

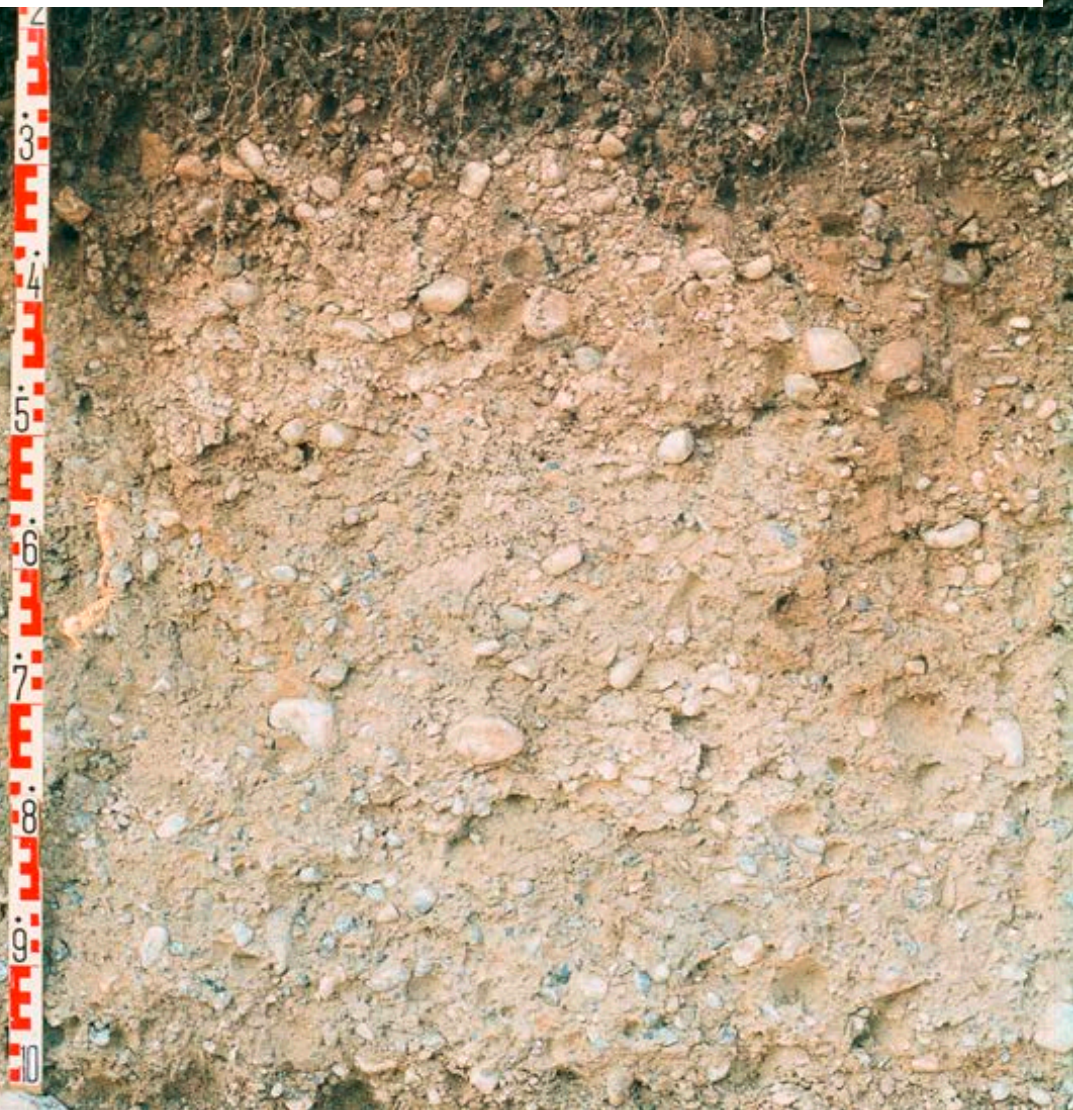


Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung



Bundesinformationszentrum
Landwirtschaft

Bodentypen – Nutzung, Gefährdung, Schutz



Liebe Leserin, lieber Leser,

pro Tag wurden in den Jahren 2014 bis 2017 etwa 58 Hektar Boden in Siedlungs- und Verkehrsflächen umgewandelt. Dies führt zu einem hohen Anteil kompletter Bodenversiegelung. Hiervon sind in aller Regel landwirtschaftlich genutzte Flächen betroffen. Versiegelung bewirkt eine totale Bodenzerstörung, die den Verlust der ökologischen Bodenfunktionen zur Folge hat: Seine Aufgaben als Wasser-, Nährstoff- und Kohlenstoffspeicher, Produktionsstandort und Lebensraum gehen verloren.

Um die richtigen Maßnahmen im Sinne des Bodenschutzes treffen zu können, benötigen Landwirtinnen und Landwirte, aber auch alle anderen Betroffenen genaue Kenntnisse über Beschaffenheit und Eigenschaften des Bodens. Zur Vermittlung dieser Kenntnisse möchte diese Informationsbroschüre beitragen und stellt die wichtigsten landwirtschaftlich genutzten Bodentypen vor.

Ihr
Bundesinformationszentrum Landwirtschaft



**Bundesinformationszentrum
Landwirtschaft**

Inhalt

Einführung	4	Pseudogley-Braunerde aus Terrassensand über Ton.....	52
Die Böden Deutschlands	6	Pseudogley aus sandig-lehmigen Deckschichten über alter Gneisverwitterung.....	54
Prozesse der Bodenentwicklung in Mitteleuropa	10	Böden aus Tonstein	56
Info: Kuratorium „Boden des Jahres“	12	Pelosol aus mergeligem Gipskeuper....	56
Wichtige Bodeneigenschaften	14	Pseudogley-Pelosol aus Keuperton....	58
Die Acker- und Grünlandschätzung	20	Pelosol-Rigosol aus Keuperton.....	60
Bodenschutz in Deutschland – Rechtlicher Rahmen und fachliche Anforderungen	26	Böden aus kalkreichen Gletscherablagerungen	62
Landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen	27	Pararendzina aus Geschiebelehm.....	62
Erläuterungen zu den Profilbeschreibungen	29	Böden mit Grundwassereinfluss	64
Verwendete Horizontsymbole (Auswahl) und ihre Definitionen	30	Vega (Brauner Auenboden) aus lehmig-sandigen Talsedimenten.....	64
Böden aus Löss	32	Gley-Podsol aus eiszeitlichem Schmelzwassersand.....	66
Schwarzerde aus Löss.....	32	Kalkmarsch (Seemarsch) aus lehmig- schluffigen Meeressedimenten.....	68
Parabraunerde aus Löss.....	34	Knickmarsch über fossiler Dwogmarsch aus tonigen Brackwassersedimenten.....	70
Pararendzina aus Löss.....	36	Böden aus organischem Material	72
Pseudogley aus Löss.....	38	Niedermoor über Kalkschotter.....	72
Böden aus kalkfreien Substraten	40	Hochmoor.....	74
Braunerde aus Grauwacke und Schiefer	40	Anthropogen überprägte Böden	76
Braunerde aus Basalt.....	42	Plaggensch aus Geschiebesand.....	76
Braunerde aus Granitzersatz.....	44	Pararendzina aus Kipp-Löss.....	78
Braunerde-Podsol aus Geschiebesand .	46	Kolluvisol aus Geschiebemergel.....	80
Mehrschichtige, teils staunasse Böden ..	48	Begriffserläuterungen	82
Braunerde-Terra fusca aus schluffig- lehmiger Deckschicht über Kalksteinverwitterung.....	48	Literatur	83
Braunerde aus lehmig-sandiger Deckschicht über sandig-toniger Buntsandsteinverwitterung.....	50	KTBL-Veröffentlichungen	85
		BZL-Medien	86
		Was bietet das BZL?	90
		Impressum	91

Einführung

Alles Leben auf der Erde steht in enger Beziehung zum Boden: die Mikroorganismen, die den Abbau von Pflanzenresten und abgestorbenen Bodentiere besorgen, die Pflanzen, die im Boden wurzeln und aus ihm Wasser und Nährstoffe entnehmen, Tiere und Menschen, die sich von den Pflanzen ernähren.

Der Boden stellt – zusammen mit Wasser und Luft – die wichtigste Grundlage aller Lebensprozesse in der Natur dar; er ist die Produktionsgrundlage für Gartenbau, Land- und Forstwirtschaft. Der Boden speichert z. B. Niederschlagswasser, um es in Trockenperioden an die Pflanzen abzugeben, aber auch Nährstoffe aus abgestorbenen Pflanzenteilen und zugeführten organischen oder mineralischen Düngern, um sie nachfolgenden Pflanzengenerationen zur Verfügung zu stellen. Zugleich ist der Boden der größte terrestrische Kohlenstoffspeicher, noch vor den tropischen Regenwäldern. Derzeit wird in vielen Forschungsprojekten daran gearbeitet, die Kohlenstoff-Speicherung präzise zu erfassen, zu bewerten und nach Möglichkeit zu steigern. Die große Vielfalt der mitteleuropäischen Böden ist vor allem geprägt durch die Unterschiedlichkeit des Ausgangsmaterials und der Wasserverhältnisse, die Zeitdauer der Bodenbildung, die wechselnden Klimaeinflüsse und die Bodenerosion.

Seit der Mensch Ackerbau betreibt, hat er Einfluss auf Landschaften und Böden genommen, um seine Ernährung zu sichern. Dabei hat er die natürliche Bodenfruchtbarkeit genutzt, teilweise gezielt und nachhaltig verbessert, teilweise aber auch zu einer

großräumigen Beeinträchtigung der Bodenfunktionen beigetragen.

