

Bodeneigenschaften

Ein wesentlicher Faktor für die Eigenschaften der Böden ist das jeweilige Ausgangsgestein. Die gezeigte Grafik verdeutlicht, dass in der Bodengroßlandschaft Südlicher Oberrhein, Hochrheingebiet und Klettgau überwiegend quartäre Lockersedimente den Untergrund bilden. Den Hauptanteil mit 39 % stellen Löss, Lösslehm und lösslehmreiche Fließerden. Nimmt man die meist aus Lössbodenmaterial bestehenden, durch die holozäne Bodenerosion gebildeten Abschwemmmassen der Talmulden, Senken und Hangfußlagen hinzu, steigt der Flächenanteil auf 50 %. Die Bodengunst der Bodengroßlandschaft beruht auf den fruchtbaren Lössböden, die allerdings sehr anfällig für die Bodenerosion durch Wasser sind. Dem Bodenabtrag und den damit verbundenen negativen Folgen für die Bodeneigenschaften sollte mit geeigneten Schutzmaßnahmen entgegengewirkt werden (Fröhlich, 1990; Regierungspräsidium Freiburg, 2012b; Duttmann & Kuhwald, 2018).

Auf großen Arealen, v. a. im Oberrheinischen Tiefland, haben sich die Böden auf Niederterrassen- und Auensedimenten des Rheins und seiner Zuflüsse entwickelt (32 %). In Oberflächennähe anstehende Festgesteine besitzen dagegen nur einen Flächenanteil von 14 %. Dabei handelt es sich überwiegend um Karbonatgesteine sowie um Ton- und Mergelsteine. Sandsteine spielen nur eine untergeordnete Rolle.

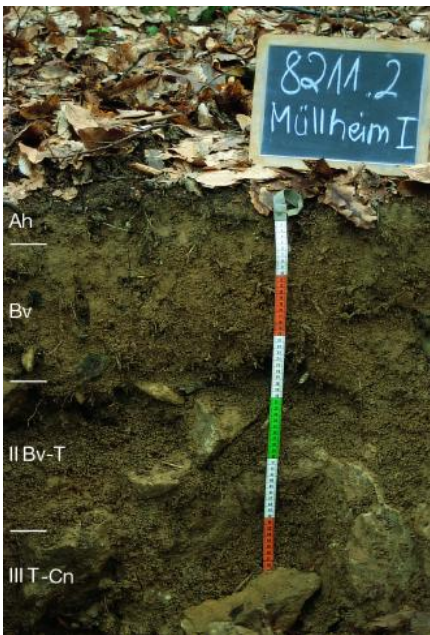
Eigenschaften der Böden auf Karbonatgestein

Die Standorteigenschaften der Böden auf verkarstem Karbonatgestein hängen in erster Linie von ihrem Wasserspeichervermögen und damit v. a. vom Steingehalt und ihrer Gründigkeit ab. Diese kann allerdings kleinräumig sehr stark wechseln. So können Baumwurzeln über einer Karstspalte metertief eindringen, während das Festgestein daneben bis nahe an die Oberfläche reicht und nur eine flache Durchwurzelung erlaubt.

Wo die vom Oberen Muschelkalk gebildete hügelige Hochfläche des Dinkelbergs frei von lösslehmreichen Deckschichten ist, treten verbreitet Rendzinen aus Dolomitstein auf. Sie weisen oft noch einen geringmächtigen Rest der Decklage und Übergänge zur Braunerde auf (**Z52**). Es handelt sich um flachgründige, oft steinige Böden, bei denen häufig bereits in 3 dm Tiefe das Festgestein oder ein sehr stark steiniger Unterboden auftritt. Dadurch sind die Standorte trocken mit meist nur sehr geringer bis geringer nutzbarer Feldkapazität (nFK), hoher Luftkapazität und meist hoher bis sehr hoher Wasserdurchlässigkeit. Unter landwirtschaftlicher Nutzung sind sie meist schon an der Oberfläche karbonathaltig. Die Kationenaustauschkapazität (KAK) liegt auf Grund des geringen Wurzelraums überwiegend nur in den Stufen sehr gering bis gering. Wo die lösslehmhaltige, steinarme Decklage etwas mächtiger erhalten ist (Braunerde, **Z67**), besonders aber dort, wo ein geringmächtiger Rückstandston der Lösungsverwitterung auftritt (Terra fusca, **Z76**), sind die oben genannten Eigenschaften deutlich besser einzustufen.

Die Hangschuttböden der meist bewaldeten Muschelkalkhänge vorherrschenden Böden besitzen ähnliche Eigenschaften wie die Rendzinen der Hochflächen. Der jährlich anfallende Streuabfall wird durch die hohe biologische Aktivität der nicht oder nur wenig versauerten Böden rasch umgesetzt (Mull-Humusform) und die Nährstoffe dem Waldstandort wieder zur Verfügung gestellt. Der guten Nährstoffversorgung steht aufgrund der Flachgründigkeit der Böden vor allem an Sonnhängen eine schlechte Wasserversorgung im Sommer gegenüber. Im Gegensatz zu den in Einheit **Z55** abgegrenzten Rendzinen mit Übergängen zur Braunerde, sind die Rendzinen in steileren, z. T. von Felsstürzen und Rutschungen überprägten Hanglagen am Dinkelbergsüdrand oft nur in geringmächtigen Schuttdecken entwickelt (**Z54**). Sie sind steiniger und bereits an der Oberfläche karbonathaltig. In diesen trocken-warmen, steilen Hanglagen befindet sich das Naturschutzgebiet „Buchswald bei Grenzach“ in dem neben den natürlich vorkommenden Buchsgehölzen weitere seltene mediterrane Arten heimisch sind (Hügin, 1979).

Böden aus Muschelkalk-Verwitterungsmaterial kommen auch auf kleinen Flächen im Markgräfler Hügelland im Übergang zum Schwarzwald vor (Rendzina, **Z262**; Braunerde-Terra fusca, **Z264**). In ihren Eigenschaften ähneln sie den oben beschriebenen Böden des Dinkelbergs.



Braunerde-Terra fusca aus lösslehmreicher Fließerde über steinig-toniger Fließerde auf Kalkstein des Mitteljuras (Z09)

Häufiger sind im Juragebiet der Badenweiler-Kanderner-Vorbergzone zweischichtige Böden zu finden. Sie bestehen aus umgelagertem Rückstandston der Kalksteinverwitterung, der von einer lösslehmhaltigen Fließerde (Decklage) überlagert wird (Terra fusca-Braunerde, **Z09**). Anstehender Kalkstein oder steinige Schuttdecken treten erst unterhalb 5–10 dm Tiefe auf. Es handelt sich um schwach steinige bis steinige, mittel tief- bis tiefgründige Böden mit geringer bis mittlerer nFK und hoher bis sehr hoher KAK. Trotz des tonreichen Unterbodens sind die Böden gut durchwurzelbar und neigen nicht zu Staunässe, da der Rückstandston ein relativ durchlässiges, kleinpolyedrisches Bodengefüge aufweist. Bei den Rendzinen (**Z01**, **Z270**) der von Kalkstein-Hangschutt bedeckten Steilhänge handelt es sich um sehr flach- bis mittelgründige steinige, zu Trockenheit neigende Böden. Dort, wo in einer steinärmeren Deckschicht Braunerden entwickelt sind (**Z07**), besitzen die Böden ein etwas höheres Wasserspeichervermögen. Die kleinflächig in Kartiereinheit (KE) Z270 auftretenden Felsstandorte und Rohböden, besonders am Isteiner Klotz, sind wertvolle Standorte für seltene, an die trocken-warmen Bedingungen angepasste Pflanzen, die dort in kleinsten, mit Humus verfüllten Spalten und Rissen wurzeln (Litzelmann et al. in: Schäfer & Wittmann, 1966).

