

Schriften des Vereins für Geschichte und Naturgeschichte der Baar	45	99 - 128	2002	Donaueschingen 31. März 2002
---	----	----------	------	---------------------------------

## Die Böden der Baar - ein Beitrag zur regionalen Bodenkunde Südwestdeutschlands

von Michael Kösel & Kurt Rilling

**Zusammenfassung:** Aufgrund ihrer geologisch-geomorphologischen Gegebenheiten bietet die Baar auf engem Raum einen Überblick über Bodenbildungen auf grundlegenden Elementen der Schichtstufenlandschaft. Die vorliegenden Böden sind vielfach auch Bestandteil des Bodenmusters in anderen Teilen Südwestdeutschlands. Eine auf die Baar beschränkte Besonderheit ist dagegen in ihrem Zentralbereich die ausgedehnte Feuchtzone der Riedbaar, die in anderen Schichtstufengebieten so keine Entsprechung findet.

### 1. Einführung

Böden im Sinne der Bodenkunde umfassen die oberste, durch Verwitterungsvorgänge und Bodenleben geprägte Zone der Lithosphäre. In ihr findet die Durchdringung von Gesteinsmaterial mit den Umweltmedien Wasser und Luft, unter Beteiligung der Lebewelt statt, wobei sich vielfältige Wechselwirkungen ausbilden. Das Ausgangsmaterial hat als Fest- und Lockergestein (z.B. Löss, Fließerden) über die Körnung und mineralogische Ausstattung großen Einfluss auf die während der Bodenbildung ablaufenden Prozesse. Das Relief als Grenzfläche der Lithosphäre ist ein wichtiges Steuerglied für den Wasserhaushalt und bedingt geländeklimatische Unterschiede, die nicht zuletzt über die Lebewelt Einfluss auf die Bodenentwicklung nehmen können.

Neben ihrem Charakter als räumlicher Ausschnitt der obersten Erdkruste sind Böden zusätzlich durch eine zeitliche Dimension gekennzeichnet, die in einer verschiedenen Stadien durchlaufenden Bodenentwicklung zum Ausdruck kommt. Ganz ähnlich wie bei Lebewesen kann man von jungen, reifen und alten Böden sprechen. Der Großteil der heute vorliegenden Böden hat sich seit Ende der letzten Kaltzeit vor etwa 11 000 Jahren gebildet, als mit der Klimaerwärmung und einsetzender flächiger Bewaldung intensive Bodenbildung möglich war. Im Detail können Böden jedoch deutlich von dieser Bildungsdauer abweichen und andere Zeitabschnitte repräsentieren. Zum einen kann die Bodendecke immer wieder Reste von älteren Böden aufweisen, die nicht in unserer heutigen Warmzeit (Holozän) gebildet wurden, sondern aus älteren Warmzeiten des Pleistozäns stammen, oder sogar noch älter sind und im tropisch/subtropischen Klima des Tertiärs vor mehreren 10er Millionen Jahren geformt wurden. Auf der anderen Seite hat der Mensch durch ackerbauliche Tätigkeit stellenweise starke Erosion ausgelöst, wodurch der ursprüngliche, im Lauf einer längeren Entwicklung entstandene Boden beseitigt und durch eine junge, nur wenig entwickelte Bodenbildung ersetzt wurde.

Mit der Variabilität der umrissenen bodenbildenden Faktoren geht eine Mannigfaltigkeit der Böden einher. Selbst relativ einfache Landschaftselemente tragen nur selten eine homogene Bodendecke und werden meist von mehr oder weniger komplexen Bodengesellschaften eingenommen. Es ist Ziel der Bodenkartierung, die Bodenverbreitung mit Hilfe von Bohrun-

gen und Schürfgruben zu erfassen und die Böden mit ihren Eigenschaften in Bodeninformationssystemen, bestehend aus Bodenkarte, zugehöriger Datenbank sowie einer Anzahl wichtiger laboranalytisch untersuchter Musterprofile abzulegen und vielfältigen Auswertungsmöglichkeiten zugänglich zu machen.

Böden sind interessante Naturkörper: In ihnen spiegeln sich die standörtlichen Gegebenheiten in einem komplexen Zusammenwirken wider und es kann ein durchaus spannendes und anspruchsvolles Unterfangen sein, die einzelnen bodenbildenden Prozesse, die zur Ausbildung des jeweils vorliegenden Bodens führten, zu identifizieren. Böden können zudem ästhetisch reizvolle Gebilde sein, die vor allem durch ihre Bodenfarben überraschend und sehr ansprechend wirken. Wenn es trotz der beschriebenen, auch für Naturfreunde interessanten und anziehenden Eigenschaften von Böden im Gegensatz zur Geologie und Biologie keine Hobbyforscher gibt, so liegt das i. w. an der schlechten Zugänglichkeit des Studienobjekts. Daueraufschlüsse sind sehr selten, Bohrungen liefern nur sehr beschränkte Beobachtungsausschnitte, deren Interpretation zudem große Erfahrung voraussetzt und die Anlage von Schürfgruben ist ein zeit- und kraftraubendes Vorhaben.

Böden besitzen wichtige Eigenschaften: Als poröses System aus unterschiedlich großen Bodenteilchen und Hohlräumen mit einer potentiell großen, chemisch reaktiven inneren Oberfläche können Böden einerseits Wasser und Nährstoffe speichern und auch an die Pflanzenwurzeln vermitteln sowie andererseits Schadstoffe aus dem Sickerwasser herausfiltern und immobilisieren. Natürlich sind diese prinzipiellen Fähigkeiten der Böden, je nach konkreter Bodenausbildung, in sehr unterschiedlichem Maß vorhanden. Zusammenfassend lassen sich folgende, besonders wichtige Bodenfunktionen definieren: Standort für die Vegetation, Filter und Puffer für Schadstoffe, Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (Fähigkeit, durch Aufnahme und Speicherung von Niederschlagswasser den Abfluss zu verzögern bzw. zu vermindern (Umweltministerium Baden-Württemberg 1995).

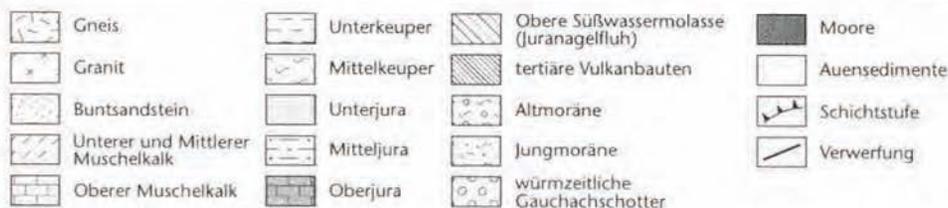
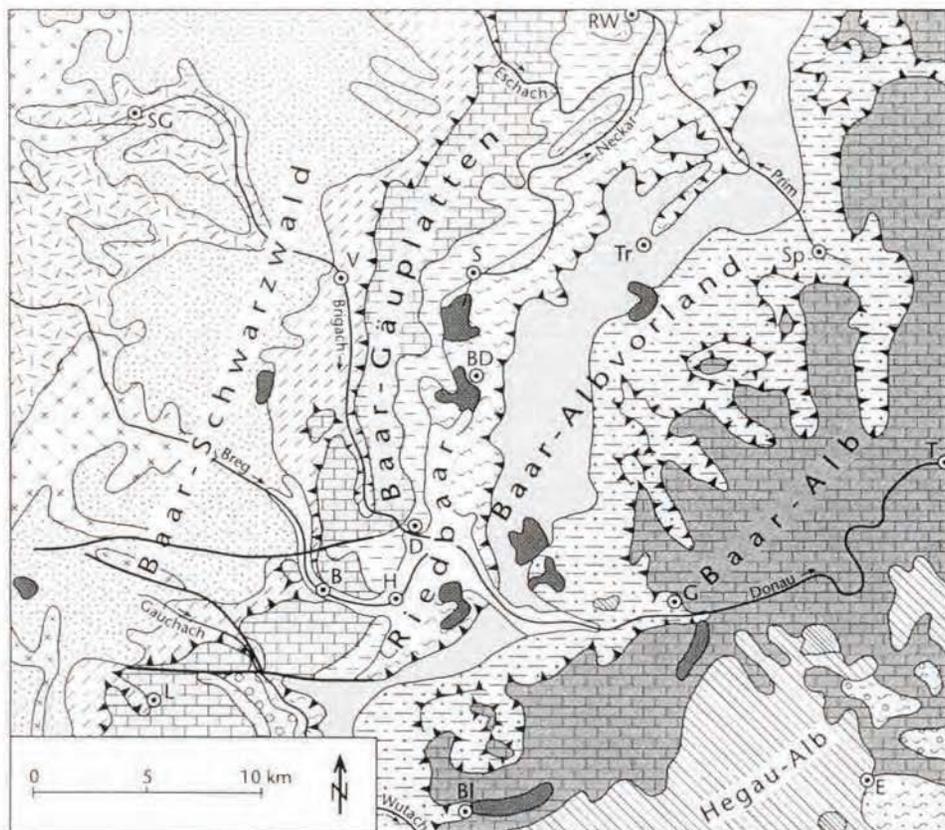
Böden sind heute vielen, zum Teil konkurrierenden Ansprüchen ausgesetzt. Es ist deshalb zunehmend nötig, Böden mit wertvollen Eigenschaften zu schützen. Der Bodenschutz, der in jüngster Zeit auch institutionell installiert wurde, bemüht sich, Böden mit wichtigen Funktionen zu erhalten. Vorbedingung ist jedoch die Kenntnis über die Verbreitung und Eigenschaften der Böden. Für das Gebiet der Baar sind durch die bodenkundliche Landesaufnahme von Baden-Württemberg, ausgeführt vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), mit den Bodenkarten im Maßstab 1 : 25 000 (BK25) Blatt 7917 Villingen - Schwenningen Ost, Blatt 8016 Donaueschingen (Abb. 2), Blatt 8017 Geisingen (in Bearb.) und Teilbereichen von Blatt 7817 Rottweil günstige Voraussetzungen für einen kompetenten Umgang mit der Ökosystemkomponente Boden geschaffen worden.

## 2. Geologischer und landschaftlicher Überblick

Die Baar stellt einen hoch gelegenen (ca. 660 bis 800 m NN) Ausschnitt aus der südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft dar. Die Stufen bildenden Gesteine der Trias und des Juras liegen im Vergleich zu weiter nördlich gelegenen Landesteilen eng beieinander. Die Gründe dafür sind das steilere Einfallen der Schichten und die geringere Gesteinsmächtigkeit von Teilen des Deckgebirges. Es ergibt sich so das Bild einer beckenartigen, durch relativ niedrige Schichtstufen gegliederten Landschaft zwischen Schwarzwald und Schwäbischer Alb, für die auch immer wieder der Begriff „Hochmulde“ gebraucht wird. Ein weiteres Kennzeichen der Baar ist das weitgehende Fehlen von markanten Talformen. Die noch auf die hoch liegende Erosionsbasis der Donau eingestellte Landschaft wird nur randlich durch die junge rheinische Erosion angegriffen. Einerseits vom Neckar ausgehend, andererseits

über die auf die Wutach ausgerichtete Gauchach, haben sich dort die Täler teilweise tief in das Gesteinspaket eingeschnitten.

Mit den von Westen nach Osten abfolgenden Schichtstufen ist eine Untergliederung der Baar in einzelne Teillandschaften klar vorgegeben, für deren Bezeichnung in der vorliegenden Arbeit Begriffe aus der naturräumlichen Gliederung Deutschlands benutzt wurden (HUTTENLOCHER 1959; BENZING 1964), die aber abweichend davon, für unsere Zwecke, mit Ausnahme der Riedbaar nach rein geologischen Gesichtspunkten voneinander abgegrenzt werden. Hinzu kommen die Ränder der angrenzenden Mittelgebirge, die als Baar-Schwarzwald und Baar-Alb in die Beschreibung der bodenkundlichen Verhältnisse mit einbezogen werden (Abb. 1).



B = Bräunlingen, BD = Bad Dürkheim, BI = Blumberg, D = Donaueschingen, E = Engen, G = Geisingen, H = Hüfingen, L = Löffingen, RW = Rottweil, S = Schweningen, SG = St. Georgen, Sp = Spaichingen, Tr = Trossingen, T = Tuttlingen, V = Villingen

Abb. 1: Geologisch-landschaftliche Übersichtskarte der Baar

Als Baar-Schwarzwald wird im vorliegenden Rahmen die größtenteils bewaldete, schwach nach Osten einfallende überwiegend von Oberem Buntsandstein aufgebaute und durch flache Mulden und schmale Tälchen gegliederte Ebene verstanden, die vom Breg- und Brigachtal und deren Nebentäler zerschnitten wird. An den Talhängen werden dabei oft die Gneise und Granite des unterlagernden Grundgebirges angeschnitten. Im Geländeausstrich des Oberen Buntsandsteins überwiegen fein- bis mittelkörnige Sandsteine, die z. T. plattig und glimmerhaltig ausgebildet sind. Die tonige Fazies (Röttone) ist dagegen nur geringmächtig vertreten. Eine Besonderheit sind die sog. Violetten Horizonte. Diese, in den Sandsteinen enthaltenen mürben Schluff- und Tonsteinhorizonte werden als fossile Bodenbildungen aus der Buntsandsteinzeit gedeutet (ORTLAM 1970: 147-152; MÜLLER & ORTLAM 1982: 67-70). Von der tieferen Schichtenfolge des Buntsandsteins sind im Gebiet der Baar nur Teile des Mittleren Buntsandsteins vorhanden. Die meist kieseligen, z.T. Quarzgerölle führenden Sandsteine bilden verbreitet die Oberhänge der Täler und die Randbereiche der Buntsandsteinplatten.

Als Baar-Gäuplatten werden entsprechend den nördlich der Baar anschließenden Gäulandschaften die überwiegend ackerbaulich genutzten, von den Gesteinen des Muschelkalks und Unterkeupers aufgebauten Landschaftsteile verstanden. Den zentralen Teil und die Gäuplatten im engeren Sinne bildet dabei die aus Kalk- und Dolomitgestein aufgebaute Schichtstufe des Oberen Muschelkalks. Im Westen ist ihr ein schmales Hügelland aus Mergel- und Dolomitgestein des Unteren und Mittleren Muschelkalk vorgelagert. Auf der Ostabdachung der Stufenfläche lagern über dem Oberen Muschelkalk die Gesteinsschichten des Unterkeupers (Lettenkeuper), die aus einer insgesamt geringmächtigen Wechselfolge von Dolomit-, Ton- und Mergelsteinen bestehen, denen einzelne dünne Sandsteinlagen zwischengeschaltet sind.

Das Relief der hügeligen Hochflächen im Oberen Muschelkalk wird größtenteils von pleistozänen Trockentalsystemen bestimmt. Zwischen Brigach und Breg bei Donaueschingen und stellenweise oberhalb des Gauchachtals ist dagegen die Morphologie durch intensive Verkarstung mit z. T. großflächigen Karstwannen und einer Vielzahl von Dolinen geprägt (BLUME & REMMELE 1989).