Zunehmende Industrialisierung und geänderte wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen für die Land- und Forstwirtschaft haben zu verstärkten Belastungen von Umwelt und Naturhaushalt und damit auch zu Belastungen des Bodens geführt. Die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Böden und ihre Eigenschaften werden in der Fachwelt derzeit intensiv und kontrovers diskutiert. Die sehr komplexen Wechselwirkungen zwischen klimatischen Einflüssen und den Böden machen die Abschätzungen über die künftige Entwicklung sehr schwierig. Die seit langem bekannten Unterschiede in der Bodenentwicklung zwischen verschiedenen Regionen Deutschlands, Europas und der Welt unterstreicht aber den starken Einfluss des Klimas auf die Böden.

Die derzeit wichtigsten Bodenschutzprobleme sind

- » Flächenverbrauch und Versiegelung,
- » regional überhöhte Nährstoffeinträge, insbesondere von Nitrat, in Boden und Grundwasser,
- » Bodenverdichtung,
- » Bodenverunreinigungen durch Schadstoffimmissionen,
- » Bodenversauerung infolge von Immissionen und
- » Bodenerosion.

Versiegelung bewirkt eine totale Bodenzerstörung: Die Folge davon ist der vollständige Verlust der natürlichen Bodenfunktionen Wasser-, Nährstoff- und Kohlenstoffspeicher, Produktionsstandort und Lebensraum. Die nach wie vor hohe Flächeninanspruchnahme von etwa 58 ha pro Tag (2014–2017), d. h. die dauerhafte Umnutzung zu Siedlungs- und Verkehrszwecken (Wohnungsbau, Gewerbegebiete, Parkplätze, Verkehrswege) führt in aller Regel zu einem hohen Anteil (ca. 45 %) zur Bodenversiegelung. Hiervon sind in aller Regel landwirtschaftlich genutzte Flächen betroffen, da Wälder hohen gesetzlichen Schutz genießen und deshalb oft außen vor gelassen werden. Dem Bodenschutz müssen alle Beteiligten besondere Aufmerksamkeit schenken. Hierbei kommen Landwirtschaft und Raumplanung wegen ihrer flächenmäßig großen Bedeutung eine besondere Rolle zu.

Maßnahmen des landwirtschaftlichen Bodenschutzes sind:

- » Düngung nach Bedarf und Nährstoffbilanz
- » Integrierter Pflanzenschutz/ Pflanzenbau
- » gesunde Fruchtfolgen
- » Nutzung pflanzenbaulicher, technischer und organisatorischer Möglichkeiten zur Vermeidung von Bodenverdichtungen
- » Minderung der Bodenerosion durch standortgerechte Bodennutzung und Anbauverfahren
- » vermehrte Inanspruchnahme bereits versiegelter, belasteter oder weniger fruchtbarer Böden für Bauvorhaben

Um die richtigen Maßnahmen im Sinne des Bodenschutzes treffen zu können, sind genaue Kenntnisse über Beschaffenheit und Eigenschaften des Bodens nötig. Zur Vermittlung dieser Kenntnisse, aber auch zur Herstellung und Förderung von Bodenbewusstsein möchte diese Informationsbrochure einen Beitrag leisten. Dabei richtet sie sich nicht nur direkt an Landwirtinnen und Landwirte, sondern an alle Personen und Institutionen, die im Bodenschutz und in der Bodenbewertung tätig sind oder werden wollen. Insoweit richtet sich diese auch an Personen, die in der Beratung, dem Bodenschutzvollzug sowie in der Aus- und Fortbildung tätig sind oder sich darin befinden.

Zu diesem Zweck wurden 25 Bodentypen ausgewählt und als Profile dargestellt. Diese können selbstverständlich nur einen Ausschnitt aus der Vielfalt der landwirtschaftlich genutzten Böden wiedergeben. Bei der Auswahl wurde von der Überlegung ausgegangen, dass ein vorgestelltes Bodenprofil typisch sein sollte im Hinblick auf seine Verbreitung innerhalb einer bestimmten Agrarlandschaft. Bei der Beschreibung werden neben der Entstehung und Verbreitung des Bodens auch seine Gefährdungen aufgezeigt und Hinweise auf Schutzmaßnahmen gegeben.

Die Böden Deutschlands

Im weltweiten Vergleich sind die Böden Deutschlands besonders ertragreich und – klimatisch bedingt – überwiegend sehr ertragsicher. Die Karte auf Seite 8 gibt einen Überblick über die räumliche Verteilung der dominanten Böden der Bundesrepublik Deutschland.

Die Verschiedenartigkeit der Böden ergibt sich aus der Komplexität der Bodenentwicklung: Böden entwickeln sich im Laufe der Zeit an der Erdoberfläche als Produkt physikalischer und chemischer Prozesse unter dem Einfluss von Ausgangsmaterial, Klima, Oberflächengestalt des Standortes und Grundwasserabstand, Flora und Fauna sowie des Menschen. In Deutschland werden die Böden nicht einfach klassifiziert (sortiert), sondern nach systematischen Überlegungen, d. h. unter Berücksichtigung

vergleichbarer Bildungsbedingungen und -prozesse geordnet. Dazu gibt die Bundesländer Arbeitsgruppe „Boden“ die „Bodenkundliche Kartieranleitung“ heraus, in der **Bodentypen** definiert sind. Darüber hinaus gibt es weitere Einteilungen – z. B. anhand der Korngrößenverteilung – für spezifische Anwendungen.

Ein Bodentyp ist durch die charakteristische, vertikale Abfolge bestimmter **Horizonte** definiert, die relativ einheitliche Merkmale (z. B. Korngröße, Humusgehalt, Farbe, Mineralbestand, Dichte, Wassereinfluss) aufweisen. In aller Regel führen ähnliche Bildungsbedingungen und -prozesse zu vergleichbaren Merkmalen. Während sich **Horizonte** im Laufe der Bodenentwicklung differenzieren, sind **Schichten** durch geologische Vorgänge entstanden; von einer



Guter Boden, geeignet für anspruchsvolle Kulturen

Schichtgrenze spricht man z. B., wenn Löss ein Festgestein bedeckt oder Auenlehm die Kiesablagerungen eines Flusses überlagert. Aus dem Bodentyp alleine lassen sich nur begrenzt Aussagen zu den Eigenschaften als Pflanzenstandort ableiten. Nur ein Beispiel: Podsole kommen auf steinigem Material im Hochschwarzwald vor, wo sie nur forstwirtschaftlich genutzt werden können, aber auch auf Flugsanden im westlichen Münsterland, wo sie intensivem Mais- oder sogar Feldgemüseanbau dienen.

In der Natur gehen die verschiedenartigen Böden räumlich und hinsichtlich ihrer systematischen Einordnung kontinuierlich ineinander über. Scharfe Grenzen bestehen im Allgemeinen nicht. Häufig treten bestimmte Bodentypen miteinander vergesellschaftet auf. Der starke Einfluss des Ausgangsmaterials auf die Bodenbildung erklärt neben klimatischen Einflüssen, weshalb bestimmte

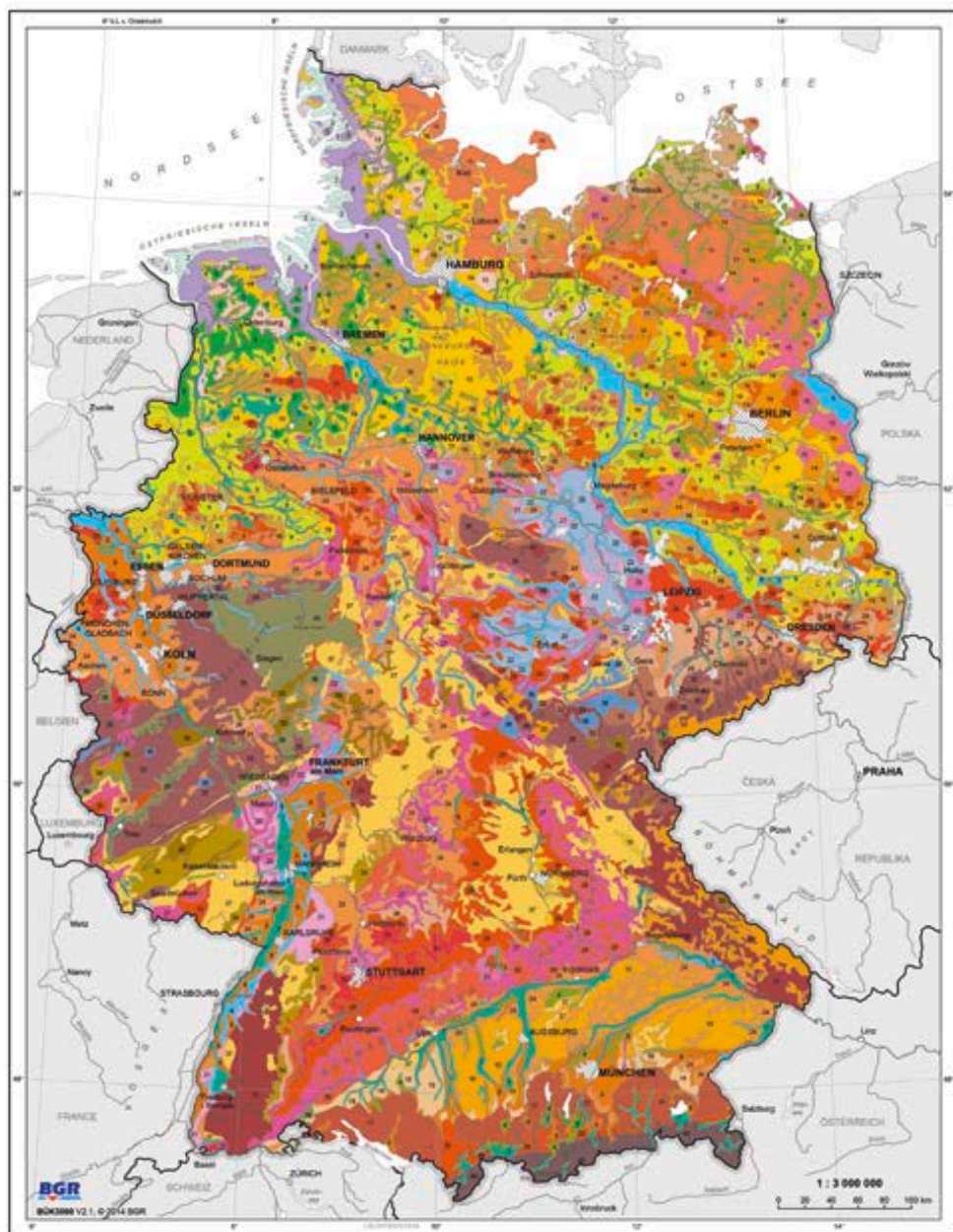
Regionen überwiegend als Grünland, ackerbaulich oder forstlich genutzt werden. So haben sich aus den Ausgangsmaterialien „Löss“ oder „weichsel- bzw. wärmzeitlicher Geschiebemergel“ fruchtbare Parabraunerden und Braunerden entwickelt, die in Ackerbauregionen dominieren. Beispiele für Ackerbauregionen sind die Köln-Aachener Bucht, die Soester Börde, Ost-Holstein, die Hildesheimer und die Magdeburger Börde, das Sächsische Lösshügelland oder die Uckermark.