Eine geringe Verbreitung haben Böden auf Karbonatgestein des Tertiärs (Kalkkonglomerat, Süßwasserkalk). Auch dort kommen auf schmalen Scheitelbereichen und an Steilhängen eher flachgründige Böden mit geringem Wasserspeichervermögen vor (Rendzina, **Z32**), während in den übrigen Lagen mittel- bis tiefgründige zweischichtige Böden mit mittlerer nFK und mittlerer bis hoher KAK vorherrschen (Terra fusca-Braunerde, **Z37**).



Windwurf auf flachgründigen Rendzinen aus Süßwasserkalkstein auf dem Tüllinger Berg

Eigenschaften der Böden auf Ton-, Mergel- und Sandstein

Böden aus solifluidal umgelagertem Verwitterungsmaterial von Ton- und Mergelsteinen haben in der Bodengroßlandschaft einen Flächenanteil von 5 %. Zu einem großen Teil handelt es sich dabei um Pelosole und Braunerde-Pelosole in den Keupergebieten des Dinkelbergs (**Z63**). Schwere Tonböden aus Verwitterungston des Unteren und Mittleren Muschelkalks oder des Mitteljuras kommen am Dinkelberg seltener vor (**Z62**, **Z64**).

Pelosole gelten wegen ihres hohen Tongehalts, der besonderen Gefügedynamik und der oft hohen Lagerungsdichte als schwer zu bearbeitende Böden. Eine angepasste Bodenbearbeitung ist nur während eines bestimmten Durchfeuchtungsgrades möglich. Man spricht deshalb auch von Minutenböden. Die Pflanzenwurzeln wachsen bevorzugt in den Klüften zwischen den groben, schwer durchwurzelbaren Bodenaggregaten. Feine Wurzeln können beim Quellen und Schrumpfen leicht abreißen. Die Wasserversorgung wird zudem durch den hohen Totwasseranteil erschwert. Das Bodenwasser in den Feinporen wird durch starke Kapillarkräfte gebunden und steht den Pflanzen nicht zur Verfügung. Besonders die Tonböden in abzugsträgen Flachlagen und Mulden, die oft auch noch eine geringmächtige tonärmere und wasserdurchlässige Deckschicht besitzen, neigen bei langen Nassphasen im Frühjahr zu Staunässe (Pelosol-Pseudogley und Pseudogley, **Z780, Z06**). Im Sommer können sie stark austrocknen. Aus diesen Gründen werden sie bevorzugt als Wald oder Grünland genutzt. Den schwierigen Wasser- und Luftverhältnissen der Pelosole stehen bessere bodenchemische Eigenschaften wie hohe Nährstoffvorräte und eine meist hohe KAK gegenüber.

In der Vorbergzone zwischen Badenweiler und Kandern finden sich häufig Tonböden aus Mitteljura- und örtlich aus Keupermaterial. Die tonigen Fließerden sind dort oft noch von einer 2–5 dm mächtigen lösslehmhaltigen Decklage überdeckt (Braunerde-Pelosol und Pelosol-Braunerde, **Z11, Z05**), was die Bodeneigenschaften hinsichtlich nFK, Gründigkeit und Durchwurzelbarkeit deutlich verbessert. Wegen des lateralen Wasserabflusses im Bereich der Schichtgrenze ist bei den meist in Hanglage vorkommenden Zweischichtböden keine Staunässe zu erwarten.

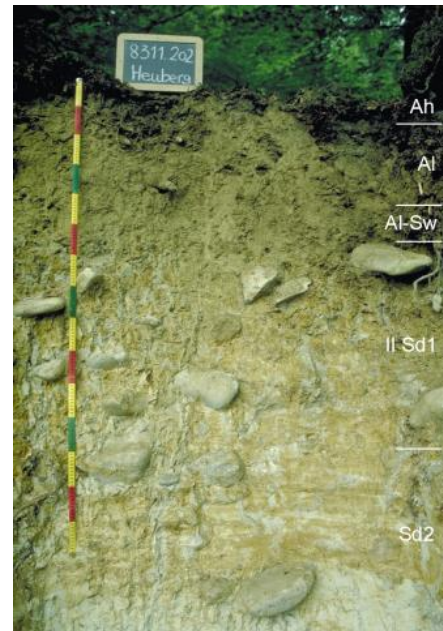
Während die oben beschriebenen Böden i. d. R. meist 3–10 dm tief entkalkt sind, weisen die in KE **Z04** abgegrenzten Pelosole, die mit Pelosol-Pararendzinen vergesellschaftet sind, meist bereits an der Oberfläche einen geringen Karbonatgehalt auf. Es handelt sich um erodierte Profile, die hauptsächlich im Juragebiet der Badenweiler-Kanderner-Vorberge verbreitet sind. Örtlich kommen solche Böden auch auf tertiären Mergeln vor. Häufiger sind im tiefer gelegenen Tertiärhügelland, besonders am Tüllinger Berg, jedoch Pelosol-Pararendzinen und Pararendzinen aus karbonathaltigen Tonfließerden verbreitet. Im Oberboden ist ihnen oft deutlich Löss beigemischt (**Z267**). Die ausgeprägte Gefügedynamik des Pelosols fehlt den Pararendzinen weitgehend. Ihre Eigenschaften hängen vom Skelettgehalt und der Obergrenze des Festgesteins oder Skelettbodens ab. Da die wenig verfestigten Tertiärmergel leicht verwittern, ist die Solumtiefe meist recht groß. Pararendzinen aus Mergelverwitterungsmaterial des Muschelkalks und Keupers finden sich auch kleinflächig am Dinkelberg (**Z57, Z58**).

Im Gegensatz zu den tonigen Pararendzinen weisen diejenigen aus sandig-schluffigem Molassematerial am Hochrhein (**Z244**) eine höhere nFK und geringere KAK auf. Generell kann ein hoher Kalkgehalt bei den Pararendzinen die Nährstoffverfügbarkeit einschränken.

Die Braunerden aus sandig-lehmigem Verwitterungsmaterial des Buntsandsteins und Perms an den Dinkelberghängen und am Ostrand der Vorbergzone sind überwiegend unter forstlicher Nutzung. Sie sind stark versauert und örtlich podsolig (**Z65, Z66, Z80, Z81**). Die nFK und KAK sind meist nur als gering einzustufen. Günstiger sind die Verhältnisse dort, wo den sandigen Schuttdecken toniges Verwitterungsmaterial beigemischt und der Skelettgehalt nicht all zu hoch ist.

Eigenschaften der Böden aus früh- bis mittelpleistozänen Sedimenten

Große Bereiche der älteren, pleistozänen Terrassenschotter, Glazialablagerungen und Seesedimente sind von Löss oder lösslehmreichen Fließberden überlagert. Diejenigen Areale, in denen die früh- bis mittelpleistozänen Ablagerungen einen direkten Einfluss auf die oberflächennahen Bodeneigenschaften haben, nehmen nur 4 % der Gesamtfläche ein. Etwa zur Hälfte handelt es sich dabei um die in KE **Z16** abgegrenzten zweischichtigen Parabraunerden in den Vorbergen zwischen Kandern und Lörrach. Unter einer schwach bis mittel kiesigen Decklage folgt eine Fließerde aus mittel bis sehr stark kiesigem Verwitterungslehm älterer Terrassenschotter. In Abhängigkeit vom Kies- und Geröllgehalt besitzen die mäßig tief- bis tiefgründigen, gut durchwurzelbaren Böden eine mittlere bis hohe nFK und KAK. Unter Wald sind sie stark versauert und können örtlich schwach podsolig sein. In den höheren Lagen, im Verbreitungsgebiet pliozäner Höhengschotter („Heubergschotter“), kann der Unterboden auch dichtes und tonreiches, kaolinitisches Zersatzmaterial enthalten. In flacherem Gelände treten Böden mit deutlichen Staunässemerkmalen auf (Pseudogley-Parabraunerde), bei denen im Waldbau die Windwurfgefahr zu beachten ist (Müller in: Wittmann, 1994). An schwächer geneigten, meist landwirtschaftlich genutzten Unterhängen kommen als Begleitböden dagegen oft erodierte Parabraunerden aus kiesärmeren und mächtigeren, lösslehmreichen Deckschichten vor, die einen günstigeren Wasser-, Luft- und Nährstoffhaushalt besitzen. Auf kleinen Flächen konnten vernässte Standorte mit Quellaustritten als eigene Kartiereinheit ausgewiesen werden (Quellengley, **Z29**).



