

Periglaziäre Lagen – Ansprache und Gliederung in der feldbodenkundlichen Praxis und ihre Bedeutung für die Bodenbildung

Beispiele aus Teilgebieten der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft von Baden-Württemberg

MICHAEL KÖSEL & WOLFGANG FLECK



Exkursionsführer zum Geländeworkshop
der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft vom 17. – 18. Mai 2017

– Überarbeitete Fassung (Juli 2017) –



Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Impressum

Herausgeber: Regierungspräsidium Freiburg
Abt. 9: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB)
Albertstraße 5, D-79104 Freiburg i. Br.
Telefon: (0761) 208-3000 (Zentrale) bzw. -3022 (Vertrieb),
Fax Poststelle: (0761) 208-3029
E-Mail: abteilung9@rpf.bwl.de bzw. vertrieb-lgrb@rpf.bwl.de
<http://www.lgrb-bw.de> bzw. <http://rp.baden-wuerttemberg.de/rpf/Abt9>

Bearbeiter: MICHAEL KÖSEL & WOLFGANG FLECK

Bearbeitungsstand: Mai 2017, erste Überarbeitung Juli 2017

© Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Titelbild: Mehrgliedrige Fließerden am Unterhang des Trautbachtals
im Keupergebiet des Rammerts.

Periglaziäre Lagen – Ansprache und Gliederung in der feldbodenkundlichen Praxis und ihre Bedeutung für die Bodenbildung

Beispiele aus Teilgebieten der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft von Baden-Württemberg

Bearbeiter:

MICHAEL KÖSEL & WOLFGANG FLECK

Regierungspräsidium Freiburg – Abteilung 9:
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (RPF-LGRB)

Exkursionsführer zum Geländeworkshop der Deutschen
Bodenkundlichen Gesellschaft vom 17. – 18. Mai 2017

Überarbeitete Fassung (Juli 2017)

LGRB-Fachbericht	2017/1	78 S.	11 Abb.	35 Fot.	22 Tab.	Freiburg i. Br., Juli 2017
------------------	--------	-------	---------	---------	---------	-------------------------------

Inhalt	Seite	
1	Vorwort	3
2	Einleitung	4
3	Allgemeine Landschaftsentwicklung Südwestdeutschlands	5
4	Pleistozän-periglaziäre und holozäne Überformung der Landschaft	10
5	Solifluktsdecken als Ausgangsgesteine der Böden – Forschungsgeschichte	13
6	Exkursionsgebiet am östlichen Stromberg	15
6.1	Geologisch-geomorphologischer Überblick	16
6.2	Relief, periglaziäre Lagen und Böden am östlichen Stromberg	18
7	Exkursionsgebiet Schichtstufenlandschaft südlich von Tübingen	35
7.1	Geologisch-geomorphologischer Überblick	36
7.2	Relief, periglaziäre Lagen und Böden in der Schichtstufenlandschaft südlich von Tübingen	39
8	Anwendung der Lagengliederung außerhalb des Exkursionsgebiets	68
9	Zusammenfassung und Fazit	72
	Literatur	73
	Abbildungen	75
	Fotos	76
	Tabellen	78

1 Vorwort

Die Idee, sich im Rahmen eines Geländekurses näher mit den periglaziären Lagen zu befassen, entstand während eines DBG-Workshops zur Bodenbeschreibung und -klassifikation im September 2016 in Göttingen. Im Mittelpunkt der Veranstaltung stand neben der WRB die Aufnahme von ausgewählten Bodenprofilen nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG Boden, 2005). Unsicherheiten zeigten sich dabei vor allem bei der Ansprache und Benennung der Ausgangsgesteine. Die mehrschichtigen Profile im Verbreitungsgebiet von Muschelkalk und Keuper waren vorwiegend aus pleistozänen Umlagerungsbildungen (Fließerden) aufgebaut. Bestand beim Erkennen der Schichtung weitgehend Einigkeit, gingen die Meinungen bei der zeitlichen und genetischen Einstufung der einzelnen Schichtglieder und ihrer entsprechenden Kennzeichnung nach KA5 aber häufig erheblich auseinander (z. B. holozän-kolluvial vs. pleistozän-solifluidal).

Die Anwendung der (positionsgebundenen) Lagengliederung nach KA5 wurde kontrovers diskutiert und teilweise als zu theoretisch und schwer umsetzbar angesehen. Aufgrund der langjährigen Kartiererfahrung in der Landesaufnahme von Baden-Württemberg sind die Autoren der Meinung, dass insbesondere im Festgesteinsbereich die Lagengliederung zum Verständnis der Boden- und Substratgenese wesentlich beitragen kann. Regelmäßige, landschaftstypische Beziehungen zwischen Relief, Deckschichten- und Bodenaufbau können nicht nur bei der Bodenkartierung genutzt werden, sondern liefern auch entscheidende Grundlagen für die Beschreibung und Interpretation einzelner Bodenprofile.

Es lag deshalb nahe, die Anwendung der Lagengliederung bei einem eigenen Geländeseminar zu vertiefen, wie es bereits in Göttingen mehrfach gewünscht wurde. Mit Unterstützung der DBG können wir nun einen solchen „Lagen-Workshop“ in Baden-Württemberg anbieten und freuen uns über das rege Interesse.

Michael Kösel, Wolfgang Fleck

2 Einleitung

In weiten Teilen Mitteleuropas haben sich die Böden aus periglaziären Bildungen und nur selten direkt aus den anstehenden Fest- und Lockergesteinen entwickelt. Im hängigen Gelände handelt es sich bei diesen Bildungen meist um Fließerden aus umgelagertem Verwitterungsmaterial der anstehenden Gesteine mit einer äolischen Komponente in Oberflächennähe. Verbreitung und Zusammensetzung dieser periglaziären Umlagerungsbildungen folgen unter natürlichen Verhältnissen meist streng dem Relief und der Ausprägung der anstehenden Gesteine im Liegenden.

Die periglaziären Lagen fanden mit der 4. Auflage von 1994 erstmals Eingang in die Bodenkundliche Kartieranleitung (KA4) und wurden schon damals in Basislage (LB), Mittellage (LM), Hauptlage (LH) und Oberlage (LO) unterteilt. Die Lagen sind in der KA4 bei den Bodenausgangsgesteinen unter den periglazialen Bildungen als lithostratigraphische Einheiten aufgeführt und bilden bereits ein wesentliches Merkmal zur Beschreibung der Substrate. In der KA5 wurden die Lagen aus der Liste der Bodenausgangsgesteine entfernt und durch ein eigenes Datenfeld „Periglaziäre Lagen“ (Feld 47b) im Formblatt zur Profilaufnahme aufgewertet. Unterschieden wird seither zwischen einer faziesneutralen, merkmalsorientierten Beschreibung und der positionsgebundenen Gliederung der periglaziären Lagen, wobei letztere eine Zuordnung zu LO, LH, LM und LB vorsieht (Kap. 5.6.13.7.2).

Bundesweit betrachtet hat die Lagengliederung bisher keine einheitliche Aufnahme in die amtliche Bodenkartierung der Länder gefunden. Laut einer aktuellen Umfrage bei den Staatlichen Geologischen Diensten (SGD) gilt die Erfassung der Lagen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung (AG Boden 2005) im Bergland und in den Mittelgebirgen als unverzichtbar und besitzt insgesamt einen hohen Stellenwert. Dagegen werden die periglaziären Lagen im Bereich des Norddeutschen Tieflands meist nicht angesprochen und von den meisten SGD als wenig praxisrelevant, zu theoretisch und eher ablehnend gesehen. Interessanterweise nehmen aber einzelne Länder die Lagen systematisch auf (Brandenburg) oder beabsichtigen, die Lagen in Zukunft stärker bei der Landesaufnahme zu berücksichtigen (Niedersachsen).

In der über 30-jährigen bodenkundlichen Landesaufnahme von Baden-Württemberg war die Lagengliederung von Anfang an fester Bestandteil der Profilaufnahme und hat sich über die Jahre beim LGRB, auch in den Quartärlandschaften Oberschwabens und der Oberrheinebene, sehr bewährt. Gerade bei der Bodenkartierung erleichtert ihre Anwendung den Schritt vom Punkt zur Fläche, liefert ein einfaches Modell die Verbreitung der Böden in der Landschaft und ermöglicht es, das Ausmaß der Überformung der Bodenlandschaften durch junge, anthropogene Abtragung und Akkumulation abzuschätzen.

Bei vielen geschichteten Böden sind die diagnostischen Horizonte eng an die Substratschichtung gebunden. Horizontgrenzen zeichnen sehr häufig Lagengrenzen nach und die Richtung der Bodenentwicklung ist durch den Lagenaufbau meist schon in relativ engen Grenzen vorgegeben. Bei der Diskussion von Bodenprofilen sollte deshalb das Ausgangsgestein und dabei insbesondere die Lagengliederung zunächst im Vordergrund stehen.

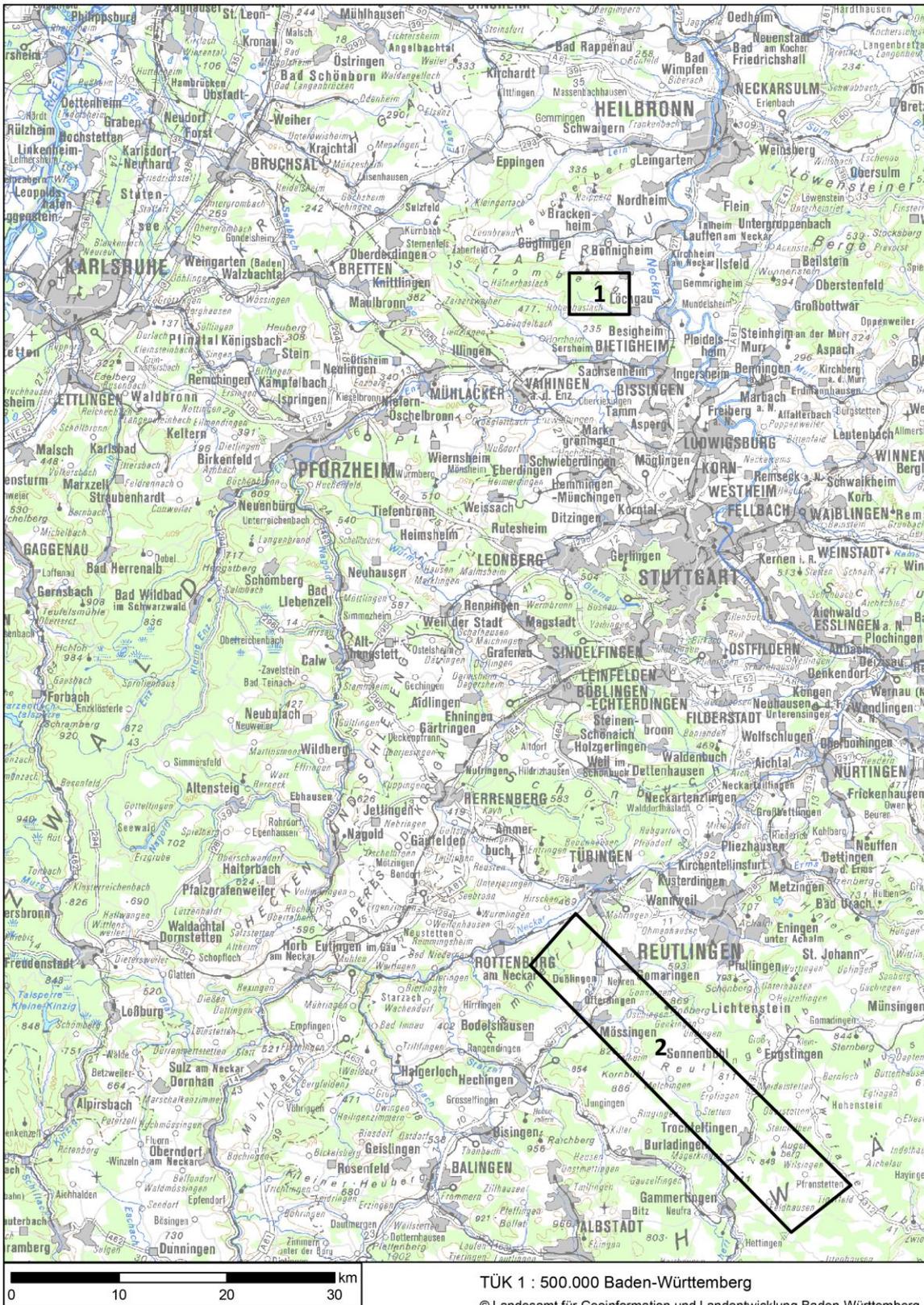


Abb. 1: Übersichtskarte mit Lage der Exkursionsgebiete.

Um die Anwendbarkeit der Lagengliederung in verschiedenen Landschaften zu zeigen, werden im 1,5-tägigen Workshop Profile in drei verschiedenen Landschaften vorgestellt (Keuperbergland, Albvorland und Schwäbische Alb). Mit insgesamt 12 von 17 Profilen bilden die Beispiele im Keuperbergland (Umgebung Heilbronn und Tübingen) einen räumlichen Schwerpunkt. Haupt- und Mittellagen zeigen hier aufgrund ihres Lössanteils häufig sehr deutliche Unterschiede gegenüber der Basislage und erleichtern den Einstieg in das Thema. Die weiteren Exkursionsprofile auf der Schwäbischen Alb und ihrem Vorland sollen zeigen, dass wichtige Merkmale für die positionsgebundene Lagengliederung aber auch relativ einfach auf andere Bodenlandschaften übertragen werden können.

Aufgrund der relativ hohen Anzahl an Exkursionsprofilen sollen im Wesentlichen die Merkmale im Zusammenhang mit der Lagenansprache diskutiert und die boden- oder substratsystematische Einordnung der Profile möglichst nur gestreift werden.

3 Allgemeine Landschaftsentwicklung Südwestdeutschlands

Der Ausgangspunkt für die Entstehung der heutigen Landschaften Südwestdeutschlands waren die großräumigen geotektonischen Vorgänge, die im Bereich des penninischen Ozeans an Nordrand der Tethys vor rund 100 Mio. Jahren einsetzten. Sie führten zu seiner fortschreitenden Einengung und schließlich zur Kollision der afrikanischen mit der eurasischen Lithosphärenplatte im Bereich des heutigen Alpenbogens ab dem Eozän vor etwa 55 Mio. Jahren. Der Zusammenstoß der Lithosphärenplatten hatte eine erste, initiale Auffaltung der Alpen zur Folge. Die Kollision beanspruchte zugleich die nördlich der Subduktionszone liegende Erdkruste, was u. a. zur Wiederbelebung alter, präexistenter Störungssysteme führte, zu denen auch eine lange Nord – Süd-gerichtete Scherzone entlang des heutigen Oberrheins gehörte. Etwa an der Wende Paläozän/Eozän begann sich in ihrem Bereich durch aufsteigendes, leichteres und teilweise aufgeschmolzenes Material aus dem Erdmantel ein sog. Mantelkissen auszubilden. Diese wölbte die bis dahin flach lagernden, das kristalline Grundgebirge mit einer Mächtigkeit von bis über 1 500 m überziehenden Gesteine des Deckgebirges aus triassischen und jurassischen Schichten zunächst nur sehr schwach auf. Das Gewässernetz dürfte sich an den orographischen Verhältnissen orientiert und die großräumige, flache Aufdomung radial entwässert haben. Zu jener Zeit wurde Südwestdeutschland von einer Rumpfflächenlandschaft mit intensiv verwitterten ferrallitischen Böden eingenommen, deren Umlagerungsprodukte sich heute noch stellenweise in verfüllten Karstschlotten der Oberjuragesteine der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft finden.

Erste Anzeichen einer Grabenbildung durch Dehnungserscheinungen im Deckgebirge stammen aus dem späten Eozän vor etwa 35 Mio. Jahren. Die weitere Heraushebung von Schwarzwald und Vogesen führt zu einer fortschreitenden Aufspreizung des Schichtpakets, dessen Gesteine auf der grabenwärtigen Seite nun zunehmend dem Einfluss der Verwitterung ausgesetzt wurden. Zusammen mit einer noch schwachen Kippung der mesozoischen Schichtenfolge aus wechsellagernden harten und weichen Ton- und Mergelsteinen waren jetzt die initialen

Voraussetzungen für die Entstehung der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft gegeben. Stärkere Hebung, die vor rund 15 Mio. Jahren im späten Miozän einsetzte, erzeugte einen kräftigen Abtragungsimpuls. Dieser wirkte sich zunächst nur auf die obersten Schichten des Deckgebirges aus und spiegelt sich in den hauptsächlich aus groben Oberjurakalken bestehenden Ablagerungen der Juranagelfluh als korreliertem Sediment wider.

Mit weitergehender Freilegung der Gesteine an den Flanken des Oberrheingrabens und fortschreitender pultartiger tektonischer Schiefstellung des Schichtpakets konnte sich zunehmend die heutige Schichtstufenlandschaft herausbilden. Durch differentielle, an der morphologischen Gesteinhärte orientierte Erosion setzte nun eine deutliche Rückverlegung der Schichtstufen aus harten Stufenbildnern und weichen Sockelgesteinen in Richtung des Schichteinfallens nach Südosten ein. Die Hauptstufenbildner stellen dabei die mächtigen Sandsteine im Mittleren Buntsandstein, Kalk- und Dolomitsteine im Oberen Muschelkalk, verschiedene Sandsteinhorizonte im Mittleren Keuper sowie die Kalksteine der heute bis auf etwa 1000 m NN aufragenden Stufe des Oberjuras dar. Zusätzlich spielen in der Schichtenfolge weitere, meist geringermächtige harte Gesteinsbänke eine Rolle, die zu einer feineren und häufig regional variierenden Treppung in der Landschaft führen.

Allgemein hat für das Wandern der Schichtstufen die verstärkte Abtragung der tonigen Sockelgesteine eine große Bedeutung. Diese führt schließlich zur Übersteilung des Stufenhangs und dadurch zum Nachbrechen der hangenden, harten Gesteine der Stufenbildner. Insbesondere verbreitet auftretende Quellaustritte an der Grenze zwischen mächtigeren porösen und kluffführenden Dach- und dichten, pelitischen Liegendgesteinen spielen dabei eine große Rolle. An der Stufenfront können sich bei stärker schüttenden Quellen steile Hangtäler bilden, die sich mit der Zeit immer weiter zurückschneiden und so die Schichtstufe zunehmend auflösen. Zudem bewirkt die Durchfeuchtung unterhalb der Quellhorizonte eine Aufweichung der Ton- und Mergelsteine und bedingt dadurch eine hohe Labilität für Massenverlagerungen. Nicht zu unterschätzen ist jedoch auch die Auflösung der Schichtstufen von den Dachflächen aus. Resequente, im Schichtfallen verlaufende Täler verlagern sich unter weiterer Eintiefung in Richtung des Firstbereichs der Stufen und tragen so zu deren Zerstörung bei.

Die Rückverlegung der Schichtstufen fand dabei nicht nur unter humiden Bedingungen statt. Auch unter semiariden Verhältnissen war die Abtragung an den Stufenhängen durch periodisch-episodisch abfließendes Wasser aktiv und führte hier durch flächenhafte und lineare Spülprozesse (Schichtfluten, Rillen- und Runsenspülung) zur Ausbildung von Fußflächensystemen. Unabhängig von der jeweiligen klimamorphologischen Überformung der Hänge, war Voraussetzung für das tatsächliche Zurückweichen der Schichtstufen, dass die Abtragungsmassen in den Fußbereichen durch stufenrandparallele, subsequente Fließgewässer weggeführt wurden.

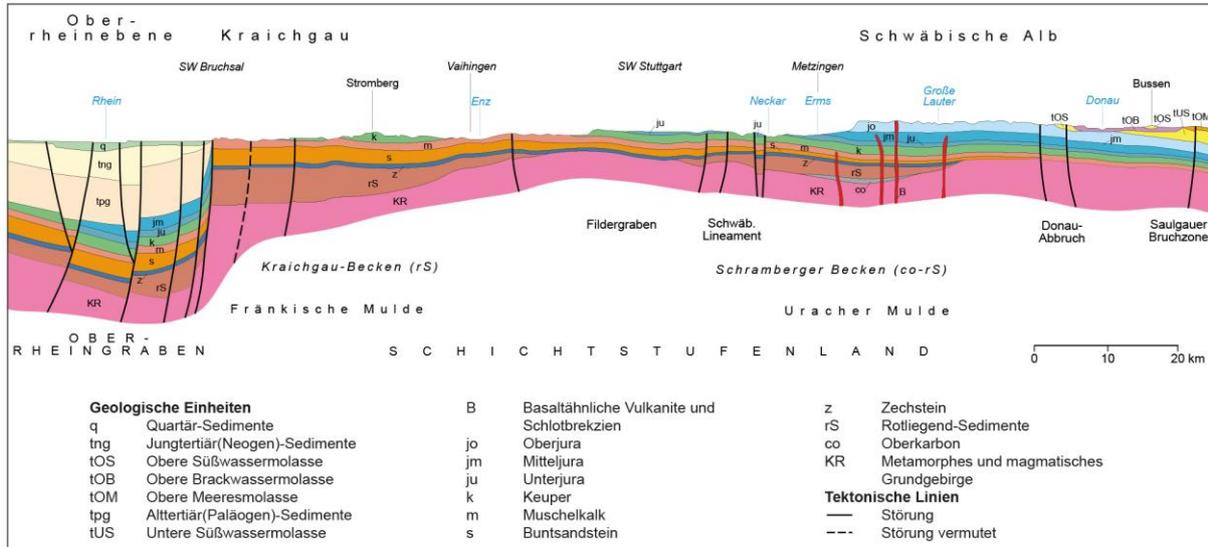


Abb. 2: Geologischer Schnitt durch die Südwestdeutsche Schichtstufenlandschaft (aus: Geol. Schulkte. Baden-Württ. 1 : 1 Mio., 2011).

Für den Verlauf der zeitlichen Entwicklung der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft gibt es nur wenige Hinweise. So finden sich Oberjurakalke in der Schlotfüllung des sog. Scharnhäuser Vulkans, einem Ausläufer des miozänen Albvulkanismus, der im Bereich der aus Unterjuragesteinen bestehenden Tiefscholle des Fildergrabens nur wenige Kilometer südöstlich von Stuttgart liegt. Dies belegt, dass sich der Albtrauf zum Zeitpunkt des Ausbruchs im Mittleren Miozän vor rund 15 Mio. Jahren, mindestens noch hier, knapp 25 km nordwestlich seines heutigen Verlaufs befunden haben muss.

Eine andere Zeitmarke stellen die ältestpleistozänen Goldshöfe Sande dar, die in Nordostwürttemberg in der Stufenrandbucht von Wasseralfingen/Aalen unmittelbar dem Anstieg zur Schwäbischen Alb vorgelagert sind. Es kann also in diesem Bereich seit den letzten ca. 2,5 Mio. Jahren keine nennenswerte Verlagerung der Oberjura-Schichtstufe mehr stattgefunden haben. Allgemein ist anzunehmen, dass die Rückverlegung der Schichtstufen weder zeitlich kontinuierlich, noch räumlich einheitlich entlang der jeweiligen Stufenfront verlief. Neben der morphologischen Wirksamkeit unterschiedlicher Paläoklimate haben sicher tektonische Modifizierungen der allgemeinen Lagerungsverhältnisse, Fazies- und Mächtigkeitsänderungen sowie die Ausbildung des lokalen Gewässernetzes die Geschwindigkeit und das Ausmaß der Stufenverlagerung stark mitbeeinflusst und lokal variiert.

Etwa zeitgleich mit den ersten Vorgängen der Grabenbildung am Oberrhein begann sich vor etwa 30–35 Mio. Jahren, nördlich der nun allmählich aufsteigenden Alpen, durch ständige Absenkung der vorgelagerten mesozoischen Gesteine, ein bis zu 5 000 m tiefes trogförmiges Becken zu bilden, das sich über ca. 1 000 km vom Gebiet südwestlich des Genfer Sees bis zum Ostende der Alpen erstreckte. Dieses Molassebecken füllte sich sukzessive mit Abtragungsmaterial der Alpen, teils unter limnischen Verhältnissen im Süßwasser und zeitweilig unter marinen Bedingungen bei Verbindung zum offenen Meer.

Am nördlichen Rand des Beckens hat die Molassesedimentation phasenweise auf die hier angrenzenden Oberjuragesteine der Schwäbischen Alb übergreifen. Besonders markant war der Meereseinbruch der Oberen Meeresmolasse vor etwa 20 Mio. Jahren, der zu einem Vorrücken des Meeres bis weit auf die Albtafel führte. An der Küstenlinie entstand im Brandungsbereich eine mehrere Zehnermeter hohe Steilküste mit ausgedehnten Kliffs, die noch heute stellenweise gut zu erkennen sind und über eine große Strecke als sogenannte Klifflinie miteinander verbunden werden können.

Jenseits der Klifflinie formte sich ab dem jüngeren Tertiär durch die pultartige Kippung der Albtafel und einer dadurch stärkeren Hebung im Nordwesten zunehmend die Kuppenalb durch erosives Herauspräparieren massiger Riffkalkkomplexe. Südöstlich der Klifflinie wurde die tertiäre Flachlandschaft dagegen nur untergeordnet durch erosive Vorgänge überprägt.

Gegen Ende des Miozäns, vor etwa 8 Mio. Jahren, war der Vorlandstrog zwischen Alpen und Schwäbischer Alb mit den jüngsten Molasseablagerungen der Oberen Süßwassermolasse weitgehend aufgefüllt und bildete eine flache Aufschüttungslandschaft, die sich an die Albtafel im Norden anlagerte. Als Vorfluter für die aus dem Alpenraum zuströmenden Flüsse diente an der Naht zwischen den nach Norden geschütteten Molassesedimenten und der durch tektonische Schiefstellung nach Südosten einfallenden Albtafel die pliozäne Urdonau. Besonders markant sind grobe Periglazialschotter, die ab der Wende Tertiär/Quartär abgelagert wurden. Ihre Talablagerungen bilden heute durch Reliefumkehr die Hochflächenbereiche langgestreckter N – S-verlaufender Terrassenriedel, die im östlichen südwestdeutschen Alpenvorland die Deckenschotterlandschaft aufbauen. Ab dem Mittelpleistozän (< 800 ka) trat schließlich das Gletschereis wiederholt aus dem Alpenrheintal aus und führte zu teilweise umfangreichen Vorlandsvergletscherungen. So rückten die Eismassen während der besonders weitreichenden rißzeitlichen Eisvorstöße z. T. mehr als 70 km weit nach Norden, über die Donau hinaus, bis auf den Südrand der Schwäbischen Alb vor. In der letzten Eiszeit drangen die Gletschermassen während des wärmzeitlichen Hochglazials noch gut 50 km weit vor und erreichten vor etwa 20 000 Jahren ihre maximale Ausdehnung.

Der Einbruch des Oberrheingrabens gegen Ende des Eozäns hatte wegen der sich dadurch bildenden tiefen Erosionsbasis weitreichende Konsequenzen für die Entstehung des Gewässersystems in Südwestdeutschland. Das ursprünglich zum Molassebecken und später zur Donau orientierte Flussnetz wurde sukzessive, vom nördlichen Oberrheingebiet ausgehend, durch rückschreitende Erosion erobert. Eine besondere Bedeutung kommt dabei der Entwicklung des Neckars zum heutigen Hauptvorfluter für die Südwestdeutsche Schichtstufenlandschaft zu. Anfänglich noch auf den Bereich seines heutigen Unterlaufs beschränkt, dehnte er schrittweise sein Einzugsgebiet im nordwestlichen Teil Südwestdeutschlands aus. Bereits im Mittelmiozän (ca. 15 Mio. Jahre) war der nördliche Ast des zur Donau ausgerichteten Neckar-Lone-Systems erreicht und floss von nun an dem Rhein zu. Bis ins Mittelpлиоzän (ca. 4 Mio. Jahre) entwässerte die südliche Schichtstufenlandschaft über den Oberlauf des Neckars und die Lone noch in die Donau. Erst vor etwa 3 Mio. Jahren wurde dieses Gewässersystem schließlich durch die rückschreitende Erosion vom nördlichen Neckar erreicht und damit an das rheinische System

angeschlossen. Ein augenfälliger Hinweis auf diesen hydrographischen Umbruch ist das Neckarknie bei Plochingen, der Umleitungsstelle des oberen Neckars nach Norden um ca. 130°.

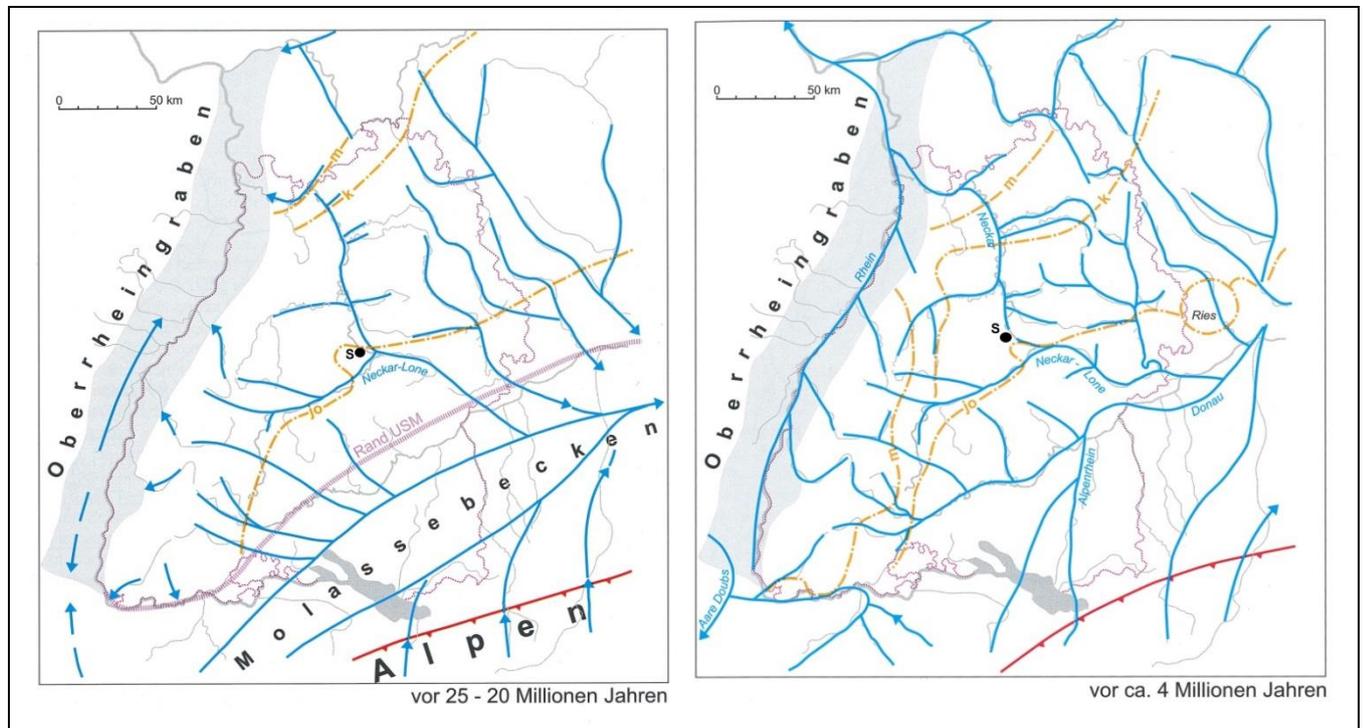


Abb. 3: Das Flussnetz in Südwestdeutschland am Übergang vom Oligozän ins Miozän (25–20 Mio Jahre) und im Mittelpliozän (ca. 4 Mio Jahre); ockergelb = ungefähre Lage der Hauptschichtstufen (aus SIMON 2010).