Wegen seiner besonderen Bedeutung wird der Boden als elementarer Bestandteil der Natur und neben Wasser und Luft als drittes wichtiges Umweltmedium auch rechtlich geschützt. Dazu traten 1998 das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) und 1999 die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) in Kraft.



Parabraunerde aus Geschiebemergel (Tonverlagerung führt zu einem kräftig braunen, lehmigen Bodenhorizont), Südküste der Insel Fehmarn.

Die Bodengesellschaften der Bundesrepublik Deutschland



LEGENDE

Bodenübersichtskarte von Deutschland 1 : 3 000 000

Böden der Küstenregion und Moore

- 1 **Podsol-Regosol** und **Regosol** aus trockenen, nährstoffarmen Sanden
- 2 **Wattboden** im Gezeitenbereich der Nordsee
- 3 **Marschboden**, vorwiegend **Kleimarsch** aus brackischen oder fluviatilen Ablagerungen sowie **Kalkmarsch** aus marinen Ablagerungen
- 4 **Niedermoorboden** aus mächtigen Niedermoor torfen, teils mit mineralischen Zwischenschichten, **Moorgley** und **Gley**
- 5 **Hochmoorboden** aus mächtigen Hochmoor torfen über Niedermoor torf, Mudde oder Mineralboden

Böden der breiten Flusstäler einschließlich Terrassenflächen und Niederungen

- 6 **Auenboden**, in tieferen Lagen **Gley** aus lehmigen bis tonigen Auen-sedimenten, in Schwarzerdegebieten **Gley-Tschernosem** aus kalkhaltigen, tonig-schluffigen Ablagerungen
- 7 **Auenboden**, in tieferen Lagen **Gley** aus sandigen bis tonigen Fluss-sedimenten, häufig in kleinflächigem Wechsel
- 8 **Parabraunerde** aus schluffig-lehmigen Deckschichten und **Auenpara-rendzina** aus kalkhaltigen, sandig lehmigen Hochflut- und Auenablage-rungen. **Podsol-Braunerde** und **Braunerde** der sandigen Terrassen
- 9 **Podsol**, **Braunerde-Podsol** und **Gley-Podsol** aus sandigen Flussab-lagerungen sowie **Gley** der sandigen Urstromtäler und Niederungen

Böden des wellig-hügelligen Flachlandes und der Hügelländer

- 10 **Braunerde**, **Parabraunerde** und **Pararendzina** aus lössvermischten Tertiärablagerungen
- 11 **Parabraunerde**, **Fahlerde** und **Pseudogley** aus Geschiebelehm über Geschiebemergel
- 12 **Pseudogley-Gley** und **Pseudogley** aus lehmig-sandigem Geschiebe-mergel
- 13 **Podsol-Parabraunerde** und **Podsol-Fahlerde** aus sandigen Deck-schichten über Geschiebelehm
- 14 **Fahlerde** und **Bänderparabraunerde** sowie **Braunerde** und **Podsol-Braunerde** aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm
- 15 **Bänderparabraunerde**, **Fahlerde** und **Braunerde** sowie **Pararendzina** und **Regosol** im engräumigen Wechsel der sandigen bis lehmigen Endmoränen
- 16 **Pseudogley-Braunerde** und **Pseudogley-Fahlerde** sowie **Pseudo-gley** aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm
- 17 **Parabraunerde**, **Braunerde** und **Pararendzina** aus lehmig-sandigen, kalkhaltigen Moränenablagerungen im Alpenvorland
- 18 **Braunerde**, **Parabraunerde** und **Pseudogley** aus kalkhaltigen, lehmig-sandig-kiesigen, lössvermischten Moränenablagerungen im Alpenvor-land
- 19 **Podsol-Braunerde**, **Podsol-Bänderparabraunerde** und **Pseudogley-Podsol** aus trockenen, nährstoffarmen Sanden
- 20 **Braunerde**, **Bänderparabraunerde** und **Podsol-Braunerde** aus nähr-stoffreichen Sanden

Böden der Berg- und Hügelländer sowie der Mittelgebirge aus Festgestein, dessen Verwitterungsmaterial und Umlagerungs-decken

- 21 **Tschernosem** bzw. **Pararendzina** aus Löss im Wechsel mit **Rendzina** aus Mergel- und Kalkstein
- 22 **Tschernosem** der Mitteldeutschen Trockengebiete aus mächtigem Löss, **Tschernosem** und **Pseudogley-Tschernosem** aus Löss über Ton- und Mergelstein

- 23 **Tschernosem-Parabraunerde** und **Parabraunerde-Tschernosem** aus Löss, Lösslehm oder aus lössähnlichen Schluffablagerungen
- 24 **Parabraunerde**, **Fahlerde**, **Pseudogley-Parabraunerde** und **Pseudo-gley** aus Löss oder Lösslehm und lössvermischten Verwitterungs-produkten über verschiedenen Gesteinen
- 25 **Parabraunerde**, **Fahlerde** und **Braunerde** aus Sandlöss über Sand oder Lehm sowie aus sandvermischem Löss oder Lösslehm
- 26 **Pseudogley**, **Parabraunerde-Pseudogley** und **Parabraunerde** und **Braunerde** aus Löss oder Lösslehm über verschiedenen Gesteinen




Böden der Berg- und Hügelländer sowie der Mittelgebirge

- 27 **Rendzina** bis **Braunerde-Rendzina** sowie **Pararendzina** aus Hang-schutt über Kalk-, Mergel- und Dolomitstein im Wechsel mit schluffig-tonigen Umlagerungsprodukten der Kalksteinverwitterung
- 28 **Braunerde** und **Terra fusca** aus Umlagerungsprodukten der Kalk-, Mergel- und Dolomitsteinverwitterung, **Parabraunerde** mit dünner Lösdecke sowie **Rendzina** aus Kalkstein
- 29 **Pelosol-Braunerde** und **Pelosol-Pseudogley** aus Verwitterungspro-dukten von Mergel- und Tonstein sowie **Braunerde** aus Mergelstein und kalkhaltigen Schottern
- 30 **Braunerde** aus Verwitterungsprodukten basischer und intermediärer magmatischer Gesteine, **Braunerde** aus basenreichen Tuffen
- 31 **Braunerde** und **Podsol-Braunerde** aus Verwitterungsmaterial saurer magmatischer und metamorpher Gesteine
- 32 **Braunerde**, **Braunerde-Pseudogley** aus lössvermischten Verwitterungs-produkten von kristallinen Schiefen, Sandstein, Quarzit und sauren bis intermediären magmatischen Gesteinen
- 33 **Podsolige Braunerde** und **Podsol-Braunerde** aus Verwitterungsmat-erial saurer magmatischer und metamorpher Gesteine
- 34 **Braunerde**, **Podsol-Braunerde** aus Verwitterungsmaterial von Schluff-, Sand- und Tonstein
- 35 **Braunerde**, **Podsol-Braunerde** aus Verwitterungsmaterial harter Ton- und Schluffschiefer mit Anteilen von Grauwacke, Sandstein, Quarzit und Phyllit
- 36 **Podsol-Braunerde**, **podsolige Braunerde** aus Verwitterungsmaterial harter Ton- und Schluffschiefer, aus Grauwacke und Phyllit
- 37 **Podsolige Braunerde** aus Verwitterungsmaterial basenarmer quarzitischer Sandsteine und Konglomerate
- 38 **Pseudogley** und **Podsol-Pseudogley** aus lössvermischten, grusig-lehmigen Deckschichten über Sandstein und Quarzit
- 39 Wechsel von **Rendzina** und **Pararendzina** aus Kalk-, Dolomit- und Mer-gelstein mit **Ranker** und **Podsol-Braunerde** aus Sand- und Schluffstein sowie **Pelosol-Braunerde** aus Mergel- und Tonstein