Tief entwickelte Pseudogley-Parabraunerde aus Decklage über Heuberg-Schotter

Ähnliche Standorte, wie die in KE **Z16** beschriebenen zweischichtigen Kies und Geröll führenden Lehm Böden finden sich auch im Hochrheintal. Dort handelt es sich um Parabraunerden und Braunerde-Parabraunerden im Bereich der Terrassenränder, wo die mächtigeren lösslehmhaltigen Deckschichten auskeilen (**Z208**). Aufgrund eines breiten Bodenartenspektrums sowie wegen Mächtigkeitsschwankungen und wechselndem Skelettgehalt können die Eigenschaften der unter Wald stark versauerten, tief entkalkten Böden deutlich schwanken. Im Mittel besitzen die meist tiefgründigen Böden eine mittlere bis hohe nFK und eine mittlere KAK.

Wo die Ausgangssubstrate stark sandig ausgeprägt sind und viel Schwarzwaldmaterial enthalten, treten neben Parabraunerden auch Parabraunerden-Braunerden auf (**Z86**) oder es dominieren, wie in Einheit **Z13**, podsolige Braunerden. Es handelt sich dabei nur um wenige Flächen mit stark versauerten Waldböden, die meist eine geringe bis mittlere nFK und KAK aufweisen.

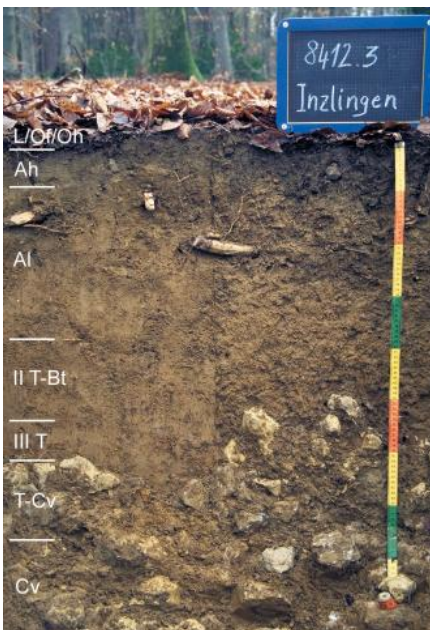
Auch an den steilen Terrassenhängen im Hochrheingebiet und Klettgau sind die Böden in stark kiesigen und z. T. sandigen Schuttdecken entwickelt (Parabraunerde und Braunerde; **Z70**, **Z205**). Besonders in KE **Z205** ist nur stellenweise eine kiesärmere schluffreiche Deckschicht vorhanden. Wasser- und Nährstoffhaushalt sind dort auch deshalb eingeschränkt, weil die Böden z. T. einen geringen Wurzelraum haben, da sie bereits in 3–10 dm Tiefe von Geröll oder Konglomerat unterlagert werden. Unter den ansonsten entkalkten Böden kann in unterschiedlicher Tiefe auch kalkhaltiges Schotter-Konglomerat oder örtlich Kalkstein und Muschelkalk-Hangschutt folgen. An stärker erodierten, kurzen und steilen Terrassenhängen sind sandig-kiesige Böden verbreitet, die bereits an der Oberfläche karbonathaltig sind (Pararendzina, **Z202**). Sie besitzen nur eine sehr geringe bis geringe nFK und KAK.

Eigenschaften der Böden aus löss- und lösslehmreichen Fließerden (> ca. 0,5 dm)

Im **Hochrheingebiet und Klettgau** sind die älteren quartären Ablagerungen am Talrand häufig von einem geringmächtigen Lösslehmschleier verhüllt. Ein meist vorhandener geringer bis mittlerer Kiesgehalt zeigt, dass es sich um solifluidal umgelagertes Material handelt, in das Grobkomponenten aus dem Liegenden eingearbeitet wurden. Deutliche Substratunterschiede in den lösslehmreichen Fließerden sind nicht nur auf Lessivierung zurückzuführen, sondern zeigen eine Schichtung an (Deck- über Mittellage). Bei den vorherrschenden tiefgründigen, gut durchwurzelbaren Parabraunerden treten erst im tieferen Unterboden kiesreichere Substrate auf (**Z209**). Im Verbreitungsgebiet der rißzeitlichen Seesedimente (**Z210**) können dichte, tonige Substrate im tieferen Unterboden die Durchwurzelung einschränken. In der nur wenig Fläche einnehmenden KE **Z212** mit Pelosol-Parabraunerden treten die tonreichen Seesedimente bereits in 4–6 dm Tiefe auf. In abzugsträgen Lagen weisen die Böden (**Z209**, **Z210**) oft schwach ausgeprägte Staunässemerkmale auf (pseudovergleyte Parabraunerde und Pseudogley-Parabraunerde). Ihre nFK ist hoch und die KAK schwankt in Abhängigkeit vom Kies- und Tongehalt zwischen mittel und sehr hoch. In Einheit **Z213** wurden Böden zusammengefasst, die deutlich durch zeitweilige Staunässe bzw. Luftmangel geprägt sind (Pseudogley).



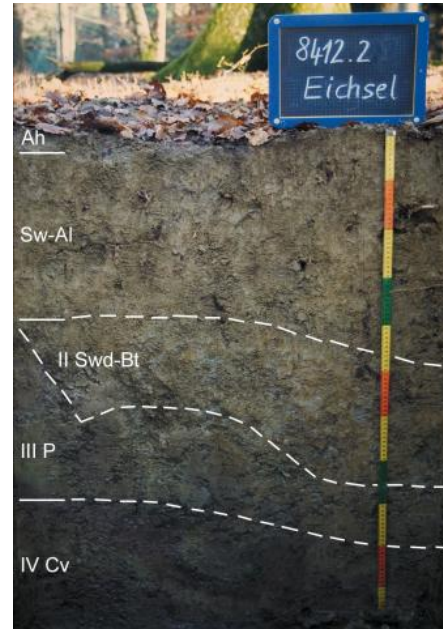
Tief entwickelte Parabraunerde aus lösslehmreicher Fließerde auf frühpleistozänem Terrassenschotter



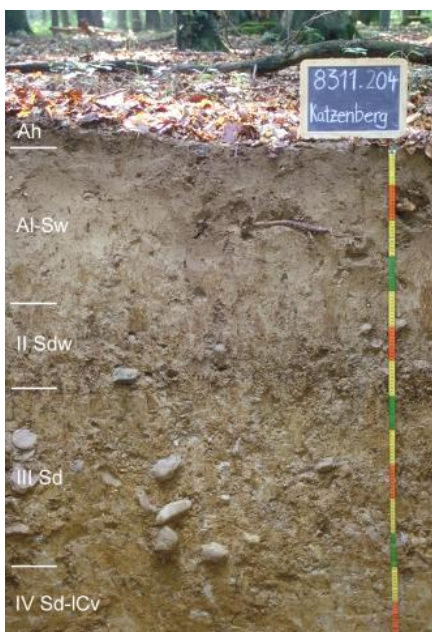
Mäßig tief entwickelte Terra fusca-Parabraunerde aus umgelagertem Lösslehm (Deck- über Mittellage) auf Karbonatgesteinszersatz des Oberen Muschelkalks (**Z73**)