Als Kerngebiet der Baar ist die Riedbaar anzusehen. Es handelt sich dabei um eine Senkenzone, die sich zwischen der nach Osten einfallenden Muschelkalk-Unterkeuper-Stufenfläche und dem Anstieg zur Keuper-Unterjura-Schichtstufe gebildet hat. Eine wichtige Rolle spielten bei ihrer Entstehung wohl auch die Auslaugung der Gipslager im Gipskeuper (MÜNZING 1978) und der Salz- und Gipsgesteine im Mittleren Muschelkalk (PAUL 1958). Den größten Teil der Riedbaar stellt das Donaueschinger Ried dar, bei dem es sich um eine, von den jungen Ablagerungen von Breg, Brigach und Donau gebildete, z. T. vermoorte Aufschüttungsebene handelt. Aber auch die an das eigentliche Ried angrenzenden breiten Talauen und Moore sowie die Senkenzone, die sich im Gipskeuper, am Fuß der Keuper-Unterjura-Schichtstufe weit nach Norden über das Tal der Stillen Musel und die europäische Wasserscheide im Schwenninger Moos bis zur Neckarau beim Trossinger Bundesbahnhof erstreckt, sollen unter dem Begriff Riedbaar abgehandelt werden.

Das östlich der Riedbaar wieder ansteigende Gelände bis zum Trauf der Baar-Alb wird in der vorliegenden Arbeit als Baar-Albvorland bezeichnet. Die Gesteine des Gipskeupers, die in weiten Bereichen bereits den Untergrund der nassen Senken in der Riedbaar bilden, erheben sich östlich davon zu einem schmalen, der Keuper-Unterjura-Schichtstufe vorgelagerten Hügelland. Es handelt sich überwiegend um grüngraue und violettrote Mergel- und Tonsteine, die vor allem im tieferen Teil Gips führen. Geringmächtige Lagen aus Sand-

steinen oder verkieselten Schluffsteinen (Engelhofer Platte, Corbulabank) können lokal für die Bodenbildung von Bedeutung sein.

Der höhere Gipskeuper bildet zusammen mit den darüber folgenden Ton- und Mergelgesteinen der Bunten Mergel und der Knollenmergel den Anstieg zu der im Süden der Baar immer niedriger werdenden Keuper-Unterjura-Schichtstufe. Die zwischengelagerten geringmächtigen Sandsteine des Schilfsandsteins und des Stubensandsteins bilden nur gelegentlich schmale Hangverflachungen oder kleine Bergsporne. Die Kante im obersten Hangabschnitt der Schichtstufe wird, wie auch die nach Osten geneigte Stufenfläche, von den harten Kalksteinen der Arietenkalk-Formation (Lias  $\alpha$ ) des Unterjuras (Lias, Schwarzjura) gebildet. Weiter östlich schließt sich ein vielerorts als Grünland genutztes Hügelland im mittleren Unterjura an, das von Ton- und Mergelgesteinen aufgebaut wird. Nach oben schließt der Unterjura mit einem weiteren Verebnungsniveau im Bereich der bituminösen Mergelschiefer und Mergelkalke der Posidonienschiefer-Formation (Lias  $\epsilon$ , Ölschiefer) und mit Tonmergelsteinen und Kalksteinen der Jurensismergel-Formation (Lias  $\zeta$ ) ab.

Im unteren Mitteljura (Dogger, Braunjura) bildet die über 100 m mächtige einförmige Schichtenfolge aus dunklen Tonsteinen der Opalinuston-Formation (Dogger  $\alpha$ ) ein der Baar-Alb vorgelagertes, von Wald und Wiesen eingenommenes Hügelland. Über dem Opalinuston folgen an den Hängen im Anstieg zum Albtrauf die etwa 100 bis 130 m mächtigen Gesteine des mittleren und höheren Mitteljuras (Dogger  $\beta$  bis  $\zeta$ ). Es handelt sich um eine Abfolge von häufig feinsandigen Ton- und Tonmergelsteinen, die durch zahlreiche Lagen von härteren Kalkstein-, Sandstein- und Oolithbänken unterbrochen werden. Vor allem die eisenoolithischen Mergelkalke der Ostreenkalk-Formation (Dogger  $\delta$ ) treten als Stufenbildner hervor. Sie bilden beispielsweise die Verebnungen nördlich von Riedböhringen sowie die Plateaus bei Öfingen und unterhalb des Lupfens und Hohenkarpfens.

Der zwischen Blumberg und Spaichingen gelegene, an die Baar angrenzende Abschnitt der Schwäbischen Alb wird gemeinhin als Baar-Alb bezeichnet und beginnt mit dem Einsetzen der Gesteine des Oberjuras (Malm, Weißjura) am Albtrauf. Markante Erscheinungen im Landschaftsbild sind die vorgelagerten Zeugenberge und Auslieger (z. B. Hohenkarpfen, Lupfen, Fürstenberg, Eichberg). Über dem Mitteljura folgen zunächst die am Trauf und an den Talhängen ausstreichenden hellen Tonmergelsteine der Impressamerigel-Formation (Malm  $\alpha$ ). Die darüber lagernden 60-90 m mächtigen Kalksteinbänke (Wohlgeschichtete Kalk-Formation, Malm  $\beta$ ) bilden die steilen Oberhänge des Traufs und den überwiegenden Teil der bewaldeten, ebenen bis flachkuppigen Hochflächen der Baar-Alb, die örtlich noch geringmächtige Kalkmergelsteinvorkommen der Lacunosamerigel-Formation (Malm  $\gamma$ ) aufweist. Stellenweise treten anstelle der genannten Mergel- und gebankten Kalksteine auch massive Schwammkalke auf („Lochenfazies“).

### 3. Ausgangsmaterial der Bodenbildung

Die mesozoischen Festgesteine welche die Landschaftsformen der Baar tragen (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper und Jura), stellen nur untergeordnet das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung. Beispiele finden sich in Reliefbereichen mit starker anthropogener Abtragung (steile Hänge, Kuppen) sowie auf harten Felsklippen. Fast ausnahmslos bilden dagegen junge Lockergesteine, überwiegend entstanden im Periglazialklima der letzten Kaltzeit (Würm), den oberflächennahen Untergrund und damit die Ausgangssubstrate für die Bodenbildung. Ihre Verbreitung kann jedoch nicht zuverlässig der Geologischen Karte entnommen werden, da diese die Untergrundverhältnisse in abgedeckter Form darstellt und geringmächtige Deckschichten (< ca. 1-2 m) nicht systematisch erfasst und abgebildet werden.

Die vor allem auf der Muschelkalk/Unterkeuper- und Unterjura-Stufenfläche auftretenden Lösslehme sind hauptsächlich auf äolischen Ferntransport zurückzuführen. Aufgrund der Höhenlage der Baar war die Lösssedimentation im Vergleich zu den klassischen Lössbecken Südwestdeutschlands (Kraichgau, Mittleres Neckarbecken) jedoch gering, was sich in einer kaum über 1,5 m ansteigenden Mächtigkeit sowie völliger Entkalkung widerspiegelt. Auch zeigt sich bei genauerer Betrachtung, dass die Lösslehme nicht selten geringe Anteile von liegendem Gesteinsmaterial enthalten, die aufgrund kaltzeitlicher Frostbodenprozesse beigemischt wurden. Sie leiten damit bereits über zu den durch periglaziale Umlagerungsprozesse im Auftaubereich über Dauerfrostboden entstandenen Solifluktions- und Solimixtionsdecken, die meist als mehrgliedrige Fließerdefolgen ausgebildet sind (AG Boden 1994). Die jüngste, zuoberst lagernde periglaziale Umlagerungsdecke, die das Relief mit einer auffällig konstanten Mächtigkeit zwischen 30 und 50 cm überzieht, ist die Hauptlage. Durch ihren Gehalt an vulkanischen Mineralen, die in Spuren bis in den Bereich der Baar auftreten (Kösel 1986) und dem letzten Vulkanausbruch in der Eifel vor ca. 11 000 Jahren entstammen, kann sie als einziger Fließerdetyp zeitlich zuverlässig datiert und in die Jüngere Tundrenzeit, unmittelbar am Ende der letzten Kaltzeit gestellt werden, als vermutlich letztmalig ein flacher Dauerfrostboden ausgebildet war (vgl. Beitrag REICHELT, in diesem Band S. 141). Stofflich stellt die Hauptlage ein Gemisch aus aufgearbeitetem Liegendmaterial und einer äolischen Komponente dar, die sich im Schluffgehalt niederschlägt. Der Grad der äolischen Beeinflussung kann dabei, meist in Abhängigkeit von der Reliefposition, unterschiedlich sein (sehr gering bis sehr hoch).

Unter der Hauptlage folgt die z.T. mehrgliedrig aufgebaute Basislage. Sie besteht ausschließlich aus aufgearbeitetem liegendem und/oder verlagertem, hangaufwärts anstehendem Gesteinsmaterial. Sie ist also frei von äolischen Bestandteilen. In Bereichen mit harten Gesteinen im Untergrund kann die Basislage stellenweise fehlen. Die Hauptlage lagert an solchen Stellen direkt dem anstehenden Gestein auf. Zwischen Haupt- und Basislage schaltet sich in für die Anlagerung und Erhaltung von äolischem Material günstigen Reliefbereichen die deutlich durch aufgearbeiteten Lösslehm beeinflusste Mittellage ein. In vielen Fällen entstand diese Fließerdebildung, wie auch die autochthonen Lösslehme der Gäuflächen, während des Hochwürms vor ca. 20 000 Jahren, als unter trockenen, sehr kalten Bedingungen große Mengen an Gesteinsstaub hauptsächlich aus den Schotterebenen der Flüsse ausgeblasen und mit vorherrschend westlichen Winden über größere Strecken transportiert wurden und schließlich bevorzugt in ostexponiertem Gelände zur Ablagerung gelangten. Als fluviatile Bildungen wurden während des Spätglazials und wahrscheinlich auch noch im frühesten Holozän durch Hochwässer stellenweise feinkörnige Hochflutlehm im Bereich des Donaueschinger Rieds abgesetzt, die aus weitgehend unverwittertem Gesteinsmaterial bestehen und im Gegensatz zu den jüngeren Hochwasserbildungen (Auenlehme) humusfrei sind.

Ebenfalls überwiegend im kaltzeitlichen Klima des Pleistozäns wurde der Hangschutt am Anstieg der Baar-Alb und an den Hängen der Muschelkalktäler gebildet. Unter diesem Begriff werden mehr oder weniger grobe, d. h. steinige, vorwiegend durch rasche Massenverlagerungen entstandene Lockergesteine am Hang zusammengefasst. Unmittelbar unterhalb der Traufkante wurden durch Felsstürze und Steinschlag beträchtliche Schuttmassen gebildet. Es fanden Schuttrutschungen statt und vor allem murähnliche Schutt- und Schlammströme haben die Schuttmassen bis in tiefe Hangbereiche transportiert.

Nach dem Ende der letzten Kaltzeit herrschte zunächst Formungsruhe, bis der wirtschaftende Mensch, etwa seit der Älteren Jungsteinzeit (Bandkeramik, ca. 6 000 bis 6 500 Jahre

BP), begonnen hat durch Rodungen und Ackerbau in die Naturlandschaften einzugreifen, was zu teilweiser Erosion der periglazialen Deckschichten und der darin entwickelten Böden führte. Die Abtragungsprodukte sammelten sich als junge holozäne *A b s c h w e m m a s s e n* in Hohlformen und Hangfußlagen sowie als *A u e n l e h m e* und gröbere *A u e n s a n d e* in den Fluss- und Bachtälern, wo sie die Kiese und Sande der kaltzeitlichen Flüsse überlagern.

#### 4. Klimatische Verhältnisse

Das Klima spielt im Zusammenhang mit bodenkundlichen und ökologischen Fragestellungen eine wichtige Rolle und soll deshalb für unseren Raum kurz umrissen werden. Die klimatischen Verhältnisse der Baar wurden zuletzt ausführlich von SIEGMUND (2000) beschrieben. Die im Folgenden genannten Klimawerte sind den Karten in der genannten Arbeit entnommen, die auf Daten des Deutschen Wetterdienstes basieren.

Mit im Vergleich zu den Nachbarlandschaften relativ niedrigen Jahresniederschlägen und großen Temperaturschwankungen im Tages- und Jahreslauf weist das Klima der zentralen Baar kontinentale Züge auf. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt im westlichen Baar-schwarzwald ca. 1000-1200 mm, nimmt zur zentralen Baar nach Osten hin auf ca. 700-800 mm ab und steigt im Osten im Bereich der Baar-Alb wieder auf ca. 900 bis über 1000 mm an. Das Niederschlagsmaximum liegt dabei deutlich im Sommerhalbjahr. Charakteristisch für die Baar ist die durch die Hochmuldenform bedingte Bildung von Kaltluftseen bei austauscharmen Strahlungswetterlagen und die damit verbundene Frosthäufigkeit bzw. Spätfrostgefahr. Daraus ergibt sich auch, dass die Baar mit die niedrigsten Januarmittelwerte der Temperatur in Baden-Württemberg besitzt und nicht selten zu den Kältepolen Deutschlands zählt. Die Jahresdurchschnittstemperaturen betragen überwiegend zwischen 6 und 7 °C.

Differenzierend auf die lokalen und regionalen Klimaverhältnisse wirken sich neben Relief, Landnutzung, Gewässerdichte usw. nicht zuletzt auch die Vielzahl der Moore und nassen Böden aus. Das erhöhte Feuchtigkeitsangebot fördert die Verdunstung, mit der, abgesehen von vermehrter sommerlicher Wolken- und winterlicher Nebelbildung, ein Abkühlungseffekt verbunden ist, der die Frostgefährdung verstärkt. Wegen der auf die geringe Wärmeleitfähigkeit von Moorböden zurückzuführenden starken nächtlichen Abkühlung der Erdoberfläche kann die Frosthäufigkeit in trockengelegten Mooren noch größer sein, als in naturnahen (z.B. SIEGMUND 2000: 22).

#### 5. Allgemeine bodenkundliche Grundlagen

Böden weisen eine vom Entwicklungszustand abhängige vertikale Gliederung in unterschiedliche, in sich jedoch weitgehend homogene Abschnitte, die sog. Bodenhorizonte auf (AG Boden 1994). Diese werden grob durch Großbuchstaben gekennzeichnet. Die wichtigsten bedeuten: A = Oberbodenhorizont, B = Unterbodenhorizont und C = Gesteinshorizont des Untergrunds. Hinzu kommen die durch starken Wassereinfluss geprägten Bodenhorizonte S und G. Eine weitere Kennzeichnung der Horizonte erfolgt i. d. R. durch Kleinbuchstaben, mit deren Hilfe die spezielle Ausbildung und die an der Entstehung beteiligten Prozesse genauer benannt werden. Römische Ziffern vor den Horizonten kennzeichnen dabei die Anzahl der eigenständigen geologischen Schichten eines komplex-mehrgliedrig entstandenen Ausgangssubstrats.

