 3 mm auf. Seine Messauflösung beträgt 0,002°K.

3.2 Betriebs- Erholungs- und Ruhe-Temperaturprofilmessungen

Die Messdaten der Temperatur-Profile werden in einem U-Rohrschenkel der Erdwärmesonden mit einem an einen Teufengeber gekoppelten Temperatursensor ermittelt und elektronisch aufgezeichnet. Bei einer Messfrequenz von 1 Messung pro Sekunde und einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von ca. 6 m/Minute wird pro 10 cm 1 Messwert ermittelt.

Ein Ruhe-Temperaturprofil gibt den stationären Zustand der Wärmeenergieverteilung im Untergrund wieder: bestehende Temperaturunterschiede gleichen sich nach Möglichkeit entsprechend der Wärmeleitfähigkeit des Gesteins aus, in dem aus Zonen mit höherer Wärmeenergie diese in Zonen mit geringerer Temperatur abfließt. Unter unbeeinflussten Bedingungen gibt es als vertikalen Wärmezufluss ausgehend von der Erdoberfläche die solare Oberflächenerwärmung und den Energieeintrag über das Sickerwasser. Aus den Tiefen steigt eine geringe terrestrische Wärmeenergie infolge chemischer und thermonuklearer Prozesse aus dem Erdinneren auf. Zonen mit horizontalem Wärmezu- oder abfluss entstehen über das Grundwasserfließen.

Diese Faktoren bestimmen den individuellen Verlauf des Ruhe-Temperaturprofiles zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort. Will heißen, das Ruhe-Temperaturprofil ist kein unveränderlicher „Fingerabdruck“ eines Standortes:

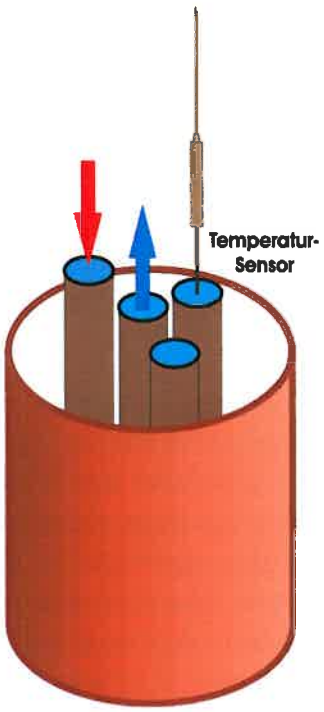
- Bis ca. 1,5 m gibt es einen Tagesgang durch den Wärmeaustausch mit der Atmosphäre
- Bis ca. 6 - 10 m u. GOK ist ein Jahresgang (Sommer/Winter) in den Untergrundtemperaturen zu erkennen. Die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen lassen mit zunehmender Tiefe nach.

- Ab 15 - 20/40 m u. GOK setzt die neutrale, isotherme Zone ein, in der die jahreszeitlichen Temperaturänderungen weniger als 1°K betragen. Hier bestimmt maßgeblich die thermische Leitfähigkeit des Gesteins die Temperatur im Untergrund.

Das Betriebs-Temperaturprofil gibt den instationären Zustand der Wärmeenergieverteilung – hier während des Wärmeenergieentzuges durch den Heizbetriebes - wieder. Abschnitte mit hoher Wärmeenergienachlieferung aus dem umgebenden Gebirge treten kontrastreich durch höhere Temperaturen gegen von Zonen mit vergleichsweiser geringer Wärmeenergienachlieferung hervor. Im konkreten Fall zeichnen sich Zonen mit exothermen Reaktionen im Untergrund kontrastreich gegen neutrale Zonen ab. Das gleiche gilt für Abschnitte mit Grundwasservorkommen - wenngleich in geringerer Intensität.

Erholungstemperaturprofile geben den instationären Zustand in der Regenerierungsphase nach dem Beenden des Wärmeentzuges wieder.

3.3 Kurz-Thermal-Response Test (K-TRT)



Mit dem K-TRT wird die Güte der Hinterfüllung einer Erdwärmesonde anhand ihrer thermischen Eigenschaften überprüft. Dabei wird diese Hinterfüllung mit hoher Energierate vorübergehend aufgeheizt. Multitemporale Temperaturprofilmessungen nach Abschluss der Energiezufuhr beobachten das thermische Verhalten der Hinterfüllung. Die Idee dabei ist, dass Inhomogenitäten in der Hinterfüllung, insbesondere Wasservorkommen wegen ihrer von der Hinterfüllungsmatrix stark abweichenden Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit abweichende thermische Reaktionen bei der Aufheiz- bzw. Abkühlungsphase verursachen.

Die Messung eines Temperaturprofiles á 125 m dauert ca. 19 Minuten. Das heißt, dass bei der Befahrung von oben nach unten die oberen Messwerte ca. 19 Minuten älter als die Messwerte zum Teufenende sind. Auf einem Messrechner werden die Daten tiefenbezogen visualisiert und aufgezeichnet.

Im ersten Schritt wird das Ruhetemperaturprofil aufgezeichnet. Dieses gibt die ursprüngliche Temperaturverteilung über die Tiefe wieder, die von den jeweiligen jahreszeitlichen Einflüssen, dem lokalen geothermischen Gradienten und gegebenenfalls von lokalen Grundwasservorkommen bzw. möglichen exothermen Reaktionen im Untergrund bestimmt wird. Da die Erdwärmesonden der gemessenen Anlage 22 bzw. 23 Tage vor dem K-TRT noch in Betrieb waren, spiegelt es auch die Nutzung wider.

Im zweiten Schritt wird ein Kurz-Thermal-Response-Test (K-TRT) durchgeführt:

> Dabei wird zunächst Wasser in einer der U-Rohrsonden mit maximaler Pumpenleistung umgewälzt, um eventuelle Lufteinschlüsse im Wasserkreislauf zu entfernen. Eine Heizung mit einer elektrischen Leistung zwischen 6 bis 9 kW erwärmt sodann Wasser, das in der nun entlüfteten U-Rohrsonde mit einer Durchflussrate von ca. 1 m³/h zirkuliert wird. Mit der anhaltenden Zufuhr von Wärmeenergie über die Zirkulation wird nach und nach die Hinterfüllung erwärmt. Während der Aufheizphase werden zwei Temperaturprofile in einem der Schenkel der zweiten U-Rohrsonde der Erdwärmesonde aufgezeichnet. Unmittelbar nach Abschluss der Aufheizphase werden zeitnah Temperaturprofile in der nun beginnenden Abkühlphase gemessen. Die Zahl der erforderlichen Temperaturprofile in der Abkühlphase hängt von deren Verlauf bzw. ihrem Näherungsprozess an das Ausgangstemperaturniveau ab.

Liegt eine vollständige Hinterfüllung vor, findet eine vergleichsweise einheitliche Aufwärmung statt. Lediglich die Lageveränderungen der Sonden-Rohre untereinander beeinflussen während der Aufheizphase und vor allem zu Beginn der Abkühlphase den Temperaturverlauf.

Bei Fehlstellen in der Hinterfüllung, fehlender Hinterfüllung, lokal erhöhten Wassergehalten, stehendem oder gar umfließendem Wasservorkommen sind Temperaturanomalien in den Temperatur-Logs, die in der zweiten U-Rohrsonde während und nach Abschluss der Aufheizphase gemessen werden, zu beobachten.

Speziell erhöhte Wassergehalte zeigen ein abweichendes Reaktionsmuster:

> Wegen der im Vergleich zur Hinterfüllungsmatrix ca. 4-fach höheren Wärmekapazität[2] von Wasser wird während der Aufheizphase vermehrt Wärmeenergie in der wasserhaltigen Matrix eingelagert, ohne dass sich die Temperatur im gleichen Maße wie in der intakten Hinterfüllung erhöht. Deutlich wird dieser Umstand an einer markanten negativen Temperaturanomalie im Verlauf der Aufheizphase. In der folgenden Abkühlphase wird aus der vermehrt mit Wärmeenergie angereicherten wasserhaltigen Matrix in Folge der gegenüber der Hinterfüllung ca. 4-fach geringeren Wärmeleitfähigkeit[3] von Wasser verzögert Wärmeenergie abgegeben. Während sich im Abschnitt mit Hinterfüllung die Temperaturen wieder vergleichsweise rasch abkühlen – geringeres Wärmeenergiereservoir wegen der geringeren Wärmekapazität und hohe Wärmeleitfähigkeit - wird in Abschnitten mit erhöhtem

---

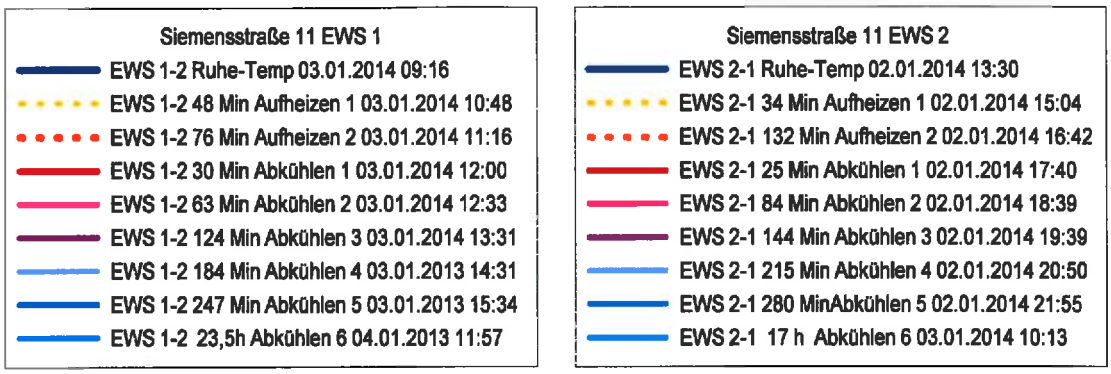
[2] Die Wärmekapazität gibt an, wie viel thermische Energie eine Materie pro Temperaturänderung speichern kann – Einheit Joule/Kelvin [J/K].

[3] Die Wärmeleitfähigkeit gibt an, wie viel thermische Energie mittels Wärmeleitung eine Materie in Form von Wärme zu transportieren vermag – Einheit W/(m • K)

Wassergehalt ausgehend von einem geringeren Temperaturniveau nur eine merklich verlangsamte Abkühlung zu beobachten sein.

In Passagen mit strömendem Wasser im Ringraum findet hingegen bei nur sehr schwach fließendem Wasser nur eine geringfügige, bei stärker fließendem Wasser quasi keine Erwärmung statt, da die zugeführte Wärmeenergie sofort von dem strömenden Wasser abgeführt wird.

Bei den K-TRT-Versuchen wurden in folgenden Abständen Temperaturprofile aufgezeichnet:

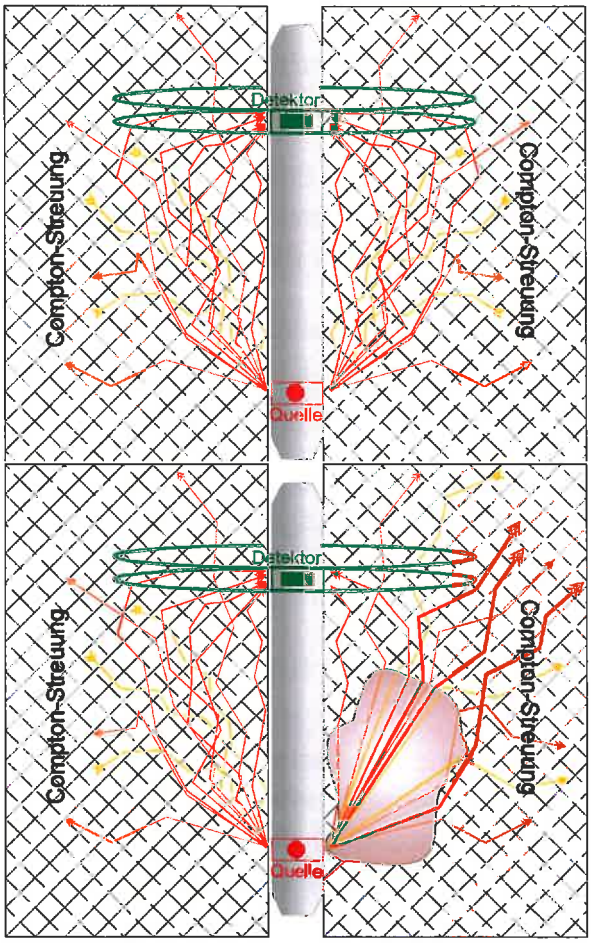


3.4 Gamma-Gamma-Dichte-Anomalie-Messung

Bei der Gamma-Gamma-Dichteanomalie-Messung handelt sich um ein 1947 eingeführtes aktives kerngeophysikalisches Rückstreuverfahren: Von einer Gamma-Strahlen-Quelle abgestrahlte Gamma-Photonen dringen in eine Materie, erfahren dort Wechselwirkungen mit dieser und werden dabei teilweise zurückgestreut. Die rückgestreuten Gamma-Photonen werden an einem Detektor gezählt.

Bei den hier zum Einsatz kommenden Gamma-Gamma-Dichte-Anomalie-Messungen geht es nicht darum – wie in der Bohrlochgeophysik -, die absolute Dichte in einer bestimmten Materie zu bestimmen. Vielmehr steht im Vordergrund, die Homogenität eines Baustoffes – der Ringraumzementation – nach dessen Einbau im Untergrund zu überprüfen. Ein Dichtehomogenitätsprofil wird über die Befahrung der in jeder Erdwärmesonde zur Verfügung stehenden PE-U-Rohre mit einer verkleinerten Gamma-Gamma-Dichte-Anomalie-Messsonde erstellt. Über die am Detektor registrierte Rückstreuung der von der Quelle ausgesandten Gamma-Photonen werden Dichteanomalien im Baustoff des Ringraumes aufgespürt.

Die Gamma-Gamma-Dichte-Anomalie-Sonde ist vor den Messungen geeicht worden, um die drei Standards: Lufterfüllter Ringraum (rote Markierung), wassererfüllter Ringraum (blaue Markierung) und intakte Zementation im Ringraum (grüne Markierung hohe Dichte, gelbe Markierung abgeschwächte Dichte) unterscheiden zu können. In der Praxis sind letztendlich die Signale der Gamma-Gamma-Messungen in cps (counts per second) das Ergebnis, das sich aus wechselnden Anteilen Zementmatrix oder anderer Ringraumfüllung, lufterfüllter Porenraum und/oder wassererfüllter Porenraum in der Matrix bzw. fehlender Matrix und damit luft- oder wassererfülltem Ringraum ergeben.



Eine detaillierte Darstellung zum Messverfahren ist in der Studie zu Gamma-Gamma-Dichte-Anomalie-Messungen im Ringraum von Erdwärmesonden im Technikums-Maßstab enthalten, die im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg bzw. der LUBW im April 2013 erstellt wurde. Diese kann auf der Seite www.avoutta.de eingesehen werden.

4 Messergebnisse und Interpretation

Die Erdwärme-Heizung von Gebäude Siemensstraße 11 wurde am 10.12.2013 abgeschaltet. Noch am gleichen Tag wurde die Befahrbarkeit der Sondenrohre überprüft.

Die untersuchten Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 liegen ca. 6 m auseinander. Auf Grund dieser räumlichen Nähe werden die Ergebnisse der geophysikalischen Messungen in EWS 1 und EWS 2 in einer Zusammenschau betrachtet.

Eine Höheneinmessung für die Erdwärmesonden liegt nicht vor. Für den Höhenvergleich unter den beiden Erdwärmesonden wurde daher als Ansatzpunkt (ASP) die Oberkante der Kugelhähne an den jeweiligen Erdwärmesondenrohren gewählt.

Die Erdwärmesonde EWS 1 liegt innerhalb einer Betoneinfassung nahe der Hofeinfahrt. Ihr Ansatzpunkt liegt ca. 40 - 60 cm tiefer als in der benachbarten EWS 2, die an der südöstlichen Grundstücksgrenze innerhalb einer Blumenrabatte platziert ist.

4.1 Betriebs- und Erholungstemperaturprofile

Am Tag der Außerbetriebnahme der Erdwärmesondenheizung am 10.12.2013 sollten Betriebstemperaturprofile aufgenommen werden. Gleichzeitig sollte damit die Befahrbarkeit der einzelnen Sondenröhren mit einer 12 cm langen Temperaturmesssonde mit einem Durchmesser von 15 mm überprüft werden. In der EWS 1 wurde in 45,3m u. ASP eine nicht überwindbare Engstelle in allen 4 Sondenrohren festgestellt. In der EWS 2 endet die Befahrbarkeit in 34,3 m u. ASP in allen 4 Sondenrohren. In der EWS 2 gelang es noch am selben Tag, mit einer verkleinerten Temperaturmesssonde ein Temperaturprofil bis 79 m u ASP aufzuzeichnen. Weitere Messungen waren wegen eines technischen Defektes nicht möglich. Erst am 18.12.20113 wurden mit einer weiter entwickelten Miniaturtemperaturmesssonde (Länge 8 cm, Durchmesser 7 mm) weitere Temperaturprofile, die den Prozess der Regenerierung der Untergrundtemperaturen nach Abschalten der Erdwärmeheizung aufzeigen, durchgeführt. Diese Messungen wurden am 23.12.2013 sowie am 02. bzw. 03.01.2014 wiederholt.

4.1.1 EWS 1

In der Abbildung 6 sind die Temperaturprofile in den Erdwärmesonden EWS 1 am 10.12.2013, 18.12.2013, 23.12.2013 und 02./03:01.2014 zusammengestellt.

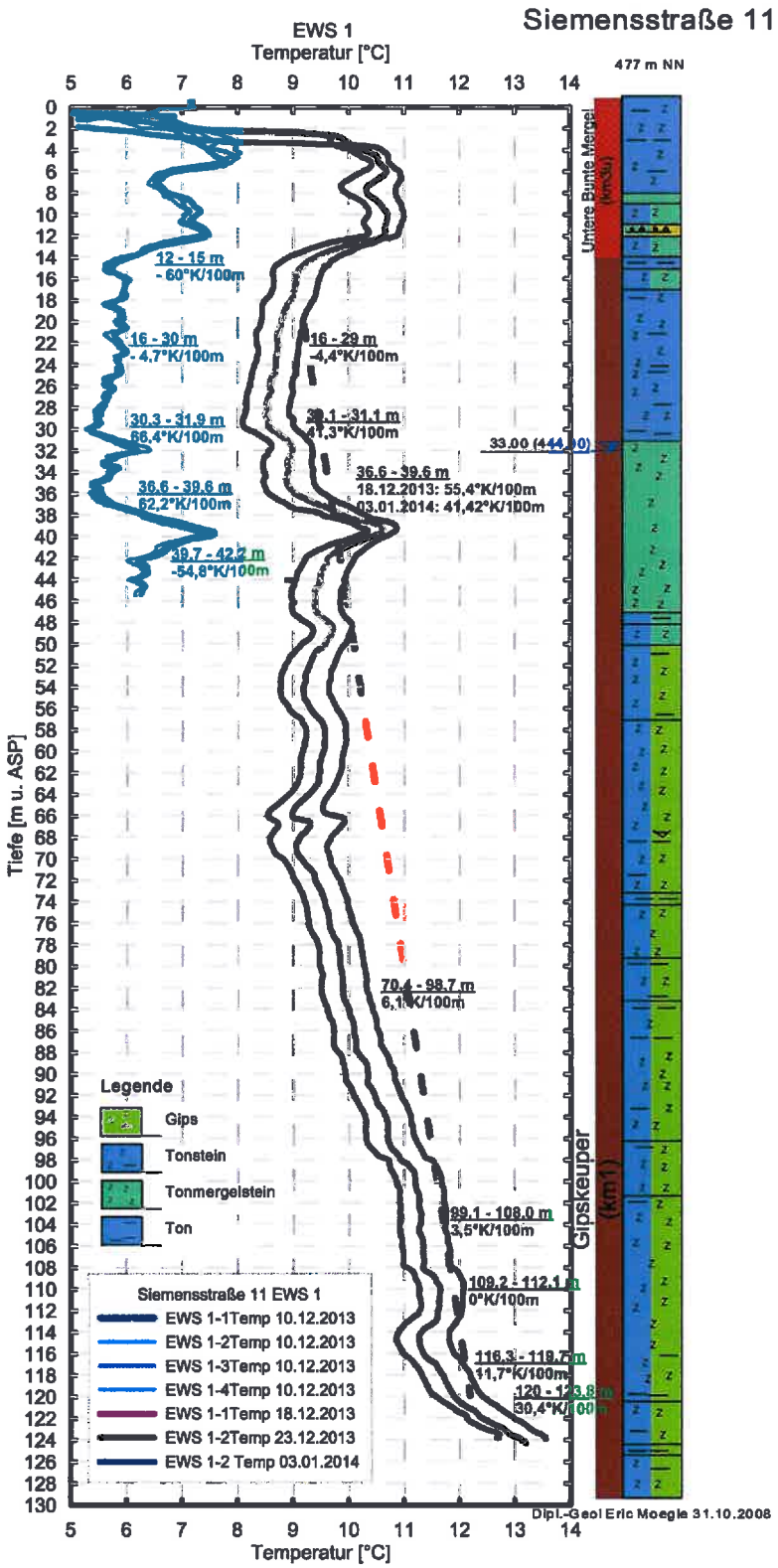


Abbildung 6: Betriebs- und Erholungstemperaturprofile in der EWS 1

Die Betriebstemperaturprofile, aufgenommen am 10.12.2013 in allen vier Sondenrohren, weisen unterhalb 6 m u. ASP auf vergleichbarem Temperaturniveau einen quasi identischen Temperaturverlauf auf.

Am 10.12.2013 beträgt in 12 m u. ASP die gemessene Temperatur in der EWS 1 7,4°K. Danach nehmen die Temperaturen bis 15 m u. ASP rasch auf 5,7°K ab. Das entspricht einem Gradienten von -60°K/100m. Nach einer leichten Temperaturerholung bis 16 m u. ASP um 0,34°K auf 6°C nehmen die Temperaturen bis 30 m u. ASP weitgehend stetig um 0,65°K auf 5,35°C ab (-4,7°K/100m). Das ist die Minimaltemperatur im Betriebstemperaturprofil. Zwischen 30 und 32 m u. ASP steigt die Temperatur rasch wieder um 1°K auf 6,35°C an (66,4°K/100m). Dieser kleinräumige Temperatursprung um 1°K liegt im Bereich des während der Bohrarbeiten 2008 angetroffenen Ruhegrundwasserspiegels.

Bis 36,6 m u. ASP nehmen die Temperaturen anfangs rasch, mit zunehmender Tiefe abgeschwächt wieder um 0.93°K auf 5,44°C ab. In 36,6 m u. ASP setzt eine rasche Temperaturzunahme um 2°K bis 39,7 m u. ASP ein, wo 7,5°C gemessen werden. Das entspricht einem Temperaturgradienten von 62,2°K/100m. Genauso rasch fällt bis 42,2 m u. ASP die Temperatur wieder um 1,3°K auf 6,2°C. (-54,8°K/100m)

Bis zum Ende der passierbaren Messstrecke in 45,3 m u. ASP stagnieren die Temperaturen bei 6,25°C.

Wegen der nicht passierbaren Engstelle bei 45,3 m u. ASP konnten die Messungen nicht fortgesetzt werden. Erst am 18.12.2013, das heißt 8 Tage später, gelingt es mit einer adaptierten verkleinerten Temperaturmesssonde ein weiteres Temperaturprofil - Erholungstemperaturprofil - bis zur Endteufe aufzunehmen.

In der Zeit vom 10.12 bis 18.12. haben die Temperaturen um 2,3 bis 3,3°K zugenommen. Die markantesten Temperaturzunahmen sind in 7 m u. ASP (3,37°K), in 12 m u. ASP (2,93°K) sowie in 40 m u. ASP (2,8°K) zu beobachten. Dabei weist der Temperaturverlauf bis 45 m u. ASP ein vergleichbares Muster auf, wenn auch der Verlauf selbst deutlich geglättet ist. 5 Tage später am 23.12.2013 ist das Temperaturniveau um weitere 0,35°K angestiegen. Bis zur Messung am 03.01.2014, das heißt 11 Tage später, verschiebt sich das Temperaturniveau nur noch um ca. 0,4 bis 0,5°K. Damit hat sich die Temperaturzunahme im Rahmen der Temperaturerholung deutlich verlangsamt.

Bei den weiteren 3 Temperaturprofilmessungen am 18.12. und 23.12.2013 sowie 03.01.2014 verlaufen die jeweiligen Temperaturkurven ähnlich. Bis 42 m u. ASP folgen sie dem Muster der Messungen am 10.12.2013 allerdings in weniger ausgeprägter Form und mit geglättetem Verlauf. Das Temperaturminimum stellt sich weiterhin bei 30 m u. ASP ein. So ist die markante Temperaturzunahme in 32 m u. ASP am 10.12.2013 mit einem Gradienten von 66,4°K/100m - dem einstigen Ruhewasserspiegel – bei den späteren Messungen merklich abgeschwächt. Mit zunehmender Erholungsphase verringert

sich der Gradient von 41°K/100m am 18.12. bis 17°K/100 m am 03.01.2014. Dafür tritt die Temperaturstagnation zwischen 31,8 und 35 m u. ASP immer deutlicher hervor.

Eine ähnliche Dynamik ist auch im Abschnitt der nächsten markanten Temperaturzunahme zu beobachten. Auch hier zwischen 36,6 und 39,6 m u. ASP nehmen die Temperaturen wieder merklich zu – allerdings erneut mit einem mit der Dauer der Erholungsphase schwächer werdenden Gradienten, der bei der letzten Messung am 03.01.2014 noch 41,4°K/100m beträgt.

Es folgt bis 70 m u. ASP ein Abschnitt mit über größere Distanzen von 4 bis 5 m leicht abnehmenden (0,6°K), stagnierenden und dann wieder langsam ansteigenden Temperaturen (0,4°K). Bei 48 und 66 m u. ASP werden dabei jeweils kleinräumige Temperaturzunahmen um bis zu 0,4°K innerhalb eines 1 m beobachtet.

Zwischen 70 und 98,7 m u. ASP setzt eine Zone mit einer kontinuierlichen Temperaturzunahme von 6,1°K/100 m ein. Nach einem Temperatursprung zwischen 97,7 und 97,9 m u. ASP von 0,2°K am 18.12.2013 bzw. noch 0,14°K am 03.01.2014 innerhalb 20 cm folgt wieder ein Abschnitt über 9 m mit einer kontinuierlichen Temperaturzunahme mit einem Gradienten von 3,5°K/100m bis 108 m u. ASP.

Nach einer kleinräumigen geringfügigen Temperaturabnahme zeichnet die Temperaturkurve einen konvexen Verlauf mit einem Plateau über 3 m zwischen 109 und 112 m u. ASP nach. Nachdem bei 113 m u. ASP wieder die Ausgangstemperatur in 107,9 m u. ASP erreicht wird, schwenkt die Kurve in einen konkaven Verlauf. Die Temperaturen erreichen bei 114,8 m u. ASP ihr lokales Minimum.

Unterhalb 116,3 m u. ASP bis 119,7 m u. ASP klettern die Temperaturen wieder kontinuierlich mit einem Gradienten von 11,7°K/100 m an. Zwischen 120 bis 123,8 m u. ASP versteilt sich der Gradient weiter bis 30,4°K/100m. Die Temperatur auf Endteufe in 124 m u. ASP beträgt am 18.12.2013 12,73°K, am 23.12.2013 13,19°K und am 03.01.2014 13,55°K.

4.1.2 EWS 2

In der Abbildung 7 sind die Temperaturprofile in den Erdwärmesonden EWS 2 am 10.12.2013, 18.12.2013, 23.12.2013 und 02./03:01.2014 zusammengestellt.

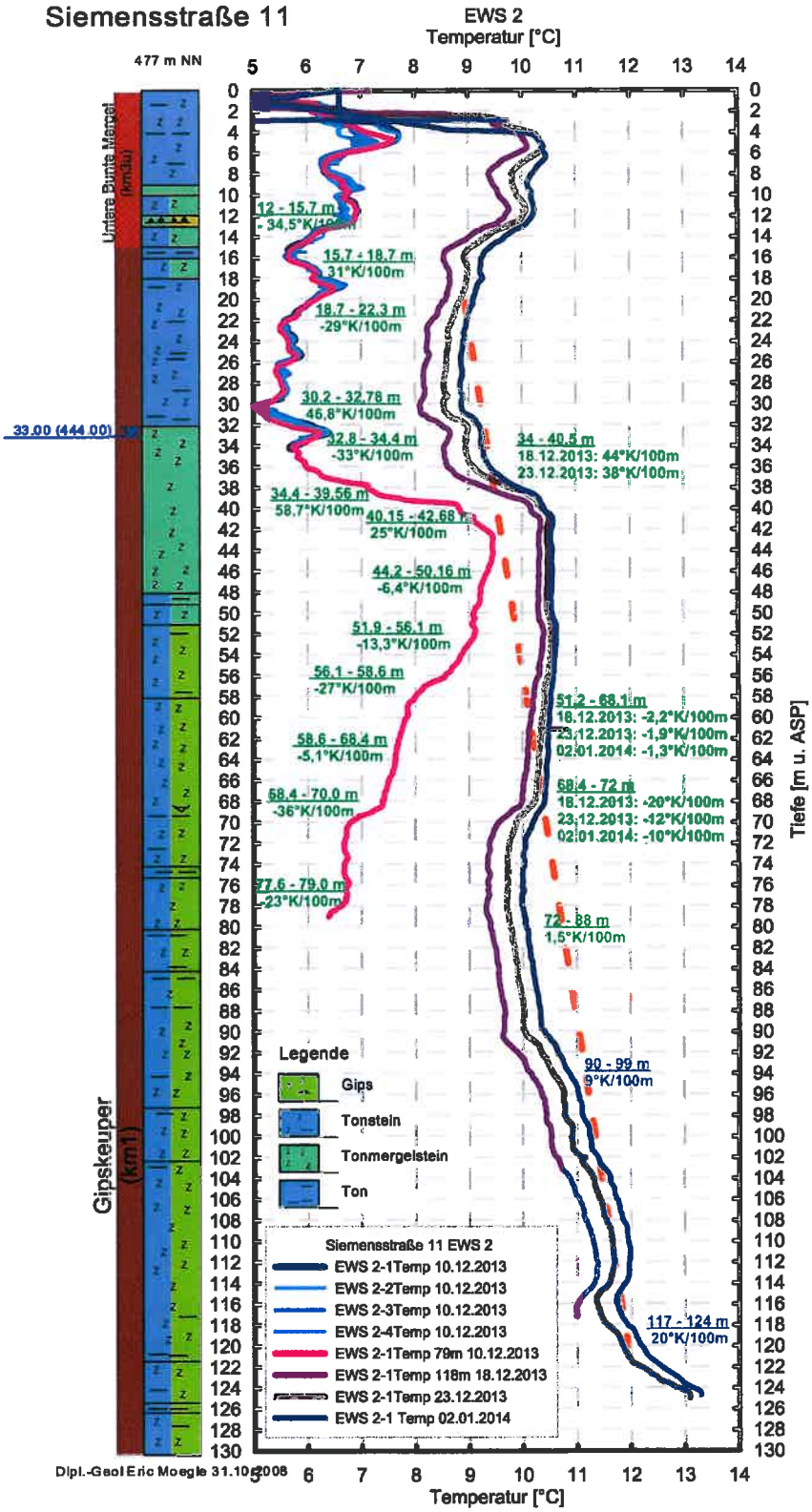


Abbildung 7: Betriebs- und Erholungstemperaturprofile in der EWS 2

Am Tag der Außerbetriebnahme der Erdwärmesondenheizung am 10.12.2013 wurde im Rahmen der Überprüfung der Befahrbarkeit der Sondenstränge in allen vier Sondenrohren ein Temperaturprofil bis 34,3 m u. ASP erstellt. Unterhalb dieser Marke war keines der Sondenrohre mit einer Messsonde mit 12 cm Länge und einem Durchmesser von 15 mm befahrbar.

Anschließend konnte ein weiteres Temperaturprofil bis 79 m u. ASP mit einem alternativen verkleinerten Temperatursensor aufgezeichnet werden. Ein technischer Defekt erlaubte keine weitere Temperaturmessung. Das heißt, für die EWS 2 liegt ein Betriebstemperaturprofil bis 79 m u. ASP für das Rohr 2-1 vor, die den instationären Zustand durch den Wärmeentzug der Erdwärmeheizung im Untergrund bis 79 m u. ASP widerspiegelt.

Die Betriebstemperaturkurven verlaufen unterhalb 6 m u. ASP weitgehend identisch. Nur zwischen 10 und 12,6 m u. ASP sind die Temperaturen in Rohr 2-1 um bis zu 0,22°K leicht angehoben.

In 12 m u. ASP beträgt die Temperatur 6,9°C. Zwischen 12 und 15,7 m u. ASP nimmt die Temperatur um 1,3°K von 6,9°C auf 5,6°C ab (Gradient -34,5°K/100m). In den folgenden 3 m klettert die Temperatur um 1°K wieder auf 6,6°C in 18,7 m u. ASP (Gradient 31°K /100m). Abrupt fällt unterhalb 18,7 m u. ASP bis 22,3 m u. ASP die Temperatur wieder auf 5,6°C ab (Gradient -29°K/100m). Anschließend zeigt der Temperaturverlauf eine abnehmende Tendenz bis die Minimaltemperatur von 5,06°C in 30,2 m u. ASP gemessen wird.

Ab 30,2 m u. ASP folgt wieder ein Abschnitt mit rascher Temperaturzunahme (Gradient 46,8°K/100m) über 2,6 m mit einem lokalen Maximum von 6,33°C in 32,8 m u. ASP. Die Lage dieses Temperaturpeaks entspricht dem bei den Bohrungen angetroffenen Ruhewasserspiegel von ca. 33 m u. GOK.

Innerhalb 1,5 Meter fällt die Temperatur wieder rasch um 0,5°K auf 5,76°C in 34,4 m u. ASP ab (Gradient -33°K/100m) um anschließend innerhalb 5,2 m bis 39,56 m u. ASP um 3°K auf 8,8°C zu klettern (Gradient 58,7°K/100m). Diese rasche Temperaturzunahme wird in 37,7 m u. ASP vorübergehend unterbrochen. Nach einer weiteren vorübergehenden Temperaturstagnation über 60 cm setzt sich die Temperaturzunahme mit einem Gradienten von 25°K/100m bis 42,52 m u. ASP fort. Das Temperaturmaximum beträgt 9,47°C. Es folgt ein Abschnitt mit stagnierenden Temperaturen bis 44,2 m u. ASP. Ab dieser Tiefe nehmen die Temperaturen wieder bis 70 m u. ASP stetig ab. Dabei ist zwischen 56,1 bis 58,6 m u. ASP (Gradient -27°K/100m) sowie zwischen 68,4 und 70 m u. ASP (Gradient -36°K/100m) jeweils eine merkliche Versteilung der Temperaturabnahme zu beobachten. Zwischen 70 und 77,6 m u. ASP stagnieren die Temperaturen vorübergehend wieder bevor sie bis zum Messende wieder merklich mit einem Gradienten von -23°K/100m bis schließlich 6,4°C abnehmen.