Auf dem **Dinkelberg** treten verbreitet Terra fusca-Parabraunerden auf, bei denen die lösslehmhaltigen Deckschichten bereits oberhalb von 1 m Tiefe von oft steinigem Rückstandston der Kalksteinverwitterung unterlagert werden (**Z73**). Die Eigenschaften der meist mittelgründigen bis mäßig tiefgründigen Böden hängen stark von der Deckschichtenmächtigkeit und vom Steingehalt ab. Im Mittel liegt die nFK im geringen bis mittleren und die KAK im mittleren bis hohen Bereich. Aufgrund des ausgeprägten Bodengefüges im Rückstandston und des verkarsteten Untergrunds sind Staunässemerkmale in den Böden allenfalls nur sehr schwach ausgeprägt. Dies gilt besonders auch für die Parabraunerden, bei denen die lösslehmhaltigen Deckschichten mehr oder weniger direkt auf schluffig-lehmigem Dolomitsteinzersatz aufliegen (**Z69**).

Im Verbreitungsgebiet von tonreichen Keuperfließerden, die von lösslehmreichen Deckschichten überlagert werden sind Böden mit Staunässemerkmalen dagegen häufiger zu finden (**Z75**). Wo diese vorherrschen, wurden sie in einer eigenen Kartiereinheit zusammengefasst (Parabraunerde-Pseudogley und Pseudogley, **Z790**). Meist werden diese Böden als Wald oder Grünland genutzt.



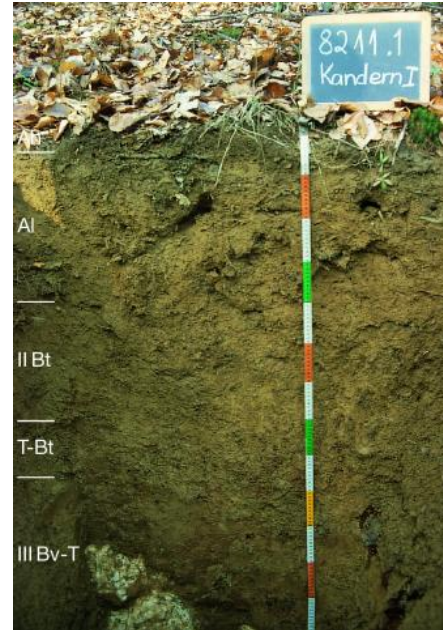
Mäßig tief entwickelte Pseudogley-Pelosol-Parabraunerde aus lösslehmreichen Fließerden über Tonfließerde auf Tonsteinzersatz des Mittelkeupers (Z75)



Parabraunerde-Pseudogley aus geringmächtigen lösslehmreichen Deckschichten über frühpleistozänem Schotter

Auch im **Markgräfler Hügelland**, im Bereich der Badenweiler-Kanderner-Vorberge, treten verbreitet umgelagerte früh- bis mittelpleistozäne Terrassenschotter auf, die von lösslehmreichen Fließerden überlagert werden. Es handelt sich um tiefgründige, stark versauerte Waldböden mit meist hoher nFK und mittlerer bis hoher KAK. Die dicht gelagerten, z. T. tonreichen Unterbodenhorizonte sind schwer wasserdurchlässig, so dass schwach staunässebeeinflusste Böden dominieren (Pseudogley-Parabraunerde, **Z82**, **Z83**; Pseudogley-Braunerde, **Z12**).

Darüber hinaus gibt es in den Hang- und Scheitellagen des Markgräfler Hügellands verbreitet tiefgründige dreischichtige Bodenprofile, bei denen die lösslehmreichen Fließerden von tonigem Verwitterungsmaterial des Mittel- und Oberjuras und örtlich des Tertiärs unterlagert werden. Die meist nur wenig Gesteinsgrus enthaltenden Parabraunerden, Terra fusca-Parabraunerden und Pelosol-Parabraunerden (**Z15**, **Z19**, **Z21**, **Z14**, **Z41**, **Z22**) besitzen eine mittlere bis hohe nFK und eine hohe bis sehr hohe KAK. Bei den Pelosol-Parabraunerden (**Z21**) ist der dichte Mergelverwitterungston im tieferen Unterboden nur mäßig durchwurzelbar.



Pseudovergleyte Parabraunerde aus Lösslehm über Rückstandston der Lösungsverwitterung von Jurakalkstein (Korallenkalk-Formation)

Vorherrschendes Ausgangsmaterial der Bodenbildung im Markgräfler Hügelland ist der Löss. Wo dieser in stärker geneigten oder gewölbten Reliefbereichen auskeilt, finden sich lössreiche Fließerden an der Oberfläche. Die ursprünglichen Böden sind in diesen, oft Weinbaulich genutzten Lagen erodiert. Es dominieren Pararendzinen und kalkhaltige Rigosole (**Z33**, **Z02**). Neben kalkhaltigem Löss ist am Bodensubstrat Verwitterungsmaterial des Tertiärs oder Juras beteiligt. Neben schluffig-lehmigen treten auch sandige Bodenarten mit sehr geringem bis mittlerem Skelettgehalt auf. Die Bodeneigenschaften hängen stark von der Mächtigkeit der Lössfließerden ab. In der häufiger vorkommenden Kartiereinheit **Z33** tritt Gesteinszersatz des Tertiärs oder Juras bereits in 2–8 dm Tiefe auf. Das Wasserspeichervermögen der Böden liegt hier nur im geringen bis mittleren Bereich. Günstiger sind die in KE **Z02** zusammengefassten mäßig tief- bis tiefgründigen Pararendzinen aus mächtigeren Lössfließerden. Sie besitzen eine meist hohe nFK und KAK. Ähnlich wie die Pararendzinen aus reinem Löss neigen sie an Oberhängen im Sommer zur Austrocknung und sind aufgrund des hohen Schluffgehalts und der strukturschwachen Oberböden erosionsanfällig. Außerdem schränkt der hohe Kalkgehalt die Nährstoffverfügbarkeit ein.

Eigenschaften der Böden aus Löss und Lösslehm

Ein großer Teil der tieferen Lagen im Markgräfler Hügelland ist von Löss bedeckt. Größtenteils wurden die ursprünglichen Parabraunerden in dem stark reliefierten Gelände im Laufe der langen Landnutzungsgeschichte erodiert bzw. durch Terrassierung und Rebflurbereinigung beseitigt, so dass heute Pararendzinen und Pararendzina-Rigosole vorherrschen (**Z34**). Vielfach stehen die Reben auch auf rohem Lössmaterial ohne nennenswerte Bodenbildung. Die Pararendzinen aus Löss gelten aufgrund ihrer bodenphysikalischen Eigenschaften als fruchtbare, sich schnell erwärmende, vielseitig nutzbare, gut zu bearbeitende, Böden. Sie sind gut durchlüftet und haben ein hohes Wasserspeichervermögen. Aufgrund des hohen Schluffgehalts und der strukturschwachen Oberböden sind sie jedoch stark erosionsanfällig. Außerdem schränkt der hohe Kalkgehalt die Verfügbarkeit von Nährstoffen und Spurenelementen ein. Kleinfächig finden sich Löss-Pararendzinen auch am Süd- und Westrand des Dinkelbergs (**Z61**) und auf der Niederterrasse des südlichen Oberrheins (**Z90**).



