Grundwasserdynamik und Schichtlagerung

Die Grundlage zur Beschreibung der Grundwasserdynamik eines hydrogeologischen Systems bilden Grundwassergleichenpläne. Deren Konstruktion basiert auf den idealerweise möglichst zeitgleichen Messungen des Grundwasserspiegels in Grundwassermessstellen sowie der Wasserspiegellagen von Oberflächengewässern, den Austrittshöhen von Quellen und bei Karstgrundwasserleitern wie dem Oberjura auf Ergebnissen von Markierungsversuchen.

Grundwasserdynamik

Die aus Markierungsversuchen zwischen Eingabestelle und Austrittsstelle(n) festgestellten Strömungsrichtungen können näherungsweise für die Konstruktion von Grundwassergleichenplänen verwendet werden (Schall, 2002). Der tatsächliche Fließweg des Karstgrundwassers kann jedoch deutlich von dem aus Markierungsversuchen ermittelten abweichen, da nicht immer von einer direkten Korrelation zwischen dem Verlauf ausgeprägter Karstgerinne und dem generalisierten Bild der konstruierten Potenziallinien ausgegangen werden kann. Daneben kann bei den Markierungsversuchen auch die hydrologische Situation zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung eine wichtige Rolle für das Fließfeld im Karstgrundwasser spielen.

Villinger (1977) beschäftigte sich intensiv mit der Potentialverteilung und den Strömungssystemen im oberjurassischen Karstwasser der Schwäbischen Alb. Er erstellte erstmals für diesen Aquifer einen flächendeckenden Grundwassergleichenplan und beschrieb dessen Grundwasserdynamik ausführlich. Die HGK Ostalb (HGK, 2002) widmete sich ebenfalls intensiv diesem Thema.

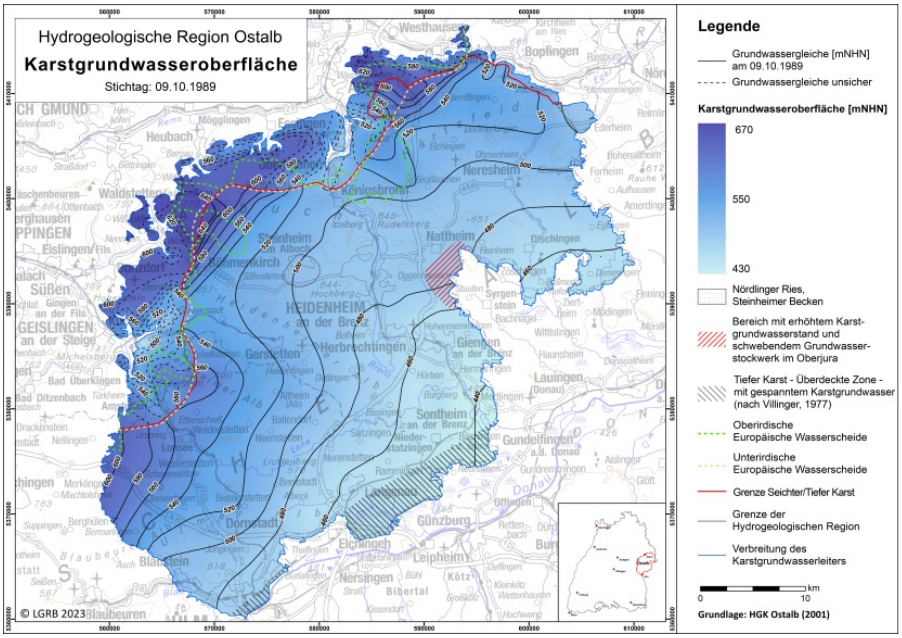
Grundwassergleichenplan für den Kluft- und Karstgrundwasserleiter im Oberjura

Der Grundwassergleichenplan basiert auf einer Stichtagsmessung der Grundwasseroberfläche vom 09.10.1989 (HGK, 2002). Wegen zusätzlicher Informationen über die Karstwasserspiegellage aus wenigen neu hinzugekommenen Grundwassermessstellen wurde er im Laufe der Jahre an einigen Stellen modifiziert und fortgeschrieben. Allerdings können im Bearbeitungsmaßstab 1 : 50 000 lokale Grundwasserverhältnisse wie z. B. im Umfeld von ständig genutzten Trinkwassergewinnungsanlagen nicht detailliert wiedergegeben werden.

Der überwiegende Flächenanteil der Ostalb liegt in der Zone des Tiefen Karsts. Lediglich ein bis zu 6 km breites Band entlang des Nordwestrands der Ostalb gehört zum Seichten Karst. Dessen Grenze zum Tiefen Karst fällt mit der unterirdischen Europäischen Wasserscheide zusammen. Der Verlauf dieser Grundwasserscheide weicht bereichsweise erheblich von dem der oberirdischen Europäischen Hauptwasserscheide ab. Die Grenze zwischen der Offenen Zone und der Überdeckten Zone des Tiefen Karsts verläuft in West–Ost-Richtung etwa mittig auf der Ostalb, mit einer markanten Ausbuchtung nach Süden im Bereich der Brenz. Die Grenze zwischen dem Randbereich der Überdeckten Zone und deren Zentralbereich liegt nördlich der Donau. Sie verläuft unter Ulm nach Osten bis knapp südlich von Langenau. Etwas weiter östlich verlässt sie das Gebiet der Ostalb.