Ein ubiquitärer, sämtliche Böden in unserem Gebiet kennzeichnender, bodentypischer und oft auch dem fachlichen Laien bekannter Prozess, ist die Bildung des dunkelgrauen, z. T. schwärzlichen Ah-Horizontes (h von Humus) unmittelbar an der Bodenoberfläche. Er ent-

steht durch die Verwesung und Umwandlung von Pflanzenstreu (Gräser, Laub) zu organischer Feinsubstanz, dem sog. Humus, und dessen Einarbeitung durch Bodentiere in die obersten ca. 5–40 cm des Bodens, wo er mit mineralischen Bodenteilchen vermengt wird. Wird der Ah-Horizont durch Pflugarbeit überprägt und vertieft, so entsteht ein Ap-Horizont (p von Pflug). Böden die nur aus einem Ah- (bzw. Ap-) Horizont über nicht oder nur wenig verwittertem Gesteinsmaterial (C-Horizont) bestehen, bilden die Klasse der Ah-C Böden. Wegen der noch starken Prägung durch das Gestein werden aus mineralogisch-chemischen Gründen folgende Bodentypen unterschieden: *Ranker*: Ah-Horizont über silikatischem Gestein (z. B. Sandstein, Granit), *Pararendzina*: Ah-Horizont über Karbonate und Silikate führenden Gesteinen (z. B. Mergelstein, Mergel-Fließerden), *Rendzina*: Ah-Horizont über Karbonatgestein (Kalk- und Dolomitstein). Profilmorphologisch unterscheidet sich die typische Rendzina von den übrigen Ah-C Böden durch einen auffällig schwarzen, humusreichen, und ausgesprochen lockeren Ah-Horizont aufgrund spezieller bodenchemischer Vorgänge, die den Humusabbau hemmen.

Eine ebenfalls wenig differenzierte Bodenbildung stellt der *Pelosoil* (Ah-P-C) im Bereich von Ton- und Mergelsteinen dar. Er ist meist durch anthropogene Erosion aus weiterentwickelten, komplex aufgebauten Böden hervorgegangen. Pelosolhorizonte entstehen, wenn sich durch das eindringende Sickerwasser der feste Gesteinsverband oberflächlich auflöst und in einen tonreichen, im feuchten Zustand plastischen Boden übergeht. Charakteristisch sind die gesteinsbürtige Bodenfarbe und eine ausgeprägte, feuchteabhängige Gefügedynamik. Starke Quellung bei Durchfeuchtung wechselt mit der Zusammenballung der Bodenteilchen zu scharfkantigen, prismen- und polyederförmigen Bodenaggregaten bei Austrocknung ab.

Mit fortschreitender Bodenentwicklung werden Mineralteilchen des Ausgangssubstrats vom Sickerwasser angegriffen und lösliche Stoffe ausgewaschen. An diesem Vorgang haben die Pflanzen durch säurebildende Stoffwechselprodukte entscheidenden Anteil. Im sauer gewordenen Bodenmilieu können nun auch silikatische Gesteinsminerale (z. B. Feldspäte, Glimmer) verwittern. Es findet dabei die Freisetzung von Eisen, verbunden mit der Bildung von Eisenoxiden statt, die zur charakteristischen braunen Farbe des Bv-Horizonts (v von verbraunt, verlehmt; verwittert) und des zugehörigen Bodentyps *Braunerde* (Ah-Bv-C) führen. Andererseits entstehen im Zuge der Verwitterung mit Tonmineralen neue bodenspezifische Teilchen. Tonminerale sind sehr klein ( $< 0,002$  mm) und besitzen für die Böden die wichtige Eigenschaft, dass sie, neben dem Humus im Ah-Horizont, aufgrund ihrer chemisch nicht gesättigten, negativ geladenen Oberflächen Kationen adsorbieren können, unter denen sich auch zahlreiche Nährstoffe befinden.

Eine Sonderform der Bodenentwicklung läuft auf reinen Karbonatgesteinen ab. Diese beinhalten eine geringe silikatische Komponente, die wiederum hauptsächlich aus Tonmineralen besteht. Mit einer über längere Zeit fortschreitenden Karbonatlösung werden diese nicht löslichen Bestandteile schließlich als karbonatfreier, toniger Rückstand (T-Horizont) unterhalb des Ah-Horizonts angereichert. Mehrere dm mächtige *Terraefusca* können nicht allein aus der holozänen Verwitterung hervorgegangen sein. Zum überwiegenden Teil handelt es sich bei ihnen wohl um mehrphasig während der pleistozänen Warmzeiten entstandene und immer wieder weiter gebildete Böden. Typisch für die *Terraefusca* (Ah-T-C) ist neben dem hohen Tongehalt und der dadurch bedingten guten Aggregation zu kleinen, scharfkantigen Polyedern, eine intensiv braungelbe bis rotbraune Bodenfarbe, die aus der Umwandlung von im Gestein enthaltenen Eisencarbonaten zu Eisenoxiden herrührt.

Neben Verwitterungs- und Umwandlungsprozessen können im Boden Verlagerungsvorgänge von Stoffen eine große Rolle spielen.

Bei der Entstehung von Podsolen (Ahe-Ae-Bhs-C) durch den Prozess der Podsolierung, werden unter sehr stark sauren Bedingungen ( $\text{pH} < 3,2$ ) in gut durchlässigen, sandigen Böden, die meist schon eine Braunerdeentwicklung durchlaufen haben, aus der Humusaufflage organische Stoffe ausgetragen und wandern mit dem Sickerwasser mehrere Dezimeter tief in den Mineralboden ein. Dabei verbinden sie sich mit Eisen und Aluminium aus dem Oberboden, die dadurch ausgewaschen werden, was zu einem fahlgrauen abgereicherten Ae-Horizont (e von eluvial, ausgewaschen) führt. Im Unterboden fallen diese Stoffe in einem gräulich-orangebraunem Anreicherungshorizont (Bhs,h von humos,s von Sesquioxid) wieder aus. Teilweise ist eine Trennung in eine humose, schwärzliche obere Lage (Bh) und eine durch Eisenoxide orangebraun gefärbte untere Lage (Bs) zu beobachten. Örtlich kann die Einlagerung von Eisen und Aluminium so stark werden, dass sich ein fester Ortsteinhorizont bildet.

Eher im schwach bis mäßig sauren Bereich spielt sich die Verlagerung von Ton im Bodenprofil ab. Vorbedingung ist das Vorhandensein von Verwitterungston im Zuge einer Braunerdegenese. Dabei werden Tonminerale und z.T. an ihnen haftende Eisenoxide aus dem Oberboden ausgewaschen und in den Unterboden eingetragen. Es entsteht dadurch ein deutlicher Körnungssprung im Boden. Oberhalb von ihm befindet sich der nur schwach lehmige, fahl- bis hellbraune Al-Horizont (l von lessiviert, ausgewaschen), darunter der kräftig- bis dunkelbraune, tonig-lehmige Bt-Horizont (t von tonangereichert). Auch hier geht mit der Tonzunahme im Unterboden die Herausbildung eines stärker aggregierten Bodengefüges einher. Der durch den Prozess der Lessivierung entstandene Boden wird als Parabraunerde (Ah-Al-Bt-C) bezeichnet.

Böden mit deutlicher Körnungsschichtung weisen nicht selten Pseudovergleyungs- bzw. Staunässemerkmale auf. Vor allem auf abflußträgen Verebnungen in Verbindung mit hohen Niederschlägen sowie in Hohlformen mit lateralem Wasserzuschuss wird die Prägung durch Staunässe so groß, dass der Bodentyp Pseudogley (Ah-Sw-Sd-C) entsteht. Profilmorphologisch zeichnet sich dieser durch einen grau-gebleichten Oberboden mit nur wenigen Rostflecken (Sw-Horizont, w von stauwasserleitend) und einen orange-grau marmorierten, dichten Unterboden (Sd-Horizont, d von dicht, wasserstauend) aus. Zu diesem Profilbild kommt es, wenn jahreszeitlich hohe Wassergehalte im Boden auftreten und es unter reduzierenden Bedingungen zu einer Mobilisierung von Eisen- und Manganverbindungen kommt, die den Boden üblicherweise braun färben (Eisen). Im wasserwegsamem Oberboden werden diese Stoffe mit dem sich über dem Wasserstauer bewegenden Bodenwasserstrom lateral, auch bei sehr geringen Hangneigungen weggeführt. Im dichten, wasserunwegsamem Unterboden findet dagegen eine Umlagerung von Eisen und Mangan statt. Von Bereichen mit völliger Wassersättigung und stark reduzierenden Verhältnissen wandern Eisen und Mangan in Bereiche mit noch höherem Sauerstoffgehalt ein und fallen dort als Hydroxide aus, so dass ein engräumiges Nebeneinander (Marmorierung) von grauen und orangefarbenen Bezirken entsteht.

Eine Extremform des Pseudogleys ist der Stagnogley (Ah-Srw-Srd). Niederschlagsreiche Verhältnisse führen dazu, dass in abzugsträgen Flachlagen an mehr als 200 Tagen im Jahr Staunässe herrschen kann. Waren im grauen Sw-Horizont des Pseudogleys noch wenige Rostflecken und auch Eisen-Mangan-Konkretionen enthalten, so ist jetzt der Srw-Horizont des Stagnogleys (r von reduziert) praktisch frei davon. Ein teilweise schon aufgewachsener flacher Sphagnum-Torf führt zum Moorstagnogley.

Stehen Böden unter ständigem Einfluss von hoch stehendem Grundwasser, so bilden sich *Gleye* (Ah-Go-Gr) und *Nassgleye* (GoAh-Gr). Vereinfacht zeigen sie eine dem Pseudogley umgekehrte Morphologie, da das profilprägende Wasser nicht von oben (Niederschlag), sondern von unten wirksam wird. Der ständig im Grundwasser liegende Unterbodenhorizont weist hier aufgrund reduzierter Eisenverbindungen eine graue Farbe (Gr-Horizont, r von reduziert) auf. Oberhalb davon bildet sich im Grundwasserschwankungsbereich ein Go-Horizont aus, der durch Verrostung, d.h. Abscheidung von orangebraunen Eisenverbindungen in nicht wassererfüllten, meist größeren Poren gekennzeichnet ist. Ein mittlerer Grundwasserstand nahe der Geländeoberfläche und zumindest zeitweise darüber stehendes Wasser führen aufgrund von Sauerstoffmangel zu einer starken Einschränkung des mikrobiellen Abbaus von organischer Substanz. In der Folge kommt es an solchen Standorten zur kräftigen Akkumulation von abgestorbenem pflanzlichem Material. Als Böden bilden sich *Anmoorgleye* (GoAa-Gr) mit einem tiefschwarzen, etwa 2 - 4 dm mächtigen Aa-Horizont (a von anmoorig), der 15 - 30 % organische Substanz aufweist und *Niedermoor* (nH), die fast vollständig aus abgestorbenen Sumpf- und Wasserpflanzen bestehen. Letzteren gegenüber stehen die ausschließlich durch hohe Niederschläge und eine stark positive klimatische Wasserbilanz gesteuerten *Hochmoore* (hH). Das im Zentrum stärkste Aufwachsen der Torfmoose bedingt die namensgebende, flache Aufwölbung des Moorkomplexes, mit der er sich über seine Ränder erhebt. Im Gegensatz zu den über das Grundwasser mit Stoffen versorgten Niedermooren, sind die Hochmoore ausgesprochen arme, sehr saure Standorte, die absoluten Spezialisten als Lebensraum dienen (z. B. Sonnentau).

Nicht durch bodenbildende Prozesse aus einem am Ort vorhandenen Ausgangssubstrat entstanden sind *Kolluvien* (Ah-M-...) und *Braune Auenböden* (Ah-M-...). Bei ihnen handelt es sich vielmehr um humose Bodensedimente, die unterschiedliche Böden und geologische Substrate mit z.T. erheblicher Mächtigkeit überlagern können. Ihr Material entstammt der Bodenerosion auf ackerbaulich genutzten Flächen und wurde entweder unmittelbar benachbart in Hangfußlagen und Hohlformen wieder abgelagert oder gelangte in die Vorfluter und wurde dort von den Fließgewässern im Überflutungsbereich abgesetzt. Aufgrund typischer Bodeneigenschaften werden sie dennoch zu den Böden gestellt.

Häufig sind an der Ausbildung eines Bodens mehrere der beschriebenen pedogenetischen Prozesse beteiligt. Es entstehen somit Übergangsformen zwischen verschiedenen Bodentypen, wobei der letztgenannte immer der vorherrschende ist (z.B. Podsol-Braunerde: hauptsächlich Braunerde, untergeordnet ausgebildete Podsolmerkmale). Nur sehr schwach erkennbare Prozesse werden adjektivisch beigelegt (z.B. podsolige Braunerde). Nicht zuletzt durch die geologische Schichtung des Ausgangssubstrats finden die Bodenprozesse unterschiedliche Bedingungen vor, die ihre Intensität und Wirksamkeit sehr stark beeinflussen können.

Die Vielfalt der Bodentypen in Verbindung mit unterschiedlichen Ausgangsgesteinen bedingen weite Spannen in Bezug auf wichtige Bodeneigenschaften. Großen Einfluss besitzen die vom Ausgangsgestein und den bodenbildenden Prozessen geprägten Körnungen der Böden, da sie einerseits die Porenraumgliederung und damit den Wasser- und Lufthaushalt maßgeblich mitbestimmen sowie andererseits das Sorptionsverhalten für Nährstoffe, aber auch die Möglichkeit Schadstoffe zu immobilisieren, beeinflussen.

Bei den in Böden vorkommenden Körnungen des sog. Feinbodens (Korngrößen < 2 mm) handelt es sich i. d. R. um Mischungen von Ton (< 0,002 mm), Schluff (0,002-0,063 mm) und Sand (0,063-2,0 mm). Für die Benennung von Körnungsgruppen, die sich i.w. aus

zwei Korngrößen zusammensetzen, ist die vorherrschende Korngröße namengebend, die untergeordnete wird adjektivisch beigefügt (Bsp. sandiger Ton). Körnungsgemische, an denen alle drei Korngrößen maßgeblich beteiligt sind, bilden die Gruppe der Lehme, die wiederum nach der am deutlichsten erkennbaren Korngröße adjektivisch gegliedert werden (Bsp. schluffiger Lehm). Insgesamt werden 31 auch im Gelände mit Feldmethoden identifizierbare Korngrößengruppen (AG Boden 1994) unterschieden.

Neben der Körnung ist insbesondere die Mächtigkeit des zur Verfügung stehenden Bodenraums, in dem Umwandlungs- und Speicherprozesse ablaufen, von Bedeutung. Im Gebiet der Baar bewegt sich diese grob zwischen 1,5 und 15 dm, sodass allein durch unterschiedliche Bodenmächtigkeiten Spannen bei wichtigen Eigenschaften bis um den Faktor 10 auftreten können. Desweiteren ist von Bedeutung, ob der potentiell zur Verfügung stehende Bodenraum durch hohen Steingehalt reduziert wird, oder ob beispielsweise feste Ortsteinhorizonte auftreten, die ihn nach unten begrenzen. Hohe Grundwasserstände führen genauso wie länger anhaltendes Stauwasser zu einer starken Einschränkung der Durchwurzelbarkeit und begrenzen die Gründigkeit somit physiologisch. Bei Angaben zur Gründigkeit (Mächtigkeit von Lockermaterial über festem Untergrund) bzw. Entwicklungstiefe (Mächtigkeit der Bodenbildung) werden die Stufen flach (< 3 dm), mittel (3-6 dm), mäßig tief (6-10 dm) und tief (> 10 dm) unterschieden.