Böden des Hochgebirges

- 40 **Rendzina**, **Pararendzina** und **Kalkbraunerde** aus Kalk- und Dolomit-gesteinen der montanen und subalpinen Höhenstufen der Alpen sowie **Ranker** aus kalkfreien Silikatgesteinen und Rohböden der alpinen Fels- und Frostschutgebiete

Anthropogen veränderte Böden, Siedlungsgebiete und Gewässerflächen

-  Versiegelte Flächen in größeren Städten
-  Technogen gestaltete Böden und große Abbauflächen
-  Gewässerflächen

Prozesse der Bodenentwicklung in Mitteleuropa

Unter **Bodenbildung** versteht man die Entstehung aus dem Ausgangssubstrat – das kann festes Gestein, aber auch ein lockeres Sediment sein – und organischer Substanz sowie die weitere Entwicklung unter den jeweiligen Umwelteinflüssen. Zu diesen **bodenbildenden Faktoren** zählen neben dem Ausgangssubstrat das Klima, die Geländeform, Flora und Fauna, der Mensch sowie der Zeitraum, über den der jeweilige Faktor wirksam ist. Die wichtigsten **bodenbildenden Prozesse** sind physikalische und chemische Verwitterung, Mineral-Um- und Neubildung, Zersetzung, Humifizierung und Anreicherung von abgestorbenem organischen Material, Entwicklung eines

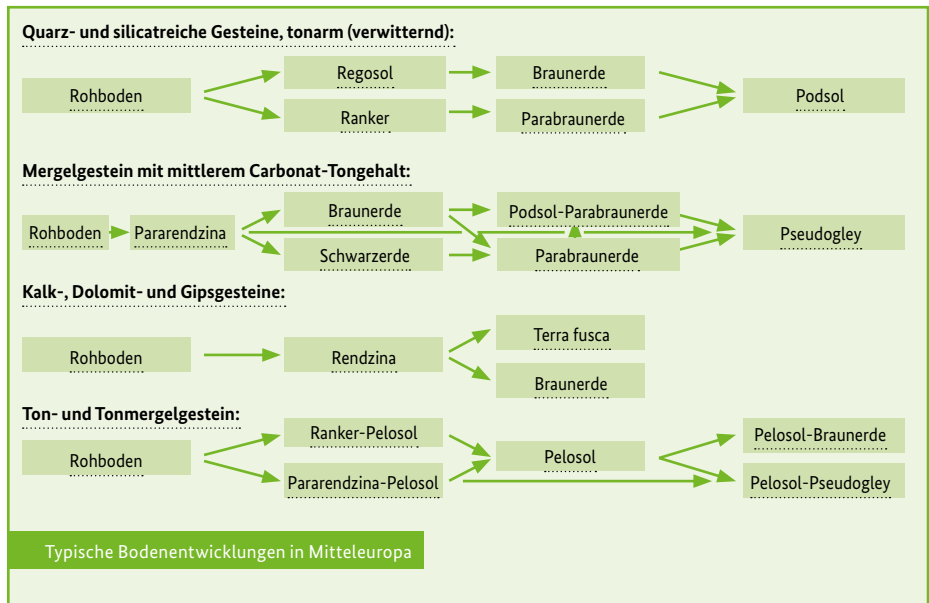
Bodengefüges (z. B. einer Krümelstruktur) sowie Verlagerung von gelösten oder partikulären Stoffen. Das Ergebnis dieser bodenbildenden Prozesse sind die **Bodentypen**, aufgebaut aus Bodenhorizonten.

Die natürliche Bodenbildung vollzieht sich sehr langsam, nämlich in geologischen bzw. pedologischen Dimensionen: So nahm die Entwicklung eines etwa zwei Meter mächtigen Bodens aus Löss bis zu seinem heutigen Zustand je nach regionalen Klimabedingungen eine Zeitspanne von etwa 10.000 Jahren in Anspruch. Diese Tatsache muss ein wesentliches Motiv dafür sein, dass die Böden eines besonderen Schutzes bedürfen, denn sie sind sehr viel schneller zerstört als dass sie sich auf natürliche Weise bilden können.

Zu den bodenbildenden Prozessen gehören auch solche der Bodendegradierung, die teilweise durch den Menschen erst ausgelöst, teilweise auch nur verstärkt werden. So hat er in Kulturlandschaften durch Eingriffe in den Wasserhaushalt (Grundwasserabsenkung und Drainage), Bodenbearbeitung, Düngung, Materialauftrag und Flächenumnutzung, aber auch durch Auslösen von Bodenerosion viele Böden gründlicher verändert, als es Jahrtausende ungestörter Bodenentwicklung zuvor vermochten. So wird die durchschnittliche Erosionsrate in Deutschland auf 8 t/ha und Jahr geschätzt. Durch die Niederschläge werden von Industrie und Verkehr emittierte Säuren in die Böden eingetragen und beschleunigen erheblich die natürlich ablaufende



Flachgründiger Boden



Bodenversauerung. Vielerorts ist die natürliche Pufferkapazität der Böden so stark beeinträchtigt, dass der Mensch mittels Kalkungen die fortschreitende Versauerung ausgleichen muss.

Das komplexe Wirkungsgefüge bodenbildender Faktoren und Prozesse führt zu typischen Abfolgen der Bodenentwicklung, sogenannter Bodenentwicklungsreihen; diese können oft die räumliche Vergesellschaftung verschiedener Bodentypen erklären. So hat sich z. B. im mitteleuropäischen Klima bei mehr als 700 mm Niederschlag aus einem kalkhaltigen Löss zuerst eine Pararendzina und schließlich eine Braunerde entwickelt. Durch Tonverlagerung entsteht anschließend eine Parabraunerde. Unter dem Einfluss der Bodenerosion in hängigen Lagen kann diese sich wieder zur Braunerde und Pararendzina zurück entwickeln. In

ebener Lage entsteht oftmals ein Pseudogley, der durch Staunässe gekennzeichnet ist.

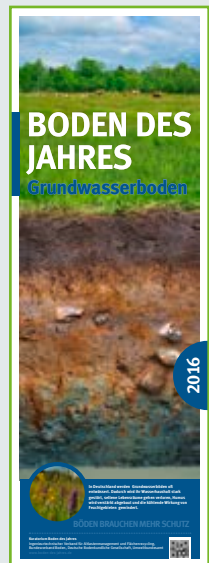
Seit 2005 wird jährlich der „Boden des Jahres“ gekürt. Aus diesem Anlass stellt das Kuratorium „Boden des Jahres“ umfassendes, allgemeinverständliches Informationsmaterial im Internet (www.boden-des-jahres.de) sowie in Postern und Broschüren bereit.

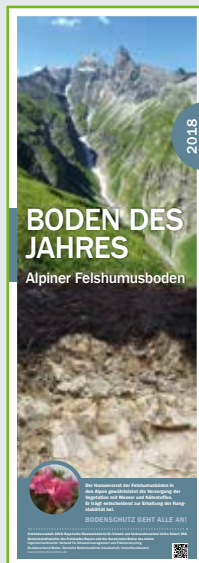
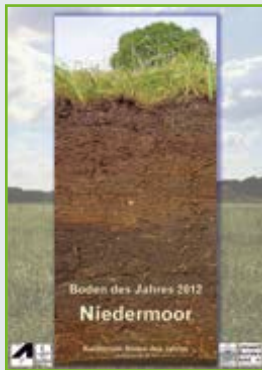
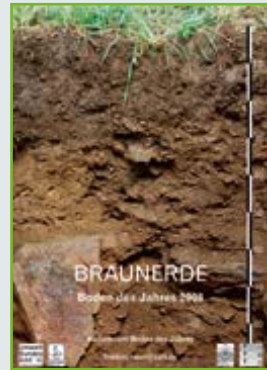
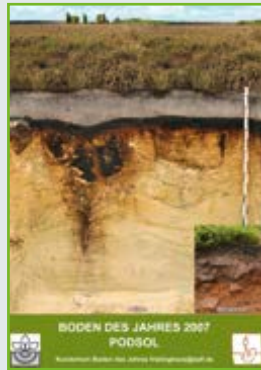
Bisher wurden folgende Böden vorgestellt: Schwarzerde (2005), Fahlerde (2006), Podsol (2007), Braunerde (2008), Kalkmarsch (2009), Stadtboden (2010), Vega (2011), Niedermoor (2012), Plaggenesch (2013), Weinbergsboden (Rigosol, 2014), Stauwasserboden (Pseudogley, 2015), Grundwasserboden (Gley, 2016), Gartenboden (Hortisol, 2017), Felshumusboden (2018) und Kippenboden (2019).

Das Kuratorium „Boden des Jahres“

In Deutschland haben die bodenkundlichen Fachverbände ein Kuratorium beauftragt, die Aktion „Boden des Jahres“ durchzuführen. Ziel ist es, das Bewusstsein für Böden und ihre Funktionen im Naturhaushalt zu steigern. Die gemeinsame Verantwortung für den Schutz der Ressource Boden soll verbessert werden. Jedes Jahr wird am 5. Dezember, dem Weltbodentag, in Berlin der Boden des Folgejahres präsentiert.