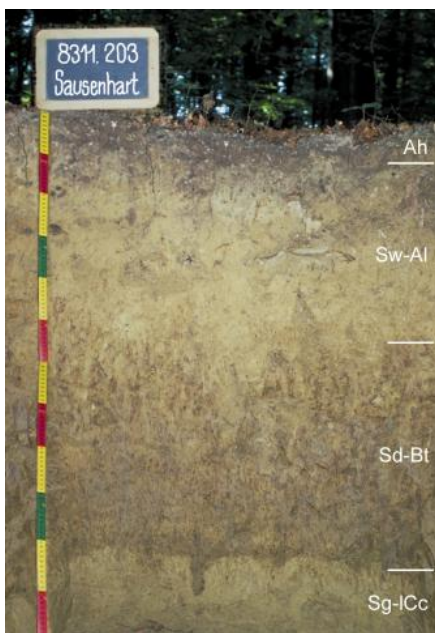
Pararendzina aus Löss im Markgräfler Hügelland bei Schliengen-Liel

Bodenerosion im Markgräfler Hügelland – Mittlerer langjähriger Bodenabtrag, berechnet mit der ABAG



Erodierte Pseudogley-Parabraunerde aus verschwemmtem Löss

Weniger stark von der Erosion betroffen waren die in Kartiereinheit **Z40** ausgewiesenen Parabraunerden, die meist eine Entkalkungstiefe von über 7 dm, örtlich auch von über 10 dm (**Z17**) aufweisen. Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt im Lösshügelland beiderseits des Feuerbachtals zwischen Efringen-Kirchen und Kandern, kleinflächig treten sie auch am Südrand des Dinkelbergs (**Z72**) oder auf der Niederterrasse (**Z94**) auf. Parabraunerden aus Löss sind tiefgründige, gut durchwurzelbare, steinfreie Lehmböden mit günstigem Wasser-, Luft- und Nährstoffhaushalt. Sie zählen zu den besten Böden des Landes. Stellenweise weisen sie in Flachlagen und Mulden leichten Staunässeeeinfluss auf. Die nFK und KAK sind überwiegend als hoch einzustufen. Die schluffreichen Oberböden (Ap-/Al-Horizonte) sind stark erosionsgefährdet, neigen zu Verschlammung und Verkrustung und sind verdichtungsempfindlich. Meist sind die Al-Horizonte unter landwirtschaftlicher Nutzung stark verkürzt bzw. im Ap-Horizont aufgearbeitet oder vollständig abgetragen.



Tief entwickelte Pseudogley-Parabraunerde aus Löss

Im Randbereich der Lössverbreitung wird der tiefere Unterboden in flachem und schwach geneigtem Gelände von einem dichter gelagerten älteren Lösslehm gebildet. Kalkhaltiger Löss kommt dann nur noch lückenhaft in geringer Mächtigkeit vor. Die geringe Wasserdurchlässigkeit des älteren Lösslehms ist der Grund für das Auftreten von staunässebeeinflussten Böden in diesen Bereichen, die überwiegend forstlich genutzt werden (Pseudogley-Parabraunerde und Parabraunerde-Pseudogley, **Z42**).

In weiten Bereichen der Badenweiler-Kanderner-Vorberge, besonders aber auf dem Dinkelberg und auf den Deckenschottern im Hochrheintal und im Klettgau sind mächtige Decken aus Lösslehm verbreitet, die durchgehend entkalkt sind. Im Markgräfler Hügelland und am Rand des Dinkelbergs kann örtlich in 1,5–2 m Tiefe noch ein rißzeitlicher, karbonathaltiger Löss erbohrt werden. Vorherrschende Böden sind Parabraunerden (**Z71**, **Z18**, **Z39**) und im Hochrheingebiet auch Braunerde-Parabraunerden (**Z211**). Es handelt sich um tiefgründige, gut durchwurzelbare Lehmböden, die nur gelegentlich etwas solifluidal eingearbeiteten Gesteinsgrus enthalten. Nutzbare Feldkapazität und Kationenaustauschkapazität der Böden sind meist als hoch einzustufen. Besonders in bewaldeten Flachlagen auf dem Dinkelberg und im Hochrheintal (**Z71**, **Z211**) ist im oberen Profilabschnitt noch ein mächtiger schluffreicher Tonverarmungshorizont erhalten. Im Markgräfler Hügelland sind diese Al-Horizonte dagegen stellenweise erodiert bzw. im Pflughorizont aufgearbeitet (**Z39**, **Z18**). Die schluffreichen Oberböden sind stark erosionsanfällig und neigen zu Verschlammung, Verkrustung und Verdichtung. Schwach ausgeprägte Staunässemerkmale sind öfter festzustellen (pseudovergleyte Parabraunerde). Pseudogley-Parabraunerden mit deutlicheren Anzeichen zeitweiliger Staunässe treten hingegen nur als Begleitböden auf.

Eigenschaften der Böden aus holozänen Abschwemmmassen

Bei rund 11 % der Fläche der Bodengroßlandschaft (außerhalb der Siedlungsbereiche) handelt es sich um Kolluvien in Muldentälern, Hangfußlagen und auf Schwemmfächern. Die Eigenschaften der in diesen Bereichen verbreiteten Böden hängen stark von Bodenart, Mächtigkeit und Skelettgehalt der Abschwemmmassen sowie vom Ausmaß des Grund- oder Stauwassereinflusses ab. In der Mehrzahl handelt es sich um tiefe Kolluvien (**Z44**, **Z216**, **Z800**, **Z96**, **Z24**), die überwiegend aus z. T. steinarmem, schwach humosem abgeschwemmtem Bodenmaterial bestehen. Entsprechend besitzen sie eine hohe bis sehr hohe nFK und eine hohe KAK. Zusammen mit den Parabraunerden aus Löss und Lösslehm gehören sie zu den Böden mit der besten landbaulichen Eignung in der Bodengroßlandschaft. Einer verlagerungsbedingten Verdichtung im Unterboden kann durch Tieflockerung entgegengewirkt werden.

Die Kolluvien ziehen am Steilanstieg zum Markgräfler Hügellands als flache Hangschleppen und Schwemmfächer auf die Niederterrasse hinaus und überdecken in ebener Lage oft schwer wasserdurchlässigen Hochflutlehm. Neben mäßig tiefen und tiefen kalkhaltigen Kolluvien kommen daher auch Pseudogley-Kolluvien vor (**Z96**). Ein zeitweiliger Wasserstau im tieferen Unterboden dürfte aber in der trocken-warmen Rheinebene keinen Nachteil für die landbauliche Nutzung darstellen.

Meist handelt es sich bei den Abschwemmmassen um schluffreiches Lössbodenmaterial. Wo im Einzugsgebiet Pararendzinen vorherrschen sind auch die Kolluvien überwiegend kalkhaltig (**Z44**). In den übrigen Gebieten kann der Kalkgehalt stark wechseln. Bei nur lückenhafter Lösslehmverbreitung weisen die Bodenarten der Kolluvien im Hochrheingebiet ein breiteres Spektrum auf. Es kommen tonig-lehmige Substrate und örtlich geringe bis mittlere Kiesgehalte hinzu (**Z216**). Die nFK und KAK sind in diesen Bereichen daher nur als mittel bis hoch einzustufen. Auch dort, wo die Kolluvien z. T. geringmächtig sind und von Gesteinsschutt (**Z23**) oder Terrassenschotter (**Z217**, **Z243**) unterlagert werden, liegen nFK und KAK teilweise nur im mittleren Bereich.



Kalkhaltiges pseudovergleytes Kolluvium aus holozänen Abschwemmmassen im Markgräfler Hügelland bei Schliengen-Liel

Muldenbereiche mit pseudovergleyten Kolluvien, Pseudogley-Kolluvien oder gar Pseudogleyen mit deutlichen Staunässemerkmalen sind eher selten (**Z268**, **Z45**, **Z218**, **Z214**, **Z215**). Sie kommen beispielsweise am Tüllinger Berg auf tonreichen, dichtgelagerten Fließerdern aus Tertiärmaterial vor (**Z268**).