Weitere Temperaturprofilmessungen in der Erholungsphase erfolgen 8 Tage später am 18.12.2013, nach schließlich 13 Tagen am 23.12.2013 sowie am 02.03.2014, nachdem 23 Tage nach Abschalten der Erdwärme-Heizung vergangen sind.

Nach 8-tägiger Erholungsphase haben die Temperaturen bei 22 m u. ASP um 2,7°K zugenommen. Auf der Höhe der Minimaltemperatur in 30 m u. ASP sind die Temperaturen von vormals 5,06°C auf 8,1°C um 3°K angestiegen. Die Temperaturkurve verläuft bis 33 m u. ASP nun deutlich geglättet. Die lokalen Temperaturminima bei 15,7 und 30 m u. ASP bzw. Maxima bei 18,7 und 32,8 m u.ASP sind nur noch angedeutet.

Unterhalb 34 m u. ASP stellt sich weiterhin die markante Temperaturzunahme im Temperaturverlauf dar. Am 18.12.2013 beträgt der Gradient noch 44°K/100m. Am 23.12.2013 nimmt der Gradient weiter auf 38°K/100m ab. Das lokale Temperaturmaximum im Bereich von 40,5 m u. ASP stagniert ab dem 23.12.2013 bei 10,5°C. Die Temperatur steigt innerhalb der ersten 8 Tage bis zum 18.12.2013 um 1,35°K. Nach weiteren 5 Tagen beträgt der Temperaturzuwachs noch 0,17°K (23.12.2013). Bis zum 02.01.2013 bleibt zwischen 37,8 und 40,5 m u. ASP das Temperaturniveau unverändert, das heißt die Tempertaturkurven vom 23.12.2013 und 02.01.2014 kommen zur Deckung.

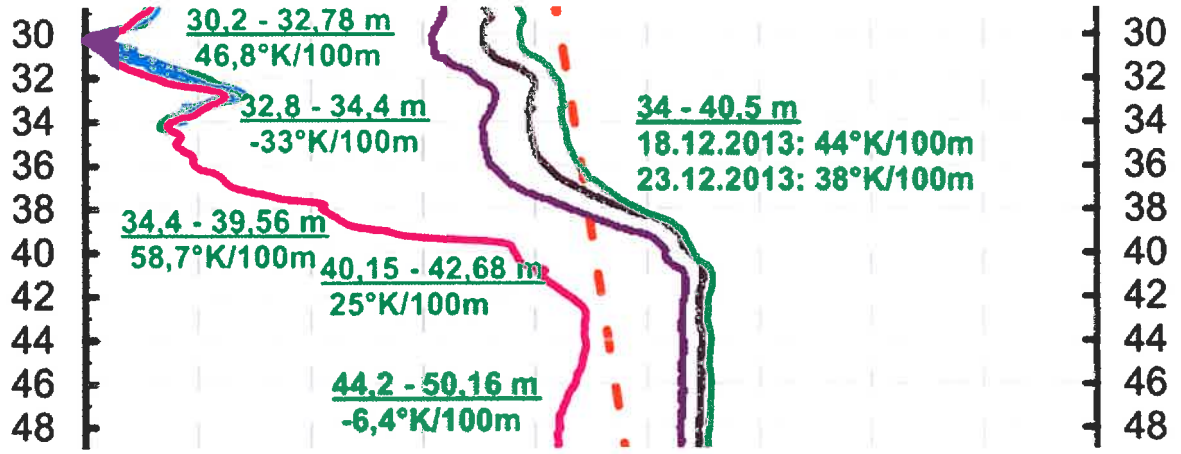


Abbildung 8: Ausschnitt zur Temperaturentwicklung in der EWS 2 zwischen 30 bis 46 m u. ASP in der Zeit 10.12.2013 bis 02.01.2014

Unterhalb 40,5 m u. ASP bis 49,6 m u. ASP stagnieren die Temperaturen auf dem Niveau des Temperaturmaximums von 10,5°C. Ein kleiner Temperaturanstieg um 0,2°K ist zwischen 49,6 und 51,23 m u. ASP zu erkennen, dem bis 68 m u. ASP wieder eine Phase mit geringfügiger Temperaturabnahme folgt die mit der Zeit immer schwächer ausfällt: 18.12.2013: -2,2°K/100m, 23.12.2013: -1,9°K/100m, 02.01.2013: -1,3°K/100m. Die markante Temperaturabnahme am 10.12.2013 zwischen 56,1 und 58,6 m u. ASP ist später nicht mehr zu erkennen. Dafür tritt jedoch wieder die deutliche Temperaturabnahme zwischen 68,4 und 70,0 m u. ASP am 10.12.2013 zu den späteren Messterminen in Erscheinung, die jedoch mit zunehmender Erholungsphase immer schwächer ausfällt: 18.12.2013 -20°K/100 m; 23.12.2013 -12°K/100m; 02.01.2014 -10°K/100m.

Unterhalb 72 m u. ASP setzt bis 88 m u. ASP eine stetige Temperaturzunahme mit einem Gradienten von 1,5°K/100m ein. Über eine Strecke von 2 m stagnieren die Temperaturen bis 90 m u. ASP wieder, um anschließend wieder bis 99 m u. ASP mit einem Gradienten von 9°K/100m anzusteigen. Zwischen 99 und 101,4 m u. ASP stagnieren die Temperaturen erneut bei 10,53°C am 18.12.2013, 10,9°C am 23.12.2013 und 11,28°C am 02.01.2014. Zwischen 101,4 m u. ASP und 114 m u. ASP verläuft die Temperaturkurve leicht konvex mit einem Temperaturmaximum zwischen 110 und 112 m u. ASP. Am 18.12.2013 beträgt das lokale Maximum 11,4°C, am 23.12.2013 11,7°C und am 02.01.2014 12°C.

Ab 117 m u. ASP steigen bis zur Endteufe in 124 m u. ASP die Temperaturen wieder mit einem Gradienten von 20°K/100m bis schließlich 13,3°C am 02.01.2014 erreicht werden.

4.1.3 Vergleich EWS 1 und EWS 2

In der Abbildung 9 und Abbildung 10 sind die Temperaturprofile in den Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 am 10.12.2013, 18.12.2013, 23.12.2013 und 02./03.01.2014 zusammengestellt.

Da die beiden untersuchten Erdwärmesonden nur ca. 6 m auseinander liegen, wird für diesen Abgleich die Arbeitsthese zugrunde gelegt:

„Bei identischem Erdwärmesondenbauwerk ist bei 6 m auseinanderliegenden Erdwärmesonden ein weitgehend übereinstimmendes Temperaturverlaufsmuster zu den jeweiligen Messzeitpunkten zu erwarten."

Es wird dabei von folgender Annahme ausgegangen:

Der durchteufte Gipskeuper ist unterhalb des Gipsspiegels grundsätzlich ein Geringleiter. Im Gipskeuper unterhalb des Gipsspiegels auftretendes Wasser bewegt sich innerhalb von vorzugweise horizontal angeordneten Klüften. Folglich ist es unwahrscheinlich, dass mit den beiden Erdwärmesondenbohrungen wasserführende Klüfte in abweichenden Tiefenlagen angebohrt wurden. Unter der Annahme, dass die thermischen Gesteinseigenschaften innerhalb dieses räumlichen Abstandes über die Tiefe gleichförmig variieren, ist ein weitgehend ähnlicher Temperaturverlauf zu den jeweiligen Messzeitpunkten in den beiden Erdwärmesonden zu erwarten. Folglich müssen Passagen mit unterschiedlich verlaufenden Temperaturkurven in den Erdwärmesonden auf durch bauliche Unterschiede im „Bauwerk Erdwärmesonde" ausgelöste Phänomene zurückzuführen sein.

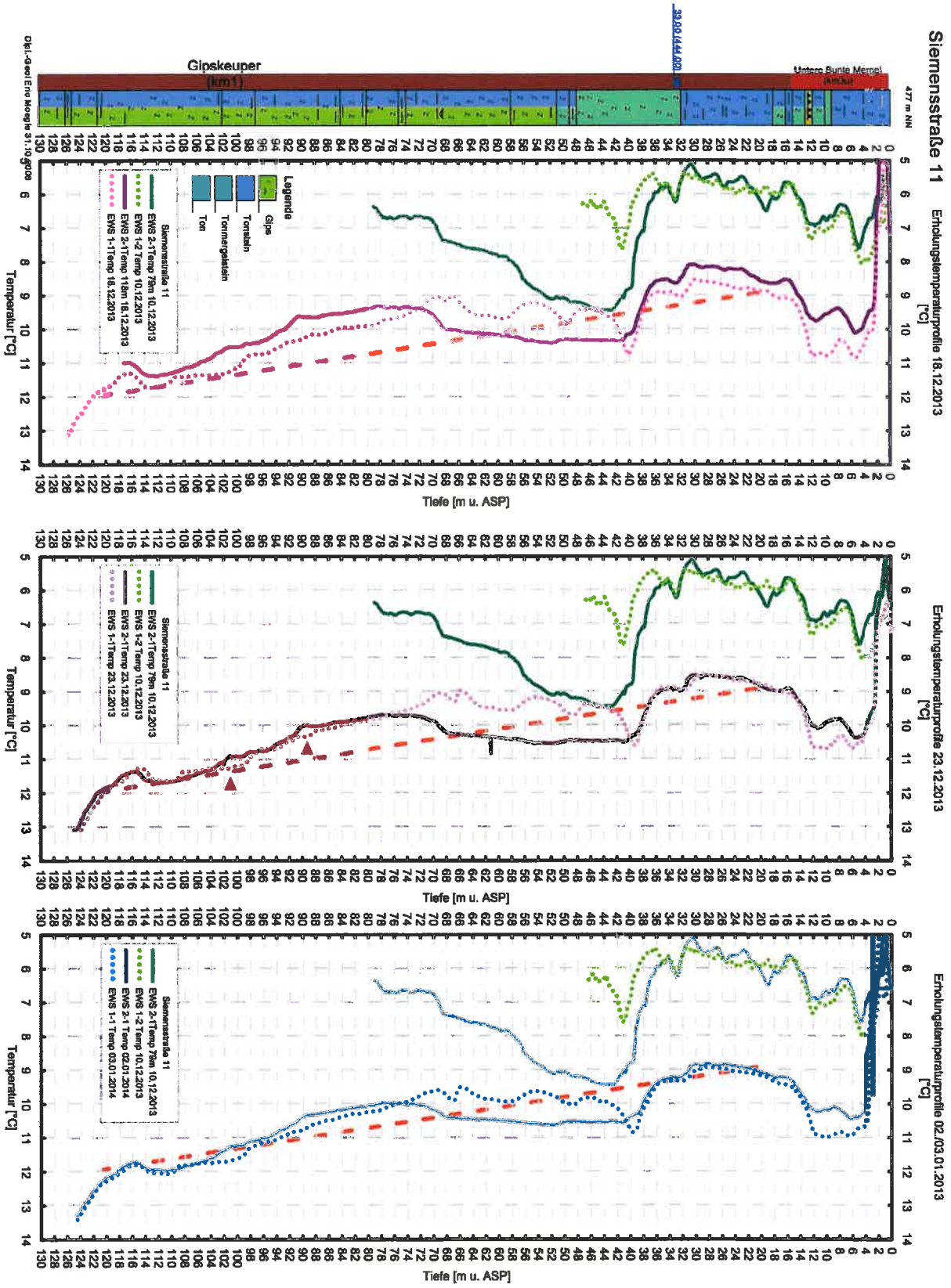


Abbildung 9: Erholungstemperaturprofile am 18.12.und 23.12.2013 sowie 02./03.01.2014

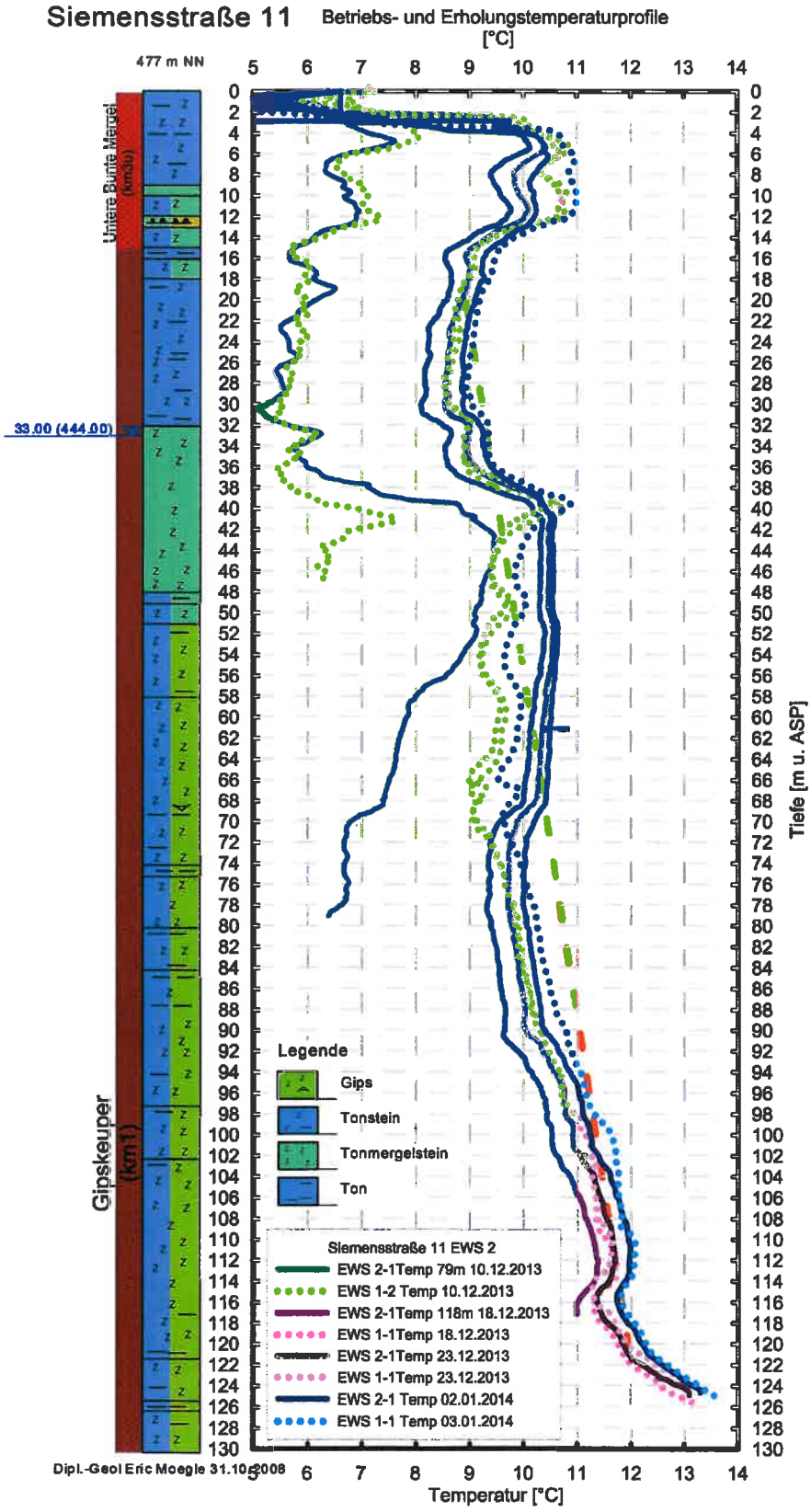
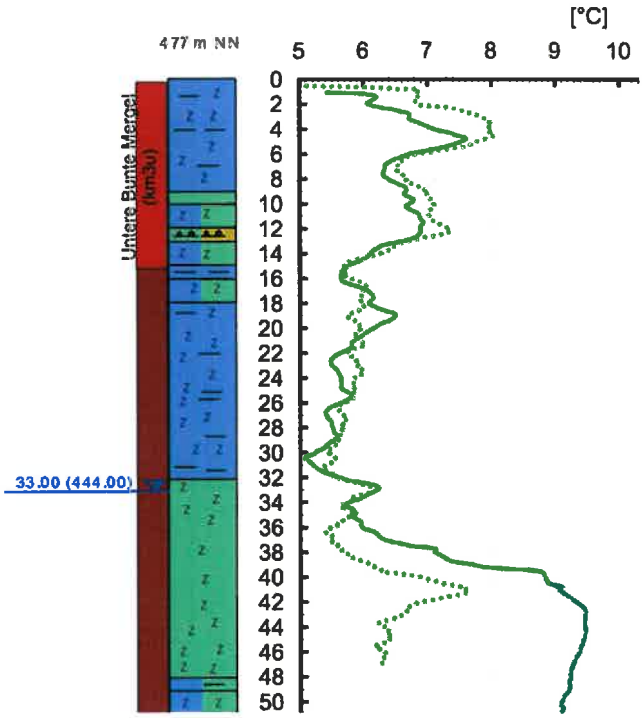


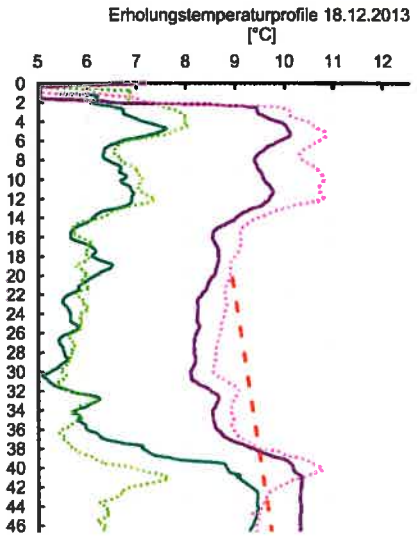
Abbildung 10: Betriebs- und Erholungstemperaturprofile in der EWS 1 und EWS 2



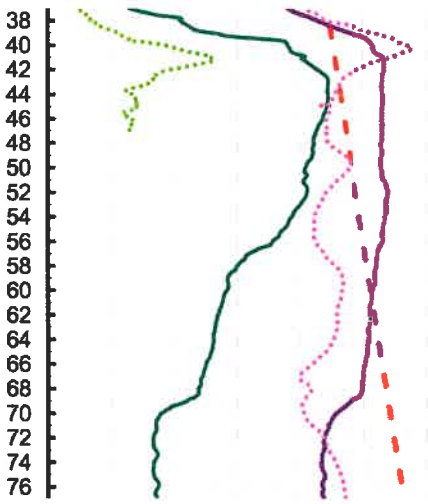
Die vorliegenden Betriebstemperaturprofile der EWS 1 und EWS 2 vom **10.12.2013** weisen bis ca. 16,85 und dann wieder ab 31,5 bis 35 m u. ASP einen weitgehend vergleichbaren Verlauf auf. Zwischen 16,85 und 31,5 m u. ASP nimmt die Temperatur in beiden Erdwärmesonden tendenziell ab und erreicht bei 30 bzw. 31,5m u. ASP ihr jeweiliges Minimum - allerdings verläuft die Temperaturkurve in der EWS 2 merklich unruhiger.

Nachdem zwischen 31,5 und 35 m u. ASP die Kurven wieder zur Deckung kommen, streben sie unterhalb 35 m u. ASP wieder auseinander: In EWS 1 nimmt die Temperatur zuerst über 1,4 m um 0,4°K ab bevor sie dann parallel mit der EWS 2 bis 41,1m u. ASP stetig bis 7,59°C zunimmt. Während in der EWS 2 die Temperaturen mit der Tiefe weiter zügig zunehmen, fällt die Temperatur in der EWS 1 bis 42,5 m u. ASP wieder rasch ab. Das ist der Tiefenabschnitt, in dem in der EWS 2 der rasche Temperaturanstieg in die Stagnation übergeht. Innerhalb der Stagnationsphase von EWS 2 verlangsamt sich in der EWS 1 die Temperaturabnahme bis 43,8 m u. ASP.

In 47 m u. ASP beträgt die Temperatur in der EWS 1 6,27°C in der EWS 2 9,27°C. Das heißt, die Temperaturen in gleicher Tiefe unterscheiden sich um 3°K. Da oberhalb 35 m u. ASP die Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 ein vergleichbares Temperaturniveau aufweisen, ist es unwahrscheinlich, dass diese beachtliche Temperaturdifferenz von 3°K auf den ungleichmäßigen Wärmeentzug ausschließlich durch einen unzureichenden hydraulischen Abgleich zwischen den beiden Erdwärmesonden zurückzuführen ist.



8 Tage später am **18.12.2013** liegen die ersten Erholungstemperaturprofile vor. Im Vergleich zu den Daten vom Betriebstemperaturprofil vom 10.12.2013 sind die Temperaturen merklich angestiegen. In der EWS 1 sind die Temperaturen im Mittel um 3°K geklettert. Der Temperaturverlauf ist deutlich geglättet. In der EWS 2 ist bis 36 m u. ASP ein Temperaturanstieg um 3,4°K eingetreten. Danach flacht die Temperaturzunahme von 1,37°K in 39,6 m u. ASP bis schließlich 0,77°K in 42,7 m u. ASP ab.



Während der weitere Temperaturverlauf in der EWS 2 bis 50,2 m u. ASP in Stagnation übergeht, nehmen die Temperaturen in der EWS 1 von 10,7°C unterhalb 40,5 m u. ASP bis auf das Temperaturniveau der EWS 2 in 44,7 m u. ASP am 10.12.2013 ab (9,44°C). Nach einer Phase der Stagnation über 3,3 m klettern ab 48 m u. ASP die Temperaturen wieder innerhalb 1,5 m um 0,4°K. Auf dieser Höhe ist in der EWS 2 ein geringfügiger Temperaturanstieg zu beobachten, der dann bis 68 m u ASP in einen Abschnitt mit kontinuierlichem Temperaturrückgang übergeht (-2,2°K/100m).

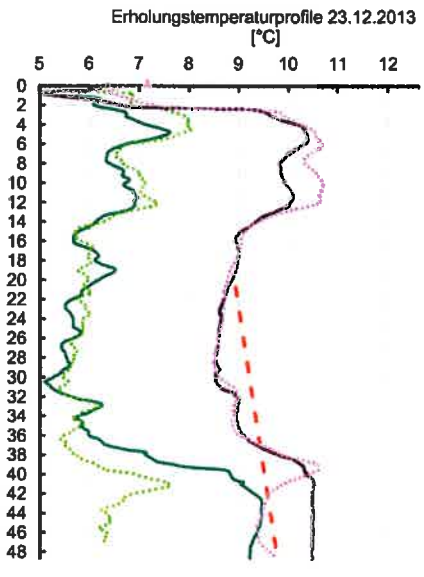
Anders in der EWS 1, wo die Temperaturkurve mäandrierend verläuft. Zuerst fallen die Temperaturen bis 55,7 m u. ASP um 0,5°K ab steigen bis 58,1 m u. ASP über 2,2 m um 0,34°K an, um dann wieder anfangs langsam ab 64 m u. ASP rascher abzufallen. Auf der Höhe des Temperaturknickes bei 68 m u. ASP in der EWS 2 schwenkt die Temperaturkurve der EWS 1 um und steigt wieder an.

Der Vergleich der Temperaturkurven vom 18.12.2013 zwischen EWS 1 und EWS 2 offenbart, dass bis 38 m u. ASP die Temperaturen der EWS 1 höherliegen als die der EWS 2. Bei 38 m u.ASP liegen sie gleich auf. Dann übernehmen die Temperaturen der EWS 1 um 40 m u. ASP nochmals kurz die Führung, um dann unterhalb 41 m u.ASP bis 72 m u. ASP kleiner als die in der EWS 2 auszufallen. Unterhalb 72 m u. ASP gewinnen die Temperaturen in der EWS 1 wieder die Oberhand. Dabei folgen sie weitgehend dem Verlaufsmuster der Temperaturkurve von EWS 2.

Bis zum **23.12.2013** ist die Erholung soweit fortgeschritten, dass sich die Temperaturkurven der EWS 1 und EWS 2 in folgenden Abschnitten stark angenähert haben:

12,8 bis 38,6 m u. ASP

77 bis 124 m u. ASP

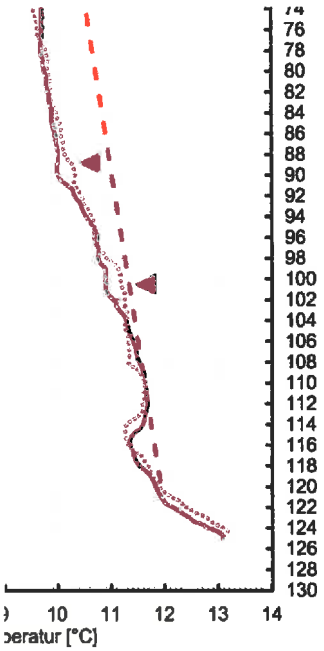


Der Temperaturunterschied zwischen 4 und 12,8 m u. ASP ist weiterhin vorhanden: Die Temperaturkurve der EWS 1 folgt ihrem Verlauf nach dem der EWS 2 liegt aber bis zu 0,8°K höher.

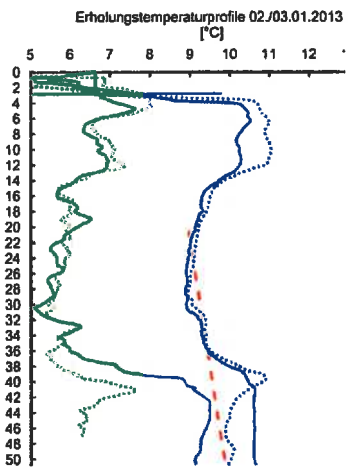
Auch zwischen 38,6 bis 40,1 m u. ASP liegt die Temperatur der EWS 1 um bis zu 0,3°K höher als die der EWS 2. Unterhalb 40,1 m u. ASP drehen sich die Verhältnisse um: Die Temperatur fällt wieder wie am 18.12.2013 rasch bis auf das Niveau der Betriebstemperatur der EWS 2 am 10.12.2013 bei 9,4°C ab (43,3 bis 46 m u. ASP) und folgt dann dem Muster des Temperaturkurvenverlaufes vom 18.012.2013. Das heißt

das Temperaturniveau liegt jetzt wieder deutlich unterhalb dem der EWS 2.

Wie bereits am 18.12.2013 schneidet auch am 23.12.2013 die Temperaturkurve der EWS 1 wieder die der EWS 2. Nun aber ca. 5 m tiefer bei 77 m u. ASP. Ab 77 m u. ASP verlaufen die Temperaturkurven von EWS 1 und EWS 2 weitgehend deckungsgleich. Ausnahmen stellen Abschnitte dar, in denen in der EWS 2 eine Temperaturstagnation zu beobachten ist: hier weist die Temperatur der EWS 1 stets ein merklich höheres Temperaturniveau auf.



Das letzte Erholungstemperaturprofil wird am **02. bzw. 03.01.2014** aufgezeichnet.



Sowohl in der EWS 1 wie auch in der EWS 2 hat sich die Temperaturerholung im Abschnitt bis 38 m u. ASP weiter fortgesetzt. Die Temperaturerhöhung beträgt im Mittel zwischen 0,5 bis 0,7°K. Allerdings fällt diese mit wachsendem Gradienten unterhalb 36 m u. ASP bis schließlich 38 m u. ASP immer schwächer aus. Auf der Höhe von 38 m bis 40,41 m u.ASP ist in der EWS 2 keine weitere Temperaturerholung zu erkennen. In der EWS 1 setzt sich die Temperaturzunahme ab 38,8 m jedoch weiter fort. Die Temperaturkurve folgt dem Verlauf vom 23.12.2013, ist aber um ca. 0,5°K versetzt.

In der EWS 2 orientiert sich die Temperaturkurve vom 02.01.2014 gleichfalls an der vom 23.12.2013: Stagnation zwischen 42 und 50 m u. ASP, tendenzielle Temperaturabnahme zwischen 50 und 68 m u. ASP. Dabei steigt mit zunehmender Tiefe das Temperaturniveau geringfügig um bis zu 0,25°K an.

Zwischen 40,7 und 76,3 m u. ASP liegen die Temperaturen in der EWS 1 wieder deutlich unter denen der EWS 2. Und wieder auf der Höhe von 77 m u. ASP schneidet die Temperaturkurve der EWS 1 die der EWS 2. Unterhalb 77 m u. ASP bis 105 m u. ASP sind die Temperaturen sowohl in der EWS 1 wie auch in der EWS 2 seit dem 23.12.2013 leicht angestiegen: EWS 1: 0,4°K; EWS 2: 0,3°K. Folglich liegen die Temperaturen der EWS 1 jetzt in diesem Abschnitt etwas oberhalb denen der EWS 2.

Ab 105 m u. ASP kommen die Temperaturkurven vom 02. und 03.01.2014 von EWS 1 und EWS 2 wieder zur Deckung wobei sie mit Näherung an die Endteufe sich der Temperaturkurve der EWS 1 vom 23.12.2013 angleicht.

Zwischenergebnis:

20 - 40 m u. ASP: Die Temperaturkurven sind Wahlverwandte

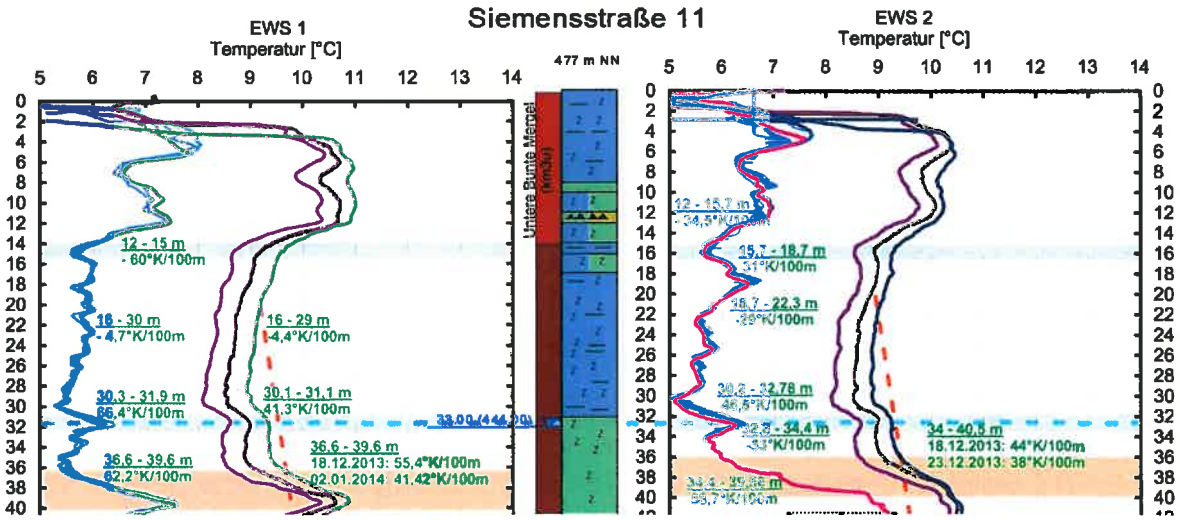


Abbildung 11: Vergleich der Temperaturkurven von EWS 1 und EWS 2 zwischen 0 – 40 m u. ASP zu den Zeitpunkten 10.12.2013, 18.12.2013, 23.12.2013 und 02./03.01.2014

Die vorliegenden Betriebstemperaturprofile der EWS 1 und EWS 2 vom 10.12.2013 weisen mit Ausnahme des Abschnittes zwischen 16 und 22 m u.ASP, wo in der EWS 2 eine markante Temperaturzu- und abnahme mit einem Gradienten von 30°K/100m gemessen wird, bis ca. 40 u. ASP einen weitgehend vergleichbaren Verlauf auf.

In der Erholungsphase stimmen die Muster der Temperaturkurven vom 18.12 und 23.12.2013 wie auch am 02. und 03.01.2014 über die gesamte Tiefe bis 40 m u. ASP sehr gut überein.

Die Minimaltemperatur wird in beiden Erdwärmesonden sowohl in den Betriebstemperaturprofilen am 10.12.2013 mit 5 bzw. 5,3°C wie auch in den Temperarturprofilen während der Erholungsphase im Bereich von 30 m u. ASP angetroffen.

38 – 70 m u. ASP: Die Temperaturverläufe gehen getrennte Wege

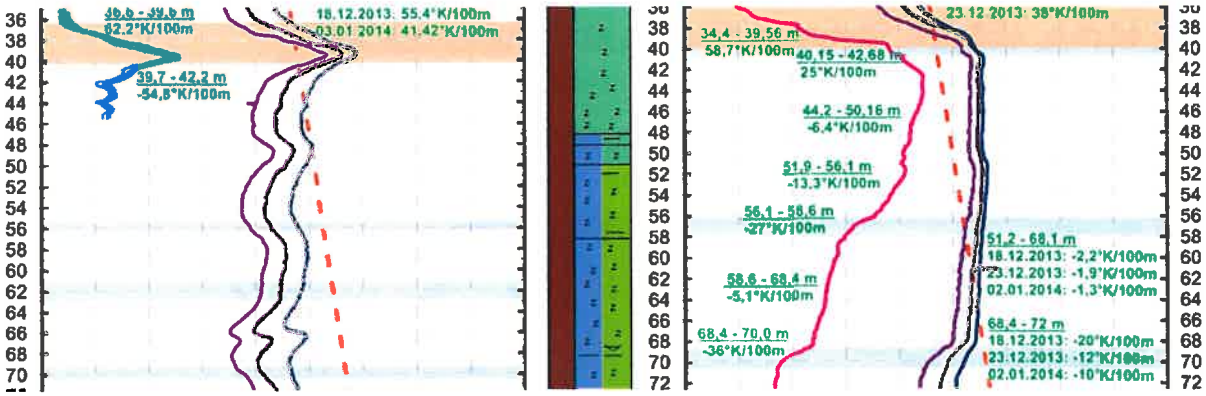


Abbildung 12: Vergleich der Temperaturkurven von EWS 1 und EWS 2 zwischen 38 – 70 m u. ASP zu den Zeitpunkten 10.12.2013, 18.12.2013, 23.12.2013 und 02./03.01.2014

Neben den geothermischen Gesteinseigenschaften bestimmen weitere Faktoren den Temperaturkurvenverlauf zwischen 38 und 70 m u. ASP. Das Betriebstemperaturprofil der EWS 2 weist eine markante positive Temperaturanomalie über eine Strecke von ca. 30 m auf. In der EWS 1 ist eine positive Temperaturanomalie nur als vorübergehende Temperaturanhebung zwischen 38 bis 42 m zu erkennen. Danach normalisieren sich die Temperaturen wieder.

8 Tage nach dem Ende des Wärmeenergieentzuges nehmen die Temperaturen in der EWS 2 in diesem Tiefenabschnitt in der Beobachtungszeit bis zum 02.01.2014 kaum zu. Gleichzeitig stagnieren die Temperaturen über die Tiefe bzw. nehmen unterhalb 51 m u. ASP leicht ab. In der EWS 1 ist hingegen während der Erholungsphase unterhalb 38 m u. ASP eine stetige über die Tiefe gleichförmige Temperaturzunahme festzustellen.