Im Randbereich der Überdeckten Zone, in der nördlich anschließenden Offenen Zone sowie im Seichten Karst ist der Karstgrundwasserspiegel frei. Im Zentralbereich der Überdeckten Zone ist er gespannt. Dies trifft auch nördlich der Überdeckten Zone für Teilbereiche der südöstlichen Ostalb unter der Mergelstetten-Formation zu, z. B. östlich Giengen an der Brenz und südlich von Dischingen.

Die Donau bildet für das Karstwasser des Tiefen Karsts die regionale Vorflut.



Grundwasseroberfläche im Oberjura-Kluft- und Karstgrundwasserleiter der Ostalb

Der Grundwassergleichenplan bzw. Rasterdatensatz der Grundwasseroberfläche erlaubt folgende Aussagen (HGK, 2002):

- Im Nordwesten des Arbeitsgebiets verläuft die unterirdische Europäische Wasserscheide zwischen Rhein und Donau. Die nordwestlich gelegenen Bereiche entwässern über den Neckar zum Rhein (überwiegend Seichter Karst), die südöstlichen Gebiete zur Donau (Tiefer Karst).
- Der genaue Verlauf der unterirdischen Europäischen Wasserscheide ist anhand der Grundwasserspiegelhöhen nicht eindeutig festzulegen. Zusätzliche Informationen liefern die Markierungsversuche in diesem Bereich. Eine Änderung der Position der Karstwasserscheide im Jahresverlauf in Abhängigkeit von der hydrologischen Situation ist nicht ausgeschlossen.
- Nordwestlich der Europäischen Wasserscheide gibt es nur wenige funktionsfähige Grundwassermessstellen. Hinzu kommt, dass dort die Grundwasserverhältnisse infolge der heterogenen Verkarstung sehr komplex sind. Eine gesicherte Konstruktion der Karstgrundwasseroberfläche ist deshalb in diesem Gebiet nur sehr eingeschränkt möglich und mit großen Unsicherheiten behaftet. Der Rasterdatensatz vermittelt deshalb nördlich der Europäischen Wasserscheide nur einen generellen Eindruck über die Lage der Grundwasseroberfläche. Eine Ausnahme bildet der für eine früher geplante Bahntrasse intensiv erkundete Bereich östlich von Geislingen an der Steige.
- Im Gebiet südöstlich der Europäischen Wasserscheide erfolgt der Grundwasserabstrom mit einem Gefälle von 0,25–0,5 %, in den höher gelegenen Bereichen auch mit größerem Gefälle, nach Südosten zur Donau bzw. zum Nau-Ursprung bei Langenau und in den Kiesaquifer des Donaurieds. Als weitere Vorflutsysteme wirken insbesondere die Brenz mit den Quellen in Königsbronn und der Brunnenmühlenquelle in Heidenheim, die Hürbe sowie die Egau mit der Buchbrunnenquelle südlich von Dischingen.
- Es ist eine generelle Übereinstimmung zwischen der Karstgrundwasseroberfläche und der Lage der Aquiferbasis zu erkennen. Die Lacunosamergel-Formation bildet in weiten Teilen die Aquiferbasis. Die sehr großen Karstquellen, wie die Brenz-, Pfeffer- und Weiße Kocherquelle, sind im Bereich von Schichtlagerungsmulden entstanden. Weniger deutlich ist das bei der Brunnenmühlenquelle in Heidenheim und der Buchbrunnenquelle im Egauwasserwerk zu erkennen.
- Im Osten der Ostalb zwischen Brenz und Egau (Bereich Oggenhausen – Nattheim – Fleinheim – Staufen) reichen die Mergelstetten-Formation und die gebankten Kalke sehr tief. Ein tiefliegendes Karstgrundwasserstockwerk ist deshalb hier vermutlich nicht vorhanden. Stattdessen existiert ein flaches Grundwasservorkommen, das zu den Quellen bei Fleinheim und Staufen (Bayern) sowie in den umgebenden Tiefen Karst entwässert.
- Im Bereich von Nördlinger Ries und Steinheimer Becken ist die Schichtlagerung stark gestört. Das große zusammenhängende Karstgrundwasservorkommen im Oberjura ist dort inselartig unterbrochen.

Nach Schloz (1993) strömen aus der Ostalb etwa 3,5 bis 3,8 m^3/s Grundwasser in östliche Richtung zum württembergischen Donauried ab.