4 Pleistozän-periglaziäre und holozäne Überformung der Landschaft

Die Auswirkungen des Periglazialklimas auf die Entwicklung der Schichtstufenlandschaft wird heute allgemein eher als gering angesehen und hat, von regionalen Ausnahmen abgesehen, allenfalls zu einer nur mäßigen Rückverlegung der Stufen geführt (vgl. SEMMEL 1994: 411 ff.). Insbesondere wurde früher die Abtragungsleistung der Solifluktion an den Hängen überschätzt. Größere Bedeutung für die Hangdenudation kommt sicher den auch unter periglaziären Bedingungen stattfindenden Spülprozessen sowie verschiedenen Formen von Massenverlagerungen zu, wie z. B. Rutschungen bei absinkendem oder sich auflösendem Permafrost. Ein Haupteffekt der periglaziären Morphodynamik lag vermutlich in einem akzentuierteren Herausarbeiten der Stufen mit ihren First- bzw. Traufbereichen.

Als ein Beispiel für örtlich im Pleistozän erfolgte Stufenbildung wird die Freilegung der Wohlgeschichteten Kalke-Formation des Oberjuras unter Bildung einer teilweise markant vorspringenden Strukturfläche angesehen (Abb. 8). Die Alterseinstufung

stützt sich auf das Auftreten ältestpleistozäner fluviatiler Ablagerungen in einzelnen Höhlensystemen, die auf der oberhalb gelegenen Kuppenalb ausstreichen (z. B. Bärenhöhle, BIBUS & PFEFFER 1995).

Ein wesentlicher reliefformender Faktor während des Pleistozäns war die allgemeine Taleintiefung im Wechsel von Flusseinschneidung und kaltzeitlicher Aufschotterung, die Terrassenreste in den Tälern widerspiegeln. Im Karstgebiet der Schwäbischen Alb erfolgte über dem durch Permafrost versiegelten Untergrund Gerinneabfluss und die Bildung des späteren Trockentalnetzes. Bei der feineren Reliefausgestaltung kommt insbesondere den auf den Stufenflächen verlaufenden Dellentälchen und Dellensystemen eine größere Bedeutung zu. Ihre Entstehung ist auf von Schneeflecken ausgehenden periodischen, linearen Abfluss in Verbindung mit solifluidalem Materialtransport in die Tiefenlinien zurückzuführen. Vor allem in der südlichen Schichtstufenlandschaft mit dem nach SE gekippten Schichtpaket setzen die Dellentälchen häufig in der Nähe der Firstbereiche an, um anschließend dem Schichtfallen zu folgen. Offensichtlich wurde leeseitig der Firstlinie durch die hauptsächlich aus westlicher Richtung wehenden Winde bevorzugt Schnee akkumuliert und so die Dellenbildung initiiert. Von den Dellen ausgehend hat schließlich eine weitere, feinere Ausgestaltung des Reliefs stattgefunden, indem die Solifluktion besonders tonige Gesteine in die Tiefenlinie verlagert hat und so die Schichtflächen härterer Gesteinsbänke freigelegt wurden.

Insgesamt wurden die Landschaften fast flächendeckend im kaltzeitlichen Klima von periglaziären Umlagerungs- und Transportprozessen überprägt. Die daraus resultierenden mehrere Dezimeter bis wenige Meter mächtigen Lockergesteinsdecken treten als eigenständige geologische Körper dem Relief folgend im oberflächennahen Untergrund auf und bilden die Schnittstelle zur Lithosphäre.

Neben der Bildung von Fließerden wurden durch zeitweilig starke äolische Aktivität in für die Ablagerung günstigen Landschaftsbereichen teilweise mächtige Lösses akkumuliert. Die Hauptanwehung erfolgte dabei durch Winde aus westlicher Richtung, wie sich aus einer oftmals asymmetrischen Anlagerung der äolischen Sedimente an Vollformen schließen lässt. Neben dem Kraichgau, einer tektonisch bedingten Mulde zwischen den Hochgebieten von Schwarzwald und Odenwald, war das östlich folgende Neckarland zwischen Stuttgart und Heilbronn eines der Hauptablagerungsbereiche für Löss in Südwestdeutschland. Die weite, vor dem Anstieg der Keuperschichtstufe der Schwäbisch-Fränkischen Waldberge im Osten, in den Gesteinen des Unterkeupers und des Oberen Muschelkalks angelegte Subsequenzzone wirkte morphologisch als Becken und begünstigte die Ablagerung des aus den Schotterflächen des Oberrheins ausgewehten Lössmaterials. Dieses konnte besonders in Leepositionen zu größeren Mächtigkeiten akkumulieren. Im Exkursionsgebiet ist in der Ziegeleigrube von Bönningheim am Rand des Zabergäus, einem Ausläufer des Neckarbeckens unmittelbar am Fuß zum Stromberganstieg, eine komplexe mächtigere Lössabfolge ausgebildet, die insbesondere für die letzte Kaltzeit Rückschlüsse auf deren Verlauf und das äolische Sedimentationsgeschehen zulässt (BIBUS 2002).

Auf die unmittelbare Nachbarschaft zu den wärmzeitlichen Schotterfluren des Oberrheins beschränkt sind dagegen Dünen und Flugsandfelder als weitere äolische Ablagerungen, die im Spätglazial im nördlichen Oberrheingebiet auf östlich des Talbodens gelegene höhere Bereiche aufgeweht wurden.

In der jüngsten Erdgeschichte bewirkte der Mensch eine Überprägung und teilweise tiefgreifende Umgestaltung der Naturlandschaft. Zunächst herrschte im Holozän Formungsruhe, bis die ersten Ackerbauern in der frühen Jungsteinzeit begannen örtlich Wälder zu roden und primitiven Ackerbau zu betreiben. Ihre Anwesenheit war anfänglich auf die Gunstgebiete in den Lössbecken beschränkt, die neben den leicht zu bearbeitenden, fruchtbaren Lössböden (Schwarzerden) auch klimatisch bevorzugt waren. Trotz der noch sehr einfachen Bodenbearbeitung lässt sich bereits für diese Zeit ein erster Abtrag durch Bodenerosion nachweisen und ist durch älteste Kolluvien an Hangfußbereichen und in Dellentälchen dokumentiert (LANG 2003). In der Folge eroberten die bandkeramischen Siedler, abgesehen von den ungünstigen Mittelgebirgsbereichen, nahezu alle Landschaftsräume Südwestdeutschland. Nach weiteren Intensivierungsschritten in der Bronze- und Eisenzeit erreichte die landwirtschaftliche Nutzung mit dem Eintreffen der Römer in Südwestdeutschland ab 15 v. Chr. durch bessere Anbaumethoden einen Höhepunkt. Verstärkte Abtragung der periglaziären Deckschichten und der in ihnen entwickelten Böden war die Folge und äußert sich in einer nun weiten Verbreitung von Kolluvien und Auenlehmen aus dieser Zeit als korrelierten Sedimenten. Nach dem schrittweisen Rückzug der Römer aus Südwestdeutschland, auch als Folge der verheerenden Alemanneneinfälle um 260 n. Chr., fielen zunächst weite Teile des damaligen Kulturlands brach und eine teilweise Rückeroberung durch den Wald fand statt. Gegen Ende des 4. Jahrhunderts trafen schließlich alemannische und später fränkische Siedler ein.

Das Hochmittelalter mit seiner ständig wachsenden Bevölkerung war geprägt durch eine weitere Ausdehnung der Ackerflächen und der schrittweisen Einführung der Dreifelderwirtschaft als wichtiger landbaulicher Innovation. Insbesondere wurden nun die bisher aufgrund ihrer ungünstigen naturräumlichen Ausstattung noch nicht besiedelten höheren Mittelgebirgsbereiche flächig mit Rodungsorten durchdrungen. Allgemein wurden ab dem Hochmittelalter nun auch verbreitet die Wälder durch Nutzungsformen der Mittel- und Niederwaldwirtschaft erschlossen, die teilweise noch lange bis in die Neuzeit erhalten blieben und meist erst mit dem Einsetzen der planmäßigen Forstwirtschaft um 1800 zurückgedrängt wurden. Neben Brennholzgewinnung und Waldweide fand unter stärkerer Auflichtung der Wälder örtlich auch immer wieder eine ackerbauliche Zwischennutzung statt (HASEL 1985), sodass es in Abhängigkeit von Relief und Erosionsanfälligkeit der Böden zu deren teilweiser Abtragung kam. Durch den hohen Flächenbedarf zur Erzeugung von Nahrungsmitteln wichen in den Mittelgebirgen die Wald-/Feldanteile gebietsweise deutlich zugunsten der landwirtschaftlichen Nutzflächen vom heutigen Muster ab.

5 Solifluktsdecken im oberflächennahen Untergrund als Ausgangsgesteine der Böden – Forschungsgeschichte

Bereits in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde erkannt, dass die in den Mittelgebirgsbereichen gefundenen Lockergesteinsdecken nicht als Grund- und Lokalmoränen zu interpretiert sind, sondern als Massenverlagerungen unter dem Einfluss von Wasser und Frost entstanden sind (PENCK 1884, BLANCKENHORN 1895, 1896).

Bald wurde nun auch die Solifluktion als wasserübersättigter, zähbreiiger Fließvorgang im Auftauboden über dichtem Permafrost erkannt und definiert (ANDERSSON 1906) sowie die große Bedeutung der periglaziären Umlagerungsvorgänge für die Ausgestaltung der Landschaften erfasst (PASSARGE 1919, SALOMON 1917). Ansätze für die Aufnahme des Konzepts der periglaziären Entstehung des oberflächennahen Untergrunds in das bodenkundliche Lehrgebäude gehen bereits auf LAATSCH (1938) und insbesondere auf DEINES (1938) zurück. Danach haben sich die rezenten Böden häufig auf parautochthonen, durch kaltzeitliche Solifluktion entstandenen Fließerdedecken entwickelt, die ihrerseits sogar verbreitete Schichtung und teilweise Lösslehmführung aufweisen. Mit dem Anliegen, den reliefabhängigen Wechsel der Standortverhältnisse für größere Waldgebiete zu erfassen, wurde in der forstlichen Standortkartierung wiederholt die Bedeutung der aus unterschiedlichen Fließerden bestehenden solifluidalen Lockergesteinsdecken für die Bodenentwicklung und die Eigenschaften der Böden herausgearbeitet, wie durch VAN DIJK (1951) im württembergischen Keupergebiet des Strombergs und BIBELRIETHER & SPERBER (1958) im Spessart. So zeigt ein Schema bei VAN DIJK (Abb. 3) bereits sehr klar den vorherrschenden Aufbau des oberflächennahen Untergrunds aus einer hangenden, etwa 50 cm mächtigen lösslehmhaltigen Fließerde über solifluidal verlagertem Material, das ausschließlich aus tonigem, aufgearbeitetem Keupermaterial besteht. Das Schema lässt sich zwanglos der Kombination Haupt- über Basislage entsprechend der Lagengliederung in der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG Boden 2005) zuordnen.

In den 1950er-Jahren wurde durch SCHÖNHALS (1957, 1959) von spätglazialen äolischen Sedimenten in Hessen und Rheinland-Pfalz berichtet, die aufgrund ihrer Lagerung über allerödzeitlichem Laacher-See-Tuff und ihres Gehalts an vulkanischen Mineralen nur jungtundrenzeitliches Alter besitzen konnten. SEMMEL (1964, 1966, 1968) integrierte diesen Befund in seine in Hessen, auch im Zuge der bodenkundlichen Landesaufnahme erarbeitete Gliederung der Fließerden. Sein modellhaftes Schema, das in seinen Grundzügen Basis für die Lagengliederung in der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG Boden 2005) ist, differenziert in einen jungtundrenzeitlichem Deckschutt mit einer deutlichen äolischen Komponente und einen Basisschutt im Liegenden, der ausschließlich aus hangaufwärts aufgearbeitetem anstehenden Gesteinsmaterial besteht. In Reliefbereichen mit erhöhter Zufuhr von äolischem Material ist zwischen Deck- und Basisschutt häufig der Mittelschutt mit einem typischerweise hohen Lösslehmgehalt eingeschaltet.

Etwa zeitgleich wurde im östlichen Harz und in Teilen Thüringens durch SCHILLING & WIEFEL (1962) ein Schema erarbeitet, das die periglaziären Lagen in Deck-, Haupt-

und Basisfolge gliederte. Trotz der scheinbar vorhandenen Parallelität sind beide Konzepte nur bedingt vergleichbar. Während sich Basisschutt und Basisfolge aus verlagertem anstehendem Gesteinsmaterial noch weitgehend entsprechen, folgt in ihrem Hangenden mit der Hauptfolge Fließerdematerial, das äolische Anteile aufweist und im Gegensatz zum auffällig gleichförmig ausgebildeten Deckschutt von SEMMEL (ca. 40–60 cm) wechselnde Mächtigkeiten aufweist, da hier nicht zwischen jungtundrenzeitlicher Fließerde (Deckschutt) und stellenweise darunter folgendem Mittelschutt differenziert wird. Schließlich tritt mit der Deckfolge bei SCHILLING & WIEFEL ein neues Element hinzu, das lokal als grober Schutt unterhalb von Kliffs und Steilhängen mit ausstreichenden harten Gesteinsbänken das periglaziäre Deckschichtenpaket nach oben abschließen kann und als Oberlage Eingang in das Schema der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5) gefunden hat.

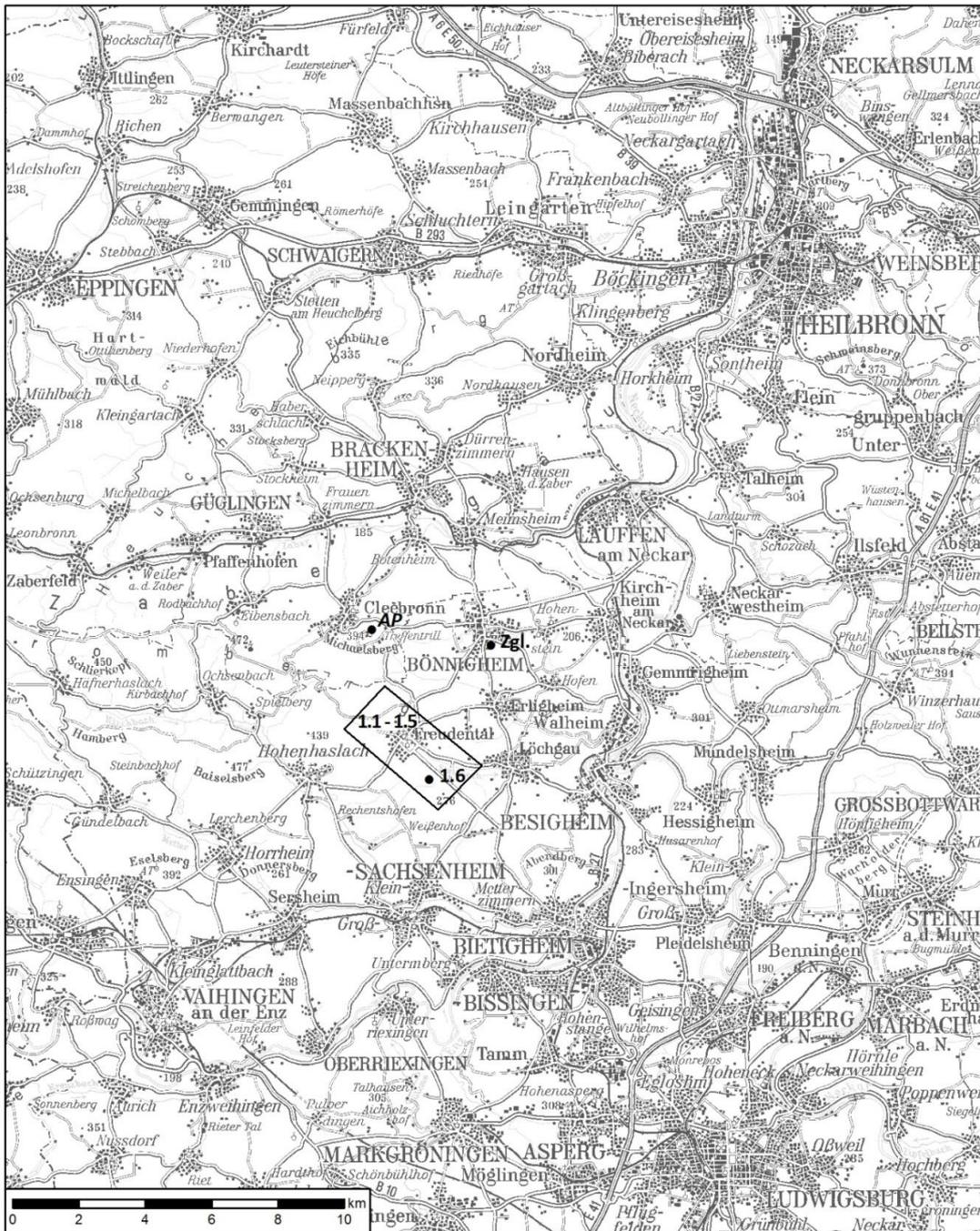
Während die bisherigen Beobachtungen und Gliederungen zur periglaziären Entstehung des oberflächennahen Untergrunds aus den Mittelgebirgsbereichen stammten, wurde durch KOPP (1970) ein Konzept für das nordostdeutsche Tiefland vorgelegt, welches das Profil nach verschiedenen, im sommerlichen Auftauboden wirkenden kryogenen Prozessen, ihrer Intensität und ihrem Zusammenwirken in verschiedene Zonen gliedert. Große Bedeutung misst er dabei der sog. Kryoperstruktion zu, womit die v. a. auf feingeschichteten Schmelzwassersanden gut sichtbare Entschichtung und Homogenisierung (Filtergerüstumbau) zu verstehen ist. Dagegen kommt der Einmischung äolischen Sediments keine besondere definitorische Bedeutung zu. Darüber hinaus versucht KOPP Prozesse spätglazialkaltzeitlicher Bodenbildung in das Konzept zu integrieren. Einen ähnlichen Ansatz, mit einem allerdings stärkeren Fokus auf laterale Umlagerung, verfolgte SCHWANECKE (1970) für Hügelland und Mittelgebirgsbereiche in der ehemaligen DDR. Die z. T. landschaftsbedingten unterschiedlichen Ansprache- und Gliederungsansätze können zumindest im Bereich der obersten ca. 4 – 7 dm zusammengeführt werden, wo sich die Deckzone i. S. von KOPP und der Deckschutt bzw. das Decksediment i. S. von SEMMEL als äquivalente Bildungen entsprechen. Zuletzt versuchten ALTERMANN et al. (2008) die unterschiedlichen Gliederungsansätze für die Ansprache des periglaziär überprägten oberflächennahen Untergrunds in einem landschaftsübergreifenden, umfangreichen und begrifflich komplexen Konzept zu vereinen.

Die bis 1970 publizierten Modelle initiierten in den folgenden Jahrzehnten zahlreiche Arbeiten, die sich mit der periglaziären Entstehung des oberflächennahen Untergrunds und dessen Bedeutung für die Böden in verschiedenen Mittelgebirgsregionen befassten (z. B. BIBUS et al. 1991, FELIX-HENNINGSEN et al. 1991, FRÜHAUF 1996, MÜLLER 2011, SAUER 2002, STAHR 1979, THIEMEYER & VEIT 1993, VÖLKELE 1995). Mehrheitlich wurde dabei das Konzept von SEMMEL angewendet und erfuhr in großen Teilen Bestätigung. Im südwestdeutschen Alpenvorland dehnte KÖSEL (1996) die Untersuchungen auf einen bisher nicht systematisch bearbeiteten Landschaftsraum aus und konnte sowohl für das Altmoränengebiet, wie auch in reduzierter Form für das Jungmoränengebiet, einen durch periglaziale Deckschichten gegliederten oberflächennahen Untergrund nachweisen.

Ein zusammenfassender Kenntnisstand der in den letzten Jahrzehnten durchgeführten Untersuchungen wird in KLEBER & TERHORST (2013) wiedergegeben.



6 Exkursionsgebiet am östlichen Stromberggrand



TÜK 1 : 200.000 Baden-Württemberg

© Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg,
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abb. 4: Das Exkursionsgebiet am östlichen Stromberggrand und seine Umgebung; Bodenprofile 1.1–1.6, (Zgl. = Ziegelei, AP = Aussichtspunkt).

6.1 Geologisch-geomorphologischer Überblick

Der Stromberg bildet zusammen mit dem nördlich gelegenen Heuchelberg einen ausgedehnten Zeugenbergkomplex, der sich gut 20 km westlich des Anstiegs zum Keuperbergland erhalten hat. Seine Entstehung verdankt er tektonischer Tieflage in der sog. Stromberg-Mulde und daraus resultierender Reliefumkehr.

Im bis zu 100 m abgesenkten Zentrum der Mulde liegt der Stromberg selbst (ROCKENBAUCH 1987), wodurch hier, vor Abtragung relativ geschützt, eine bis in die obersten Stubensandsteinschichten (Löwenstein-Formation) reichende Gesteinsfolge des Mittelkeupers fortbestehen konnte. Der Heuchelberg dagegen verläuft größtenteils außerhalb des Muldentiefsten, weshalb das Keuperpaket viel stärker durch die Abtragung reduziert wurde und bereits mit der Stuttgart-Formation endet. Die Bänke des Schilfsandsteins bilden dabei die für ihn charakteristischen weitläufigen Plateaulagen.

An der Ostseite des ursprünglich zusammenhängenden Stromberg/Heuchelberg-Komplexes hat die Zaber vom Neckar ausgehend, durch rückschreitende Erosion ihr Einzugsgebiet zunehmend nach Westen erweitert und so in den wenig widerständigen, mergelig-tonigen Sockelgesteinen des Gipskeupers (Grabfeld-Formation) einen hügeligen, nach Westen spitz-dreiecksförmig zulaufenden Ausraumbereich geschaffen – das sog. Zabergäu.



Foto 1: Strombergabfall bei Freudental mit weit vorspringender Schilfsandstein-Verebnung oberhalb der Weinberge; davor das Vorland aus Ablagerungen des Gipskeupers und die Geländestufe des Unterkeupers (Standpunkt).

Das Erscheinungsbild des Strombergs wird maßgeblich durch die ca. bis 140 m umfassende Schichtenfolge des Stubensandsteins (Löwenstein-Formation) bestimmt, dessen Sandsteine aufgrund ihrer relativen morphologischen Härte die Dachbereiche bilden und die unterlagernden tonigen Gesteine vor Abtragung schützen. Es handelt sich beim Stubensandstein um die Ablagerungen eines riesigen ariden Schwemmfächersystems, das aus dem Gebiet der Böhmisches Masse und aus dem Vindelizischen Land im Osten in das Germanische Becken geschüttet wurde. Insgesamt lassen sich vier übergeordnete Sedimentationszyklen unterscheiden, wobei aufgrund der schon relativ distalen, beckenrandfernen Position im Stromberg bereits die feinklastischen, tonigen Ablagerungen gegenüber den namengebenden Sandsteinen etwa im Verhältnis 3 : 1 überwiegen (BRUNNER 2001). Die Sandsteine zeigen starke laterale Schwankungen in Mächtigkeit und Ausprägung (Fazies) und keilen örtlich aus. Die meist tonig, örtlich jedoch auch karbonatisch gebundenen, weißlichen bis gelblichen Sandsteine sind überwiegend grobkörnig und weisen i. d. R. eine Mittelsanddominanz auf. Zusammen mit relativ hohen Feldspatgehalten, einzelnen Gesteinsbruchstücken und einer teilweise nur mäßigen Kornrundung handelt es sich somit um sedimentpetrographisch unreife Sandsteine. Davon abweichend bilden die feinkörnigen und kieselig gebundenen Sandsteine des obersten Stubensandsteins, die früher auch als „Pseudorhät“ und „Strombergrhät“ bezeichnet wurden, einen Spezialfall. In ihrem Verbreitungsbereich sind zugleich die höchsten, bis auf etwa 470 m NN ansteigenden Verebnungen im Stromberg angelegt.

Im Liegenden des Stubensandsteins folgen die gut 50 m mächtigen Ablagerungen der Oberen und Unteren Bunten Mergel (Mainhardt- und Steigerwald-Formation), die aus überwiegend rotbraunen und bunten Tonsteinen bestehen. Vor allem an der übersteilten Nordflanke des Strombergs treten in ihrem Ausstrichbereich zahlreiche Schollengleitungen und Rutschungen auf, für die sich oftmals ein pleistozänes Alter nachweisen lässt (BIBUS et al. 1991, EISENBRAUN & ROMMEL 1986).

Die im Gebiet des Heuchelbergs landschaftsprägenden graugrünen Sandsteine der Stuttgart-Formation (Schilfsandstein) bilden an den Hängen des Strombergs meist nur schmalere Verebnungsleisten aus, die nur örtlich, wie im Exkursionsgebiet zwischen Cleeborn und Freudental, in eine ausgedehnte Stufenfläche übergehen (300 – 325 m NN). Ihre morphologische Wirksamkeit ist bedingt durch eine massige, dickbankige Ausbildung in der sog. Flutfazies. Als beliebter Baustein wurde der Sandstein früher in zahlreichen Steinbrüchen abgebaut und noch heute wird er örtlich für Reparatur- und Renovierungszwecke erschlossen. An den Hängen unterhalb der Schilfsandsteinverebnungen streichen bereits die Sedimente des Gipskeupers (Grabfeld-Formation) aus, die auch weite Bereiche im Strombergvorland einnehmen. Die dunkelvioletten bis rotbraunen Mergeltonsteine beinhalten abschnittsweise Anhydrit- und Gipshorizonte, deren Auslaugung zu Subrosionsvorgängen führen. Typisch sind die dadurch hervorgerufenen, flachen geschlossene Hohlformen im wellig-kuppigen Gelände des Vorlands.



6.2 Relief, periglaziäre Lagen und Böden am östlichen Stromberggrand

Im Exkursionsgebiet am östlichen Stromberggrand steht, ausgehend von einem Sandsteinplateau des Stubensandsteins, die Ausbildung und Differenzierung der periglaziären Lagen an einem langen ostexponierten Hangbereich im Vordergrund. Hier hat starker äolischer Eintrag im Lee der kaltzeitlichen Hauptwindrichtung in den tieferen Hangpositionen zu relativ mächtigen, äolisch geprägten Fließberdepaketen geführt. Ergänzt wird die Abfolge durch geschichtete Profile auf der am Hangfuß anschließenden und bei Freudental weit vorspringenden Verebnung des Schilfsandsteins (Stuttgart-Formation) sowie im Bereich des durch Gipsauslaugung und Subrosion geprägten Strombergvorlands. Die Diskussion der Lagengeneese wird hier, im Unterschied zum Exkursionsraum südlich von Tübingen, durch den noch deutlich nachweisbaren Tuffniederschlag des im Alleröd ausgebrochenen Laacher-See-Vulkans erleichtert. Seine Spuren lassen sich schwermineralogisch in den Boden- und Deckschichtenprofilen finden und dienen als wichtiges Hilfsmittel zur Absicherung der Geländebefunde.

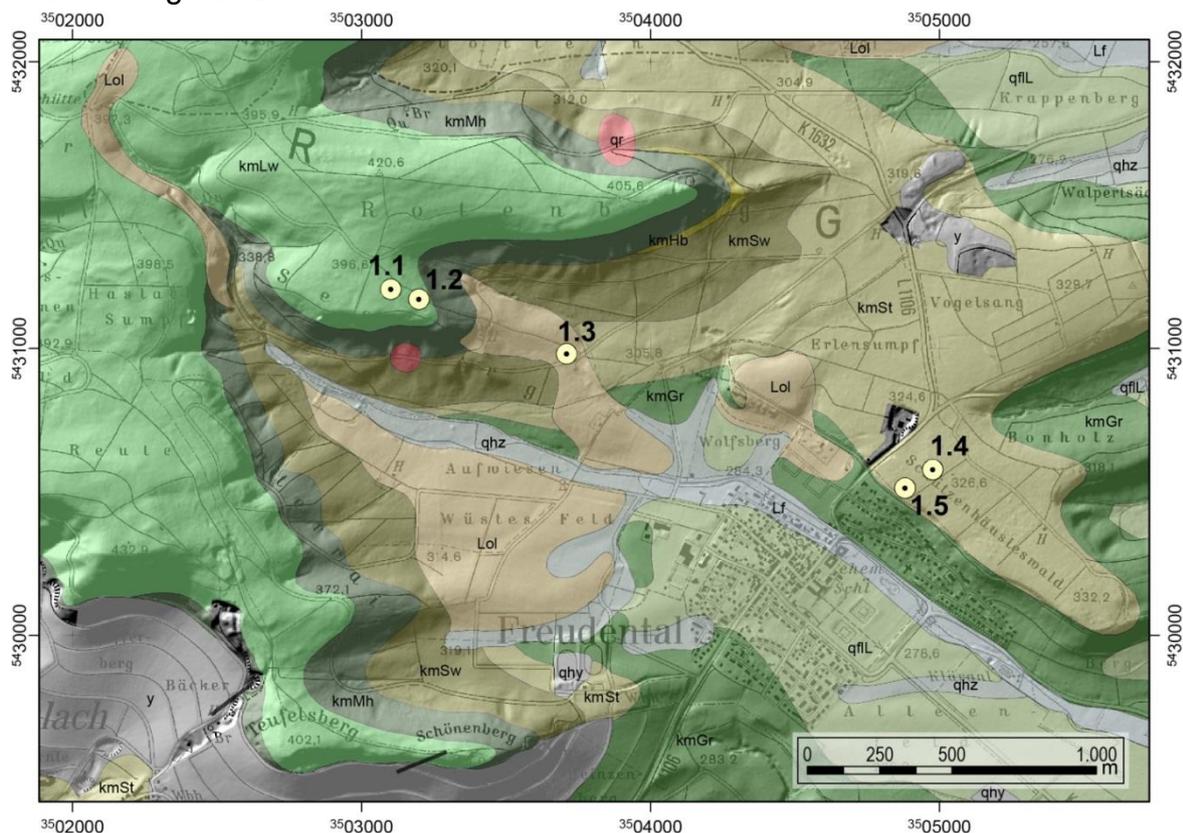


Abb. 5: Reliefmodell und Geologie am östlichen Stromberggrand bei Freudental mit Lage der Profile 1.1–1.5;

qh – Anthropogene Ablagerungen, y – Anthropogen verändertes Gelände, qhz – Holozäne Abschwemmmassen, Lf – Auenlehm, qr – Rutschmasse, Lol – Lösslehm, qfL – Lössführende Fließerde, kmLw – Löwenstein-Formation (Stubensandsteine), kmMh – Mainhardt-Formation (Obere Bunte Mergel), kmSw – Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel), kmSt – Stuttgart-Formation (Schilfsandsteine, Dunkle Mergel), kmGr – Grabfeld-Formation (Gipskeuper).