(Quelle: Kuratorium Boden des Jahres www.boden-des-jahres.de)





Wichtige Bodeneigenschaften

Die landwirtschaftliche Nutzbarkeit eines Bodens hängt von den Bodeneigenschaften und den Eigenschaften des jeweiligen Standortes ab. Zu den wichtigsten Bodeneigenschaften zählen Korngrößenverteilung bzw. Bodenart, pH-Wert, Puffervermögen, Nährstoffgehalt und -speichervermögen sowie der Humusgehalt.

Korngrößenverteilung und Bodenart

Die Bodenart beschreibt den mengenmäßigen Anteil unterschiedlich großer Partikel, die den Gesamtboden ausmachen und ist somit ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung der Bodenqualität. So beruhen beispielsweise die günstigen ackerbaulichen Eigenschaften der Lehmböden auf ihrer Korngrößenzusammensetzung. Die Bodenart hat u. a. Einfluss auf Wasserführung, Wasserspeichermöglichkeit, Durchlüftung und Bearbeitbarkeit eines Bodens.

Die mineralischen Bestandteile liegen im Boden in unterschiedlichen Teilchengrößen vor. Die Bodenbestandteile < 2 mm Durchmesser werden als Feinboden, die größeren als Grobboden (Bodenskelett) bezeichnet.

Tabelle 1: Korngrößenklassen des Feinbodens

Korngrößenklasse	Klassengrenzen [mm]
Sand	2,0 – 0,063
Schluff	0,063 – 0,002
Ton	< 0,002

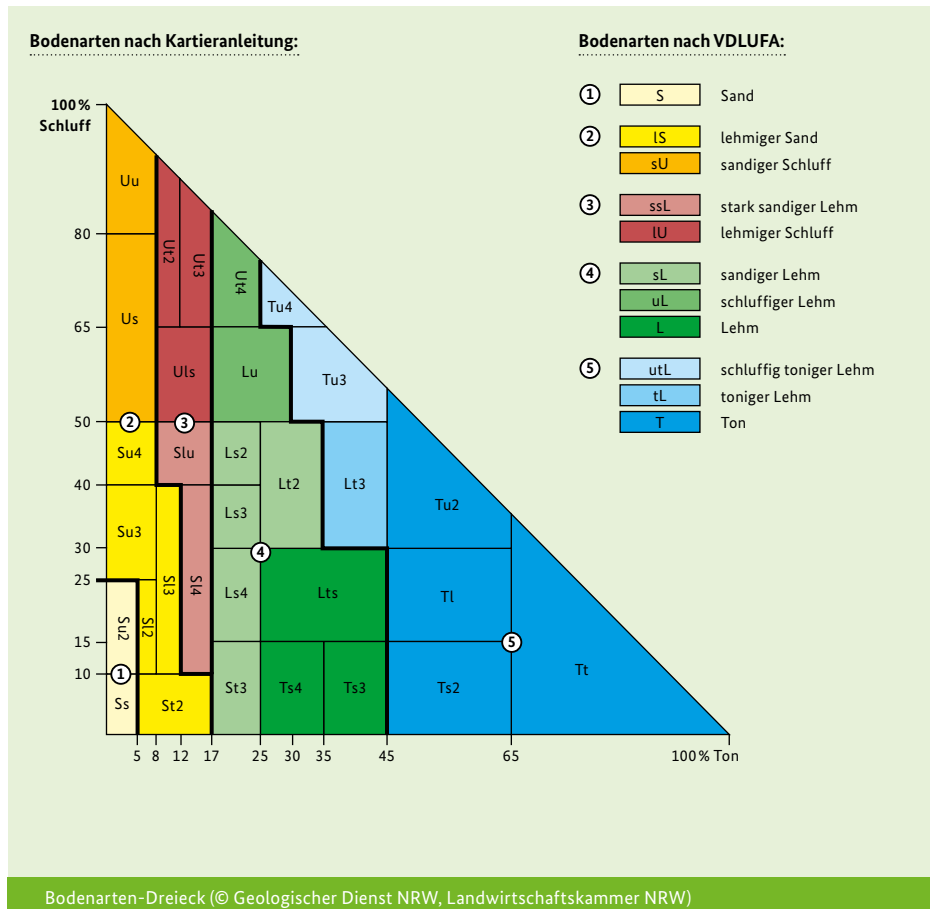
Drei Korngrößenklassen werden unterschieden, die für die Definition der Bodenartenhauptgruppen maßgebend sind (siehe Tabelle 1).

Sand, Schluff und Ton stehen also für eine Korngrößenklasse, aber auch für eine Bodenartenhauptgruppe: Nach dem Vorherrschen der jeweiligen Fraktion wird in Sande, Schluffe und Tone unterschieden; hinzu kommen die Lehme. Diese stellen keine eigene Größenklasse dar, sondern kennzeichnen stets ein Gemenge aus Sand, Schluff und Ton (s. Seite 15). Weitere Präzisierungen erfolgen durch die adjektivischen Zusätze sandig, schluffig und tonig (z. B. sandiger Lehm oder schluffiger Sand). Die landwirtschaftliche Praxis nimmt – z. B. für Düngungsfragen – meist Bezug auf die Bodenarteneinteilung nach LUFA, die je nach Bundesland etwa 12 Bodenarten unterscheidet. Die Bodenkundliche Kartieranleitung differenziert stärker und unterscheidet 31 Bodenarten (plus Unterteilung der Sande in 7 Untergruppen), weil für die Ableitung von Bodeneigenschaften – z. B. für Bodenkarten zum Wasserhaushalt – detailliertere Angaben erforderlich sind. Achtung: Die Bodenartenangaben nach Kartieranleitung oder VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) sind nicht direkt mit denen aus der Bodenschätzung vergleichbar; darauf wird im Abschnitt „Bodenschätzung“ näher eingegangen. Die Schätzung der Bodenart ist im Gelände durch Tasten (so genannte Fingerprobe) und einer Bestimmungshilfe möglich. Dabei dienen als Kriterien die Rollfähigkeit, Schmierfähigkeit, Rauigkeit und Plastizität.

Hieraus zeigt sich, ob ein Boden mehlig, körnig, klebrig oder plastisch ist. Im bodenkundlichen Labor erfolgt die Bestimmung der Korngrößenanteile nach standardisierten Arbeitsanweisungen (z. B. DIN-Normen) durch eine Kombination von Sieb- und Sedimentationsverfahren.

Die Einteilung der Bodenarten bzw. Bodenartengruppen 1–5 nach ihrem Ton- und Schluffgehalt wird anhand des dargestellten

Bodenarten-Dreieck, basierend auf der Kartieranleitung, dargestellt. Um die Zuordnung der tatsächlichen Bodenart zu einer dieser Gruppen zu erleichtern, wurden in der Tabelle jeweils die in der Bodenschätzung bzw. in Bodenkarten verwendeten Bodenartenkürzel den einzelnen Gruppen zugeordnet (s. Seite 16). Die Bodenartengruppe 0 kennzeichnet flachgründige Böden aus Sand (Bodenartengruppe 1) und ist nicht in der Tabelle aufgenommen.



Zu beachten ist, dass die Bodenarten der Bodenschätzung

- a) von ihrer Definition her keinen Schluff und damit keine Trennung zwischen Schluff und Ton kennen; sie sind also prinzipiell nicht zu übersetzen!
- b) im Klassenzeichen eine typisierende Zusammenfassung mehrerer Bodenarten aus dem bestimmenden Grabloch abbilden; sie sind daher noch weiter von der groben Assoziierung der folgenden Tabelle entfernt.

Nutzbare Feldkapazität (nFK), effektive Durchwurzelungstiefe (We)

Der Anteil des Bodenwassers, der gegen die Schwerkraft vom Boden festgehalten wird (also nicht unproduktiv versickert) und von Pflanzen genutzt werden kann, wird als nutzbare Feldkapazität (nFK) bezeichnet. Dieser Anteil wird für die einzelnen Bodenhorizonte in % des Bodenvolumens angegeben. Dieser Prozentanteil multipliziert mit der Mächtigkeit des Horizontes in dm ergibt die nFK in mm oder l/m². Die nFK, bezogen auf die effektive Durchwurzelungstiefe (We), ist eine zentrale Kenngröße für die Ertragsfähigkeit und Ertragssicherheit eines Bodens. Sie wird durch Addition der

Tabelle 2: Zuordnung der Bodenarten nach KA5 zu den Bodenarten nach VDLUFA und zu deren Bodenartengruppen sowie eine sehr grobe Assoziierung zu den Bodenarten in den Grablochbeschrieben der Bodenschätzung.

Kartieranleitung	VDLUFA			Bodenschätzung	
	Code	Name	Gruppe	Acker	Grünland
Ss, Su2	S	Sand	1	S	S
St2, Sl2, Sl3, Su3, Su4	IS	lehmyger Sand	2	Sl	S
Us, Uu	sU	sandiger Schluff	2	IS	IS
Sl4, Slu	ssL	stark sandiger Lehm	3	SL	IS
Uls, Ut2, Ut3	IU	lehmyger Schluff	3	SL	IS
St3, Ls2, Ls3, Ls4, Lt2	sL	sandiger Lehm	4	sL	L
Lu, Ut4	uL	schluffiger Lehm	4	L	L
Lts, Ts3, Ts4	L	Lehm	4	L	L
Tu3, Tu4	utL	schluffig-toniger Lehm	5	LT	T
Lt3	tL	toniger Lehm	5	LT	T
Tu2, Tl, Ts2, Tt	T	Ton	5	T	T

horizontbezogenen nFK im durchwurzelbaren Bodenprofil gebildet. Die effektive Durchwurzelungstiefe ist dabei die rechnerisch ermittelte Tiefe, bis zu der einjährige Pflanzen das pflanzenverfügbare Bodenwasser im Laufe einer Vegetationsperiode voll ausschöpfen. Böden mit geringer Feldkapazität werden umgangssprachlich als „trocken“ bezeichnet, wobei diese Bezeichnung mit der witterungsabhängigen, aktuellen Bodenfeuchte nichts zu tun hat. Sie speichern wenig Wasser und trocknen daher in niederschlagsarmen Perioden schnell aus.