Die Amplituden der Wasserstandsschwankungen nehmen in der Reihenfolge Karstgrundwasser – Porengrundwasser in den quartären Talaquiferen – Oberflächengewässer ab. Beispiele für Ganglinien in Abhängigkeit von der Position der Grundwassermessstellen (Karstzone, Entfernung zur Vorflut bzw. zur unterirdischen Wasserscheide) finden sich in der HGK (2002). Vorflutferne Karstgrundwassermessstellen hatten demnach in der 25-jährigen Messreihe (1975 bis 2000) maximale Amplituden von 28,4 m, in Einzeljahren im Jahresgang im Durchschnitt zwischen 3 bis 4 m und im Extremfall bis zu 20 m. Demgegenüber lagen die Wasserstandsschwankungen in Messstellen im quartären Porengrundwasserleiter in der Größenordnung von 2 bis 4 m bzw. bei starker Beeinflussung durch Karstgrundwasser bei bis zu ca. 9 m. Ursache für die geringeren zeitlichen Schwankungen der Grundwasserstände in den Porengrundwasserleitern ist das im Vergleich zum Festgestein wesentlich größere speichernutzbare Hohlraumvolumen und in vielen Bereichen die Nähe und generell gute hydraulische Wechselbeziehung des Porengrundwasserleiters zum Vorfluter.

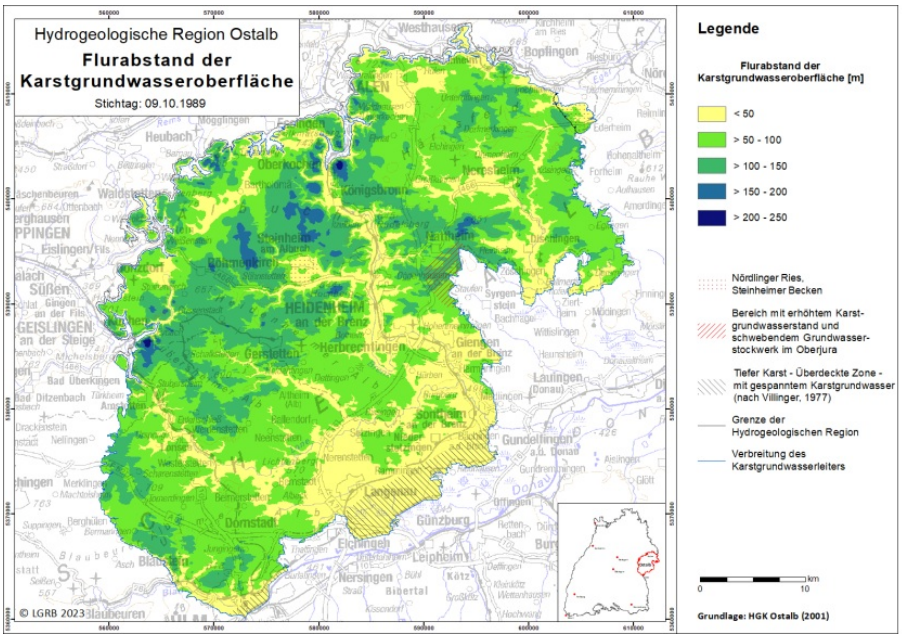
Die unterschiedlich stark ausgeprägten Wasserstandsschwankungen im Karst- und Kiesaquifer sowie in den Oberflächengewässern und deren zeitliche Unterschiede bedingen in den Oberflächengewässern abschnittsweise Infiltrations- und Exfiltrationsverhältnisse. So führen einige Abschnitte in Trockentälern nur bei extremen Witterungssituationen und Niederschlagsereignissen Wasser.

Die Brenz gibt im Abschnitt zwischen Königsbronn und Heidenheim zeitweise Wasser ab bzw. nimmt Karstwasser auf. Die Lone verliert nahezu auf der gesamten Fließstrecke Wasser in den Untergrund, wobei die Versickerungen besonders im Ober- und Unterlauf ausgeprägt sind (HGK, 2002). Dieses Wasser tritt am Nau-Ursprung (LGRB-Archiv-Nr. QU7526/3) bei Langenau aus oder strömt zum Donauried ab. Dort tritt es u. a. in zahlreichen Karstquellen in der Umgebung von Langenau aus. Eine davon ist der Quelltopf Grimmensee ca. 3,5 km östlich von Langenau.

Der Grimmensee ist eine der zahlreichen Karstquellen in der Umgebung von Langenau. Das Karstwasser, das hier am nördlichen Rand des Langenauer Rieds zutage tritt, stammt aus der Lone, die zu großen Teilen zwischen dem Salzbühl und dem Häldelesfelsen versickert.

Grundwasserflurabstand der Karstwasseroberfläche im Oberjura

Zur Ermittlung des Grundwasserflurabstandes der Karstwasseroberfläche wurde die Höhenlage der Karstgrundwasseroberfläche im Oberjura von der Höhenlage der Geländeoberfläche (Rasterdatensatz) abgezogen. Der Grundwasserflurabstand wurde in 50-Meter-Schritten klassifiziert. Das stark schematisierte hydrogeologische Modell, das der Auswertung zugrunde liegt, sowie die in vielen Gebieten sehr lückenhafte Datengrundlage erlauben nur eine Darstellung im Übersichtsmaßstab. Sie kann nur ein stark generalisiertes Bild der Grundwasserverhältnisse vermitteln. Für lokale Aussagen sind kleinräumigere Auswertungen bzw. zusätzliche Untersuchungen erforderlich.