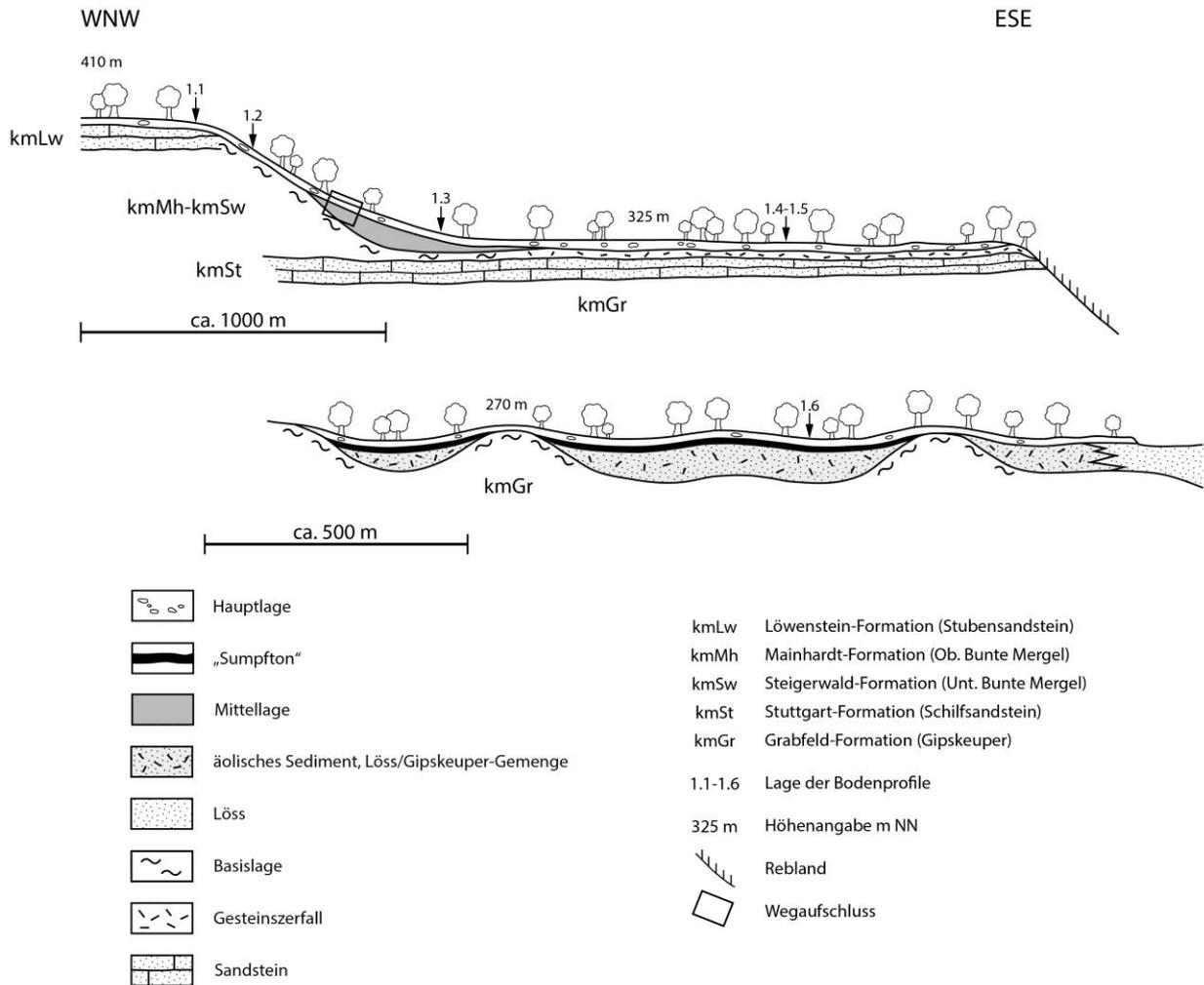


Abb. 6: Halbschematischer Schnitt durch den östlichen Stromberg und sein Vorland bei Freudental mit Lage der Profile 1.1–1.6.

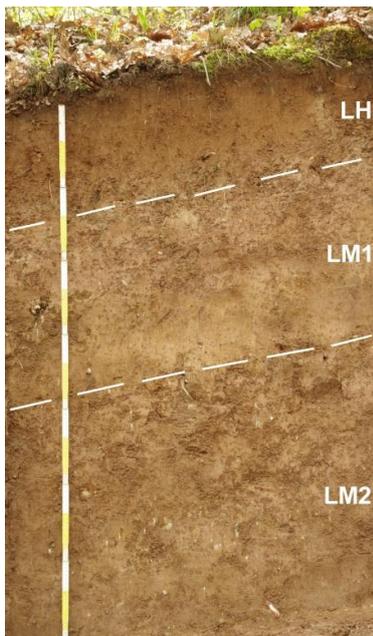
Die Abfolge beginnt mit Profil **1.1** am schwach geneigten Rand der untersten, von den Sandsteinhorizonten des Stubensandsteins gebildeten Verebnung. Die hier nur durch eine schwache schluffig-äolische Komponente gekennzeichnete Hauptlage lässt sich lückenlos bis an den anschließenden Oberhang im Grenzbereich zwischen Stubensandstein und Obere Bunte Mergel (Löwenstein- bzw. Mainhardt-Formation) verfolgen. Im Liegenden der durch anthropogene Erosion etwas verkürzten Hauptlage tritt bereits eine Basislage aus rötlichem, tonigem Keupermaterial auf (Profil **1.2**). Weiter hangabwärts zeichnet sich am Mittelhang ein Wechsel in der Deckschichtenausbildung ab, der entlang eines längeren Wegaufschlusses nachvollzogen werden kann. Die Verhältnisse am Übergang vom Ober- zum Mittelhang gibt Foto 2 wieder.



Die schluffige Hauptlage mit dem Oberboden als abschließendes Element des Deckschichtenpakets, fehlt erosionsbedingt. Der Unterboden im Bereich des Maßstabs besteht aus einer geringmächtigen Mittellage mit relativ hohen Anteilen an Keupermaterial, wie sich aus dem hohen Tongehalt und der violettstichig-dunkelbraunen Farbe schließen lässt. Im Liegenden folgt eine weitere Fließerde, die aufgrund ihrer rotbraunen Farbe und der deutlichen Sandsteinführung auf den ersten Blick als Basislage aus aufgearbeitetem, hangaufwärts anstehendem Keupermaterial erscheint. Bei genauerer Betrachtung zeigen sich jedoch schluffig-äolische Schmitzen und Lagen, die auf eine beginnende Mittellagenbildung hindeuten.

Foto 2: Wegaufschluss am beginnenden Mittelhang mit dunkelbrauner Mittellage über Keuperfließerde.

Nur gut 20 m hangabwärts hat sich das Deckschichtenpaket aus periglaziären Lagen bereits größere Mächtigkeit angenommen und lässt sich in zwei verschiedene Mittellagen sowie die nach oben abschließende Hauptlage gliedern. Interessanterweise schließt die untere Mittellage (LM2) bodenkundlich mit einem fBt-Horizont ab. Nach klassischem Verständnis der Paläopedologie wäre für ihn ein eemzeitliches Alter anzunehmen, doch muss aufgrund der schon primär tonhaltigen Substrate auch eine interstadiale pedogene Tonmobilisierung in Betracht gezogen werden. Nach einer Handbohrung setzt sich das lösslehmhaltige Fließerdematerial bis in eine Tiefe von 3 m u. Fl. fort und führt hier stellenweise gröbere Sandsteinkomponenten.



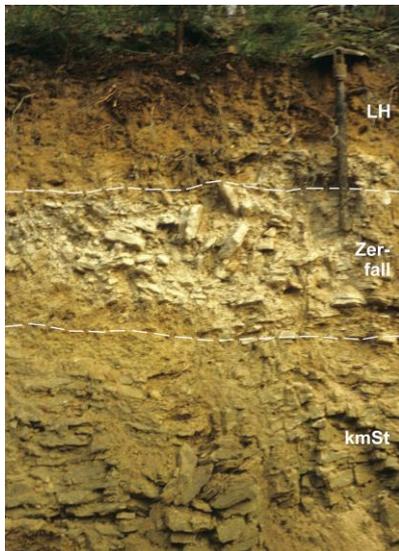
	MUNSELL	Corg. [%]	gS	mS	fS	gU [%]	mU	fU	T	KA5
Ah	7.5YR 3/2	4,2	7,1	9,1	19,8	21,3	15,8	7,3	19,6	Ls2
Al	5YR 5/4	0,6	3,4	11,2	21,8	23,8	14,0	7,5	18,4	Ls2 Gr-X2
IIBt	5YR 4/4	0,2	2,4	8,0	14,9	15,4	8,7	6,1	44,5	Lt3 Gr-X2
Btv	7.5YR 5/4	0,1	5,6	12,9	18,7	19,5	15,4	5,8	22,0	Ls2 Gr-X2
IIIfBt	5YR 4/4	0,1	1,4	6,7	11,4	15,4	12,1	3,6	49,6	Tu2 Gr-X2
fBtv	5YR 5/4	0,1	6,3	13,8	17,4	16,9	13,7	4,6	27,3	Lt2 Gr-X3

Foto 3: Wegaufschluss mit älterer und jüngerer Mittellage (LM2 und LM1) und abschließender Hauptlage (LH).



Am Hangfuß wird die Reliefsequenz durch Profil **1.3** ergänzt. Wie für diese Hangposition zu erwarten, sind die periglaziären Lagen insgesamt sehr mächtig und bestehen hauptsächlich aus Mittellagenmaterial, das wahrscheinlich mehrphasig akkumuliert wurde. Die rötliche Bodenfarbe (5YR) zeigt solifluidale Verlagerung mit Aufarbeitung von Keuperton an. Der hangende Abschnitt (0–48 cm u. Fl.) ist nach dem Konzept der positionsgebundenen Lagengliederung als jungtundrenzeitliche Hauptlage anzusprechen, was durch den schwermineralogischen Befund bestätigt wird. Eine geringfügige kolluviale Mächtigkeitszunahme (max. 10–15 cm) ist dabei nicht völlig auszuschließen.

Auf der Verebnung des Schilfsandsteins (Profil **1.4**) macht sich die Hauptlage gegenüber dem liegenden, oberflächlich aufgewitterten Sandstein feldbodenkundlich hauptsächlich durch einen deutlich verringerten Steingehalt bemerkbar. Aufgrund der feinsandigen Ausbildung der anstehenden Sandsteine kann eine äolische Beimengung im Geländebefund kaum angesprochen werden, die sich aber stets, wie eine vulkanische Komponente schwermineralogisch in Spuren nachweisen lässt (BIBUS et al. 1991).



Unterhalb der Hauptlage folgt weit verbreitet, bevor der anstehende Sandstein einsetzt, eine mehrere Dezimeter mächtige Zone aus aufgelockertem, zerfallenem Sandstein. Wie Kryoturbationen an der Aufschlusswand des ehemaligen Steinbruchs bei Freudental belegen (Foto 4), waren an ihrer Bildung kaltzeitliche Prozesse maßgeblich beteiligt.

Entlang des kurzen Wegs von Profil 1.4 zu Profil **1.5** wird eine undeutliche flache Stufe überschritten, die einen früheren Waldrand markiert. Jenseits davon wurde die Hauptlage durch anthropogene Erosion komplett beseitigt, weshalb hier die aktuelle Bodenentwicklung auf grobem Sandsteinmaterial abläuft sowie eine massive Standortsverschlechterung eingetreten ist (z. B. Wasserhaushalt).

Foto 4: Aufschlusswand ehem. Steinbruch bei Freudental mit kryoturbater Zerfallzone auf anstehendem, plattigem Schilfsandstein, überlagert von Hauptlage (LH).

Mit Profil **1.6** wechselt die Exkursion in das von Gipskeuperablagerungen (Grabfeld-Formation) aufgebaute Strombergvorland. Hier kommen weit verbreitet äolische Sedimente aus Löss und feinen Tonsteinbestandteilen, vorwiegend in der Sandfraktion, vor. Diese sehr tonig verwitternde Substrate tragen im Bereich von flachen Subrosionshohlformen an ihrer Oberfläche einen schwarzen fossilen Ah-Horizont, der auch als „Sumpfton“ bekannt ist (MÜLLER 1963) und der unter ungestörten Verhältnissen abschließend von der schluffigen Hauptlage überlagert wird. Sowohl der fAh-Horizont wie auch die Hauptlage zeichnen sich durch hohe Gehalte an vulkanischen Schwermineralen aus. Aufgrund dieses Befundes wird der Sumpfton als eine Feuchtbodenbildung gedeutet, die im Alleröd in den flachen Subrosionshohlformen ausgebildet war. Auf dieser Bodenbildung fand der Tuffniederschlag des Laacher-See-Ausbruchs statt und reicherte sich in geschützter Reliefposition an. Im Auftauboden der nachfolgenden Jüngeren Tundrenzeit bildete sich die Hauptlage durch äolische Einwehungen und Aufarbeitung des obersten mit Laacher-See-Tuff angereicherten allerödzeitlichen Bodens. Für die Deutung der Boden- und Sedimententstehung am Ende des letzten Spätglazials kommt somit Profil 1.6 große Bedeutung zu.



Bodenprofil 1.1: Podsolige Braunerde aus geringmächtiger Fließerde auf Sandstein der Löwenstein-Formation

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Plateaubereiche im Keuperbergland aus kompakten Sandsteinbänken des Stubensandsteins (Löwenstein-Formation, Mittelkeuper)
Ort:	R: 35 03 102, H: 54 31 207 (TK 6920 Brackenheim)
Nutzung:	Buche, Eiche
Höhe:	392 m NN
Relief:	Schwach geneigter Plateaurand (3 %, SE)
Klima (Jahreswerte):	8,6 °C, 787 mm (Klimastationen Mühlacker und Freudental, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Podsolige Braunerde, mittel tief entwickelt</p> <p>WRB: Dystric Cambisol (Epiloamic, Ochric, Epiraptic)</p> <p>Humusform: Feinhumusarmer Moder</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 30 cm u. Fl.) auf Sandstein der Löwenstein-Formation (Stubensandstein, Mittelkeuper)</p> <p>Material¹: LH[2,kmLw]/kmLw,^s</p> <p>Substrattyp: Schuttsand (aus Löss und Sandstein) über Sandstein p-ns(Lo,^s)/n-^s</p>
<p>Foto 5: Podsolige Braunerde aus Fließerde auf Sandstein (Stubensandstein, Mittelkeuper).</p>	

Erklärungen

Die Basis des Profils bildet gebankter, grobkörniger Sandstein (mCvn), der oberflächlich etwas aufgewittert ist. Einzelne senkrecht gestellte Steine (s. Profildfoto, unterhalb Maßstab) deuten auf die Beteiligung periglaziärer Prozesse hin, die durch Solifluktion im Hangenden zu einem Aufrichten und Überkippen einzelner Gesteinskomponenten führte (Hakenschlagen). Die überlagernden 30 cm werden feldbodenkundlich aufgrund ihrer untergeordneten, jedoch deutlich spürbaren Schluffkomponente als jungtundrenzeitliche Hauptlage angesprochen. Diese Deutung wird durch den schwermineralogischen Befund unterstützt (Tab. 2). Neben den klar dominierenden sandsteinbürtigen, stabilen Schwermineralen treten zusätzlich ortsfremde metamorphe Schwerminerale auf (z. B. Epidot-Gruppe), die auf Einwehung in den spätglazialen Auftauboden zurückzuführen sind. Mit einem Anteil von 6 % sind auch die vulkanischen Schwerminerale des allerödzeitlichen Laacher-See-Ausbruchs deutlich vertreten, die für die Definition der Hauptlage von grundlegender Bedeutung sind.

¹ Unter „Material“ werden die Substratkomponenten in verschlüsselter Form angegeben. Zu jeder Schicht wird zunächst das Ausgangsgestein, hier häufig die Lagen, und in eckigen Klammern nachgestellt der äolische Anteil in folgenden Stufen angegeben; 0: kein äolischer Anteil, 1: < 10 %, 2: 10–30 %, 3: 30–70 %, 4: 70–90 %, 5: > 90 %. Die Kennzeichnung sonstiger Komponenten erfolgt durch zusätzliche, durch Kommata getrennte Angaben stratigraphischer Symbole in der Reihenfolge abnehmender Anteile. Die Tiefenstufen der Schichtwechsel werden folgendermaßen dargestellt: (): 0–3 dm, /: 3–6 dm, //: 6–10 dm und ///: 10–20 dm.

Beispiel: LH[3,kmMh,kmLw]/LB[0,kmMh,kmLw]: Hauptlage mit mittlerem Lössgehalt und aus Material der Mainhardt-, untergeordnet der Löwenstein-Formation, zwischen 3–6 dm u. Fl. unterlagert von Basislage aus Verwitterungsmaterial der Mainhardt-, untergeordnet der Löwenstein-Formation.



Tab. 1: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 1.1

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-3	Ah	Gr3	SI3	bräunlichschwarz (7.5YR 2/1), stark humos, Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-7	Aeh	Gr-X3	SI3	violettstichig dunkelgrau (7.5YR 3/3), mittel humos, Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
03	-12	Bhsv	Gr-X4	SI3	orangestichig braun (7.5YR 4/4), Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
04	-30	Bv	X4	SI3	gelblichbraun (10YR 5/3), Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
05	-45	IlmCv	X5	Ss	hellgraugelb (10YR 7/3), Einzelkorngefüge, schwach durchwurzelt, mittelfeucht
06	>60	imCvn	-	-	Sandstein

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	Körnung [Gew.-%], humusfrei								
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Uges.	Sges.
01	0-3	n.b.	4,9	34,9	22,9	12,2	9,4	6,5	9,3	28,0	62,7
02	-7	n.b.	6,1	34,1	20,3	11,0	9,9	6,7	11,1	27,6	60,5
03	-12	n.b.	5,6	36,1	20,3	11,2	8,6	6,2	12,0	26,0	62,0
04	-30	n.b.	5,7	34,0	22,5	11,4	9,3	6,4	10,8	27,1	62,2

Nr.	Tiefe [cm]	TRG kg/L	CaCO ₃ %	C _{org.} %	N _t %	C/N	kf cm/d	GPV	LK Vol.-%	nFK	TW
01	0-3	n.b.	0,0	4,5	0,24	19,3	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-7	n.b.	0,0	2,6	0,11	22,9	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-12	n.b.	0,0	2,1	0,09	24,7	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-30	n.b.	0,0	0,9	0,04	26,9	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL}	P _{CAL}
					[mmol _e /kg]					[mg/kg]		
01	0-3	3,4	112	43	9	4	2	<1	27	14	75	9
02	-7	3,2	90	55	4	2	1	<1	46	8	33	4
03	-12	3,6	80	44	1	1	1	<1	41	4	8	4
04	-30	3,8	35	23	<1	<1	<1	<1	22	3	8	4

Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d [mg/g]	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
01	0-3	n.b.	1,67	0,68	n.b.	0,41	0,63	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-7	n.b.	2,55	1,51	n.b.	0,59	1,05	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-12	n.b.	2,87	1,88	n.b.	0,66	1,84	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-30	n.b.	2,02	1,11	n.b.	0,55	1,23	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

n.b. = nicht bestimmt

Tab. 2: Durchsichtige Schwerminerale (fS-Fraktion Korn-%, aus EBERLE 1989)

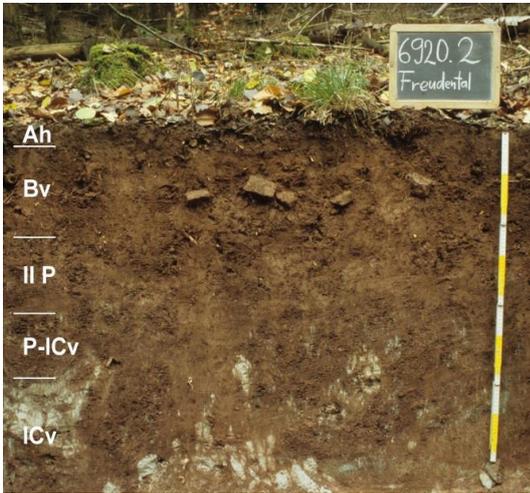
Nr.	Horizont	Zirkon	Turmalin	Rutil	Anatas Brookit	Granat	Epidot-Gruppe	Staurolith Disthen	Grüne Hornbl.	Sonst.	Titanit	Braune Hornbl.	Klino-pyroxen	Σ vulkan. SM
01	Bv	56	10	14	1	1	3	1	0	7	2	3	1	6



Bodenprofil 1.2: Pelosol-Braunerde aus geringmächtiger lösslehmhaltiger Fließerde über Fließerde aus tonigem Keupermaterial

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Hangbereiche im Keuperbergland im Ausstrichbereich toniger Gesteine des Mittelkeupers (Bunte Mergel, Mainhardt- und Steigerwald-Formation)
Ort:	R: 35 03 198, H: 54 31 172 (TK 6920 Brackenheim)
Nutzung:	Fichte
Höhe:	380 m NN
Relief:	Mittel geneigter Oberhang (15 %, ESE)
Klima (Jahreswerte):	8,6 °C, 787 mm (Klimastationen Mühlacker und Freudental, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Pelosol-Braunerde, mittel tief entwickelt (KA5) Braunerde-Pelosol, mittel tief entwickelt (Ba-Wü)</p> <p>WRB: Eutric Cambisol (Geoabruptic, Ochric, Protovertic)</p> <p>Humusform: Feinhumusarmer Moder</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 25 cm u. Fl.) über Basislage (LB)</p> <p>Material: LH[3,kmLw]/LB[0,kmLw]</p> <p>Substrattyp: Flacher Schutt führender Lehm (aus Sandstein und Löss) über Grus führendem Ton (aus Ton- und Mergelstein) über Verwitterungsschutt (aus Mergelstein) p-(n)l(^s,Lo)\p-(z)t(^t,^mk)/c-n(^mk)</p>
<p><i>Foto 6: Pelosol-Braunerde aus lösslehmhaltiger Hauptlage über toniger Basislage.</i></p>	

Erklärungen

Das Profil weist eine klare geologische Schichtung auf. Der untere Profilabschnitt besteht aus einer rotbraunen, steinhaltigen Basislage aus aufgearbeitetem tonigem Keupermaterial, die von einer Hauptlage mit deutlichem äolischem Anteil überlagert wird. Die relativ geringe Mächtigkeit der Hauptlage von 25 cm weist auf eine Verkürzung um ca. 10 – 20 cm durch anthropogene Erosion hin. Braunerdebildung in der schluffigen Hauptlage und starke, durch Quell- und Schrumpfprozesse bedingte Gefügedynamik mit Ausbildung von groben Polyedern und Prismen im oberen Teil der Basislage führen zum Bodentyp Pelosol-Braunerde (KA5). Bei der bodenkundlichen Landesaufnahme in Baden-Württemberg wird dagegen der schon oberhalb von 3 dm u. Fl. einsetzende P-Horizont stärker betont und das Profil als Braunerde-Pelosol angesprochen.



Tab. 3: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 1.2

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-5	Ah	Gr2	Ls2	dunkelgraubraun (5YR 3/2.5), stark humos, Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-25	Bv	Gr-X3	Ls2	hell rötlichbraun (5YR 5/4), Subpolyedergefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-45	IIP	X3	TI	rotbraun (2.5YR 4/4), Polyeder- bis Prismengefüge, schwach durchwurzelt, mittel feucht
04	-60	P-ICv	X3-4	Lts	dunkelvioletrot (10R 3/4), Kohärentgefüge, sehr schwach durchwurzelt, mittel feucht
05	>75	ilCv	X5	Ts3	dunkelvioletrot (10R 3/4), Kohärentgefüge, sehr dicht

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	Körnung [Gew.-%], humusfrei								T	Uges.	Sges.
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	Uges.	Sges.			
01	0-5	n.b.	8,1	12,0	16,2	16,5	14,0	10,4	22,7	41,0	36,3		
02	-25	n.b.	4,2	9,3	17,7	20,2	15,5	10,7	22,6	46,2	31,2		
03	-45	n.b.	0,6	7,6	12,8	11,8	8,9	7,2	51,1	22,9	21,0		
04	-60	n.b.	1,0	11,0	22,6	19,0	8,8	7,7	29,9	35,5	34,6		
05	>75	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
02	-25	1,45	0,0	1,1	0,08	13,8	n.b.	45	11	19	15
03	-45	1,67	0,0	0,5	0,09	5,6	n.b.	37	4	5	29
04	-60	1,79	0,0	0,2	0,05	4,0	n.b.	32	2	4	24
05	>75	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL} [mg/kg]	P _{CAL} [mg/kg]
01	0-5	4,2	247	97	48	9	1	<1	14	24	312	34
02	-25	3,8	133	56	8	3	<1	<1	40	9	33	4
03	-45	4,6	258	155	68	78	<1	<1	6	57	58	4
04	-60	6,6	187	178	87	91	1	<1	<1	96	58	4
05	>75	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe cm	Fe _t	Fe _d [mg/g]	Fe _o	Fe _{dt}	Fe _{od}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
01	0-5	n.b.	7,9	2,5	n.b.	0,31	1,2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-25	n.b.	7,7	2,4	n.b.	0,31	0,9	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-45	n.b.	9,6	1,1	n.b.	0,11	0,6	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-60	n.b.	8,3	0,3	n.b.	0,04	0,3	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	>75	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Tab. 4: Durchsichtige Schwerminerale (fS-Fraktion Korn-%, aus EBERLE 1989)

Nr.	Horizont	Zirkon	Turmalin	Rutil	Anatas Brookit	Granat	Epidot-Gruppe	Staurolith Disthen	Grüne Hornbl.	Sonst.	Titanit	Braune Hornbl.	Klino-pyroxen	Σ vulkan. SM
02	Bv	46	8	14	3	3	2	2	0	11	3	6	1	10
03	IIP	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-



Bodenprofil 1.3: Parabraunerde aus lösslehmreichen Fließerden

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Ostexponierte (i. w. S.) Mittel- und Unterhangbereiche im Keuperbergland
Ort:	R: 35 03 710, H: 54 30 982 (TK 6920 Brackenheim)
Nutzung:	Buche, Eiche
Höhe:	310 m NN
Relief:	Hangfuß (5 %, ESE)
Klima (Jahreswerte):	8,6 °C, 787 mm (Klimastationen Mühlacker und Freudental, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Pseudovergleyte Parabraunerde, tief entwickelt</p> <p>WRB: Chromic Luvisol (Katoclayic, Cutanic, Differentic, Epidystric, Ochric, Epiraptic, Episiltic, Protostagnic, Protovertic)</p> <p>Humusform: Typischer Mull</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 48 cm u. Fl.) über Mittellage (LM, bis über 160 cm u. Fl.)</p> <p>Material: LH[4,kmSw]/LM[4,kmSw]</p> <p>Substrattyp: Schluff (aus Löss) über Ton (aus Löss) p-u(Lo)/p-t(Lo)</p>
<p>Foto 7: Parabraunerde aus lösslehmreichen Fließerden.</p>	

Erklärungen

Am Hangfuß hat sich eine mächtige Folge aus periglaziären Umlagerungssedimenten akkumuliert, die hauptsächlich aus äolischem Material besteht. Untergeordnete Beimengungen von tonigem Keupermaterial kommen in insgesamt relativ hohen Tongehalten der Bodenhorizonte sowie deren rötlicher Farbe (5YR) zum Ausdruck. Entsprechend dem Konzept der Lagengliederung muss der Oberboden (0 – 48 cm u. Fl.) der Hauptlage entsprechen, was eindrucksvoll durch den schwermineralogischen Befund mit den hier deutlich vertretenen vulkanischen Schwermineralen aus dem Laacher-See-Gebiet bestätigt wird (s. Tab. 6). Pedogenetisch wurde das Profil nach erfolgter Entkalkung durch Verbraunung und kräftige Verlehmung überprägt, wobei der primäre, sedimentbedingte Tonanteil eine erhebliche Rolle spielt. Tonverlagerung aus dem Bereich der Hauptlage in den Unterboden spiegelt sich in kräftigen Toncutanen im direkt unterhalb folgenden Sd-Bt-Horizont wider und reicht in etwas abgeschwächter Ausbildung bis 125 cm u. Fl.. Der Tongehaltsunterschied zwischen Ober- und tief reichendem Unterboden mit seiner erheblichen Tonmenge ist zu einem bedeutenden Teil durch die geologische Schichtung bedingt.



Tab. 5: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 1.3

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-5	Ah	Gr1	Ut4	dunkelbraungrau (5YR 2/3), mittel humos, Krümel- bis Subpolyederggefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-35	Al	Gr2	Ut3	rötlichbraun (5YR 5/4), Subpolyederggefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-48	Sw-Bt-Al	Gr2	Lu	rötlichbraun (5YR 4/6), Subpolyederggefüge, Toncutane, wenige Rost- und Bleichflecken, einzelne Fe-/Mn-Konkretionen, mittel durchwurzelt, mittelfeucht
04	-87	IISd-Bt	Gr2	Tu3	dunkel rötlichbraun (5YR 3/6), Polyederggefüge, kräftige Toncutane, Bleich- und Rostflecken, mittel durchwurzelt, mittel feucht
05	-125	Bvt	Gr2	Tu3	rötlichbraun (5YR 4/6), Polyeder- bis Kohärentgefüge, Toncutane, schwach durchwurzelt, mittel feucht
06	>160	Btv	Gr2	Tu3	rötlichbraun (5YR 4/6), Kohärentgefüge, wenige Toncutane, sehr schwach durchwurzelt, mittel feucht

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	Körnung [Gew.-%], humusfrei								Sges.
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Uges.	
01	0-5	n.b.	2,1	4,3	7,4	34,6	23,9	9,5	18,2	67,9	13,8
02	-35	n.b.	2,4	4,2	6,7	37,3	23,8	9,1	16,5	70,3	13,3
03	-48	n.b.	2,7	4,0	5,9	31,8	21,6	8,4	25,6	62,0	12,6
04	-87	n.b.	0,6	1,8	4,3	26,0	17,3	7,1	42,8	50,4	6,7
05	-125	n.b.	0,7	3,7	7,4	26,5	16,5	8,8	36,4	51,9	11,8
06	>160	n.b.	0,8	5,2	8,6	26,9	16,8	7,7	34,1	51,4	14,6

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
02	-35	1,24	0,0	0,7	0,06	11,7	n.b.	53	22	20	11
03	-48	n.b.	0,0	0,3	0,04	7,5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-87	1,63	0,0	0,2	0,03	6,7	n.b.	41	3	11	27
05	-125	1,63	0,0	0,2	0,03	n.b.	n.b.	41	2	10	29
06	>160	n.b.	0,0	0,1	0,03	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen				H+Al	Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺			K _{CAL} [mg/kg]	P _{CAL} [mg/kg]
01	0-5	3,9	186	66	19	1	1	<1	29	12	42	9
02	-35	3,8	87	42	1	<1	<1	<1	35	2	8	4
03	-48	4,1	129	56	10	23	<1	<1	20	26	25	4
04	-87	4,9	238	144	60	78	1	<1	4	54	42	4
05	-125	6,3	247	169	82	87	2	<1	<1	69	41	4
06	>160	6,8	172	187	86	97	3	2	<1	100	41	4

Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al			Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
							Al _d	Al _o	[mg/g]						
01	0-5	n.b.	6,1	2,1	n.b.	0,31	0,7	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
02	-35	n.b.	5,8	2,1	n.b.	0,36	0,9	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
03	-48	n.b.	8,9	1,9	n.b.	0,21	1,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
04	-87	n.b.	9,7	1,9	n.b.	0,20	0,9	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
05	-125	n.b.	9,4	1,2	n.b.	0,13	0,7	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
06	>160	n.b.	9,3	1,2	n.b.	0,13	1,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	

Tab. 6: Profil 1.3, durchsichtige Schwerminerale (fS-Fraktion Korn-%, aus EBERLE 1989)

Nr.	Horizont	Zirkon	Turmalin	Rutil	Anatas Brookit	Granat	Epidot-Gruppe	Staurolith Disthen	Grüne Hornbl.	Sonst.	Titanit	Braune Hornbl.	Klinopyroxen	Σ vulkan. SM
02	Al	55	4	9	2	2	5	1	3	4	3	7	1	11
03	Sw-Bt-Al	50	6	10	0	2	8	0	2	5	2	10	2	14
04	IISd-Bt	48	7	14	1	5	11	0	4	5	0	2	0	2
05	Bvt	52	6	12	3	6	8	0	7	4	0	0	0	0
06	Btv	38	8	15	2	5	11	0	9	8	0	0	0	0



Bodenprofil 1.4: Braunerde aus lösslehmarmer Fließerde auf Sandstein der Stuttgart-Formation

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Verebnungen im Keuperbergland im Bereich der Stuttgart-Formation (Mittelkeuper)
Ort:	R: 35 04 976, H: 54 30 578 (TK 6920 Brackenheim)
Nutzung:	Buche
Höhe:	326 m NN
Relief:	Ebener Scheitelbreich
Klima (Jahreswerte):	8,6 °C, 787 mm (Klimastationen Mühlacker und Freudental, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Braunerde, mittel tief entwickelt</p> <p>WRB: Dystric Cambisol (Anoloamic, Ochric, Endoraptic)</p> <p>Humusform: Moderartiger Mull</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 53 cm u. Fl.) über geringmächtiger periglaziärer Zerfallszone (bis 73 cm u. Fl.) auf Feinsandstein</p> <p>Material: LH[2, kmSt]/kmSt,^s</p> <p>Substrattyp: Schutt führender Lehm (aus Löss und Sandstein) über Schuttlehm (aus Sandstein) p-(n)l(Lo,^s)/c-nl(^s)</p>
<p>Foto 8: Braunerde aus lösslehmarmer Fließerde auf Sandstein der Stuttgart-Formation.</p>	

Erklärungen

Der typische Aufbau des oberflächennahen Untergrunds im Bereich der Schilfsandsteinverebnung zwischen Clebronn und Freudental findet sich etwas undeutlich auch im Exkursionsprofil wieder. Der anstehende plattige Feinsandstein geht nach oben in eine mehrere Dezimeter bis knapp einen Meter mächtige Zerfallszone über, an deren Bildung kryogene Prozesse beteiligt waren (s. Foto 4). Diese wird zur Geländeoberfläche von der etwa 40 – 50 cm mächtigen Hauptlage mit vermutlich geringem äolischem Anteil überdeckt, der wegen der feinsandigen Ausbildung des anstehenden Sandsteins feldbodenkundlich schwer fassbar ist. Der Fe_o/Fe_d -Quotient zeigt, dass die Verbraunung im Wesentlichen auf die Hauptlage beschränkt ist.