Zur Verdeutlichung wichtiger Bodeneigenschaften soll das folgende Beispiel eines Modellbodens dienen: Ein  $1 \text{ m}^2$ -Ausschnitt aus einer 1 m mächtigen Bodendecke hat eine Masse von ca. 1 500 kg. Im Vergleich zu  $1 \text{ m}^3$  Festgestein mit 2 600 kg ist der Bodenbereich deutlich aufgelockert und mit etwa 40 % Porenvolumen wesentlich poröser. Bei angenommener lehmiger, nicht zu schwerer Körnung kann dieser Boden rund 360 l Wasser entgegen der Schwerkraft festhalten und speichern, wovon etwa 170 l für Pflanzen verfügbar sind und durch die Wurzeln ausgeschöpft werden können. Derselbe Boden kann theoretisch ca. 3,3 kg Ca-Ionen, oder 1,8 kg Mg-Ionen adsorbieren.

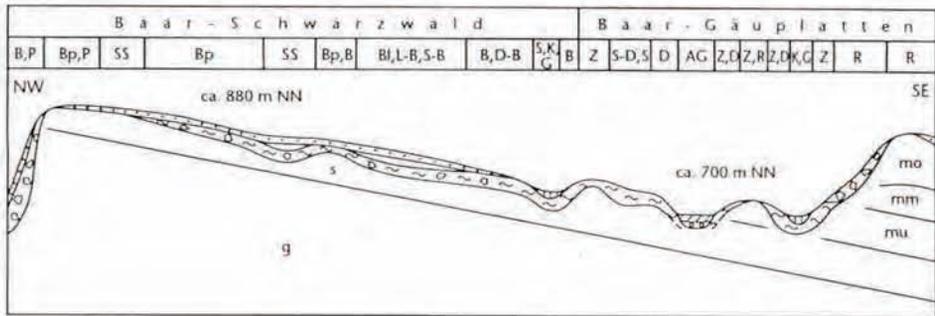
## 6. Bodenverbreitung im Gebiet der Baar

### 6.1. Baarschwarzwald

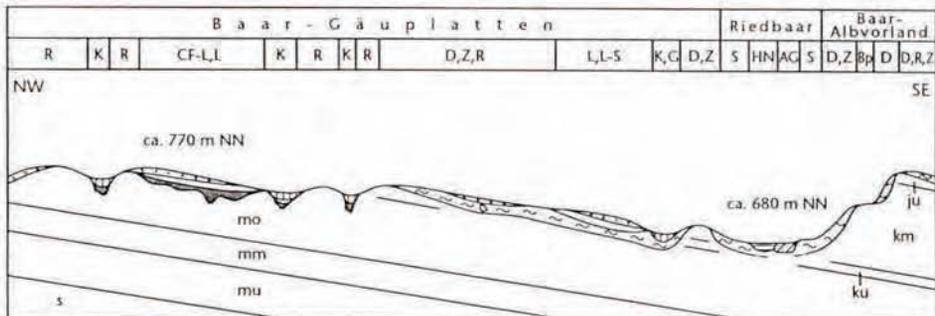
Die Bodenverhältnisse auf den Buntsandsteinflächen des Baarschwarzwalds lassen im Großen gesehen eine bodenkundliche Zweiteilung erkennen, welche durch unterschiedliche Ausgangssubstrate der Bodenbildung auf den Hochflächen im Westen und im Bereich der Abdachung nach Osten bedingt ist. Der Wechsel der verschiedenen Bodenformen innerhalb dieser Teillandschaften hängt, wie bereits von KWASNITSCHKA (1970) beschrieben wurde, jeweils entscheidend vom Relief und dem Aufbau der periglazialen Deckschichten ab. Weitere, auf der forstlichen Standortskartierung basierende Beschreibungen der Böden des Baarschwarzwalds liefern RODENWALDT (1962) und SEGER (1967). Spezielle bodenkundliche Untersuchungen zum Stoffhaushalt von Böden im Villinger Stadtwald finden sich in zahlreichen Veröffentlichungen zum ARINUS-Projekt des Instituts für Bodenkunde und Waldernährungslehre in Freiburg (z.B. RASPE et al. 1998).

**6.1.1. Westlicher Baarschwarzwald.** Die größte Verbreitung haben zweischichtige Böden aus mehr oder weniger steinigem lehmigem Sand und sandigem Lehm (Hauptlage) über Sandsteinzersatz des Mittleren und Oberen Buntsandsteins (Abb. 3a). Im geneigten Gelände folgt unter der Hauptlage oft eine sandige oder sandig-tonige Fließerde, die z. T. stark stein- und blockführend ist (Basislage). Es handelt sich bodentypologisch gesehen um podsolige Braunerden mit einer Aeh-Bv-IIC-Horizontabfolge. Durch den Prozess der

a)



b)



- Hauptlage
- Mittellage
- Basislage, z. T. mit geringmächtigem Rest der Hauptlage
- Hangschutt
- periglazial umgelagerter Kalksteinverwitterungslehm (Basislage)

- quartäre Flussschotter
- Auenlehm
- holozäne Abschwemm Massen
- Niedermoorort

g = Grundgebirge, s = Buntsandstein, mu = Unterer Muschelkalk, mm = Mittlerer Muschelkalk, mo = Oberer Muschelkalk, ku = Unterkeuper, km = Mittelkeuper, ju = Unterjura

R = Rendzina, Z = Pararendzina, D = Pelosol, B = Braunerde, L = Parabraunerde, P = Podsol, CF = Terra fusca, S = Pseudogley, SS = Stagnogley, K = Kolluvium, AG = Auengley, G = Gley, HN = Niedermoor, p = podsolig, l = lessiviert, D-B = Pelosol-Braunerde usw.

Abb. 3: Böden und quartäre Deckschichten der Baar; schematische Profilschnitte, Deckschichten stark überhöht

Verbraunung ist die dunkelrote Farbe des Buntsandsteinersatzes im Bv-Horizont in eine rötlichbraune Farbe übergegangen. Aufgrund der sandigen Bodenart, die eine hohe Durchlässigkeit und damit bei hohen Niederschlägen eine rasche Auswaschung von basischen Kationen aus dem ohnehin nährstoffarmen Substrat bewirkt, sind diese Waldböden sehr stark versauert. Die auch für bodenbiologische Umsetzungsprozesse ungünstigen Verhältnisse bewirken, dass die anfallende Nadelstreu nur noch eingeschränkt abgebaut wird und sich in einem mehrere cm mächtigen Auflagehumus aus einer schwarzen Feinhumuslage (Oh) und einer aus Pflanzenresten bestehenden Of-Lage anreichert. Im darunterfolgenden

mineralischen Humushorizont (Ah) zeigen sich Podsolierungsmerkmale in Form zahlreicher gebleichter Sandkörner und einer violettstichigen Färbung. In sandigen oft blockreichen Substraten des Mittleren Buntsandsteins ist die Bodenentwicklung durch Podsolierung oft bis zur Podsol-Braunerde oder zum Podsol fortgeschritten.

Auf die allgemeine Problematik der Bodenversauerung durch „sauren Regen“ und Bodenveränderungen durch Nährstoffeinträge aus der Atmosphäre soll im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden. Bei den sehr niedrigen pH-Werten der Waldböden im Buntsandsteingebiet werden Aluminiumionen ausgewaschen, die bei dem verbreitet auftretenden lateralen Transport des Bodenwassers in den Mehrschichtböden relativ schnell in die Oberflächengewässer gelangen und zu deren Versauerung führen. BAUER (1985) gibt für Quellen und Bäche des Baarschwarzwalds Werte von z. T. über 1 mg Al/l an (Grenzwert laut Trinkwasserverordnung 0,2 mg Al/l; KÖLLE 2001).

Auf den ausgedehnten Verebnungsflächen oder in flachen Mulden sind oft großflächig extrem staunasse Böden verbreitet, die infolge langanhaltender Wassersättigung im Oberboden gebleicht sind. Diese Stagnogleye („Missenböden“) besitzen ähnlich wie stark podsolierte Böden eine mächtige Rohhumusdecke, die wegen der starken Durchfeuchtung als Feuchtrohhumus bezeichnet wird und vereinzelt, z. B. am Rand von kleineren Waldmooren in einen bis zu 30 cm mächtigen Torf übergehen kann (Moor-Stagnogley). Den oberen Profilabschnitt repräsentiert ein steiniger, oft sogar Sandsteinblöcke enthaltender lehmiger Sand oder sandiger Lehm. Als Stauhhorizont wirken tonige, dichtgelagerte Fließerden oder schwer durchlässiges Festgestein im Untergrund. Aber auch das unter geringmächtigem Buntsandstein oder Buntsandsteinschutt lagernde tonige Granitverwitterungsmaterial der permotriadischen Landoberfläche wirkt sich im Übergang zum Grundgebirge als Wasserstauer aus (MÜLLER & ORTLAM 1982: 67; SCHLENKER & MÜLLER 1986: 7). Im geneigten Gelände und in Mulden mit lateraler Wasserbewegung zeigen die Stagnogleye Übergänge zu Hang- und Grundwasserböden sowie zu Podsolen (Hanggley, Gley, Gley-Podsol). Die für den Waldbau ungünstigen Eigenschaften der Stagnogleye (Luftmangel, schlechte Durchwurzelbarkeit, Windwurfgefahr etc.) wurden durch umfangreiche Grabenentwässerung seit der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts verbessert (SEGER 1967: 57, RODENWALDT 1962: 72ff.). Die Trockenlegung führte stellenweise zur Schrumpfung der Rohhumusdecken durch Mineralisierung.

Gelegentlich sind am unteren Rand von Stagnogleyflächen in einem schmalen Streifen sogenannte Ockererden zu finden. In ihnen sind die aus den Stagnogleyen gelösten und lateral abtransportierten Eisenverbindungen in intensiv ocker- und orangebraunen Anreicherungshorizonten wieder ausgefallen. Auf Untersuchungsflächen im Nordschwarzwald hat SCHWEIKLE (1971) diese Vorgänge detailliert untersucht und beschrieben.

Im Bereich der Talhänge des Baarschwarzwalds ist meist bereits das Grundgebirge angeschnitten. Die Oberhänge sind jedoch oft noch von Hangschutt aus Buntsandsteinmaterial überdeckt, in dem wie auf den Hochflächen überwiegend podsolige Braunerden aus stein- und blockreichem lehmigem Sand entwickelt sind, die oft Übergängen zum Podsol aufweisen. Dieselben Bodentypen sind in den hangabwärts anschließenden Schuttdecken aus dem grobkörnigen Verwitterungsmaterial des Eisenbacher Granits zu finden. An den Hängen im Gneisgebiet treten hingegen häufig Braunerden auf, die noch keine Podsolierungsmerkmale besitzen, da die Gneis-Schuttdecken zu einem vergleichsweise feinkörnigen, lehmigen und nährstoffreicheren Substrat verwittern.

**6.1.2. Östlicher Baarschwarzwald.** Die für den westlichen Baar-Schwarzwald geschilderten Verhältnisse gelten auch für die talrandnahen Hochflächen und die Talhänge im Bereich der östlichen Abdachung des Baarschwarzwalds. In den breiten zentralen Bereichen der schwach nach Osten einfallenden Verebnungen sind tonreiche, intensiv rötlich gefärbte Buntsandsteinfließerden (Basislagen) verbreitet, an deren Substrataufbau zu einem großen Teil vermutlich die „Violetten Horizonte“ und evtl. Reste der Röttone beteiligt sind. Die Basislage wird von mehr oder weniger lösslehmreichen ca. 4 bis 10 dm mächtigen Fließerden überlagert (Haupt- und Mittellage). In diesen Substraten sind Braunerden entwickelt, die oft geringe Lessivierungsmerkmale (Ah-AIBv-Btv) aufweisen (Abb. 4). Wo die Hauptlage verhältnismäßig viel Lösslehm enthält, zeigen die dann aus sandig-lehmigem Schluff oder schluffigem Lehm bestehenden Bv-Horizonte der Braunerden eine gelblichbraune Farbe. Wenn der Buntsandsteinanteil dominiert, handelt es sich dagegen eher um einen rötlichbraun gefärbten sandigen Lehm. Häufig auftretende schwach gebleichte Oberböden und Eisenoxidflecken in den Unterböden sind deutliche Hinweise auf zeitweilige Staunässe, die durch die unterlagernde schwer wasserdurchlässige Basislage verursacht wird (Pseudogley-Braunerde, Pseudogley). In abzugsträgen Flachlagen und in flachen Mulden, wo sich die Staunässe über längere Zeit im Jahr auswirkt, sind auch hier Stagnogleye verbreitet. Im Vergleich zu entsprechenden, in Kap. 6.1.1 beschriebenen Böden, besitzen sie einen komplexeren Substrataufbau (Haupt-, Mittel-, Basislage) und sind wegen der deutlichen Lösslehmbeimengung feinkörniger ausgebildet (Abb. 5), was ihre Eignung als Waldstandort jedoch kaum verbessert.

Vielfach ist die Hauptlage im landwirtschaftlich genutzten östlichen Baar-Schwarzwald durch Bodenerosion verkürzt, mit der Folge, dass örtlich nur flach entwickelte Bodenprofile auftreten. Aber auch in heute bewaldeten Gebieten, sind verkürzte Hauptlagen und günstigere Humusformen („Mull“) auf nährstoffreicherem Oberboden ein Indiz für ehemalige ackerbauliche Nutzung (ROTHFUß 1988). KÖLLNER (1977: 344) weist darauf hin, dass die Waldflächen im Schwarzwald-Baar-Kreis bis zum Ende des 18. Jahrhunderts, bedingt durch einen von Köhlerei, Glasbläserei, Eisenhütten und Beweidung ausgelösten Raubbau, im Vergleich zu ihrer heutigen Ausdehnung erheblich reduziert waren. Das von den Hängen abgeschwemmte Bodenmaterial (holozäne Abschwemm Massen) bildet häufig den oberen Profilabschnitt der meist stauwasser- und grundwasserbeeinflussten Böden in den schmalen langgezogenen Muldentälchen am Ostrand des Baarschwarzwalds (Pseudogleye und Gleye). Die Röttone treten nur sehr kleinflächig bodenbildend in Erscheinung. In der Regel sind intensiv rotgefärbte, schwere Tonböden (Pelosole) ausgebildet, die in Flachlagen zu Staunässe neigen (Pseudogley-Pelosole).

In den Talauen von Brigach und Breg sind grundwasserbeeinflusste Auenböden aus Auen sand und Auenlehm über Kies und Geröll verbreitet (Brauner Auenboden-Auengley und Auengley). In den schmalen Auen der kleinen Bachtäler sind ebenfalls Auengleye vorherrschend. Der oft geringmächtige Auensand lagert dort häufig über groben Geröll- und Blockablagerungen. Am Unterlauf dieser Tälchen, z. B. im Bruderbächletal westlich von Bräunlingen, finden sich am Rand der Talauen des öfteren Verebnungen mit blockschuttreichen pleistozänen Ablagerungen in denen z. T. stark staunasse Böden (Pseudogleye und Stagnogleye) entwickelt sind. Eine weitere Besonderheit stellt das von GÖTTLICH (1978) näher beschriebene Plattenmoos nördlich von Tannheim dar. Es handelt sich dabei um ein über einem Verlandungsmoor aufgewachsenes Hochmoor, das sich in einer Senke im Übergang zwischen der nach Osten einfallenden Buntsandsteintafel und dem im Osten ansteigenden Unteren Muschelkalk gebildet hat.