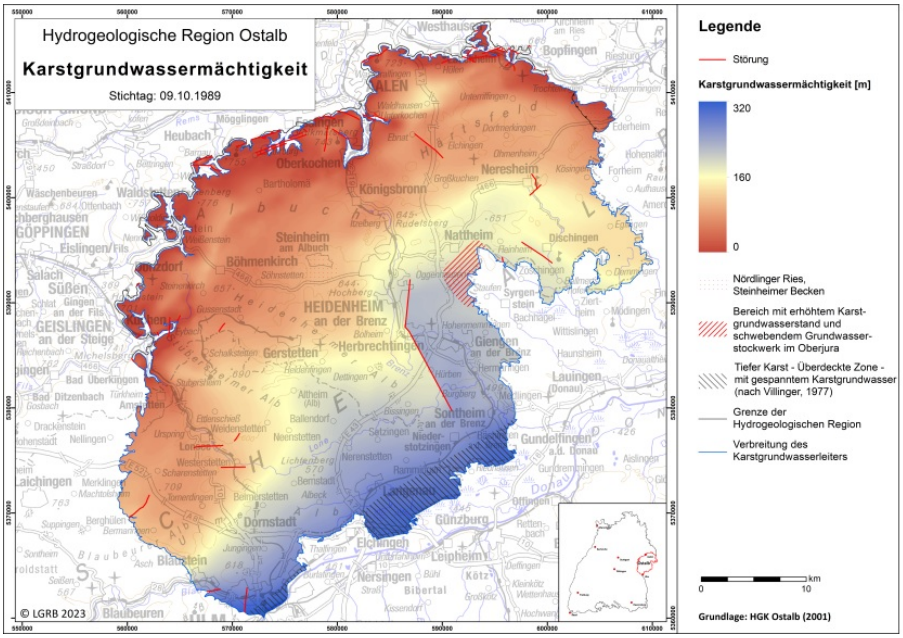
Grundwasserflurabstand der Karstgrundwasseroberfläche auf der Ostalb

Die Grundwasseroberfläche des Oberjura-Aquifers ist überwiegend frei. Mit dem Abtauchen des Grundwasserleiters nach Süden bzw. der damit meist einhergehenden Überdeckung durch gering durchlässige Molasseschichten treten gespannte Verhältnisse auf. Dies trifft im Wesentlichen für den Bereich des Donautales zu. Die größten Grundwasserflurabstände mit über 150 m liegen in einer etwa zehn Kilometer breiten Zone zwischen Geislingen im Westen und Oberkochen/Königsbronn im Osten. Nahezu im gesamten Gebiet der Ostalb beträgt der Grundwasserflurabstand mehr als 50 Meter. Geringere Flurabstände gibt es in den Taleinschnitten der Albtafel.

In den Talniederungen liegt die Grundwasseroberfläche bereichsweise über dem Talniveau. Dort tritt das Karstwasser in die quartären Talfüllungen über. Im Donautal liegt die Grundwasserdruckfläche innerhalb der tertiären Sedimente, die den Karstgrundwasserleiter überlagern bzw. über der Geländeoberfläche. Dort ist das Karstgrundwasser gespannt.

Grundwassermächtigkeit für den Kluft- und Karstgrundwasserleiter im Oberjura

Für die Ermittlung der Grundwassermächtigkeit wurde die Höhenlage der Aquiferbasis von der Höhenlage der Grundwasseroberfläche abgezogen. Da der Karstaquifer im äußersten Süden des Gebietes von geringer durchlässigen tertiären Sedimenten überlagert wird und die Grundwasserdruckfläche innerhalb dieser Sedimente liegt, wird die Mächtigkeit des Karstaquifers hier geringfügig überschätzt. Die grundwassererfüllte Mächtigkeit wurde als Rasterdatensatz dargestellt.



Karte der Grundwassermächtigkeit im Kluft- und Karstgrundwasserleiter der Ostalb

Das stark schematisierte hydrogeologische Modell, das der Auswertung zugrunde liegt, sowie die in vielen Gebieten sehr lückenhafte Datengrundlage erlauben nur eine Darstellung im Übersichtsmaßstab. Sie kann nur ein stark generalisiertes Bild zur grundwassererfüllten Mächtigkeit des Karstgrundwasserleiters vermitteln. Die grundwassererfüllte Mächtigkeit des Oberjura beträgt am Nordrand des Gebietes Null Meter und erreicht bis zu ca. 360 Meter an dessen Südwestrand.