Tab. 7: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 1.4

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-5	Ah	Gr2	Slu	dunkelbraungrau (10YR 3/2), stark humos, Krümel- bis Subpolyederggefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-53	Bv	Gr3	Ls2	hellgelbbraun (10YR 6/5), Subpolyederggefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
03	-73	IIbV-mCv	Gr-X4	Sl4	olivstichig hellbraun (2.5Y 6/4), Kohärentgefüge, schwach durchwurzelt, mittel feucht
04	>85	imCvn	-	-	schluffiger Feinsandstein

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	Körnung [Gew.-%], humusfrei								
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Uges.	Sges.
01	0-5	n.b.	4,5	3,6	26,9	19,3	18,9	11,1	15,8	49,2	35,0
02	-53	n.b.	10,3	4,6	26,4	19,1	15,3	6,6	17,6	41,7	41,3
03	-73	n.b.	21,1	7,8	21,4	17,2	11,5	6,9	14,2	35,5	50,3

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%9]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
01	0-5	n.b.	0,0	7,4	0,5	16,4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-53	n.b.	0,0	1,2	0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-73	n.b.	0,0	0,3	<0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL}	P _{CAL}
					[mmol/kg]					[mg/kg]		
01	0-5	4,3	184	117	83	10	5	<1	4	53	n.b.	n.b.
02	-53	3,9	61	46	<1	1	1	<1	44	5	n.b.	n.b.
03	-73	3,8	38	42	2	2	1	<1	38	12	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
01	0-5	n.b.	5,7	2,0	n.b.	0,35	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-53	n.b.	6,6	1,8	n.b.	0,27	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-73	n.b.	6,4	0,7	n.b.	0,11	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.



Bodenprofil 1.5: Braunerde-Ranker aus Sandstein der Stuttgart-Formation

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Randbereiche der Schilfsandstein-Verebnung zwischen Cleebronn und Freudental
Ort:	R: 35 04 880, H: 54 30 513 (TK 6920 Brackenheim)
Nutzung:	Buche, Eiche
Höhe:	326 m NN
Relief:	schwach konvexer Oberhang (9 %, S)
Klima (Jahreswerte):	8,6 °C, 787 mm (Klimastationen Mühlacker und Freudental, DWD 1961 – 1990)

	<p><u>Profilkennzeichnung</u></p> <p>Bodentyp: Braunerde-Ranker, podsolig</p> <p>WRB: Dystric Cambic Episkeletic Leptosol (Humic, Epiloamic)</p> <p>Humusform: Feinhumusarmer Moder</p> <p>Geologie: Sandstein der Stuttgart-Formation (Schilfsandstein, Mittelkeuper)</p> <p>Material: kmSt,^s</p> <p>Substrattyp: Lehmschutt (aus Sandstein) über Sandstein p-ln(^s)/n-^s</p>
<p><i>Foto 9: Braunerde-Ranker aus Sandstein der Stuttgart-Formation</i></p>	

Erklärungen

Das Profil befindet sich im heute bewaldeten, früher jedoch vom Menschen gerodeten und genutzten Randbereich der Schilfsandsteinverebnung, was zu völliger Abtragung der Hauptlage führte. Die aktuelle Bodenentwicklung vollzieht sich deshalb in grobem Sandsteinverwitterungsmaterial und ist durch schwache Verbraunung (Bv-mCv) und Podsolierung unter stark sauren Bedingungen gekennzeichnet (Aeh-Horizont).



Tab. 8: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 1.5

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-6	Aeh	X3	SI4	violettstichig dunkelgrau (7.5YR 3/2), stark humos, Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-40	Bv-mCv	X4-5	SI4	hellorangebraun (10YR 6/4), Kohärentgefüge, schwach durchwurzelt, mittel feucht
03	>60	imCvn	-	-	Sandstein, oberflächennah schwach verwittert

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	Körnung [Gew.-%], humusfrei								
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Uges.	Sges.
01	0-6	n.b.	2,9	9,8	38,4	15,8	12,2	7,4	13,5	35,3	51,1
02	-40	n.b.	2,2	10,4	41,7	15,7	11,1	5,1	13,7	32,0	54,3

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
02	-40	n.b.	0,0	1,2	0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL}	P _{CAL}
01	0-6	3,4	141	56	5	4	1	<1	37	7	n.b.	n.b.
02	-40	3,9	47	28	<1	1	<1	<1	25	4	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d [mg/g]	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t [%]	Mg _t	Mn _t
02	-40	n.b.	4,2	1,2	n.b.	0,28	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.



Bodenprofil 1.6: Parabraunerde-Pelosol-Pseudogley aus äolischem Löss/Gipskeupergemenge

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Subrosionssenken im Strombergvorland
Ort:	R: 35 05 697, H: 54 28 952 (TK 7020 Bietigheim-Bissingen)
Nutzung:	Eiche
Höhe:	269 m NN
Relief:	Flache, geschlossene Hohlform
Klima (Jahreswerte):	8,6 °C, 787 mm (Klimastationen Mühlacker und Freudental, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Parabraunerde-Pelosol-Pseudogley</p> <p>WRB: Epidystric Luvic Albic Planosol (Katoclayic, Humic, Epiraptic, Episiltic, Protovertic)</p> <p>Humusform: Typischer Mull</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 35 cm u. Fl.) über äolischem Löss/Gipskeuper-Gemenge</p> <p>Material: LH[4,kmGr]/a[3,kmGr]</p> <p>Substrattyp: Schluff (aus Mergelstein und Löss) über äolischem Ton (aus Mergelstein und Löss) p-u(^m,Lo)/a-t(^m,Lo)</p>
<p><i>Foto 10: Parabraunerde-Pelosol-Pseudogley aus äolischem Löss/Gipskeupergemenge</i></p>	

Erklärungen

Das kalkreiche Sediment an der Profilbasis, aus dem durch Verwitterung ein Großteil des tonigen Solums im Hangenden hervorgegangen ist, stellt bereichsweise eine typische Bildung im Gipskeuper des Strombergvorlands dar. Es setzt sich aus einem deutlichen Lössanteil, vermutlich hochwürmzeitlichen Alters, und homogen verteilten, feinen Mergeltonsteinbestandteilen aus dem Gipskeuper zusammen. Die teilweise als Fließerde angesprochene Bildung wird als äolisches Sediment gedeutet, das sich aus einer Lössfernkomponekte und einer gipskeuperbürtigen Nahkomponente zusammensetzt. Letztere wurde wahrscheinlich von Kuppen und Rücken der näheren Umgebung aus kaltzeitlich stark aufgewittertem Gipskeupermaterial ausgeweht.

Im oberen Abschnitt des entkalkten, verwitterten Löss/Gipskeuper-Sediments tritt in den flachen geschlossenen Subrosionshohlformen des Gipskeupergebiets verbreitet ein dunkelgrauer bis schwarzer fossiler Humushorizont auf, der heute allerdings nur einen geringen organischen Anteil besitzt. Im Hangenden folgt unter ungestörten Verhältnissen die schluffige Hauptlage. Für den fossilen Humushorizont, wie auch für die Hauptlage, sind hohe Gehalte an vulkanischen Schwermineralen aus dem Laacher-See-Gebiet kennzeichnend (ca. 40 – 50 %, s. Tab. 10), die auf den dortigen Vulkanausbruch im Alleröd zurückgeführt werden können.

Die hohen vulkanischen Anteile lassen sich am besten durch die Annahme erklären, dass der fAh-Horizont eine allerödzeitliche Feuchtbodenbildung repräsentiert, auf die der vulkanische Niederschlag erfolgte und in den flachen Subrosionshohlformen zusätzlich angereichert wurde. Als in der Jüngeren Tundrenzeit die Bildung der Hauptlage erfolgte, wurde ein Teil des sedimentierten Tuffs in den Auftauboden der Hauptlage aufgenommen und zusätzlich mit schluffig-äolischem Eintrag vermengt. Durch Bioturbation wurde das Tuffmaterial auch in die Tiefe verlagert, weshalb an der Untergrenze des fAh-Horizonts zum Liegenden keine scharfe Grenze bei der Schwermineralführung besteht. Das vorgestellte Profil besitzt eine herausragende Bedeutung für die genetische und zeitliche Einordnung der Hauptlage.



Der rezente Boden ist am Standort hauptsächlich durch starke Staunässe geprägt, die sich jahreszeitlich im Bereich der Hauptlage über dem fossilen Oberboden aufbaut. Aufgrund der hohen Tongehalte tritt dort eine starke Gefügedynamik mit Quellung und Schrumpfung auf, die zur Absonderung eines Polyeder- bis Prismengefüges geführt hat. Unterhalb des fossilen Bodens kommen auf den Aggregatflächen erstaunlich deutliche Toncutane vor. Die aufgeführten pedogenen Prozesse summierend, wird das Bodenprofil als Parabraunerde-Pelosol-Pseudogley klassifiziert.

Tab. 9: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 1.6

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-7	Ah	Gr0	Lu	dunkelgraubraun (10YR 4/3), mittel humos, Subpolyederggefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-33	Sw	Gr0	Lu	hellgelbgrau (10YR 7/3), Rostflecken, Fe-/Mn-Konkretionen, Subpolyederggefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-62	IlfAh-P-Sd	Gr0	Tu2	bräunlichschwarz (10YR 2/2), schwach humos, Polyeder- bis Prismengefüge, Rostflecken, wenige Fe-/Mn-Konkretionen, mittel durchwurzelt, mittel feucht
04	-96	Sd-P-Bt	Gr0	Tu2	dunkelbraun (7.5YR 4/4), wenige Rostflecken, wenige Fe-/Mn-Konkretionen, schwach marmoriert, Polyeder- bis Kohärentgefüge, Toncutane, schwach durchwurzelt, mittel feucht
05	-130	Cc+Btv	Gr2	Tu3	rotbraun (5YR 4/6), Kohärentgefüge, wenige Toncutane, kleine Lösskindl, sehr schwach durchwurzelt, feucht
06	>175	elCcn	Gr2	Lu	violettstichig hellbraun (7.5YR 5/4), kleine Lösskindl, Kohärentgefüge

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	Körnung [Gew.-%], humusfrei								Uges.	Sges.
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	T			
01	0-7	n.b.	0,8	2,0	6,8	27,6	25,3	10,6	26,9	63,5	9,6	
02	-33	n.b.	0,9	1,9	6,7	26,9	24,6	11,6	27,4	63,1	9,5	
03	-62	n.b.	0,3	1,3	4,6	17,4	15,4	6,9	53,9	39,7	6,2	
04	-96	n.b.	0,4	2,5	8,6	19,8	15,6	7,3	45,8	41,9	11,5	
05	-130	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
06	>175	n.b.	1,3	2,1	14,4	n.b.	n.b.	n.b.	17,9	64,5	17,8	

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
01	0-7	1,01	0,0	2,7	0,2	13,5	n.b.	61	21,9	24,0	15,1
02	-33	1,29	0,0	1,1	0,1	11,0	n.b.	51	13,9	21,6	15,5
03	-62	1,53	0,0	0,7	0,1	n.b.	n.b.	46	2,4	9,5	35,1
04	-96	1,63	0,0	0,2	0,1	n.b.	n.b.	42	1	7,8	33,3
05	-130	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
06	>175	n.b.	19,2	0,1	<0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL} [mg/kg]	P _{CAL} [mg/kg]
01	0-7	3,6	253	68	7	3	2	<1	51	5	120	90
02	-33	4,0	130	51	10	9	<1	<1	30	15	50	10
03	-62	5,1	277	174	83	91	<1	<1	<1	63	70	10
04	-96	5,8	283	202	97	103	<1	<1	<1	71	70	10
05	-130	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
06	>175	7,4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

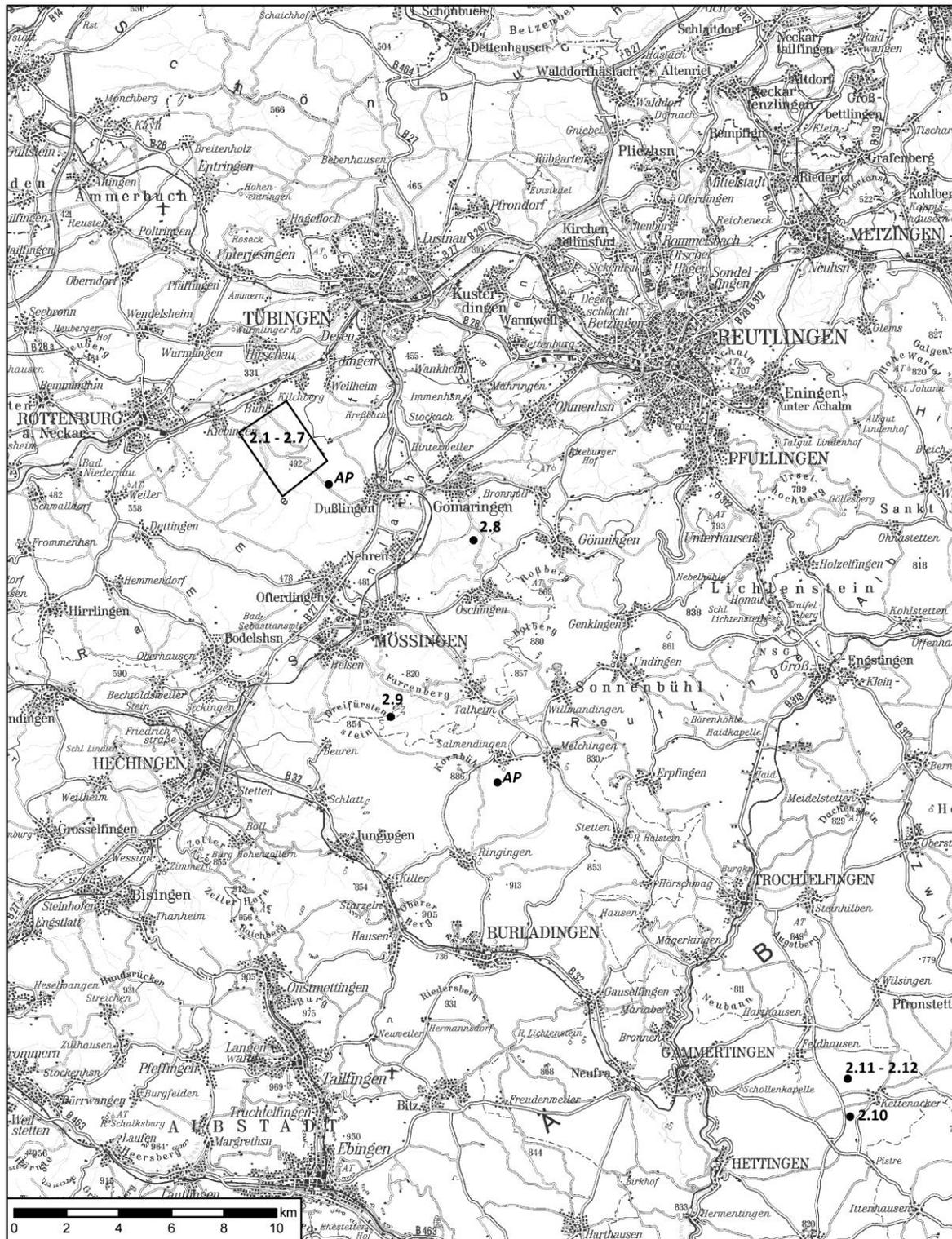


Nr.	Tiefe cm	Fe _t -----	Fe _d [mg/g]	Fe _o -----	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o [mg/g]	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t [%]	Mg _t	Mn _t
01	0-7	n.b.	8,0	3,4	n.b.	0,43	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-33	n.b.	16,3	4,3	n.b.	0,26	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-62	n.b.	9,5	2,3	n.b.	0,24	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-96	n.b.	7,6	0,9	n.b.	0,12	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-130	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
06	>175	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Tab. 10: Durchsichtige Schwerminerale (fS-Fraktion Korn-%)

Nr.	Hori- zont	Zirkon	Turmalin	Rutil	Anatas Brookit	Granat	Epidot- Gruppe	Staurolith Disthen	Grüne Hornbl.	Sonst.	Titanit	Braune Hornbl.	Klinopyroxen	Σ vulkan. SM
02	Sw	14	10	6	2	7	4	1	2	4	12	34	4	50
03	IlfAh- P-Sd	23	16	6	3	5	4	1	1	4	9	26	2	37
04 ob.	Sd-P- Bt	29	17	5	4	5	5	0	1	3	8	21	2	31
04 unt.	Sd-P- Bt	30	20	8	4	8	8	3	3	7	2	6	1	9

7 Exkursionsgebiet Schichtstufenlandschaft südlich von Tübingen



TÜK 1 : 200.000 Baden-Württemberg

© Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg,
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Abb. 7: Das Exkursionsgebiet südlich von Tübingen mit Lage der Bodenprofile 2.1 – 2.12.

7.1 Geologisch-geomorphologischer Überblick

Der Workshop quert mit seiner Exkursion einen klassischen Ausschnitt der im südlichen Baden-Württemberg mit einer deutlichen Treppung ansteigenden Schichtstufenlandschaft. Deren Gesteine reichen hier vom tieferen Mittelkeuper bis in den höheren Oberjura und fallen mit ca. 2° nach SE ein. Die Zusammenhänge zwischen geologischer Schichtenfolge und der Ausbildung der Schichtstufen sind in Abb. 8 dargestellt.



Foto 11: Die Schichtstufenlandschaft südlich von Tübingen; im Vordergrund das Neckartal mit TÜ-Hirschau, dahinter TÜ-Bühl und der Anstieg zum Rammert und der Unterjura-Schichtstufe, im Hintergrund der Steilanstieg der Schwäbischen Alb.

Die unterste Schichtstufe wird von den Sandsteinen der Löwenstein-Formation (Stubensandstein) gebildet. Dabei handelt es sich um eine im Exkursionsgebiet noch etwa 40 m umfassende Abfolge von z. T. groben, relativ schlecht sortierten, hellen Sandsteinen und immer wieder eingeschalteten roten, schluffig-tonigen Lagen und mächtigeren Sedimentkörpern. Den Sockel der Stubensandstein-Schichtstufe bilden die Ton- und Mergeltonsteine der sog. Bunten Mergel (Mainhardt- und Steigerwald-Formation). Ab der Mitte des 19. Jahrhunderts wurde der häufig mürbe verwitternde Sandstein aufgrund des mit der einsetzenden Industrialisierung einhergehenden Bevölkerungszuwachses in den Städten verstärkt als Scheuer- und Fegesand in zahlreichen kleinen Gruben gewonnen. Aus seiner Verwendung zum Reinigen und Schutz der damaligen aus Nadelholz bestehenden Fußböden leitet sich sein Regionalname Stubensandstein ab. Erst nach dem 1. Weltkrieg mit dem

Aufkommen chemischer Reinigungsmittel und der weiteren Verbreitung neuer Böden und Bodenbeläge (z. B. Linoleum), kam die Sandgewinnung für diesen Zweck zum Ende. Über den Plateaubereichen des Stubensandsteins setzt die nächste Stufe mit den violettroten Mergeltonsteinen des Knollenmergels (Trossingen-Formation) ein, die den Anstieg zu den harten Unterjuragesteinen der Angulatensandstein- und Arietenkalk-Formation bilden. Vor dem Hintergrund der unweit östlich hoch aufragenden Oberjura-Schichtstufe formen diese eine markante, ausgedehnte Landterrasse, die meist noch von Lösslehmlagerungen bedeckt ist.

Eine Besonderheit im Vorland der Mittleren Schwäbischen Alb ist die Ausbildung einer weiteren Stufe am Anstieg zum Albtrauf durch den Kalksandstein des mitteljurassischen Blaukalks. Dieser tritt hier aufgrund seiner gegenüber anderen Gebieten erhöhten Mächtigkeit (ca. 8–10 m) morphologisch durch Verebnungsleisten und örtlich größere Verebnungsbereiche in Erscheinung. Die Sockelgesteine des Blaukalks bestehen aus mergeligen und tonigen Schichten des höheren Unterjuras und Unteren Mitteljuras, unter denen die ca. 90 m mächtigen dunkelgrauen bis schwarzen Tonsteine der Opalinuston-Formation unmittelbar im Liegenden des Kalksandsteins dominieren. In ihrem rückwärtigen Abschnitt wird die Blaukalkverebnung schon von Hangschuttmassen erreicht, die zu einem erheblichen Teil aus Kalksteinmaterial der gut 200 m höher ausstreichenden gebankten Kalksteine des Unteren Oberjuras bestehen. Der sich vorwiegend aus Grobgrus und Steinen zusammensetzende Hangschutt ist polygenetischer Entstehung mit einer Dominanz von gravitativen Massenverlagerungsprozessen überwiegend unter kaltzeitlichen Bedingungen. Neben Steinschlag und Felsstürzen unterhalb der übersteilten obersten Hangbereiche, haben v. a. flache Schuttrutschungen und -gleitungen im periglazialen Milieu zur Schuttakkumulation beigetragen.

Aufgrund der enormen Reliefenergie und den am Albanstieg ausstreichenden mergeligen Gesteine sind Rutschungen häufig verbreitet. Neben fossilen, pleistozänen und subrezentem, holozänen Massenverlagerungen kommen bis in die jüngste Gegenwart Rutschungen von teilweise spektakulärem Ausmaß vor (BIBUS 1986, KALLINICH 1999, SCHÄDEL & STÖBER 1988).

Der Dachbereich der Oberjuraschichtstufe, der zusammenfassend und etwas unscharf häufig als Hochfläche bezeichnet wird, zeigt im Gebiet der Mittleren Schwäbischen Alb auf der Frontseite eine zusätzliche morphologische Differenzierung durch eine Geländestufe. Dabei bilden die gebankten Kalksteine der Wohlgeschichteten-Kalke-Formation mit ihrer Schichtfläche eine teilweise weit vorspringende Verebnung (DONGUS 1965; „Schichtflächenalb“), bevor im rückwärtigen Bereich über die Lacunosa-Mergel-Formation an der Basis der Anstieg zu den Massenkalken der Kuppenalb erfolgt (Abb. 8). Ihr Hügelrelief ist auf das erosive Herauspräparieren massiger Riffkalkkomplexe aus der geschichteten Zwischenrifffazies zurückzuführen. Die Massenkalksteine zeichnen sich durch intensive Verkarstung mit teilweise tief reichenden Karstschloten aus, die mit den Umlagerungsprodukten intensiver, oberkretazischer und tertiärer tropischer Böden verfüllt sind.

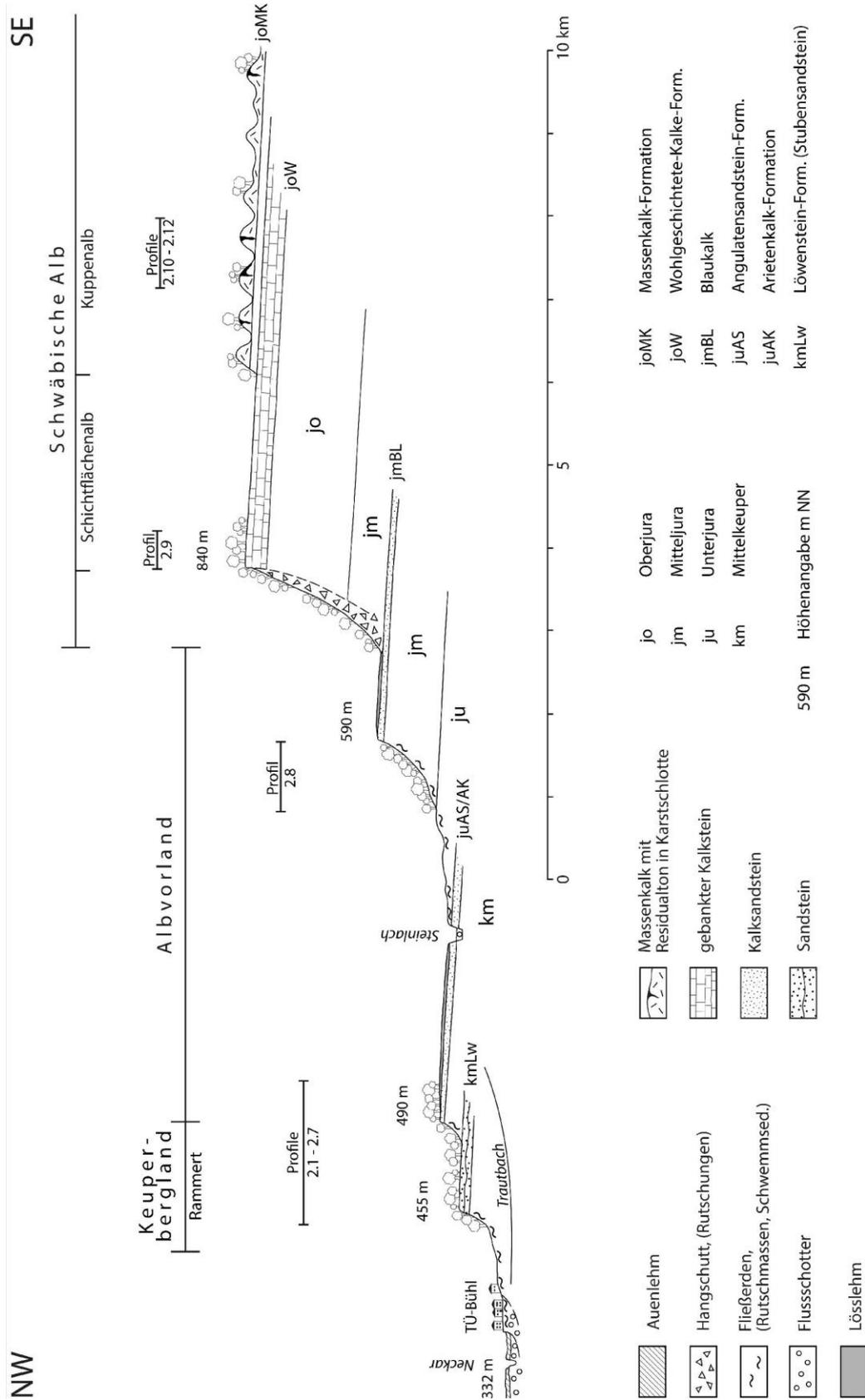


Abb. 8: Schematischer Schnitt durch die Schichtstufenlandschaft südlich von Tübingen mit Lage der Profile 2.1 – 2.12.

7.2 Relief, periglaziäre Lagen und Böden in der Schichtstufenlandschaft südlich von Tübingen

Am zweiten Exkursionstag in der Schichtstufenlandschaft südlich von Tübingen, die mit insgesamt steilem Gradienten bis auf die Hochfläche der Schwäbischen Alb in 840 m NN ansteigt, steht die Ausbildung der Fließerden auf petrographisch wechselndem geologischem Untergrund im Vordergrund und ihre Beeinflussung durch unterschiedlichen, mit Relief und Höhenlage variierenden äolischen Eintrag.

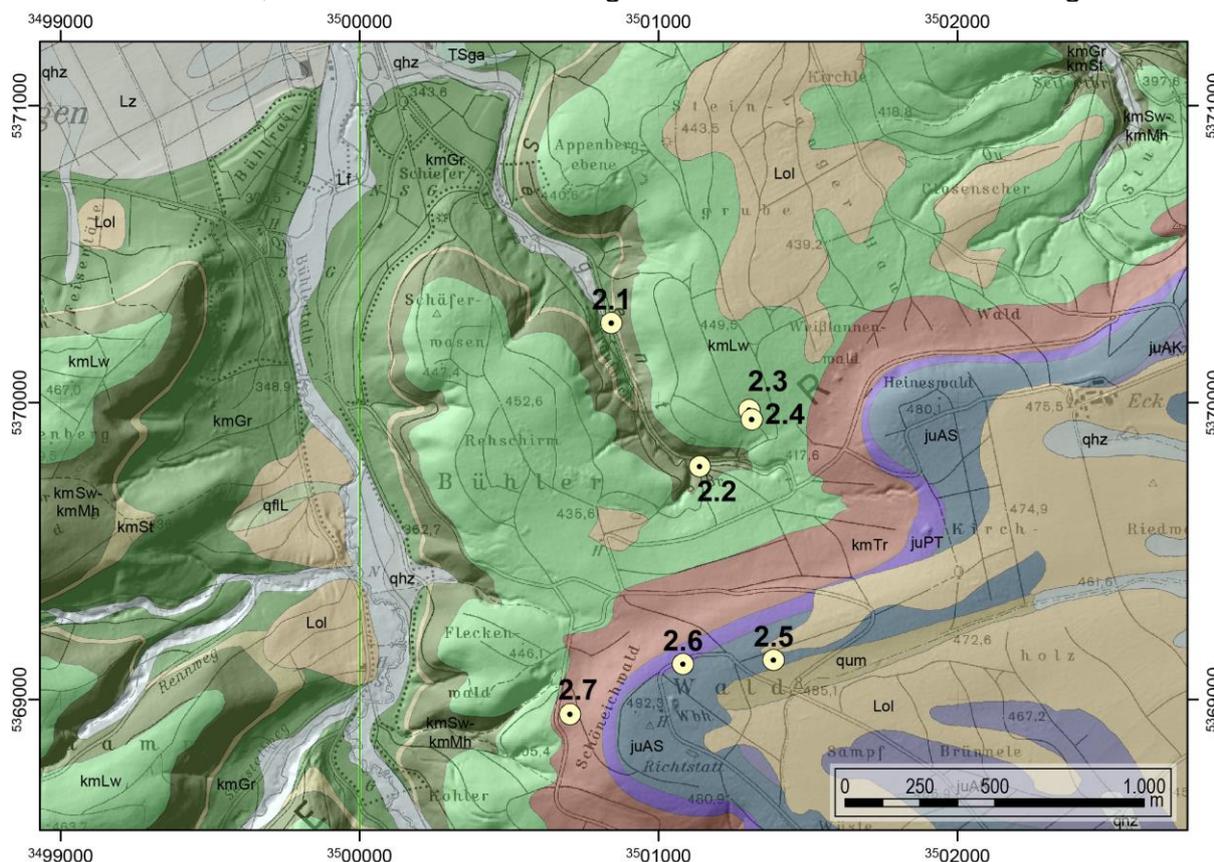


Abb. 9: Reliefmodell und Geologie im Bereich des Keupergebiets des Rammerts und dem Anstieg zur Unterjura-Schichtstufe mit Lage der Profile 2.1 – 2.7.