Einteilung der nutzbaren Feldkapazität, bezogen auf die effektive Durchwurzelungstiefe (nFKWe):

- » < 50 mm – sehr gering
- » 50-90 mm – gering
- » 91-140 mm – mittel
- » 141-200 mm – hoch
- » > 200 mm – sehr hoch

Wenn ein Boden mit einer nFK von z. B. 120 mm nach ausgedehnten Niederschlägen den Zustand der Feldkapazität erreicht hat, so kann er den Wasserverbrauch eines Pflanzenbestandes bei einer Evapotranspiration (Verdunstung plus Wasserverbrauch der Pflanzen) von 4 mm/Tag (typischer Wert für einen wüchsigen Getreidebestand) für 30 Tage sicherstellen. Zusätzlich zur nFK kann das Gesamt-Wasserangebot durch zeitweise oder dauernd vorhandenes Hangzugwasser, Stauwasser oder Grundwasser erhöht sein.

pH-Wert und Pufferkapazität

Das wichtigste chemische Merkmal des Bodens ist der Säurezustand. Er wird durch den pH-Wert ausgedrückt. Der pH-Wert des Bodens ist ein logarithmisches Maß für die Konzentration an Wasserstoffionen (H^+) in der Bodenlösung. Eine Veränderung des pH-Wertes um eine Einheit bedeutet also eine Zu- bzw. Abnahme der Säurekonzentration um den Faktor 10. Die meisten Böden Mitteleuropas weisen pH-Werte von ca. pH 3 (extrem sauer) bis ca. pH 8 (schwach alkalisch) auf. Der Säurezustand ist entscheidend für eine Vielzahl an Verwitterungs- und Lösungsprozessen sowie für das Bodenleben. Er prägt damit ganz wesentlich die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften der Böden. In landwirtschaftlich genutzten Böden muss u.a. zur Aufrechterhaltung der biologischen Aktivität, zur Ausbildung eines günstigen Gefüges, zur Sicherstellung der optimalen chemischen Verfügbarkeit von Haupt- und Spurennährstoffen sowie zur Immobilisierung von Schadstoffen auf die Einhaltung eines optimalen pH-Wertes im Oberboden geachtet werden. Dazu sind vom VDLUFA Ziel-pH-Werte erarbeitet worden, die in Abhängigkeit von Nutzung (Acker oder Grünland), Bodenart (Ton Gehalt) und Humusgehalt variieren (siehe Tabelle 3). Je nach Ziel-pH-Wert und aktuellem Säurezustand resultieren unterschiedliche Kalkmengen, die zur Erhöhung des pH-Wertes bzw. zur regelmäßigen Erhaltungskalkung auszubringen sind. Die pH-Bereiche im Boden werden nach folgender Tabelle 3 unterteilt.

Tabelle 3: Anzustrebende pH-Werte für die Bodenartengruppen des VDLUFA-Rahmenschemas (Auszug aus dem VDLUFA-Standpunkt „Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden“ (2000))

Bodenartengruppe (siehe Abb. „Bodenartendreieck“)	Acker Humusgehalt $\leq 4\%$	Grünland Humusgehalt $\leq 15\%$
1	5,4–5,8	4,7–5,2
2	5,8–6,3	5,2–5,7
3	6,1–6,7	5,4–6,0
4	6,3–7,0	5,6–6,3
5	6,4–7,2	5,7–6,5

Der Säurezustand ist entscheidend für die unterschiedlichsten Lösungs- und Verwitterungsprozesse und damit auch für die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften der Böden.

Durch ihn wird

- » die Löslichkeit (chemische Verfügbarkeit) von Pflanzennährstoffen,
- » das Auftreten bestimmter Bodenorganismen (z. B. von Regenwürmern),
- » die Aktivität der verschiedenen Mikroorganismengruppen,
- » die Bildung einer stabilen Krümelstruktur und damit der der Wasser- und Lufthaushalt des Bodens,
- » die Löslichkeit (Mobilisierung), Pflanzenaufnahme und Verlagerung von Schadstoffen (z. B. Schwermetallen)

beeinflusst.

Die Fähigkeit des Bodens Wasserstoffionen bzw. Säuren zu neutralisieren, wird als seine Pufferwirkung bezeichnet. Sie bewirkt, dass der pH-Wert eines Bodens trotz einwirkender Säure in gewissen Grenzen stabil bleibt. Das Maß für das Vermögen eines Bodens,

Säuren zu neutralisieren, bezeichnet man als die Pufferkapazität.

Im Boden sind dabei unterschiedliche Puffersysteme vorhanden, die in verschiedenen pH-Bereichen wirken und eine Sequenz bilden (siehe Tabelle 4). Während des Puffervorganges verbrauchen sich die Puffersubstanzen, ohne dass es zu einer wesentlichen Änderung des pH-Wertes kommt. Ist eine Puffersubstanz aufgebraucht, fällt bei fortgesetztem Eintrag von Wasserstoffionen der pH-Wert des Bodens schlagartig, da eine Neutralisation der Säure nicht mehr stattfinden kann. Erst wenn der Wirkungsbereich des nächsten Puffersystems erreicht ist, bleibt der dann erreichte pH-Wert wieder konstant.

Nährstoffe

Dem Boden werden durch Pflanzenwachstum Wasser und Nährstoffe entzogen. Dabei gelten die aus dem Boden aufgenommenen Hauptelemente (Stickstoff, Phosphor, Kalium, Schwefel, Kalium, Calcium und Magnesium) sowie die Spurenelemente (z. B. Zink, Kupfer, Eisen, Mangan, Cobalt, Molybdän,

Tabelle 4: pH-Wert-Bereiche und Puffersysteme (verändert nach: 6)

pH-Wert-Bereich	Puffersystem
10 bis 3	Pufferung an Oberflächen variabler Ladung
8,6 bis 6,2	Kohlensäure/Karbonat-Pufferbereich, Kalkpuffer (kalkhaltiger Boden)
6,2 bis 5,0	Silicat-Pufferbereich (Silicate)
5,0 bis 4,2	Austausch-Pufferbereich (Tonminerale, Humus)
4,2 bis 3,0	Aluminium-Pufferbereich (Tonminerale)
< 3,0	Eisen-Pufferbereich (Eisenoxide)

Nickel, Chlor und Bor) für die Ernährung der Pflanzen als essenzielle Nährelemente.

Diese Nährelemente stammen aus dem Ausgangsgestein, aus dem sich der Boden gebildet hat; sie können auch über die Düngung, die Atmosphäre oder das Grundwasser in den Boden gelangen. Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff sind gleichfalls

essenziell, stammen aber aus der Luft bzw. dem Niederschlags-/Bodenwasser.

Die Nährelemente liegen in verschiedenen chemischen Bindungsformen vor, deren Verfügbarkeit für die Pflanzen sehr unterschiedlich ist, z. B.:

- » als wasserlösliche Ionenverbindungen,
- » adsorbiert bzw. austauschbar an der Oberfläche von Humusstoffen und Tonmineralen,
- » in schwer austauschbarer Form in den Zwischenschichten der Tonminerale,
- » komplex in organischen Strukturen gebunden z. B. im Humus
- » eingeschlossen im Innern von bodenbürtigen Eisen- und Manganoxiden.
- » immobil als Gitterbaustein der Silicate, Carbonate oder anderer Minerale (z. B. Kalium in Feldspat, Calcium in Kalk oder Phosphor in Apatit)



Getreidewurzel

Bodengefüge

Unter Gefüge oder Struktur versteht die Bodenkunde die Art und Weise, in der die Einzelpartikel (Sand-, Schluff- oder Tonteilchen) räumlich angeordnet und zu Aggregaten geformt sind. Neben der Größe wird auch die Form der Aggregate und die Dichtlagerung bewertet. Das Bodengefüge ist eine für die Durchwurzelbarkeit des Bodens entscheidende Größe. Ein günstiges,

also stabiles und krümeliges Gefüge wird durch optimale pH-Werte und ausreichende Humusgehalte gefördert. Bearbeitungsfehler sowie Verdichtungen (z. B. infolge Befahren zu nasser Böden) sind einer günstigen Struktur abträglich. Instabile Aggregate können leicht zerfallen und zu einer verschlammten Oberfläche, schlechtem Saataufgang und erhöhter Bodenerosion führen.