Schichtlagerung, Aquiferbasis und Tektonik

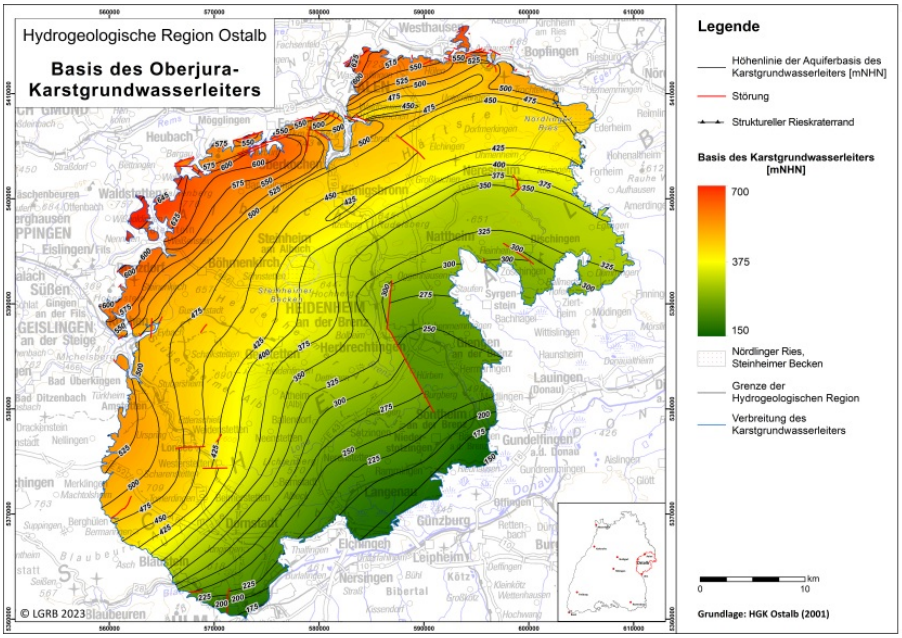
Die Hydrogeologische Region Ostalb bildet den östlichen Bereich der tektonischen Region Südliches Schichtstufenland. Die Schichtlagerungsverhältnisse sowie die tektonische Situation in der Hydrogeologischen Region Ostalb werden durch den Rasterdatensatz der Aquiferbasis sowie durch fünf hydrogeologische Profilschnitte (s. Abb. unten) verdeutlicht (HGK, 2002). Weitere Hinweise hierzu finden sich u. a. bei Schloz (1993).

Basis des Oberjura-Kluft- und Karstgrundwasserleiters

Nach der stark schematisierten hydrogeologischen Modellvorstellung wird die Basis des Karstaquifers entweder durch die Impressamergel-Formation oder die Lacunosamergel-Formation gebildet.

Im Nordwesten der Ostalb liegt die Aquiferbasis in einem 2,5 bis 6 km breiten Streifen an der Grenze zwischen der Impressamergel-Formation und der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation. In der Mitte und im Südosten bildet die Grenze zwischen der Lacunosamergel-Formation und der Untere-Felsenkalke-Formation die Aquiferbasis.

Zwischen diesen beiden Zonen liegt ein Übergangsbereich, in dem die Aquiferbasis von der Basis der Untere-Felsenkalke-Formation im Südosten quer durch die Lacunosamergel-Formation auf die Basis der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation im Nordwesten verläuft. Für diese Übergangszone wurde eine Breite von ca. 6 km angenommen.



Basis des Oberjura-Kluft- und Karstgrundwasserleiters der Ostalb

Diese stark schematisierte Lage der Aquiferbasis stellt eine Abstraktion und bereichsweise grobe Vereinfachung der tatsächlichen Verhältnisse dar. In den Karten der Aquiferbasis und der Aquifermächtigkeit muss man deshalb in einigen Gebieten von Fehlern bis in den Dekameterbereich ausgehen. Dies liegt auch an der vielerorts mäßigen Datengrundlage für die Konstruktion der Schichtlagerungskarte.

Im Norden der Ostalb liegt die Aquiferbasis in einem 2,5 bis 6 km breiten Streifen an der Grenze zwischen der Impressamergel-Formation (ohne Bimammatum-Schichten) und der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation (Seichter Karst).

In der Mitte und im Süden bildet die Grenze zwischen der Lacunosamergel-Formation und der Unteren Felsenkalke-Formation (Tiefer Karst) die Aquiferbasis. Zwischen diesen beiden Zonen liegt ein Übergangsbereich, in dem die Aquiferbasis von der Basis der Unteren Felsenkalke-Formation im Süden quer durch die Lacunosamergel-Formation auf die Basis der Wohlgeschichteten Kalke-Formation im Norden verläuft (Schnitt 1, Schnitt 2 und Schnitt 5). Für die Übergangszone wurde eine Breite von ca. 6 km angenommen.

Die Aquiferbasis liegt am Nordrand der Ostalb bei maximal ca. 685 m ü. NHN (nordöstlich von Aalen), am Südrand (südlich von Sontheim an der Brenz) bei ca. 150 m ü. NHN. Sie fällt im westlichen Teil der Ostalb in südöstliche Richtung ein, nach Osten zur bayerischen Landesgrenze schwenkt die Streichrichtung nach West–Ost und die Aquiferbasis ist in südliche Richtung geneigt. Sie fällt über die gesamte Nordwest–Südost-Erstreckung mit 1,3 % bis 1,4 % ein und hat eine Schwankungsbreite von lokal 2,2 % nördlich Ulm bis 5,5 % südlich Neresheim.