(qhz – Holozäne Abschwemmassen, qum - Verwitterungs-/Umlagerungsbildung, Lf – Auenlehm, Lol – Lösslehm, qfL – Lössführende Fließerde, Lz – Schwemmlehm, TSga – Älterer Flussschotter, juAK - Arienkalk-Formation, juAS - Angulatensandstein-Formation, juPT - Pylonotenton-Formation, kmTr - Trossingen-Formation (Knollenmergel), kmLw – Löwenstein-Formation (Stubensandsteine), kmMh – Mainhardt-Formation (Obere Bunte Mergel), kmSw – Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel), kmSt – Stuttgart-Formation (Schilfsandsteine, Dunkle Mergel), kmGr – Grabfeld-Formation (Gipskeuper))

Im Keupergebiet des Rammerts und dem anschließenden Anstieg zur Verebnung des Unterjuras wird die Ausbildung und Gliederung der periglaziären Deckschichten mit engräumig angelegten Profilen erschlossen, deren Lage in einem Geländeschnitt (Abb. 10) und einem mit dem digitalen Geländemodell hinterlegten Ausschnitt der Geologischen Karte (Abb. 9) vermerkt ist. Anhand von ihm lässt sich nochmals auf die am Strombergand herausgearbeitete bevorzugte Mittellagenbildung in ostexponierten Leesituationen hinweisen. Neben den Lösslehmen (Lol) auf der weitläufigen

Stufenfläche des Unterjuras und auf einzelnen ausgedehnteren Plateaubereichen im Stubensandstein (kmLw), treten im Kartenausschnitt weitere Lösslehmvorkommen am ostexponierten Talhang des weit in den Rammert zurückgeschnittenen Bühler Tals auf. Bei genauerer Untersuchung bestehen diese aus gegliederten lösslehmreichen Fließerdepaketen (Haupt- über Mittellage), welche in Tiefen von meist deutlich über 1 m von tonigen Basislagen aus Keupermaterial unterlagert werden.

Die ersten beiden Profile des Exkursionstags ergänzen sich (**2.1** und **2.2**). Beide liegen im unteren Talhangbereich des Trautbachtals und bestehen aus der Lagenkombination Haupt- über Basislage. Jedoch zeigt die Ausbildung der Hauptlage deutliche Unterschiede in der Aufarbeitung der an den Hängen anstehenden Gesteine und im äolischen Eintrag während des Spätglazials. Mit Profil **2.3** wird der Randbereich des oberhalb liegenden Plateaus des Stubensandsteins erreicht und die periglaziäre Genese des oberflächennahen Untergrunds erörtert, die sich v. a. durch eine mit ihrem äolischen Schluffgehalt gut fassbare Hauptlage zeigt. In unmittelbarer Nähe befindet sich Profil **2.4**, anhand dessen die Bedeutung der Hauptlage für die Böden und die Auswirkungen ihres anthropogen bedingten Fehlens für Bodenbildung und Standortseigenschaften vorgeführt.

Im nächsten Schritt führt die Exkursion auf den Verebnungsbereich der Unterjuraschichtstufe (Profil **2.5**). Mächtigere, stark äolisch geprägte Deckschichten bilden hier den oberflächennahen Untergrund, die aus einem sehr dichten älteren Lösslehm an der Basis und jüngerem und lockerer gelagerten Lösslehmmaterial im Hangenden bestehen. Bei genauerer Betrachtung müssen sowohl für den liegenden Lösslehm, als auch für die hangende Deckschicht solimixtive und solifluidale Verlagerungs- und Umlagerungsvorgänge angenommen werden. Mit dem Erfahrungshintergrund einer reliefübergreifenden, flächigen Ausbildung einer jüngsten, ca. 4 – 5 dm mächtigen Solifluktsdecke im ausgehenden Spätglazial der letzten Kaltzeit ist der jüngere Lösslehm bei einer strengen Anwendung der Lagengliederung sogar in eine Haupt- und eine geringmächtige Mittellage zu differenzieren.

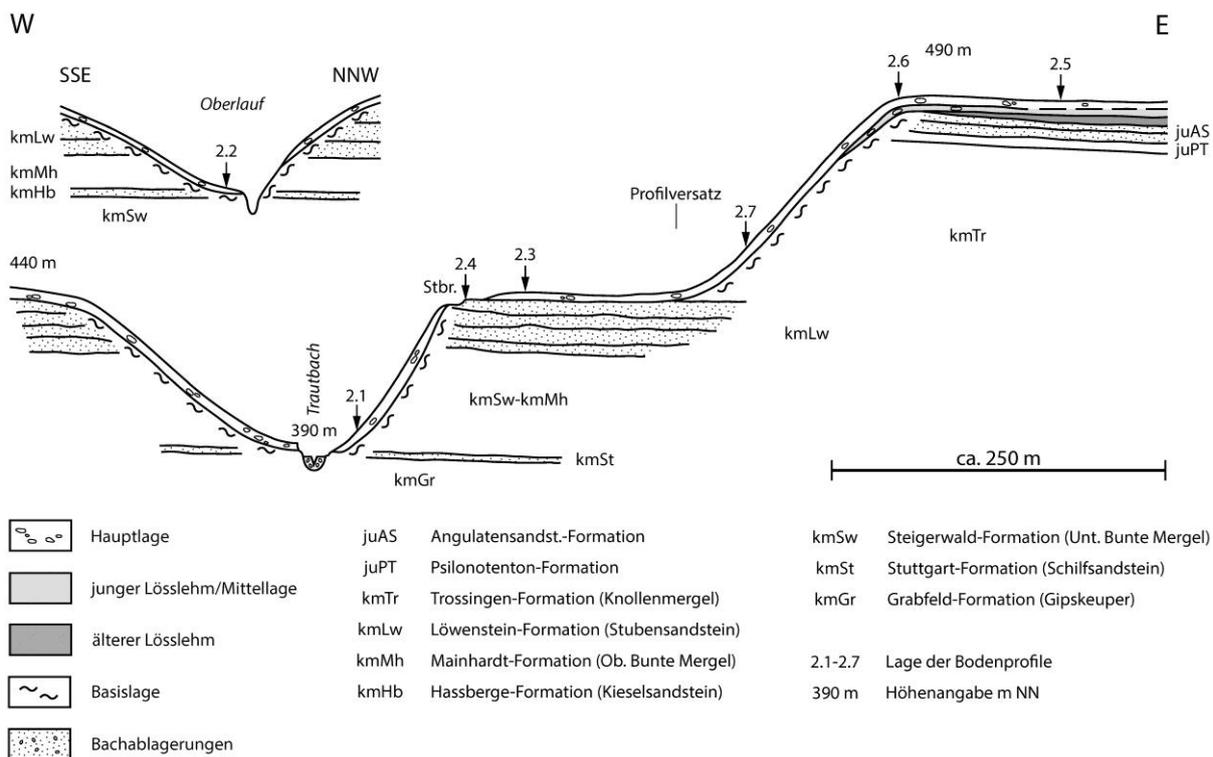


Abb. 10: Halbschematischer Schnitt durch das Keupergebiet des Rammerts bei TÜ-Bühl und den Anstieg zur Unterjura-Schichtstufe mit Lage der Profile 2.1 – 2.7.

Zum Plateaurand zeigt der ältere Lösslehm durch Grusführung (Angulatensandstein-Formation) zunehmend seinen solifluidalen Charakter und keilt schließlich aus. Auch das hangende Deckschichtenpaket lässt sich nun gut durch unterschiedliche Grob- bodengehalte in die Abfolge Haupt- über Mittellage gliedern (Profil 2.6). Auffällig ist die konstante Mächtigkeit von etwa 3,5 dm, mit der die Hauptlage vom Plateaurand über die anschließende Hangkante hinwegzieht. Die Mittellage ist in dieser besonderen Reliefposition nur noch ca. 2 dm mächtig und weist abweichend von ihrer sonst typischen Ausbildung hohe Grus- und Sandsteingehalte auf. Im Liegenden folgt hellgraues Tonsteinmaterial der am obersten Hang ausstreichenden Pylonotenton-Formation (Unterjura), das oberflächlich noch solifluidal verlagert wurde (Basislage) und schon bald vom anstehenden Gestein abgelöst wird. Im Folgenden, vom Knollenmergel (Trossingen-Formation, Mittelkeuper) gebildeten Hangbereich des Anstiegs der Unterjuraschichtstufe, wird die tonige Basislage verbreitet nur von einer geringmächtigen schluffigen Hauptlage überdeckt (Profil 2.7). Die gegenüber anderen Profilen reduzierte Mächtigkeit (vgl. Profil 2.2) sowie ein stellenweise völliges Fehlen der Hauptlage weisen auf hier erfolgte Abtragungsvorgänge durch mittelalterliche bis neuzeitliche Nutzungseingriffe hin.

Die Exkursion verlässt nun das Keuper- und Unterjura-gebiet und erreicht Profil 2.8 im teilweise stark durch Hangrücken gegliederten Anstieg zur sekundären Schichtstufe des Blaukalks (Mitteljura). Dem aus Haupt- und Basislage bestehenden Deckschichtenprofil kommt eine wichtige landschaftsdiagnostische Bedeutung zu, da hier in

einer abtragungsanfälligen Reliefposition (konvexe Hangversteilung, 23 % Neigung) die Hauptlage mit einer Mächtigkeit von 5 dm erhalten ist, was Rückschlüsse auf ihre ursprüngliche Ausbildung in anderen Gebieten erlaubt.

Mit dem Erreichen der Hochfläche der Schwäbischen Alb werden ebenfalls in Lagen gegliederte, periglaziäre Deckschichten in einer hoch gelegenen Kalksteinlandschaft vorgestellt. Damit wird an eine Diskussion mit konträren Befunden über die Entstehung und die Ausbildung von periglaziären Lagen in Kalksteinlandschaften angeknüpft (z. B. BULLMANN 2010, GEHRT et al. 2017) – noch dazu in dem exponierten, hoch gelegenen Gebiet der Mittleren Alb. Im Unterschied zu anderen klimatisch ungünstigen Mittelgebirgsregionen wurde die Schwäbische Alb als Altsiedelgebiet schon lange intensiv genutzt und vom Menschen überprägt. Nicht zuletzt spiegelte sich das in einer teilweise völlig anderen Wald-/Feldverteilung wider, die erst ab ca. 1800 ihre heutige Gestalt annahm (MAILÄNDER et al. 2005). Die vorgestellten Profile sind daher als örtlich erhaltene Relikte von ursprünglich sehr weit verbreiteten, klar gegliederten periglaziären Lagen und der in ihnen entwickelten Böden zu verstehen, die heute jedoch durch Beackerung und andere mechanische Eingriffe entweder stark gestört und verkürzt vorliegen oder vielfach durch Erosion sogar völlig fehlen.

Profil **2.9** befindet sich im äußersten Teil der im Bereich des Heufelds weit vorspringenden Verebnung der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation. Hier hat sich auf dem sog. Hirschkopf, einem durch die Erosion fast abgetrennten Verebnungssporn, der aufgrund seiner peripheren Lage wohl nie ackerbaulich genutzt wurde, ein gut gegliedertes Profil aus einer knapp 3 dm mächtigen Hauptlage über einer Basislage aus grusig-steinigem Kalksteinmaterial erhalten. Gut 20 km weiter südöstlich und schon im Gebiet der Kuppenalb gelegen, folgt unter einer ebenfalls geringmächtigen, aber gut fassbaren schluffigen Hauptlage Residualton der Kalksteinverwitterung (Profil **2.10**). Aufgrund seiner Bohnerzföhrung ist anzunehmen, dass er aus verfüllten Karstschlotten in der näheren Umgebung solifluidal als Basislage verlagert und über den Hang verbreitet wurde. Darunter folgt ebenfalls periglaziär verlagertes Kalksteinschutt. Auf einer benachbarten Kuppe überlagert die schluffige Hauptlage periglaziär zu Schutt aufgelockerten Dolomitstein (Profil **2.11**) und am anschließenden NNE-exponierten Flachhang schaltet sich zwischen Hauptlage und Basislage aus Residualton eine Mittellage als weiteres Element ein (Profil **2.12**).

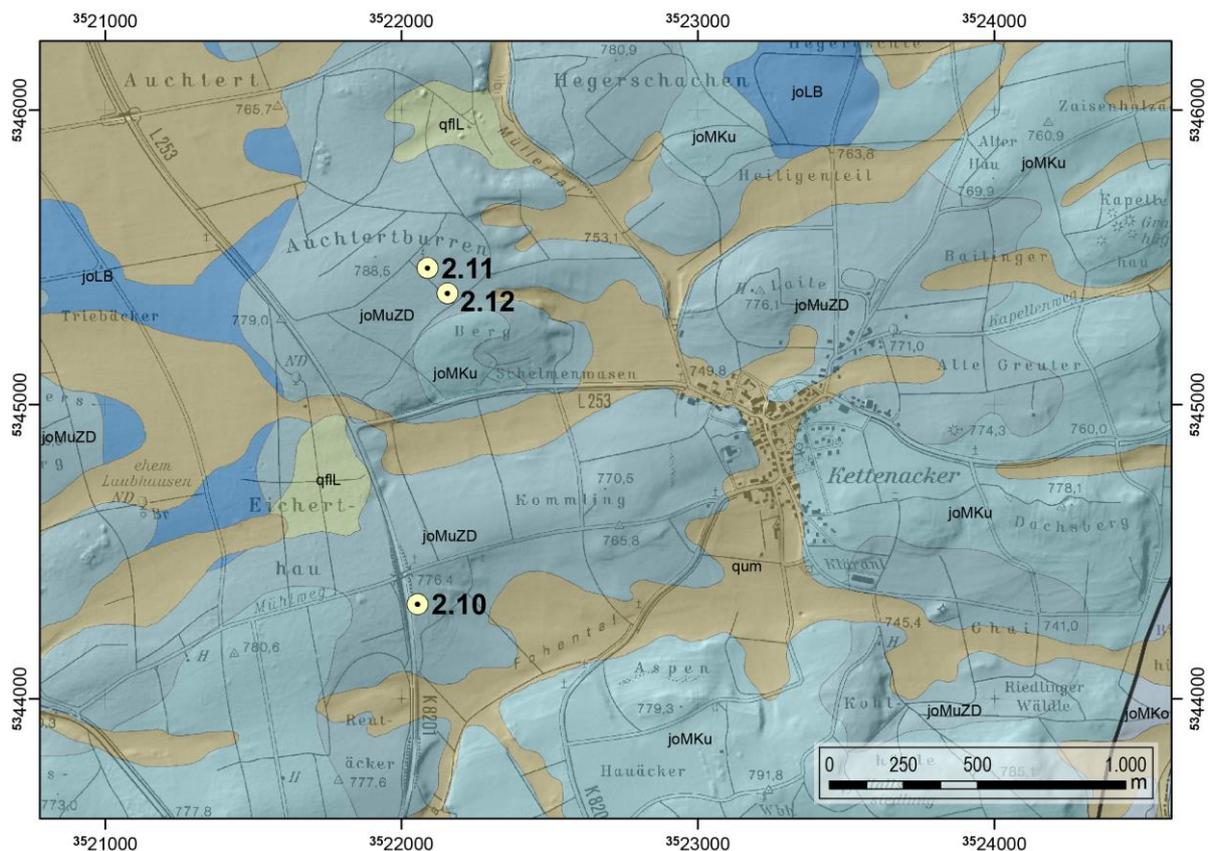


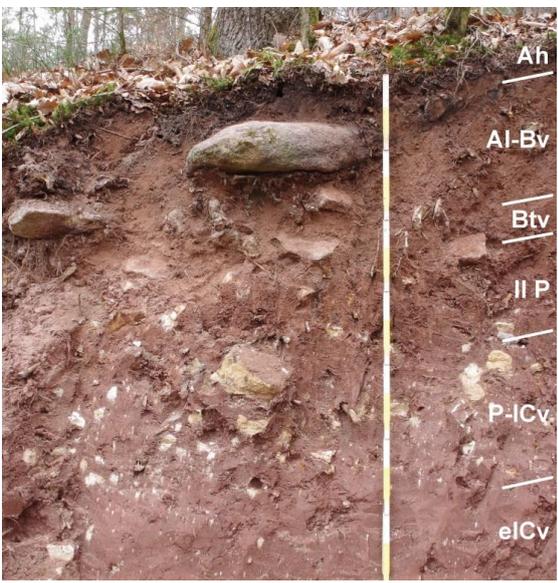
Abb. 11: Reliefmodell und Geologie eines Ausschnitts der Kuppenalb bei Gammertingen-Kettenacker mit Lage der Profile 2.10 – 2.12.
(qum – Verwitterungs-/Umlagerungsbildung, qfL – Lössführende Fließerde, joMKu – Unterer Massenkalk, joLB – Liegende Bankkalke-Formation, joMuZD – Dolomit, zuckerkörniger Kalkstein (Oberer Massenkalk))



Bodenprofil 2.1: Braunerde aus geringmächtiger lösslehmarmen Fließerde über toniger Fließerde aus Material des Mittelkeupers

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Hänge im Keuperbergland im Ausstrichbereich toniger Gesteine des Mittelkeupers (Steigerwald- und Mainhardt-Formation)
Ort:	R: 35 00 834, H: 53 70 262 (TK 7520 Mössingen)
Nutzung:	Kiefer, Eiche, Buche
Höhe:	390 m NN
Relief:	Hang (25 %, W)
Klima (Jahreswerte):	8,3 °C, 836 mm (Klimastationen Rottenburg-Kiebingen und Hechingen, DWD 1961 – 1990)

	Profilkennzeichnung
	<p>Bodentyp: Braunerde, lessiviert mittel tief entwickelt (KA5) Pelosol-Braunerde, lessiviert, mäßig tief entwickelt (Ba-Wü)</p> <p>WRB: Epidystric Cambisol (Endoclayic, Geobruptic, Anoloamic, Ochric, Endorhodic, Protovertic)</p> <p>Humusform: Mullartiger Moder</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 52 cm u. Fl.) über Basislage (LB, über 110 cm u. Fl.)</p> <p>Material: LH[2,kmLw]/LB[0,kmSw,kmMh,kmLw]</p> <p>Substrattyp: Schuttsand (aus Löss und Sandstein) über Schuttton (aus Sand- und Mergelstein) p-(n)s(Lo,^s)/p-(n)t(^s,^mk)</p>
<p>Foto 12: Braunerde aus lösslehmarmen sandiger Hauptlage über toniger Basislage.</p>	

Erklärungen

Das Profil am westexponierten steilen Unterhang des etwa 50 m gegenüber den Plateaubereichen des Stubensandsteins eingeschnittenen Trautbachtals, zeigt eine prägnante geologische Schichtung in eine ca. 50 cm steinige und blockführende, sandreiche Hauptlage und eine tonige Basislage mit wechselnden, stellenweise hohen Sandsteingehalten und ebenfalls teilweiser Blockführung, die in dieser Reliefposition zu größerer Mächtigkeit akkumulierte. Die hohen Sandgehalte in der Hauptlage ($mS+gS > 50\%$) erklären sich durch die oberhalb am Hang austreichenden Sandsteine der Löwenstein-Formation (Stubensandstein), die aufgrund ihrer meist tonigen Bindung relativ leicht verwittern und deshalb große Materialmengen in den spätglazialen solifluidalen Auftauböden der Hauptlage liefern konnten. Dadurch wurde der am steilen luvseitigen Talhang primär schon relativ geringe äolische Eintrag stark verdünnt.

Die Hauptlage wurde pedogenetisch hauptsächlich durch Verbraunung und Verlehmung überprägt und ein Bv-Horizont gebildet. Im unteren Bereich der Hauptlage weisen schwache Toncutane auf eine geringe Tonverlagerung hin (Btv-Horizont). Im oberen Abschnitt der tonigen Basislage (bis 65 cm u. Fl.) zeigt sich durch Polyeder und ansatzweise durch Prismen eine ausgeprägte pedogene Gefügebildung (P-Horizont), die jedoch nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5) aufgrund ihrer Tiefenlage >3 dm u. Fl. keine klassifikatorische Berücksichtigung findet.



Tab. 11: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.1

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-4	Ah	Gr2	SI3	dunkelbraungrau (5YR 3/2), mittel humos, Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-30	Bv	Gr-X3	SI3	hellrötlichbraun (5YR 5/4), Subpolyedergefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-52	Btv	Gr-X3	Ls4	rötlichbraun (5YR 4/4), Subpolyedergefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
04	-87	IIP	Gr-X4	Ts2	rotbraun (2.5YR 3.5/4), Polyeder- bis Prismengefüge, schwach durchwurzelt, mittel feucht
05	-120	P-ICv	Gr-X4	Lts	violettstichig braunrot (2.5YR 3/3), Kohärentgefüge, sehr schwach durchwurzelt, mittel feucht
06	>140	elCv	Gr-X3	Lts	violettstichig braunrot (2.5YR 3/3), Kohärentgefüge, carbonatarm, sehr schwach durchwurzelt, mittel feucht

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	Körnung [Gew.-%], humusfrei								
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Uges.	Sges.
01	0-4	n.b.	32,6	24,5	12,0	9,4	8,6	4,5	8,4	22,5	69,1
02	-30	n.b.	33,3	23,7	10,7	10,4	8,0	2,6	11,3	21,0	67,7
03	-52	n.b.	36,0	16,9	8,8	6,9	5,5	3,7	22,2	16,1	61,7
04	-87	n.b.	19,1	15,2	6,4	5,8	4,2	3,1	46,1	13,1	40,7
05	-120	n.b.	13,3	13,4	9,3	9,8	8,0	4,4	42,0	22,2	36,0

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
02	-30	n.b.	0,0	0,39	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-52	n.b.	0,0	0,15	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-87	n.b.	0,0	0,18	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-120	n.b.	0,0	0,16	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL}	P _{CAL}
01	0-4	3,8	117	31	6	2	1	<1	22	n.b.	n.b.	n.b.
02	-30	4,0	n.b.	23	2	2	<1	<1	19	n.b.	n.b.	n.b.
03	-52	4,2	n.b.	62	22	18	1	<1	21	n.b.	n.b.	n.b.
04	-87	4,5	n.b.	199	101	77	4	<1	15	n.b.	n.b.	n.b.
05	-120	5,3	n.b.	188	108	75	4	<1	<1	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
01	0-4	n.b.	2,19	0,96	n.b.	0,44	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-30	n.b.	2,53	1,05	n.b.	0,42	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-52	n.b.	4,53	1,38	n.b.	0,30	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-87	n.b.	8,47	1,20	n.b.	0,14	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-120	n.b.	10,29	0,36	n.b.	0,03	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.



Bodenprofil 2.2: Pseudovergleyte Braunerde aus lösslehmhaltiger Fließerde auf toniger Fließerde aus Material des Mittelkeupers

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Hänge im Keuperbergland im Ausstrichbereich toniger Gesteine des Mittelkeupers (Bunte Mergel, Mainhardt- und Steigerwald-Formation)
Ort:	R: 35 01 137, H: 53 69 785 (TK 7520 Mössingen)
Nutzung:	Fichte, Buche
Höhe:	409 m NN
Relief:	Hangverflachung, Unterhang (8 %, NNW)
Klima (Jahreswerte):	8,3 °C, 836 mm (Klimastationen Rottenburg-Kiebingen und Hechingen, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Pseudovergleyte Braunerde, lessiviert, mittel tief entwickelt</p> <p>WRB: Epidystric Cambisol (Geoabruptic, Anoloamic, Ochric, Protostagnic, Protovertic)</p> <p>Humusform: Mullartiger Moder</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 45 cm u. Fl.) über Basislage (LB, bis 85 cm u. Fl.) auf geringmächtiger lösshaltiger Fließerde (bis 100 cm u. Fl.) über Sandstein der Hassberge-Formation (Kiesel-sandstein)</p> <p>Material: LH[3,kmMh,kmLw]/LB[0,kmMh,kmLw]</p> <p>Substrattyp: Grus führender Lehm (aus Sandstein und Löss) über Grus führendem Lehm (aus Sand- und Tonstein) über tiefem Verwitterungsschutt-carbonatlehm (aus Sandstein) p-(z)l(^s,Lo)/p-(z)l(^s,^t)//c-nel(^s)</p>
<p>Foto 13: Braunerde aus lösslehmhaltiger Hauptlage über toniger Basislage.</p>	

Erklärungen

Das Profil im bereits kerbtalförmig eingeschnittenen Oberlauf des Trautbachtals steht in einem gewissen Kontrast zu Profil 2.1. Quartärgeologisch gliedert es sich ebenfalls in die hangende Hauptlage und eine tonige Basislage. Die Hauptlage zeichnet sich hier mit ihrem deutlichen Schluffanteil durch eine bodenartlich gut fassbare äolische Komponente aus (Slu). Die Basislage liegt ihrerseits nicht den tonigen Keupergesteinen auf, aus denen sie durch solifluidale Aufarbeitung hervorgegangen ist, sondern hat im Bereich einer Hangverflachung eine kompakte Sandsteinbank überwandert. Diese repräsentiert den hier im südlichen Baden-Württemberg nur noch in stark reduzierter Mächtigkeit auftretenden Kiesel-sandstein (Hassberge-Formation, Mittelkeuper), weshalb im Aufschluss unmittelbar im Liegenden bereits die anstehenden grünlichgrauen Schichten der Unteren Bunten Mergel (Steigerwald-Formation) zu erkennen sind.

Die Hauptlage ist bodengenetisch wiederum durch Verbraunung und Verlehmung überprägt (Bv-Horizont) und zeigt in ihrem unteren Abschnitt mäßige Toneinwaschung sowie schwache Staunässe über der tonigen Basislage (Sw-Btv-Horizont). In der Basislage selbst ist wieder eine gute Aggregation mit der Absonderung von Polyedern erkennbar, doch erreicht der Tongehalt nicht die Mindestanforderung von 45 % Ton für die Ausweisung eines P-Horizonts.



Tab. 12: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.2

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-4	Ah	Gr1	Ls2	bräunlichschwarz (7.5YR 2/2), stark humos, Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-30	Al-Bv	Gr-X2	Slu	fahlgelblichbraun (10YR 6/4), Subpolyedergefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-45	Sw-Btv	Gr-X2	Slu	rötlichhellbraun (7.5YR 6/4), Subpolyedergefüge, schwache Toncutane, stellenweise Bleichflecken, einzelne Rostflecken, mittel durchwurzelt, mittel feucht
04	-70	IIISd-P-ICv	Gr-X3	Lts	rotbraun (5YR 4/4), Polyedergefüge, schwach durchwurzelt, mittel feucht
05	-85	P-eICv	Gr-X3	Lts	dunkelbraunrot (2.5YR 3/4), Kohärentgefüge, carbonathaltig, schwach durchwurzelt, mittel feucht
06	-100	IIIelCvn	Gr2-3	Ls2-SI4	fahlrötlichbraun (7.5YR 5/3), Kohärentgefüge, schwach durchwurzelt, mittel feucht
07	-130	IVimCvn	-	-	Sandstein

Nr.	Tiefe [cm]	Körnung [Gew.-%], humusfrei									
		Grob.	gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Uges.	Sges.
01	0-4	n.b.	8,5	15,0	10,2	17,5	19,5	10,1	19,3	47,1	33,7
02	-30	n.b.	10,4	20,8	9,7	19,5	17,8	7,1	14,7	44,4	41,0
03	-45	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-70	n.b.	18,6	13,4	5,3	9,3	8,9	6,6	38,0	24,7	37,3
05	-85	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ %	C _{org.} %	N _t %	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
01	0-4	n.b.	0,0	8,7	0,5	17,7	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-30	n.b.	0,0	0,7	<0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-45	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-70	n.b.	0,0	0,6	<0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-85	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL}	P _{CAL}
					[mmol/kg]					[mg/kg]		
01	0-4	3,4	316	136	73	13	12	<1	39	31	n.b.	n.b.
02	-30	3,7	50	36	2	2	<1	<1	32	8	n.b.	n.b.
03	-45	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	<1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-70	5,1	191	188	168	21	<1	<1	<1	99	n.b.	n.b.
05	-85	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	<1	<1	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
												[%]		
01	0-4	n.b.	6,3	1,9	n.b.	0,30	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-30	n.b.	3,4	1,1	n.b.	0,32	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-45	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-70	n.b.	37,5	1,6	n.b.	0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-85	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.



Bodenprofil 2.3: Braunerde aus lösslehmhaltiger Fließerde auf Sandsteinzerfall, unterlagert von Sandstein des Mittelkeupers

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Plateaubereiche im Keuperbergland aus Sandsteinen (Löwenstein-Formation, Mittelkeuper)
Ort:	R: 35 01 304, H: 53 69 976 (TK 7520 Mössingen)
Nutzung:	Kiefer, Buche
Höhe:	438 m NN
Relief:	Schwach konvexer Oberhang (11 %, SSE)
Klima (Jahreswerte):	8,3 °C, 836 mm (Klimastationen Rottenburg-Kiebingen und Hechingen, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Braunerde, lessiviert mittel tief entwickelt</p> <p>WRB: Dystric Cambisol (Anoloamic, Ochric, Endoraptic, Endoskeletal)</p> <p>Humusform: Mullartiger Moder</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 54 cm u. Fl.) über Basislage (LB, bis 68 cm u. Fl.) auf Sandsteinzerfall (bis 97 cm u. Fl.), unterlagert von Sandstein der Löwenstein-Formation (Stubensandstein)</p> <p>Material: LH[3,kmLw]/LB[0,kmLw]/kmLw,^s</p> <p>Substrattyp: Grus führender Lehm (aus Löss und Sandstein) über Schuttlehm (aus Sandstein) über tiefem Sandstein p-(z)l(Lo,^s)/c-nl(^s)/n-^s</p>
<p>Foto 14: Braunerde aus lösslehmhaltiger Hauptlage auf Sandsteinzerfall und anstehendem Sandstein.</p>	

Erklärungen

Über mäßig verwittertem anstehendem Sandstein (imCvn) folgen zunächst wenige Dezimeter von grus- und steinreichem Sandsteinmaterial mit einzelnen dünnen rötlichen Tonlagen. Dieses wird ebenfalls als anstehendes, jedoch durch periglaziäre Frosteinwirkung (z. B. Eislinsen) aufgelockertes und zerfallenes Gesteinsmaterial gedeutet (IIIimCv), das an seiner Oberfläche bereits solifluidale Verlagerung erfuhr (IIBv-ICv, Basislage). Darüber folgt eine gut ausgebildete Hauptlage, die aufgrund ihres größtenteils auf äolischen Eintrag zurückzuführenden Mittel- und Grobschluffgehalts sowie durch den stark verringerten Grobbodengehalt gegenüber dem Liegenden gut fassbar ist. Die am Standort entwickelte Braunerde ist im Wesentlichen auf den Bereich der schluffhaltigen Hauptlage beschränkt (vgl. Fe_o/Fe_d-Werte). In ihrem unteren Teil zeigt sich wiederum schwache Ton-einwaschung, die stellenweise auch noch in den liegenden Horizont übergreift (IIBtv-ICv).