70 – 126 m u. ASP: Die Temperaturverläufe finden wieder zu einander

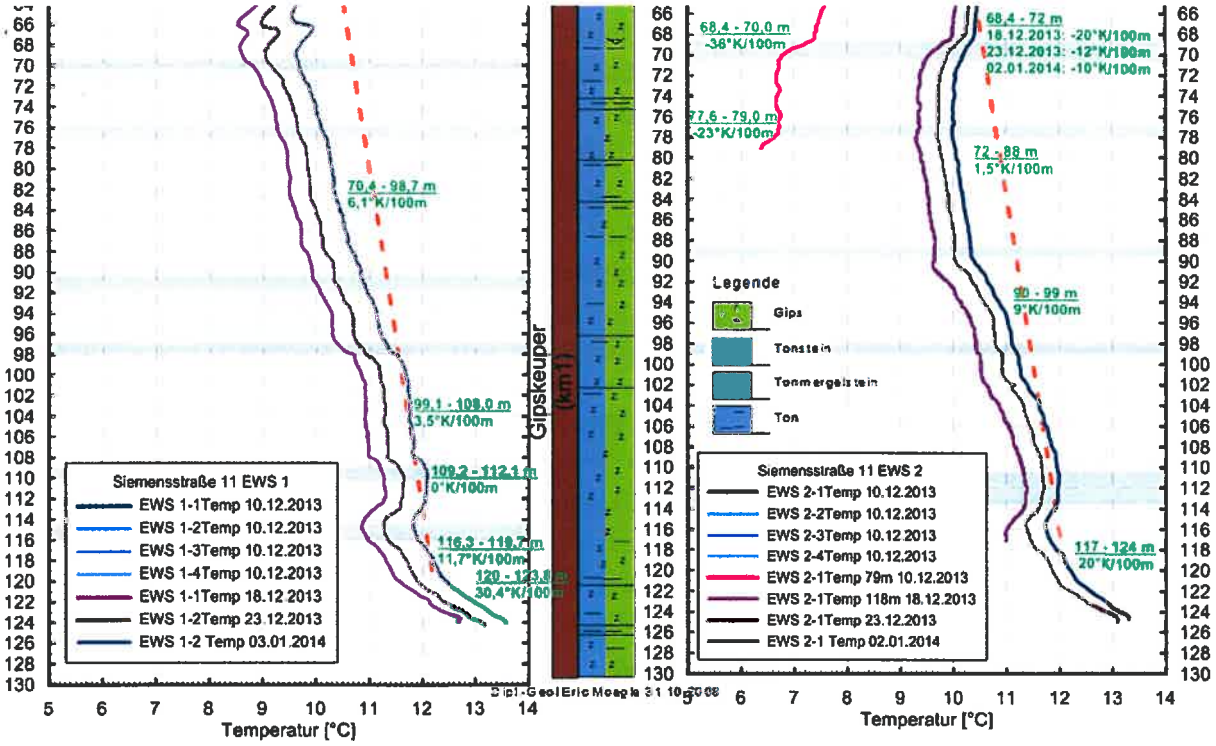


Abbildung 13: Vergleich der Temperaturkurven von EWS 1 und EWS 2 zwischen 70 – 126 m u. ASP zu den Zeitpunkten 18.12.2013, 23.12.2013 und 02./03.01.2014

Der Vergleich der Temperaturkurven in den beiden Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 zu den verschiedenen Messzeitpunkten offenbart in ausgewiesenen Tiefenabschnitten ein abweichendes Verhaltensmuster. Dies gilt besonders für den Teufenabschnitt zwischen 38 und 70 m u. ASP.

Diese Beobachtungen sind starke Hinweise darauf, dass hier andere Faktoren als über die Tiefe variierende thermische Gesteinseigenschaften Einfluss auf den Temperaturverlauf zu den einzelnen Messzeitpunkten haben.

Die Versuchsergebnisse des im nächsten Abschnitt vorgestellten K-TRTs in den beiden Erdwärmesonden sollen weitere Hinweise geben, ob die eingangs aufgestellte Arbeitsthese, dass bauliche Unterschiede zwischen den beiden Erdwärmesonden für die streckenweise unterschiedlichen Reaktionsmuster im Temperaturverlauf ursächlich sind, untermauert werden kann.

4.2 K-TRT

Die Aufgabenstellung des K-TRTs besteht darin, Wasser mit seinen markant von mineralischem Substrat abweichenden thermophysikalischen Eigenschaften im Ringraum bzw. dessen Nahbereich aufzuzeigen. Dazu wird die Matrix im Ringraum über eine kurze aber intensive Wärmeenergiezufuhr angeregt. Die Temperaturantworten während der Aufheiz- und Abkühlphase geben Aufschluss darüber, ob eine mineralische Matrix mit gegenüber Wasser geringen Wärmekapazität und hohen Wärmeleitfähigkeit angeregt wird, oder ob eine wasserhaltige Matrix mit einer deutlich höheren Wärmekapazität und geringeren Wärmeleitfähigkeit verlangsamt erwärmt wird oder ob gar fließendes Wasser die zugeführte Wärmeenergie direkt abführt, ohne dass eine Temperaturerhöhung eintritt.

Das Muster der Temperaturkurven wird in der Aufheizphase und zu Beginn der Abkühlphase auch durch die räumliche Lage der Sondenrohre zueinander mitbeeinflusst. Tritt aber ein vergleichbares Reaktionsmuster in ähnlicher Tiefenlage in zwei unmittelbar benachbarten Erdwärmesonden ein, so ist es unwahrscheinlich, dass die Lage der Sondenrohre in der Erdwärmesonde zueinander für dieses Reaktionsmuster ursächlich ist. Vielmehr ist dann von vergleichbaren thermophysikalischen Eigenschaften im Ringraum bzw. im angrenzenden Gestein auszugehen.

Geht man davon aus, dass über eine Distanz von 6 Metern die Variation der thermophysikalischen Eigenschaften in der Gesteinsfolge des Gipskeupers über die Tiefe gleichförmig erfolgt, ist ein vergleichbares Reaktionsmuster im Zuge der K-TRT´s in den beiden Erdwärmesonden zu erwarten. Markante Abweichungen bedeuten im Umkehrschluss, dass entweder der Ringraum selbst in diesem Abschnitt andere thermophysikalische Eigenschaften aufweist oder aber im Nahbereich der Erdwärmesonde durch den Bau oder Existenz der Erdwärmesonde veränderte thermophysikalische Eigenschaften in deren Umfeld unmittelbar induziert wurden.

4.2.1 K-TRT in EWS 1

Der K-TRT in der EWS 1 fand 23 Tage nach dem Abschalten der Erdwärmesondenheizung am 03.01.2014 statt. Über 90 Minuten wurde mit 9,1 kW Wärmeenergie in die Erdwärmesonde eingebracht. (Beginn 10:00 Ende 11:30)

4.2.2 K-TRT in EWS 2

Der K-TRT in der EWS 2 fand 22 Tage nach dem Abschalten der Erdwärmesondenheizung am 02.01.2014 statt. Der Wärmeeintrag erfolgte zuerst mit 6 kW über 120 Minuten. Da damit nur eine mäßige Temperaturanhebung erreicht wurde, wurde die Heizleistung in den letzten 60 Minuten auf 8 kW gesteigert. Der Versuch dauerte zwischen 14:15 und 17:15 Uhr.

4.2.3 Messergebnisse zu den K-TRTs

In der Abbildung 14 sind die Temperaturprofile der beiden K-TRTs der beiden benachbarten Erdwärmesonden zusammengestellt.

Im ersten Schritt werden Abschnitte aufgezeigt, die in beiden Erdwärmesonden in vergleichbarer Tiefenlage durch eine verlangsamte Temperaturerhöhung sowie insgesamt geringeren Temperaturanhebung gekennzeichnet sind.

- 14 – 16 m: Wechsel von den Unteren Bunten Mergeln zum Gipskeuper
- 29 - 30 m: Lage des absoluten Temperaturminimum in den Betriebs- und Erholungstemperaturprofilen
- 32 – 33 m
- 56 – 58 m
- 70 – 72 m
- 76 – 78 m
- bei 90 m
- 97 – 99 m
- 109 - 113 m bzw. 115 – 116 m

Es handelt sich dabei um Abschnitte in der EWS 1 und EWS 2 mit wiederkehrenden horizontal angeordneten Variationen in den thermophysikalischen Eigenschaften der Gesteinsabfolge. Dafür können Qualitätsveränderungen wie der Wechsel von Tonsteinen, die eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen, zu Dolomitbänken, oder aber auch der Wechsel in Horizonte mit geringer Wasserführung ursächlich sein. Da keine detaillierte tiefenorientierte Gesteinsansprache für das aufgenommene geologische Profil vorliegt, ist hier keine konkrete Zuordnung möglich.

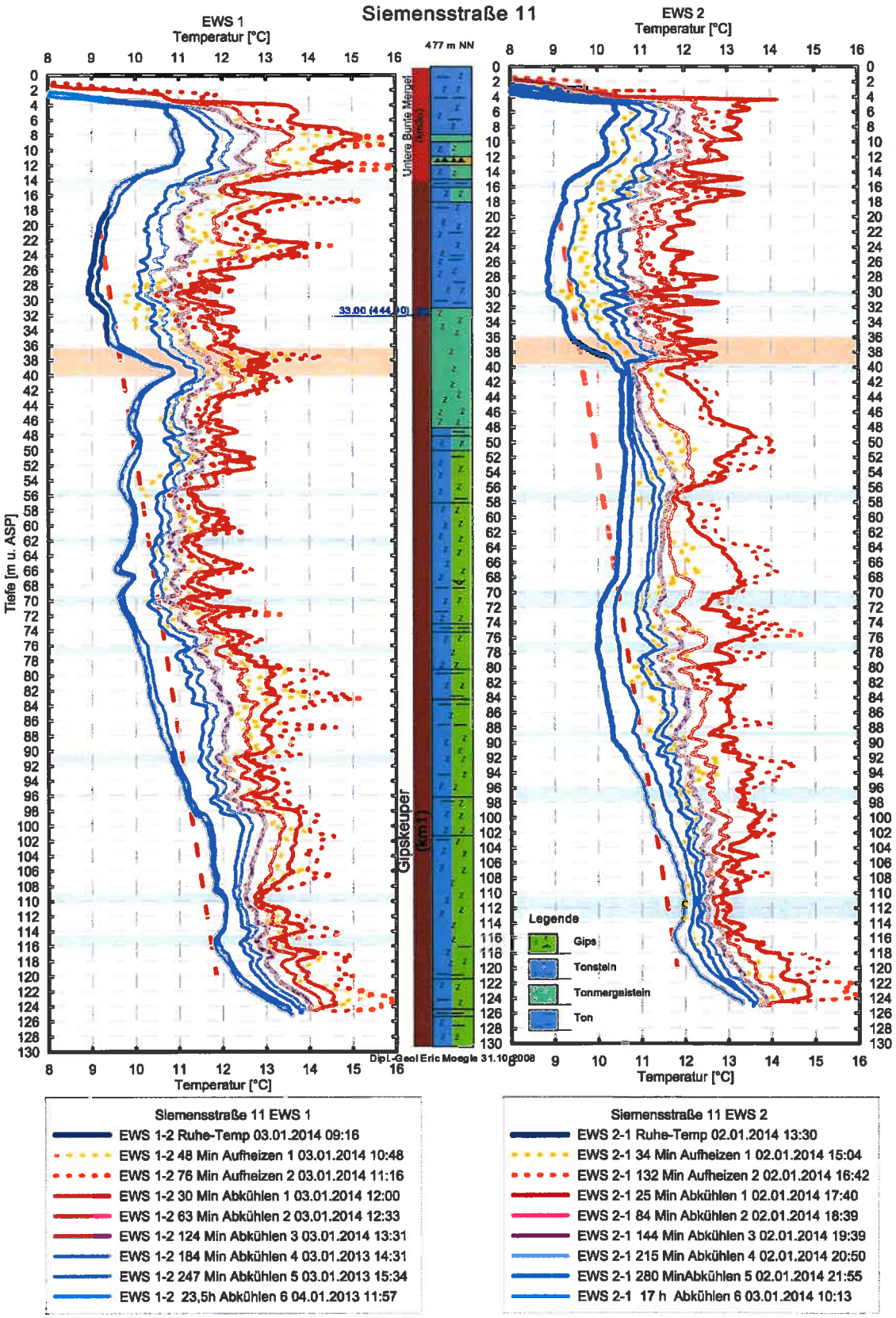


Abbildung 14: Temperaturprofile zum K-TRT in EWS 1 und EWS 2

Als nächstes wird auf die Passage eingegangen, die deutliche Abweichungen zwischen den Temperaturantworten der EWS 1 und EWS 2 während des K-TRTs aufweist. Es handelt sich um den Abschnitt zwischen 40 und 70 m u. ASP.

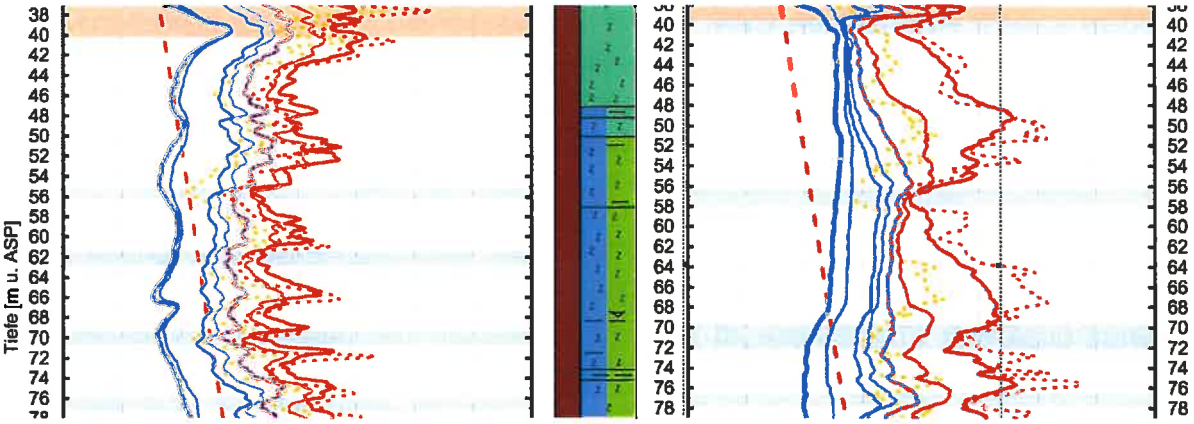


Abbildung 15: Temperaturprofile des K-TRTs in EWS 1 und EWS 2 - Detailausschnitt 40 – 70 m u. ASP

In 40 m Tiefe beträgt der Temperaturunterschied zwischen dem Ruhe-Temperaturprofil und der ersten Abkühlmessung in der EW1 2,2°K. In der EWS 2 konnte die Temperatur nur um 1°K angehoben werden. Mit zunehmender Tiefe fächert die Temperaturkurvenschar der Abkühlphase in der EWS 2 auf. Dagegen nehmen die Temperaturen in der EWS 1 in vergleichbarere Tiefe gleichmäßig über die Tiefe ab. Das heißt die Temperaturkurvenschar weist eine parallele Struktur auf.

Die Auffächerung der Temperaturkurvenschar während der Abkühlphase lässt sich durch folgendes Szenario erklären:

Bei 40 m u. ASP gibt es einen Zutritt von fließendem Wasser. Die über den K-TRT zugeführte Wärmeenergie wird mit dem fließenden Wasser abgeführt, so dass nur eine schwache Temperaturerhöhung bis ca. 1°K möglich ist. Dieses Wasser aus 40 m u. ASP fließt über Wegsamkeiten in der Erdwärmesonde EWS 2 in die Tiefe ab. Dabei wird die in der Aufheizphase zugeführte Wärmeenergie in die Tiefe verlagert. Entsprechend steigen die Temperaturen mit zunehmender Tiefe während der Aufheizphase an. In der Abkühlphase sorgt das weiter von oben zuströmende, jetzt aber nicht mehr weiter erwärmte Wasser dafür, dass die Temperaturen innerhalb dieses Abschnittes von der Zutrittsstelle ausgehend verstärkt, nach unten hin zunehmend verlangsamt, wieder rasch abnehmen: Es kommt zu einer Auffächerung der Temperaturkurvenschar.

Auf der Höhe von 56 - 58 m u. ASP ist ein weiterer Wasserzutritt zu beobachten. Dieser ist in vergleichbarer Höhenlage auch in der EWS 1 zu erkennen. Allerdings gelingt es dem Wasser im Unterschied zur EWS 1 in der EWS 2 wieder einen Weg in die Tiefe zu finden. Das gleich „Schauspiel" wie bereits unterhalb 40 m u. ASP setzt erneut ein: Das während der Aufheizphase erwärmte zutretende Wasser verdriftet die Wärmeenergie in die Tiefe, so dass hier während der Aufheizphase die Temperaturen wieder im Vergleich

zur „kühlen" Zutrittsstelle vermehrt zunehmen. In der Abkühlphase kühlt das nicht mehr erwärmte zutretende Wasser in seiner vertikalen Passage im Ringraum der EWS die Temperaturen anfangs rasch mit zunehmender Tiefe verlangsamt ab.

Bei 70 m u. ASP ist in beiden EWS erneut ein Wasservorkommen zu erkennen. Jetzt allerdings findet das Wasser jedoch keine Wegsamkeit in die Tiefe. Folglich stellt sich nur eine vorübergehende Temperaturdepression in der Temperaturkurvenschar ein. Unterhalb der Zutrittsstelle nehmen die Temperaturen wieder gleichmäßig ab. Es kommt zu keiner Auffächerung der Temperaturkurven in der Abkühlphase.

Ab 70 m u. ASP zeigen die durch den K-TRT in den jeweiligen Erdwärmesonden induzierten Temperaturantworten wieder ein ähnliches Reaktionsmuster. Entsprechend der eingangs gestellten Arbeitsthese ist hier von vergleichbaren baulichen Zuständen der „Erdwärmesondenbauwerke" auszugehen. Ausschließlich die räumlich gleichförmige Variation der thermophysikalischen Eigenschaften der Gesteinsabfolge über die Tiefe bzw. mögliche horizontal wasserführende Klüfte bestimmen die Temperaturantworten im Rahmen der K-TRTs.

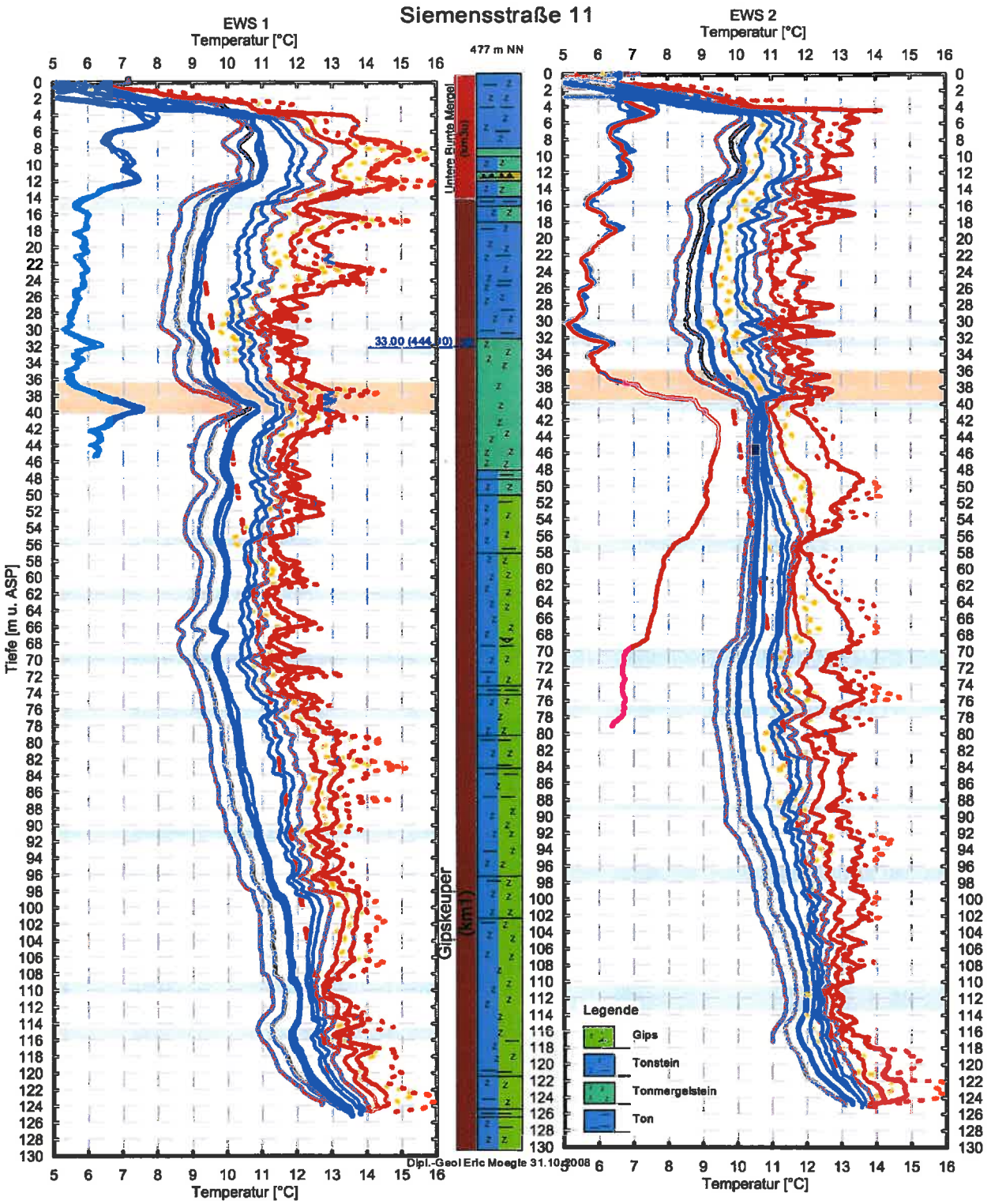


Abbildung 16: Zusammenstellung der Betriebs-, Erholungs- und K-TRT Temperaturkurven in EWS 1 und EWS 2

4.3 Gamma-Gamma-Dichte-Anomalie-Messung

Die Dichte-Anomalie-Messungen wurden am 18.12.2013 in den Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 ausgeführt.

Die Befahrbarkeit der Sondenrohre endete in beiden Sonden auf der Höhe von 33,6 bzw. 33,8 m u. ASP. Das heißt in vergleichbarer Tiefenlage. Damit kann mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden, dass eine nur lokale durch die Sondenwindungen verursachte individuelle Engstelle die Befahrbarkeit mit der Messsonde blockiert hat. Vielmehr liegt es nahe, dass geomechanische Prozesse im Untergrund auf dieser Höhe auf das Bauwerk der Erdwärmesonde einwirken und die Sondenrohre soweit deformiert haben, dass sie in dieser Tiefenlage nicht mehr mit einer 25 cm langen Messsonde mit einem Durchmesser von 15 mm befahrbar sind.

In der Abbildung 17 sind die Messergebnisse der Dichte-Anomalie-Messungen in den Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 zusammengestellt.

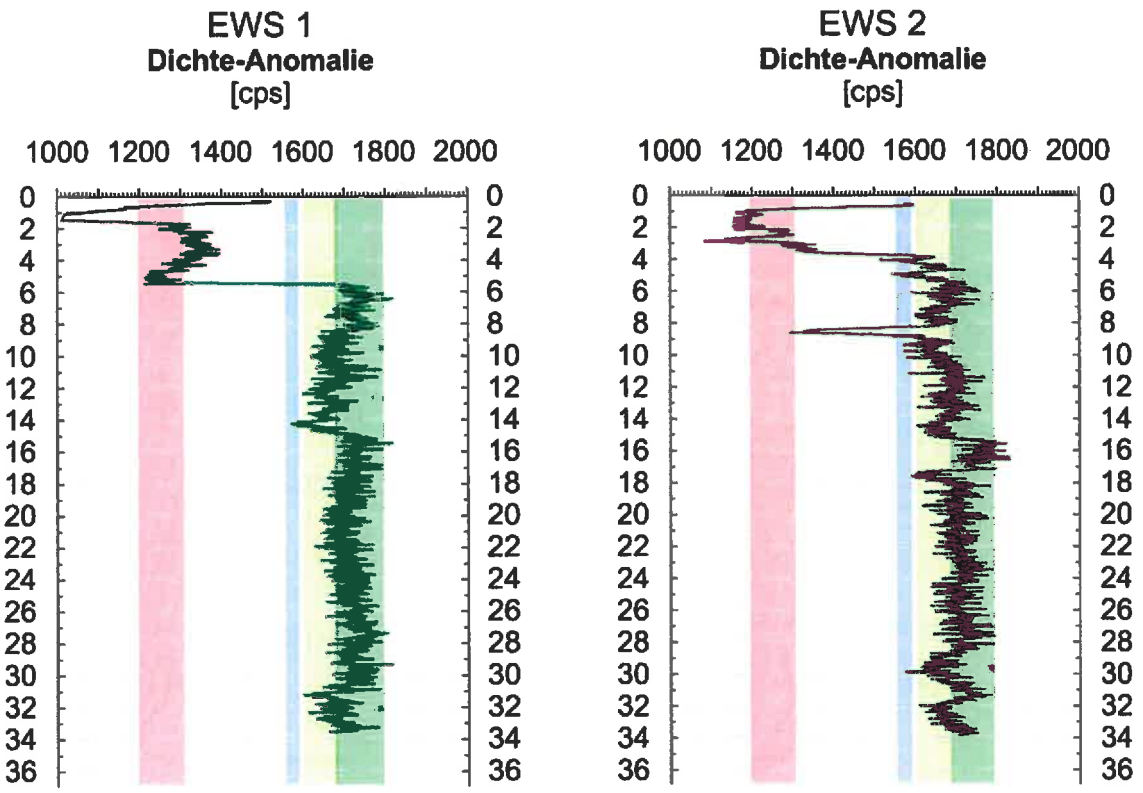


Abbildung 17: Messergebnisse der Dichte-Anomalie-Messungen in den Erdwärmesonden EWS 1 und EWS 2 in der Siemensstraße 11 am 18.12.2013

Oberflächennah sind in der EWS 1 bis 5,3 m u. ASP in der EWS 2 bis 3,5 m u. ASP Fehlstellen im Ringraum zu erkennen.

In der EWS 1 zeigen die Signale unterhalb 5,3 m u. ASP bis 8 m u. ASP eine hohe homogene Dichte in der Ringraumzementation an. Im Abschnitt zwischen 8 und 15 m u. ASP ist die Dichte deutlich aufgelockert. Auf der Höhe von 15 m weisen die Signale auf

Wasser im Ringraum. Bestätigt werden diese Signale durch die Temperaturantworten beim K-TRT: hier kommt es über einen kleinräumigen Abschnitt zu einer merklich verzögerten Temperaturanhebung. Ab 15 m u. ASP springen die Signale wieder spontan in den Bereich für hohe Dichte in der Ringraumzementation zurück und verbleiben dort bis 31 m u. ASP. Unterhalb 31 m u. ASP bis zur nicht passierbaren Engstelle in 33,7 m u. ASP ist die Dichte wieder etwas aufgelockert.

In der EWS 2 schwanken die Signale bis 8 m u. ASP deutlich: zwischen 3,7 bis 4,2 m u. ASP sowie 4,8 bis 5,4 m u. ASP weisen die Signale auf Wasservorkommen im Ringraum hin. Die übrigen Abschnitte enthalten eine in ihrer Dichte stark schwankende Matrix als Hinterfüllung. Zwischen 8,1 und 8,8 m u. ASP ist der Ringraum über 70 cm lufterfüllt.

Bis 10,3 m u. ASP folgt ein Abschnitt mit mäßiger Dichte in der Ringraumhinterfüllung, der bis 12,3 m u. ASP von einer Ringraumhinterfüllung mit zunehmender Dichte unterlagert ist. Darunter folgt ein Abschnitt mit wechselnden Dichten in der Ringraumhinterfüllung bis 15,3 m u. ASP. Unterhalb des Wasserzutrittes bei ca. 15 m u. ASP findet sich im Ringraum über eine Distanz von 1,8 m wieder eine Hinterfüllung mit hoher Dichte. Entsprechend abgeschwächt fallen auch die Temperaturantworten beim K-TRT in der EWS 2 in dieser Tiefe aus: Die Temperaturantworten zeigen im Vergleich zur EWS 1 eine nur leicht verzögerte Erwärmung an.

Nach einer kurzen Distanz mit mäßiger Dichte in der Ringraumhinterfüllung zwischen 17,3 und 18 m u. ASP folgt bis 28,6 m u. ASP wieder ein Abschnitt mit einer hohen Dichte in der Ringraumhinterfüllung. Bis zum Messende bei 33,8 m u. ASP zeigen die Signale mit Ausnahme einer Zone zwischen 30,5 und 31,7 m u. ASP mit hoher Dichte wieder eine mäßige Dichte in der Ringraumhinterfüllung an.

Da keine Messergebnisse zum Zustand der Ringraumhinterfüllung in größeren Tiefen vorliegen, können auch keine Bezüge zu den Temperaturantworten beim K-TRT in den Erdwärmesonden hergestellt werden.

5 Vorläufiges Zwischenergebnis

An Hand der Messergebnisse lässt sich folgendes Szenario ableiten:

Wasser aus der Zone der Gipsauslaugung oberhalb des Gipsspiegels gelangt über das Bauwerk der EWS 2 in die sulfathaltigen Gesteinslagen des Gipskeupers. Dabei kommt das Wasser auch in Kontakt mit anhydrithaltigen Gesteinslagen des Gipskeupers. Bereits geringe Wassermengen reichen aus, um exotherme Anhydritreaktionen auszulösen. Im durch den Wärmeentzug kontrastverstärkten Betriebstemperaturprofil wird eine markante positive Temperaturanomalie im Abschnitt unterhalb 40 m u. ASP deutlich. Das in 40 und 56 m u. ASP zutretende Wasser, das über das Bauwerk der EWS 2 in die Tiefe gelangt, sorgt für eine Temperaturabnahme. Es stellt sich ein Gleichgewicht zwischen Wärmeentzug über den Betrieb des EWS 2, Wärmefreisetzung über die exotherme Re-

aktion durch Anhydritreaktion und Wärmeenergieverdriftung durch in 40 und 56 m zutretendes und über das Bauwerk abfließende Wasser ein.

Das Gleichgewicht stellt sich neu ein, wenn der Wärmeentzug beendet wird. Nach dem vorübergehenden Temperatursprung in der Zone der Anhydritreaktion egalisiert das vertikal abfließende Wasser die Temperaturunterschiede. Es kommt zu einer anhaltenden Temperaturstagnation zwischen 40 und 70 m.

Die Ausdehnung der Wärmeenergiefreisetzung im Umfeld der EWS 2 ist bis in die 6 m entfernt liegenden EWS 1 zu erkennen. Darauf weist, dass sich während der Regenerationsphase die Temperaturkurve der EWS 1 in 43 bis 46 m u. ASP über mehrere Tage mit der Betriebstemperaturkurve der EWS 2 deckt. Ob im Umfeld der EWS 1 tatsächlich auch exotherme Reaktionen stattfinden, kann an Hand des Datenmaterials nicht abschließend abgeklärt werden.

Herrenberg, den 13.01.2014

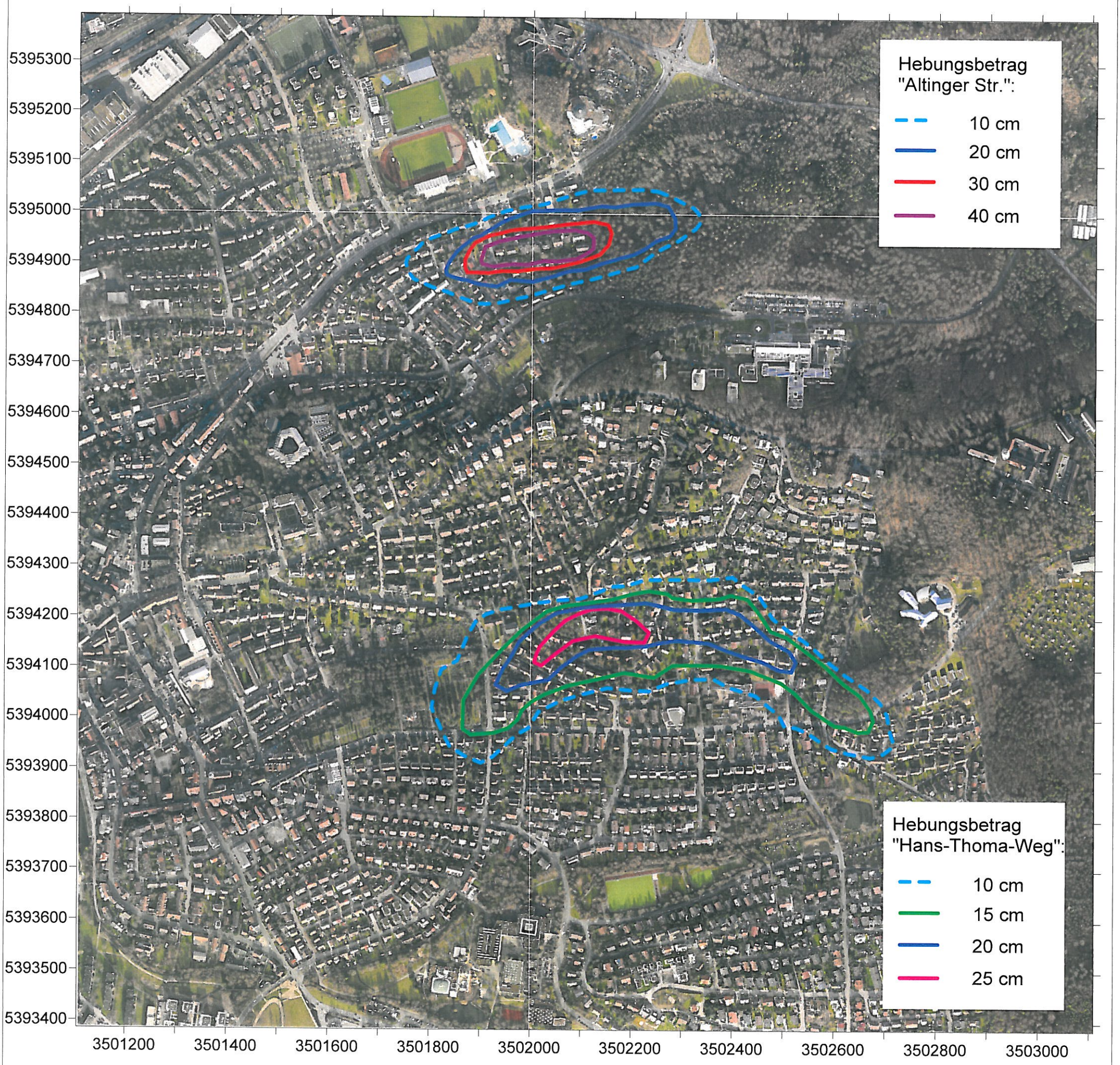
Dr. Heike Voelker

Dr. Heike Voelker

A. Voutta

André Voutta (Dipl. Geologe)

Ausdehnung und Hebungsbeträge der Schadenfälle "Altinger Str." und "Hans-Thoma-Weg" in Böblingen



Darstellung berechnet durch Differenzenbildung der Messergebnisse der Airborne-Laserscanmessungen vom 05. Feb. 2002 (LVA Baden-Württemberg) und vom 09. Jan. 2014 (Fa. BSF, Pasewalk im Auftrag des LGRB).