## 6.2. Baar-Gäuplatten

Im Übergangsbereich vom Buntsandstein zum Muschelkalk vollzieht sich der Wechsel von dem nahezu geschlossenen Waldgebiet des Baarschwarzwalds zu der offeneren, inselartig mit Wald durchsetzten und dichter besiedelten Gäulandschaft. Während der Schwarzwald bis ins Mittelalter von dauernden Siedlungen frei blieb, war das Altsiedelland der zentralen Baar wegen der günstigeren Bodenverhältnisse schon in vor- und frühgeschichtlicher Zeit ein bevorzugter Siedlungsraum. Vor allem die seit den Waldrodungen und der Bevölkerungszunahme im Mittelalter auf landwirtschaftlich genutzten Flächen großflächig ablaufende Bodenerosion hat zu einer starken Veränderung der ursprünglichen Bodenverhältnisse geführt.

**6.2.1. Böden im Unteren und Mittleren Muschelkalk.** Das ursprüngliche Ausgangsmaterial der Bodenbildung im Hügelland und an den Hängen im Unteren und Mittleren Muschelkalk ist eine aus der Mergelsteinverwitterung und periglazialer Frostbodendynamik hervorgegangene tonig-lehmige, z. T. Dolomitschutt führende Fließerde (Basislage), die von einer schluffig-lehmigen Hauptlage überdeckt wird. Die ursprünglich ausgebildeten Pelosol-Braunerden (Ah-Bv-IIP-C) finden sich jedoch nur noch vereinzelt in bewaldeten Bereichen. Im größten Teil des Gebiets wurde das Bodenprofil durch holozäne Erosion verkürzt. Braunerde-Pelosole mit noch 1-3 dm mächtig erhaltenem Bv-Horizont sowie typische Pelosole sind untergeordnete Bestandteile des Bodenmusters und vor allem in flacheren, häufig bewaldeten Landschaftsteilen lokalisiert. Guten bodenchemischen Parametern bzw. hohen natürlichen Nährstoffgehalten der Pelosole stehen ungünstige bodenphysikalische Eigenschaften gegenüber. Aufgrund ihrer besonderen Gefügedynamik (vgl. Kap. 5) und ihrer hohen Dichte sind die Böden schwer zu bearbeiten. Die Bildung von Schrumpfungsrissen führt zum Abreißen von Feinwurzeln in dem ohnehin schwer durchwurzelbaren Substrat. Ein hoher Feinporenanteil wirkt sich negativ auf den Wasser- und Lufthaushalt aus. Nicht selten neigen die Pelosole deshalb zu Staunässe (Pseudogley-Pelosol, Pseudogley).

Weit größere Verbreitung haben Böden, bei denen die Abtragung so stark war, dass sie bis in den tonigen Unterboden übergegriffen hat. Der kalkfreie P-Horizont wurde dadurch ganz oder teilweise abgetragen bzw. durch pflügen im Oberboden aufgearbeitet. Am häufigsten sind daher in Hanglagen und auf schmalen Scheitelbereichen des Unteren und Mittleren Muschelkalks Pararendzinen und Pelosol-Pararendzinen aus Dolomitschutt führenden Fließerden oder aus Mergelsteinersatz zu finden, die i.d.R. bereits an der Oberfläche kalkhaltig sind. Hinsichtlich der Körnung handelt es sich meist um lehmigen bis schwach schluffigen Ton und um tonigen Lehm. Dort, wo die Substrate geringmächtig und skelettreich ausgebildet sind, handelt es sich um flachgründige, trockene Standorte. Gelegentlich kommen in den Scheitelbereichen der Hügelrücken harte Karbonatgesteinsbänke in Oberflächennähe vor, auf denen dann sehr flachgründige, steinige und zu starker Trockenheit neigende Böden vorherrschen (Rendzina, Pararendzina). Für den Waldbau stellen die infolge ehemaliger Schafbeweidung z. T. in den Rohbodenzustand zurückgeworfenen Böden, mit dann nur initialem Humushorizont, problematische Standorte dar (SEGER 1967: 60). Oftmals handelt es sich aber um wertvolle Biotope für seltene Pflanzenarten.

Mächtigeren lösslehmreiche Fließerden (Haupt- über Mittellage) treten im Hügelland des Unteren und Mittleren Muschelkalks der Baar vergleichsweise selten und nur auf Verebnungen und ostexponierten Flachhängen auf. In ihnen sind Parabraunerden entwickelt (Ah-Alt-IIBt-IIIIP-C), die wegen des stauenden Tonanreicherungs-horizonts (Bt) und der schwer

wasserdurchlässigen tonreichen Basislage im Untergrund oft deutliche Staunässemerkmale aufweisen (Pseudogley-Parabraunerde).

Das durch die Bodenerosion von den Hängen abgeschwemmte Bodenmaterial wurde am Hangfuß oder in Talmulden wieder abgelagert. Dort finden sich daher tiefgründig humose, lehmige bis tonige Böden (Kolluvium), die schlecht wasserdurchlässig sind und zu Staunässe mit Luftmangelerscheinungen neigen (Pseudogley-Kolluvium, Pseudogley).

Im Ausstrichbereich undurchlässiger Schichten des Unteren und Mittleren Muschelkalks treten mehrere Quellhorizonte auf, verbreitet sind daher in den Tälern und an flachen Unterhängen auch grundwasserbeeinflusste Böden zu finden (Gley-Kolluvium und Gley).

Ein Teil des erodierten Bodenmaterials wurde auch von Fließgewässern abtransportiert und in kleinen Bachtälern, sowie in jenen Talauenabschnitten von Brigach und Breg durch Hochwässer wieder abgelagert, die den Unteren und Mittleren Muschelkalk entlang der Obermuschelkalk-Schichtstufe queren. Es finden sich dort eine durch sehr unterschiedliche Grundwasserflurabstände geprägte Bodenvergesellschaftung (Brauner Auenboden, Auengley, Nassgley). Vereinzelt, so z. B. bei Grüningen, treten sogar kleine Niedermoore auf.

**6.2.2. Böden im Oberen Muschelkalk.** Die Lösungsverwitterung und die damit einhergehende Anreicherung von Rückstandsmaterial konnte im Gebiet des Oberen Muschelkalks in vielen Fällen nicht mit der intensiven, unter periglazialen Bedingungen in den Kaltzeiten erfolgten Abtragung Schritt halten. Daher sind die meist als Fließerden (Basislage) umgelagerten Rückstandstone (Kalkverwitterungslehm) nur in erosionsgeschützten Reliefpositionen erhalten, bzw. wurden in Hohlformen zu etwas mächtigeren Vorkommen akkumuliert. Später wurden sie dort verbreitet von solifluidal verlagertem Lösslehm und im Holozän durch junge Abschwemmungen überdeckt (Abb. 3b).

Die häufigsten Böden im verkarsteten wellig-kuppigen Hügelland des Oberen Muschelkalks sind flachgründige, lehmige Rendzinen, die auf Ackerflächen teilweise schon an der dichten Steinbedeckung zu erkennen sind. Häufig ist jedoch über dem angewitterten Kalk- und Dolomitgestein noch eine geringmächtige, lehmige Überdeckung in Form der Hauptlage vorhanden. Die Oberböden der Rendzinen bestehen dann aus einem schluffigen Lehm bis mittel schluffigen Ton, sind relativ steinarm und besitzen geringe Kalkgehalte, oder sind kalkfrei. Die Standorteigenschaften der flachgründigen, in niederschlagsarmen Zeiten zu Trockenheit neigenden Böden sind in diesem Fall etwas besser zu bewerten. Die Rendzinen auf Trigonodusdolomit unterscheiden sich von den lehmig-tonigen Böden auf Kalkstein in der Regel durch eine gröbere, schluffreichere und örtlich sogar feinsandige Bodenart im Oberboden und im Gesteinszersatz.

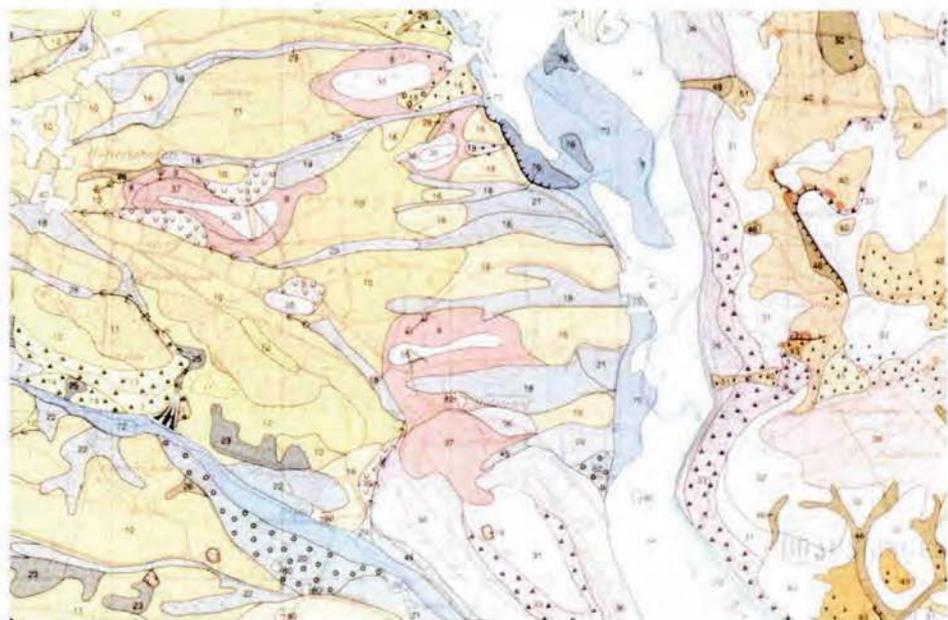
An flachen Hängen und in Scheitelbereichen können bräunlich-gelbe Rückstandstone bodenbildend werden, es liegen dann sog. *Terrae fuscae* vor. Unter Wald sind sie oft noch von einer geringmächtigen Hauptlage überdeckt, die eine Braunerdeentwicklung durchlaufen hat. Der zugehörige Bodentyp ist eine zweischichtige Braunerde-Terra fusca (Ah-Bv-IIT-C).

In den selben geschützten Reliefpositionen, in denen sich die oben beschriebenen Kalksteinverwitterungslehme erhalten haben, konnte sich in den pleistozänen Kaltzeiten Löss ablagern, der aber überall entkalkt und verlehmt ist (Lösslehm) und größtenteils wohl auch solifluidal umgelagert wurde (Mittellage). In flachen Scheitelbereichen und an flachen Hängen (z. B. westlich von Schweningen, östlich und nordöstlich von Weilersbach), oder in den ausgedehnten Karstwannen auf dem Muschelkalkplateau zwischen Donaueschingen und Wolterdingen finden sich daher verbreitet dreischichtige (Haupt-, Mittel-, Basis-

lage), tiefgründige, steinarme Lehm Böden, die in ihrem Unterboden oft eine deutliche Ton-einwaschung erkennen lassen (Bt-Horizont). Es handelt sich um Parabraunerden (Abb. 6) oder Terra fusca-Parabraunerden (Ah-Al-IIBt-III-C), deren Tonauswaschungshorizont (Al-Horizont) oft erodiert oder stark verkürzt ist. Wegen ihres hohen Speichervermögens für Wasser und Nährstoffe, ihrer guten Durchwurzelbarkeit und Bearbeitbarkeit, gehören diese Böden mit zu den besten Ackerstandorten der Baar. Außerdem kommt ihnen eine wichtige Funktion als Filterkörper für den Schutz des Karstgrundwassers zu. Als sehr gute Ackerböden mit ähnlichen Eigenschaften sind auch die tiefgründigen, lehmigen, als Kolluvium bezeichneten Böden in den zahlreichen Trockentälern der Muschelkalkhochflächen zu bewerten. Es handelt sich dabei um das von den Hängen abgeschwemmte humose Oberbodenmaterial, das sich im Laufe der Jahrhunderte in den Hohlformen angesammelt hat.

An den Talhängen der Brigach und der Breg zwischen Villingen und Donaueschingen bzw. zwischen Wolterdingen und Donaueschingen sowie in den durch die junge rheinische Erosion geschaffenen engen Muschelkalktälern des Neckars bei Dauchingen und der Gauchach bildet pleistozäner Hangschutt aus Karbonatgestein des Oberen Muschelkalks das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. In diesen Bereichen dominieren Rendzinen aus ca. 2 bis 4 dm steinigem schluffigem Lehm über grobem Gesteinsschutt mit schluffigem bis tonigem Zwischenmittel. Gelegentlich tritt der oberste Bereich des Hangschutts in einer feinerreicheren, kalkarmen bis kalkfreien Variante auf, die der jungtundrenzeitlichen Hauptlage entsprechen dürfte. Vor allem in diesen Fällen ist unter dem Ah-Horizont der Rendzinen eine deutliche Verbraunung zu erkennen (Rendzina-Braunerde, Ah-AhBv-C). Die nicht versauerten Böden besitzen eine hohe biologische Aktivität mit einer raschen Umsetzung des jährlich anfallenden Streuabfalls (Mull-Humusform), wodurch den fast ausschließlich bewaldeten Standorten wichtige Nährstoffe zur Verfügung gestellt werden. Der guten Nährstoffversorgung steht aufgrund der Flachgründigkeit der Böden vor allem an Sonnhängen eine schlechte Wasserversorgung im Sommer gegenüber.

**6.2.3. Böden im Unterkeuper.** Die Gesteine des Unterkeupers bilden auf der Ostabdachung der Muschelkalk-Stufenfläche durch schmale Muldentäler voneinander getrennte Riedel und Hügelrücken. Wegen des kleinräumigen Wechsels von Ton-, Mergel-, Dolomit- und Sandsteinen, ist mit einem entsprechend starken Wechsel der Bodenverhältnisse zu rechnen. Aufgrund der Überdeckung mit Fließerden, in denen das Verwitterungsmaterial der genannten Gesteine miteinander vermischt wurde, sind die Inhomogenitäten im Ausgangsmaterial der Bodenbildung allerdings bis zu einem gewissen Grad ausgeglichen. Die größte Verbreitung haben tonreiche Basislagen in denen Pelosole und Pararendzinen entwickelt sind. Wo die Bodenerosion sich nicht zu stark auswirkte und über der Basislage noch eine geringmächtige schluffig-lehmige Hauptlage vorhanden ist, treten zusätzlich Braunerde-Pelosole auf. In abzugsträgen Flachlagen sind in solchen zweischichtigen und z. T. auch in dreischichtigen (Haupt-, Mittel-, Basislage) Substraten oft deutliche Staunäsemerkmale ausgeprägt (Pseudogley, Pelosol-Pseudogley). Wo in Oberflächennähe Dolomitsteinbänke anstehen, sind kleinflächig immer wieder auch Dolomitrendzinen zu finden, die ein ähnliches Erscheinungsbild wie die Rendzinen im Trigonodusdolomit besitzen. Hinsichtlich ihres Wasserhaushalts sind sie jedoch günstiger zu bewerten als diese, da sich unter den oft nur wenige dm mächtigen Dolomitsteinbänken häufig mehr oder weniger stark verwitterte Tonstein- oder Mergelsteinlagen befinden, die eine zusätzliche Wasserspeicherkapazität besitzen. Braunerden und Ranker (Ap-C) aus Unterkeuper-Sandstein oder sandigen Fließerden sind auf der Baar verhältnismäßig selten anzutreffen.