Tab. 13: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.3

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-4	Ah	Gr1	SI3	bräunlichschwarz (7.5YR 2/2), stark humos, Krümel- bis Subpolyedergefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
02	-45	Al-Bv	Gr2	SI4	hellgelblichbraun (10YR 6/5), Subpolyedergefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-54	Btv	Gr2-3	Ls3	hellorangebraun (7.5YR 6/6), Subpolyedergefüge, schwache Toncutane, schwach durchwurzelt, mittel feucht
04	-68	IIbtv-ICv	Gr-X3	SI4	rötlichbraun (7.5YR 5/6), Kohärentgefüge, schwach durchwurzelt, mittel feucht
05	-97	IIIimCv	Gr-X4	SI4	rötlichbraun (7.5YR 5/6), Kohärentgefüge, schwach durchwurzelt, mittel feucht
06	>110	imCvn	-	-	Sandstein, mäßig verwittert

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	Körnung [Gew.-%], humusfrei								T	Uges.	Sges.
			gS	mS	fS	gU	mU	fU					
01	0-4	n.b.	17,7	26,8	5,1	17,1	15,7	5,8	11,9	38,6	49,5		
02	-45	n.b.	13,0	28,0	5,6	17,9	14,1	6,7	14,6	38,9	46,7		
03	-54	n.b.	14,0	27,3	5,4	18,1	14,8	3,3	17,0	36,2	46,7		
04	-68	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		
05	-97	n.b.	36,8	33,2	3,7	4,6	4,6	3,0	14,2	12,2	73,7		

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
02	-45	n.b.	0,0	0,56	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-54	n.b.	0,0	0,23	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-68	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-97	n.b.	0,0	0,09	0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL} [mg/kg]	P _{CAL} [mg/kg]
01	0-4	4,0	n.b.	54	25	2	1	<1	24	n.b.	n.b.	n.b.
02	-45	4,0	n.b.	23	1	<1	<1	<1	23	n.b.	n.b.	n.b.
03	-54	3,8	n.b.	41	1	<1	<1	<1	40	n.b.	n.b.	n.b.
04	-68	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-97	3,7	n.b.	40	1	1	<1	<1	38	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [m]	Fe _t	Fe _d [mg/g]	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t [%]	Mg _t	Mn _t
02	-45	n.b.	4,01	1,19	n.b.	0,30	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-54	n.b.	5,30	0,74	n.b.	0,14	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-68	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-97	n.b.	3,44	0,28	n.b.	0,08	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.



Bodenprofil 2.4: Podsol aus Sandstein der Löwenstein-Formation

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Umfeld ehem. kleiner Sandgruben- und Steinbrüche im Bereich des Stubensandsteins (Löwenstein-Formation, Mittelkeuper)
Ort:	R: 35 01 312, H: 53 69 944 (TK 7520 Mössingen)
Nutzung:	Kiefer
Höhe:	430 m NN
Relief:	Konvexer Oberhang (18%, S)
Klima (Jahreswerte):	8,3 °C, 836 mm (Klimastationen Rottenburg-Kiebingen und Hechingen, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Podsol</p> <p>WRB: Endoskeletal Albic Podzol (Epiarenic, Amphiloamic)</p> <p>Humusform: Feinhumusreicher Moder</p> <p>Geologie: Sandstein der Löwenstein-Formation (Stubensandstein)</p> <p>Material: kmLw,^s</p> <p>Substrattyp: Schuttsand (aus Sandsteinverwitterung) über Sandstein c-ns(^s)/n-^s</p>
<p>Foto 15: Podsol aus Sandstein der Löwenstein-Formation (Stubensandstein, Mittelkeuper).</p>	

Erklärungen

Der ausgebildete Podsol ist eine typische Erscheinung im Bereich von kleinen ehem. Sandgruben und Sandsteinbrüchen, in deren Umfeld die schluffhaltige Hauptlage oftmals fehlt und z. T. gezielt zur Sandgewinnung abgetragen wurde. Letzteres scheint auch am Standort von Profil 2.4 der Fall gewesen zu sein, wie die flachen, mit *Ericaceae* bewachsenen Steinhaufen in ca. 10 m Entfernung zeigen, die vermutlich als grober Siebrückstand hier angehäuft wurden. Auf dem zurückbleibenden groben, durchlässigen Sandsteinmaterial konnten sich dann innerhalb von etlichen Jahrzehnten verschiedene Podsolstadien entwickeln. Die in stark steinigem Sandsteinmaterial vorliegenden Podsole weisen im Unterschied zu Podsolbildungen aus homogenen Sanden oftmals stark unregelmäßig verlaufende und z. T. springende und aussetzende Anreicherungshorizonte auf (Bs- und Bsh-Horizonte).



Tab. 14: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.4

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-7	Ahe	Gr3	Su2	braungrau (7.5YR 5/2), feines Subpolyedergefüge, mittel humos, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-31	Ae	Gr-X3	Su2	hellgrau (7.5YR 7/2), Einzelkorn- bis feines Subpolyedergefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-34	Bhs	X4	Sl3	braun (7.5YR 4.5/6), feines Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
04	-40	Bvs	X4	Sl3	orangebraun (7.5YR 5/6), feines Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
05	-65	mCv-Bv	X4-5	Sl3	hellorangebraun (7.5YR 6/6), Einzelkorn- bis feines Subpolyedergefüge, schwach bis mittel durchwurzelt, mittel feucht
06	>100	imCvn	-	-	plattiger Sandstein

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	Körnung [Gew.-%], humusfrei								
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Uges.	Sges.
01	0-7	n.b.	36,9	43,9	4,1	4,2	4,9	1,6	4,5	10,7	84,9
02	-31	n.b.	33,9	44,2	5,1	5,1	4,5	2,8	4,3	12,4	83,1
03	-34	n.b.	32,1	40,0	4,5	5,1	4,6	3,4	10,4	13,1	76,6
04	-40	n.b.	27,6	43,9	4,0	4,7	4,9	3,2	11,8	12,8	75,5
05	-65	n.b.	26,4	45,1	4,5	4,7	6,0	3,2	10,1	13,9	76,0

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
01	0-7	n.b.	0,0	2,53	0,12	21,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-31	n.b.	0,0	0,62	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-34	n.b.	0,0	1,37	0,06	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-40	n.b.	0,0	1,40	0,06	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-65	n.b.	0,0	0,90	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL} [mg/kg]	P _{CAL} [mg/kg]
01	0-7	2,9	59	22	5	2	<1	<1	16	12	n.b.	n.b.
02	-31	3,4	18	15	1	<1	<1	<1	14	6	n.b.	n.b.
03	-34	3,6	72	44	1	<1	<1	<1	40	3	n.b.	n.b.
04	-40	3,9	82	43	1	<1	<1	<1	40	2	n.b.	n.b.
05	-65	4,2	31	22	<1	<1	<1	<1	21	3	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t Fe _d Fe _o			Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d Al _o		Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
		[mg/g]					[mg/g]							
01	0-7	n.b.	0,86	0,31	n.b.	0,36	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
02	-31	n.b.	0,81	0,29	n.b.	0,36	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
03	-34	n.b.	4,30	3,26	n.b.	0,76	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
04	-40	n.b.	3,43	2,15	n.b.	0,63	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
05	-65	n.b.	2,16	0,94	n.b.	0,44	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	



Bodenprofil 2.5: Pseudovergleyte Parabraunerde aus jüngerem über älterem Lösslehm

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Verebnungsbereiche der Unterjuraschichtstufe aus Gesteinen der Angulatsensandstein- und der Arietenkalk-Formation
Ort:	R: 35 01 384, H: 53 61 133 (TK 7520 Mössingen)
Nutzung:	Buche
Höhe:	485 m NN
Relief:	Sehr schwach geneigte Verebnung (3 %, E)
Klima (Jahreswerte):	8,3 °C, 836 mm (Klimastationen Rottenburg-Kiebingen und Hechingen, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Pseudovergleyte Parabraunerde, mäßig tief entwickelt</p> <p>WRB: Albic Stagnic Luvisol (Cutanic, Epidystric, Orchric, Endoraptic, Siltic)</p> <p>Humusform: Mullartiger Moder</p> <p>Geologie: Jüngerer Lösslehm (bis 57 cm u. Fl.) über älterem, kryogen verdichtetem Lösslehm (bis über 100 cm u. Fl.) alternativ: Hauptlage (bis 36 cm u. Fl.) über Mittellage (bis 57 cm u. Fl.) auf solifluidal verlagertem älterem Lösslehm (bis über 100 cm u. Fl.)</p> <p>Material: LH[5,juAS]/LM[5,juAS]/Lol</p> <p>Substrattyp: Schluff (aus Löss) über Ton (aus Lösslehm) p-u(Lo)/p-t(Lol)</p>
<p>Foto 16: Pseudovergleyte Parabraunerde aus jüngerem über älterem Lösslehm.</p>	

Erklärungen

Das Profil repräsentiert eine in Südwestdeutschland weit verbreitete Bodenform in durch kaltzeitliche äolische Sedimentation beeinflussten Gebieten außerhalb der klassischen Lössbecken. Die Basis bildet durch Regelation und solifluidal-solimixtive Umlagerung stark verdichteter älterer Lösslehm. Dieser wird von jüngerem, wesentlich lockerer gelagertem äolischem Material überdeckt, das hauptsächlich während der intensiven Lössverwehungen im Kältemaximum der letzten Kaltzeit vor rund 20 000 Jahren abgelagert worden sein dürfte. An der Schichtgrenze verdeutlichen einzelne Frostkeile und kleinere Kryoturbationen die Einwirkung kaltzeitlich-periglaziärer Prozesse. Im hangenden Lösslehm weist punktuell enthaltener Sandsteingrus auch hier auf solifluidal-solimixtive Umlagerung hin, die letztmalig im Spätglazial während der Jüngeren Tundrenzeit abgelaufen ist. Das jüngere äolische Material wurde im Zuge der holozänen Pedogenese durch Entkalkung, Verbraunung, Verlehmung und schließliche Tonverlagerung überformt. Der Toneintrag hat bis in die obersten Dezimeter des älteren Lösslehms gereicht und auf den Aggregatflächen des hier ausgebildeten Makrogroßgefüges (Risse, z. T Grobpolyeder) kräftige, dunkelbraune Toncutane hinterlassen. Ein zeitweilig sich über dem dichten Lösslehm aufbauender Wasserstau bewirkt Luftmangel und resultierende Pseudovergleyung, die jedoch nur mäßig intensiv ist und nicht bis an die Geländeoberfläche reicht.



Tab. 15: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.5

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-4	Ah	Gr0	Ut4	dunkelbraungrau (10YR 3/2.5), stark humos, Krümelgefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-28	Bv-Al	Gr1	Ut3	hellgelblichbraun (10YR 5.5/4), Subpolyederggefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-36	Sw-Al	Gr1	Ut3	hellgelblichbraun (10YR 5.5/4), Subpolyederggefüge, einige Rostflecken, einzelne Bleichflecken, mittel durchwurzelt, mittel feucht
04	-57	IIISdw-Bvt	Gr-X1	Ut4	fahlhellbraun (10YR 6/4), Subpolyederggefüge, Toncutane, Bleichflecken, wenige Rostflecken, Fe-/Mn-Konkretionen bis 0,7 cm Durchmesser, mittel durchwurzelt, mittel feucht, zungen- und teilweise zapfenförmige Horizontuntergrenze
05	-72	IIISd-Bv-Cv +Bt	Gr-X1	Tu3	gelbbraun (10YR 5/6) Riss- und teilweise grobes Polyederggefüge, kräftige dunkelbraune Toncutane auf Riss- und Aggregatflächen (7.5YR 5/6), schwach durchwurzelt, mittel feucht
06	>100	Sd-Btv-Cv	Gr-X1	Tu3	gelbbraun (10YR 5/6), Toncutane auf einzelnen Rissflächen, einzelne Rost- und Bleichflecken, zahlreiche kleine Fe-/Mn-Konkretionen (fossil), schwach durchwurzelt

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	gS	mS	Körnung [Gew.-%], humusfrei					T	Uges.	Sges.
					fS	gU	mU	fU	T			
01	0-4	n.b.	1,6	1,9	2,4	36,0	29,4	9,2	19,5	74,6	5,9	
02	-28	n.b.	2,5	2,1	2,4	36,9	30,2	9,3	16,6	76,4	7,0	
03	-36	n.b.	2,5	2,3	2,5	37,0	29,6	9,2	16,8	75,8	7,3	
04	-57	n.b.	2,7	2,6	2,1	32,8	26,7	9,2	24,0	68,7	7,4	
05	-72	n.b.	0,3	1,2	2,4	26,3	21,5	7,7	40,7	55,4	3,9	
06	-100	n.b.	0,6	0,9	2,0	26,6	23,3	8,9	37,7	58,9	3,4	

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
02	-28	1,42	0,0	0,48	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-36	n.b.	0,0	0,39	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-57	1,53	0,0	0,18	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-72	1,56	0,0	0,20	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
06	-100	1,70	0,0	0,20	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL}	P _{CAL}
01	0-4	4,1	174	100	51	8	2	<1	32	35	n.b.	n.b.
02	-28	3,9	68	52	3	1	1	<1	46	7	n.b.	n.b.
03	-36	3,9	70	58	6	3	1	<1	47	14	n.b.	n.b.
04	-57	4,1	117	97	37	20	2	<1	38	50	n.b.	n.b.
05	-72	4,7	217	208	131	54	4	<1	19	87	n.b.	n.b.
06	-100	4,7	243	218	145	57	3	1	12	85	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d [mg/g]	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t [%]	Mg _t	Mn _t
02	-28	n.b.	9,81	4,80	n.b.	0,49	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-36	n.b.	11,60	4,92	n.b.	0,42	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-57	n.b.	12,85	4,30	n.b.	0,33	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-72	n.b.	20,63	4,15	n.b.	0,20	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
06	-100	n.b.	16,21	2,58	n.b.	0,16	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.



Bodenprofil 2.6: Pseudogley-Braunerde-Parabraunerde aus lösslehmhaltigen Fließerden über toniger Basislage aus Unterjura

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Rand der Unterjura-Verebnung im Grenzbereich Angulatensandstein-/Pylonotenton-Formation
Ort:	R: 35 01 081, H: 53 69 119 (TK 7520 Mössingen)
Nutzung:	Buche
Höhe:	486 m NN
Relief:	Hang (5 %, NNE)
Klima (Jahreswerte):	8,3 °C, 836 mm (Klimastationen Rottenburg-Kiebingen und Hechingen, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Pseudogley-Braunerde-Parabraunerde, mittel tief entwickelt</p> <p>WRB: Stagnic Luvisol (Endoclayic, Cutanic, Epidystric, Ochric, Amphiraptic, Episiltic)</p> <p>Humusform: Mullartiger Moder</p> <p>Geologie: Hauptlage (bis 37 cm u. Fl.) über Mittellage (bis 57 cm u. Fl.) auf Basislage (bis 90 cm u. Fl.) unterlagert von verwittertem Tonstein der Pylonotenton-Formation (Unterjura)</p> <p>Material: LH[3,juAS,juPT]/LM[3,juAS,juPT]/LB[0,juPT,juAS]</p> <p>Substrattyp: Grus führender Schluff (aus Tonstein und Löss) über Schuttton (aus Sand- und Tonstein) p-(z)u(^t,Lo)/p-nt(^s,^t)</p>
<p>Foto 17: Pseudogley-Braunerde-Parabraunerde aus lösslehmhaltigen Fließerden auf toniger Basislage.</p>	

Erklärungen

Das Profil am Rand der mit mehrschichtigem Lösslehm bedeckten Stufenfläche des Unterjuras, zeigt kurz vor der Hangkante und dem Übergang zum Stufenhang gelegen, eine insgesamt geringmächtige Ausbildung des periglaziären Deckschichtenpakets über den bereits in ca. 90 cm u. Fl. anstehenden Schlufftonsteinen der Pylonotenton-Formation (Unterer Unterjura). Dennoch lassen sich die drei Hauptelemente der Lagengliederung wiederfinden. Enthaltener Sandsteingrus der Angulatensandstein-Formation verdeutlicht, dass die obersten ca. 3 dm der liegenden Tonsteine noch solifluidal als Basislage verlagert wurden. Darüber liegt eine nur etwa 2 dm mächtige lösslehmhaltige Mittellage, die in ihrer Bewegung über die nur wenig oberhalb am Hang austreichende Angulatensandstein-Formation in erheblichem Umfang Sandsteinschutt aufgenommen hat und deshalb einen hohen Steingehalt aufweist. Im Hangenden schließlich folgt die schluffige Hauptlage mit deutlich geringerem Grobbodengehalt. Ihre Mächtigkeit entspricht dabei der für das Lösslehmprofil (2.5) angenommenen Tiefe des dortigen jungtundrenzeitlichen Auftaubodens. Verbraunung, Verlehmung und Tonverlagerung führten zur Bildung einer Braunerde-Parabraunerde. Wasserstau oberhalb der dichten tonigen Basislage bewirkte deutliche Pseudovergleyung. Die starke grau-oranger Fleckung des tonigen Unterbodens ist nur teilweise durch Redoximorphie im Zuge von Staunässe bedingt und zu einem nicht unerheblichen Teil auf Verwitterung der ursprünglich dunkelgrauen, Pyrit haltigen Tonsteine zurückzuführen.



Tab. 16: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.6

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grobboden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-5	Ah	Gr2	Lu	dunkelbraungrau (10YR 3/2), stark humos, Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-37	Bv-Al	Gr-X3	Lu	gelblichbraun (10YR 5/4), Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittelfeucht, Block- und Steinlage an Horizontbasis
03	-57	II Sdw-Bt	X4	Tu3	braun (7.5YR 5/6), Polyedergefüge, Toncutane, Bleichflecken, wenige Rostflecken und Fe-/Mn-Konkretionen, einzelne Mn-Überzüge auf Grus
04	-90	IIISd-P-ICv	Gr-X3	Tu2	orange-hellgrau gefleckt (10YR 5.5/8 und 2.5YR 7/1), Kohärentgefüge, dunkelorange Rostflecken (7.5YR 5/8), sehr schwach durchwurzelt, mittel feucht
05	>100	Sd-imCv	Gr-X0	Tu2	orange-hellgrau gefleckt (10YR 5.5/8 und 2.5YR 7/1), dicht, verwitterter Tonstein

Nr.	Tiefe [cm]	Körnung [Gew.-%], humusfrei									
		Grob.	gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Uges.	Sges.
01	0-5	n.b.	7,2	2,0	5,5	24,0	24,5	9,4	27,5	57,9	14,7
02	-37	n.b.	5,3	1,4	8,5	35,8	20,7	7,9	20,5	64,4	15,2
03	-57	n.b.	3,1	1,1	7,7	34,0	11,4	6,7	36,0	52,1	11,9
04	-90	n.b.	1,8	0,9	1,2	11,6	20,0	11,7	52,9	43,3	3,8

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
01	0-5	n.b.	0,0	6,36	0,35	18,2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-37	n.b.	0,0	1,02	0,05	20,4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-57	n.b.	0,0	0,29	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-90	n.b.	0,0	0,23	<0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL}	P _{CAL}
					[mmol./kg]					[mg/kg]		
01	0-5	4,2	193	103	65	9	3	<1	18	40	n.b.	n.b.
02	-37	4,0	59	41	5	2	1	<1	32	14	n.b.	n.b.
03	-57	4,2	103	95	35	24	2	<1	33	59	n.b.	n.b.
04	-90	4,0	136	129	29	29	3	<1	66	45	n.b.	n.b.

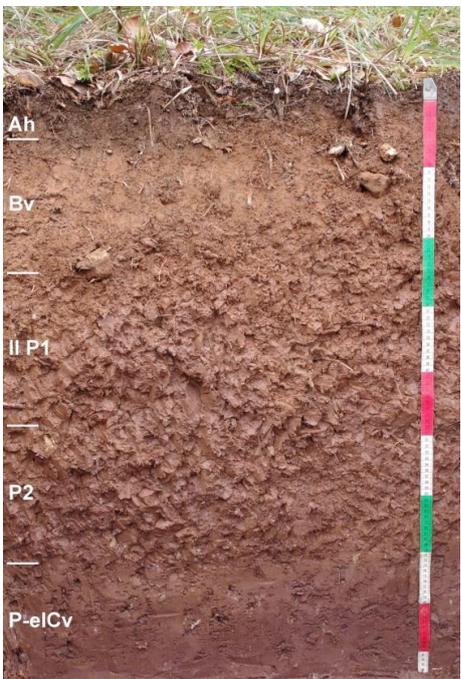
Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
01	0-5	n.b.	20,54	3,30	n.b.	0,16	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-37	n.b.	55,05	5,63	n.b.	0,10	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-57	n.b.	46,71	2,22	n.b.	0,05	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-90	n.b.	54,49	1,70	n.b.	0,03	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.



Bodenprofil 2.7: Pelosol-Braunerde aus geringmächtiger Lösslehm haltiger Fließerde über toniger Fließerde aus Material des Mittelkeupers

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Hänge im Keuperbergland im Ausstrichbereich toniger Gesteine des Mittelkeupers (Knollenmergel, Trossingen-Formation)
Ort:	R: 35 00 703, H: 53 68 228 (TK 7520 Mössingen)
Nutzung:	Fichte
Höhe:	457 m NN
Relief:	Hang (22 %, W)
Klima (Jahreswerte):	8,3 °C, 836 mm (Klimastationen Rottenburg-Kiebingen und Hechingen, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Pelosol-Braunerde, mäßig tief entwickelt (KA5) Braunerde-Pelosol, mäßig tief entwickelt (Ba-Wü)</p> <p>WRB: Eutric Vertic Cambisol (Katoclayic, Geoabruptic, Ochric)</p> <p>Humusform: Mullartiger Moder</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 24 cm u. Fl.) über Basislage (LB, über 110 cm u. Fl.)</p> <p>Material: LH[3,kmTr])LB[0,kmTr,juAS]</p> <p>Substrattyp: Flacher Grus führender Ton (aus Sandstein und Löss) über Grus führendem Ton (aus Sand- und Mergelstein) p-(z)t(^s,Lo)p-(z)t(^s,^mk)</p>
<p>Foto 18: Pelosol-Braunerde aus lösslehmhaltiger Hauptlage über toniger Basislage.</p>	

Erklärungen

Die abgebildete Pelosol-Braunerde (bzw. Ba-Wü: Braunerde-Pelosol) tritt weit verbreitet an den Hängen im Ausstrichbereich der mergelig-tonigen Gesteine des höheren Mittelkeupers auf (Knollenmergel, Trossingen-Formation). Klar zeigt sich anhand der bodenartlichen Unterschiede die geologische Schichtung aus einer relativ geringmächtigen schluffreichen Hauptlage im Hangenden und einer mächtigen Basislage, die hauptsächlich aus aufgearbeitetem Mergeltonsteinmaterial des Knollenmergels besteht. Beide führen zusätzlich Grobkomponenten aus der Angulatensandstein-Formation, die in der Basislage vereinzelt Blockgröße erreichen können und den etwa 30 m höher gelegenen Randbereichen der Unterjuravererbung entstammen. Auffällig ist die am Hang im weiteren Umkreis auftretende Vergesellschaftung mit typischen Pelosolen aus tonigen Basislagen bei völligem Fehlen von schluffigen Hauptlagen im Hangenden. Es ist davon auszugehen, dass die im Vergleich zu den Profilen 2.1 und 2.2 geringmächtige Hauptlage der Pelosol-Braunerde im Zuge mittelalterlicher und neuzeitlicher Nutzungseingriffe der Erosion ausgesetzt war.



Tab. 17: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.7

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-3	Ah	Gr1	Tu3	dunkelbraungrau (7.5YR 3/2.5), Krümel- bis Subpolyederggefüge, stark humos, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-24	Bv	Gr-X2	Tu3	hellrötlichbraun (5YR 5/4), Subpolyederggefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-53	IIP1	Gr-X3	Tt	rötlichbraun (5YR 4/4), Polyeder- bis Prismengefüge, schwach durchwurzelt, mittel feucht
04	-70	P2	Gr-X3	Tt	rötlichbraun (2.5YR 4/4), Polyeder- bis Prismengefüge, schwach durchwurzelt, mittel feucht
05	>100	P-elCv	Gr-X3	TI	violettstichig dunkelbraun (2.5YR 3/4), Kohärentgefüge, dicht, sehr schwach durchwurzelt, mittel feucht

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	gS	mS	Körnung [Gew.-%], humusfrei						Sges.
					fS	gU	mU	fU	T	Uges.	
01	0-3	n.b.	2,0	2,1	3,8	17,8	25,7	15,7	33,0	59,2	7,9
02	-24	n.b.	1,6	2,3	4,4	16,0	25,2	17,4	33,1	58,6	8,3
03	-53	n.b.	0,6	0,5	1,8	5,5	8,6	9,1	73,8	23,2	2,9
04	-70	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	>100	n.b.	4,2	2,0	5,7	8,2	14,1	14,4	51,4	18,4	7,0

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
02	-24	n.b.	0,0	1,17	0,08	14,6	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-53	n.b.	0,0	0,52	0,07	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-70	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	>100	n.b.	3,3	0,51	0,07	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL} [mg/kg]	P _{CAL} [mg/kg]
01	0-3	4,6	311	190	150	18	4	<1	4	55	n.b.	n.b.
02	-24	3,8	137	118	36	15	1	<1	63	38	n.b.	n.b.
03	-53	5,2	n.b.	384	250	95	6	2	<1	100	n.b.	n.b.
04	-70	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	>100	7,5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d [mg/g]	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
01	0-3	n.b.	22,29	6,96	n.b.	0,31	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-24	n.b.	29,08	8,29	n.b.	0,29	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-53	n.b.	26,33	2,96	n.b.	0,11	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-70	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	>100	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.



Bodenprofil 2.8: Braunerde aus lösslehmhaltiger Fließerde über toniger Fließerde aus Material des Unteren Mitteljuras

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Anstieg des Albvorlands im Ausstrichbereich der Opalinuston-Formation (Unterer Mitteljura)
Ort:	R: 35 07 904, H: 53 66 074 (TK 7520 Mössingen)
Nutzung:	Buche
Höhe:	488 m NN
Relief:	Konvexe Hangversteilung (24 %, W)
Klima (Jahreswerte):	8,3 °C, 836 mm (Klimastationen Rottenburg-Kiebingen und Hechingen, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Braunerde, mittel tief entwickelt (KA5) Pelosol-Braunerde, pseudovergleyt, mäßig tief entwickelt (Ba-Wü)</p> <p>WRB: Orthostryic Cambisol (Endoclayic, Geoabruptic, Epiloamic, Ochric, Protostagnic, Protovertic)</p> <p>Humusform: Typischer Mull</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 53 cm u. Fl.) über Basislage (LB, bis 105 cm u. Fl.) auf mäßig verwittertem Tonstein der Opalinuston-Formation</p> <p>Material: LH[3,jmOPT]/LB[0,jmOPT]</p> <p>Substrattyp: Grus führender Schluff (aus Sandstein und Löss) über Grus führendem Ton (aus Sand- und Tonstein) p-(z)u(^s,Lo)/p-(z)t(^s,^t)</p>
<p>Foto 19: Braunerde aus lösslehmhaltiger Hauptlage über toniger Basislage.</p>	

Erklärungen

Der anstehende Untergrund besteht aus den dunklen, schon durch Verwitterungsvorgänge überprägten Tonsteinen der Opalinuston-Formation. Ab 105 cm u. Fl. macht sich eine laterale solifluidale Bewegungskomponente durch kleineren plattigen Sandsteingrus bemerkbar (Basislage). Auffällig ist die Schichtgrenze zur überlagernden Hauptlage, welche durch eine sohlenförmige Anreicherung von z. T. größeren Feinsandsteinplatten markiert wird, die von einer wahrscheinlich nur wenig oberhalb am Hang ausstreichenden dünnen Kalksandsteinbank stammen. Neben dieser markant ausgebildeten Schichtgrenze wird die Hauptlage v. a. durch ihren auf äolischen Eintrag zurückzuführenden Grobschluffgehalt gegenüber der schwach schluffig-tonigen Basislage ausgewiesen. Während der holozänen Pedogenese formte sich in der Hauptlage eine Braunerde, während die tonige Basislage durch eine intensive Gefügebildung gekennzeichnet ist (Polyeder, z. T. Prismen). Die auffällige hellgrau-braunorange Fleckung in der Basislage sowie im Übergang zu den anstehenden dunkelgrauen Tonsteinen ist auf Oxidation und Umverteilung von im Tonstein enthaltenem feinverteiltem Pyrit unter Verwitterungseinfluss zurückzuführen und ist kein Indiz für Staunässe. Die ungewöhnlich niedrigen pH-Werte im Unterboden sind ebenfalls durch die FeS₂-Führung und daraus folgende Bildung von H₂SO₄ zu erklären.



Tab. 18: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.8

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-4	Ah	Gr1	Tu3	bräunlichschwarz (10YR 2.5/2), stark humos, Krümel- bis Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-53	Bv	Gr-X2	Lu	gelblichbraun (10YR 5/6), schwach humos, Subpolyedergefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht, dünnplattige Feinsandsteine an Horizontbasis
03	-105	IISwd-P	Gr2	Tu2	braungraufleckig (10YR 5/6 u. 2.5YR 7/1), stellenweise kleine leuchtend rötlichbraune Flecken (7.5YR 5/8), Polyedergefüge, schwach durchwurzelt, mittel feucht
04	-130	IIISd-P-mCv	Gr0	Tu2	grau (N4/0), einzelne kleine Rostflecken und -schlieren, Kohärentgefüge, sehr schwach durchwurzelt, mittel feucht
05	>155	imCv	-	-	dunkelgrau, mäßig verwitterter Tonstein, stellenweise kleine Rostflecken

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	Körnung [Gew.-%], humusfrei								T	Uges.	Sges.
			gS	mS	fS	gU	mU	fU					
01	0-4	n.b.	1,9	0,9	3,5	23,9	24,7	12,0	33,1	60,6	6,3		
02	-53	n.b.	2,8	1,2	5,0	25,6	23,2	12,9	29,2	61,8	9,0		
03	-105	n.b.	1,7	1,3	1,9	14,7	20,0	9,6	50,9	44,3	4,8		
04	-130	n.b.	3,1	2,1	2,2	10,5	20,7	10,7	50,8	41,9	7,4		

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
02	-53	n.b.	0,0	0,9	<0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-105	n.b.	0,0	0,4	<0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-130	n.b.	0,0	0,5	<0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL}	P _{CAL}
01	0-4	3,3	399	138	24	11	3	<1	81	9	n.b.	n.b.
02	-53	3,5	117	76	5	3	1	<1	66	8	n.b.	n.b.
03	-105	3,6	186	142	61	24	3	<1	55	47	n.b.	n.b.
04	-130	3,6	212	118	91	25	<1	<1	2	55	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
02	-53	n.b.	29,4	6,3	n.b.	0,21	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-105	n.b.	39,5	5,5	n.b.	0,14	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-130	n.b.	33,3	7,6	n.b.	0,23	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.