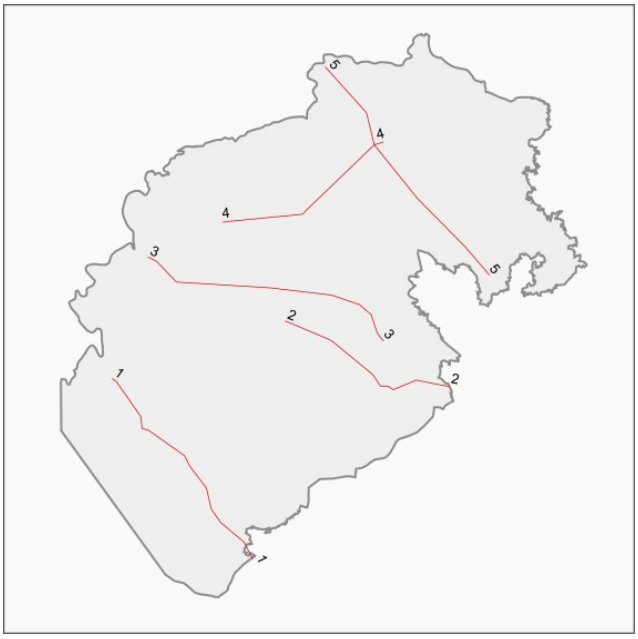
In der Aquiferbasiskarte der Ostalb fällt insbesondere der Bereich zwischen Aalen und Oberkochen auf. Dort weicht das Erscheinungsbild der Aquiferbasis durch die Schichtverbiegungen und tektonische Zerlegung von der andernorts meist nur leicht wellig ausgebildeten Grenzfläche markant ab.

Die Rems-Kocher Mulde (Etzold, 1994) quert das obere Kochertal zwischen Oberkochen und Unterkochen. Die Schichtlagerung ist in diesem Gebiet durch Bruchstrukturen zusätzlich gestört. Die ausgeprägte Muldenzone im Bereich der Quelle des Weißen Kochers setzt sich vermutlich durch das nördliche Härtsfeld bis westlich Bopfingen fort, wobei die Muldenstruktur wahrscheinlich in diese Richtung ausläuft (Brodbeck, 1995). Die WSW–ONO-streichende („schwäbische“) Achse der Königsbronner Schichtlagerungsmulde stellt eine markante Wellung in der Aquiferbasis dar. In ihrem Querungsbereich mit dem Brenztal entspringt am westlichen Talrand die Brenzquelle, am östlichen Talrand die Pfefferquelle.

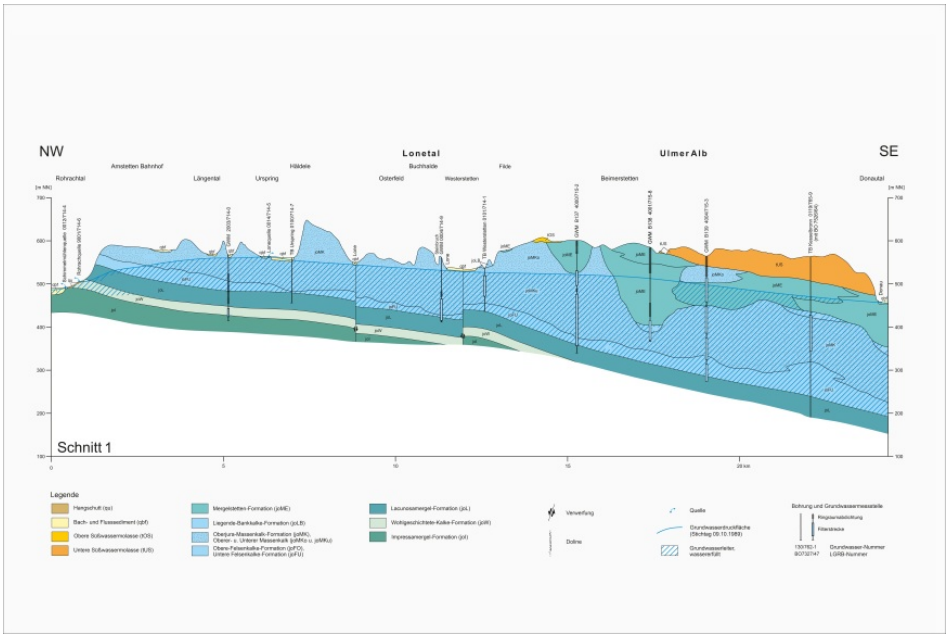
Eine weitere Muldenzone zeichnet sich von Böhmenkirch über das Stubental in Richtung Heidenheim ab. Sie ist im Osten durch eine Bruchstruktur begrenzt. Im Bereich Geislingen an der Steige – Gerstetten – Altenheim (Alb) ist eine schwach ausgeprägte sattelartige Schichtverbiegung ausgebildet.

Die verkarstete Oberjuratafel taucht südlich der Donau in das Molassebecken unter Oberschwaben ab (Villinger, 1997). Dort wird sie nach Süden von einer immer mächtiger werdenden Überlagerung aus gering durchlässigen Molassesedimenten überlagert. Darüber folgen quartäre Ablagerungen wechselnder Durchlässigkeit.