In einzelnen Muldenabschnitten finden sich Kolluvien mit deutlichem Grundwassereinfluss. Bei den Kolluvien mit Vergleyung im nahen Untergrund (**Z25**) und bei den Gley-Kolluvien (**Z46**, **Z238**) leistet der Kapillaraufstieg aus Grundwasser einen Beitrag zur Wasserversorgung der Pflanzen. Stärker vernässte Bereiche mit Kolluvium-Gley und Gley (**Z50**, **Z830**, **Z234**, **Z251**) sind dagegen für den Ackerbau ungeeignet. Sie werden daher oft von Grünland eingenommen. Häufig wurde auf diesen Standorten durch Meliorationsmaßnahmen zur Grundwasserabsenkung eine vielseitigere Nutzung ermöglicht.

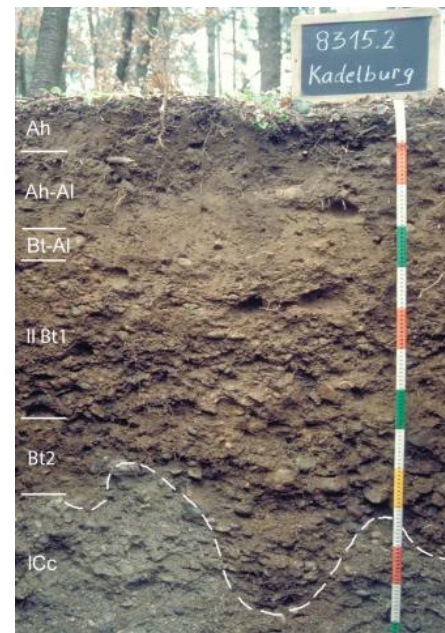
Eigenschaften der Böden aus Niederterrassensedimenten des Rheins



Rötliche Parabraunerde aus Decklage über Niederterrassenschotter des Rheins

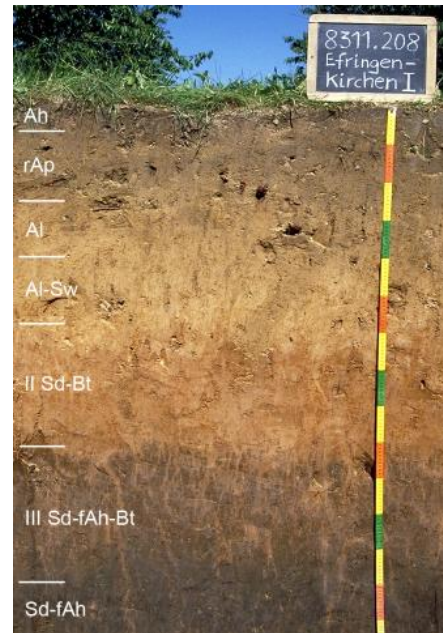
Bei den Parabraunerden der Niederterrassenflächen im Südlichen Oberrheinischen Tiefland (**Z91**) und im Hochrheintal (**Z206**) ist der obere Profilabschnitt meist in einer weniger kiesärmeren Deckschicht entwickelt (Decklage), was entscheidend für die Bodeneigenschaften ist. An der Schichtgrenze, die meist auch der Al-/Bt-Horizontgrenze in 2–4 dm u. Fl. entspricht, steigt der Kiesgehalt abrupt an, was zu einer deutlichen Reduzierung des Wurzelraums führt. In der Oberrheinebene (**Z91**) findet sich im tieferen Unterboden häufig eine weitere Barriere für die Wurzeln. Unter dem Bt-Horizont sind die ursprünglich locker gelagerten Schotter durch Kalkanreicherung aus dem ehemals höher reichenden Grundwasser oft stark verfestigt.

Die rötlichen Parabraunerden der südlichen Oberrheinebene (**Z91**) besitzen eine nur geringe bis mittlere nFK, was bei vielen Kulturen in trockenen Sommern eine künstliche Beregnung notwendig macht. Die KAK ist bei diesen Böden in den mittleren Bereich einzustufen. Bei den Parabraunerden der Niederterrassen im Hochrheintal (**Z206**) liegen nFK und KAK tendenziell niedriger, da die Decklage eher etwas sandiger und kiesreicher ist.

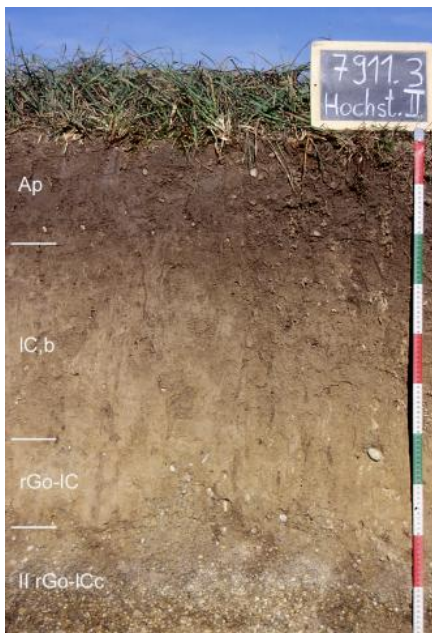


Tief entwickelte Parabraunerde aus Decklage über Niederterrassenschotter

Deutlich bessere Eigenschaften für den Landbau haben die Parabraunerden mit spätwürmzeitlichem Hochflutlehm zwischen Decklage und Terrassenschotter (**Z92**, **Z207**, **Z126**, **Z95**, **Z123**). Der Bt-Horizont in einem kiesarmen, tonig-lehmigen Substrat erhöht das Wasserspeichervermögen dieser Böden deutlich (nFK: mittel bis hoch). Auf der Niederterrassenfläche zwischen Weil am Rhein und Efringen-Kirchen sowie südöstlich von Breisach waren allerdings deutliche Merkmale zeitweiliger Staunässe in solchen Bodenprofilen festzustellen (Pseudogley-Parabraunerde und Parabraunerde-Pseudogley, **Z95**, **Z123**).



Tief entwickelte Pseudogley-Parabraunerde aus Decklage über spätwürmzeitlichem Hochflutlehm



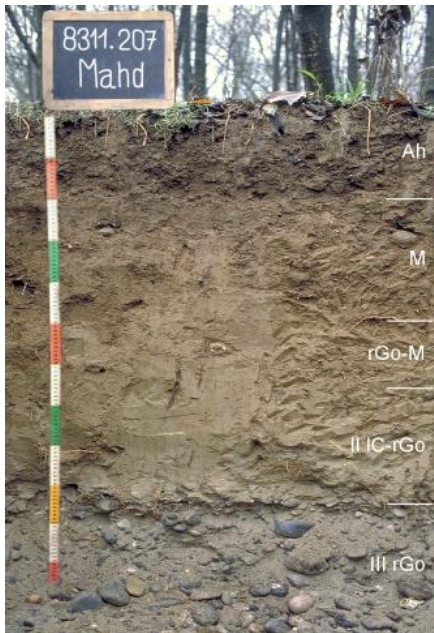
Humose Pararendzina mit Vergleyung im nahen Untergrund aus kalk- und schluffreichem Hochflutsediment des Rheins

Eine Besonderheit stellen die schluffreichen, z. T. kiesigen Hochflutsedimente des Rheins bei Breisach-Hochstetten dar. Die dort vorgefundenen Bodenprofile sind durch lang anhaltende intensive agrarische Nutzung sowie starke Bioturbation geprägt. Dominierende Böden sind Pararendzinen (**Z122**) mit geringem Humusgehalt und örtlich reliktschen Vergleyungsmerkmalen. Sie sind durch eine mittlere bis hohe nFK und KAK gekennzeichnet. Die kiesreichere Variante dieser Böden KE **Z121** ist in dieser Hinsicht weniger günstig einzustufen. Im Bereich schmaler, langgestreckter, durch die Bodenbearbeitung entstandener Erdwälle („Ackerberge“) finden sich als Begleitböden in KE **Z122** und **Z121** Kolluvien, die mit ihrem günstigen Wasser-, Luft- und Nährstoffhaushalt beste Ackerböden darstellen.