8 = Pelosol aus Röttonfließerde, 10 = Braunerde, Parabraunerde und Pelosol-Braunerde aus sandsteinführenden Fließerden, 12 = Podsolige Braunerde und pseudovergleyte podsolige Braunerde aus sandsteinreichen Fließerden, 16 = Parabraunerde, Pseudogley-Parabraunerde und pseudovergleyte Parabraunerde-Braunerde aus lösslehmreichen Fließerden, 18 = Pseudogley, Kolluvium-Pseudogley und Gley-Pseudogley aus sandsteinführenden Fließerden, 23 = Stagnogley aus sandsteinführenden lösslehmarmen Fließerden, 31 = Braune Rendzina und Rendzina aus Kalkstein, 33 = Rendzina, Braunerde Rendzina und Rendzina-Braunerde aus Muschelkalk-Hangschutt, 36 = Pararendzina, Pelosol-Pararendzina und Pararendzina-Pelosol aus Fließerde, 40 = Parabraunerde und Terra fusca-Parabraunerde aus periglazial umgelagertem Lösslehm über umgelagertem Residualton, 43 = Terra fusca und Braunerde-Terra fusca aus periglazial umgelagertem Residualton, 46 = Tiefes Kolluvium aus lösslehmreichen holozänen Abschwemm Massen, 64 = Brauner Auenboden und Auengley-Brauner Auenboden aus Auenlehm und Auensand über Kies, Auengley aus Auenlehm über Kies

Abb. 2: Ausschnitt aus der Bodenkarte (BK25) Blatt 8016 Donaueschingen, mit Legendenbeispielen (stark vereinfacht)

Vor allem westlich von Schwenningen und Bad Dürkheim sind die flachen Hügel im Unterkeuper oft von Lösslehm oder lösslehmreichen Fließerden bedeckt, in denen tiefgründige, lehmige, pseudovergleyte Parabraunerden entwickelt sind. In ebenen Lagen und an abzugsträgen flachen Hängen wirkt sich die unterlagernde stauende Basislage ungünstig auf den Bodenwasserhaushalt aus. Die Pseudogleye und Parabraunerde-Pseudogleye in diesen Bereichen werden daher meist forstwirtschaftlich genutzt.

Die aus schluffigem Lehm und mittel schluffigem Ton bestehenden Kolluvien in den Tälern und Senken weisen im Gegensatz zu denen der Muschelkalklandschaft häufig Stauwassermerkmale auf, da sie oft von schwer durchlässigen tonigen Fließerden unterlagert werden. Auch deutlich vom Grundwasser geprägte Böden sind in den Muldentälern der Unterkeuper-Landschaft immer wieder zu finden (Kolluvium-Gley).



Abb. 4: Lessivierte podsolige Pseudogley-Braunerde aus sandsteinführenden, lösslehmhaltigen Fließerden (Haupt- über Mittellage) über tonreicher Fließerde aus Buntsandsteinmaterial (Basislage); Musterprofil 8016.201 in RILLING (1999a)



Abb. 5: Stagnogley aus sandsteinführenden lösslehmarmen Fließerden (Haupt- über Mittellage) über sandigem Schwemmsediment auf tonreicher Basislage aus Material des Oberen Buntsandsteins; Musterprofil 8016.202 in RILLING (1999a)



Abb. 6: Parabraunerde aus lösslehmreichen Fließerden (Haupt- über Mittellage) auf Kalkstein des Oberen Muschelkalks; Musterprofil 8016.203 in RILLING (1999a)



Abb. 8: Humoser Pelosol-Pseudogley aus geringmächtigen holozänen Abschwemmassen über tonreicher Gipskeuper-Fließerde (Basislage); Musterprofil 7917.203 in RILLING (1999b)

### 6.3 Riedbaar

Die ursprüngliche Riedbaar mit ihren verbreitet auftretenden Mooregebieten, ihren feuchten und nassen Grund- und Stauwasserböden wurde in der Vergangenheit stark durch menschliche Eingriffe verändert. Ein großer Teil der Moore wurde abgetorft, entwässert oder überdeckt, Flussläufe begradigt und eingedeicht und nasse Wiesenböden entwässert. Der Verkehrswegebau der letzten Jahre der Flächenverbrauch für verschieden Infrastruktureinrichtungen (Golfplatz, Flugplatz, Mülldeponie) und der Kiesabbau stellten weitere schwerwiegende Eingriffe in die Riedlandschaft dar (REICHELT 1995).

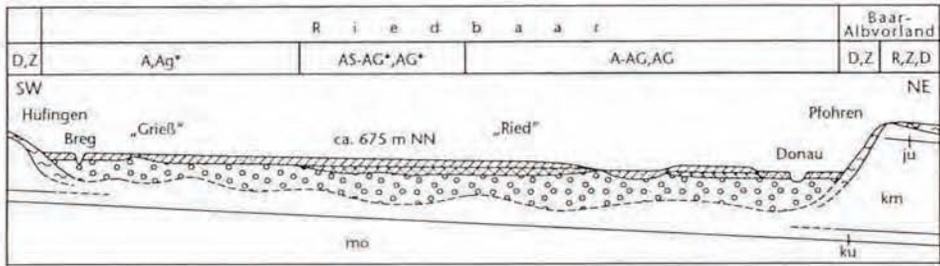
Die Auenböden der Riedbaar sind zunächst hinsichtlich ihrer vom Einzugsgebiet abhängigen Substratzusammensetzung und dem Ausmaß der Grundwasserbeeinflussung voneinander zu unterscheiden. Der dem flachen Schwemmfächer der Breg entsprechende Südwesten des Donaueschinger Rieds trägt den Flurnamen „Grieß“ und wird im Gegensatz zur übrigen Riedbaar größtenteils ackerbaulich genutzt. Vorherrschend sind dort Braune Auenböden aus sandig-lehmigen Hochwassersedimenten, die oft weniger als 1 m mächtig sind und über sandigem Schwarzwaldkies lagern (Abb. 7a). Auf Grundwassereinfluss hinweisende Oxidationsflecken treten immer wieder im tieferen Unterboden auf. Die Vergleichungsmerkmale sind aber reliktsicherer Natur, da das Grundwasser in diesem Bereich u.a. durch die Anlage der Baggerseen in den letzten Jahrzehnten abgesenkt wurde (REICHELT 1994: 31). Standorte auf mächtigen, lehm- und humusreichen Sedimenten in diesem Bereich sind für die Ackernutzung als günstig zu bewerten. Geringmächtige, sandige und kiesige Substrate neigen hingegen zu Trockenheit und Nährstoffarmut.

In der an den Bregschwemmfächer östlich anschließenden Ebene zwischen Allmendshofen und Pfohren, die in der Topographischen Karte den Namen „Ried“ trägt, erfolgt ein Substratwechsel und eine Zunahme der Grundwasserbeeinflussung. Zwischen Kieskörper und Auenlehm lagert dort oft ein fleckig rötlichbrauner toniger Lehm, der in seiner Ausbildung an spätwürmzeitliche Hochflutlehme erinnert, wie sie beispielsweise von Schwarzwaldbächen in der südlichen Oberrheinebene abgelagert wurden (ELLWANGER et al. 1995: 291f.). Der oberste Bereich dieser Schicht ist oft schwarz gefärbt, was für zeitweilige Versumpfung oder Seenbildung in dem Zeitraum zwischen der Ablagerung des Hochflutlehms und des Auenlehms spricht. Grundwassermerkmale sind in den heutigen Böden in diesem Bereich bereits deutlich in den oberen Profilabschnitten zu erkennen (Auengley). Allerdings wirkt sich etwa südwestlich der Bahnlinie noch deutlich die künstliche Grundwasserabsenkung aus. Stellenweise ist auch ein geringer, durch den dichtgelagerten tonreichen Hochflutlehm ausgelöster Staunässeinfluss festzustellen (Auenpseudogley-Auengley).

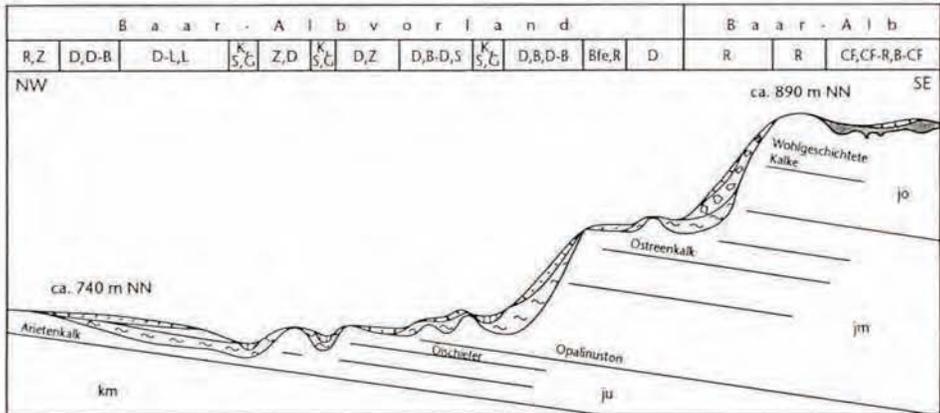
In dem auch heute noch regelmäßig überschwemmten und daher fast ausschließlich als Grünland genutzten Gebiet zwischen der Bahnlinie und der Donau, westlich von Pfohren, steigt der Grundwasserspiegel an und es kommt stellenweise wieder zu einem Substratwechsel. Entlang der Donau und in flachen, in südwest-nordöstlicher Richtung verlaufenden flachen Rinnen im „Ried“, die dem Verlauf früherer Bachläufe bzw. alten Bregläufen folgen (vgl. Karten in REICHELT 1994: 28) wurde der ältere Hochflutlehm wieder ausgeräumt, so dass dort die schluffig-sandigen Auenlehme direkt über dem Kieskörper lagern bei aktuellen Grundwasserständen zwischen 5 und 13 dm unter Flur.

Im Süden des Donaueschinger Rieds, in der Umgebung des Wuhrholz-Moores, einem stark durch ehemalige Abtorfung veränderten und heute bewaldeten Niedermoor, finden sich verbreitet Auengleye und Anmoorgleye aus schwarzem tonigem Material, bei dem es sich vermutlich um Stillwasserablagerungen („Sumpfton“ s. u.) handelt.

a)



b)



- Hauptlage
- Mittellage
- Basislage, z. T. mit geringmächtigem Rest der Hauptlage, in Mulden z. T. Schwemmsediment
- Hangschutt
- periglazial umgelagerter Kalksteinverwitterungslehm (Basislage)

- quartäre Flussschotter
- Hochflutlehm (spätpleistozän-holozän?)
- Auenlehm
- Auensand
- holozäne Abschwemmungen

R = Rendzina, Z = Pararendzina, D = Pelosol, B = Braunerde, L = Parabraunerde, CF = Terra fusca, S = Pseudogley, K = Kolluvium, A = Brauner Auenboden, AS = Auenspseudogley, AG = Auengley, G = Gley; g = ferritisch; D-B = Pelosol-Braunerde usw.

- Böden ohne aktuellen Grundwassereinfluss

mo = Oberer Muschelkalk, ku = Unterkeuper, km = Mittelkeuper, ju = Unterjura, jm = Mitteljura, jo = Oberjura

Abb. 7: Böden und quartäre Deckschichten der Baar; schematische Profilschnitte, Deckschichten stark überhöht

In der regelmäßig überschwemmten Donauaue zwischen Pfohren und Geisingen dominieren Auenböden mit mittleren bis tiefen Grundwasserflurabständen (Brauner Auenboden-Auengley), deren Substrat in Ufernähe sandiger ausgebildet ist als in den Randbereichen der Aue. In den von ehemaligen Flussläufen geschaffenen Rinnen treten nässere Böden (Auengleye) auf, deren Unterböden stellenweise in tonreichen Altwassersedimenten entwickelt sind.



Abb. 9: Pararendzina aus geringmächtiger toniger Fließerde (Basislage) über karbonathaltigem Tonsteinzersatz des Gipskeupers; Musterprofil 7817. 203 in LINK & RILLING (1999)



Abb. 10: Flachgründige Braunerde aus geringmächtiger Hauptlage über verkieseltem Schluffstein des Acrodus-Corbula-Horizonts (Gipskeuper)



Abb. 11: Mäßig tiefes Kolluvium über Pararendzina aus mehrgliedriger Fließerde aus Material des Unterjuras (Lias  $\alpha$ )



Abb. 12: Pelosol aus tonreicher Unterjura-Fließerde (Basislage)



Abb. 13: Ackerfläche im Posidonienschiefer mit aufgepflügten Ölschieferplatten



Abb. 14: Windwurf im Bereich humoser Gleye aus tonreichen Altwassersedimenten (Sumpftön) in der Umgebung des Schuraer Moors



Abb. 15: Braunerde-Pelosol aus Hauptlage über Opalinuston-Fließerde (Basislage) auf Opalinustonzersatz; Musterprofil 7917.204 in RILLING (1999b)



Abb. 17: Rendzina aus Kalksteinhangschutt des Oberjuras

Nördlich des Donaueschinger Rieds setzt sich die Riedbaar in den Auenbereichen der Stillen Musel und des Neckars sowie den angrenzenden Senken im Gipskeupergebiet fort. Neben den immer wieder auftretenden Niedermoorflächen dominieren Böden, die sich bei hoch anstehendem Grundwasser aus meist tonigen Auen- und Stillwassersedimenten gebildet haben (Auengley, Anmoorgley, Nassgley, Gley). Durch Entwässerungsmaßnahmen ist das Grundwasser heute vielerorts abgesenkt. Wo es sich um sehr tonreiche Substrate handelt, erweist sich eine bodensystematische Zuordnung häufig als schwierig, da die grundwasserbeeinflussten Böden dann zusätzlich Pseudogley- und Pelosolmerkmale aufweisen. Dies gilt insbesondere auch für die häufig am Rand der Auen und Moore auftretenden, intensiv schwarz gefärbten und als „Sumpfton“ (MÜLLER 1963) bezeichneten Bodenhorizonte, in denen die hydromorphen Merkmale im Gelände meist nur schwer zu erkennen sind. Die Schwarzfärbung ist vermutlich auf die feine Verteilung von Pyrit und organischer Substanz zurückzuführen. Trotz ihrer dunklen Farbe besitzen die Sumpftone oft nur einen geringen Gehalt an organischer Substanz. Es handelt sich um Altwassersedimente, die stratigraphisch bisher nicht eindeutig zugeordnet werden können. Der schwarze Ton ist in der Regel weniger als 1 m mächtig und geht nach unten oft in graue oder blaugraue Tonlagen über. Vereinzelt treten Zwischenlagen aus Torf oder organischen Stillwassersedimenten auf. Im Liegenden finden sich Schwemmsedimente, Bachablagerungen oder Fließerden. Überlagert werden die Stillwasserabsätze von Auenlehm, holozänen Abschwemm Massen oder Niedermoorortf.