Kartengrundlage: Ortholuftbild vom 09. Jan. 2014 (Fa. BSF, Pasewalk im Auftrag des LGRB)

Lokal sind erhebliche Messungenauigkeiten
(insbesondere durch Bewuchs, Waldgebiete, Geländemodellierung) möglich !
Flugstreifenfehler der Messung vom 05. Feb. 2002 wurden teilweise korrigiert.

Insbesondere die 10 cm-Isolinie stellt nur eine grobe Abschätzung dar.
Das jeweilige Hebungsgebiet reicht über die dargestellten Isolinien hinaus.

Erkennbare Maximalhebung im Bereich "Altinger Straße": **40 - 45 cm**
Erkennbare Maximalhebung im Bereich "Hans-Thoma-Weg": **25 - 30 cm**

Im Bereich "Altinger Str." sind in einer Differenzenbildung der weiteren Laserscanmessung vom 07. März 2013 (Fa. TopScan) und der Messung vom 09. Jan. 2014 signifikante Hebungen mit Beträgen von bis zu 5-8 cm innerhalb der obigen 20 cm-Isolinie erkennbar.

Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Stadt Böblingen, TK 7320
Hebungsbereich "Altinger Str."
Hebungsbereich "Hans-Thoma-Weg"
Darstellung der aus Laserscan-messung ermittelten Hebungsbeträge [cm]
05. Feb. 2002 bis 09. Jan. 2014

Kh, 12. Feb. 2014

Satellitenbasierte Bodenbewegungsmessung in Böblingen, Deutschland

Landratsamt Böblingen (LRABB)

Aktualisierung I: Bodenbewegungsanalyse basierend auf TerraSAR-X Daten (02/2014 bis 03/2015)

Version I 1.0
22. Mai 2015

Autor:

Dr. Jan Anderssohn

Airbus DS Geo GmbH

AIRBUS
DEFENCE & SPACE

Dokument-Freigabe

Autor:	Dr. Jan Anderssohn, Airbus Defence & Space	Unterschrift:
Review:	Dr. Oliver Lang, Airbus Defence & Space	Unterschrift:
Qualitätssicherung:	Ronny Wenzel, Airbus Defence & Space	Unterschrift:
Kunde:	Landratsamt Böblingen, Deutschland	

Dokument-Veränderungsnachweis

Version	*Datum*	*Seiten*	*Beschreibung*
I1.0	21/05/2015	alle	Dokumenterstellung und Ausgabe

Inhaltsverzeichnis

1 ZUSAMMENFASSUNG 4

2 EINLEITUNG 6

3 TECHNISCHE DETAILS 7

3.1 Datenakquisition und Selektion 7
3.2 Prozessierungsmethode 8
3.3 Prozessablauf 8
3.4 Prozessierungsbedingungen 8
3.5 Digitales Geländemodell 11
3.6 Einfluss der Satellitenblickrichtung (Aufnahmegeometrie) 11

4 ERGEBNISSE UND ANALYSE 13

5 GENERELLE ANMERKUNGEN 18

5.1 Präzision und Genauigkeit 18
5.2 Format der digitalen Ergebnisdatei 19

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN 21

ABKÜRZUNGEN 22

REFERENZEN 22

ABBILDUNGSVERZEICHNIS 23

TABELLENVERZEICHNIS 23

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

1 ZUSAMMENFASSUNG

Airbus DS Geo GmbH wurde damit beauftragt, Bodenbewegungen im Zeitraum Februar 2014 bis März 2015 über Böblingen, Deutschland, mittels TerraSAR-X Daten zu bestimmen und somit die vorangegangen Messung (02/2014 – 09/2014) fortzusetzen und zu aktualisieren. Die vorliegende Aktualisierung umfasst eine Gesamtbeobachtungszeit von ca. einem Jahr.

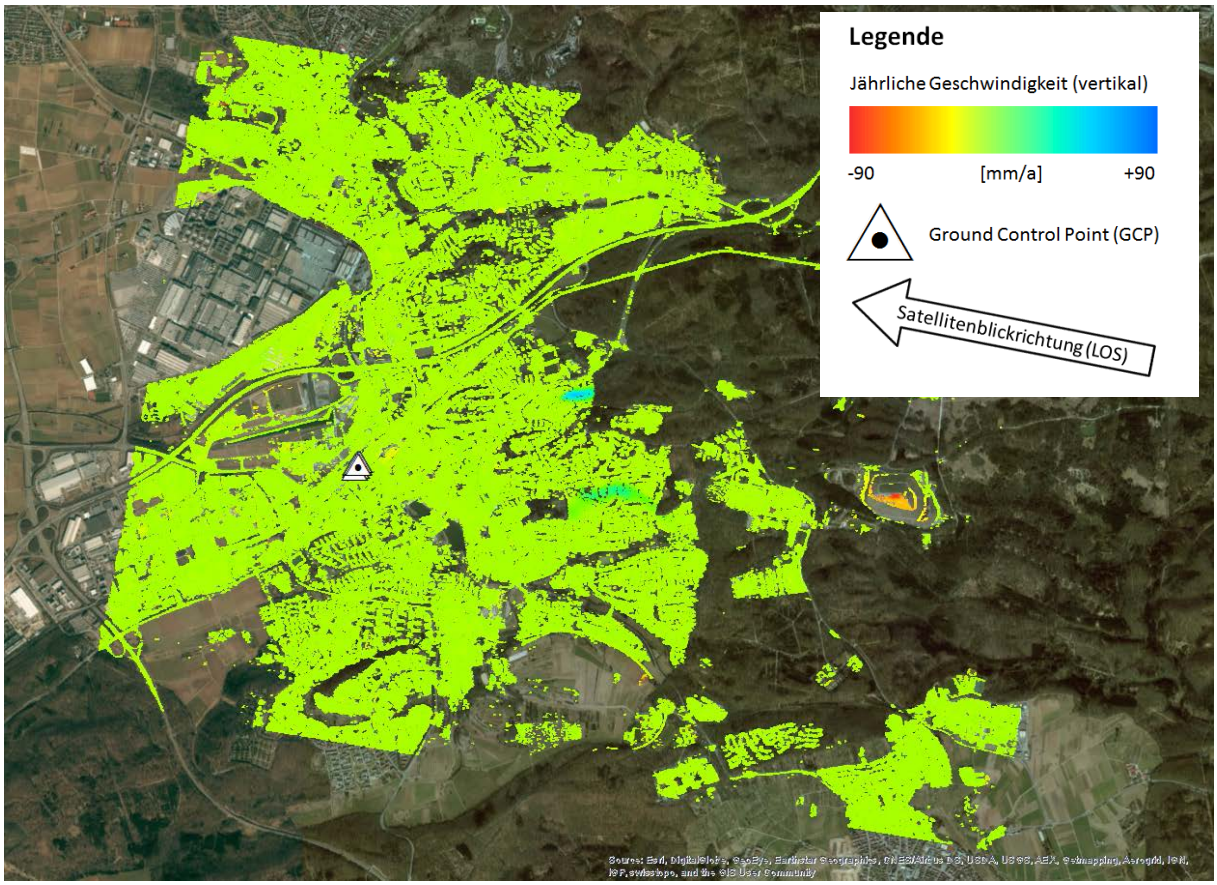


Abbildung 1: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (2014-2015). Hintergrund: Optisches Luftbild aus ArcGIS. Weiße Dreiecke stellen die Lokalität der Referenzpunkte dar.

Die angewandte Technik der interferometrischen Zeitserienanalyse verwendet Daten des Satelliten TerraSAR-X, um langzeitige Bodenbewegungen zu bestimmen. Die Ergebnisse sind als Geschwindigkeitskarte dargestellt und zeigen für jedes Messpixel im Studiengebiet die abgeleitete gemittelte jährliche Bodenbewegungsrate im Untersuchungszeitraum (Abbildung 1).

Der zur Verfügung stehende TerraSAR-X HS Datenstapel stellt eine sehr gute Datenbasis dar. Die große Anzahl der Daten ermöglicht eine hohe Ergebnisqualität. Die Bodenbewegungsanalyse wurde über dem in Abbildung 1 dargestellten Stadtgebiet Gebiet durchgeführt.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Damit soll dem Kundenwunsch entsprochen werden, die räumliche Ausdehnung der Bewegungsphänomene in Böblingen zu identifizieren und mittel- bis langfristig zu beobachten.

Die notwendigen hochauflösenden Höheninformationen sind aus einer vorläufigen Version des qualitativ hochwertigen WorldDEM™ Höhenmodells extrahiert worden. Dieses steht Airbus Defence and Space exklusiv zur Verfügung.

Generell gilt, dass sich das Studiengebiet in seiner Gesamtheit stabil verhält. Deutlich sichtbar (siehe Abbildung 1) sind regionale Hebungs- und Senkungsgebiete. Die aus der Erstauswertung bekannten zwei Hebungsbereiche sind auch in den hier vorgestellten Ergebnissen ersichtlich. Im Nordosten von Böblingen existiert ein Hebungsgebiet mit annähernd elliptischer Form und einer Ausdehnung von ca. 350 m in Ost-West und ca. 200 m in Nord-Süd. Sie erstreckt sich entlang der Altinger Straße, Siemens- und Gutenbergstraße. Das im Südosten von Böblingen existierende Hebungsgebiet weist eine bogenförmige Ausdehnung von etwa 900 m x 450 m auf. Es erstreckt sich vom Südwesten, Boslerstraße Ecke Achalmstraße, bis zum Roseggerweg im Osten.

Die beiden Hebungsgebiete weisen im Beobachtungszeitraum Hebungsgeschwindigkeit von bis zu ca. 65 mm (nördlich) und 35 mm (südlich) pro Jahr auf. Beide Hebungsbereiche weisen einen annähernden linearen Hebungsverlauf in der Zeit auf. Eine mögliche Verlangsamung der Hebung im nördlichen Bereich bis März 2015 kann nicht beobachtet werden. Allerdings ist hierbei zu beachten: Potentielle geringfügige Bewegungsveränderungen am Ende einer Zeitserie können nur eingeschränkt erkannt bzw. interpretiert werden.

Neben den prominenten Hebungsbereichen weißt die sanierte Mülldeponie am östlichen Stadtrand weiterhin eine Senkungsrate von bis zu ca. 90 mm/a auf.

Da die TerraSAR-X HS Daten eine hohe Sensitivität gegenüber kleinsten Oberflächenverformung auf engen Raum aufweisen, musste der Bereich des Mercedes-Benz Motorenwerkes in Sindelfingen vom Prozess ausgeschlossen werden. Die großen Industriehallen unterliegen einer Außentemperatur gesteuerten thermalen Dilatation (Ausdehnen, Zusammenziehen). Diese Form der Bewegung beeinträchtigt die geforderte Untersuchung von Bodenbewegungen im Stadtbereich von Böblingen. Durch das Ausmaskieren wird ein Fehlereinfluss auf das Gesamtergebnis verhindert.

Dieser Bericht stellt eine Aktualisierung des vorangegangen Berichtes (Erstauswertung) dar. Grundlegendes über die angewandte Technik oder Prozessabläufe, sind nicht Inhalt dieses Berichtes, sie können im Bericht zur Erstaufwertung nachgelesen werden.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

2 EINLEITUNG

Airbus Defence and Space Geo GmbH wurde vom Landratsat Böblingen damit beauftragt, Bodenbewegungen im Zeitraum Februar 2014 bis März 2015 über Böblingen, Deutschland zu ermitteln.

Dieser Bericht präsentiert die Ergebnisse der radarinterferometrischen Bodenbewegungsanalyse basierend auf 32 TerraSAR-X HS Satellitendaten für das oben beschriebene Studiengebiet. Der Zeitraum der Satellitenaufnahmen reicht von Februar 2014 bis März 2015 und stellt somit eine halbjährige Verlängerung des Untersuchungszeitraums der Erstauswertung (02/2014 – 09/2014) dar. Sämtliche hier gezeigten Ergebnisse umfassen den gesamten Zeitraum.

Das folgende Kapitel 3 diskutiert technische Details bezüglich der Produktion der Bodenbewegungskarte: i) die vorliegenden TerraSAR-X HS Satellitendaten und deren Selektion, ii) Beschreibung der angewandten Zeitserienanalysemethode und schließlich iii) der interferometrische Prozessablauf.

Kapitel 4 präsentiert die ermittelte Bodenbewegung für das Studiengebiet für den Zeitraum 08/2013 und 09/2014. Es adressiert die Besonderheit der beiden Hebungsgebiete im östlichen Stadtteil von Böblingen.

In Kapitel 5 werden generelle Anmerkungen zum Prozess und den Ergebnissen gegeben. Eine generelle Aussage zu Präzision und Genauigkeit der Ergebnisse ist formuliert und eine Erklärung zur Qualitätsanalyse ist gegeben. Am Ende ist das Format der digitalen Lieferung beschrieben.

Kapitel 6 fasst die Schlussfolgerungen dieses Berichtes zusammen.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

3 TECHNISCHE DETAILS

3.1 DATENAKQUISITION UND SELEKTION

Das Studiengebiet wird durch Bodenabdeckung der TerraSAR-X HS Satellitendaten in absteigender Orbitgeometrie (descending) erfasst. In Summe wurden 32 Szenen zwischen Februar 2014 und März 2015 mit einer HH-Polarisation aufgenommen und im Datenarchiv abgelegt. Alle Daten wurden vor ihrer finalen Verwendung einer Qualitätsanalyse unterzogen. Von dieser Grundgesamtheit an Szenen konnten letztendlich 30 Szenen für die Prozessierung verwendet werden. Die Aufnahmen vom 24.05.2014 und 30.12.2014 mussten aufgrund von starken atmosphärischem Einfluss bzw. Schneebedeckung ausgeschlossen werden.

In Tabelle 1, Tabelle 2 und Abbildung 2 sind Informationen zu den aufgenommen TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 03/2015 gegeben. Der Datenstapel weißt keine größeren Lücken (> 22-Tage) auf.

Zur Korrektur des topographischen Einflusses auf die Phasenmessung wurde eine vorläufige Version des WorldDEM™ Höhenmodells verwendet.

Tabelle 1: Verwendete TerraSAR-HS Szenen

Nr.	Datum	Nr.	Datum
1	2014.02.25	17	2014.10.03
2	2014.03.08	18	2014.10.14
3	2014.03.19	19	2014.10.25
4	2014.03.30	20	2014.11.05
5	2014.04.10	21	2014.11.16
6	2014.04.21	22	2014.11.27
7	2014.05.02	23	2014.12.08
8	2014.05.13	24	2014.12.19
9	2014.05.24	25	2014.12.30
10	2014.06.04	26	2015.01.10
11	2014.06.26	27	2015.01.21
12	2014.07.07	28	2015.02.01
13	2014.07.29	29	2015.02.12
14	2014.08.09	30	2015.02.23
15	2014.08.31	31	2015.03.06
16	2014.09.11	32	2015.03.28

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Tabelle 2: TerraSAR-X HS Aufnahmeparameter

Orbit	Blickwinkel	Polarisation	Modus
Descending	~42°	HH	HS

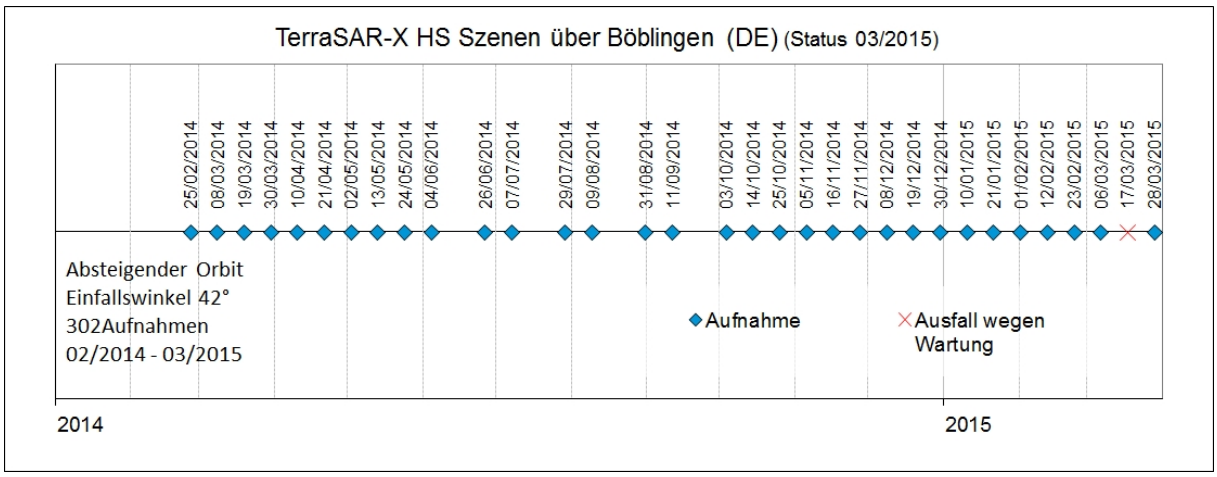


Abbildung 2: Zeitserie der verwendeten TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 03/2015

3.2 PROZESSIERUNGSMETHODE

Siehe Bericht zur Erstauswertung.

3.3 PROZESSABLAUF

Siehe Bericht zur Erstauswertung.

3.4 PROZESSIERUNGSBEDINGUNGEN

Die Prozessierungsbedingungen für eine interferometrische Zeitserienanalyse, basierend auf den vorliegenden TerraSAR-X HS Szenen und der interferometrischen Charakteristik (Kohärenz) im Untersuchungsgebiet, können als sehr gut bezeichnet werden.

Räumlich ausgedehnte Bewegungsphänomene können somit mit guter Genauigkeit bestimmt werden. Dies zeigt sich in Abbildung 1, in welcher beide öffentlich bekannten Hebungsgebiete gut zu erkennen sind. Die hohe Geschwindigkeit der Hebung, gerade im nördlichen Hebungsbereich, erfordert räumlich hochauflösende und zeitlich dicht aufeinander folgende Satellitenaufnahmen. Andernfalls würden mathematische Mehrdeutigkeiten in den Phasenmessungen auftreten. Beide Vorbedingungen wurden in einer Voruntersuchung analysiert und mit TerraSAR-X HS Daten mit einem Aufnahmezyklus von 11-Tagen

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

(nominell) realisiert. Datenlücken von maximal 22 Tagen führen zu keinen technischen Einschränkungen.

Für die vegetativen Gebiete im Studiengebiet können keine Messpixel bestimmt werden. Dies kann, basierend auf der Erfahrung von einer Vielzahl anderer Projekte, so postuliert werden. Es handelt sich hierbei um eine interferometrisch inhärente Einschränkung. Da das Studiengebiet jedoch viele versiegelte Gebiete aufweist, konnte insgesamt eine hohe Anzahl an Messpixel für eine zuverlässige Analyse bestimmt werden (siehe Abbildung 1).

Tabelle 3 fasst die Kenngrößen der interferometrischen Prozessierung mittels SBAS-Methode zusammen. Diese werden durch die verwendeten Daten und gewählten Parameter bestimmt.

Tabelle 3: Kenngrößen für die verwendeten Daten in Tabelle 1.

Anzahl der Inputdaten	**Anzahl der Inter-ferogramme**	**Maximale räumlich Basislinie [m]**	**Minimale räumlich Basislinie [m]**	**Maximale zeitliche Trennung [d]**	**Minimale zeitliche Trennung [d]**
29	222	317	5	154	11

Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen eine grafische Darstellung der räumlichen und zeitlichen Trennungen (Basislinien) der Satellitenaufnahmen. In Abbildung 3 erkennt man die zugelassenen Verknüpfungen (Interferogramme) zwischen den jeweiligen Szenen. Die Szene vom 19.12.2014 musste aufgrund einer zu großen räumlichen Trennung (Basislinie ca. 517 m) vom SBAS Prozess ausgeschlossen werden. Solch große Basislinien stehen im Kontrast zum technischen SBAS Ansatz und beeinflussen negativ das Endergebnis. Nach dem Ausschluss der genannten Szene weist der Netzwerkplot ein gleichmäßig geschlossenes Netzwerk auf, welches eine gute Datengrundlage für die anschließende Prozessierung bedeutet.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

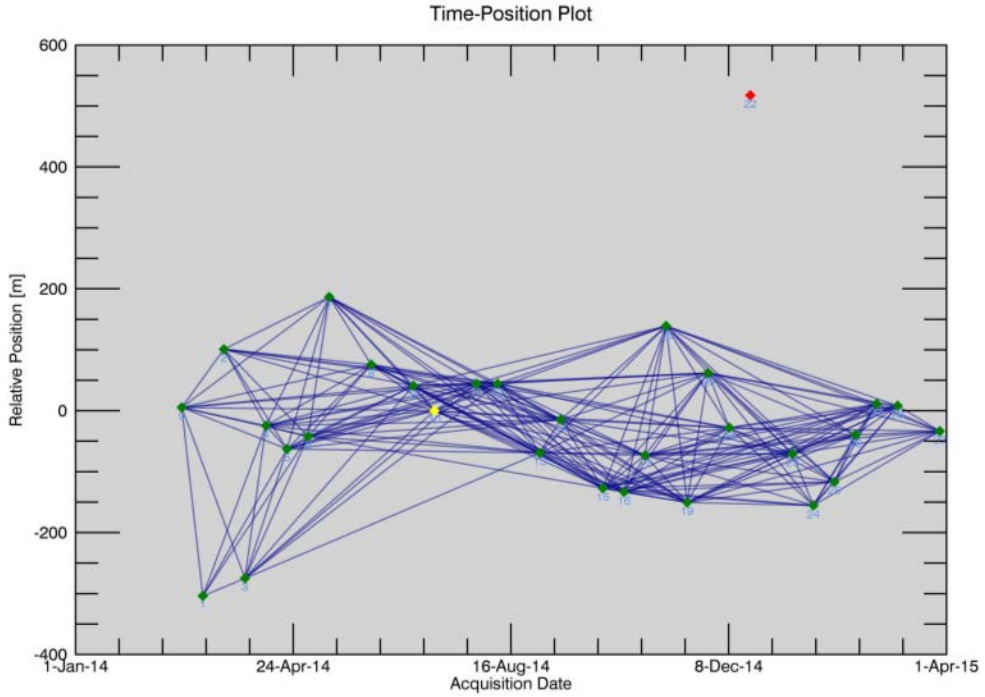


Abbildung 3: Time-Position-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.

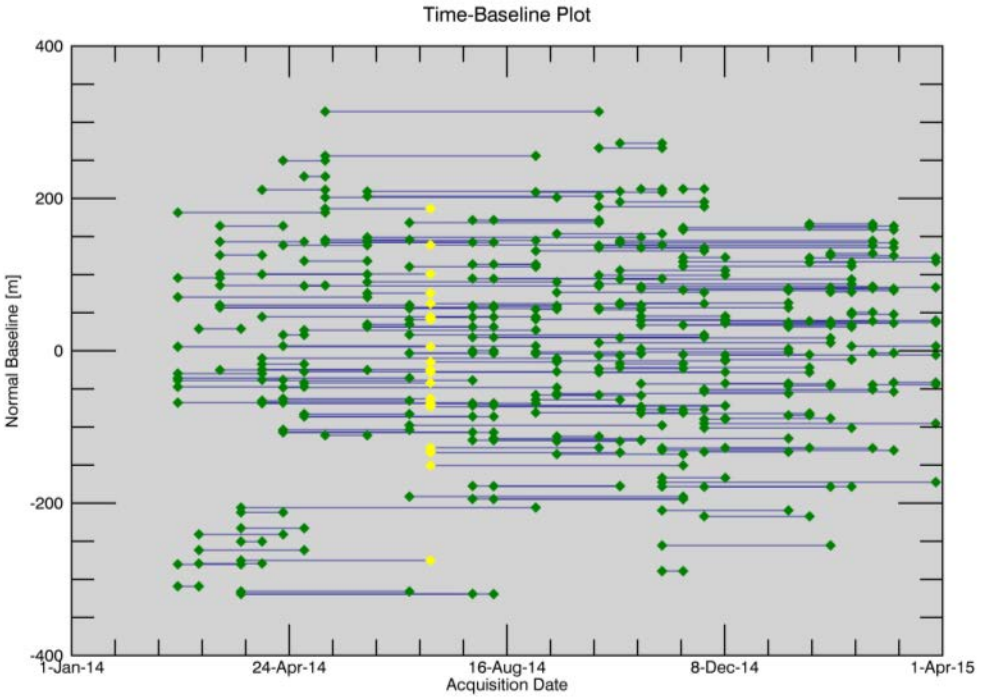


Abbildung 4: Time-Baseline-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

3.5 DIGITALES GELÄNDEMODELL

Die notwendigen detaillierten Höheninformationen zur Reduktion des topographischen Einflusses auf die Phasenmessung sind aus einer vorläufigen Version des qualitativ hochwertigen WorldDEM™ Höhenmodells extrahiert worden. Dieses steht Airbus Defence and Space für die kommerzielle Nutzung exklusiv zur Verfügung. Der Vorteil gegenüber dem sonst verwendeten SRTM DEM, liegt in der höheren räumlich Auflösung und einer hervorragenden Höhengenauigkeit.

3.6 EINFLUSS DER SATELLITENBLICKRICHTUNG (AUFNAHMEGEOMETRIE)

Die originären Bewegungsmessungen finden in Satellitenblickrichtung (LOS) statt und sind eindimensional. Bei der unten genannten Transformation von LOS in vertikale Bewegungen, werden mögliche horizontale Bewegungskomponenten vernachlässigt, da eine eindimensionale Messung auch nur in eine eindimensionale Größe transformiert werden kann. Eine Zerlegung in vertikale und horizontale Bewegungswerte ist unter Verwendung nur einer Aufnahmegeometrie (hier descending) nicht möglich. Zusätzliche Aufnahmen in der ascending Geometrie würde eine Zerlegung in horizontale (annähernd Ost-West) und vertikale Bewegungswerte erlauben. Die in Kapitel 4 vorgestellten Bewegungswerte sind somit als eindimensionale vertikale Bewegungen angegeben.

Bedingt durch die Schrägaufnahmegeometrie von SAR-Satelliten können komplexe Bodenbewegungsprozesse unterschiedliche Größenordnungen und Vorzeichen der Messwerte verursachen. Abbildung 5 stellt diesen Zusammenhang schematisch für einen idealisierten Hebungsprozess dar. Während Hebungserscheinungen im Zentrum der Hebung wahrscheinlich vertikal dominiert sind, wird die Horizontalkomponente in Richtung seitlichen Rand zunehmen. Diese Horizontalkomponenten sind in diesem Beispiel entgegengesetzt zueinander ausgerichtet. Dieser Umstand würde unterschiedliche Größenordnungen der Messwerte in Satellitenblickrichtung verursachen, welches in der gewählten Farbdarstellung einen Übergang von bläulich zu grünlich ergeben würde.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

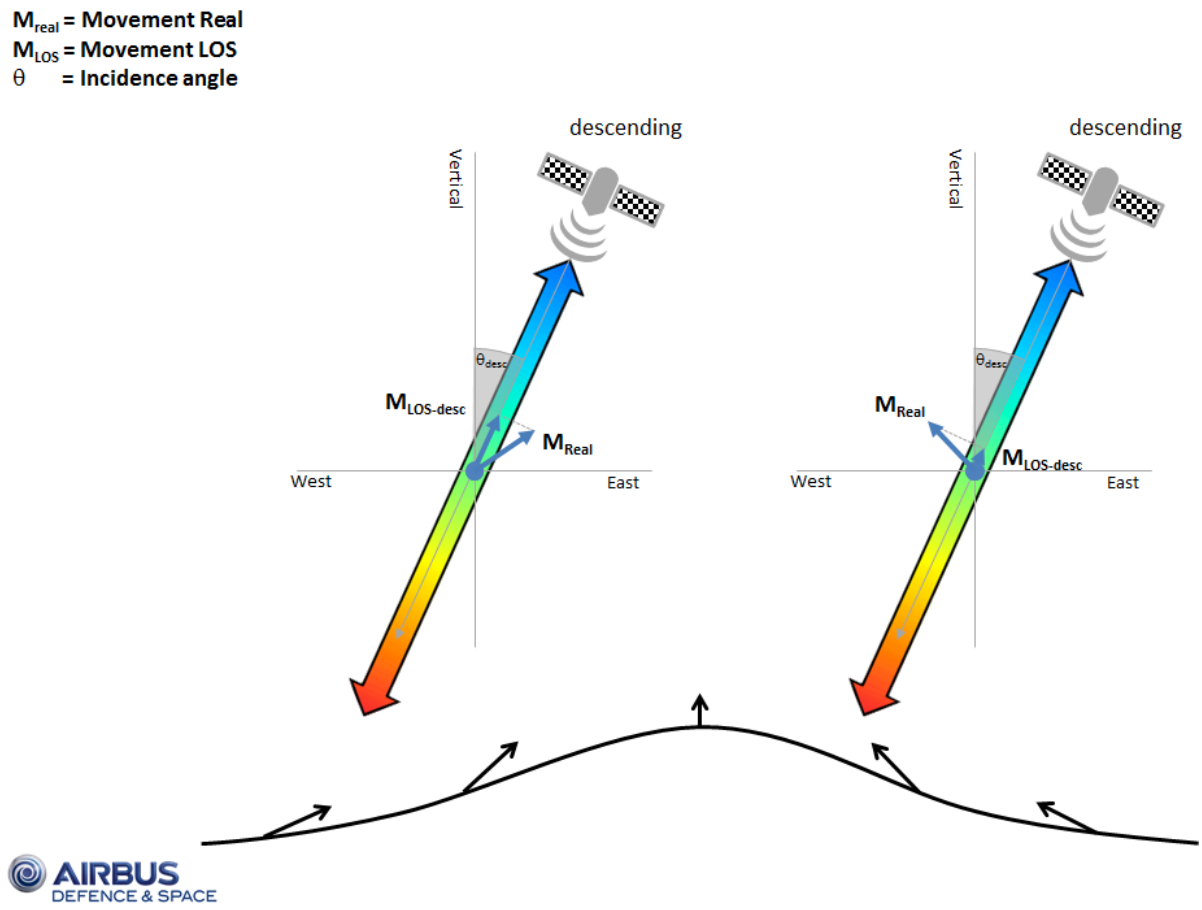


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bewegungsmessung in Abhängigkeit einer idealisierten Hebung. Die Farbgebung der Pfeile (Satellitenblickrichtung) entspricht derjenigen der Bewegungskarten in diesem Bericht.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

4 ERGEBNISSE UND ANALYSE

Das Ergebnis der interferometrischen Zeitserienanalyse ist eine Bodenbewegungsmessung, wie unter anderem in Abbildung 6 dargestellt. Sie wird als hochauflösende Karte im .pdf Format zusätzlich zu diesem Bericht geliefert. Die Karten zeigen farblich kodiert die jährliche gemittelte Geschwindigkeit der Bodenbewegung innerhalb des Beobachtungszeitraumes. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bodenbewegungsanalyse über dem Studiengebiet analysiert.

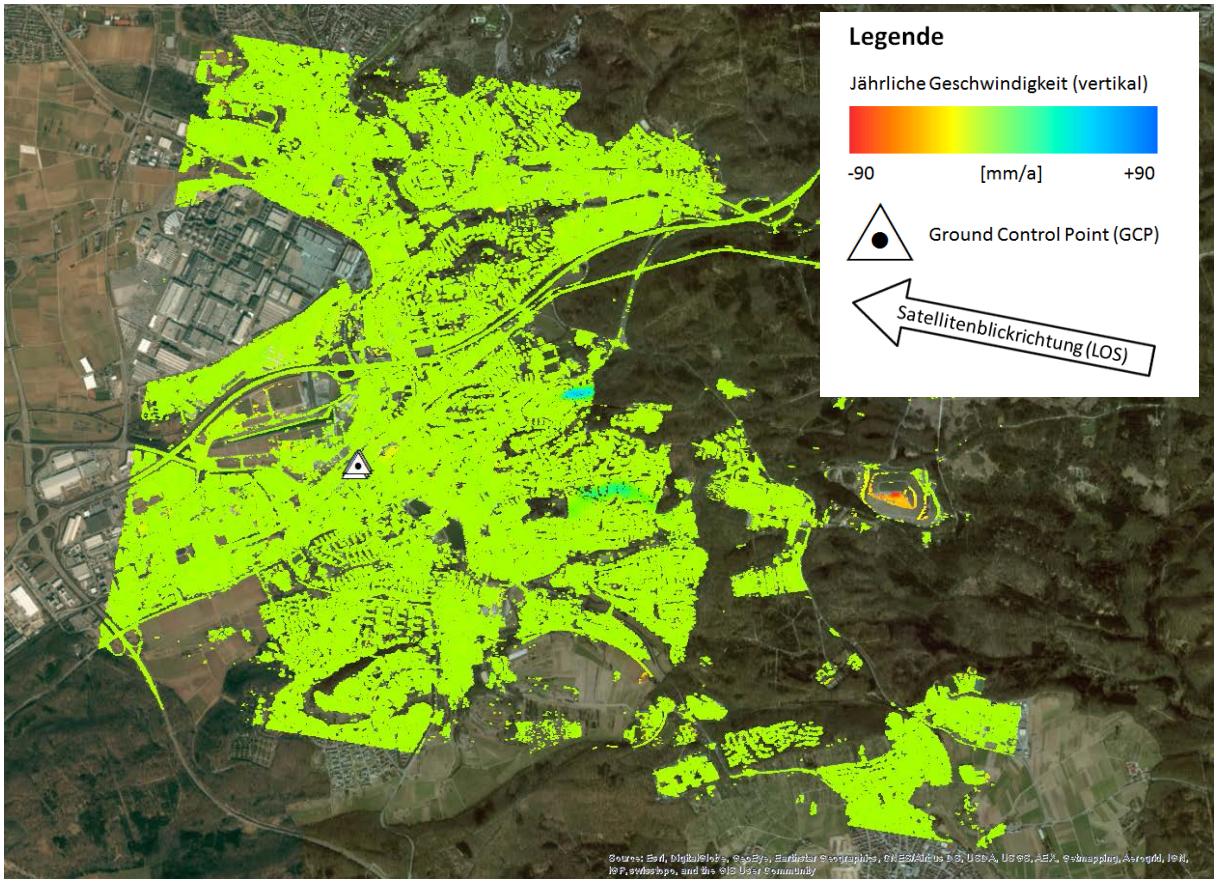


Abbildung 6: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (02/2014 – 03/2015). Hintergrund: optisches Luftbild aus ArcGIS.