Bodenprofil 2.9: Braunerde über Terra fusca aus geringmächtiger lösslehmhaltiger Fließerde über Fließerde aus Kalksteinschutt

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Mittlere Schwäbische Alb, Schichtflächenalb
Ort:	R: 35 04 848, H: 53 59 416 (TK 7620 Jungingen)
Nutzung:	Buche, Tanne, Eiche
Höhe:	831 m NN
Relief:	Flachhang (3 %, NE)
Klima (Jahreswerte):	5,8 °C, 902 mm (Klimastation Trochtelfingen, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Flache Braunerde über Terra fusca, lessiviert, mittel tief entwickelt (KA5) Braunerde-Terra fusca, lessiviert, mittel tief entwickelt (Ba-Wü)</p> <p>WRB: Endocalcaric Endoskeletal Luvisol (Anoclayic, Protocutanic, Ochric, Epiraptic)</p> <p>Humusform: Typischer Mull</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 27 cm u. Fl.) über Basislage (LB, bis 65 cm u. Fl) auf Kalkstein</p> <p>Material: (LH[3,joMK])LB [0,joMK]/LB2[0,joMK]</p> <p>Substrattyp: Flacher Ton (aus Löss und Residualton) über Schuttton (aus Kalkstein und Residualton) über Verwitterungcarbonattonschutt (aus Residualton und Kalkstein) p-t(Lo,Tr)\p-zt(^k,Tr)/c-etn(Tr,^k)</p>
<p>Foto 20: Braunerde über Terra fusca aus lösslehmhaltiger Hauptlage über Basislage aus Kalksteinschutt.</p>	

Erklärungen

Ausgangsmaterial für den periglaziären Schutt an der Basis des Profils sind die durch dünne Mergelfugen (wenige mm) getrennten Kalksteinbänke (85 – 95 % CaCO₃) des Unteren Oberjuras. Gut erkennbar ist im unteren Teil kryoturbate Umlagerung, die nach oben in eine laterale, solifluidale Bewegung überzugehen scheint (Basislage). In den am Ende der letzten Kaltzeit im Schutt oberflächlich entwickelten Auftauboden erfolgte die Einwehung von äolischem Material. Mit der im Holozän einsetzenden stärkeren Bodenbildung wurde der mit äolischem Material verdünnte Schutt durch Entkalkung, Verbraunung, Verlehmung sowie durch Residualtonfreisetzung und -anreicherung aus dem Lösen der Kalksteinkomponenten pedogen geprägt. Durch letzteres erfolgte zugleich ein Volumen- und damit Mächtigkeitsverlust in der Hauptlage. Die holozäne Bodenbildung hat zudem noch in den oberen Abschnitt der ausschließlich aus mergeligem Kalksteinmaterial bestehenden Basislage intensiv eingegriffen und i. W. durch Kalklösung und Residualtonanreicherung zur Bildung eines geringmächtigen Tv-Horizonts geführt, in den etwas Ton aus dem hangenden Bv-Horizont eingespült wurde. Der Tongehalt des IIBt-Tv-Horizonts erreicht dabei nicht ganz einen Wert, wie er aufgrund der Korngrößenzusammensetzung des Kalklösungsrückstands der gebankten Fazies der Oberjurakalke zu erwarten ist (73 – 87 % Ton, KNOBLAUCH & WEISKIRCHNER 1979). Der relativ geringe Carbonatgehalt und die erkennbare Eisenfreisetzung im liegenden Schutt ist u. U. auf ältere, präholozäne Verwitterung zurückzuführen.



Tab. 19: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.9

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-6	Ah	Gr0	Tu3	dunkelgraubraun (10YR 3/3), stark humos, Krümelgefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-27	Al-Bv	Gr0	Tu2	gelblichbraun (10YR 5/6), schwach humos, Subpolyedergefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-37	IIbT-Tv	Gr1	Tt	leuchtend braun (7.5YR 5/7), feines Polyedergefüge, schwache Toncutane, schwach durchwurzelt, mittel feucht
04	-65	T-ICv	Gr-X4	Tt	gelblichbraun (10YR 5/8), Kohärent- bis Polyedergefüge, carbonatarm bis schwach carbonathaltig, schwach durchwurzelt, mittel feucht
05	>70	IIIT-cmCv	X5	Tt	gelblichbraun (10YR 5/8), Kohärentgefüge, schwach carbonathaltig, mittelfeucht

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	gS	mS	Körnung [Gew.-%], humusfrei					T	Uges.	Sges.
					fS	gU	mU	fU				
01	0-6	n.b.	0,3	0,4	1,6	15,5	24,9	16,0	41,3	56,4	2,3	
02	-27	n.b.	0,1	0,2	1,5	15,1	21,2	15,0	46,9	51,3	1,8	
03	-37	n.b.	0,1	0,1	0,8	8,3	13,6	10,3	66,8	32,2	1,0	
04	-65	n.b.	1,0	0,5	0,7	7,0	11,0	9,5	70,4	27,5	2,2	

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
01	0-6	n.b.	0,0	7,7	0,5	15,4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-27	n.b.	0,0	1,6	0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-37	n.b.	0,0	1,1	0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-65	n.b.	1,4	1,2	0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL}	P _{CAL}
					[mmol _c /kg]					[mg/kg]		
01	0-6	4,3	350	208	164	12	4	<1	17	51	n.b.	n.b.
02	-27	3,8	226	172	93	6	2	<1	71	45	n.b.	n.b.
03	-37	4,8	332	325	318	1	4	<1	<1	97	n.b.	n.b.
04	-65	7,0	390	n.b.	344	2	<1	<1	<1	100	n.b.	n.b.

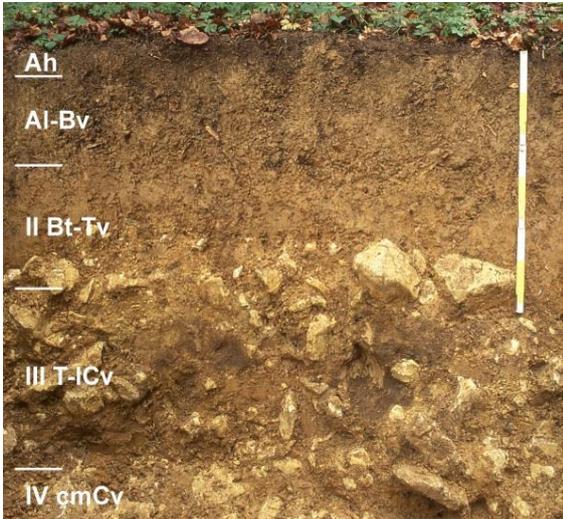
Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
01	0-6	n.b.	20,6	3,7	n.b.	0,18	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-27	n.b.	25,9	3,7	n.b.	0,14	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-37	n.b.	34,1	2,9	n.b.	0,09	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-65	n.b.	39,6	2,3	n.b.	0,06	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.



Bodenprofil 2.10: Braunerde über Terra fusca aus geringmächtiger lösslehmhaltiger Fließerde über Fließerde aus Residualton

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Mittlere Schwäbische Alb, Kuppenalb
Ort:	R: 35 22 055, H: 53 44 322 (TK 7520 Mössingen)
Nutzung:	Buche
Höhe:	772 m NN
Relief:	Flachhang (7 %, WSW)
Klima (Jahreswerte):	5,8 °C, 902 mm (Klimastation Trochtelfingen, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Flache Braunerde über Terra fusca, lessiviert, mittel tief entwickelt (KA5) Braunerde-Terra fusca, lessiviert, mittel tief entwickelt (Ba-Wü)</p> <p>WRB: Endocalcaric Endoskeletal Luvisol (Epiclayic, Protocutanic, Ochric, Epiraptic)</p> <p>Humusform: Typischer Mull</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 27 cm u. Fl.) über Basislagen (LB1, bis 54 cm u. Fl. und LB2, bis 90 cm u. Fl.)</p> <p>Material: (LH[3,joMK])LB1[0,joMK]/LB2[0,joMK]</p> <p>Substrattyp: Flacher Ton (aus Residualton und Löss) über Ton (aus Residualton) über tiefem Carbonatlehmschutt (aus Kalkstein) p-t(Tr,Lo)\p-t(Tr)//p-eln(^k)</p>
<p><i>Foto 21: Braunerde über Terra fusca aus lösslehmhaltiger Fließerde über Basislage aus Residualton.</i></p>	

Erklärungen

Das Profil weist eine deutliche geologische Schichtung auf. Über verwittertem, anstehendem Kalkstein (IVcmCv) folgt grober Kalksteinschutt, in dem u. a. durch steil gestellte und lateral eingeregeltere Steine der Einfluss von periglaziären Regelations- und Verlagerungsvorgängen deutlich wird. Auffällige manganschüssige Quarzsandlinsen weisen zudem auf Einspülungen aus Karstschlottenfüllungen hin. Überlagert wird diese grobe Basislage von einer Fließerde, die aus Residualton besteht (Basislage 1). Auch deuten Bohnerze hier darauf hin, dass das Material teilweise aus mit den Umlagerungsprodukten fossiler tropischer Böden verfüllten Karstschlotten in der näheren Umgebung stammt. Das durch den solifluidalen Fließvorgang aufgearbeitete frische Kalksteinmaterial wurde vermutlich durch holozäne Lösung eliminiert. In der Jüngerer Tundrenzeit formte sich im damaligen Auftauboden die Hauptlage durch äolischen Eintrag und Aufarbeitung von liegendem Residualton. Die holozäne Bodenbildung führte zur Entwicklung einer Braunerde, aus der Ton in den liegenden, gut aggregierten T-Horizont eingespült wurde (IIBt-Tv).



Tab. 20: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.10

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grobboden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-5	Ah	Gr0	Tu3	dunkelgraubraun (10YR 3/2.5), stark humos, Krümelgefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-27	Al-Bv	Gr0	Tu3	fahl gelblichbraun (10YR 5/4), schwach humos, Subpolyedergefüge, Regenwurmgänge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-54	IIBt-Tv	(X4)	Tt	leuchtend rötlichbraun (7.5YR 5/6), Polyedergefüge, schwache Toncutane (10YR 3.5/4), unteres Horizontdrittel mit hohem Steingehalt, Regenwurmgänge, mittel durchwurzelt, mittel feucht, zungen- bzw. taschenförmige Horizontuntergrenze
04	-90	IIIT-ICv	X4,Gr4	Lt3	hellgelbbraun (10YR 6/6), karbonatreich, Kohärentgefüge, schwach durchwurzelt, mittel feucht
05	>105	IVcmCv	-	-	Kalkstein, verwittert

Nr.	Tiefe [cm]	Grob.	gS	mS	Körnung [Gew.-%], humusfrei						
					fS	gU	mU	fU	T	Uges.	Sges.
01	0-5	n.b.	1,4	2,4	1,8	22,0	27,3	11,8	33,3	61,1	5,6
02	-27	n.b.	1,0	1,6	1,5	26,0	25,9	12,3	31,7	64,2	4,1
03	-54	n.b.	1,5	3,7	1,6	7,8	7,6	7,3	70,5	22,7	6,8
04	-90	n.b.	2,0	2,0	22,1	26,3	6,6	4,4	36,6	37,3	26,2

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK	nFK	TW
01	0-5	0,72	0,0	6,3	0,45	13,8	n.b.	73	28,8	20,5	23,7
02	-27	1,39	0,0	0,9	0,08	12,3	n.b.	47	12,3	9,9	24,8
03	-54	1,31	0,0	0,8	0,08	9,8	n.b.	51	4,7	6,8	39,5
04	-90	n.b.	46,1	0,6	0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL}	P _{CAL}
					----- [mmol/kg] -----							
01	0-5	5,3	316	192	166	17	5	1	<1	60	125	13
02	-27	4,3	158	105	67	4	2	1	29	47	17	5
03	-54	5,7	374	331	311	11	7	1	<1	100	58	4
04	-90	7,3	290	n.b.	279	5	5	<1	0	100	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d [mg/g]	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	Ti _t	Zr _t	Ti/Zr
01	0-5	n.b.	20,4	5,6	n.b.	0,27	n.b.	n.b.	33,3	6,8	3,3	0,71	0,04	16,2
02	-27	n.b.	20,0	4,1	n.b.	0,21	n.b.	n.b.	35,2	7,8	3,3	0,75	0,05	16,0
03	-54	n.b.	36,7	2,1	n.b.	0,06	n.b.	n.b.	26,2	12,6	7,2	0,67	0,03	27,0
04	-90	n.b.	20,0	0,8	n.b.	0,04	n.b.	n.b.	15,7	6,5	5,4	0,28	0,01	33,6



Bodenprofil 2.11: Parabraunerde-Terra fusca aus geringmächtiger lösslehmhaltiger Fließerde über steinigem Dolomitsteinzerfall

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Mittlere Schwäbische Alb, Kuppenalb
Ort:	R: 35 22 087, H: 53 45 464 (TK 7721 Gammertingen)
Nutzung:	Fichte
Höhe:	786 m NN
Relief:	Flachhang (4 %, SE)
Klima (Jahreswerte):	5,8 °C, 902 mm (Klimastation Trochtelfingen, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Parabraunerde-Terra fusca, mittel tief entwickelt</p> <p>WRB: Endodolomitic Endoskeletal Abrupt Luvisol (Amphiclayic, Cutanic, Orchric, Epiraptic)</p> <p>Humusform: Mullartiger Moder</p> <p>Geologie: Hauptlage (bis 23 cm u. Fl.) über periglaziär aufgelockertem Dolomitstein</p> <p>Material: (LH[3; joMK])/joMK, ^dc,z3,t</p> <p>Substrattyp: Flacher Ton (aus Löss und Residualton) über Ton (aus Residualton) über Schuttcarbonatton (aus Dolomitstein und Residualton) p-t(Lo,Tr)p-t(Tr)/p-net(^d,Tr)</p>
<p>Foto 22: Parabraunerde-Terra fusca aus lösslehmhaltiger Hauptlage über Dolomitsteinzerfall.</p>	

Erklärungen

Das Ausgangsmaterial der am Standort ausgewiesenen Parabraunerde-Terra fusca zeigt eine klare geologische Schichtung. Das Liegende besteht aus grobem, vermutlich periglaziär aufgelockertem Dolomitsteinzerfallsmaterial und wird im Hangenden von einer gut 2 dm mächtigen, mit äolischem Schluff angereicherten Hauptlage überdeckt. Die Mächtigkeit der Hauptlage war während ihrer Bildung in der Jüngeren Tundrenzeit sicher etwas größer, sie wurde jedoch durch holozäne Karbonatlösung und der daraus resultierenden Beseitigung der Gesteinskomponenten verringert. Pedogenetisch wurde das Profil neben der Bildung einer Braunerde in der Hauptlage durch Residualtonanreicherung und der Bildung eines geringmächtigen T-Horizonts geprägt. Nachfolgend fand eine Tonauswaschung aus dem Bv-Horizont in den polyedrisch aggregierten T-Horizont statt. Die schwach humose Ausbildung des Bv-Horizonts und die humos-dunkelbraunen Toncutane im Bt-T-Horizont lassen auf frühere Beackerung des Standorts schließen.



Tab. 21: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.11

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-3	Ah	Gr0	Tu3	schwarzbraun (10YR 3/2), stark humos, Krümel- bis Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-23	Al-Bv	Gr0	Tu3	gelblichbraun (10YR 5/6), schwach humos, Subpolyedergefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-34	IIBt-T	Gr1	Tt	gelbbraun (10YR 5/8), Polyedergefüge, braune Toncutane (10YR 4/4), schwach durchwurzelt, mittel feucht
04	>80	T-clCv	X4,Gr3	Tu2	leuchtendgelbbraun (10YR 6/8), karbonatreich, schwach durchwurzelt, mittel feucht

Nr.	Tiefe [cm]	Körnung [Gew.-%], humusfrei									
		Grob.	gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Uges.	Sges.
01	0-3	n.b.	1,3	0,5	1,7	19,2	26,3	9,2	41,9	54,7	3,5
02	-23	n.b.	0,6	0,4	1,7	19,8	27,5	9,7	40,2	57,0	2,8
03	-34	n.b.	0,3	0,1	0,4	3,7	5,6	3,4	86,5	12,7	0,8
04	>80	n.b.	2,3	7,5	8,1	18,3	8,1	4,1	51,7	30,5	17,8

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
01	0-3	n.b.	0,0	6,9	0,4	16,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-23	n.b.	0,0	1,4	0,1	11,5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-34	n.b.	0,0	0,9	0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	>80	n.b.	22,2	0,5	<0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL}	P _{CAL}
					[mmol _c /kg]					[mg/kg]		
01	0-3	5,2	348	282	247	12	3	2	1	76	n.b.	n.b.
02	-23	4,3	187	130	103	3	1	1	16	64	n.b.	n.b.
03	-34	6,0	322	396	386	4	5	2	<1	100	n.b.	n.b.
04	>80	7,3	207	n.b.	199	1	<1	<1	<1	100	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	Fe _t	Fe _d [mg/g]	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
01	0-3	n.b.	25,8	5,4	n.b.	0,21	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-23	n.b.	31,0	5,8	n.b.	0,19	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-34	n.b.	60,9	2,9	n.b.	0,05	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	>80	n.b.	71,0	0,5	n.b.	0,01	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.



Bodenprofil 2.12: Terra fusca-Parabraunerde aus lösslehmreichen Fließerden über Fließerde aus Residualton

Standortbeschreibung

Vorkommen/Verbreitung:	Mittlere Schwäbische Alb, Kuppenalb
Ort:	R: 35 22 155, H: 53 45 377 (TK 7721 Gammertingen)
Nutzung:	Fichte
Höhe:	786 m NN
Relief:	Flacher Unterhang (2 %, SE)
Klima (Jahreswerte):	5,8 °C, 902 mm (Klimastation Trochtelfingen, DWD 1961 – 1990)

	<p>Profilkennzeichnung</p> <p>Bodentyp: Terra fusca-Parabraunerde, tief entwickelt</p> <p>WRB: Abruptic Luvisol (Katoclayic, Cutanic, Ochric, Amphiraptic, Episiltic)</p> <p>Humusform: Mullartiger Moder</p> <p>Geologie: Hauptlage (LH, bis 38 cm u. Fl.) über Mittellage (LM, bis 68 cm u. Fl.) auf Basislage aus Residualton (LB, bis 100 cm u. Fl.), unterlagert von verwittertem Dolomitstein</p> <p>Material: LH[4; joMuZD]/LM[3; joMuZD]/LB[0; joMuZD]</p> <p>Substrattyp: Ton (aus Residualton und Löss) über Ton (aus Residualton) über tiefem Schuttton (aus Dolomitstein und Residualton) p-t(Tr,Lo)/p-t(Tr)//p-nt(^d,Tr)</p>
<p>Foto 23: Terra fusca-Parabraunerde aus lösslehmreichen Fließerden über Fließerde aus Residualton.</p>	

Erklärungen

Das Profil setzt an der Basis mit aufgelockertem, vermutlich anstehendem Dolomitstein ein. Darüber folgt leuchtend braungelber, wahrscheinlich solifluidal verlagerter Residualton mit extrem hohem Tongehalt (IIIT), der von Fließerdematerial mit deutlicher, ölisch-schluffiger Beimengung abgelöst wird. An der Basis zeigt dieses durch die Aufarbeitung des liegenden Residualtons ebenfalls noch einen sehr hohen Tonanteil (68 – 92 cm u. Fl.), der nach oben zugunsten des Schluffgehalts deutlich abnimmt (38 – 68 cm u. Fl.). Gleichwohl weist auch hier ein relativ hoher Tonanteil auf eine deutliche Residualtonbeimengung hin. Im Hangenden schließt das Deckschichtenprofil mit einer schluffreichen Hauptlage ab (0 – 38 cm u. Fl.). Pedogen wurde das Bodenprofil deutlich durch Lessivierung und Tonverlagerung geprägt, die bis in den unteren Abschnitt der Mittellage reicht, wo die kräftig braunen Toncutane auf den Aggregatflächen einen auffälligen Kontrast zur leuchtend braungelben Farbe der Matrix bilden. Der schluffige, tonverarmte Oberboden (Bv-Al) ist durch Windwurf teilweise etwas gestört und eine schwach humose Ausbildung ist vermutlich auf eine frühere Beackerung des Flachhangs zurückzuführen.



Tab. 22: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.12

Nr.	Tiefe [cm]	Horizont	Grob-boden	Bodenart KA5	Beschreibung
01	0-4	Ah	Gr0	Tu4	schwarzbraun (10YR 3/2), stark humos, Krümelgefüge, stark durchwurzelt, mittel feucht
02	-38	Bv-Al	Gr0	Tu4	fahlgelblichbraun (10YR 5/4), schwach humos, Subpolyedergefüge, mittel durchwurzelt, mittel feucht
03	-68	IIbvt	Gr0	Tu3	braun (7.5YR 4/4), Subpolyeder- bis Polyedergefüge, Toncutane, mittel durchwurzelt, mittel feucht
04	-92	Bt-T	Gr0	Tt	leuchtend braungelb (10YR 5/8), Polyedergefüge, braune Toncutane (10YR 4/4), schwach durchwurzelt, mittel feucht
05	-100	IIIT	Gr1-2	Tt	leuchtend braungelb (10YR 5/8), Kohärent- bis Polyedergefüge, schwach durchwurzelt
06	>115	IVT-ICv	X4, Gr3	TI	leuchtend bräunlichgelb (10YR 5.5/8), Kohärentgefüge, stark karbonathaltig, sehr schwach durchwurzelt, mittel feucht

Nr.	Tiefe [cm]	Körnung [Gew.-%], humusfrei									
		Grob.	gS	mS	fS	gU	mU	fU	T	Uges.	Sges.
01	0-4	n.b.	0,6	0,4	1,2	27,0	33,6	11,3	25,9	72,0	2,1
02	-38	n.b.	0,5	0,4	1,2	26,5	34,2	12,0	25,2	72,7	2,1
03	-68	n.b.	0,6	0,5	0,9	21,0	24,4	10,6	42,1	55,9	2,0
04	-92	n.b.	0,1	0,2	0,4	7,5	11,4	2,5	78,0	21,4	0,7
05	-100	n.b.	0,1	0,2	0,5	0,0	3,1	1,2	95,0	4,2	0,8

Nr.	Tiefe [cm]	TRG [kg/L]	CaCO ₃ [%]	C _{org.} [%]	N _t [%]	C/N	kf [cm/d]	GPV	LK [Vol.-%]	nFK	TW
01	0-4	n.b.	0,0	5,7	0,4	9,8	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-38	n.b.	0,0	0,9	0,1	1,6	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-68	n.b.	0,0	0,4	<0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-92	n.b.	0,0	0,4	<0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-100	n.b.	0,7	0,3	<0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Nr.	Tiefe [cm]	pH CaCl ₂	KAK pot.	KAK eff.	austauschbare Kationen					Basen-Sätt. [%]	Nährstoffe	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H+Al		K _{CAL}	P _{CAL}
					[mmol _e /kg]					[mg/kg]		
01	0-4	3,7	266	112	38	5	1	2	52	17	n.b.	n.b.
02	-38	3,7	120	69	5	2	1	1	57	8	n.b.	n.b.
03	-68	4,2	195	147	108	7	3	1	27	79	n.b.	n.b.
04	-92	5,4	307	285	273	6	5	2	<1	93	n.b.	n.b.
05	-100	6,7	298	370	359	5	5	1	<1	100	n.b.	n.b.

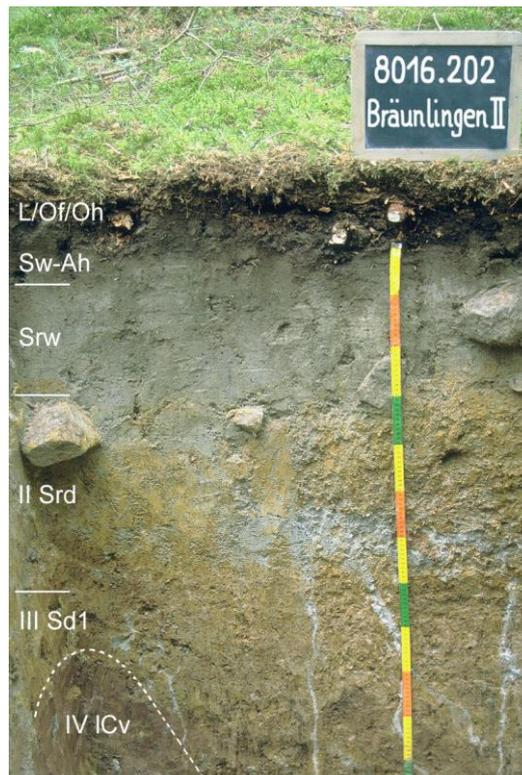
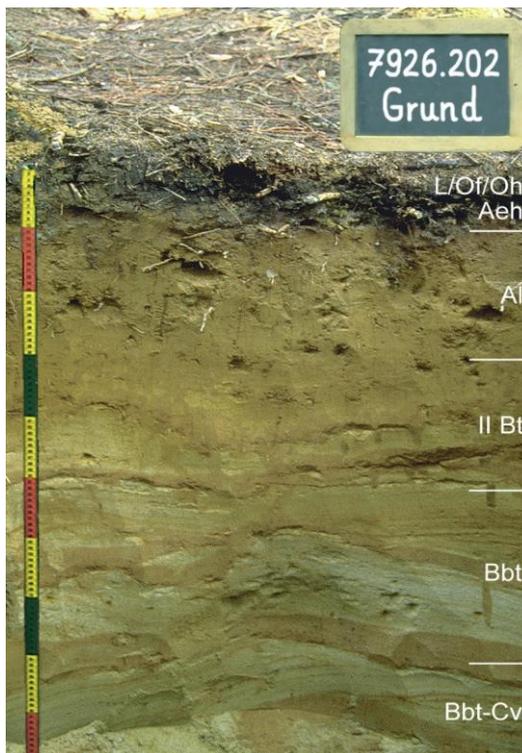
Nr.	Tiefe cm	Fe _t	Fe _d	Fe _o	Fe _{d/t}	Fe _{o/d}	Al _d	Al _o	Si _t	Al _t	Fe _t	K _t	Mg _t	Mn _t
01	0-4	n.b.	11,8	4,7	n.b.	0,39	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
02	-38	n.b.	13,4	4,5	n.b.	0,33	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
03	-68	n.b.	26,1	3,2	n.b.	0,12	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
04	-92	n.b.	43,1	1,8	n.b.	0,04	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
05	-100	n.b.	77,8	0,9	n.b.	0,01	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

8 Anwendung der Lagengliederung außerhalb des Exkursionsgebiets

Die während des Workshops vorgestellten Profile repräsentieren die Verhältnisse in den drei benachbarten Bodenlandschaften Keuperbergland, Albvorland und Schwäbische Alb. Die Ausprägung der Lagen weist landschaftsübergreifende Parallelen hinsichtlich der Mächtigkeit, äolischen Anteilen und Verbreitung verschiedener Lagenkombinationen (LH über Festgestein, LH über LB sowie LH über LM und LB) auf. Innerhalb der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft lassen sich diese Gemeinsamkeiten auch in ähnlicher Weise in den anderen Bodenlandschaften finden. Differenzierend wirkt meist der Einfluss der anstehenden Festgesteine und ihrer Verwitterungsprodukte, welche neben den äolischen Anteilen die Zusammensetzung des Ausgangssubstrates bestimmen. Profilbeispiele aus verschiedenen Landschaften außerhalb des Exkursionsgebietes, die alle eine 4 – 5 dm mächtige Hauptlage über einer Mittellage, Basislage oder verschiedenen Locker- und Festgesteinen erkennen lassen, zeigen die Fotos 24 bis 33.

Selbst in den Quartärlandschaften Oberschwabens (KÖSEL 1996) und entlang des Oberrheins mit glazigenen bzw. fluviatilen und äolischen Ablagerungen greift die Lagengliederung. Auf den ausgedehnten Niederterrassenflächen des Rheins, die teilweise von Flugsanden überdeckt sind, lässt sich die Hauptlage aufgrund geringerer Kiesgehalte und höherer Schluffgehalte oder durch die solimixtive Durchmischung von Sedimentstrukturen im ehemaligen Auftaubereich identifizieren (Fotos 31 und 33). Ein Profilbeispiel aus dem Alpenvorland mit einer Hauptlage und würmzeitlichem Geschiebemergel zeigt Foto 29.

Oberlagen sind immer wieder in Steillagen des Schwarzwalds und auf der Schwäbischen Alb unterhalb von Felsdurchragungen anzutreffen (Fotos 34 und 35). Die Oberlagen bestehen meist aus lockerem Schutt mit vielen Hohlräumen, die nur teilweise mit Feinerde oder organischem Material verfüllt sind. Bodentypologisch sind diese Schuttböden als Skeletthumusböden anzusprechen. Die steile Lage, das extrem steinige Material sowie rezente Schuttbewegungen unterbinden häufig eine stärkere Vegetationsentwicklung. Wo dennoch Waldbestände gedeihen, reichen die Wurzeln bis in unterlagernde, stärker entwickelte Böden aus schuttärmeren Substraten. Laut KA5 kann die Oberlage im periglazialen Milieu in den Hochlagen der Mittelgebirge bis ins beginnende Holozän entstanden sein. Ähnliche Bildungen sind aus holozänen Umlagerungsprozessen hervorgegangen und nur schwer von der Oberlage zu unterscheiden.



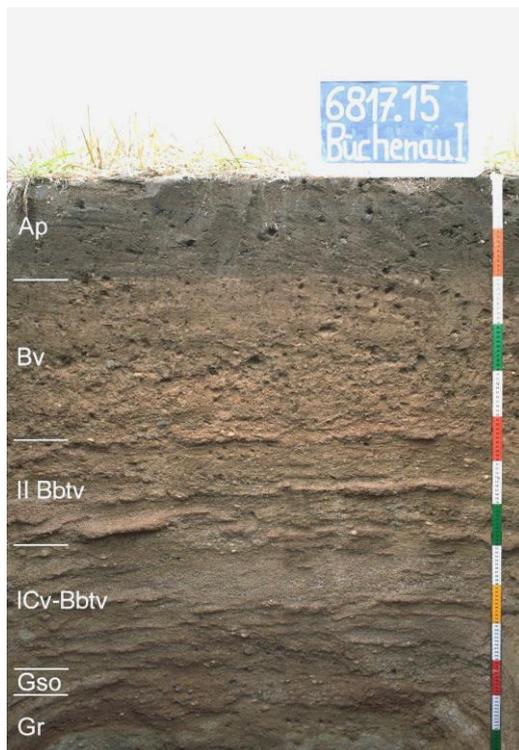
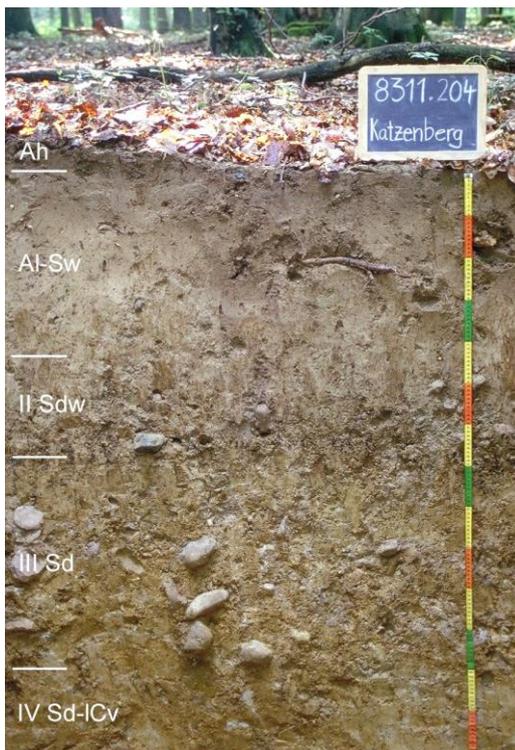
--- Fotos von links oben nach rechts unten ---

Foto 24: Pseudovergleyte Pelosol-Braunerde aus lösslehmreicher Hauptlage über tonreicher Basislage aus Sand- und Tonstein des Unteren Muschelkalks (Vorbergzone des Schwarzwalds bei Ettenheim).