An den Hängen unterhalb der Niederterrassenkanten sind zu Trockenheit neigende, kalkhaltige, sandige Kiesböden verbreitet (Pararendzina, **Z201**, **Z78**).

Die Vergleyungsmerkmale in kleinflächig abgegrenzten Muldenabschnitten und Verebnungsbereichen in der Südlichen Oberrheinebene sind reliktscher Natur und spielen für die Bodeneigenschaften keine Rolle (Pseudogley-Gley-Parabraunerde, **Z124**; Pseudogley und Gley, **Z103**). Heute sind diese Standorte eher durch schwachen Staunäseeinfluss geprägt. Am Rand der Niederterrasse im Hochrheintal finden sich dagegen an wenigen Stellen als Grünland genutzte Gleye (**Z233**) mit aktuellem Grundwassereinfluss.

Eigenschaften der Böden aus Auensedimenten

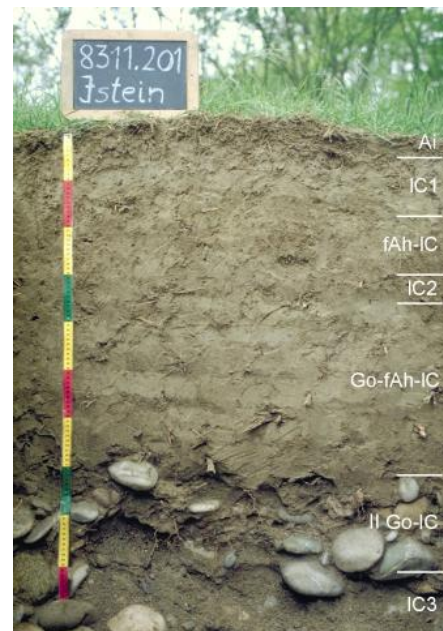


Kalkhaltiger Auengley-Brauner Auenboden aus Auensediment über Rheinschotter (humose Pararendzina mit reliktschen Gleymerkmalen)

Im Allgemeinen gelten Auenböden als häufig tiefgründige, humose, locker gelagerte und nährstoffreiche Böden, deren Nutzungsmöglichkeiten aber durch zeitweise hochstehendes Grundwasser und die Überschwemmungsgefahr begrenzt sind. Beide Einschränkungen sind in den großen Auenflächen entlang des **südlichen Oberrheins** seit der Rheinkorrektion im 19. Jh. und der damit verbundenen Grundwasserabsenkung nicht mehr gegeben (vgl. Übersichtskapitel und Kapitel zu Böden der Rheinaue). Es handelt sich dort heute um Pararendzinen, also terrestrische Böden, auf denen die ursprünglichen Auenwälder auf großen Flächen durch Kiefernforste ersetzt wurden (**Z105, Z106, Z107, Z109, Z111**). Weite Bereiche am Ostrand der Aue werden ackerbaulich genutzt. Im Bodenprofil auftretende hydromorphe Merkmale sind reliktscher Natur und haben keine Auswirkung auf die Bodeneigenschaften. Aufgrund des oft nur geringen bis mittleren Wasserspeichervermögens (**Z105, Z106**), der hohen Wasserdurchlässigkeit der schluffig-sandigen Auenböden und wegen des trocken-warmen Klimas werden die Bereiche heute auch als Trockenaue bezeichnet. Bei Böden aus mächtigerem Auensediment mit geringem bis mittlerem Humusgehalt im Unterboden liegt die nutzbare Feldkapazität (nFK) dagegen im mittleren bis hohen Bereich (**Z107, Z109, Z111**). Die KAK der Pararendzinen ist meist als gering bis mittel eingestuft. Wegen des hohen Karbonatgehalts und der dadurch gehemmten mineralischen Verwitterung ist das Nährstoffangebot

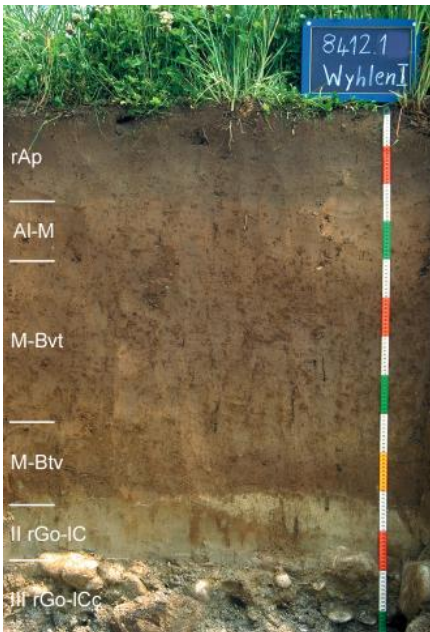
eingeschränkt. Eine Unterversorgung mit den Nährelementen Kalium und Mangan gelten neben dem Wassermangel als wachstumsbegrenzende Faktoren (Hädrich & Stahr, 2001; Vogel, 1969).

Nur im Uferbereich des Restrheins treten westlich des Rheindamms in einem weniger als 100 m breiten, auch heutzutage noch regelmäßig überfluteten Streifen Auenkarbonatrohböden (**Z104**) aus jungem, schluffig-feinsandigem, oft humusfreiem Rheinsediment auf. Im grundwassernahen Bereich sind örtlich auch Auengleye ausgebildet. Es wachsen dort die an die Überschwemmung und örtlich hohen Grundwasserstände angepassten Gehölze der Weichholzaue und krautige Uferpflanzen.



Auenkarbonatrohboden (Kalkrambla) mit Vergleyung im nahen Untergrund, aus Auenmergel über Rheinschotter

Im Mündungsgebiet der Rheinzufüsse werden die Rheinschotter von schluffreichem Auenlehm aus Lössbodenmaterial überlagert. Bei den Auenböden mit hoher bis sehr hoher nFK und mittlerer bis hoher KAK handelt es sich um produktive Acker- und Waldstandorte. Die Vergleymerkmale in den Böden sind auch hier meist reliktsch (Auengley-Brauner Auenboden, **Z101**, **Z108**). Deutlich feuchtere Böden finden sich in der bewaldeten, von der Möhlin durchflossenen Randrinne südlich von Breisach. Neben dem Zuflusswasser der Möhlin liegt der Grund für den höheren Grundwasserstand dort in dem Rückstau durch das Kulturwehr Breisach (Brauner Auenboden-Auengley, **Z110**). Im Süden, bei Weil am Rhein und Eimeldingen, verzahnen sich die kalkreichen Hochwasserablagerungen des Rheins mit dem kalkfreien Auensediment von Wiese und Kander. Es handelt sich meist um tiefgründige Böden ohne aktuellen Grundwassereinfluss und mit mittlerer bis hoher nFK und KAK. Während die Böden auf dem Kander-Schwemmfächer (**Z99**) meist schluffreich sind, dominiert entlang der Wiese eher der Auensand (**Z115**).