Die Bewegungswerte werden ursprünglich entlang der Blickrichtung des Satelliten gemessen. Also eindimensional mit einem Einfallswinkel von ~42°, somit handelt es sich um eine Schrägaufnahme. Die Ergebnisse wurden in reine Vertikalbewegungen transformiert, unter der Annahme, dass es sich ausschließlich um vertikale Bewegungen handelt. Potentielle horizontale Bewegungen werden somit vernachlässigt beziehungsweise als vertikale Bewegungskomponente interpretiert (siehe Kapitel 3.6). Die Bewegungswerte innerhalb der Zeitserie eines jeden Messpixels sind per se keine Absolutwerte, es handelt sich vielmehr um

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

relative Werte, denn sämtliche Messungen beziehen sich auf Referenzpunkte (ground control point (GCP)). Diese GCPs werden unter gewissen Gesichtspunkten wie z.B. hohe Kohärenz, flaches Gelände, räumliche Nähe und unter der Annahme, dass sie frei von Eigenbewegungen sind, ausgewählt. Die Auswahl mehrerer GCPs in räumlicher Nähe verringert die Wahrscheinlichkeit, dass ein schlecht gewählter GCP das gesamte Ergebnis verfälscht.

Das Untersuchungsgebiet ist in seiner Grundgesamtheit stabil. Das Mittel der Geschwindigkeit beträgt ungefähr -0.1 mm pro Jahr. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es keine Bodenbewegungen gibt, sondern vielmehr, dass das Gros der Messpixel stabil ist und nur ein sehr geringer Anteil sich bewegt. Die existierenden Bewegungswerte innerhalb des Untersuchungsgebietes führen zu einer Verschiebung des Mittelwertes der Geschwindigkeit aller Messpixel in den negativen Bereich. Eine Übersicht der Charakteristik der Ergebnisse ist in Tabelle 4 gegeben.

Tabelle 4: Charakteristik der Ergebnisse

Studienzeitraum	2014/02/25 – 2015/03/28
Durchschnittliche jährliche Geschwindigkeit	ca. -0,07 mm/Jahr
Minimale jährliche Geschwindigkeit	ca. -88,9 mm/Jahr
Maximal jährliche Geschwindigkeit	ca. 65,9 mm/Jahr
Messpixeldichte	ca. 86.600 Pixel/km²

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

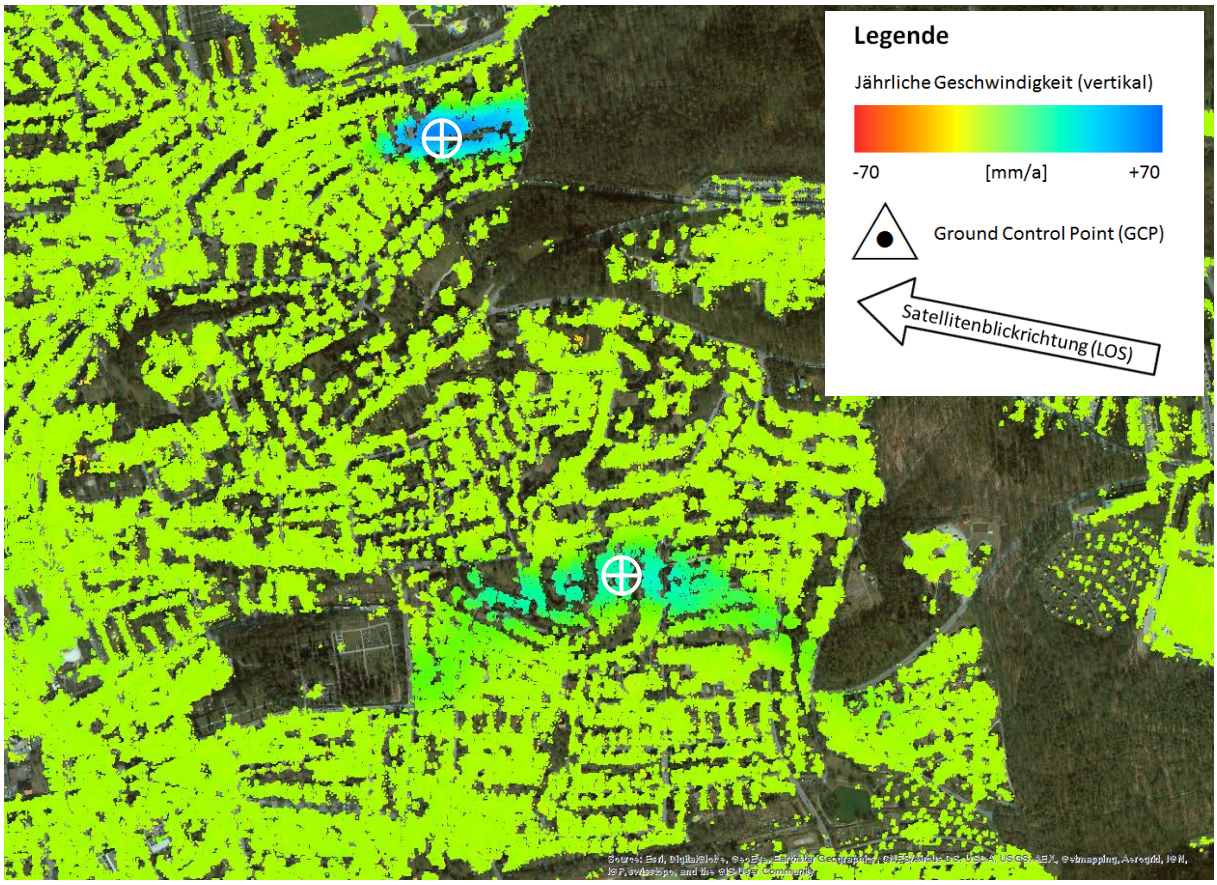


Abbildung 7: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 8 und Abbildung 9.

Für die beiden Hebungsbereiche im Norden und im Süden sind exemplarisch in den Abbildung 8 und Abbildung 9 die Zeitserien der gewählten Messpixel in Abbildung 7 dargestellt. Beide Zeitserien zeigen einen nahezu kontinuierlichen Hebungsverlauf in der Zeit. Nur minimale Variationen der Bewegungswerte sind zu erkennen. Für das gewählte Pixel im nördlichen Bereich weißt die Zeitserie in Abbildung 8 eine jährliche Bewegungsrate von ca. 62 mm/a auf. Die Zeitserie des im Süden gewählten Messpixels weißt eine ungefähr halb so schnelle Hebung mit einer jährlichen Rate von ca. 34 mm/a auf (Abbildung 9).

Signifikante Veränderungen der Hebungswerte sind in diesem Untersuchungszeitraum nicht zu erkennen. Mögliche Auswirkungen der Sanierung der Erdwärmesonden im nördlichen Bereich sind augenscheinlich nicht eindeutig zu erkennen. Eine Fortführung der Beobachtung mittels TerraSAR-X Satellitendaten über einen längeren Zeitraum kann Veränderungen der Bewegungswerte nach März 2015 aufzeigen. Die Fortführung der Datenaufnahme wurde durch Airbus DS im Rahmen der Aufnahmeplanung initiiert.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

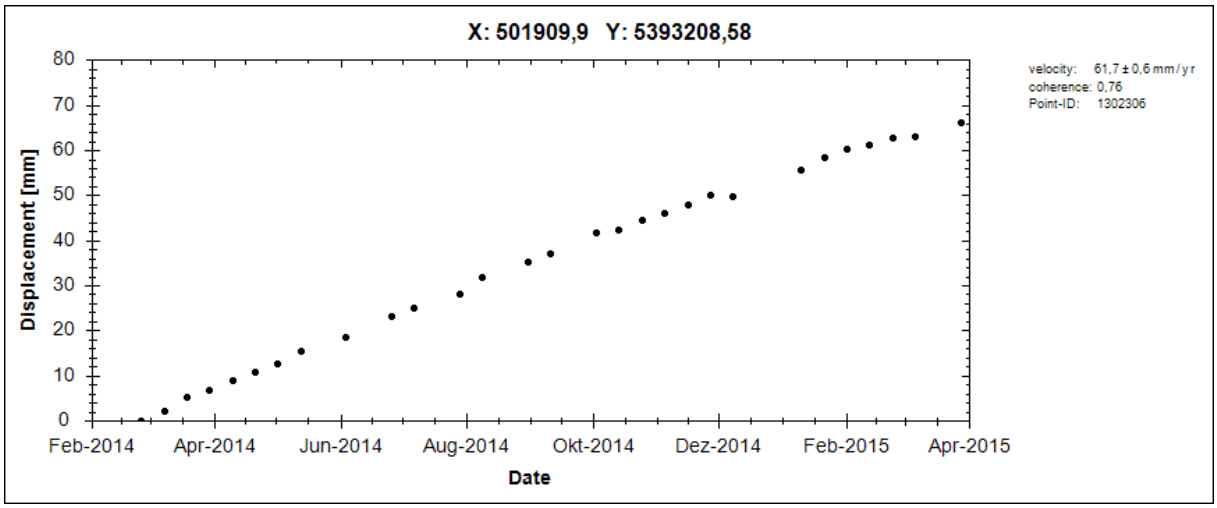


Abbildung 8: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501909,9 m und 5393208,58 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 7.

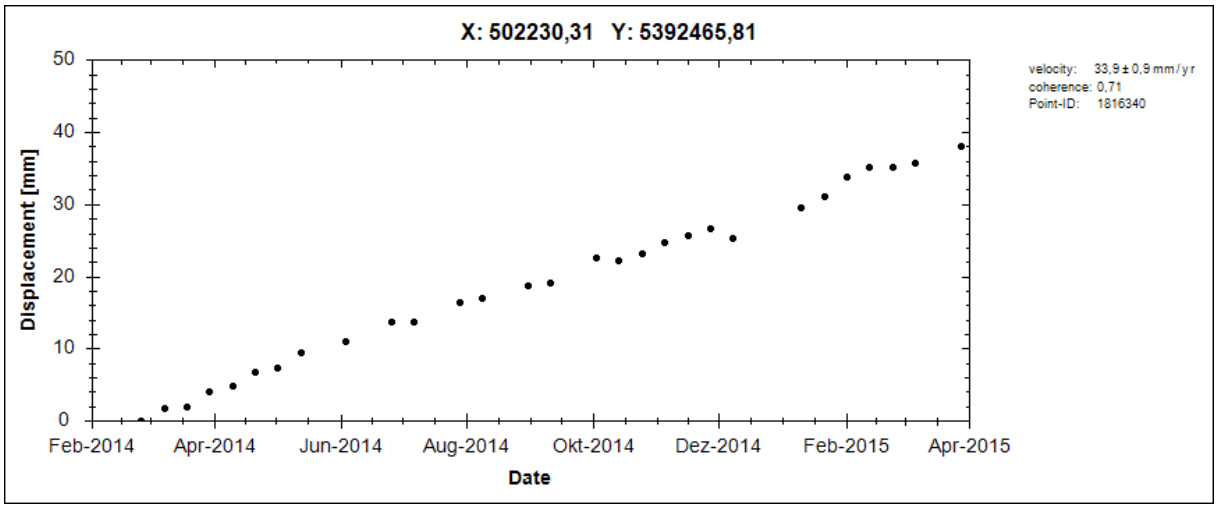


Abbildung 9: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502230,31 m und 5392465,81 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 7.

Im Vergleich zu den flächenhaften dominierenden Hebungszonen in Abbildung 7 zeigt das Bodenbewegungsergebnis eine deutliche Senkung für eine sanierte Mülldeponie im Osten von Böblingen (siehe Abbildung 10). Die Zeitserie in Abbildung 11 repräsentiert die voranschreitende Absenkung mit einer Geschwindigkeit von bis zu -84 mm pro Jahr. Es kann vermutet werden, dass normale Setzungserscheinungen des Müllberges die Ursache für diese gemessenen Bewegungen ist. Deutlich zu erkennen ist die erhöhte Anzahl der Messpixel im Bereich der installierten Solarpaneele am Südhang. Diese metallischen Konstruktionen dienen sehr gut als Reflektor des Radarsignals und somit als Messpixel.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

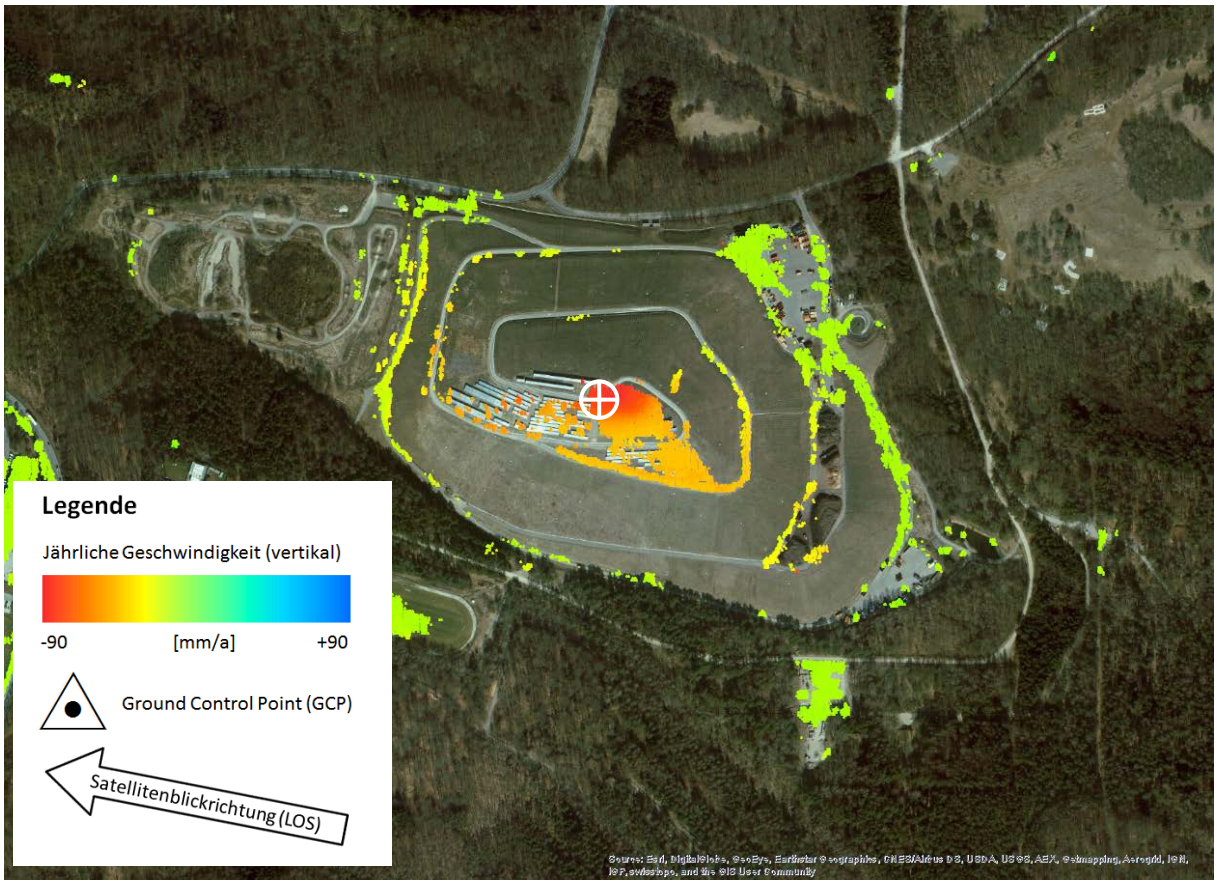


Abbildung 10: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 11.

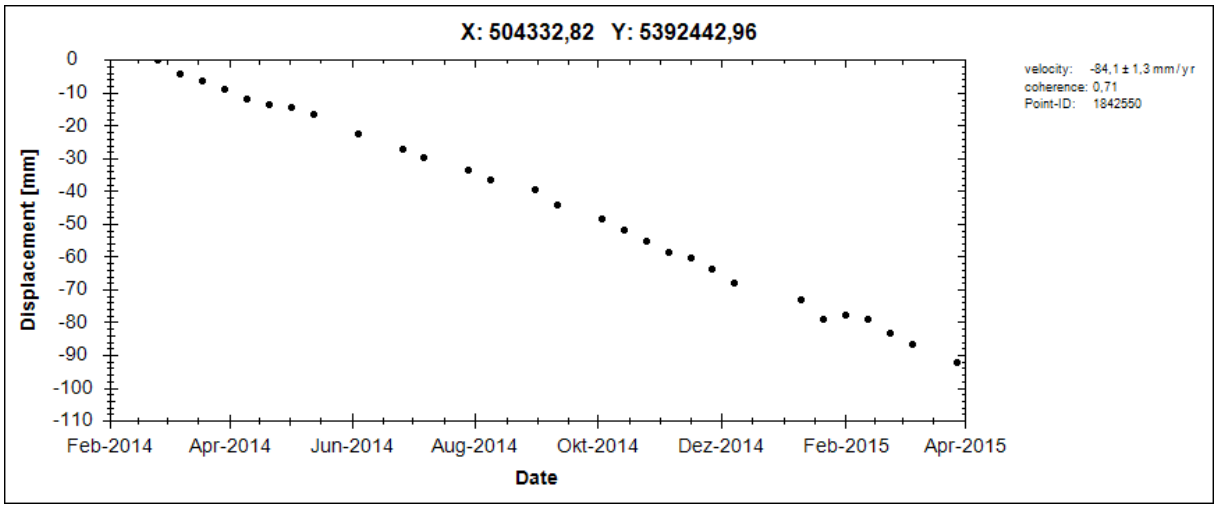


Abbildung 11: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 504332,82 m und 5392442,96 m: Weißes Fadenkreuz in Abbildung 10.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

5 GENERELLE ANMERKUNGEN

Generell gilt: Messpixel mit geringer Kohärenz und/oder extremem Bewegungswerten sind mit Vorsicht zu bewerten. Besonders wenn diese im starken Kontrast zur räumlichen Nachbarschaft auftreten. Dies tritt oft in Gebieten mit starker Variabilität der physikalischen Reflektionseigenschaft der Oberfläche auf, z.B. im Übergang zu vegetativen Gebieten. Temperatur bedingte Deformationen/Verformungen von Objekten (thermale Dilatation), wie Brücken und Industriegebäuden, werden durch die hohe Sensitivität der TerraSAR-X HS Daten bezüglich geringer und kleinräumiger Bewegungen mitbestimmt und stehen im Kontrast zu den eigentlich zu bestimmenden Bodenbewegungen. Zur Beurteilung von Bodenbewegungen muss dieser Punkt berücksichtigt werden. Brücken oder große Industriehallen können somit sprunghafte Bewegungen in der Zeit aufweisen, welche aber nicht mit Bodenbewegungen korrelieren müssen.

Bei der Transformation von der eindimensionalen Schrägaufnahme des Satelliten in die Vertikale Raumrichtung werden mögliche horizontale Bewegungen nicht berücksichtigt bzw. gehen als Bewegungskomponente in die vertikalen Werte ein. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse beachtet werden. Erwiesenermaßen treten am räumlichen Rand von Hebungs- und Senkungszonen die größten horizontalen Bewegungskomponenten auf. Im Zentrum einer Hebungs- und Senkungszone sind diese dagegen gleich Null.

5.1 PRÄZISION UND GENAUIGKEIT

Die interferometrischen Zeitserienanalyse bestimmt eine durchschnittliche Bewegungsrate (linear), die Geschwindigkeit, basierend auf eine Anzahl von Bewegungswerten innerhalb einer Zeitserie. Die theoretische Präzession, d.h. die Wiederholbarkeit der Messungen, der jährlichen Geschwindigkeit kann mit wenigen Millimetern pro Jahr angegeben werden. Die Präzision der Einzelmessungen der Bewegung in einer Zeitserie kann mit einigen Millimetern angegeben werden (bei der Verwendung von TerraSAR-X Daten). Letztere Präzision wird durch Fehlerfortpflanzung basierend auf der Kohärenz und der Wellenlänge bestimmt. Sie hängt unter anderem von den atmosphärischen Bedingungen, Messpixeldichte und Anzahl der verwendeten Szenen ab und variiert somit von Datensatz zu Datensatz. Für jedes Messpixel ist die Präzession der Geschwindigkeit bestimmt und in der Spalte V_Precisio in der digitalen Ergebnisdatei (siehe Tabelle 5) angegeben. Für diesen Wert ist die Anzahl der verwendeten SAR-Daten relevant (siehe Kapitel 3.1).

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Die Genauigkeit, d.h. der Unterschied zwischen Messergebnis und Wahrheit eines Bewegungswertes innerhalb einer Zeitserie hängt von verschiedenen Parameter wie z.B. Datenverfügbarkeit, Reflektionseigenschaft des Oberflächenelements, zeitlich und räumliche Charakteristik des Bewegungsphänomens, Prozessierungsmethode und gewählte GCPs ab. Die Genauigkeit kann im direkten Vergleich mit wahren Werten, z.B. mit Ergebnissen von terrestrischen Nivellements, bestimmt werden. Ein solcher Vergleich unter optimalen Bedingungen ergab eine Genauigkeit für einen Messwert innerhalb einer Zeitserie von ±3 mm, unter Verwendung von TerraSAR-X Daten.

Dies ist der Grund, warum in der Ergebnisdatei nur die Präzession, in der Form von z.B. 8.3 ± 1.7 mm pro Jahr, und nicht die Genauigkeit angegeben werden kann.

In (Casu et al. 2006) wird beschrieben, inwiefern sich die Distanz zwischen Messpixel und gewähltem GCP sich auf die Standardabweichung einer Einzelmessung innerhalb einer Zeitserie auswirkt. Zusammengefasst kann gesagt werden: Je weiter das Messpixel vom GCP entfernt ist, desto so geringer die Präzession des Ergebnisses.

5.2 FORMAT DER DIGITALEN ERGEBNISDATEI

Das interferometrischen Zeitserienergebnis der Bodenbewegung wird als digitale ESRI Shape Datei (.shp) bereitgestellt. Bedingt durch die hohe Anzahl der Messpixel, handelt es sich um das File Geodatabase (.gdb) Format. Tabelle 5 fasst die gelieferten Informationen dieser Datei zusammen.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Tabelle 5: Spalten und ihre Beschreibung in der ESRI Shape Datei.

Spalten-name	**Datentyp**	**Beschreibung**
FID	Object ID	Identifikationsnummer des Elements in shape Datei
Shape	Point	Geometrie der Shape Datei
X	Double	Lokation des Elements: Rechtswert der verwendeten UTM Zone [m]
Y	Double	Lokation des Elements: Hochwert der verwendeten UTM Zone [m]
Z	Double	Lokation des Elements: Höhenwert basierend auf den korrigierten Höhen aus der interferometrischen Prozessierung [m]
Velocity	Double	Durchschnittliche jährliche Geschwindigkeit [mm/Jahr]: - Positiver Wert: Hebung des Messpixels - Negativer Wert: Senkung des Messpixels
V_Precisio	Double	Präzession der Geschwindigkeit des Messpixels [mm/Jahr]
LOS_In	Double	Line-Of-Sight of satellite (Einfallswinkel) Wurde zur Transformation in die Vertikale verwendet
D_JJJJMMTT	Double	Vertikale Bodenbewegung am Beobachtungszeitpunkt JJJJMMTT (J=Jahr, M=Monat, T=Tag) in Bezug auf den ersten Beobachtungszeitpunkt [mm] - Positiver Wert: Hebung des Messpixels - Negativer Wert: Senkung des Messpixels

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Dieser Bericht präsentiert das Ergebnis einer interferometrischen Bodenbewegungsanalyse basierend auf TerraSAR-X HS Daten zwischen Februar 2014 und März 2015 in Böblingen, Deutschland.

Generell konnten qualitativ und quantitativ sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Die Messpixeldichte ist sehr hoch und es können zuverlässige räumlich-zeitliche Information von Bodenbewegungen gewonnen werden.

Eine Fortsetzung der TerraSAR-X HS Datenaufnahme ist empfehlenswert, damit die mögliche Verlangsamung der Hebung, als Konsequenz der Sanierung der Erdwärmesonden, zeitlich räumlich hochauflösend gemessen werden kann.

Da das Verfahren der SAR-Interferometrie nur eindimensionale Bewegungen messen kann, ist ratsam zu überlegen, ob neben der aktuell laufenden descending Aufnahmegeometrie zusätzlich ein Datenstapel in der ascending Aufnahmegeometrie aufgebaut werden soll. Eine gemeinsame Auswertung dieser beiden Geometrien würde eine zweidimensionale Rekonstruktion in horizontale (Ost-West) und vertikale Bewegungskomponenten ermöglichen.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

ABKÜRZUNGEN

2D	Zwei-Dimensional
3D	Drei-Dimensional
APS	Atmospheric Phase Screening
DEM	Digital Elevation Model
DInSAR	Differentielle InSAR Technik
GCP	Ground Control Point (Referenzpunkt)
HH	Horizontal gesendet – Horizontal empfangen Polarisation
HS	High Resolution
InSAR	SAR Interferometrie
PSI	Persistent Scatterer Interferometry
QC	Quality Control
SAR	Synthetic Aperture Radar
SB	Short-Baseline
SBAS	Small BASeline approach
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TSX	TerraSAR-X
WorldDEM™	Globales Höhenmodell (zukünftiges Produkt von Airbus DS)

REFERENZEN

Berardino, P.; Fornaro, G.; Lanari, R. & Sansosti, E. (2002). A New Algorithm for Surface Deformation Monitoring Based on Small Baseline Differential SAR Interferograms, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 40, 2375-2383.

Biggs, J.; Anthony, E. & Ebinger, C. (2009). Multiple inflation and deflation events at Kenyan volcanoes, East African Rift, Geology, 2009, 37, 979–982

Casu, F.; Manzo, M. & Lanari, R. (2006). A quantitative assessment of the SBAS algorithm performance for surface deformation retrieval from DInSAR data Remote, Sensing of Environment, 102, 195-210

Ferretti, A.; Prati, C. & Rocca, F. (2001). Permanent Scatterers in SAR Interferometry, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 39, 8-20.

Gabriel, A. K.; Goldstein, R. M. & Zebker, H. A. (1989). Mapping Small Elevation Changes Over Large Areas: Differential Radar Interferometry Journal of Geophysical Research, 94, 9183-9191

Lundgren, P.; Usai, S.; Sansosti, R.; Lanari, R.; Tesauro, M.; Fornaro, G. & Berardino, P. (2001). Modeling surface deformation observed with SAR Interferometry at Campei Flegrei Caldera, J. Geophysical. Res., 106, 19355-19367.

© 2015 Airbus DS Geo GmbH

Usai, S. (2001). A new approach for long term monitoring of deformation by differential SAR interferometry, Ph.D. thesis, Delft Univ. Press, Delft, The Netherlands.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (2014-2015). Hintergrund: Optisches Luftbild aus ArcGIS. Weiße Dreiecke stellen die Lokalität der Referenzpunkte dar..... 4

Abbildung 2: Zeitserie der verwendeten TerraSAR-X HS Szenen zwischen 02/2014 und 03/2015..... 8

Abbildung 3: Time-Position-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.....10

Abbildung 4: Time-Baseline-Plot der SBAS Netzwerkverknüpfung.....10

Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bewegungsmessung in Abhängigkeit einer idealisierten Hebung. Die Farbgebung der Pfeile (Satellitenblickrichtung) entspricht derjenigen der Bewegungskarten in diesem Bericht. 12

Abbildung 6: Karte der jährlichen Durchschnittsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet (02/2014 – 03/2015). Hintergrund: optisches Luftbild aus ArcGIS. 13

Abbildung 7: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 8 und Abbildung 9. 15

Abbildung 8: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 501909,9 m und 5393208,58 m: nördliches Fadenkreuz in Abbildung 7. 16

Abbildung 9: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 502230,31 m und 5392465,81 m: südliches Fadenkreuz in Abbildung 7.....16

Abbildung 10: Vergrößerter Ausschnitt des Gesamtergebnisses, unterlegt mit optischen Bilddaten. Weiße Fadenkreuze symbolisieren die Lokation der Zeitserien in Abbildung 11. .17

Abbildung 11: Zeitserie der Bodenbewegung für die Koordinaten 504332,82 m und 5392442,96 m: Weißes Fadenkreuz in Abbildung 10. 17

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Verwendete TerraSAR-HS Szenen..... 7

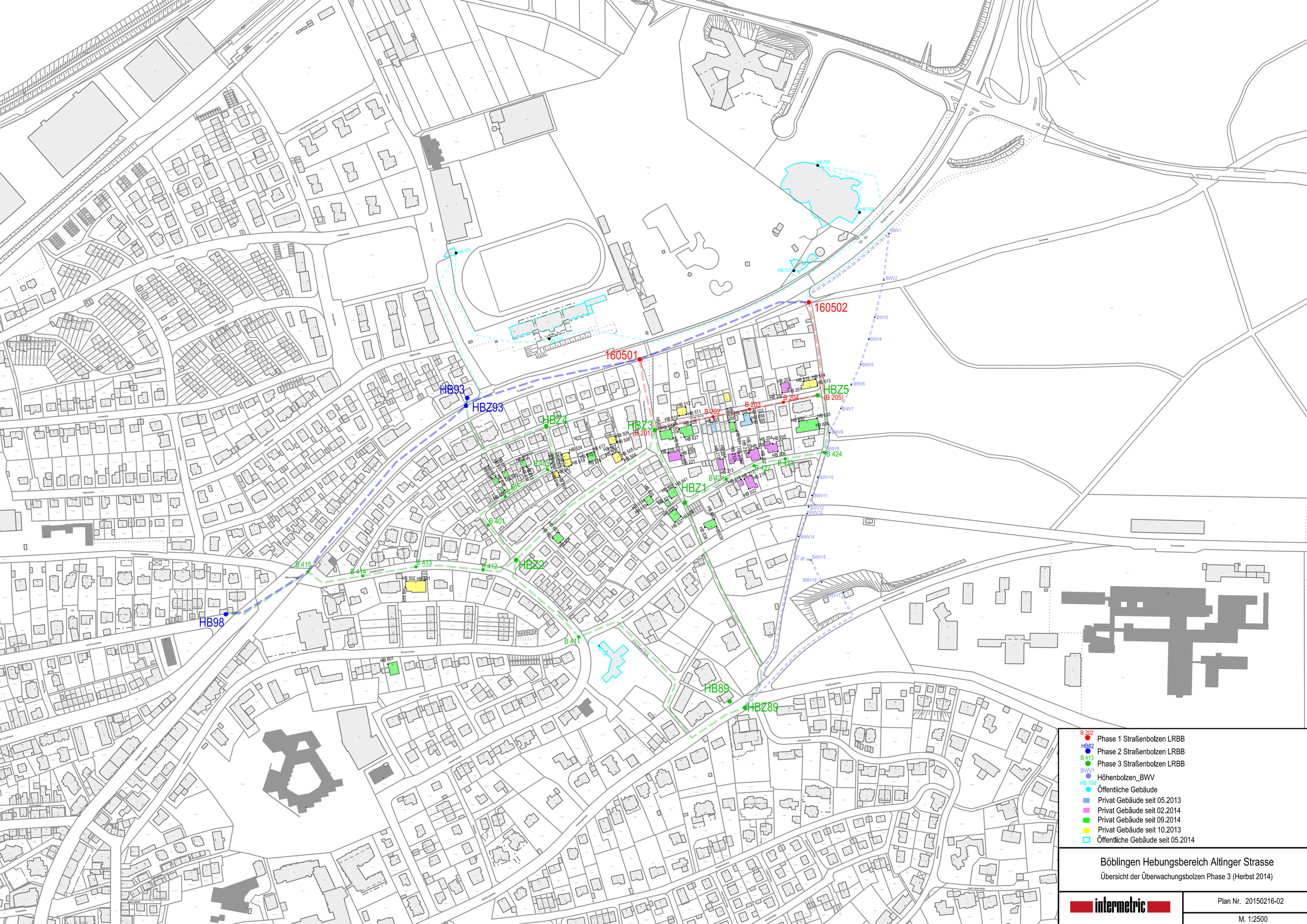
Tabelle 2: TerraSAR-X HS Aufnahmeparameter..... 8

Tabelle 3: Kenngrößen für die verwendeten Daten in Tabelle 1. 9

Tabelle 4: Charakteristik der Ergebnisse.....14

Tabelle 5: Spalten und ihre Beschreibung in der ESRI Shape Datei.....20

© 2015 Airbus DS Geo GmbH



Böblingen Hebungsbereich Altinger Strasse

Übersicht der Überwachungsbolzen Phase 3 (Herbst 2014)

intermetric

Plan Nr. 20150216-02

M. 1:2500

Setzungsprotokoll Höhe

intermetric

Projekt: Böblingen: Hebungsgebiet Altinger Straße Alle Höhen bezogen auf HB98 !!
Überwachungsbolzen Straße
Die Setzungswerte sind in Millimeter angegeben:
Differenzen: dN ... zur Nullmessung, dF ... zur letzten Folgemessung

Folge / Meßstelle			Nummer	Nullmessung	1. Folge	2. Folge	3. Folge	4. Folge	5. Folge	6. Folge
			Name	Hott	Hott	Hott	Hott	Haase	Haase/Andries	Andries
			Datum	16.05.2013	02.07.2013	21.08.2013	10.10.2013	18.02.2014	09.09.2014	24.03.2015
				Phase 1		Phase 2	Phase 3	Phase 3	Phase 3	Phase 3
				Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]
					dN [mm]	*dN [mm]*	*dN [mm]*	*dN [mm]*	*dN [mm]*	*dN [mm]*
Station/Nr.	*Bemerkung*	*Sollhöhen Kataster*		*dH zu Soll [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*
Setzungsbolzen Phase 1										
160501	**Referenz ab Phase 1**	466.782		466.772	466.772	*466.778*	*466.778*	*466.780*	*466.780*	*466.780*
	Stgt.-Str. / R.Bosch-Str.					*6*	*6*	*8*	*8*	*8*
	Kreuzung			*-10*			*0*	*2*	*0*	*0*
HB Z3	Altinger/R.-B. Str.			473.545	473.554	*473.569*	*473.578*	*473.604*	*473.639*	*473.663*
(B201)	Kreuzungspunkt				*9*	*24*	*33*	*59*	*94*	*118*
	Bodenpunkt					*15*	*9*	*26*	*35*	*24*
B 202	Straße			474.254	474.262	*474.275*	*474.285*	*474.305*	*474.335*	*474.359*
	vor Haus 6/2				*8*	*21*	*31*	*51*	*81*	*105*
	Bodenpunkt					*13*	*10*	*20*	*30*	*24*
B 203	Straße			474.792	474.799	*474.811*	*474.821*	*474.839*	*474.864*	*474.885*
	vor Haus 10				*7*	*19*	*29*	*47*	*72*	*93*
	Bodenpunkt					*12*	*10*	*18*	*25*	*21*
B 204	Straße			474.453	474.459	*474.471*	*474.480*	*474.498*	*474.520*	*474.540*
	vor Haus 14				*6*	*18*	*27*	*45*	*67*	*87*
	Bodenpunkt					*12*	*9*	*18*	*22*	*20*
HB Z5	Ende Altinger Str.			473.922	473.928	*473.938*	*473.946*	*473.961*	*473.979*	*473.994*
(B205)	Kreuzungspunkt				*6*	*16*	*24*	*39*	*57*	*72*
	Bodenpunkt					*10*	*8*	*15*	*18*	*15*
160502	Ende Niv. Altinger Straße	464.921		464.912	464.912	*464.918*	*464.918*	*464.920*	*464.919*	*464.918*
	Stgt.-Str. / Waldburgstr.					*6*	*6*	*8*	*7*	*6*
	Kreuzung			*-9*			*0*	*2*	*-1*	*-1*