Foto 25: Podsolige Parabraunerde mit Tonbändern im Unterboden aus lösslehmarmen Hauptlage über sandiger Oberer Süßwassermolasse (Tertiärhügelland bei Biberach a. d. Riß).

Foto 26: Braunerde aus lösslehmarmen Hauptlage über schuttreicher, dichtgelagerter Basislage aus Gneisverwitterung (Steilhänge im Grundgebirgs-Schwarzwald bei Freiburg i. Br.).

Foto 27: Stagnogley aus Haupt- über Mittellage, beide lösslehmarm, auf Schwemmsediment und tonreicher Basislage aus Oberem Buntsandstein.



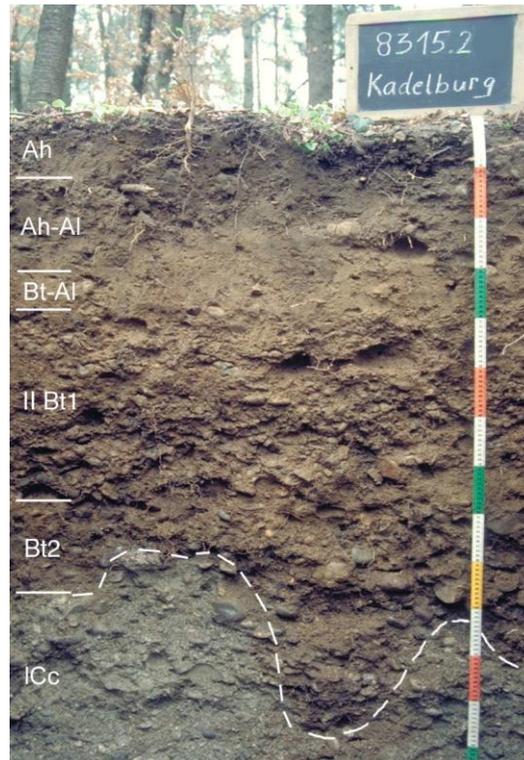
--- Fotos von links oben nach rechts unten ---

Foto 28: Pseudogleyte Parabraunerde-Braunerde aus lösslehmreicher Hauptlage über schutt-führender Mittellage auf Oberem Buntsandstein (flache Scheitelbereiche und Verebnungen im Oberen Buntsandstein südlich von Heidelberg).

Foto 29: Podsoliger Pseudogley aus Hauptlage über würmzeitlichem Geschiebemergel (Westallgäuer Hügelland südwestlich von Leutkirch).

Foto 30 Parabraunerde-Pseudogley aus Hauptlage über Mittellage, beide lösslehmreich, auf alt-pleistozänem Schotter (Erhebungen im Markgräfler Tertiärhügelland bei Kandern).

Foto 31: Bänderbraunerde mit Vergleyung im nahen Untergrund aus lösslehmarmen Hauptlage über kiesigem Niederterrassensand (Niederterrasse des Rheins westlich von Bruchsal).



--- Fotos von links oben nach rechts unten ---

Foto 32: Rubefizierte Parabraunerde aus Hauptlage über Niederterrassensand und -kies (Oberrheinebene südwestlich von Freiburg i. Br.).

Foto 33: Parabraunerde aus Hauptlage über Niederterrassenschotter (Hochrheintal bei Waldshut).

Foto 34: Skeletthumusboden aus Oberlage aus Gneisschutt (Schutthalden im Höllental östlich von Freiburg i. Br.).

Foto 35: Skeletthumusboden aus Oberlage aus Kalksteinschutt mit Rohhumusaufgabe (steile Traufhänge im Südwesten der Schwäbischen Alb bei Wehingen).

9 Zusammenfassung und Fazit

Die Anwendung der Lagengliederung hat sich bei der bodenkundlichen Kartierung als nützliches Modell für die Erfassung geschichteter, aus pleistozänen Solifluktions- und Solimixtionsdecken entstandenen Böden erwiesen. Das Grundmuster des Auftretens der Lagen ist in jeder Landschaft ähnlich, variiert aber mit den Gesteinen im Liegenden und mit dem Oberflächenrelief. Im Keuperbergland und dem Albvorland mit vorherrschend Sand-, Ton- und Mergelgesteinen ist die Trennung in Lagen meist leicht nachvollziehbar, da sich Haupt- und Mittellage durch ihren Lössanteil häufig schon farblich deutlich von der Basislage oder dem anstehenden Gestein im Liegenden unterscheiden. Die Mittellage kann in ihrer Mächtigkeit stark schwanken und unterscheidet sich teilweise wenig von der Hauptlage. Parabraunerden aus Hauptlage (Al-Horizont) über Mittellage (Bt-Horizont) kommen verbreitet vor, wobei die Zweischichtigkeit je nach Anteil der Gesteinskomponenten aus den liegenden Gesteinen mehr oder weniger gut zu erkennen ist. Besonders bei erodierten Profilen stößt die Lagengliederung dann an ihre Grenzen und ihre Anwendung bedarf einer fundierten Gebietskenntnis. Bei hohen Lössanteilen sind die Übergänge zu Löss-Parabraunerden fließend und die Benennung der Bodenausgangsgesteine meist nicht eindeutig festzumachen (vgl. Profil 2.5).

Die durch menschliche Einflüsse verursachten Veränderungen durch Ab- und Auftrag können in der Regel vor dem Hintergrund des zu erwartenden natürlichen Lagenaufbaus gut abgeschätzt und von natürlichen Vorgängen getrennt werden. Dabei kommt der Ausprägung der Hauptlage mit ihrer relativ konstanten Mächtigkeit und einer am Ausgang des Pleistozäns nahezu flächendeckenden Verbreitung eine besondere Bedeutung als „Orientierungshilfe“ zu. So sind z. B. die im Südwestdeutschen Schichtstufenland weit verbreitet vorkommenden Tonböden (Pelosole und Braunerde-Pelosole) durch anthropogene Erosion der ursprünglich vorhandenen Pelosol-Braunerden aus Haupt- über Basislage hervorgegangen (vgl. Profil 2.7). Im Zuge der holozänen Bodenbildung haben primär kalkführende Hauptlagen stets eine Entkalkung erfahren und sich zu Bv- oder Al-Horizonten entwickelt. Bis in den Oberboden kalkhaltige Böden sind deshalb immer auf holozäne Abtragungsvorgänge zurückzuführen. Daneben sind viele Bodeneigenschaften, wie beispielsweise die stoffliche Zusammensetzung oder die Lagerungsdichte, an die geologische Schichtung der Böden gebunden. Selbst in Bereichen mit holozäner Sedimentation, wie beispielsweise Flussauen oder Hangtälchen, lässt das Fehlen der zu erwartenden Lagen indirekt wichtige Rückschlüsse auf das junge Ausgangsgestein zu.

Leider ist die Lagengliederung in der wissenschaftlichen Literatur oft wenig praxisorientiert und sehr wissenschaftlich beschrieben. Vermutlich ist dies einer der Gründe, warum ihre Anwendung bei Bodenkundlern noch häufig auf Vorbehalte, teilweise auf Ablehnung, stößt. Die Autoren möchten mit dem Geländeseminar in der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft eine Lanze für die Lagengliederung und ihre Praxistauglichkeit brechen. Weitere Veranstaltungen in anderen Bodenlandschaften sollten folgen.

Literatur

- AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 5. Aufl., 438 S., 41 Abb., 103 Tab., 31 Listen; Hannover.
- ALTERMANN, M., JÄGER, K.-D., KOWALKOWSKI, A., KÜHN, D. & SCHWANECKE, W. (2008): Zur Kennzeichnung und Gliederung von periglaziär bedingten Differenzierungen in der Pedosphäre. – Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz, 6: 5-42, 5 Fig., 2 Tab.; Greifswald.
- ANDERSSON, J. G. (1906): Solifluction, a component of subaerial denudation. – J. Geol., 14: 91-112; Chicago.
- BIBUS, E. (1986): Die Rutschung am Hirschkopf bei Mössingen (Schwäbische Alb): Geowissenschaftliche Rahmenbedingungen – geoökologische Folgen. – Geoökodynamik, 7: 333-360, 6 Abb., 9 Fot.; Darmstadt.
- (2002): Zum Quartär im mittleren Neckarraum. Tüb. Geowiss. Arb. (TGA), D8: 236 S., 43 Abb., 2 Tab.; Tübingen.
- BIBUS, E., EBERLE, J., KÖSEL, M., RILLING, K. & TERHORST, B. (1991): Jungquartäre Reliefformung und ihre Beziehung zur Bodenbildung und Bodenverbreitung im Stromberg und Zabergäu (Bl. Brackenheim). – Jh. geol. Landesamt Baden-Württ., 33: 219-261, 12 Abb., 2 Tab.; Freiburg i. Br.
- BIBUS, E. & PFEFFER, K.-H. (1995): Stop 24, Bärenhöhle. – In SCHIRMER, W. (Hrsg.): Quaternary field trips in Central Europe (14th INQUA-Congress, Berlin), 1: 467-469; München.
- BIBELRIETHER, H. & SPERBER, G. S. (1958): Diluviale Bodenbildungen im Spessart. – Allgem. Forstzeitschrift, 30: 421-424; München.
- BLANCKENHORN, M. (1895): Pseudoglaziale Erscheinungen in den mitteldeutschen Gebirgen. – Z. Dt. Geol. Ges., 47: 576-581; Berlin.
- (1896): Theorie der Bewegung des Erdbodens. – Z. Dt. Geol. Ges., 48: 382-400; Berlin.
- BRUNNER, H. (2001): Bl. Naturpark Stromberg-Heuchelberg. – Geol. Kt. Baden. Württ 1 : 50 000; Freiburg i. Br.
- DEINES, G. (1938): Die forstliche Standortlehre. – 147 S.; Hannover (M. & H. Schaper).
- DONGUS, H.-J. (1965): Die Weißjura-Beta-Schichtfläche in Schwaben. – Jh. geol. Landesamt Baden-Württ., 7: 475-492, 3 Abb.; Freiburg i. Br.
- EBERLE, J. (1989): Die Bedeutung landschaftsgenetischer Aspekte für die Bodenverbreitung und Bodenkartierung am Beispiel ausgewählter Catenen auf Blatt Brackenheim (TK25, Nr. 6920). – Dipl.-Arb. Univ. Tübingen: 137 S., 28 Abb., 21 Tab., 12 Fot.; Tübingen.
- EISENBRAUN, I. & ROMMEL, W. (1986): Rutschungen in Keupergesteinen des Strombergs (Baden-Württemberg). – Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N.F., 68: 271-285, 3 Abb.; Stuttgart.
- FELIX-HENNINGSSEN, P.; SPIES, E.-D. & ZAKOSEK, (1991): Genese und Stratigraphie periglazialer Deckschichten auf der Hochfläche des Ost-Hunsrück (Rheinisches Schiefergebirge). – Eiszeitalter und Gegenwart, 41: 56-69.
- FRÜHAUF, M. (1996): Periglaziale Lockermaterialdecken in ostdeutschen Mittelgebirgen – Forschungsstand und Versuch einer kritischen Bestandsaufnahme. – Heidelberger Geographische Arbeiten, 104: 133-146.
- GEHRT, E., HEISLER, J., EVERTSBUSCH, S., KNABE, W., DIETEL, J., BOCK, M., BÖHNER, J. & LEVIN, M. (2017): Wanderungen durch die Bodenlandschaft des Göttinger Waldes: Deckschichten, Bodenentwicklung und –variabilität auf Gesteinen des Unteren Muschelkalks. – Mitt. Dt. bodenkdl. Ges. (Exkursionsführer zur Jahrestagung der DBG 2017 in Göttingen).
- HASEL, K. (1985): Forstgeschichte. – Pareys Studentexte, 48: 258 S., 6 Tab.; Hamburg-Berlin.
- IUSS Working Group WRB (2015): World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. – World Soil Resources Reports No. 106: 192 pp.; Rome (FAO).
- KALLINICH, J. (1999): Verbreitung, Alter und geomorphologische Ursachen von Massenverlagerungen an der Schwäbischen Alb auf der Grundlage von Detail- und Übersichtskartierungen. – Tüb. geowiss. Arb. (TGA), D4: 166 S., 42 Abb., 32 Tab.; Tübingen.

- KLEBER, A. & TERHORST, B. (eds., 2013): Mid-latitude slope deposits (cover beds). – *Developments in sedimentology*, 56: 302 pp.; Oxford (Elsevier).
- KNOBLICH, G. & WEISSKIRCHNER, W. (1979): Ein Beitrag zur Frage der Sedimentation im Malm der Schwäbischen Alb. – *Jber. Mitt. oberrhein. Geol. Ver., N. F.*, 61: 321-329, 3 Abb.; Stuttgart.
- KÖSEL, M. (1996): Der Einfluß von Relief und periglazialen Deckschichten auf die Bodenausbildung im mittleren Rheingletschergebiet von Oberschwaben. – *Tüb. Geowiss. Arb.*, D1: 147 S., 52 Abb., 3 Tab.; Tübingen.
- KOPP, D. (1970): Kryogene Perstruktion und ihre Beziehung zur Bodenbildung im Moränengebiet. – *Petermanns Geogr. Mitteilungen Ergänzungsheft*, 274: 269-279.
- LAATSCH, W. (1938): *Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden*. – 270 S.; Dresden & Leipzig (Th. Steinkopf).
- LANG, A. (2003): Phases of soil erosion-derived colluviation in the loess hills of South Germany. – *Catena*, 51: 209-221; Amsterdam.
- MÜLLER, S. (1963): Der „Sumpfton“ im württembergischen Gipskeuper. – *Mitt. dt. bodenkdl. Ges.*, 1: 73-79; Göttingen.
- MÜLLER, S. (2011): *Neue Erkenntnisse zu periglaziären Lagen und Pedogenese im hessischen Spessart*. – Diss. Univ. Frankfurt, D30: 216 S., zahlr. Abb. u. Tab.; Frankfurt a.M.
- PASSARGE, S. (1919): Die Vorzeitformen der deutschen Mittelgebirgslandschaften. – *Pet. Mitt.*, 65. Jg.: 41-46; Gotha.
- PENCK, A. (1884): *Pseudoglaciale Erscheinungen*. – *Z. Dt. Geol. Ges.*, 36: 184-191; Berlin.
- ROCKENBAUCH, K. (1987): *Geologie des Mittleren Keupers (Obere Trias) im Strom- und Heuchelberg (Baden-Württemberg)*. – *Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg*, 29: 91-123, 13 Abb.; Freiburg i. Br.
- SALOMON, W. (1917): Die Bedeutung der Solifluktion für die Erklärung der deutschen Landschafts- und Bodenformen. – *Geol. Rdsch.*, 7: 30-41; Leipzig.
- SAUER, D. (2002): *Genese, Verbreitung und Eigenschaften periglaziärer Lagen im Rheinischen Schiefergebirge - anhand von Beispielen aus Westerwald, Hunsrück und Eifel*. – *Boden und Landschaft*, 36: 294 S.
- SCHILLING, W. & WIEFEL, H. (1962): Jungpleistozäne Periglazialbildungen und ihre regionale Differenzierung in einigen Teilen Thüringens und des Harzes. – *Geologie*, 11: 428-460.
- SCHÖNHALS, E. (1957): *Spätglaziale äolische Ablagerungen in einigen Mittelgebirgen Hessens*. – *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 8: 5-17; Öhringen.
- (1959): Ein äolisches Sediment der jüngeren Dryas-Zeit auf dem Laacher-See-Tuff. – *Fortschr. Geol. Rheinland und Westf.*, 4: 337-340.
- SCHWANECKE, W. (1970): Die periglaziären Umlagerungszonen im Hügelland und Mittelgebirge der DDR und ihre bodenkundliche Bedeutung. – *Tag.-Ber. Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss.*, 102: 83-107.
- SEMMELE, A. (1964): *Junge Schuttdecken in hessischen Mittelgebirgen*. – *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 92: 275-285, Wiesbaden.
- (1966): *Erl. Bodenk. Hessen 1:25 000, Bl. Eiterfeld*: 89 S., 23 Abb., 49 Profilzeichn.; Wiesbaden.
- (1968): *Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen*. – *Frankfurter geogr. Hefte*, 45: 133 S.
- (1994): *Geomorphologie der Bundesrepublik Deutschland*. – 5. Aufl., 199 S., 61 Abb.; Stuttgart (F. Steiner).
- SIMON, T. (2010): *Karten zur Landschaftsgeschichte in Baden-Württemberg*. – *LGRB-Informationen*, 25: 47-66, 13 Abb.; Freiburg i. Br.
- STAHR, K. (1979): Die Bedeutung periglazialer Deckschichten für Bodenbildung und Standortseigenschaften im Südschwarzwald. – *Freiburger Bodenkundliche Abhandlungen*, 9: 273 S.; Freiburg.
- THIEMEYER, H. & VEIT, H. (1993): *Bodenkundliche und schwermineralogische Untersuchungen an ausgewählten periglazialen Deckschichtenprofilen in NE-Bayern*. – *Berliner Geographische Arbeiten*, 78: 265-286.

VAN DIJK, D. C. (1951): Forstliche Bodenkartierung im Keupergebiet des Strombergs in Württemberg. – Mitt. Geol. Abt. Württ. Stat. L.-Amt, 22: 119 S., 24 Abb.; Stuttgart.

VÖLKEL, J. (1995): Periglaziale Deckschichten und Böden im Bayerischen Wald und seinen Randgebieten als geogene Grundlagen landschaftsökologischer Forschung im Bereich naturnaher Waldstandorte. – Zeitschrift für Geomorphologie, N.F., Suppl.-Bd., 96: 301 S.

Abbildungen

- Abb. 1: Übersichtskarte mit Lage der Exkursionsgebiete.
- Abb. 2: Geologischer Schnitt durch die Südwestdeutsche Schichtstufenlandschaft (aus: Geol. Schulkrt. Baden-Württ. 1 : 1 Mio., 2011).
- Abb. 3: Das Flussnetz in Südwestdeutschland am Übergang vom Oligozän ins Miozän und im Mittelpliozän (aus: SIMON 2010).
- Abb. 4: Das Exkursionsgebiet am östlichen Stromberg und seine Umgebung.
- Abb. 5: Reliefmodell und Geologie des östlichen Stromberg bei Freudental mit Lage der Profile 1.1 – 1.5.
- Abb. 6: Halbschematischer Schnitt durch den östlichen Stromberg und sein Vorland bei Freudental mit Lage der Profile 1.1 – 1.6.
- Abb. 7: Das Exkursionsgebiet südlich von Tübingen mit Lage der Profile 2.1 – 2.12.
- Abb. 8: Schematischer Schnitt durch die Schichtstufenlandschaft südlich von Tübingen mit Lage der Profile 2.1 – 2.12.
- Abb. 9: Reliefmodell und Geologie im Bereich des Keupergebiets des Rammerts und dem Anstieg zur Unterjura-Schichtstufe mit Lage der Profile 2.1 – 2.7.
- Abb. 10: Halbschematischer Schnitt durch das Keupergebiet des Rammerts bei Tü-Bühl und dem Anstieg zur Unterjura-Schichtstufe mit Lage der Profile 2.1 – 2.7.
- Abb. 11: Reliefmodell und Geologie eines Ausschnitts der Kuppenalb bei Gammertingen-Kettenacker mit Lage der Profile 2.10 – 2.12.

Fotos

- Foto 1: Strombergabfall bei Freudental mit vorspringender Schilfsandstein-Verebnung oberhalb der Weinberge; im Vordergrund das Vorland aus Ablagerungen des Gipskeupers (Grabfeld-Formation)
- Foto 2: Wegaufschluss am beginnenden Mittelhang mit dunkelbrauner Mittellage über Keuperfließerde
- Foto 3: Wegaufschluss mit älterer und jüngerer Mittellage (LM2 und LM1) und abschließender Hauptlage (LH)
- Foto 4: Aufschlusswand ehem. Steinbruch bei Freudental mit kryoturbater Zerfallszone auf plattigem anstehendem Schilfsandstein, überlagert von Hauptlage (LH)
- Foto 5: Podsolige Braunerde aus Fließerde auf Sandstein (Stubensandstein, Mittelkeuper)
- Foto 6: Pelosol-Braunerde aus lösslehmhaltiger Hauptlage über toniger Basislage
- Foto 7: Parabraunerde aus lösslehmreichen Fließerden
- Foto 8: Braunerde aus lösslehmreicher Fließerde auf Sandstein der Stuttgart-Formation
- Foto 9: Braunerde-Ranker aus Sandstein der Stuttgart-Formation
- Foto 10: Parabraunerde-Pelosol-Pseudogley aus äolischem Löss/Gipskeupergemenge
- Foto 11: Die Schichtstufenlandschaft südlich von Tübingen; im Vordergrund das Neckartal mit Tü-Hirschau, dahinter Tü-Bühl und der Anstieg zum Rammert und der Unterjura-Schichtstufe, im Hintergrund der Steilanstieg der Schwäbischen Alb
- Foto 12: Braunerde aus lösslehmreicher sandiger Hauptlage über toniger Basislage
- Foto 13: Braunerde aus lösslehmhaltiger Hauptlage über toniger Basislage
- Foto 14: Braunerde aus lösslehmhaltiger Fließerde auf Sandsteinzerfall, unterlagert von Sandstein des Mittelkeupers
- Foto 15: Podsol aus Sandstein der Löwenstein-Formation (Stubensandstein, Mittelkeuper)
- Foto 16: Pseudovergleyte Parabraunerde aus jüngerem über älterem Lösslehm
- Foto 17: Pseudogley-Braunerde-Parabraunerde aus lösslehmhaltigen Fließerden über toniger Basislage
- Foto 18: Pelosol-Braunerde aus lösslehmhaltiger Hauptlage über toniger Basislage
- Foto 19: Braunerde aus lösslehmhaltiger Hauptlage über toniger Basislage
- Foto 20: Braunerde über Terra fusca aus lösslehmhaltiger Hauptlage über Basislage aus Kalksteinschutt
- Foto 21: Braunerde über Terra fusca aus lösslehmhaltiger Fließerde über Basislage aus Residualton
- Foto 22: Parabraunerde-Terra fusca aus lösslehmhaltiger Hauptlage über Dolomitsteinzerfall
- Foto 23: Terra fusca-Parabraunerde aus lösslehmreichen Fließerden über Fließerde aus Residualton
- Foto 24: Pseudovergleyte Pelosol-Braunerde aus lösslehmreicher Hauptlage über tonreicher Basislage aus Sand- und Tonstein des Unteren Muschelkalks (Vorbergzone des Schwarzwalds bei Ettenheim)

- Foto 25: Podsolige Parabraunerde mit Tonbändern im Unterboden aus lösslehmarmer Hauptlage über sandiger Oberer Süßwassermolasse (Tertiärhügelland bei Biberach a. d. Riß)
- Foto 26: Braunerde aus lösslehmarmer Hauptlage über schuttreicher, dichtgelagerter Basislage aus Gneisverwitterung (Steilhänge im Grundgebirgs-Schwarzwald bei Freiburg i. Br.)
- Foto 27: Stagnogley aus Haupt- über Mittellage, beide lösslehmar, auf Schwemmsediment und tonreicher Basislage aus Oberem Buntsandstein
- Foto 28: Pseudovergleyte Parabraunerde-Braunerde aus lösslehmreicher Hauptlage über schuttführender Mittellage auf Oberem Buntsandstein (flache Scheitelbereiche und Verebnungen im Oberen Buntsandstein südlich von Heidelberg)
- Foto 29: Podsoliger Pseudogley aus Hauptlage über würmzeitlichem Geschiebemergel (Westallgäuer Hügelland südwestlich von Leutkirch)
- Foto 30: Parabraunerde-Pseudogley aus Hauptlage über Mittellage, beide lösslehmreich, auf altpleistozänem Schotter (Erhebungen im Markgräfler Tertiärhügelland bei Kandern)
- Foto 31: Bänderbraunerde mit Vergleyung im nahen Untergrund aus lösslehmarmer Hauptlage über kiesigem Niederterrassensand (Niederterrasse des Rheins westlich von Bruchsal)
- Foto 32: Rubefizierte Parabraunerde aus Hauptlage über Niederterrassensand und -kies (Oberrheinebene südwestlich von Freiburg i. Br.)
- Foto 33: Parabraunerde aus Hauptlage über Niederterrassenschotter (Hochrheintal bei Waldshut)
- Foto 34: Skeletthumusboden aus Oberlage aus Gneisschutt (Schutthalden im Höllental östlich von Freiburg i. Br.)
- Foto 35: Skeletthumusboden aus Oberlage aus Kalksteinschutt mit Rohhumusaufgabe (Steile Traufhänge im Südwesten der Schwäbischen Alb bei Wehingen)

Tabellen

- Tab. 1: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 1.1
- Tab. 2: Durchsichtige Schwerminerale, Profil 1.1
- Tab. 3: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 1.2
- Tab. 4: Durchsichtige Schwerminerale, Profil 1.2
- Tab. 5: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 1.3
- Tab. 6: Durchsichtige Schwerminerale, Profil 1.3
- Tab. 7: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 1.4
- Tab. 8: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 1.5
- Tab. 9: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 1.6
- Tab. 10: Durchsichtige Schwerminerale, Profil 1.6
- Tab. 11: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.1
- Tab. 12: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.2
- Tab. 13: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.3
- Tab. 14: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.4
- Tab. 15: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.5
- Tab. 16: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.6
- Tab. 17: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.7
- Tab. 18: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.8
- Tab. 19: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.9
- Tab. 20: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.10
- Tab. 21: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.11
- Tab. 22: Beschreibung und Analysedaten zu Bodenprofil 2.12

LGRB – Fachberichte

1/2006	(2006)	Mineral-, Heil- und Thermalwässer, Solen und Säuerlinge in Baden-Württemberg (1. Ausg. 03-2002/überarb. Ausg. 06-2006); 20 S., 1 Abb., 1 Tab., 1 Kt.	10,- €
1/2006	(2006)	Hydrogeologische Untersuchungen zur Beurteilung von Tiefbaggerungen durch den Oberen Zwischenhorizont in der Rheinniederung nördlich von Karlsruhe; 66 S., 37 Abb., 7 Tab.	10,- €
1/2007	(2007)	Hochauflösende Reflexionsseismik auf dem Rhein und dem Rheinseitenkanal zwischen Mannheim und Rheinfelden; 60 S., 32 Abb., 7 Tab., 1 CD-ROM	18,- €
1/2008	(2008)	Verweilzeiten des Grundwassers in oberflächennahen Grundwasserleitern in Baden-Württemberg; 31 S., 4 Abb., 5 Tab.	10,- €
2/2008	(2008)	Untergrundtemperaturen in Baden-Württemberg; 28 S., 14 Abb., 2 Tab.	10,- €
2015/1	(2015)	Organische Kohlenstoffvorräte der Böden in Baden-Württemberg; 64 S., 28 Abb., 17 Tab.	*
2015/2	(2015)	Ermittlung langjähriger CO ₂ -Emissionen und Beurteilung der Moore Oberschwabens auf Basis historischer und aktueller Höhennivellements; 44 (+69) S., 15 (+107) Abb., 24 (+3) Tab. (Angaben zum Anhang in Klammern)	*
2015/3	(2015)	Identifikation kleinräumiger Risikogebiete zur Reduzierung der diffusen Phosphateinträge in Oberflächengewässer; 37 S., 27 Abb., 13 Tab.	*
2015/4	(2015)	Lithostratigraphische Entwicklung des baden-württembergischen Rheingletscher- gebiets: Übertiefe Becken- und Moränenlandschaft; 86 (+19) S., 0 (+16) Abb., 4 Tab. (Angaben zum Abbildungsteil in Klammern)	*
2016/1	(2016)	Paläoböden in quartärgeologischen Sequenzen und als Bestandteil des Solumns rezenter Oberflächenböden (... Schichtstufenlandschaft und Alpenvorland ...); 63 S., 19 Abb., 16 Fot., 6 Tab. [Exkursionsführer 35. Jahrestagung AG Paläopedologie]	*

LGRB – Informationen

...	
Heft 18	(2006)	Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2006 – Gewinnung, Verbrauch und Sicherung von mineralischen Rohstoffen; 202 S., 209+ 12 Abb., 15 Tab., 1 Kt.	*
Heft 19	(2007)	Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg); 130 S., 118 Abb., 12 Tab.	10,- €
Heft 20	(2008)	Hydrogeologische Einheiten in Baden-Württemberg; 106 S., 79 Abb., 21 Tab., 1 Kt.	15,- €
Heft 21	(2008)	Das Geologische Landesmodell von Baden-Württemberg: Datengrundlagen, technische Umsetzung und erste geologische Ergebnisse; 82 S., 36 Abb., 3 Tab. im Anh.), 10 Beilage.	15,- €
Heft 22	(2009)	Beiträge zur Lithostratigraphie in Baden-Württemberg; 146 S., 53 Abb., 5 Tab.	15,- €
Heft 23	(2009)	Natürliche Geogene Grundwasserbeschaffenheit in den hydrogeochemischen Einheiten von Baden-Württemberg; 192 S., 43 Abb., 55 Tab., 48 Kt.	15,- €
Heft 24	(2009)	Geogene Grundgehalte (Hintergrundwerte) in den petrogeochemischen Einheiten von Baden-Württemberg; 98 S., 62 Abb., 22 Tab., 40 Kt.	15,- €
Heft 25	(2010)	Beiträge zur Geologie und Bodenkunde in Baden-Württemberg; 142 S., 78 Abb., 17 Tab., 1 Beil.	15,- €
Heft 26	(2012)	Die Forschungsbohrung Heidelberg und Beiträge zum Quartär in Baden-Württemberg; 216 S., 107 Abb., 35 Tab., 1 Beil.	20,- €
Heft 27	(2013)	Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2012/2013 Bedarf, Gewinnung und Sicherung von mineralischen Rohstoffen – Dritter Landesrohstoffbericht; 204 S., 228 Abb., 7 Tab.	10,- €
Heft 28	(2013)	Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben – Fachlich-Technischer Abschlussbericht des INTERREG-Projektes GeORG; 103 S., 49 Abb., 7 Tab.	10,- €
Heft 29	(2014)	Geologische Ergebnisse der Geothermiebohrungen Urach 1, Urach 3 und Urach 4; 152 S., 38 Abb., 3 Tab., 2 Anh.	15,- €
Heft 30	(2015)	GeoMol LCA Projektteam (2015): GeoMol – Geopotenziale für die nachhaltige Nutzung des tieferen Untergrundes in den alpinen Vorlandbecken; 142 S., 78 Abb., 22 Tab.	10,- €

Alle oben aufgeführten Schriften sind im LGRB-Online-Shop käuflich zu erwerben. Preise zuzüglich Versandkosten. Nicht aufgeführte Titel sind zurzeit vergriffen.

* = diese Produkte sind kostenlos downloadbar unter <https://produkte.lgrb-bw.de/schriftensuche>