Die Acker- und Grünlandschätzung

In Deutschland wurde erstmals mit dem „Gesetz über die Schätzung des Kulturbodens“ (Bodenschätzungsgesetz vom 16.10.1934) die Möglichkeit geschaffen, die Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzter Böden zahlenmäßig zu erfassen. Diese Rechtsgrundlage wurde zum 1. Januar 2008 durch das „Gesetz zur Schätzung des landwirtschaftlichen Kulturbodens (Bodenschätzungsgesetz – BodSchätzG)“ ersetzt. War ursprünglich Zweck des Gesetzes, die Besteuerung der landwirtschaftlichen Flächen auf eine einheitliche Bewertungsgrundlage zu stellen, so sieht die aktuelle Rechtsgrundlage ausdrücklich auch die nichtsteuerlichen Zwecke vor. Hierzu werden insbesondere die Agrarordnung, der Bodenschutz und die Bodeninformationssysteme genannt. Bodenschätzungsdaten liegen flächendeckend für alle landwirtschaftlich genutzten Flurstücke der Bundesrepublik Deutschland vor; die Zuständigkeit liegt bei den Finanzbehörden.

Bewertung von Ackerböden

Das Gesetz sieht vor, die Bodeneigenschaften eines Ackerstandortes durch die Bodenzahl zu bewerten, während eine zusätzliche Berücksichtigung von Klima, Relief und weiterer ertragsrelevanter Größen die Ackerzahl angibt.

Die Bodenzahl ist ein relatives Maß für die Ertragsfähigkeit der Böden. Zu ihrer Bestimmung werden 3 Parameter herangezogen:

1. **Die Bodenart (= Körnungsklasse) des Profils als Mittelwert von der Oberfläche bis in einen Meter Tiefe**
Hiermit wird der überaus großen Bedeutung der Bodenart für den Wasser- und Lufthaushalt der Böden Rechnung getragen. Es werden acht mineralische Bodenarten sowie die Moore unterschieden. Die Bestimmung der Korngröße und die Einteilung der Bodenarten erfolgen allerdings nach einer anderen Methode als beispielsweise bei der LUFA oder den Staatlichen Geologischen

Diensten. Daher können die Bodenarten nach Bodenschätzung – auch wegen der hier vorgeschriebenen Mitteilung über einen Meter Tiefe – und die z. B. für Düngungsfragen relevante Körnung der Krume nach LUFA nicht einfach gleichgesetzt werden. Dazu ein konkretes Beispiel: Eine Pararendzina aus tiefgründigem Löss, die in der Ackerkrume nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung die Bodenart „mittel toniger Schluff“ (Ut3) aufweist, fällt nach LUFA in die Bodenart „lehmiger Schluff“ (IU). Die Bodenschätzung ermittelt aber die Klasse „stark lehmiger Sand“, weil der tonarme, noch kalkhaltige Löss im Unterboden bei der Bewertung bis 1 m Tiefe mit einbezogen wird.

2. Die sog. „Entstehungsart“ des Bodens, also das Ausgangsgestein

Hintergrund sind variierende Nährstoffreserven, Vorverwitterung, Pufferkapazität und Durchwurzelbarkeit der unterschiedlichen Gesteine und Sedimente. Es werden fünf Gruppen eingeteilt:

- » Diluvium (D) – Lockersedimente und -gesteine pleistozänen („eiszeitlichen“) und tertiären Ursprungs
- » Löss (Lö) – eiszeitliches Lockersediment aus Windablagerungen
- » Alluvium (Al) – nacheiszeitliche Lockersedimente aus Abschwemmungen und Ablagerungen von Fließgewässern und Marschen
- » Verwitterung (V) – anstehendes Festgestein
- » stark steinige Verwitterungs- und Gesteinsböden (Vg)

3. Die Zustandsstufe der Böden

Dieser Begriff gibt den Entwicklungsgrad an, den ein Boden bei seiner Entwicklung vom Rohboden über eine Stufe höchster Leistungsfähigkeit bis zur Degradierung erreicht hat. Im Regelfall wird in 7 (Moorböden: 5) Zustandsstufen klassifiziert, wobei Stufe 1 den günstigsten und Stufe 7 den ungünstigsten Zustand kennzeichnet. Die heutige Sichtweise auf die Bodenentwicklung ist zwar differenzierter, zur Wahrung der Vergleichbarkeit wird aber an dem System der Zustandsstufe festgehalten. Die Zustandsstufe kann als Summe der für das Pflanzenwachstum günstigen und ungünstigen Eigenschaften (z. B. Humusgehalt, Versauerung, Staunässe, Durchwurzelbarkeit, Steinanteil) betrachtet werden.

Aus diesen drei Parametern resultiert die Bodenzahl, für die im Ackerschätzungsrahmen (siehe Tabelle 5) eine Spanne vorgegeben ist; diese Spanne ermöglicht dem Bodenschätzer eine Feinabstufung. Der Bodenschätzung liegen die Annahmen einer ebenen Lage sowie von 600 mm Niederschlag und 8 °C Jahrestemperatur zugrunde. Weichen die Klima- und Geländeverhältnisse davon ab, so werden an den Bodenzahlen Zu- oder Abschläge vorgenommen; man erhält dann die Ackerzahl als Maßstab für den durch Ertragsfähigkeit und natürliche Ertragsfaktoren bedingten Reinertrag.

Tabelle 5: Ackerschätzungsrahmen

Bodenart	Entstehung	Zustandsstufe						
		1	2	3	4	5	6	7
S Sand	D		41-34*	33-27	26-21	20-16	15-12	11-7
	Al		44-37	36-30	29-24	23-19	18-14	13-9
	V		41-34	33-27	26-21	20-16	15-12	11-7
SI (S/IS) anlehmiger Sand	D		51-43	42-35	34-28	27-22	21-17	16-11
	Al		53-46	45-38	37-31	30-24	23-19	18-13
	V		49-43	42-36	35-29	28-23	22-18	17-12
IS lehmiger Sand	D	68-60	59-51	50-44	43-37	36-30	29-23	22-16
	Lö	71-63	62-54	53-46	45-39	38-32	31-25	24-18
	Al	71-63	62-54	53-46	45-39	38-32	31-25	24-18
	Vg		57-51	50-44	43-37	36-30	29-24	23-17
SL (IS/sL) stark lehmiger Sand	D	75-68	67-60	59-52	51-45	44-38	37-31	30-23
	Lö	81-73	72-64	63-55	54-47	46-40	39-33	32-25
	Al	80-72	71-63	62-55	54-47	46-40	39-33	32-25
	V	75-68	67-60	59-52	51-44	43-37	36-30	29-22
	Vg			55-48	47-40	39-32	31-24	23-16
sL sandiger Lehm	D	84-76	75-68	67-60	59-53	52-46	45-39	38-30
	Lö	92-83	82-74	73-65	64-56	55-48	47-41	40-32
	Al	90-81	80-72	71-64	63-56	55-48	47-41	40-32
	V	85-77	76-68	67-59	58-51	50-44	43-36	35-27
	Vg			64-55	54-45	44-36	35-27	26-18
L Lehm	D	90-82	81-74	73-66	65-58	57-50	49-43	42-34
	Lö	100-92	91-83	82-74	73-65	64-56	55-46	45-36
	Al	100-90	89-80	79-71	70-62	61-54	53-45	44-35
	V	91-83	82-74	73-65	64-56	55-47	46-39	38-30
	Vg			70-61	60-51	50-41	40-30	29-19
LT schwerer Lehm	D	87-79	78-70	69-62	61-54	53-46	45-38	37-28
	Al	91-83	82-74	73-65	64-57	56-49	48-40	39-29
	V	87-79	78-70	69-61	60-52	51-43	42-34	33-24
	Vg			67-58	57-48	47-38	37-28	27-17
T Ton	D		71-64	63-56	55-48	47-40	39-30	29-18
	Al		74-66	65-58	57-50	49-41	40-31	30-18
	V		71-63	62-54	53-45	44-36	35-26	25-14
	Vg			59-51	50-42	41-33	32-24	23-14
Mo Moor			54-46	45-37	36-29	28-22	21-16	15-10

* Bodenzahl

D Diluvium – Lockersedimente und -gesteine pleistozänen („eiszeitlichen“) und tertiären Ursprungs

Lö Löss – eiszeitliches Lockersediment aus Windablagerungen

Al Alluvium – nacheiszeitliche Lockersedimente aus Abschwehmassen und Ablagerungen von Fließgewässern und Marschen

V Verwitterung – anstehendes Festgestein

Vg stark steinige Verwitterungs- und Gesteinsböden

Das Schätzungsergebnis eines Ackerbodens wird als „Klassenzeichen“ z. B. wie folgt ausgedrückt:

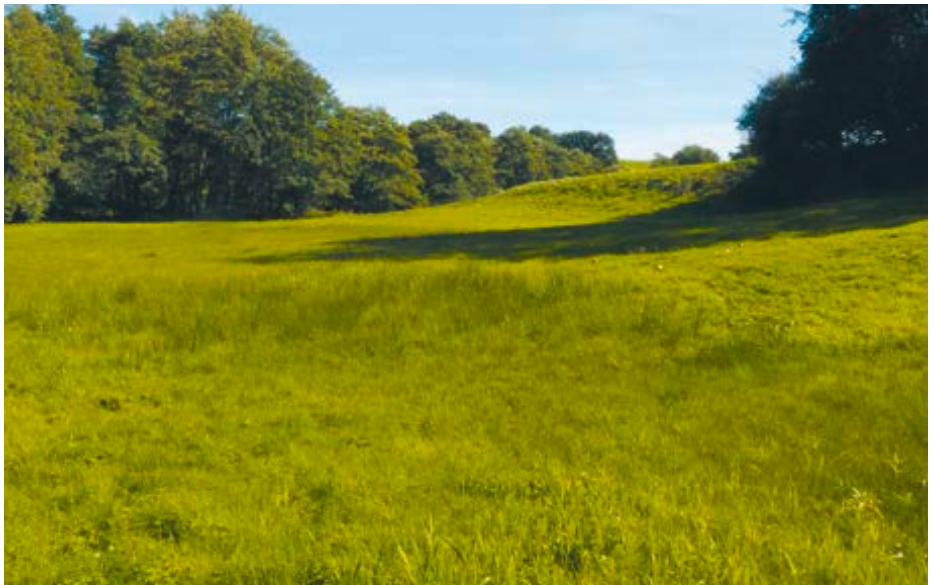
- » L 4 Al 65/70; Es handelt sich um die Bodenart Lehm, Zustandsstufe 4, Alluvium mit der Bodenzahl 65 und der Ackerzahl 70.