Setzungsprotokoll Höhe

Projekt: Böblingen: Hebungsgebiet Altinger Straße Alle Höhen bezogen auf HB98 !!
Überwachungsbolzen Straße
Die Setzungswerte sind in Millimeter angegeben:
Differenzen: dN ... zur Nullmessung, dF ... zur letzten Folgemessung

Folge / Meßstelle		Nummer	Nullmessung	1. Folge	2. Folge	3. Folge	4. Folge	5. Folge	6. Folge
		Name	Hott	Hott	Hott	Hott	Haase	Haase/Andries	Andries
		Datum	16.05.2013	02.07.2013	21.08.2013	10.10.2013	18.02.2014	09.09.2014	24.03.2015
			Phase 1		Phase 2	Phase 3	Phase 3	Phase 3	Phase 3
			Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]
				dN [mm]	*dN [mm]*	*dN [mm]*	*dN [mm]*	*dN [mm]*	*dN [mm]*
Station/Nr.	*Bemerkung*	*Sollhöhen Kataster*	*dH zu Soll [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*

Setzungsbolzen Phase 2

HB 98	**Referenz ab Phase 2**	460.760			460.760	460.760	460.760	*460.760*	*460.760*
	Landhausstraße				*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
	bei Haus 57					*0*	*0*	*0*	*0*
HB 93	Höhenbolzen	468.686		*468.686*	*468.693*	*468.692*	*468.695*	*468.695*	*468.693*
	Stuttgarter Straße				*7*	*6*	*9*	*9*	*7*
	bei Haus 71					*-1*	*3*	*0*	*-2*

Setzungsbolzen Phase 3

HBZ1	Kreuzungspunkt					*478.864*	*478.868*	*478.869*	*478.866*
	Siemens-/Robert-Bosch-Str.						*4*	*5*	*2*
	Bodenpunkt							*1*	*-3*
HBZ2	Kreuzungspunkt					*475.366*	*475.370*	*475.370*	*475.365*
	Gutenberg-/Gaußstraße						*4*	*4*	*-1*
	Bodenpunkt							*0*	*-5*
HBZ4	Kreuzungspunkt					*476.708*	*476.714*	*476.715*	*476.712*
	Humboldt-/Gaußstr.						*6*	*7*	*4*
	Bodenpunkt							*1*	*-3*

Setzungsprotokoll Höhe

Projekt: Böblingen: Hebungsgebiet Altinger Straße Alle Höhen bezogen auf HB98 !!
Überwachungsbolzen Straße
Die Setzungswerte sind in Millimeter angegeben:
Differenzen: dN ... zur Nullmessung, dF ... zur letzten Folgemessung

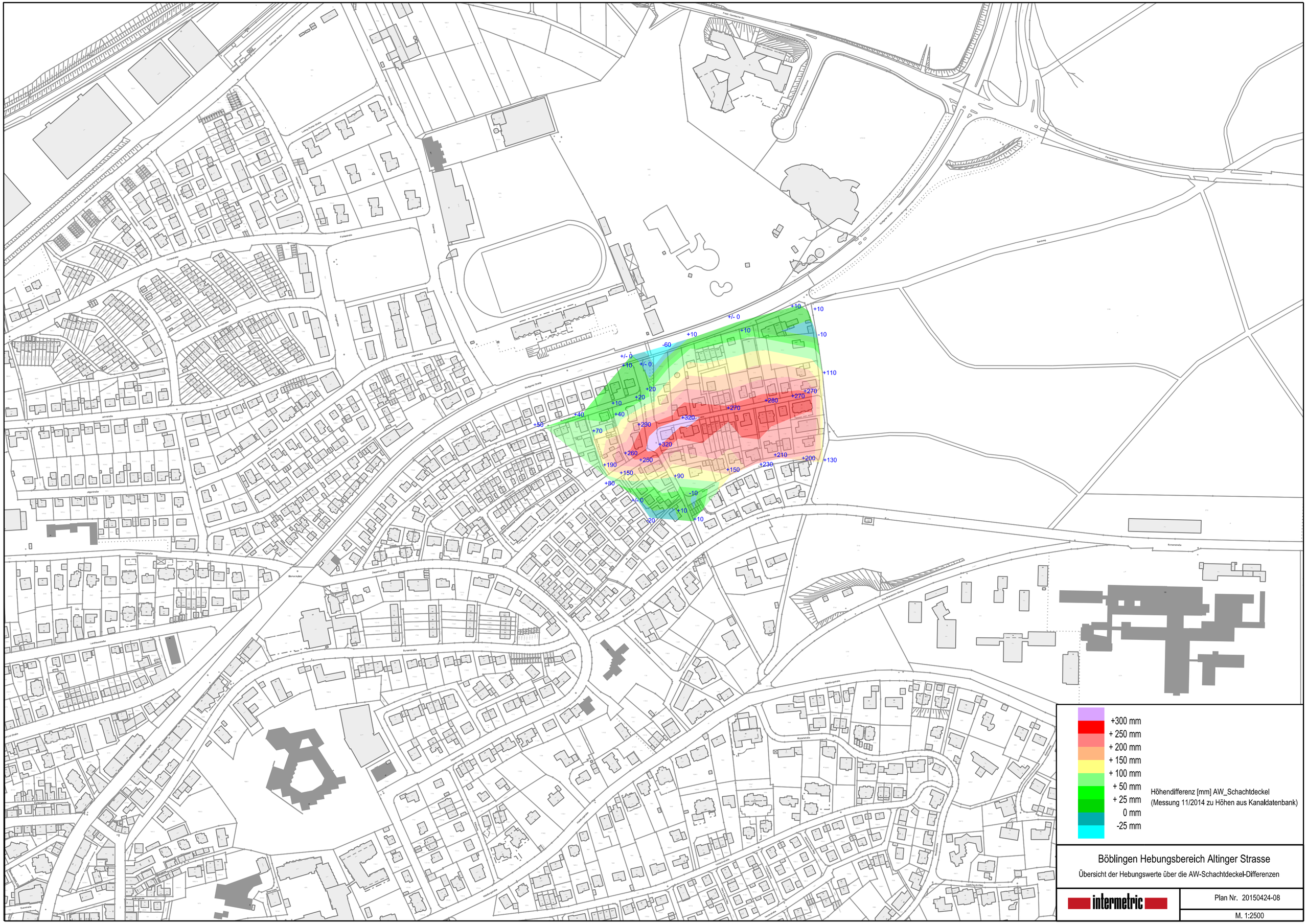
Folge / Meßstelle			Nummer	Nullmessung	1. Folge	2. Folge	3. Folge	4. Folge	5. Folge	6. Folge
			Name	Hott	Hott	Hott	Hott	Haase	Haase/Andries	Andries
			Datum	16.05.2013	02.07.2013	21.08.2013	10.10.2013	18.02.2014	09.09.2014	24.03.2015
				Phase 1		Phase 2	Phase 3	Phase 3	Phase 3	Phase 3
				Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]
					dN [mm]	dN [mm]	dN [mm]	dN [mm]	dN [mm]	dN [mm]
Station/Nr.	*Bemerkung*	*Sollhöhen Kataster*		*dH zu Soll [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*
(HB89)	Höhenbolzen	504.782					*504.812*	*504.812*	-	-
	Waldburgstr. 37						*30*	*30*		
	(Entfällt wegen Zutrittproblem)							*0*		
HBZ89	Bolzen vor Gebäude							*505.331*	*505.329*	*505.325*
	Waldburgstr. 37								*-2*	*-6*
	(Ersatz für HB89)									*-4*
B401	Gaußstraße						*477.080*	*477.083*	*477.084*	*477.079*
	bei Haus 5							*3*	*4*	*-1*
	Bodenpunkt								*1*	*-5*
B402	Gaußstraße						*478.371*	*478.376*	*478.376*	*478.372*
	bei Haus 10							*5*	*5*	*1*
	Bodenpunkt								*0*	*-4*
B403	Gaußstraße						*478.752*	*478.757*	*478.759*	*478.755*
	bei Haus 22							*5*	*7*	*3*
	Bodenpunkt								*2*	*-4*
B411	Zeppelin-/Bunsenstr.						*475.620*	*475.625*	*475.625*	*475.621*
	bei Haus 31							*5*	*5*	*1*
	Bodenpunkt								*0*	*-4*
B412	Zeppelinstraße						*474.234*	*474.238*	*474.237*	*474.235*
	bei Haus 16							*4*	*3*	*1*
	Bodenpunkt								*-1*	*-2*

Setzungsprotokoll Höhe

intermetric

Projekt: Böblingen: Hebungsgebiet Altinger Straße Alle Höhen bezogen auf HB98 !!
Überwachungsbolzen Straße
Die Setzungswerte sind in Millimeter angegeben:
Differenzen: dN ... zur Nullmessung, dF ... zur letzten Folgemessung

Folge / Meßstelle		Nummer	Nullmessung	1. Folge	2. Folge	3. Folge	4. Folge	5. Folge	6. Folge
		Name	Hott	Hott	Hott	Hott	Haase	Haase/Andries	Andries
		Datum	16.05.2013	02.07.2013	21.08.2013	10.10.2013	18.02.2014	09.09.2014	24.03.2015
			Phase 1		Phase 2	Phase 3	Phase 3	Phase 3	Phase 3
			Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]	Höhe [m]
				dN [mm]	*dN [mm]*	*dN [mm]*	*dN [mm]*	*dN [mm]*	*dN [mm]*
Station/Nr.	*Bemerkung*	*Sollhöhen Kataster*	*dH zu Soll [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*	*dF [mm]*
B413	Zeppelinstraße					*470.218*	*470.221*	*470.219*	*470.218*
	bei Haus 16						*3*	*1*	*0*
	Bodenpunkt							*-2*	*-1*
B414	Zeppelinstraße					*467.436*	*467.439*	*467.437*	*467.437*
	bei Haus 6						*3*	*1*	*1*
	Bodenpunkt							*-2*	*0*
B415	Stuttgarter Str./Zeppelinstr.					*464.336*	*464.338*	*464.338*	*464.337*
							2	*2*	*1*
	Bodenpunkt							*0*	*-1*
B421	Siemensstraße					*478.865*	*478.873*	*478.877*	*478.879*
	bei Haus 8						*8*	*12*	*14*
	Bodenpunkt							*4*	*2*
B422	Siemensstraße					*479.097*	*479.111*	*479.125*	*479.137*
	bei Haus 10						*14*	*28*	*40*
	Bodenpunkt							*14*	*12*
B423	Siemensstraße					*479.263*	*479.277*	*479.291*	*479.299*
	bei Haus 12						*14*	*28*	*36*
	Bodenpunkt							*14*	*8*
B424	Ende Siemensstraße					*479.536*	*479.548*	*479.559*	*479.567*
	bei Haus 13						*12*	*23*	*31*
	Bodenpunkt							*11*	*8*



Böblingen Hebungsbereich Altinger Strasse

Übersicht der Hebungswerte über die AW-Schachtdeckel-Differenzen

intermetric

Plan Nr. 20150424-08

M. 1:2500

Brunnenausbau

PVC - ROHRE UND ZUBEHÖR

DICHTUNGSTONE

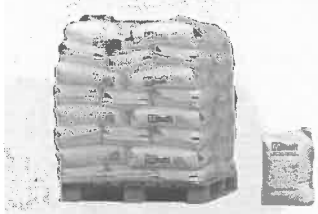
- Mischtonprodukt aus natürlich vorkommenden Tonen und aktivierten Bentoniten
- Verpackung:
  25 kg PE Sack auf Einwegpalette á 1,4 oder 1,05 t
  mit Kunststoffhaube

  PE BIG BAG á 1,0 t auf Anfrage mit Palette
  und Schrumpfhaube.

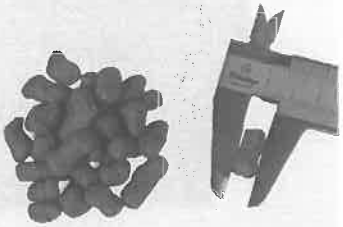
Beschreibung	Mikolit® 00	Mikolit® 300 / 300M	Mikolit® B
Pelettgrößen	7-12 mm 2-7 mm	7-12 mm ✓ 2-7 mm ✓	7-12 mm 2-7 mm
Wasseraufnahme-vermögen DIN 18132 nach 24 h n. vollst. Quellung	80 % 100 %	160 % ✓ 240 % ✓	350 % 800 %
kf-Wert DIN 18130	< 10^{-10} m/s	< 10^{-11} m/s ✓	≤ 10^{-12} m/s
Quellungskapazität im Becherglas incl. gesch. Porenvolumen	50-60 %	100-120 % ✓	250-280 %
Smektitgehalt	10-15 %	20-25 % (17-21 %)	60-70 %
Magnethitgehalt	0 %	0 % (13-17 %)	0%
Glühverlust	9 %	7 % (6 %)	5 %
Gamma-Strahlung	80-105 API	80-105 API	
Schüttdichte	1,1 to/m³	1,1 to/m³ ✓ (1,3 to/m³)	1,0 to/m³
Sinkgeschwindigkeit in Wasser	21 m/min	21 m/min (25 m/min) ✓	21 m/min

MGS Europe GmbH
Brüsseler Allee 21c, 41812 Erkelenz
Tel: ++49(0)2431-945762 Fax: ++49(0)2431-945773
www.mgs-europe.de info@mgs-europe.de

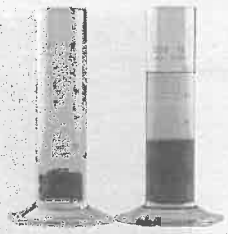
Big Bags 1000 kg



Säcke 25 kg



Pellets 7 – 12 mm



Quellmass 50 – 70%

DATENBLATT Mikolit®

300

In der Produktreihe Mikolit® stellt Mikolit® 300 die mittlere Qualität dar. Mikolit® 300 ist in nahezu allen Bereichen einzusetzen. Das Quellmaß der Pellets ist so ausgelegt, daß nach dem Schließen des Lückenvolumens noch eine große Quellkapazität verbleibt, sodaß bei Setzungen im Boden die Tonschicht sich selbst wiederherstellt. Nach der Wasseraufnahme entsteht eine Tonschicht, die nicht wassergesättigt ist und die daher eine etwas festere Konsistenz aufweist.

Die Qualität 300 besitzt, da das Produkt keinen Staub enthält, einen stark verzögerten Quellbeginn aufweist und günstige Maßverhältnisse vorzeigt, hervorragende Schütteigenschaften. Das Mischungsverhältnis der Rohstoffe ist so gewählt, daß auch beim hohen Quellmaß kaum Verklebungen an Bohrrohren auftreten, daher ist Mikolit® 300 auch für den Einsatz in verrohrten Bohrungen sehr gut geeignet. Bei Einsatz in salzigem Wasser ist eine gute Abdichtung ebenfalls gewährleistet. Es ist empfehlenswert, zwischen Tonabdichtung und Filterkies eine kleine Zwischenschicht aus Sand einzubringen.

Produktbezeichnung:	Mikolit® 300
Farbe des Pellets:	Braun / grau
Abmessungen des Pellets:	Ø ± 8 mm, Länge 7 – 12 mm
Verpackung:	Säcke 25 kg / Big Bags 1000 kg
Sinkgeschwindigkeit in Wasser:	21 m/min
Dichte wassergesättigt:	1,8 t/m³
Schüttgewicht:	1,1 t/m³
Quellbegin:	15 min
Quellmass:	50 – 70% [1] ✓
Durchlässigkeitsbeiwert:	< 10^{-11} m/s
Quelldruck:	9 kN/m²
γ-Strahlung:	80 – 105 API

[1] Frei im Becherglass, zusätzlich zum Porenvolumen.

Materialbedarf (kg/m)

Ausbau (mm) ▼ / Bohrloch (mm) ▶	300	100	125	150	200	250	300	400	500	600
0		9	13	19	34	54	77	137	215	309
50		6	11	17	32	51	75	135	212	307
100			5	11	26	45	69	129	206	300
125				6	21	40	64	124	201	295
160					12	32	55	115	193	287
200						19	43	103	180	175
250							24	84	161	255
315								52	129	224
400									77	172
500										94

Ihr Fachhändler:

MGS Europe GmbH

Brüsseler Allee 21c • 41812 Erkelenz

Telefon: +49 (0) 24 31 94 57 62 Fax: +49 (0) 24 31 94 57 73

E-mail: info@mgs-europe.de Internet: www.mgs-europe.de

Mikolit®-Produkte werden hergestellt von:

terraTECH

Engelenkampstraat 71 • Postbus 78 • NL-6130 AM Sittard • The Netherlands

Telefon: +31 (0) 46 4 526 662 Fax: +31 (0) 46 4 513 055

E-mail: info@terratech.nl

Die Angaben haben einen informellen Charakter, weder Recht noch Garantie kann hierauf gegründet werden.

Zertifikat über Umweltunbedenklichkeit

Produktbezeichnung : **Mikolit 300**

Hersteller :

TerraTech BV
Engelenkampstraat 71
Postbus 78
6130 AB Sittard

Niederlande

Tel.: +31 46 452 66 62
Fax.: +31 46 451 30 55

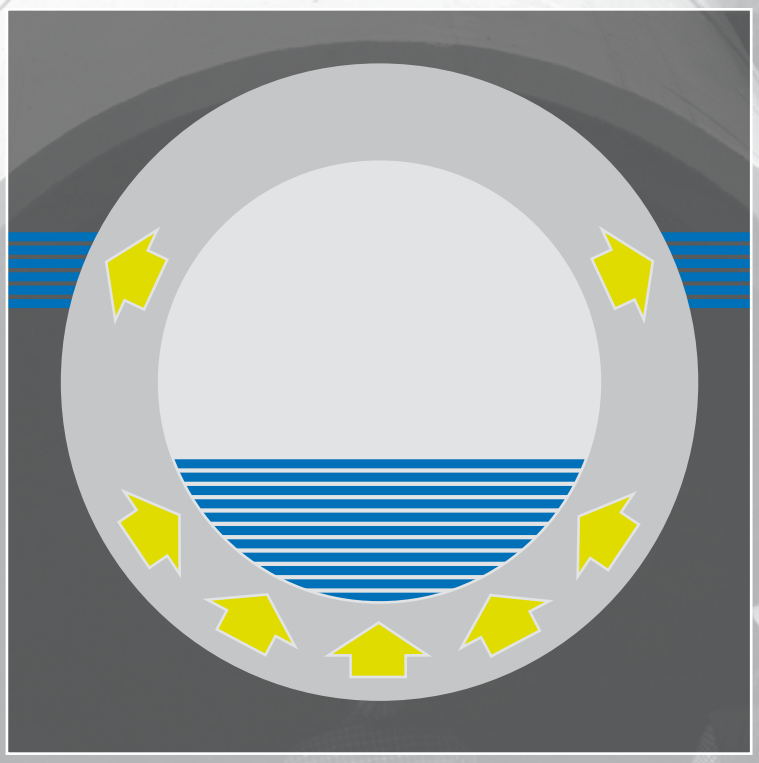
Die an dem Produkt Mikolit 300 durchgeführten chemisch-physikalischen Untersuchungen haben ergeben, dass nach heutigem Kenntnisstand, aus umwelttechnischer Sicht, bei dessen Einsatz zur Bohrlochabdichtung bzw. Ringraumfüllung, keine Beeinträchtigung von Schützgütern zu besorgen ist.

Dieses Zertifikat ist gültig bis 15.03.2011. Die umweltrelevanten Kontrolluntersuchungen werden jährlich durchgeführt.

HuK Umweltlabor GmbH **Hünsborn, den 16.03.2007**

Dr. William Kwarteng **Dr. Lars Fuchtjohann**

Dyckerhoff



Dyckerhoff SULFADUR® Doppel

Premium-Zement für hohen Sulfatwiderstand

Dyckerhoff SULFADUR® Doppel – Premium-Zement für hohen Sulfatwiderstand

Seit über 50 Jahren wird Dyckerhoff SULFADUR Doppel aus besonderen Klinkern C_3A-reduziert hergestellt. Er erfüllt damit zuverlässig die Anforderung an Zement mit hohem Sulfatwiderstand.

Die Zementnorm DIN 1164 fordert von Portlandzementen eine besondere Klinkerbasis, die es erlaubt, nachfolgende Grenzwerte einzuhalten. Die Kombination aus gezielter Zusammensetzung und geeigneter Mahlfeinheit führt zu günstigen Verarbeitungs- und Festigkeitseigenschaften.

Dyckerhoff SULFADUR Doppel CEM I 42,5 R-HS empfiehlt sich seit einem halben Jahrhundert als Portlandzement für den Einsatz bei Sulfatangriff.

Betone mit Dyckerhoff SULFADUR empfehlen sich für alle Bauteile, bei denen hoher Sulfatwiderstand gefordert ist. Schwerpunkte sind dabei erdberührte Bauteile wie Rohre, Entwässerungssysteme und Gründungskonstruktionen.

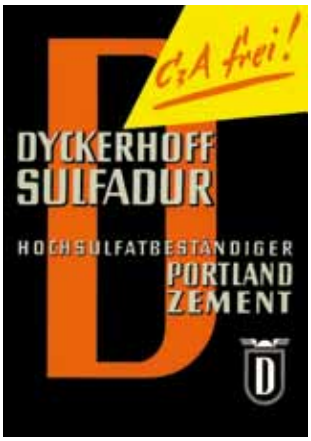
Anforderungen an Portlandzement CEM I

Besonderheit	**hoher Sulfatwiderstand HS**		**niedriger Alkaligehalt NA**
Eigenschaft	C_3A-Gehalt (nach Bogue)	Al_2O_3-Gehalt	Na_2O-Äquivalent
Anforderung	< 3,00 M.-%	< 5,00 M.-%	< 0,60 M.-%

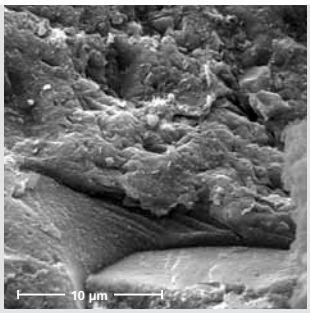
Zementdaten (Mittelwerte)

SULFADUR Doppel		**CEM I 42,5 R-HS/NA**
Lieferwerk		Lengerich
Wasseranspruch	[%]	26,5
Erstarrungsbeginn	[min]	220
Sulfatgehalt SO_3	[%]	2,0
Na_2O-Äquivalent		0,6
C_3A-Gehalt (nach Bogue)	[%]	0
Al_2O_3-Gehalt	[%]	3,5
Druckfestigkeit N_2	[MPa]	27
Druckfestigkeit N_{28}	[MPa]	60

Betonpfahlherstellung



…seit über 50 Jahren



Gefüge eines Mörtels mit Dyckerhoff SULFADUR nach 40 Jahren Lagerung in Na_2SO_4-Lösung!

Einfüllen des Bohrpfahlbetons

Pfahlbohrung

Auszug aus Prüfbericht FMPA 12-26802:

„1956 wurden im Otto-Graf-Institut aus Dyckerhoff SULFADUR Doppel (Lengerich) – einem Portlandzement mit hohem Sulfatwiderstand – und Rheinkiessand 0/7 mm Betonprismen von 4 cm x 4 cm x 16 cm Kantenlänge hergestellt. Seit dieser Zeit lagerten diese Prismen unter Laborbedingungen in 2,1 %iger Natriumsulfatlösung.

Zieht man als Bewertungsmaßstab die DIN 4030 – Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – heran, so ist diese Lösung mit rd. 14.000 mg SO_4/l als sehr stark betonangreifend einzustufen, da der SO_4-Gehalt mehr als das 4fache des maßgebenden Grenzwertes von > 3.000 mg SO_4/l für diese Klassifizierung beträgt. Hiermit liegen für den untersuchten Zement SULFADUR Doppel nunmehr Ergebnisse eines wirklichkeitsnahen Langzeitversuches vor. Solche wirklichkeitsnahen Langzeitergebnisse dürften für das Verhalten in der Praxis den besten Aufschluß geben. Die Betonprismen haben die nunmehr rund 35jährige Auslagerung in der Natriumsulfatlösung unbeschadet überstanden. Formstabilität und Scharfkantigkeit sind nach wie vor gegeben, die Zementsteinhaut ist nahezu vollständig erhalten geblieben, darüber hinaus sind die Probekörper augenscheinlich rissefrei. Der Sulfatgehalt im Beton, ermittelt als SO_3, ist nach 35 Jahren Na_2SO_4-Lagerung im Randbereich auf 0,91 M.-% gegenüber 0,42 M.-% im Kernbereich, die als Anfangswert anzusehen sind, gestiegen. Nachteilige Auswirkungen waren daraus folgend jedoch nicht beobachtbar. Die Ergebnisse der Prüfungen des dynamischen E-Moduls, der Biegezug- und der Druckfestigkeiten, wiedergegeben im Kurzbericht des Otto-Graf-Instituts vom 18.02.1991, bestätigen dem Beton Eigenschaften, die den Erwartungen entsprechen."

Prüfalter	Lagerung bis zur Prüfung in	Biegezugfestigkeit N/mm²	Druckfestigkeit N/mm²	Dynamischer E-Modul N/mm²
28 Tage	H_2O	8,4	63	nicht gemessen
7 Monate	Na_2SO_4*	12,0	84	nicht gemessen
1 Jahr	Na_2SO_4*	11,9	87	nicht gemessen
35 Jahre	Na_2SO_4*	11,6	92	49.200

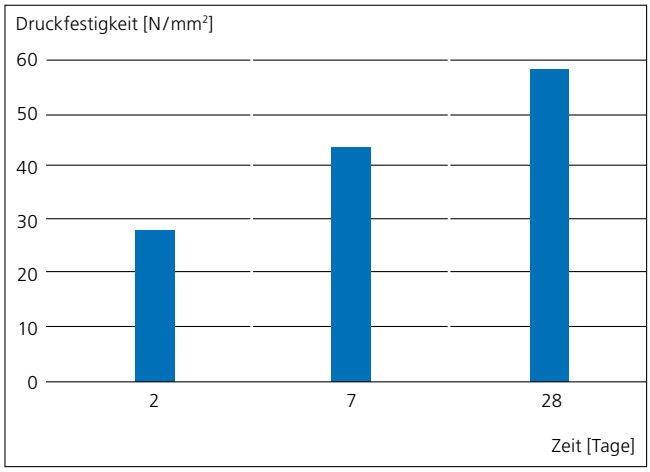
* Na_2SO_4-Lagerung entspricht rd. 14.000 mg SO_4/l
(Grenzwert nach DIN 4030: über 3.000 mg SO_4/l sehr starker Angriffsgrad)
Tabellenauszug

FMPA Prüfbericht 12-26802

Rezepturbeispiele

Ausgangsstoffe		**Rohrbeton mit erdfeuchter Konsistenz C1**		
Dyckerhoff SULFADUR Doppel CEM I 42,5 R-HS/NA	[kg/m³]	360	340	340
W/Z		0,39	0,41	0,41
Gesteinskörnung			Rheinsand/Kies 0/8, Basaltsplitt 8/16	
Sieblinie		A/B 16	A/B 16	A/B 16
Frischbetontemperatur	[°C]	15	20	20
Lagerung 1 – 4 h	[°C]	15	20	40
Festigkeiten				
Druckfestigkeit: 8 h	[N/mm²]	1,5	3,8	17
Druckfestigkeit: 16 h	[N/mm²]	12	18	26
Druckfestigkeit: 24 h	[N/mm²]	22	28	32
Druckfestigkeit: 2 d	[N/mm²]	38	40	41
Druckfestigkeit: 7 d	[N/mm²]	64	63	65
Druckfestigkeit: 28 d	[N/mm²]	85	80	80

Transportbeton Konsistenz F2 mit Rheinsand/Kies 0/32, Sieblinie A/B 32 mit 360 kg/m³ Dyckerhoff SULFADUR Doppel Lengerich (W/Z 0,46)



Für weitere Informationen und individuelle Beratung stehen wir gerne zur Verfügung:

Verkaufsgebiet Nordwest
Lienener Straße 89
49525 Lengerich
Telefon 05481 31-303
Telefax 05481 31-590
verkauf-nordwest@dyckerhoff.com

Verkaufsgebiet Ost
Industriestraße 7
37355 Deuna
Telefon 036076 8-2166
Telefax 036076 8-2164
verkauf-ost@dyckerhoff.com

Verkaufsgebiet Südwest
Biebricher Straße 72
65203 Wiesbaden
Telefon 0611 676-1231
Telefax 0611 676-1246
verkauf-suedwest@dyckerhoff.com

Export:
Export und Spezialtiefbau
Biebricher Straße 72
65203 Wiesbaden
Telefon 0611 676-1311
Telefax 0611 676-1285
export@dyckerhoff.com
www.export.dyckerhoff.com

Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben sind allgemeine Hinweise, die uns unbekannte chemische und/oder physikalische Bedingungen von Stoffen, mit denen unsere Produkte vermischt, zusammen verarbeitet werden, oder sonst in Berührung kommen (z.B. infolge unterschiedlicher Baustellenbedingungen) nicht berücksichtigen können. Sie sind deshalb unter Umständen für den konkreten Anwendungsfall nicht geeignet. Daher sind vor dem Einsatz unserer Produkte auf den Einzelfall bezogene Prüfungen und Versuche erforderlich. Die Angaben in dieser Informationsschrift beinhalten keine Beschaffenheitsgarantie. Mängel- und Schadenersatzansprüche aufgrund der in dieser Informationsschrift gemachten Angaben sind gem. § 444 BGB ausgeschlossen.

Gestaltung: wellKOM, Kommunikationsdesign GmbH Stand: 3/2010

Dyckerhoff AG, Produktmarketing
Postfach 2247, 65012 Wiesbaden, Germany
Tel +49 611 676-1181
marketing@dyckerhoff.com www.dyckerhoff.de

Dyckerhoff

Werk Lengerich
Eigenüberwachungszeugnis

Dyckerhoff PZ Sulfadur Doppel
Portlandzement DIN 1164-10 - CEM I 42,5 R-SR 0/NA

Auswertezeitraum: 01.04.2014 bis 30.06.2014

Daten gemäß EN 196

Physikalisch/mechanische Daten:	Mittelwert	Anforderung aus EN 197-1 / DIN 1164-10
Wasseranspruch zur Normsteife in %	27,0	keine
Druckfestigkeiten in MPa nach:		
2 Tagen	26	≥ 20,0
28 Tagen	59	≥ 42,5
Erstarrungsbeginn in min	202	≥ 60
Raumbeständigkeit in mm	0,5	≤ 10
Chemische Daten:		
Glühverlust in %	2,8	≤ 5,0
Unlöslicher Rückstand in %	0,6	≤ 5,0
Sulfatgehalt (SO3) in %	2,2	≤ 4,0
Na2O-Äquivalent	0,5	≤ 0,60
C3A-Gehalt in %	0	≤ 3,0
Al2O3-Gehalt in %	3,4	≤ 5,0

CEM I 42,5 R-SR 0/NA wird gemäß DIN 1164-10 hergestellt und güteüberwacht.
Übereinstimmungszertifikat: 1270-130080-04

KOMO productcertificaat: 1140-14-2001
BENOR Reg.-Nr.: 1270-130080-14-B

Dyckerhoff GmbH
Werk Lengerich
Postfach 1240 / 1260
D-49525 Lengerich
Tel.: 05481 / 31-0

Datum: 01.08.2014

gez. Dr. Böttcher
Qualitätsbeauftragter

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs bzw. des Gemischs und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Portlandzement, Portlandhüttenzement, Portlandpuzzolanzement, Portlandkalksteinzement, Portlandkompositzement, Hochofenzement, Kompositzement, Putz- und Mauerbinder (chromatarm)

Normbezeichnung	Handelsname	Normbezeichnung	Handelsname
CEM I 32,5 R (pe)	PZ Normal hydrophobiert	CEM II/B-M (S-LL) 42,5 R-AZ	MZ-S Doppel
CEM I 42,5 N	PZ Doppel N, PZ Doppel SD	CEM II/B-M (V-LL) 32,5 R-AZ	MZ-V Normal
CEM I 42,5 N (sd)	PZ Doppel N, PZ Doppel SD	CEM II/B-M (V-LL) 42,5 R-AZ	MZ-V Doppel
CEM I 42,5 R	PZ Doppel	CEM III/A 32,5 N	HOZ Normal
CEM I 42,5 R-SR0/NA	SULFADUR Doppel	CEM III/A 42,5 N	HOZ Doppel
CEM I 52,5 N	PZ Dreifach DK	CEM III/A 42,5 N-NA	HOZ Doppel
CEM I 52,5 R	PZ Dreifach	CEM III/A 42,5 N-LH/NA	HOZ Doppel LH/NA
CEM I 52,5 R (sb)	PZ Dreifach SB	CEM III/A 42,5 N-LH/SR/NA	HOZ Doppel LH/SR/NA
CEM I 52,5 R (sz)	PZ Dreifach SZ	CEM III/A 52,5 N-SR/NA	VARIODUR 50
CEM II/A-S 42,5 R	COMFORT Doppel	CEM III/A 52,5 R	VARIODUR 40
CEM II/A-S 52,5 N	COMFORT Dreifach	CEM III/B 32,5 N-LH/SR/NA	AQUADUR Normal
CEM II/A-S 52,5 R (ft)	COMFORT Dreifach FT	CEM III/B 42,5 N-LH/SR/NA	AQUADUR Doppel
CEM II/B-P 42,5 N	TrZ Doppel	CEM V/A (S-P) 42,5 N	KPZ-P Doppel N
CEM II/A-LL 32,5 R	COMFORT, PKZ Normal	Putz- und Mauerbinder MC 5	FIX
CEM II/A-LL 42,5 N	COMFORT, PKZ Doppel	Putz- und Mauerbinder MC12,5	Metselcement
CEM II/A-LL 42,5 R	PKZ Doppel		

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Zemente gelangen direkt in die Endanwendung oder sie werden in industriellen Anlagen zur Herstellung/ Formulierung von hydraulischen Bindemitteln, wie Transportbeton, Werktrockenmörtel, Putze etc. eingesetzt.
In der Endanwendung werden Zemente und damit hergestellte hydraulische Bindemittel zur Herstellung von Baustoffen und Bauteilen sowohl von industriellen und professionellen Anwendern (Fachkräfte im Baugewerbe) als auch von privaten Endverbrauchern eingesetzt. Hierzu werden Zemente und zementhaltige hydraulische Bindemittel mit Wasser versetzt, homogenisiert und zum gewünschten Baustoff und Bauteil verarbeitet. Die hiermit verbundenen Tätigkeiten umfassen den Umgang mit trockenem (Pulver) und mit Wasser versetzten (Suspension) Materialien.
Eine Liste von Verwendungen für den professionellen Anwender unter Angabe von Verfahrenskategorien und Deskriptoren gemäß ECHA Leitfaden R.12 (ECHA-2010-G-05) ist in Abschnitt 16 aufgeführt.