Im Übergangsbereich zu den höhergelegenen Landschaftsteilen treten breite Mulden und Verebnungen auf, in denen die Altwassersedimente in ebenfalls schwarzgefärbte tonige Fließerden (Basislage) übergehen und dort als fossile, in feuchtem Milieu entstandene Bodenbildungen anzusehen sind. In den flachen Mulden und geringfügig höher gelegenen Verebnungen am Rande der Auen und Moore finden sich daher heute schwere staunasse Tonböden mit schwarzgefärbtem Sd- oder P-Sd-Horizont (Abb. 8; Pseudogley, Pelosol-Pseudogley, Kolluvium-Pseudogley). Ähnlich wie im Norden des Donaueschinger Rieds, greift die Riedbaar im Süden Richtung Sumpfhöfen und zwischen Hüfingen und Hausen v. W. mit feuchten und nassen Grund- und Stauwasserböden und Mooren in die Keuperlandschaft hinein.

Einige der breiten Auen und Talmulden der Baarlandschaft wurden in historischer Zeit zu Fischweihern aufgestaut. Der wohl größte von ihnen war der in historischen Karten des 17. und 18. Jh. eingetragene Donaueschinger Weiher (REICHELT 1970, REINARTZ 1987). Reste des Damms beim Donaueschinger Flugplatz sind heute noch erkennbar. Am Rand der Muselaue finden sich dort in einem etwa 1,6 km langen Streifen im Gegensatz zu den übrigen, kalkfreien Auenböden im Museltal kalkhaltige, Schneckenschalen führende Oberböden.

Während es in der Baar nur noch wenige Moore mit echter Moorvegetation gibt (REICHELT 1995: 60 ff.), so sind Moore im bodenkundlichen Sinne relativ weit verbreitet. Es handelt sich dabei um Böden mit mehr als 3 dm Torfmächtigkeit. Oft sind diese Flächen stark durch ehemaligen Torfabbau überprägt. Viele Moore sind entwässert und werden als Grünland oder forstwirtschaftlich genutzt. Andere Flächen sind wegen des hochanstehenden Grundwassers von der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung ausgenommen und z. T. unter Naturschutz gestellt (z. B. Schwenninger Moos). Näher auf die Moore einzugehen, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Es sei deshalb an dieser Stelle auf die umfassende Literatur verwiesen (Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege 1968; GÖTTLICH 1978; JAUCH & BENZING 1986).

## 6.4 Baar-Albvorland

**6.4.1 Mittelkeuper.** Die Gesteine des Gipskeupers bilden am Fuß der Keuper-Unterjura-Schichtstufe ein schmales Hügelland, das von den, bereits bei der Beschreibung der Riedbaar erwähnten Auen und Mooren und ihren feuchten Randsenken durchsetzt ist. Auf den Gipskeuperhügeln und -hängen dominieren schwere Tonböden (Pelosole). Die in Kap. 5 beschriebenen typischen Eigenschaften der Pelosole sind bei den Gipskeuperböden besonders deutlich ausgebildet. Da sie nur bei einem bestimmten Durchfeuchtungsgrad einigermaßen gut zu bearbeiten sind, werden sie auch als „Stunden-, oder „Minutenböden“ bezeichnet. Stellenweise, vor allem unter Wald, ist über der Tonfließerde noch eine bis zu 3 dm mächtige lehmige Hauptlage vorhanden. In diesem Fall handelt es sich bei den entsprechenden Böden um zweischichtige Braunerde-Pelosole. In Flachlagen und Mulden neigen die schwer durchlässigen Böden zu Staunässe (Pseudogley-Pelosol, Pseudogley).

In Bereichen, in denen sich die Erosion stärker ausgewirkt hat, fehlt der P-Horizont oder ist im Pflughorizont (Ap) aufgearbeitet. In solchen Fällen dominieren Pararendzinen und Pelosol-Pararendzinen aus Gipskeuperfließerden oder -zersatz (Abb. 9).

Zwischen Mittlerem und Oberem Gipskeuper tritt stellenweise, z. B. im Wittmannstal nordwestlich von Bad Dürkheim, eine geringmächtige Bank aus Schluff- und Feinsandsteinen auf (Engelhofer Platte, *Acrodus-Corbula*-Horizont). Wo sie in Oberflächennähe ansteht, sind flach entwickelte Braunerden ausgebildet (Abb. 10). Weiter südlich v.a. südwestlich von Hüfingen, ist die Bank quarzitisch ausgebildet und Bruchstücke von ihr treten als Steinbedeckung auf den Äckern bzw. als Beimengung in den Tonfließerden in Erscheinung. Auf vereinzelt auftretenden kleinen Verebnungen im Schilfsandstein, (z. B. im „Wolfbühl“ südlich von Hüfingen) sind ebenfalls Braunerden aus feinsandreicher, steiniger Decklage über Sandsteinzersatz entwickelt. Die Braunerden aus sandiger Hauptlage über oft grobkörnigem Sandsteinzersatz im Stubensandstein der nördlichen Baar sind meist podsolig ausgebildet und wechseln mit pseudovergleyten Böden, die einen tonigen Unterboden besitzen (Basislage). Häufig ist die Oberfläche durch ehemaligen Sandabbau gestört. Im Süden tritt im Niveau des Stubensandsteins oft ein kleinräumiger Bodenwechsel auf mit Pararendzinen, Pelosolen und Braunerden aus sandig-tonigen Fließerden über Gesteinszersatz.

An den Hängen der überwiegend bewaldeten Keuper-Unterjura-Schichtstufe in der nördlichen Baar dominieren Pelosole und Braunerde-Pelosole. Sie sind aus tonreichen Basislagen hervorgegangen, über denen örtlich noch eine Braunerde aus 1-3 dm schluffigem bis sandigem Lehm in einem Erosionsrest der Hauptlage erhalten ist. Vor allem unterhalb des Ausstrichs von Schilf- und Stubensandstein ist eine deutlich Zunahme des Steingehalts festzustellen. Auffallend im Vergleich mit anderen Keuperlandschaften ist die geringe Mächtigkeit und das häufige Fehlen der Hauptlage, was vermutlich mit Bodenerosion infolge von anthropogenen Eingriffen wie Rodungen, Waldweide usw. während des Mittelalters zusammenhängt. Aber auch historische Karten aus späteren Zeiten zeigen, dass die Waldbedeckung dort nicht immer so ausgedehnt war wie heute (REINARTZ 1987). Die Knollenmergelhänge sind vor allem im Neckareinzugsgebiet stark von Rutschungen überprägt. Dort treten kleinräumig wechselnde Bodenverhältnisse mit Pelosol, Kolluvium, Pseudogley und Quellengley auf. Stellenweise, hauptsächlich am Oberhang, enthalten die Fließerden an den Knollenmergelhängen Verwitterungston und Kalksteinschutt aus dem Unterjura.

**6.4.2 Unterjura.** Die von der Arietenkalk-Formation (Lias  $\alpha$ ) im Norden der Baar gebildeten, schwach nach Südosten einfallenden Stufenflächen sind bei größerer Ausdehnung

im zentralen Bereich häufig von tonigen Fließerden (Basislagen) und diese überlagernden, relativ geringmächtigen lösslehmhaltigen Periglazialbildungen (Haupt- und Mittellage) bedeckt (Abb. 7b). Die Hauptlage ist meist verkürzt oder vollständig erodiert. In diesen mehrschichtigen Substraten sind für den Ackerbau gut geeignete, tiefgründige und lehmige, örtlich jedoch zu Staunässe neigende Böden verbreitet (pseudovergleyte Pelosol-Parabraunerden und pseudovergleyte Parabraunerden). Hervorzuheben hinsichtlich ihrer für den Landbau günstigen Bodenverhältnisse sind vor allem auch jene wenigen zentralen Plateauflächen, auf denen Lösslehm oder über 1 m mächtige, lösslehmreiche Mittellagen auftreten. Es handelt sich dabei beispielsweise um einen Bereich nordöstlich von Trossingen oder um kleine Flächen nordwestlich von Sunthausen mit Pseudogley-Parabraunerden und pseudovergleyten Parabraunerden. Zusammen mit den bereits beschriebenen guten Ackerböden der Baar-Gäuplatten sind sie es, welche der Baar den schon bei FISCHER (1936: 48) erwähnten Ruf, eine der wichtigsten „Kornkammern“ Badens zu sein, einbrachten. In hängigen Lagen und auf rundlichen Scheitelbereichen, in denen die Mittellage fehlt, sind Pelosole verbreitet. In den Randbereichen der Plateaus und auf kleineren Verebnungen, wo Kalksteine in Oberflächennähe anstehen, dominieren Rendzinen. In den flachen Mulden der Arietenkalkflächen sind Kolluvien (Abb. 11) und Pseudogleye verbreitet. Die Muldentäler unterhalb von Quellaustritten werden von Gleyen eingenommen. In der östlichen und südlichen Umrahmung des Donaueschinger Rieds bildet der tiefere Unterjura nur noch schmale Verebnungen und Hügelrücken, auf denen der Lösslehmeinfluss stark zurückgeht und Pelosole, Pararendzinen und Rendzinen vorherrschen.

In dem östlich anschließenden, überwiegend durch Grünland genutzten Hügelland aus Ton-, Mergel- und Kalksteinen der mittleren Unterjuraschichten (Lias  $\beta$  bis  $\delta$  bzw. Obtususton, Numismalmergel- und Amaltheenton-Formation) treten weit verbreitet schwere Tonböden (Pelosole; Abb. 12) auf. Stellenweise, in flachen Wasserscheidenbereichen und an schwach geneigten Hängen, weisen die Bodenprofile deutliche Staunässemerkmale auf (Pseudogley-Pelosol und Pelosol-Pseudogley). An den steileren Hängen und in rundlichen Scheitelbereichen von Hügelrücken dominieren Pararendzinen. Es handelt sich dabei um Erosionsprofile, bei denen die kalkhaltigen, lehmig-tonigen Mergelfließerden mit ihrem wechselnden Skeletgehalt an die Oberfläche treten. Vor allem im Bereich der härteren Kalksteinbänke der Numismalmergel-Formation (Lias  $\gamma$ ) sind die Pararendzinen mit Rendzinen vergesellschaftet. In den flach auslaufenden Unterhängen und in Mulden, in denen das abgeschwemmte Bodenmaterial wieder zur Ablagerung kam, sind tonreiche, zu Staunässe neigende Kolluvien verbreitet. Die Quellhorizonte in den Unterjuraschichten haben zur Folge, dass im Bereich der zahlreichen kleinen Muldentäler verbreitet Gleye auftreten. Größere Flächen nehmen sie z. B. in den flachen Senken im Bereich der Obtusustone (Lias  $\delta$ ) östlich von Hochemmingen („Ried“) sowie südlich von Tuningen („Rieden“) ein, wo auf angrenzenden Verebnungen großflächig Pseudogleye auftreten.

Im Bereich der vom Posidonienschiefer (Ölschiefer, Lias  $\epsilon$ ) gebildeten, meist ackerbaulich genutzten Flächen sind Tonböden verbreitet, die eine charakteristische dunkle Färbung besitzen. Im Vergleich zu den Pelosolen aus anderen Tongesteinen der Baar besitzen die meist ackerbaulich genutzten Ölschieferböden aufgrund des aus dem Ausgangsgestein stammenden, hohen Gehalts an organischer Substanz ein vergleichsweise lockeres Bodengefüge mit günstigerem Wasser- und Lufthaushalt, das allerdings empfindlich auf Verdichtung reagiert und durch Befahren mit schweren Maschinen nicht zerstört werden sollte (ZWÖLFER 1967). Am auffallendsten tritt der Ölschiefer dort in Erscheinung, wo durch das Pflügen flachgründiger Böden die rohen Schieferplatten an die Oberfläche geschafft wurden.

Die entsprechenden Böden sind als Pararendzina zu bezeichnen (Abb. 13). In Bereichen, wo härtere Mergelkalksteine anstehen, kommen zusätzlich Rendzinen vor. Die Jurensismergel (Lias  $\zeta$ ) treten wegen ihrer geringen Mächtigkeit und der häufigen Überdeckung durch Opalinuston-Fließerden nur auf kleinen Flächen bodenbildend in Erscheinung, die dann ein ähnliches Bodenmuster wie das Hügelland im mittleren Unterjura besitzen (Pelosole, Pararendzinen). Stellenweise fallen in diesem Bereich Ackerflächen auf, die mit hellen fossilreichen Kalksteinen bedeckt sind (Rendzinen).

In den schmalen Bachauen des Unter- und Mitteljura, z. B. im Kötachtal, dominieren Auengleye aus lehmigen und tonigen Substraten. In den abzugsträgen breiten flachen Tälern und Senken im Übergangsbereich zwischen Unter- und Mitteljura treten ähnlich wie am Fuß der Keuper-Unterjura-Schichtstufe verbreitet stark vernässte Böden und Moore auf. Die von GÖTTLICH (1978) beschriebenen Niedermoore bei Schura, östlich von Pföhren („Birken“, „Mittelmeß“) und westlich von Oberbaldingen wurden in unterschiedlichem Maße durch Torfabbau und Grundwasserabsenkung verändert. Randlich gehen sie in Moorgleye, Anmoorgleye, humose Gleye und Pseudogleye aus oft sehr tonreichen Substraten über („Sumpftön“; Abb. 14).

**6.4.3 Mitteljura.** Wo der Unterjura von der Opalinuston-Formation (Dogger  $\alpha$ ) des Mitteljuras abgelöst wird, steigt das Gelände zunächst nur sehr allmählich an. Die charakteristischen Böden auf den Flachhängen und Verebnungen sind zweischichtige, wechselfeuchte Pseudogleye-Pelosole aus 2-4 dm mittel bis stark schluffigem Ton über schwach schluffigem Ton und Ton. In Muldentälern und Senken nimmt die Hydromorphie stark zu und es sind Pseudogleye und z. T. Gleye entwickelt.

Das stärker reliefierte und vor allem im Norden der Baar oft bewaldete Hügelland im Opalinuston sowie die Hänge im Anstieg zu den höheren Mitteljuraschichten werden vorwiegend von Pelosolen, zweischichtigen Braunerde-Pelosolen (Abb. 15) und Pelosol-Braunerden eingenommen. In den bewaldeten oberen Hangabschnitten im Bereich der Wasserfallbank und der Ludwigion- und Wedelsandstein-Formation (Dogger  $\beta$  u.  $\gamma$ ) sind Pelosol-Braunerden, Parabraunerde-Braunerden und Braunerden aus Haupt- über Basislage miteinander vergesellschaftet. Die Solifluktsdecken weisen dort im Vergleich zum Opalinustongebiet einen höheren Sandgehalt und wechselnde Anteile an Gesteinsschutt aus den härteren Mitteljuraschichten auf. An den bewaldeten steilen Hängen im bewaldeten Braunjurabergland zwischen Tuningen und Talheim war bei der Bodenkartierung auffallend, dass die Hauptlage dort großflächig, für die Baar hohe Mächtigkeiten von über 3 dm besitzt. Vermutlich waren die siedlungsfernen, steilen Hanglagen in der Vergangenheit immer bewaldet und somit vor Erosion geschützt. Es handelt sich dort um günstige Waldböden, auf denen leistungsfähige Fichten-Tannen-Wälder vorherrschen. Wegen des lateralen Wasserabflusses im Bereich der Schichtgrenze sind die Zweischichtböden am Hang hinsichtlich Durchwurzelbarkeit, Wasser- und Lufthaushalt günstiger einzustufen, als entsprechende Bodenprofile im flacheren Gelände, die oft von Staunässe und Windwurf betroffen sind.