Lessivierte Braunerde aus Auenlehm auf Auensand über Terrassenschotter (früher als Auenbraunerde bezeichnet)

Die holozänen Auensedimente im dichtbesiedelten **Hochrheintal** befinden sich aufgrund der jungen fortschreitenden Tiefenerosion des Flusses in verschiedenen, über dem Fluss gelegenen Terrassenniveaus. Nur der unterste schmale Auenstreifen entlang des Flusses kann heute bei Extremhochwasser noch überschwemmt werden. Auf der breiten, obersten Holozän-Terrasse, wo auch das Grundwasser keine Rolle spielen haben sich bereits terrestrische Böden entwickelt. Die z. T. schwach lessivierten Braunerden (**Z220**) aus sandig-lehmigem Auensediment besitzen meist einen geringen bis hohen Kiesgehalt und werden stellenweise bereits in 6–10 dm Tiefe vom Kieskörper unterlagert. Der Unterboden der Braunerden ist meist nur sehr schwach humos. Es handelt sich um gut zu bearbeitende, gut durchlüftete Ackerböden mit mittlerer bis hoher nFK und meist mittlerer KAK. Ähnliche Eigenschaften besitzen die nur wenig Fläche einnehmenden Braunen Auenböden auf tieferen, jüngeren Auenterrassen (**Z229**). Die fortgeschrittene Bodenentwicklung macht sich dort durch eine bereits abgelaufene Entkalkung bemerkbar. Inselartig treten auf den Terrassen flache Kiesrücken mit Pararendzinen (**Z219**) auf, die aufgrund ihres hohen Skelettgehalts für den Landbau deutlich ungünstigere Eigenschaften besitzen.

Im untersten, flussbegleitenden Auenniveau im Überflutungsbereich des Rheins sind schließlich kalkhaltige Braune Auenböden aus Auensand verbreitet (**Z221**). Nur stellenweise sind sie im tieferen Unterboden vom Grundwasser beeinflusst. Die Mächtigkeit des lehmigen Auensands und damit die Gründigkeit können stark wechseln und betragen meist nur 4–12 dm. Bei Küssaberg-Kadelburg treten in Randrinnen, die von kleinen Bächen durchflossen werden, Auenböden mit höherem Tongehalt und örtlich mit Torflagen im Unterboden auf (**Z223**).

Zwischen Rheinfeldern und Grenzach-Wyhlen liegen Auensedimente der **Dinkelbergbäche** großflächig, schwemmfächerartig auf den Terrassenflächen des Rheins. Es sind Braune Auenböden (**Z224**) aus kalkfreien, sandig-lehmigen oder tonig-lehmigen Substraten. Örtlich werden sie nicht von Rheinkies, sondern von tonreichen Altwassersedimenten unterlagert und weisen dann schwach ausgeprägte Staunässemerkmale auf. Das Grundwasser liegt in diesen Bereichen mehrere Meter unter der Geländeoberfläche. Die Böden in den wenigen Bachtälern des Dinkelbergs sind dagegen im tieferen Unterboden meist deutlich vom Grundwasser geprägt (Brauner Auenboden mit Vergleyung im nahen Untergrund, **Z810**). In einigen Bereichen treten auch nässere, als Grünland oder Wald genutzte Standorte auf (Auengley, **Z820**).

Wie im Dinkelberg dominieren auch in den Bachauen des **Klettgauer Tals** tiefgründige Auenböden aus lehmigen Substraten mit wechselndem Karbonatgehalt (Brauner Auenboden, **Z227**). Der Grundwasserspiegel liegt im Klettgau allerdings sehr tief und hat keinen Einfluss auf den Wasserhaushalt der Böden. Es sind günstige Ackerböden mit einem ausgeglichenen Wasser- und Lufthaushalt. Nur abschnittsweise sind tonreiche, schwer wasserdurchlässige Bachablagerungen oder Auenlehme im Unterboden die Ursache für zeitweilig auftretende Staunässe (Auenpseudogley-Brauner Auenboden, **Z228**). Wo sehr geringmächtige, kiesige Auenlehme auftreten, sind die Böden für die landbauliche Eignung weniger gut zu bewerten (**Z225**).

In den Bachauen des **Markgräfler Hügellands** finden sich meist tiefgründige, kiesarme, im Unterboden schwach humose Böden aus schluffreichem, karbonathaltigem Lössbodenmaterial (**Z48**, **Z26**). Aufgrund von Bachkorrekturen und Drainagemaßnahmen handelt es sich nicht mehr überall um Grünlandzwangsstandorte. Für die Aue der Kander sind karbonatfreie, mäßig grundwasserbeeinflusste Böden und eine deutliche Sandkomponente im Auenlehm charakteristisch (**Z27**, **Z100**). Nassböden, die durch höher anstehendes Grundwasser geprägt sind, finden sich beispielsweise im Feuerbachtal und im Engbachtal nordöstlich und nördlich von Efringen-Kirchen (Auengley, **Z49**). Auf der Niederterrasse des Rheins breiten sich die Auenböden schwemmfächerartig aus und nehmen große Flächen ein (Brauner Auenboden, **Z98**). Sie sind eng verzahnt mit Parabraunerden aus spätwürmzeitlichem Hochflutlehm, der die Auenlehme bei geringer Mächtigkeit unterlagert. Grundwasser und Überflutungen spielen in diesem Bereich keine Rolle mehr. Es handelt sich um gute Ackerstandorte mit hoher bis sehr hoher nFK und hoher KAK. Ähnliche Böden im Bereich der Kanderamündung zeigten deutliche Merkmale zeitweiliger Staunässe (Auenpseudogley, **Z97**).

Weiterführende Links zum Thema

- [LUBW – Boden](#)
- [LUBW – Merkblatt Gefahrenabwehr bei Bodenerosion](#)
- [Landschaften und Böden im Regierungsbezirk Freiburg \(PDF\)](#)

Literatur

- Duttmann, R. & Kuhwald, M. (2018). *Wirkung der Bodenerosion auf Bodeneigenschaften und Ertrag*. – Blume, H.-P., Felix-Henningsen, P., Horn, R., Stahr, K. & Guggenberger, G. (Hrsg.). Handbuch der Bodenkunde, Kap. 3.6 Abtrag von Böden, Unterkap. 6.3.6, 44. Erg. Lfg. 01/18, Weinheim (Wiley-VCH).
- Fleck, W., Thater, M. & Zwölfer, F. (1997). *Exkursion D8: Landkreis Lörrach. – Exkursionsführer zur Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 1997*. – Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 82, S. 383–421.
- Fröhlich, J. (1990). *Bodenerosion und Schutzmaßnahmen – Vier Testgebiete im Einzugsgebiet des Feuerbaches (Markgräfler Hügelland)*. – Regio Basiliensis – Basler Zeitschrift für Geographie, 31(1), S. 51–59.
- Hädrich, F. & Stahr, K. (2001). *Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete*. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 91, S. 1–138.
- Hügin, H. (1979). *Die Wälder im Naturschutzgebiet Buchswald bei Grenzach. Eine pflanzensoziologische, bodenkundliche Untersuchung*. – Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg - Institut für Ökologie und Naturschutz (Hrsg.). Der Buchswald bei Grenzach (Grenzacher Horn), S. 147–199, Karlsruhe (Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs, 9).
- Regierungspräsidium Freiburg (2012b). *Landschaften und Böden im Regierungsbezirk*. 104 S., Freiburg i. Br.
- Schäfer, H. & Wittmann, O. (1966). *Der Isteiner Klotz – Zur Naturgeschichte einer Landschaft am Oberrhein*. – Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs, 4, 446 S., Freiburg i. Br. (Rombach).
- Vogel, O. (1969). *Bestockungsumbau im Trockengebiet Oberrhein – Eine volkswirtschaftliche und landeskulturelle Aufgabe*. – Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, 26, S. 1–151, 5 Kt.
- Wittmann, O. (1994). *Erläuterungen zu Blatt 8311 Lörrach*. – Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., 153 S., 9 Taf., 1 Beil., Stuttgart (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg). [unveränd. Nachdr. d. 2. Aufl. v. 1988]

Datenschutz

Cookie-Einstellungen

Barrierefreiheit

Quell-URL (zuletzt geändert am 27.01.23 - 07:58):<https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/bodenkunde/suedliches-oberrheinisches-tiefland-hochrheingebiet-klettgau/bodeneigenschaften>