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Hersteller/Lieferant:	Dyckerhoff GmbH, Werk Amöneburg
Straße/Postfach:	Postfach 2247
Nat. Kennz./PLZ/Ort:	D - 65012 Wiesbaden
Auskunft gebender Bereich:	Werkslabor Tel. 0611/676-2442, Fax: 0611/676-2685

Hersteller/Lieferant:	Dyckerhoff GmbH, Werk Göllheim
Straße/Postfach:	Dyckerhoffstr.
Nat. Kennz./PLZ/Ort:	D - 67307 Göllheim
Auskunft gebender Bereich:	Werkslabor Tel. 06351/71-264, Fax: 06351/71-291

Hersteller/Lieferant:	Dyckerhoff GmbH, Werk Neuwied
Straße/Postfach:	Postfach 1443
Nat. Kennz./PLZ/Ort:	D - 56504 Neuwied
Auskunft gebender Bereich:	Werkslabor Tel. 02631/808-228, Fax: 02631/808-302

Hersteller/Lieferant:	Dyckerhoff GmbH, Werk Neuss
Straße/Postfach:	Königsberger Str. 35
Nat. Kennz./PLZ/Ort:	D - 41460 Neuss
Auskunft gebender Bereich:	Werkslabor Neuwied Tel. 02631/808-228, Fax: 02631/808-302

Hersteller/Lieferant:	Dyckerhoff GmbH, Werk Geseke
Straße/Postfach:	Schneidweg 28-30
Nat. Kennz./PLZ/Ort:	D - 59590 Geseke
Auskunft gebender Bereich:	Werkslabor Tel. 02942/596-280, Fax: 02942/596-390

Hersteller/Lieferant:	Dyckerhoff GmbH, Werk Lengerich
Straße/Postfach:	Lienener Str. 89
Nat. Kennz./PLZ/Ort:	D - 49525 Lengerich
Auskunft gebender Bereich:	Werkslabor Tel. 0 54 81/31-270, Fax: 0 54 81/31-398

Hersteller/Lieferant:	Deuna Zement GmbH
Straße/Postfach:	Industriestraße 7
Nat. Kennz./PLZ/Ort:	D - 37355 Deuna
Auskunft gebender Bereich:	Werkslabor Tel. 0 36076/8-2200, Fax: 0 36076/8-2176

E-Mail der für das Sicherheitsdatenblatt verantwortlichen Person: marcus.paul@dyckerhoff.com

1.4 Notrufnummer

Notfallauskunft:	Giftinformationszentrum Mainz – Tel.: +49 6131 19240 (7 d / 24 h, in Deutsch und Englisch)

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

2.1.1 Einstufung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008

Hautreiz. 2, H315
Augenschäd. 1, H318
STOT einm. 3, H335

2.1.2 Einstufung gemäß Richtlinie 1999/45/EG

Reizend Xi, R37/38, R41

2.1.3 Sonstige Angaben

Voller Wortlaut der R-Sätze, Gefahrenhinweise und EU-Gefahrenhinweise in Abschnitt 16.
Wenn Zement mit Wasser in Kontakt kommt oder Zement feucht wird, entsteht eine stark alkalische Lösung.
Aufgrund der hohen Alkalität kann feuchter Zement Haut- und Augenreizungen hervorrufen.

2.2 Kennzeichnungselemente

Kennzeichnung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008

Gefahren-piktogramme	
Signalwort	Gefahr
Gefahren-hinweise	H315 Verursacht Hautreizungen. H318 Verursacht schwere Augenschäden. H335 Kann die Atemwege reizen.
Sicherheits-hinweise	P280 Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz tragen. P305+P351+P338+P310 BEI BERÜHRUNG MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen. Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen. P302+P352+P333+P313 BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen. Bei Hautreizung oder -ausschlag: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen. P261+P304+P340+P312 Einatmen von Staub vermeiden. BEI EINATMEN: Die betroffene Person an die frische Luft bringen und in einer Position ruhigstellen, in der sie leicht atmet. Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen. *Ist das Produkt für jedermann erhältlich, zusätzlich:* P102 Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. P501 Inhalt/Behälter zu geeigneten Abfallsammelpunkten bringen.
Ergänzende Informationen	Bei sachgerechter trockener Lagerung für mindestens 3 Monate ab Herstelldatum chromatarm.

2.3 Sonstige Gefahren

Zement erfüllt nicht die Kriterien für PBT oder vPvB gemäß Anhang XIII der REACH-Verordnung (EG) Nr 1907/2006. Das Produkt enthält Chromatreduzierer, wodurch der Gehalt an wasserlöslichem Chrom(VI) weniger als 0,0002 % beträgt. Bei nicht sachgerechter Lagerung (Feuchtezutritt) oder Überlagerung kann der enthaltene Chromatreduzierer jedoch seine Wirksamkeit vorzeitig verlieren und es kann eine sensibilisierende Wirkung des Zements bei Hautkontakt eintreten (R43 bzw. H317 oder EUH203).

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.1 Stoffe

Nicht zutreffend, da es sich bei dem Produkt um ein Gemisch handelt.

3.2 Gemische

Normzement bzw. -bindemittel gemäß DIN EN 197-1, DIN EN 197-4 und DIN EN 413-1 oder ggf. Zulassungsbescheid des Deutschen Instituts für Bautechnik.

Gefährliche Inhaltsstoffe

Stoff	Konzentrationsbereich (M.-%)	EG-Nr.	CAS-Nr.	Registriernummer (REACH)	Einstufung gemäß Richtlinie 67/548/EWG	Einstufung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP)	
Portlandzementklinker	5 - 100	266-043-4	65997-15-1	*(a)*	Reizend: Xi R37/38 R41 R43	Hautreiz. 2 Sens. Haut 1B Augenschäd. 1 STOT einm. 3	H315 H317 H318 H335
Flue dust *(b)*	0,1 - 5	270-659-9	68475-76-3	01-2119486767-17-xxxx	Reizend: Xi R37/38 R41 R43	Hautreiz. 2 Sens. Haut 1B Augenschäd. 1 STOT einm. 3	H315 H317 H318 H335

(a) Portlandzementklinker ist gemäß Artikel 2.7 (b) und Anhang V.10 der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) von der Registrierungspflicht ausgenommen.

(b) „Flue Dust" ist ein Stoff (UVCB), der bei der Zementklinkerherstellung anfällt; andere gebräuchliche Namen sind Zementofenstaub, Bypassstaub, Bypassmehl, Filterstaub, EGR-Staub und Klinkerstaub.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeine Hinweise

Für Ersthelfer ist keine spezielle persönliche Schutzausrüstung erforderlich. Ersthelfer sollten aber den Kontakt mit feuchtem Zement vermeiden.

Augenkontakt

Auge nicht trocken reiben, weil durch die mechanische Beanspruchung zusätzliche Hornhautschäden möglich sind. Gegebenenfalls Kontaktlinse entfernen und das Auge sofort bei geöffnetem Lidspalt unter fließendem Wasser mindestens 20 Minuten spülen, um alle Teilchen zu entfernen. Falls möglich isotonische Augenspüllösung (0,9 % NaCl) verwenden. Immer Arbeitsmediziner oder Augenarzt konsultieren.

Hautkontakt

Trockenen Zement entfernen und mit reichlich Wasser nachspülen. Feuchten Zement mit viel Wasser abspülen. Durchtränkte Kleidung, Schuhe, Uhren etc. entfernen. Diese vor Wiederverwendung gründlich reinigen. Bei Hautbeschwerden Arzt konsultieren.

Einatmen

Für Frischluft sorgen. Staub aus Hals und Nasenbereich sollte schnell entfernt werden. Bei Beschwerden wie Unwohlsein, Husten oder anhaltender Reizung Arzt konsultieren.

Verschlucken

Kein Erbrechen herbeiführen. Bei Bewusstsein Mund ausspülen und reichlich Wasser trinken. Arzt oder Giftnotrufzentrale konsultieren.

4.2 Wichtigste akute oder verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

Augen: Augenkontakt mit Zement (trocken oder feucht) kann ernste und möglicherweise bleibende Augenschäden verursachen.

Haut: Zement kann durch anhaltenden Kontakt eine reizende Wirkung auf feuchte Haut (infolge von Schwitzen oder Luftfeuchte) haben.

Kontakt zwischen Zement und feuchter Haut kann Hautreizungen, Dermatitis oder ernste Hautschäden hervorrufen. *Für weitere Informationen siehe (1).*

Atmung: Wiederholtes Einatmen größerer Zementstaubmengen über einen längeren Zeitraum erhöht das Risiko für Erkrankungen der Lunge.

Umwelt: Bei normaler Verwendung ist Zement nicht gefährlich für die Umwelt.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

Wird ein Arzt aufgesucht, bitte dieses Sicherheitsdatenblatt vorlegen.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Zement ist nicht brennbar.

5.2 Besondere vom Gemisch ausgehende Gefahren

Zement ist weder explosiv noch brennbar und auch nicht brandfördernd bei anderen Materialien.

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Keine besonderen Maßnahmen erforderlich, da Zement keine brandrelevante Gefährdung birgt.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

6.1.1 Nicht für Notfälle geschultes Personal

Schutzkleidung tragen, wie unter Abschnitt 8 beschrieben. Den Anweisungen für sichere Handhabung folgen, wie unter Abschnitt 7 beschrieben.

6.1.2 Einsatzkräfte

Notfallpläne sind nicht erforderlich.

Bei hoher Staubexposition ist jedoch Atemschutz erforderlich.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen

Zement nicht in die Kanalisation, ins Oberflächenwasser oder Grundwasser gelangen lassen.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Verschütteten Zement aufnehmen und wenn möglich verwenden.

Zur Reinigung möglichst trockene Verfahren wie beispielsweise Unterdruck-Ansaugung verwenden (tragbare Geräte mit hoch effizienten Filtersystemen (EPA und HEPA-Filter, EN 1822-1:2009) oder äquivalente Techniken), die keine Staubentwicklung verursachen. Niemals Druckluft zur Reinigung verwenden.

Kommt es bei einer trockenen Reinigung zur Staubentwicklung, ist unbedingt persönliche Schutzausrüstung zu verwenden.

Einatmen von Zementstaub und Hautkontakt vermeiden. Verschüttetes Material zurück in Behälter füllen. Eine spätere Verwendung ist möglich.

6.4 Verweis auf andere Abschnitte

Abschnitte 8 und 13 für weitere Details beachten.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

7.1.1 Empfehlungen zu Schutzmaßnahmen

Bitte den Empfehlungen im Abschnitt 8 folgen.

Zur Entfernung von trockenem Zement bitte Abschnitt 6.3 beachten.

Maßnahmen zur Verhinderung von Bränden

Nicht zutreffend.

Maßnahmen zur Verhinderung von Aerosol- und Staubbildung

Nicht kehren. Zur Reinigung möglichst trockene Verfahren wie Unterdruck-Ansaugung verwenden, die keine Staubentwicklung verursachen.

Maßnahmen zum Schutz der Umwelt

Keine besonderen Maßnahmen erforderlich.

7.1.2 Hinweise zu allgemeinen Hygienemaßnahmen

Bei der Arbeit nicht essen, trinken oder rauchen. In staubiger Atmosphäre Atemschutzmaske und Schutzbrille tragen. Schutzhandschuhe tragen, um Hautkontakt zu vermeiden.

7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Zement sollte unter trockenen (interne Kondensation minimiert), wassergeschützten Bedingungen, sauber und vor Verunreinigung geschützt, gelagert werden.

Lagerbereiche für Zement wie Silos, Kessel, Silofahrzeuge oder andere Gebinde nicht ohne geeignete Sicherheitsmaßnahmen begehen, da die Gefahr besteht, verschüttet zu werden und zu ersticken. In derartigen umschlossenen Räumen kann Zement Mauern und Brücken ausbilden, die jedoch unerwartet zusammenbrechen können. Keine Aluminiumbehälter verwenden, da eine Materialunverträglichkeit besteht.

Bei Zementen, die Chromatreduzierer enthalten (siehe Abschnitt 15), ist zu beachten, dass bei nicht sachgerechter Lagerung (Feuchtezutritt) oder Überlagerung der enthaltene Chromatreduzierer seine Wirksamkeit vorzeitig verlieren kann und eine sensibilisierende Wirkung des Zements bei Hautkontakt nicht ausgeschlossen werden (siehe Abschnitt 2.3).

Lagerklasse: VCI-Lagerklasse 13 (Nicht brennbare Feststoffe).

7.3 Spezifische Endanwendungen

Dieses Produkt ist dem GISCODE ZP 1 (Zementhaltige Produkte, chromatarm) zugeordnet (siehe Abschnitt 15). Weitergehende Informationen zum sicheren Umgang, zu Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln können dem GISCODE ZP 1 entnommen werden. Er steht als Teil des Gefahrstoff-Informationssystems der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft unter www.gisbau.de zur Verfügung.

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Art des Beurteilungswertes	Beurteilungswert	Spitzenbegrenzung / Überschreitungsfaktor	Herkunft	Überwachungs-verfahren, z.B.
Allgemeiner Staubgrenzwert				
Arbeitsplatz-grenzwert (8 h)	1,25 mg/m^3 (A) 10 mg/m^3 (E)	2 (II) – 15 min	TRGS 900	TRGS 402
Wasserlösliches Chrom(VI)				
Beschränkungs-bedingung	2 ppm im Zement	nicht festgelegt	Verordnung (EG) Nr. 1907/2006	EN 196-10

A = Alveolengängige Staubfraktion

E = Einatembare Staubfraktion

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Arbeitsplatzgrenzwerte können oftmals nur unter Verwendung von technischen und/oder individuellen Schutzmaßnahmen eingehalten werden. Liegen zur Exposition keine geeigneten Arbeitsplatzmessungen vor, können auf Basis des Werkzeuges MEASE (Referenz 3) eine Expositionsabschätzung und geeignete Schutzmaßnahmen abgeleitet werden. Für die identifizierten Verwendungen im professionellen Bereich (Abschnitt 16) ergeben sich technische Steuerungseinrichtungen (Tabelle in 8.2.1) und individuelle Schutzmaßnahmen (Tabelle in 8.2.2). Die Tabellen sind so zu lesen, dass nur A-A-Kombinationen und B-B-Kombinationen möglich sind. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die Angaben für eine kontinuierliche Exposition von 8 h pro Tag und 5 Tage die Woche gelten.

Für den privaten Verbraucher gilt, dass die Produkte nur im freien oder gut gelüfteten Räumen zu verwenden sind und persönliche Schutzausrüstung zu tragen ist (allgemeine Angaben in 8.2.2).

8.2.1 Geeignete technische Steuerungseinrichtungen

Maßnahmen zur Vermeidung von Staubbildung und Staubverbreitung, beispielsweise geeignete Entlüftungsanlagen und Reinigungsmethoden, die keinen Staub aufwirbeln.

Verwendung	PROC*	Exposition	Technische Einrichtung	Effizienz
Industrielle Herstellung/Formulierung von hydraulischen Bindemitteln und Baustoffen	2, 3	Dauer ist nicht begrenzt (bis zu 480 Minuten pro Schicht, 5 Schichten pro Woche),	nicht erforderlich	-
	14, 26		A) nicht erforderlich oder B) lokale Entlüftungsanlage	- 78 %
	5, 8b, 9		A) allgemeine Lüftung oder B) lokale Entlüftungsanlage	17 % 78 %
Industrielle Verwendung von trockenen hydraulischen Bindemitteln und Baustoffen (innen, außen)	2		nicht erforderlich	-
	14, 22, 26		A) nicht erforderlich oder B) lokale Entlüftungsanlage	- 78 %
	5, 8b, 9		A) allgemeine Lüftung oder B) lokale Entlüftungsanlage	17 % 78 %
Industrielle Verwendung von feuchten Suspensionen aus hydraulischen Bindemitteln und Baustoffen (innen, außen)	2, 5, 8b, 9, 10, 13, 14		nicht erforderlich	-
	7		A) nicht erforderlich oder B) lokale Entlüftungsanlage	- 78 %
Gewerbliche Verwendung von trockenen hydraulischen Bindemitteln und Baustoffen (innen, außen)	2		nicht erforderlich	-
	9, 26		A) nicht erforderlich oder B) lokale Entlüftungsanlage	- 72 %
	5, 8a, 8b, 14		A) nicht erforderlich oder B) lokale Entlüftungsanlage	- 87 %
	19		Entlüftungsanlage ist nicht erforderlich, Tätigkeit aber nur in gut gelüfteten Räumen oder außen	50 %
Gewerbliche Verwendung von feuchten Suspensionen aus hydraulischen Bindemitteln und Baustoffen (innen, außen)	11		A) nicht erforderlich oder B) lokale Entlüftungsanlage	- 72 %
	2, 5, 8a, 8b, 9, 10, 13, 14, 19		nicht erforderlich	-

* Definition in Abschnitt 16.

8.2.2 Individuelle Schutzmaßnahmen, zum Beispiel persönliche Schutzausrüstung

Allgemein: Bei der Arbeit nicht essen, trinken oder rauchen. Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen und gegebenenfalls duschen, um anhaftenden Zement zu entfernen. Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden. Nach der Arbeit mit Zement sollten Arbeiter sich waschen oder duschen und Hautpflegemittel verwenden. Kontaminierte Kleidung, Schuhe, Uhren etc. vor erneuter Nutzung reinigen.

Gesichts-/Augenschutz

Bei Staubentwicklung oder Spritzgefahr dicht schließende Schutzbrille gemäß EN 166 verwenden.

Hautschutz

Wasserdichte, abrieb- und alkaliresistente Schutzhandschuhe tragen.
Lederhandschuhe sind auf Grund ihrer Wasserdurchlässigkeit nicht geeignet und können chromathaltige Verbindungen freisetzen.
Beim Verarbeiten von Zement sind keine Chemikalienhandschuhe (Kat. III) erforderlich.
Untersuchungen haben gezeigt, dass nitrilgetränkte Baumwollhandschuhe (Schichtdicke ca. 0,15 mm) über einen Zeitraum von 480 min ausreichend Schutz bieten. Durchfeuchtete Handschuhe wechseln. Handschuhe zum Wechseln bereithalten.

Allgemeine Informationen zum Hautschutz finden sich in der Berufsgenossenschaftlichen Regel BGR/GUV-R 195.
Geschlossene langärmlige Schutzkleidung und dichtes Schuhwerk tragen. Falls Kontakt mit feuchtem Zement nicht zu vermeiden ist, sollte die Schutzkleidung auch wasserdicht sein.
Darauf achten, dass kein feuchter Zement von oben in die Schuhe oder Stiefel läuft.
Hautschutzplan beachten. Insbesondere nach dem Arbeiten Hautpflegemittel verwenden.

Atemschutz

Besteht die Gefahr einer Überschreitung der Expositionsgrenzwerte, z.B. beim offenen Hantieren mit dem pulverförmigen trockenen Produkt), so ist eine geeignete Atemschutzmaske zu verwenden:
Anmischen und Umfüllen von trockenem Zement in offenen Systemen, z.B. händisches Anmischen von Zementleim oder Zementmörtel, Aufgeben von Sackware in Mischmaschinen: Ist die Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte durch staubtechnische Maßnahmen, z.B. lokale Absaugeinrichtungen, nicht möglich, sind partikelfiltrierende Halbmasken des Typs FFP (geprüft nach EN 149) zu verwenden (siehe Tabelle).

Verwendung	PROC*	Exposition	Art des Atemschutzes	Effizienz des Atemschutzes - (APF)
Industrielle Herstellung/Formulierung von hydraulischen Bindemitteln und Baustoffen	2, 3	Dauer ist nicht begrenzt (bis zu 480 Minuten pro Schicht, 5 Schichten pro Woche)	nicht erforderlich	-
	14, 26		A) P1 Maske (FF, FM) oder B) nicht erforderlich	APF = 4 -
	5, 8b, 9		A) P2 Maske (FF, FM) oder B) P1 Maske (FF, FM)	APF = 10 APF = 4
Industrielle Verwendung von trockenen hydraulischen Bindemitteln und Baustoffen (innen, außen)	2		nicht erforderlich	-
	14, 22, 26		A) P1 Maske (FF, FM) oder B) nicht erforderlich	APF = 4 -
	5, 8b, 9		A) P2 Maske (FF, FM) oder B) P1 Maske (FF, FM)	APF = 10 APF = 4
Industrielle Verwendung von feuchten Suspensionen aus hydraulischen Bindemitteln und Baustoffen (innen, außen)	2, 5, 8b, 9, 10, 13, 14		nicht erforderlich	-
	7		A) P1 Maske (FF, FM) oder B) nicht erforderlich	APF = 4 -
Gewerbliche Verwendung von trockenen hydraulischen Bindemitteln und Baustoffen (innen, außen)	2		P1 Maske (FF, FM)	APF = 4
	9, 26		A) P2 Maske (FF, FM) oder B) P1 Maske (FF, FM)	APF = 10 APF = 4
	5, 8a, 8b, 14		A) P3 Maske (FF, FM) oder B) P1 Maske (FF, FM)	APF = 20 APF = 4
	19		P2 Maske (FF, FM)	APF = 10
Gewerbliche Verwendung von feuchten Suspensionen aus hydraulischen Bindemitteln und Baustoffen (innen, außen)	11		A) P1 Maske (FF, FM) oder B) nicht erforderlich	APF = 4 -
	2, 5, 8a, 8b, 9, 10, 13, 14, 19		nicht erforderlich	-

*Definition in Abschnitt 16.

Bei der händischen und maschinellen Verarbeitung von gebrauchsfertigem Zementleim, Zementmörtel und Beton ist kein Atemschutz erforderlich.

Allgemeine Informationen finden sich in der Berufsgenossenschaftlichen Regel BGR/GUV-R 190).

Eine Unterweisung der Mitarbeiter in der korrekten Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung ist erforderlich, um die erforderliche Wirksamkeit sicherzustellen.

8.2.3 Begrenzung und Überwachung der Umweltexposition

Luft: Einhaltung der Staubemissionsgrenzwerte nach der Technischen Anleitung Luft.

Wasser: Zement nicht unbeabsichtigt in größeren Mengen ins Grundwasser oder Abwassersystem gelangen lassen. Durch Exposition ist ein Anstieg des pH-Werts möglich. Bei einem pH-Wert von über 9 können ökotoxikologische Effekte auftreten. Das in das Abwassersystem oder ins Oberflächenwasser geleitete oder abfließende Wasser darf daher nicht zu einem entsprechenden pH-Wert führen. Abwasser- und Grundwasserverordnung sind zu beachten.

Boden: Einhaltung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) und der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Keine speziellen Kontrollmaßnahmen erforderlich.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

(a) Aussehen: Zement ist ein feingemahlener anorganischer Feststoff (graues oder weißes Pulver)

(b) Geruch: Geruchlos

(c) Geruchsschwelle: keine, da geruchlos

(d) pH: (T = 20°C in Wasser, Wasser-Feststoff-Verhältnis 1:2): 11-13,5

(e) Schmelzpunkt: > 1250°C

(f) Siedepunkt oder Siedebereich: nicht zutreffend, da unter normalen Bedingungen der Schmelzpunkt über 1250°C liegt

(g) Flammpunkt: nicht zutreffend, da keine Flüssigkeit

(h) Verdampfungsgeschwindigkeit: nicht zutreffend, da keine Flüssigkeit

(i) Entzündbarkeit (fest, gasförmig): nicht zutreffend, da Material Feststoff und nicht brennbar

(j) Obere/untere Entzündbarkeits- oder Explosionsgrenzen: nicht zutreffend, da nicht gasförmig

(k) Dampfdruck: nicht zutreffend, da Schmelzpunkt > 1250°C

(l) Dampfdichte: nicht zutreffend, da Schmelzpunkt > 1250°C

(m) Relative Dichte: 2,75-3.20 g/cm³; Schüttdichte: 0,9-1,5 g/cm³

(n) Löslichkeit in Wasser (T = 20°C): gering (0,1-1,5 g/l)

(o) Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser: nicht zutreffend, da anorganisch

(p) Selbstentzündungstemperatur: nicht zutreffend (nicht pyrophor – keine organo-metallische, organo-halbmetallische oder organo-phosphane Bindungen oder Abkömmlinge und keine anderen pyrophoren Bestandteile)

(q) Zersetzungstemperatur: nicht zutreffend, da keine anorganischen Peroxide enthalten sind

(r) Viskosität: nicht zutreffend, da keine Flüssigkeit

(s) Explosive Eigenschaften: Nicht explosiv und nicht pyrotechnisch. Keine Gasentwicklung oder selbsterhaltende exotherme chemische Reaktionen.

(t) Oxidierende Eigenschaften: nicht zutreffend, da Zement keine brandfördernden Eigenschaften besitzt.

9.2. Sonstige Angaben

Nicht zutreffend.

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Zement ist ein hydraulischer Stoff. In Kontakt mit Wasser findet eine beabsichtigte Reaktion statt. Dabei erhärtet Zement und bildet eine feste Masse, die nicht mit ihrer Umgebung reagiert.

10.2 Chemische Stabilität

Zement ist stabil, solange er sachgerecht und trocken gelagert wird (Abschnitt 7). Kontakt mit unverträglichen Materialien vermeiden. Feuchter Zement ist alkalisch und unverträglich mit Säuren, Ammoniumsalzen, Aluminium und anderen unedlen Metallen. Dabei kann Wasserstoff gebildet werden. Zement ist in Flusssäure löslich, wobei sich ätzendes Siliziumtetrafluoridgas bildet. Kontakt mit diesen unverträglichen Materialien vermeiden.
Mit Wasser bildet Zement Calciumsilikathydrate, Calciumaluminathydrate und Calciumhydroxid.
Die Calciumsilikate des Zements können mit starken Oxidationsmitteln wie Fluoriden reagieren.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Nicht zutreffend.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Feuchtigkeit während der Lagerung kann zu Klumpenbildung und Verlust der Produktqualität führen.

10.5 Unverträgliche Materialien

Säuren, Ammoniumsalze, Aluminium oder andere unedle Metalle.

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Zement zersetzt sich nicht in gefährliche Bestandteile.

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Gefahren-klasse	Kat.	Effekt	Referenz
Akute Toxizität - dermal	-	Limit Test, Kaninchen, 24 Stunden Exposition, 2000 mg/kg Körpergewicht – keine Letalität. Aufgrund der vorliegenden Daten gelten die Einstufungskriterien als nicht erfüllt.	(4)
Akute Toxizität-inhalation	-	Limit Test, Ratte, mit 5 g/m³, keine akute Toxizität. Studie wurde mit Portlandzementklinker durchgeführt, der Hauptkomponente von Zement. Aufgrund der vorliegenden Daten gelten die Einstufungskriterien als nicht erfüllt.	(10)
Akute Toxizität - oral	-	Bei Tierstudien mit Zementofenstäuben und Zementstäuben wurde keine akut orale Toxizität festgestellt. Aufgrund der vorliegenden Daten gelten die Einstufungskriterien als nicht erfüllt.	Literatur-recherche
Ätz-/Reiz-wirkung auf die Haut	2	Zement hat eine haut- und schleimhautreizende Wirkung. Trockener Zement in Kontakt mit feuchter Haut oder Haut in Kontakt mit feuchtem oder nassem Zement kann zu unterschiedlichen reizenden und entzündlichen Reaktionen der Haut führen, z. B. Rötung und Rissbildung. Anhaltender Kontakt in Zusammenhang mit mechanischem Abrieb kann zu ernsten Hautschäden führen.	(4) und Erfahrungen am Menschen
Schwere Augen-schädigung /-reizung	1	Im in vitro Test zeigte Portlandzementklinker (Hauptkomponente von Zement) unterschiedlich starke Auswirkungen auf die Hornhaut. Der berechnete „irritation index“ beträgt 128. Direkter Kontakt mit Zement kann zu Hornhautschäden führen, zum einen durch die mechanische Einwirkung und zum anderen durch eine sofortige oder spätere Reizung oder Entzündung. Direkter Kontakt mit größeren Mengen trockenen Zements oder Spritzern von feuchtem Zement kann Auswirkungen haben, die von einer moderaten Augenreizung (z. B. Bindehautentzündung oder Lidrandentzündung) bis zu ernsten Augenschäden und Erblindung reichen.	(11), (12) und Erfahrungen am Menschen

Gefahren-klasse	Kat.	Effekt	Referenz
Sensibili-sierung der Haut	1B	Bei einzelnen Personen können sich nach Kontakt mit feuchtem Zement Hautekzeme bilden. Diese werden entweder durch den pH-Wert (reizende Kontaktdermatitis) oder durch immunologische Reaktionen mit wasserlöslichem Chrom(VI) ausgelöst (allergische Kontaktdermatitis).	(5), (13)
Sensibili-sierung der Atemwege	-	Es gibt keine Anzeichen für eine Sensibilisierung der Atemwege. Aufgrund der vorliegenden Daten gelten die Einstufungskriterien als nicht erfüllt.	(1)
Keimzell-Mutageni-tät	-	Keine Anzeichen für Keimzellmutagenität. Aufgrund der vorliegenden Daten gelten die Einstufungskriterien als nicht erfüllt.	(14), (15)
Karzino-genität	-	Ein kausaler Zusammenhang zwischen Zement und Krebserkrankung wurde nicht festgestellt. Epidemiologische Studien ließen keine Rückschlüsse auf einen Zusammenhang zwischen der Exposition mit Zement und Krebserkrankungen zu. Portlandzement ist gemäß ACGIH A4 nicht als Humankarzinogen eingestuft: " Stoffe, die betreffend der Humankarzinogenität aufgrund von unzulänglichem Datenmaterial nicht abschließend beurteilt werden können. In vitro-Tests oder Tierversuche geben keine ausreichenden Hinweise auf Karzinogenität, um diesen Stoff einer anderen Klassifikation zuzuordnen." Portlandzement enthält über 90 % Portlandzementklinker. Aufgrund der vorliegenden Daten gelten die Einstufungskriterien als nicht erfüllt.	(1) (16)
Repro-duktions-toxizität	-	Aufgrund der vorliegenden Daten gelten die Einstufungskriterien als nicht erfüllt.	keine An-haltspunkte basierend auf Erfah-rungen am Menschen
spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition	3	Zementstaubexposition kann zur Reizung der Atmungsorgane (Rachen, Hals, Lunge) führen. Husten, Niesen und Kurzatmigkeit können die Folge sein, wenn die Exposition über dem Arbeitsplatzgrenzwert liegt. Berufsbedingte Exposition mit Zementstaub kann zur Beeinträchtigung der Atmungsfunktionen führen. Allerdings gibt es derzeit noch keine ausreichenden Erkenntnisse, um eine Dosis-Wirkungsbeziehung ableiten zu können.	(1)
spezifische Zielorgan-Toxizität bei wieder-holter Exposition	-	Langzeitexposition mit lungengängigem Zementstaub oberhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes kann zu Husten, Kurzatmigkeit und chronisch obstruktiven Veränderungen der Atemwege führen. Bei niedrigen Konzentrationen wurden keine chronischen Effekte beobachtet. Aufgrund der vorliegenden Daten gelten die Einstufungskriterien als nicht erfüllt.	(17)
Aspirations-gefahr	-	Nicht zutreffend, da Zement nicht als Aerosol vorliegt.	

Zemente (Normalzemente) und Portlandzementklinker haben die gleichen toxikologischen und ökotoxikologischen Eigenschaften.

Auswirkungen auf die Gesundheit durch Exposition

Zement kann vorhandene Erkrankungen der Haut, Augen und Atemwege verschlimmern, beispielsweise bei Lungenemphysemen oder Asthma.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Zement gilt als nicht gefährlich für die Umwelt. Ökotoxikologische Untersuchungen mit Portlandzement an Daphnia magna (U.S. EPA, 1994a) [Referenz (6)] und Selenastrum Coli (U.S. EPA, 1993) [Referenz (7)] haben nur einen geringen toxischen Effekt gezeigt. Daher konnten die LC50 und EC50 Werte nicht bestimmt werden [Referenz (8)]. Es konnten auch keine toxischen Auswirkungen auf Sedimente festgestellt werden [Referenz (9)]. Die Freisetzung größerer Mengen von Zement in Wasser kann jedoch zu einer pH-Wert-Erhöhung führen und damit unter besonderen Umständen toxisch für aquatisches Leben sein.

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Nicht zutreffend, da Zement ein anorganisch mineralisches Material ist. Bei der Hydratation zurückbleibende Zementreste stellen kein toxikologisches Risiko dar.

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Nicht zutreffend, da Zement ein anorganisch mineralisches Material ist. Bei der Hydratation zurückbleibende Zementreste stellen kein toxikologisches Risiko dar.

12.4 Mobilität im Boden

Nicht zutreffend, da Zement ein anorganisch mineralisches Material ist. Bei der Hydratation zurückbleibende Zementreste stellen kein toxikologisches Risiko dar.

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Nicht zutreffend, da Zement ein anorganisch mineralisches Material ist. Bei der Hydratation zurückbleibende Zementreste stellen kein toxikologisches Risiko dar.

12.6 Andere schädliche Wirkungen

Nicht zutreffend.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren zur Abfallbehandlung

Produkt mit überschrittenem Wirksamkeitsdatum des Reduktionsmittels

(und wenn dessen Gehalt an wasserlöslichem Chrom(VI) größer 0,0002 % ist): Das Produkt darf nicht mehr benutzt oder in Verkehr gebracht werden, außer es wird in kontrollierten, geschlossenen und vollautomatischen Prozessen verwendet oder es wird erneut mit Chromatreduzierer behandelt.

Ungebrauchte Restmenge des trockenen Produkts

Trocken aufnehmen. Behälter kennzeichnen. Unter Vermeidung einer Staubexposition nach Möglichkeit weiterverwenden (Haltbarkeitsdatum beachten). Im Fall der Entsorgung mit Wasser aushärten und Entsorgung wie unter „Nach Wasserzugabe ausgehärtete Produkte“ beschrieben.

Feuchte Produkte und Produktschlämme

Feuchte Produkte und Produktschlämme aushärten lassen und nicht in die Kanalisation oder Gewässer gelangen lassen. Entsorgung wie unter „Nach Wasserzugabe ausgehärtete Produkte“ beschrieben.

Nach Wasserzugabe ausgehärtete Produkte

Unter Beachtung der örtlichen behördlichen Bestimmungen entsorgen. Nicht in die Kanalisation gelangen lassen. Entsorgung des ausgehärteten Produkts wie Betonabfälle und Betonschlämme.

Abfallschlüssel nach AVV in Abhängigkeit von der Herkunft: als 17 01 01 (Beton) oder 10 13 14 (Betonabfälle und Betonschlämme.

Verpackungen

Verpackung vollständig entleeren und dem Recycling zuführen. Ansonsten Entsorgung der vollständig entleerten Verpackung gemäß Abfallschlüssel AVV: 15 01 01 (Papierabfälle und Pappverpackungen) oder AVV: 15 01 05 (Verbundverpackungen).

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

Zement untersteht nicht den internationalen Gefahrgutvorschriften (IMDG, IATA, ADR/RID). Es ist daher keine Gefahrgut-Klassifizierung erforderlich.