Wo die Blaukalke (Dogger  $\gamma$ ) kleine Verebnungen oder Steilkanten bilden, treten Rendzinen und Braunerden auf. Auffallend auf den von eisenreichen Karbonatgesteinen der Ostreenkalk-Formation (Dogger  $\delta$ ) gebildeten Plateaus und Verebnungen (z. B. unterhalb des Lufpens) ist die deutliche Rotfärbung der dort verbreiteten fruchtbaren, lehmigen Ackerböden, die als ferritische Braunerden bezeichnet werden. Im Randbereich der Plateaus nimmt die Lehmbedeckung ab und es treten zunehmend flachgründige, steinige Böden auf (Rendzinen). Über dem Niveau der Ostreenkalke sind im Bereich der Hänge und flachen Kuppen des höheren Mitteljuras wieder zunehmend tonreiche Fließerden verbreitet, in denen Pararendzinen, Pelosole und Braunerde-Pelosole entwickelt sind.

Am Fuß und an den Unterhängen der Oberjura-Schichtstufe treten im Niveau des Mitteljuras z.T. komplizierte Bodenverhältnisse auf, da neben den oben beschriebenen Ausgangssubstraten immer wieder auch pleistozäne Schwemmschuttdecken aus Mittel- und Oberjuramaterial sowie holozäne Abschwemmmassen auftreten.

### 6.5 Baar-Alb

Die Bodenlandschaft der Baar-Alb zeigt reliefbedingt eine klare Zweigliederung (Abb. 7b). Auf der einen Seite die morphologisch stabilen Hochflächen, die Karbonatlösung und damit verbunden Residualtonanreicherung auch über einen längeren Zeitraum potentiell möglich machen. Terrae fuscae sind deswegen hier ein Leitelement der Bodengesellschaft. Auf der anderen Seite die relativ instabilen, örtlich bis in heutige Zeit in Bewegung befindlichen, steilen Traufhänge aus jüngerem Hangschutt, die ausschließlich von Rendzinen (Abb. 16) eingenommen werden. Die auch hier stattfindenden Lösungsvorgänge haben bislang nicht ausgereicht um eine intensivere Bodenbildung hervorzubringen.

Die Terrae fuscae der Hochflächen bestehen meist aus 2-4 dm bräunlichgelbem, schwach schluffigen Ton, der oberflächlich etwas aufgelockertem Festgestein oder verlagertem Kalksteinschutt aufsitzt. Häufig enthält er noch kleinere, gerundete Kalksteine, die durch den Lösungsangriff Ecken und Kanten verloren haben. Hangparallele Einregelung der Grobkomponenten in geneigten Reliefpositionen zeigt, dass z. T. auch eine solifluidale Umlagerung stattgefunden hat. Nicht selten wird das tonige Substrat der Terra fusca noch von 1,5-2,5 dm mittel, seltener stark schluffigem Ton überlagert. Die deutliche Schluffkomponente weist auch hier auf eine ortsfremde, äolische Beimengung in den ehemaligen Auftauboden der Jüngeren Tundrenzeit (Hauptlage) hin. Die gegenüber anderen Gebieten geringere Mächtigkeit der Hauptlage erklärt sich wohl aus dem ursprünglichen Vorhandensein von Kalksteingrus, der im Verlauf des Holozäns gelöst wurde, womit ein Volumenverlust und eine Mächtigkeitsabnahme verbunden war.

Die mit frischen Mineralen angereicherte Hauptlage ermöglichte im oberen Abschnitt des Bodenprofils eine Braunerdegenese. Dieser so von zwei verschiedenen Bodenbildungen aufgebaute Bodentyp wird als flache Braunerde über Terra fusca oder kurz als Braunerde-Terra fusca bezeichnet. Spätere Erosionsvorgänge aufgrund landwirtschaftlicher Nutzungseingriffe haben allerdings die überlagernde Braunerde nicht selten wieder beseitigt und häufig sogar bis in die liegende Terra fusca eingegriffen. Flachgründige Terrae fuscae und Terra fusca-Rendzinen mit noch etwas Residualton zwischen den Kalksteinen, sind daher weitverbreitet. Auch waren mit dem menschlichen Einfluss Bodenumlagerungen verbunden, die örtlich zu einer Vermengung von Terra fusca-Material mit Gesteinsmaterial aus dem Untergrund und damit zu einer mechanischen Aufkalkung des ursprünglich karbonatfreien Solums führten, wodurch eine Rendzinadynamik neu initiiert wurde. Gegenüber den typischen Rendzinen mit ihrem schwarzen, lockeren Ah-Horizont, wie sie als flachgründige Bodenbildungen vor allem in exponierten Reliefpositionen der Hochfläche vorkommen, unterscheiden sie sich durch eine häufig noch leicht bräunliche Bodenfarbe und einen lehmigen Charakter. Im Verbreitungsgebiet der lokal auf der Hochfläche vorhandenen Kalkmergelsteine der Lacunosamergel-Formation (Malm  $\gamma$ ) treten zusätzlich flache bis mittlere Pelosole sowie Pelosol-Rendzinen auf.

Die Rendzinen aus Hangschutt am Abfall der Alb, zeichnen sich wiederum durch relativ mächtige (ca. 2 - 4dm), humusreiche, locker-krümelige, schwarze Ah-Horizonte aus. Nach unten zunehmender Steingehalt und der grobe Hangschutt im Liegenden bedingen relativ trockene Standorte. Im Vergleich zu den flachgründigen Böden der Hochflächen weisen

die Hangstandorte vor allem für Waldbäume, mit ihrer Fähigkeit tiefgründig auch in größerem Substrat zu wurzeln und dadurch das geringe Wasserspeichervermögen in gewissem Umfang auszugleichen, günstigere Wachstumsvoraussetzungen auf.

## Schrifttum

- AG Boden (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. - 4. Aufl., 392 S., 33 Abb., 91 Tab.; Hannover.
- BAUER, R. (1985): Zur Versauerung und Aluminiumbelastung der Gewässer im Schwarzwald-Baar-Kreis; *Landschaft und Stadt* 17, (3): 139-143; Stuttgart.
- BENZING, A. G. (1964): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 186 Konstanz. - *Geographische Landesaufnahme 1 : 200 000*. - Naturräumliche Gliederung Deutschlands: 40 S., 1 Kt. als Beil.; Bad Godesberg. (Bundesanstalt für Landeskunde).
- BLUME, H. & REMMELE, G. (1989): Die Muschelkalk-Schichtstufe am Ostrande des Schwarzwaldes. - *Jh. Ges. Naturkde. Württ.*, 144: 29-41; Stuttgart.
- ELLWANGER, D., BIBUS, E., BLUDAU, W., KOSEL, M. & MERKT, J. (1995): Baden-Württemberg. - In: BENDA, L. [Hrsg.]: *Das Quartär Deutschlands*: 255-295, 10 Abb., 4 Tab.; Berlin.
- FISCHER, E. (1936): Beiträge zur Kulturgeographie der Baar. - *Bad. Geogr. Abh.* 16, 123 S., 4 Abb., 3 Taf.; Freiburg i. Br.
- GÖTTLICH, KH. (1978) unt. Mitw. von BENZING, A. G. & MÜNZING, K.: Moorkarte von Baden-Württemberg 1 : 50 000. - Erläuterungen zum Sonderblatt Die Baar L 7916 (Südhälfte) und L 8116: 55S., 30 Abb., 1 Tab., 1 Kt.; Stuttgart.
- HUTTENLOCHER, F. (1959): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 178 Sigmaringen. - *Geographische Landesaufnahme 1 : 200 000*. - Naturräumliche Gliederung Deutschlands: 61 S., 1 Kt. als Beil.; Remagen. (Bundesanstalt für Landeskunde).
- JAUCH, E. & BENZING, A. [Hrsg.] (1986): *Das Schwenninger Moos - Ein naturkundlicher Führer*. - In: Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg [Hrsg.]: *Führer durch die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden Württembergs*, 12: 216 S., 100 Abb.; Karlsruhe.
- KÖLLE, W. (2001): Wasseranalysen - richtig beurteilt: Grundlagen, Parameter, Wassertypen, Inhaltsstoffe, Grenzwerte der Trinkwasserverordnung und EU-Trinkwasserrichtlinie. - 357 S.; Weinheim.
- KÖLLNER, E. (1977): Wald, Forstwirtschaft, Natur- und Landschaftsschutz. - In: GUTKNECHT, R. [Hrsg.]: *Der Schwarzwald-Baar-Kreis*: 343-354; Stuttgart, Aalen.
- KOSEL, M. (1986): Periglaziale Deckschichten und typische Relief- und Bodenabfolgen im Bereich der Baar. - *Dipl.-Arb. Univ. Tübingen*: 93 S., 16 Abb., 3 Tab.; Tübingen. - [Unveröff.].
- KWASNITSCHKA, K. (1970): Die Waldböden auf Buntsandstein im Baarschwarzwald. - *Schriften der Baar*, 28: 199-231, 8 Abb.; Donaueschingen.
- Landesstelle f. Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg in Verbindung mit der Stadt Schwenningen am Neckar [Hrsg.] (1968): *Das Schwenninger Moos - Der Neckarursprung*. - *Natur- und Landsch.-Schutzgeb. Baden-Württ.*, 5 : 362 S., 141 Abb., 78 Tab., 4 Kt.; Ludwigsburg.
- LINK, B. & RILLING, K. (1999): Musterprofile - Blatt 7817 Rottweil. - In: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg: *Bodenkarte von Baden-Württemberg 1 : 25 000 - Musterprofile*; Freiburg i. Br.
- MÜLLER, S. (1963): Der "Sumpftön" im württembergischen Gipskeuper. - *Mitt. dt. bodenkdl. Ges.*, 1: 73-79; Göttingen.
- MÜLLER, S. & ORTLAM, D. (1982): Paläoböden im Schwarzwald. - In: BLEICH, K., HÄDRICH, F., HUMMEL, P., MÜLLER, S., ORTLAM, D. & WERNER, J.: *Paläoböden in Baden-Württemberg*. - *Geol. Jb.*, F 14: 66-72, 1 Abb.; Hannover.
- MÜNZING, K. (1978): Bemerkungen zum Quartär der Baar. - *Jh. geol. Landesamt Baden-Württ.*, 20: 67-75; Freiburg i. Br.
- ORTLAM, D. (1970): Die Randfazies des germanischen Buntsandsteins im südlichen Schwarzwald. - *Geol. Jb.*, 89: 135-168, 3 Abb., 3 Taf.; Hannover.
- PAUL, W. (1958): Zur Morphogenese des Schwarzwaldes (II). - *Jh. geol. Landesamt Baden-Württ.*, 3:

- 263–359, 3 Abb., 1 Taf.; Freiburg i. Br.
- RASPE, S., FEGER, K.H. & ZÖTTL, H. W. [Hrsg.] (1998): Ökosystemforschung im Schwarzwald – Auswirkungen von atmosphärischen Einträgen und Restabilisierungsmaßnahmen auf den Wasser- und Stoffhaushalt von Fichtenwäldern. Verbundprojekt ARINUS. – 533 S., zahlr. Abb. u. Tab.; Landsberg. (Umweltforschung in Baden-Württemberg).
- REICHELT, G. (1970): Die Landschaft der Baar im Spiegel alter Karten. – Schriften der Baar, 28; 34–80, 19 Abb.; Donaueschingen.
- (1994): Das Donaueschinger Ried und seine Gewässer in historischer Zeit. – Schriften der Baar, 38; 24–37, 10 Abb.; Donaueschingen.
- (1995): Die Baar 1945 bis 1995. – Landschaftswandel im ländlichen Raum. – Veröff. Alemann. Inst. Freiburg i. Br., 62; 223 S., 91 Abb., 24 Tab.; Villingen-Schwenningen.
- REINARTZ, M. (1987): Villingen-Schwenningen und Umgebung in alten Karten und Plänen. – Bd. 1: Karten und Pläne von 1513 bis 1906; 221 S.; Villingen-Schwenningen.
- RILLING, K. (1996): Blatt 7917 Villingen-Schwenningen-Ost, Karte und Tabellarische Erläuterung. – Bodenkarte Baden-Württ. 1 : 25 000; 51 S., 1 Tab., 1 Kt.; Freiburg i. Br. (Geol. Landesamt Baden-Württ.).
- (1997): Blatt 8016 Donaueschingen. – Karte und Erläuterungen. – Bodenkarte Baden-Württ. 1 : 25 000; 107 S., 2 Abb., 2 Tab., 1 Kt.; Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg).
- (1999a): Musterprofile – Blatt 8016 Donaueschingen. – In: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg: Bodenkarte Baden-Württemberg 1 : 25 000 – Musterprofile; Freiburg i. Br.
- (1999b): Musterprofile – Blatt 7917 Villingen-Schwenningen-Ost. – In: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg: Bodenkarte Baden-Württemberg 1 : 25 000 – Musterprofile; Freiburg i. Br.
- RODENWALDT, U. (1962): Der Villingener Stadtwald. – 227 S., zahlr. Abb. u. Tab., 2 Kt. als Beil.; Villingen. (Schriftenreihe der Stadt Villingen. – Hrsg.: Stadt Villingen/Schwarzwald).
- ROTHFUSS, I. (1988): Menschlicher Einfluß auf den Villingener Stadtwald: Geschichtliche Entwicklung und Auswirkungen auf den heutigen Bodenzustand. – Dipl. Arb. Univ. Freiburg; 137 S., 12 Abb., 29 Tab., 9 Kt.; Freiburg i. Br. [Unveröff.].
- SCHLENKER, G. & MÜLLER, S. (1986): Erläuterungen zur Karte der Regionalen Gliederung von Baden-Württemberg, Teil IV (Wuchsgebiet Baar-Wutach). – Mitt. Ver. forstl. Standortskde. Forstpflanzenzücht., 32; 3–42, 8 Abb., 16 Tab.; Stuttgart.
- SCHWEIKLE, V. (1971): Die Stellung der Stagnogleye in der Bodengesellschaft der Schwarzwaldhochfläche auf so-Sandstein. – Diss. Univ. Hohenheim; 103 S., 41 Abb.; Stuttgart-Hohenheim.
- SEGER, E. (1967): Standortkartierung im Baarschwarzwald und in der Baar. – Mitt. Ver. forstl. Standortskde. Forstpflanzenzücht., 17; 52–68, 11 Abb.; Stuttgart.
- SIEGMUND, A. (1999): Das Klima der Baar – regional-klimatische Studien einer Hochmulde zwischen Schwarzwald und Schwäbischer Alb. – Mannheimer geogr. Arb., 51, 294 S., zahlr. Abb. u. Tab.; Mannheim.
- Umweltministerium Baden-Württemberg (1995): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit – Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. – Luft, Abfall, Boden, 31; 34 S.; Stuttgart.
- ZWÖLFER, F. (1967): Humusumwandlung in Pelosolen. – Diss. Univ. Hohenheim; 133 S., 9 Abb., 6 Tab.; Stuttgart-Hohenheim.

Anschrift der Verfasser: Dr. Michael Kösel, Landesamt für Geologie, Rohstoffe u. Bergbau Baden-Württemberg, Zweigstelle Stuttgart, Urbanstr. 53, 70182 Stuttgart; Kurt Rilling, Landesamt für Geologie, Rohstoffe u. Bergbau Baden-Württemberg, Albertstr. 5, 79104 Freiburg

Eingang des Manuskripts: 15.10.2001