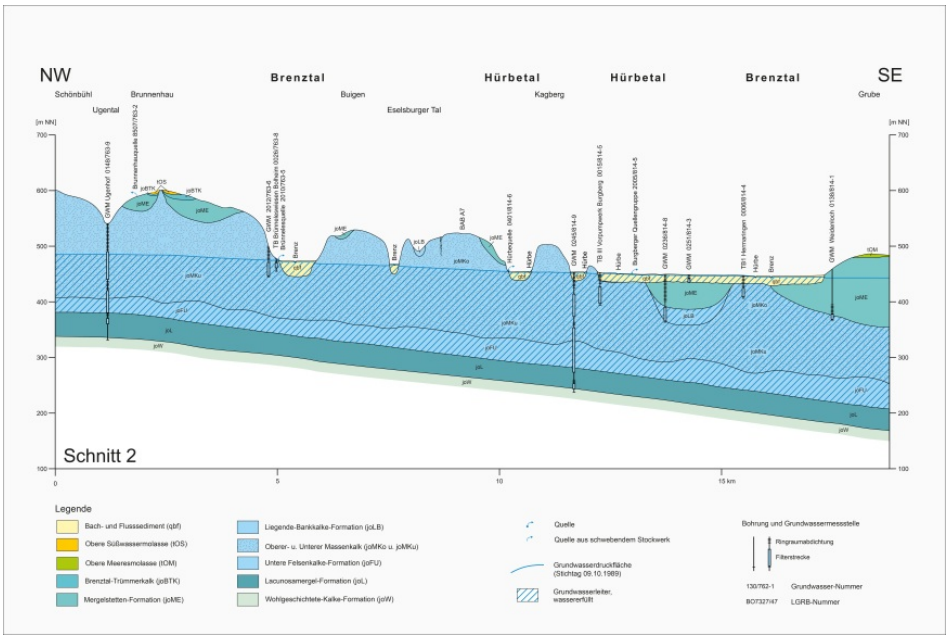
Die beschriebenen Lagerungsverhältnisse werden durch fünf Hydrogeologische Schnitte verdeutlicht (HGK, 2002):



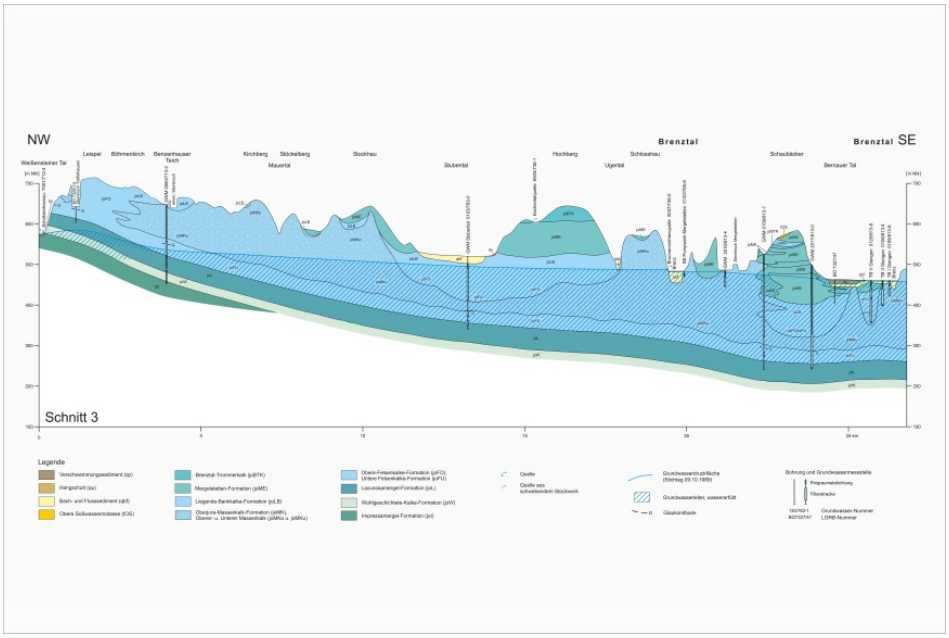
Verlauf der Hydrogeologischen Schnitte (Grafik: HGK, 2002)



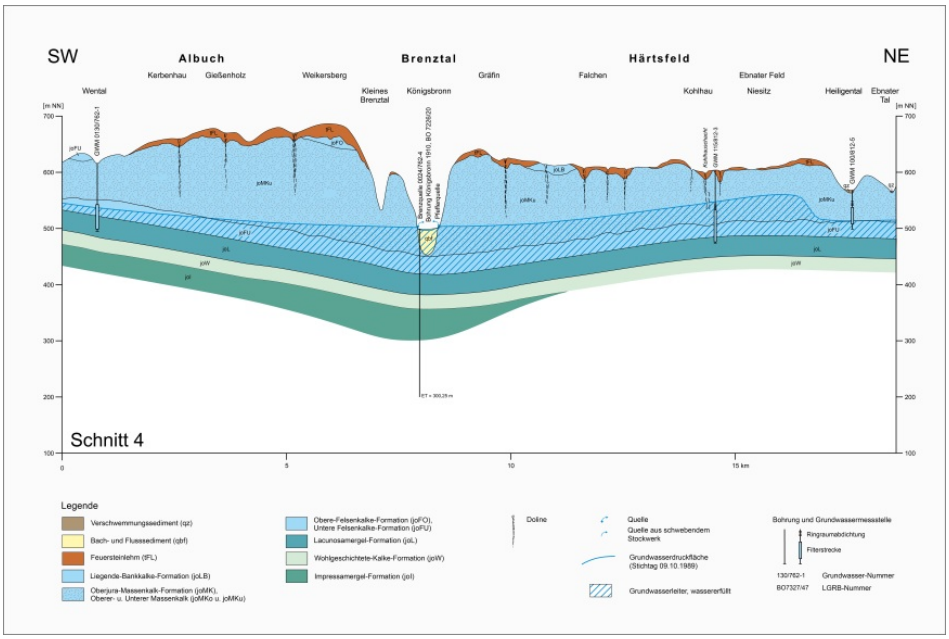
Hydrogeologischer Schnitt durch den südwestlichen Bereich der Ostalb (Verlauf: Nordwest-Südost) (Grafik: HGK, 2002)