14.1 UN-Nummer

Nicht zutreffend.

14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung

Nicht zutreffend.

14.3 Transportgefahrenklassen

Nicht zutreffend.

14.4 Verpackungsgruppe

Nicht zutreffend.

14.5. Umweltgefahren

Nicht zutreffend.

14.6. Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Nicht zutreffend.

14.7. Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens 73/78 und gemäß IBC-Code

Nicht zutreffend.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für das Gemisch

EU-Vorschriften

Beschränkungen für die Verwendung:

Gemäß Anhang XVII Absatz 47 der EG-Verordnung 1907/2006 (REACH) besteht für Zemente und zementhaltige Zubereitungen ein Verwendungs- und Inverkehrbringungsverbot,

1. Zement und zementhaltige Zubereitungen dürfen nicht verwendet oder in Verkehr gebracht werden, wenn ihr Gehalt an löslichem Chrom(VI) nach Hydratisierung mehr als 0,0002 % der Trockenmasse des Zements beträgt.
2. Werden Reduktionsmittel verwendet, so ist unbeschadet der Gültigkeit anderer gemeinschaftlicher Rechtsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe und Zubereitungen auf der Verpackung von Zement oder zementhaltigen Zubereitungen deutlich lesbar und dauerhaft anzugeben, wann das Erzeugnis abgepackt wurde sowie unter welchen Bedingungen und wie lange es gelagert werden kann, ohne dass die Wirkung des Reduktionsmittels nachlässt und der Gehalt an löslichem Chrom(VI) den in Nummer 1 genannten Grenzwert überschreitet.
3. Davon abweichend finden die Nummern 1 und 2 keine Anwendung auf das Inverkehrbringen im Hinblick auf überwachte geschlossene und vollautomatische Prozesse und auf die Verwendung in solchen Prozessen, bei denen Zement und zementhaltige Zubereitungen ausschließlich mit Maschinen in Berührung kommen und keine Gefahr von Hautkontakten besteht.
4. Die vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für die Prüfung des Gehalts an wasserlöslichem Chrom(VI) von Zement und zementhaltigen Gemischen verabschiedete Norm ist als das Verfahren zum Nachweis der Einhaltung von Absatz 1 einzusetzen.

Die Hersteller von Zement haben sich im Rahmen des „ Europäischen Übereinkommens über den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer durch gute Handhabung und Verwendung von kristallinem Siliziumdioxid und dieses enthaltender Produkte (NePSi)“ dazu verpflichtet sogenannte „Bewährte Praktiken“ für einen sicheren Umgang einzuführen (http://www.nepsi.eu/good-practice-guide.aspx).

Nationale Vorschriften (Deutschland)

- Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)
- Wassergefährdungsklasse: WGK 1 (schwach wassergefährdend), Selbsteinstufung gemäß VwVwS vom 17.05.1999
- GISCODE: ZP 1 (zementhaltige Produkte, chromatarm)
- Lagerklasse nach TRGS 510: Lagerklasse 13 (nicht brennbare Feststoffe)
- Verordnung über das europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung)
- Technische Regel für Gefahrstoffe 900 Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900)
- Technische Regel für Gefahrstoffe 402 Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition (TRGS 402)

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung

Das Gemisch wurde keiner Stoffsicherheitsbeurteilung unterzogen.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

(a) Hinweise auf Änderungen

Gegenüber der Version 2.0 sind in Abschnitt 3.2 Portlandzementklinker und Flue dust mit „Sens. Haut 1B“ anstatt „Sens. Haut 1“ eingestuft. In Abschnitt 8.1 gilt der neue Arbeitsplatzgrenzwert für die A-Fraktion von Allgemeinstaub. Der Arbeitsplatzgrenzwert für Portlandzement ist nicht mehr enthalten, da nicht mehr in der TRGS 900 enthalten. Darüber hinaus wurden in den Abschnitten 1.2, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 7.3, 8.1, 8.2, 13.1, 15.1, 15.2 und 16 redaktionelle Änderungen vorgenommen.

(b) Abkürzungen und Akronyme

ACGIH	American Conference of Industrial Hygienists
ADR/RID	European Agreements on the transport of Dangerous goods by Road/Railway
APF	Assigned protection factor (Schutzfaktor von Atemschutzmasken)
CAS	Chemical Abstracts Service
CLP	Classification, labelling and packaging (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008)
EC50	Half maximal effective concentration (mittlere effective Konzentration)
ECHA	European Chemicals Agency (Europäische Chemikalienbehörde)
EINECS	European Inventory of Existing Commercial chemical Substances
EPA	Type of high efficiency air filter (hoch effizienter Luftfiltertyp)
HEPA	Type of high efficiency air filter (hoch effizienter Luftfiltertyp)
IATA	International Air Transport Association
IMDG	International agreement on the Maritime transport of Dangerous Goods
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
LC50	Median lethal dose (mittlere tödliche Dosis)
MEASE	Metals estimation and assessment of substance exposure
PBT	Persistent, bio-accumulative and toxic (persistent, bioakkumulativ, toxisch)
PROC	Process category (Prozesskategorie/Verwendungskategorie)
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals (Verordnung (EG) Nr. 1907/2006)
SDB	Sicherheitsdatenblatt
STOT	Specific Target Organ Toxicity (spezifische Zielorgantoxizität)
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
UVCB	Substances of Unknown or Variable composition, Complex reaction products or Biological materials
VCI	Verband der chemischen Industrie e.V.
vPvB	Very persistent, very bioaccumulative (sehr persistent, sehr bioakkumulativ
VwVwS	Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe

(c) Verfahrenskategorien und Deskriptoren

Für den professionellen Anwender lassen sich Verfahrenskategorien und Deskriptoren gemäß ECHA Leitfaden R.12 (ECHA-2010-G-05) zuordnen (siehe Tabelle).

PROC	Identifizierte Verwendungen	Herstellung/ Formulierung von hydraulischen Bindemitteln und Baustoffen	Gewerbliche/ Industrielle Verwendung von hydraulischen Bindemitteln und Baustoffen
2	Verwendung in geschlossenem, kontinuierlichem Verfahren mit gelegentlicher kontrollierter Exposition (z.B. Probenahme)	**X**	**X**
3	Verwendung in geschlossenem Chargenverfahren (Formulierung)	**X**	**X**
5	Mischen oder Vermengen in Chargenverfahren zur Formulierung von Gemischen und Erzeugnissen (mehrfacher und/oder erheblicher Kontakt)	**X**	**X**
7	Industrielles Sprühen		**X**
8a	Transfer (Beschickung/Entleerung) aus/in Gefäße(n)/große(n) Behälter(n) in nicht nur speziell für ein Produkt vorgesehenen Anlage		**X**
8b	Transfer (Beschickung/Entleerung) aus/in Gefäße(n)/große(n) Behälter(n) in speziell für nur ein Produkt vorgesehenen Anlage	**X**	**X**
9	Transfer in kleine Behälter (spezielle Abfüllanlage, einschließlich Wägung)	**X**	**X**
10	Auftragen durch Rollen oder Streichen		**X**
11	Nicht-industrielles Sprühen		**X**
13	Behandlung von Erzeugnissen durch Tauchen und Gießen		**X**
14	Produktion von Gemischen oder Erzeugnissen durch Tablettieren, Pressen, Extrudieren, Pelettieren	**X**	**X**
19	Handmischen mit engem Kontakt und nur persönlicher Schutzausrüstung		**X**
22	Potenziell geschlossene Verarbeitung mit Mineralien /Metallen bei erhöhter Temperatur Industrieller Bereich		**X**
26	Handhabung von festen anorganischen Stoffen bei Umgebungstemperatur	**X**	**X**

(d) Wortlaut der R-Sätze, Gefahrenhinweise, Sicherheitsratschläge und Sicherheitshinweise

H315	Verursacht Hautreizungen.
H317	Kann allergische Hautreaktionen hervorrufen.
H318	Verursacht schwere Augenschäden.
H335	Kann die Atemwege reizen.
R37/38	Reizt die Atmungsorgane und die Haut.
R41	Gefahr ernster Augenschäden.
R43	Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.
EUH203	Enthält Chrom(VI). Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

(e) Literaturangaben und Datenquellen

(1) Portland Cement Dust - Hazard assessment document EH75/7, UK Health and Safety Executive, 2006: http://www.hse.gov.uk/pubns/web/portlandcement.pdf.

(2) Technische Regel für Gefahrstoffe „Arbeitsplatzgrenzwerte“, Ausgabe: Januar 2006 BArBl Heft 1/2006 S. 41-55 zuletzt geändert und ergänzt: GMBl 2014 S. 271-274 v. 2.4.2014 [Nr. 12].

(3) MEASE 1.02.01 Exposure assessment tool for metals and inorganic substances, EBRC Consulting GmbH für Eurometaux, 2010: http://www.ebrc.de/ebrc/ebrc-mease.php.

(4) Observations on the effects of skin irritation caused by cement, Kietzman et al, Dermatosen, 47, 5, 184-189 (1999).

(5) Epidemiological assessment of the occurrence of allergic dermatitis in workers in the construction industry related to the content of Cr(VI) in cement, NIOH, Page 11, 2003.

(6) U.S. EPA, Short-term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater Organisms, 3rd ed. EPA/600/7-91/002, Environmental Monitoring and Support Laboratory, U.S. EPA, Cincinnati, OH (1994a).

(7) U.S. EPA, Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms, 4th ed. EPA/600/4-90/027F, Environmental Monitoring and Support Laboratory, U.S. EPA, Cincinnati, OH (1993).

(8) Environmental Impact of Construction and Repair Materials on Surface and Ground Waters. Summary of Methodology, Laboratory Results, and Model Development. NCHRP report 448, National Academy Press, Washington, D.C., 2001.

(9) Final report Sediment Phase Toxicity Test Results with Corophium volutator for Portland clinker prepared for Norcem A.S. by AnalyCen Ecotox AS, 2007.

(10) TNO report V8801/02, An acute (4-hour) inhalation toxicity study with Portland Cement Clinker CLP/GHS 03-2010-fine in rats, August 2010.

(11) TNO report V8815/09, Evaluation of eye irritation potential of cement clinker G in vitro using the isolated chicken eye test, April 2010.

(12) TNO report V8815/10, Evaluation of eye irritation potential of cement clinker W in vitro using the isolated chicken eye test, April 2010.

(13) European Commission’s Scientific Committee on Toxicology, Ecotoxicology and the Environment (SCTEE) opinion of the risks to health from Cr(VI) in cement (Europäische Kommission, 2002): http://ec.europa.eu/health/archive/ph_risk/committees/sct/documents/out158_en.pdf.

(14) Investigation of the cytotoxic and proinflammatory effects of cement dusts in rat alveolar macrophages, Van Berlo et al, Chem. Res. Toxicol., 2009 Sept; 22(9):1548-58

(15) Cytotoxicity and genotoxicity of cement dusts in A549 human epithelial lung cells in vitro; Gminski et al, Abstract DGPT conference Mainz, 2008.

(16) Comments on a recommendation from the American Conference of governmental industrial Hygienists to change the threshold limit value for Portland cement, Patrick A. Hessel and John F. Gamble, EpiLung Consulting, June 2008.

(17) Prospective monitoring of exposure and lung function among cement workers, Interim report of the study after the data collection of Phase I-II 2006-2010, H. Notø, H. Kjuus, M. Skogstad and K.-C. Nordby, National Institute of Occupational Health, Oslo, Norway, March 2010.

(f) Methoden gemäß Artikel 9 der Verordnung (EG) 1272/2008 [CLP] zur Bewertung der Informationen zum Zwecke der Einstufung

Bewertung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008	Einstufungsverfahren
Hautreiz. 2, H315	auf Basis von Prüfdaten
Augenschäd. 1, H318	auf Basis von Prüfdaten
STOT einm. 3, H335	Erfahrungen beim Menschen

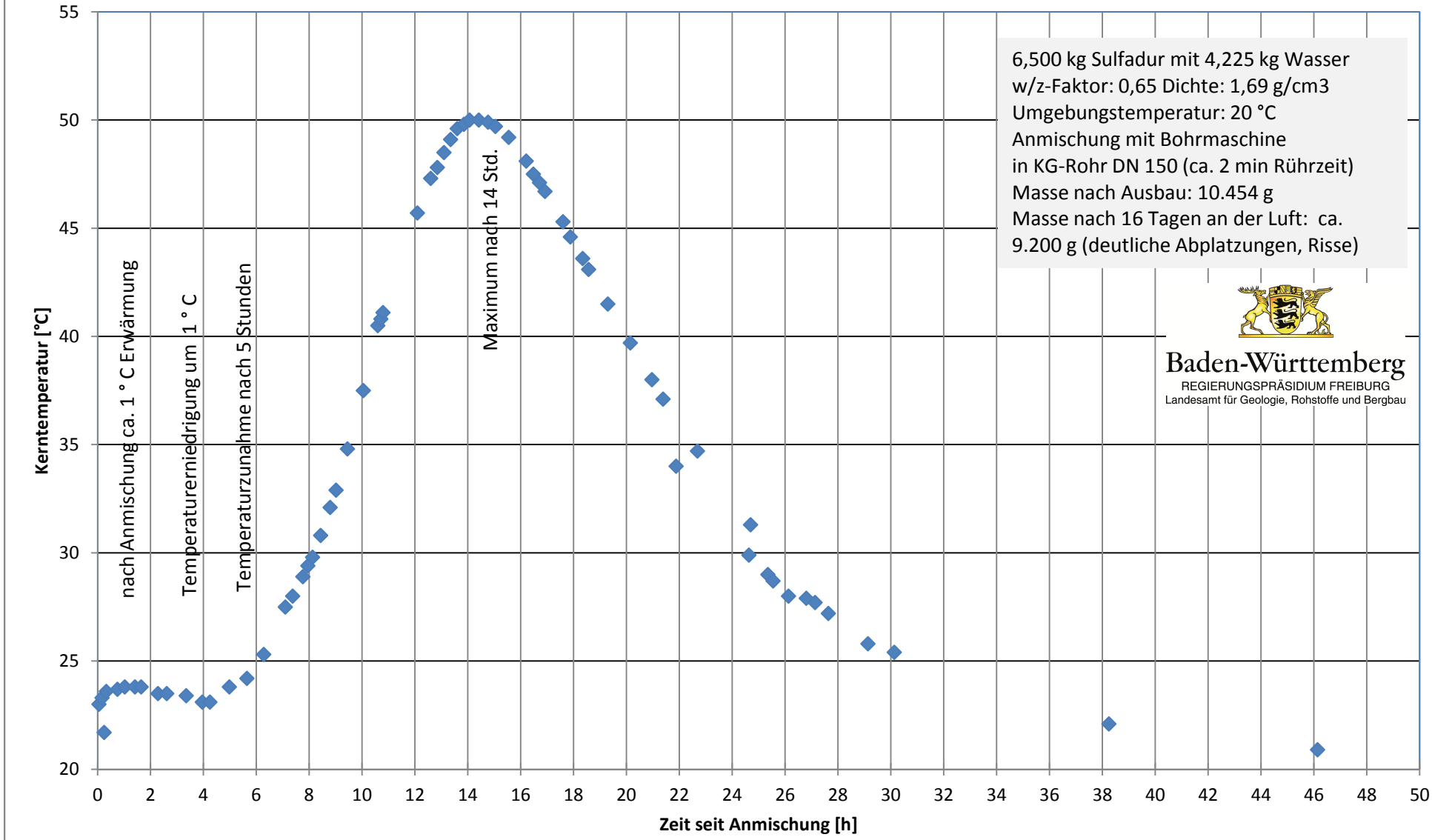
(g) Schulungsratschläge

Zusätzlich zu Schulungsprogrammen für Arbeitnehmer zu den Themen Gesundheit, Sicherheit und Umwelt, haben Unternehmen sicherzustellen, dass ihre Arbeitnehmer das Sicherheitsdatenblatt lesen, verstehen und die Anforderungen umsetzen können.

(h) Ausschlussklausel

Die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt beschreiben die Sicherheitsanforderungen unseres Produkts und stützen sich auf den heutigen Stand unserer Kenntnisse. Sie stellen keine Zusicherung von Produkteigenschaften dar. Bestehende Gesetze, Verordnungen und Regelwerke, auch solche, die in diesem Datenblatt nicht genannt werden, sind vom Empfänger unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten.

Abbindeverhalten SulfaDur



Construction

Sika® UW-Compound 11

Stabilisierer (ST) zur Herstellung von Unterwasserbeton

Beschreibung

Sika® UW-Compound 11 ist ein leistungsfähiger Stabilisierer der das Entmischen von Frischbeton beim direkten Kontakt mit Wasser verhindert. Dadurch kann der Unterwasserbeton beim Einbau frei und ungeschützt durch Wasser fallen.

Sika® UW-Compound 11 erfüllt die Anforderungen an ein Betonzusatzmittel der Wirkungsgruppe ST gemäss SN EN 934-2.

Anwendung

- Unterwasserbeton
- Frei durch Wasser fallender Beton
- Beton für die Ufersicherung von Wasserstrassen und Flüssen
- Beton für Bauwerkssohlen im Grundwasserbereich
- Zementinjektionen im Grundwasserbereich

Vorteile

Sika® UW-Compound 11 bewirkt:

- Verbesserung der Anlagerung des Wassers an die Feststoffteile des Betons oder Mörtels
- Geringere innere Reibung zwischen Zement und Zuschlag

Dies ergibt bei Mörtel und Beton:

- Homogenere Mischung
- Besserer innerer Zusammenhalt
- Keine Entmischung beim Kontakt mit Wasser (hoher Erosionswiderstand)
- Gute Fliessfähigkeit und Selbstnivellierung
- Gute Dichtigkeit ohne zusätzlichen Verdichtungsaufwand

Produktdaten

Art

Farbton	Hellgraues Pulver	
Lieferform	Sack à:	25 kg
	Palettenlieferung:	40 x 25 kg

Construction

Lagerung

Lagerbedingungen / Haltbarkeit	Im ungeöffneten Originalgebinde bei trockener Lagerung: 12 Monate ab Produktionsdatum.

Technische Daten

Chemische Basis	Polyethylenoxid, Cellulose Ether	
Alkaligehalt	≤ 3.0 %	(Na_2O-Äquiv)
Wasserlöslicher Cl-Gehalt	≤ 0.1 %	

Verarbeitungshinweise

Dosierung

0.2 - 1.8 %

Die Dosierung bezieht sich auf das Zementgewicht.

Die Zugabemenge ist abhängig von der Zusammensetzung der Ausgangsmischung und dem gewünschten Erosionswiderstand.

Dosierempfehlungen bei verschiedenen Anwendungen

- Bei stehendem Wasser: 3 - 6 kg/m³ Beton
- Bei fliessendem Wasser: 6 - 10 kg/m³ Beton
- Bei freiem Fall durch Wasser: 7 - 9 kg/m³ Beton

Verklammerungsmörtel

- Einbau im Trockenen: 2 - 3 kg/m³ Beton
- Einbau unter Wasser: 3 - 6 kg/m³ Beton

Verarbeitungsanweisun

Mischen

Sika® UW-Compound 11 nicht mit Wasser allein vermischen.

Mit der Gesteinskörnung oder Zement zugeben oder zuletzt einmischen.

Mischzeit bei Zwangsmischern um mindestens 45 Sekunden, bei Freifallmischern um mindestens 90 Sekunden verlängern.

Keine hochtourigen Mischer verwenden, da sie die Wirkung verringern oder aufheben.

Wichtige Hinweise

Sika® UW-Compound 11 ist sinnvoll kombinierbar mit folgenden Produkten:
- Sikament®-FF
- Sika® ViscoCrete®-3082

Sika® UW-Compound 11 darf nicht mit folgenden Produkten kombiniert werden:
- Sikament®-200
- Sikament®-200 VZ
- Sikament®-210

Bei der Verwendung von Sika® UW-Compound 11 sind Vorversuche angebracht. Für wichtige Bauvorhaben steht Ihnen unser Technischer Beratungsdienst gerne zur Verfügung.

Messwerte

Alle in diesem Produktdatenblatt aufgeführten technischen Daten stammen aus Laborversuchen. Von uns nicht beeinflussbare Umstände können zu Abweichungen der effektiven Werte führen.

Länderspezifische Daten

Die Angaben in diesem Produktdatenblatt sind gültig für das entsprechende, von der Sika Schweiz AG ausgelieferte Produkt. Bitte berücksichtigen Sie, dass die Angaben in anderen Ländern davon abweichen können, beachten Sie im Ausland das lokale Produktdatenblatt.

Construction

Wichtige Sicherheitshinweise

Für detaillierte Angaben konsultieren Sie bitte das aktuelle Sicherheitsdatenblatt unter www.sika.ch.

Rechtliche Hinweise

Die vorstehenden Angaben, insbesondere die Vorschläge für Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte, beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen im Normalfall, vorausgesetzt die Produkte wurden sachgerecht gelagert und angewandt. Wegen der unterschiedlichen Materialien, Untergründen und abweichenden Arbeitsbedingungen kann eine Gewährleistung eines Arbeitsergebnisses oder eine Haftung, aus welchem Rechtsverhältnis auch immer, weder aus diesen Hinweisen, noch aus einer mündlichen Beratung begründet werden, es sei denn, dass uns insoweit Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit zur Last fällt. Hierbei hat der Anwender nachzuweisen, dass er schriftlich alle Kenntnisse, die zur sachgemässen und erfolgversprechenden Beurteilung durch Sika erforderlich sind, Sika rechtzeitig und vollständig übermittelt wurden. Der Anwender hat die Produkte auf ihre Eignung für den vorgesehenen Anwendungszweck zu prüfen. Änderungen der Produktspezifikationen bleiben vorbehalten. Schutzrechte Dritter sind zu beachten. Im Übrigen gelten unsere jeweiligen Verkaufs- und Lieferbedingungen. Es gilt das jeweils neueste Produktdatenblatt, das von uns angefordert werden sollte.

Sika Schweiz AG
Postfach
Tüffenwies 16
CH-8048 Zürich

Tel. 058 436 40 40
Fax 058 436 46 55
www.sika.ch

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs bzw. des Gemischs und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Handelsname : Sika® Unterwasser-Compound 11

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt liegen uns noch keine vollständigen Informationen zu den identifizierten Verwendungen vor. Bei Vorliegen der Daten werden diese in das Sicherheitsdatenblatt aufgenommen.

Produktverwendung : Beton- und Mörtelzusatzmittel .

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Firma : Sika Schweiz AG
Tüffenwies 16
8048 Zürich
Telefon : +41584364040

1.4 Notrufnummer

Notrufnummer : Schweizerisches Toxikologisches Informationszentrum
CH-8028 Zürich
+41(0)44 251 51 51 / Kurzwahl 145
EHS@ch.sika.com

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Produktart : Gemisch

Einstufung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Keine gefährliche Substanz oder Mischung.

Einstufung (67/548/EWG, 1999/45/EG)

Keine gefährliche Substanz oder Mischung.

2.2 Kennzeichnungselemente

Kennzeichnung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

Keine gefährliche Substanz oder Mischung.

Zusätzliche Kennzeichnung:

EUH210 Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.
EUH208 Enthält: GlyoxalKann allergische Reaktionen hervorrufen.

2.3 Sonstige Gefahren

Diese Mischung enthält keine Inhaltsstoffe, die als persistent, bioakkumulierbar oder toxisch in Betracht kommen.
Diese Mischung enthält keine Inhaltsstoffe, die als sehr persistent oder sehr bioakkumulierbar in Betracht kommen.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.2 Gemische

Gefährliche Inhaltsstoffe

Chemische Bezeichnung CAS-Nr. EG-Nr. Registrierungsnummer	Einstufung (67/548/EWG)	Einstufung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)	Konzentration [%]
Glyoxal 107-22-2 203-474-9	Mut.Cat.3; R68 Xn; R20 Xi; R36/38 R43	Muta.2; H341 Eye Irrit.2; H319 Skin Irrit.2; H315 Skin Sens.1; H317 Acute Tox.4; H332	>= 0.1 - < 1

Den vollen Wortlaut der hier genannten R-Sätze finden Sie in Abschnitt 16.
Den Volltext der in diesem Abschnitt aufgeführten Gefahrenhinweise finden Sie unter Abschnitt 16.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeine Hinweise : Keine besonderen Erste-Hilfe Maßnahmen erforderlich.

Nach Einatmen : An die frische Luft bringen.

Nach Hautkontakt : Beschmutzte Kleidung und Schuhe sofort ausziehen.
Mit Seife und viel Wasser abwaschen.

Nach Augenkontakt : Augen vorsorglich mit Wasser ausspülen.
Kontaktlinsen entfernen.
Auge weit geöffnet halten beim Spülen.

Nach Verschlucken : Mund mit Wasser ausspülen und reichlich Wasser nachtrinken.
Weder Milch noch alkoholische Getränke verabreichen.
Nie einer ohnmächtigen Person etwas durch den Mund einflößen.

4.2 Wichtigste akute oder verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

Symptome : Siehe Abschnitt 11 für detailliertere Informationen zu gesundheitlichen Auswirkungen und Symptomen.

Risiken : Keine besonderen Wirkungen oder Gefahren bekannt.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

Behandlung	:	Symptomatische Behandlung.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel	:	Löschmaßnahmen auf die Umgebung abstimmen.

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Besondere Gefahren bei der Brandbekämpfung	:	Ablaufendes Wasser von der Brandbekämpfung nicht ins Abwasser oder in Wasserläufe gelangen lassen.

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Besondere Schutzausrüstung für die Brandbekämpfung	:	Im Brandfall umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.
Weitere Information	:	Kontaminiertes Löschwasser getrennt sammeln, darf nicht in die Kanalisation gelangen. Brandrückstände und kontaminiertes Löschwasser müssen entsprechend den örtlichen behördlichen Vorschriften entsorgt werden.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen	:	Das Einatmen von Staub vermeiden.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen

Umweltschutzmaßnahmen	:	Bei der Verunreinigung von Gewässern oder der Kanalisation die zuständigen Behörden in Kenntnis setzen. Keine besonderen Umweltschutzmaßnahmen erforderlich.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Reinigungsverfahren	:	Zur Entsorgung in geeignete und verschlossene Behälter geben.

6.4 Verweis auf andere Abschnitte

Persönliche Schutzausrüstung siehe unter Abschnitt 8.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

Hinweise zum sicheren	:	Persönliche Schutzausrüstung siehe unter Abschnitt 8. Keine

Umgang		besonderen Handhabungshinweise erforderlich. Die allg. Hygienemaßnahmen im Umgang mit Chemikalien sind zu beachten.
Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz	:	Staubbildung vermeiden. Bei Staubbildung für geeignete Entlüftung sorgen.
Hygienemaßnahmen	:	Bei der Arbeit nicht essen und trinken. Bei der Arbeit nicht rauchen.

7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Anforderungen an Lagerräume und Behälter	:	Behälter dicht verschlossen an einem trockenen, gut belüfteten Ort aufbewahren. Gemäß örtlichen Vorschriften lagern.
Zusammenlagerungshinweise	:	Keine besonders zu erwähnenden unverträglichen Produkte.
Sonstige Angaben	:	Trocken aufbewahren. Keine Zersetzung bei bestimmungsgemäßer Lagerung und Anwendung.

7.3 Spezifische Endanwendungen

Bestimmte Verwendung(en)	:	Keine Daten verfügbar

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Bestandteile mit arbeitsplatzbezogenen, zu überwachenden Grenzwerten

Enthält keine Stoffe mit Arbeitsplatzgrenzwerten.

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Persönliche Schutzausrüstung

Augenschutz	:	Schutzbrille
Handschutz	:	Beim Umgang mit chemischen Produkten müssen chemikalienbeständige Handschuhe (EN 374) getragen werden. Herstellerangaben sind zu beachten.
Haut- und Körperschutz	:	Arbeitsschutzkleidung (z.B. Sicherheitsschuhe nach EN ISO 20345, langärmlige Arbeitskleidung, lange Hose). Bei Misch- und Rührarbeiten wird zusätzlich eine Gummischürze und Schutzstiefel (EN 14605) empfohlen.

Atemschutz	:	Keine besonderen Maßnahmen erforderlich.

Begrenzung und Überwachung der Umweltexposition

Allgemeine Hinweise	:	Bei der Verunreinigung von Gewässern oder der Kanalisation die zuständigen Behörden in Kenntnis setzen. Keine besonderen Umweltschutzmaßnahmen erforderlich.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aussehen	:	Pulver
Farbe	:	hellbraun
Geruch	:	geruchlos
Geruchsschwelle	:	Keine Daten verfügbar
Flammpunkt	:	Bemerkung: nicht anwendbar
Zündtemperatur	:	Keine Daten verfügbar
Untere Explosionsgrenze (Vol%)	:	Keine Daten verfügbar
Obere Explosionsgrenze (Vol%)	:	Keine Daten verfügbar
Entzündbarkeit (fest, gasförmig)	:	Keine Daten verfügbar
Oxidierende Eigenschaften	:	Keine Daten verfügbar
Selbstentzündungstemperatur	:	Keine Daten verfügbar
pH-Wert	:	Keine Daten verfügbar
Schmelzpunkt/Schmelzbereich / Gefrierpunkt	:	Keine Daten verfügbar
Siedepunkt/Siedebereich	:	Keine Daten verfügbar
Dampfdruck	:	Keine Daten verfügbar
Dichte	:	Keine Daten verfügbar
Schüttdichte	:	ca.600 kg/m3
Wasserlöslichkeit	:	Bemerkung: unlöslich
Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser	:	Keine Daten verfügbar
Viskosität, dynamisch	:	Keine Daten verfügbar

Viskosität, kinematisch	:	> 7 mm2/s bei 40 °C
Relative Dampfdichte	:	Keine Daten verfügbar
Verdampfungsgeschwindigkeit	:	Keine Daten verfügbar

9.2 Sonstige Angaben

Keine Daten verfügbar

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Keine gefährlichen Reaktionen bekannt bei bestimmungsgemäßem Umgang.

10.2 Chemische Stabilität

Das Produkt ist chemisch stabil.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Gefährliche Reaktionen	:	Keine besonders zu erwähnenden Gefahren.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Zu vermeidende Bedingungen	:	Keine Daten verfügbar

10.5 Unverträgliche Materialien

Zu vermeidende Stoffe	:	Keine Daten verfügbar

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Akute Toxizität

Inhaltsstoffe:

Glyoxal :

Akute inhalative Toxizität	:	LC50 Ratte: 2.44 mg/l Expositionszeit: 4 h

Ätz-/Reizwirkung auf die Haut

Produkt

Keine Daten verfügbar

Schwere Augenschädigung/-reizung

Produkt

Keine Daten verfügbar

Sensibilisierung der Atemwege/Haut

Produkt

Keine Daten verfügbar

Keimzell-Mutagenität

Produkt

Mutagenität : Keine Daten verfügbar

Karzinogenität

Produkt

Karzinogenität : Keine Daten verfügbar

Reproduktive Toxizität/Fertilität

Reproduktionstoxizität : Keine Daten verfügbar

Keine Daten verfügbar

Reproduktive Toxizität / Entwicklung / Teratogenität

Teratogenität : Keine Daten verfügbar

Keine Daten verfügbar

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition

Keine Daten verfügbar

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition

Keine Daten verfügbar

Aspirationstoxizität

Keine Daten verfügbar

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Keine Daten verfügbar

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Keine Daten verfügbar

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Keine Daten verfügbar

12.4 Mobilität im Boden

Keine Daten verfügbar

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Inhaltsstoffe:
Glyoxal :

Bewertung	:	Nicht eingestufter PBT-Stoff
Bewertung	:	Nicht eingestufter vPvB-Stoff

12.6 Andere schädliche Wirkungen

Keine Daten verfügbar

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren zur Abfallbehandlung

Produkt	:	Die Abfallerzeugung sollte nach Möglichkeit vermieden oder minimiert werden. Leere Behälter und Auskleidungen können Produktrückstände enthalten. Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden. Überschüsse und nicht zum Recyceln geeignete Produkte über ein anerkanntes Abfallbeseitigungsunternehmen entsorgen. Die Entsorgung dieses Produkts sowie seiner Lösungen und Nebenprodukte muss jederzeit unter Einhaltung der Umweltschutzanforderungen und Abfallbeseitigungsgesetze sowie den Anforderungen der örtlichen Behörden erfolgen. Vermeiden Sie die Verbreitung und das Abfließen von freigesetztem Material sowie den Kontakt mit dem Erdreich, Gewässern, Abflüssen und Abwasserleitungen.
Abfallcode Schweiz VeVA/LVA	:	16 03 06: Organische Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 03 05 fallen

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

ADR
Kein Gefahrgut
IATA
Kein Gefahrgut
IMDG
Kein Gefahrgut

14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Keine Daten verfügbar

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens 73/78 und gemäß IBC-Code
nicht anwendbar

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

Sensibilisierende Komponenten	:	Glyoxal Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

Verbot/Beschränkung

REACH - Beschränkungen der Herstellung, des Inverkehrbringens und der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse (Anhang XVII)	:	Nicht verboten und/oder eingeschränkt
Kandidatenliste der besonders besorgniserregenden Stoffe für die Zulassung	:	Dieses Produkt enthält keine äußerst besorgniserregende Stoffe (REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, Artikel 57).
EU. REACH - ANHANG XIV: VERZEICHNIS DER ZULASSUNGSPFLICHTIGEN STOFFE	:	Nicht verboten und/oder eingeschränkt
REACH Information:		Die in unseren Produkten enthaltenen Stoffe sind - von unseren Lieferanten vorregistriert oder registriert und/oder - von uns vorregistriert oder registriert und/oder - von der REACH Verordnung ausgenommen und/oder - unterliegen der REACH Verordnung, aber sind von der Registrierpflicht ausgenommen.
Wassergefährdungsklasse	:	WGK 1 schwach wassergefährdend Gemäß VwVws vom 30.Juli 2005
VOC-CH (VOCV)	:	0.02 % ohne VOC-Abgabe

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung

Diese Produkt enthält Substanzen, für die noch Stoffbewertungen erforderlich sind.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

Volltext der R-Sätze

R20	Gesundheitsschädlich beim Einatmen.
R36/38	Reizt die Augen und die Haut.
R43	Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.
R68	Irreversibler Schaden möglich.

Volltext der H-Sätze

H315	Verursacht Hautreizungen.
H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
H319	Verursacht schwere Augenreizung.
H332	Gesundheitsschädlich bei Einatmen.
H341	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen.

Volltext anderer Abkürzungen

Acute Tox.	Akute Toxizität
Eye Irrit.	Augenreizung
Muta.	Keimzell-Mutagenität
Skin Irrit.	Reizwirkung auf die Haut
Skin Sens.	Sensibilisierung durch Hautkontakt

Die in diesem Sicherheitsdatenblatt enthaltenen Angaben entsprechen unserem Wissensstand zur Zeit der Publikation. Sie stellen keine zugesicherten Eigenschaften dar. Bezüglich Gewährleistung gelten ausschließlich die entsprechenden Produktdatenblätter und die allgemeinen Verkaufsbedingungen. Vor Verwendung und Verarbeitung Produktdatenblätter beachten.

Änderungen gegenüber der letzten Ausgabe !