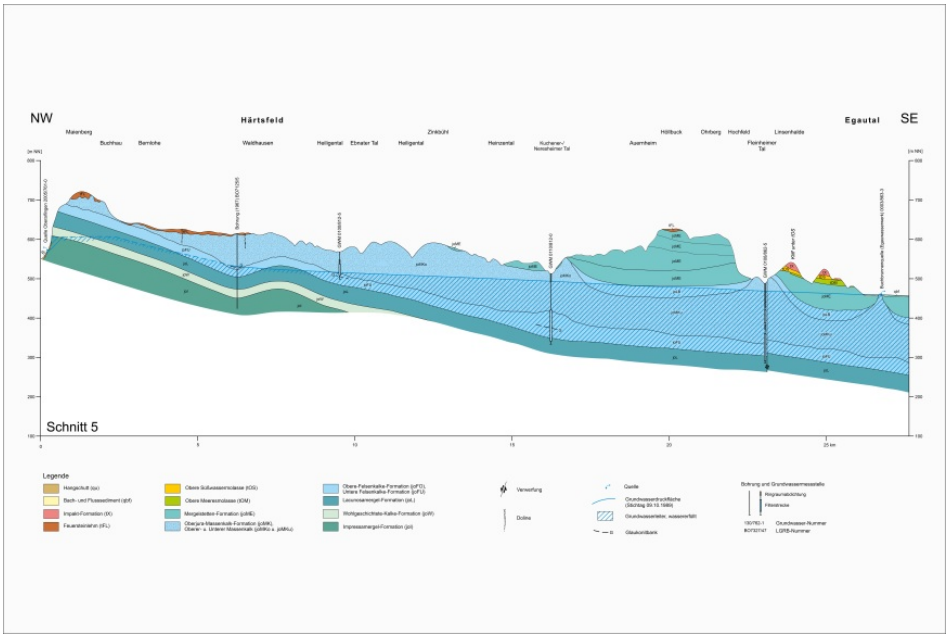
Hydrogeologischer Schnitt durch den zentralen Bereich der Ostalb (Verlauf: Nordwest-Südost) (Grafik: HGK, 2002)



Hydrogeologischer Schnitt durch den zentralen Bereich der Ostalb (Verlauf: Nordwest-Südost) (Grafik: HGK, 2002)



Hydrogeologischer Schnitt durch den nordöstlichen Bereich der Ostalb (Verlauf: Südwest-Nordost) (Grafik: HGK, 2002)



Hydrogeologischer Schnitt durch den nordöstlichen Bereich der Ostalb (Verlauf: Nordwest-Südost) (Grafik: HGK, 2002)

Literatur

- Brodbeck, M. (1995). *Geologie und Hydrogeologie des Blattes 7127 Westhausen (Ostalbkreis). - Erl. zur Geol. Karte 1 : 25 000.* – Diss. Univ. Stgt., 308 S., Stuttgart.
- Etzold, A. (1994). *Erläuterungen zu Blatt 7126 Aalen.* –3. Aufl., Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ.,248 S., 3 Taf., 7 Beil., Stuttgart (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- HGK (2002). *Ostalb.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 131 S., 10 Karten, 1 CD-ROM, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).
- Schall, W. (2002). *Erläuterungen zu Blatt 7425 Lonsee.* – Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., 125 S., 1 Beil., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg).
- Schloz, W. (1993). *Zur Karsthydrologie der Ostalb.* – Binder, H. (Hrsg.). Karstlandschaft Schwäbische Ostalb (Karst und Höhle, 1993), S. 119–134, München (Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V.).
- Villinger, E. (1977). *Über Potentialverteilung und Strömungssysteme im Karstwasser der Schwäbischen Alb (Oberer Jura, SW-Deutschland).* – Geologisches Jahrbuch, Reihe C, 18, S. 3–93.
- Villinger, E. (1997). *Der Oberjura-Aquifer der Schwäbischen Alb und des baden-württembergischen Molassebeckens (SW-Deutschland).* – Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe C, 34, S. 77–108.

Datenschutz

Cookie-Einstellungen

Barrierefreiheit

Quell-URL (zuletzt geändert am 17.10.25 - 08:09):https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/regionalbeschreibung-ostalb/grundwasserdynamik-schichtlagerung