Die Bodenzahl ordnet die Böden nach ihrer Ertragsfähigkeit ein. Der höchstbewertete Boden ist eine Schwarzerde in der Magdeburger Börde (L 1 LÖ, 100 Punkte). Die Bodenschätzung wurde in den 1920er Jahren entwickelt und ist 1934 erstmals Gesetz geworden. Zu dieser Zeit galt Humus als der entscheidende Nährstoffträger; auch das Ausgangsmaterial der Bodenbildung wurde im Hinblick auf die Nährstoffreserven

betrachtet, denn Mineraldünger war nicht in dem Maße verfügbar wie heute. Unter heutigen Gesichtspunkten haben sich die Maßstäbe verschoben. Beim Anbau ertragsreicher, moderner Sorten wirkt heute eher das Wasserangebot (nutzbare Feldkapazität und Niederschläge) ertragsbegrenzend als das Nährstoffangebot.

Bewertung des Grünlandes

Die Bewertung des Grünlandes erfolgt in Deutschland ebenfalls nach dem Bodenschätzungsgesetz. Das Prinzip ist das Gleiche wie bei der Ackerschätzung; beim Grünland schätzungsrahmen (siehe Tabelle 5) entfällt jedoch eine Beurteilung nach der Entstehungsart. Eine Beurteilung nach Bodenarten und Zustandsstufen ist nur in 5 bzw. 3 Kategorien unterteilt. Stattdessen



Feuchtwiese im Genfbachtal, Eifel

Tabelle 6: Grünlandschätzungsrahmen

Bodenart	Bodenstufe	Klima	Wasserverhältnisse				
			1	2	3	4	5
S Sand	I (45-40)	a	60-51*	50-43	42-35	34-28	27-20
		b	52-44	43-36	35-29	28-23	22-16
		c	45-38	37-30	29-24	23-19	18-13
	II (30-25)	a	50-43	42-36	35-29	28-23	22-16
		b	43-37	36-30	29-24	23-19	18-13
		c	37-32	31-26	25-21	20-16	15-10
	III (20-15)	a	41-34	33-28	27-23	22-18	17-12
		b	36-30	29-24	23-19	18-15	14-10
		c	31-26	25-21	20-16	15-12	11- 7
IS leh- miger Sand	I (60-55)	a	73-64	63-54	53-45	44-37	36-28
		b	65-56	55-47	46-39	38-31	30-23
		c	57-49	48-41	40-34	33-27	26-19
	II (45-40)	a	62-54	53-45	44-37	36-30	29-22
		b	55-47	46-39	38-32	31-26	25-19
		c	48-41	40-34	33-28	27-23	22-16
	III (30-25)	a	52-45	44-37	36-30	29-24	23-17
		b	46-39	38-32	31-26	25-21	20-14
		c	40-34	33-28	27-23	22-18	17-11
L Lehm	I (75-70)	a	88-77	76-66	65-55	54-44	43-33
		b	80-70	69-59	58-49	48-40	39-30
		c	79-61	60-52	51-43	42-35	34-26
	II (60-55)	a	75-65	64-55	54-46	45-38	37-28
		b	68-59	58-50	49-41	40-33	32-24
		c	60-52	51-44	43-36	35-29	28-20
	III (45-40)	a	64-55	54-46	45-38	37-30	29-22
		b	58-50	49-42	41-34	33-27	26-18
		c	51-44	43-37	36-30	29-23	22-14
T Ton	I (70-65)	a	88-77	76-66	65-55	54-44	43-33
		b	80-70	69-59	58-48	47-39	38-28
		c	70-61	60-52	51-43	42-34	33-23
	II (55-60)	a	74-64	63-54	53-45	44-36	35-26
		b	66-57	56-48	47-39	38-30	29-21
		c	57-49	48-41	40-33	32-25	24-17
	III (40-35)	a	61-52	51-43	42-35	34-28	27-20
		b	54-46	45-38	37-31	30-24	23-16
		c	46-39	38-32	31-25	24-19	18-12

Bodenart	Bodenstufe	Klima	Wasserverhältnisse				
			1	2	3	4	5
Mo Moor	I (45-40)	a	60-51	50-42	41-34	33-27	26-19
		b	57-49	48-40	39-32	31-25	24-17
		c	54-46	45-38	37-30	29-23	22-15
	II (30-25)	a	53-45	44-37	36-30	29-23	22-16
		b	50-43	42-35	34-28	27-21	20-14
		c	47-40	39-33	32-26	25-19	18-12
	III (20-15)	a	45-38	37-31	30-25	24-19	18-13
		b	41-35	34-28	27-22	21-16	15-10
		c	37-31	30-25	24-19	18-13	12-7

* Grünlandgrundzahl

werden 5 Wasserverhältnisstufen berücksichtigt. Stufe 1 als beste Stufe beinhaltet den Status „frisch“. Stufe 5 als Schlechteste kann den Status „nass (oder trocken)“ bedeuten. Die Wasserverhältnisse spiegeln die Ertragsfähigkeit, aber auch die Artenzusammensetzung der Grünlandnarbe und den resultierenden Futterwert des Aufwuchses wider. Schließlich werden je nach Jahresmitteltemperatur drei Klimastufen (a) bis (c) bei der Ansprache der Grünlandgrundzahl berücksichtigt, die u. a. die Bedeutung der Länge der Vegetationsperiode auf die mögliche Zahl der Nutzungen widerspiegelt. Abweichende, den Ertrag und die Qualität des Grünlandaufwuchses mindernde Einflüsse (Hangneigung, Exposition, Nässe, kürzere Vegetationszeit, Schattenlage) werden ebenfalls berücksichtigt und ergeben dann die Grünlandzahl.

Beispiel für ein Klassenzeichen der Grünlandschätzung:

IS II a 3 40/42:

Erläuterung: IS = **lehmiger Sand**, II = **Bodenstufe**, a = **Klimastufe**, 3 = **Wasserstufe**, 40 = **Grünlandgrundzahl**, 42 = **Grünlandzahl**

Die Ergebnisse der flächendeckend durchgeführten Bodenschätzung werden bei den Finanzämtern sowie im Liegenschaftsbuch bei den zuständigen Katasterämtern vorgehalten. Sie sind bei Vorliegen eines berechtigten Interesses einsehbar. In NRW sind die Schätzungsergebnisse auch in der „Bodenkarte auf der Grundlage der Bodenschätzung 1:5.000“ (DGK5Bo) aufgeführt. Die Ergebnisse der Bodenschätzung bieten derzeit die umfangreichste nach einheitlichen Kriterien ermittelte und flächendeckend verfügbare Bodeninformation der Bundesrepublik Deutschland. Sie sind zudem in hoher räumlicher Auflösung vorhanden. Die Daten fließen heute z. B. auch in die Einschätzung der Erosionsgefährdung ein. In aggregierter Form finden sich die Bodenschätzungsdaten zudem in vielen Bodeninformationssystemen der Länder, die oftmals online frei zugänglich sind.

Bodenschutz in Deutschland – Rechtlicher Rahmen und fachliche Anforderungen

Mit der Verabschiedung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) am 17. März 1998 durch den Deutschen Bundestag wurden Böden in Deutschland erstmals umfassend unter Schutz gestellt. Wesentlicher Grundgedanke des Gesetzes ist, dass nicht bestimmte Eigenschaften, sondern die Funktionen des Bodens u. a. für den Naturhaushalt sowie als Lebensgrundlage für Pflanze, Tier und Mensch geschützt werden (§ 2). Auf der Grundlage des als Rahmengesetz angelegten Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) wurden anschließend in nahezu allen Bundesländern Landesbodenschutzgesetze verabschiedet. Zur Regelung der Details erließ

die Bundesregierung am 12. Juli 1999 die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV).

Bundesgesetz und -verordnung setzen den Schutz des Bodens durch Vorsorge einerseits und Gefahrenabwehr andererseits um. Der Vorsorgegedanke beinhaltet, schädliche Einwirkungen auf Böden frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden. So wird in § 17 die Gute Fachliche Praxis als Grundlage der landwirtschaftlichen Bodennutzung vorgeschrieben und im Hinblick auf Bodenbearbeitung und -struktur (Gefüge), Bodenerosion und -verdichtungen, Humusgehalt sowie biologische Aktivität auch konkretisiert. Handlungsempfehlungen zur

Umsetzung dieser gesetzlichen Anforderungen wurden von den Landwirtschaftskammern bzw. -ämtern, Ministerien und Landesanstalten veröffentlicht.

Stoffliche Bodenbelastungen, z. B. durch Schwermetalle, können natürlichen Ursprungs sein, wenn das Ausgangsmaterial der Bodenbildung geologisch bedingt hohe Gehalte z. B. an Blei, Zink oder Cadmium aufweist. Solche Belastungen sind aber oft auch anthropogenen Ursprungs, vor allem auf oder in der Nähe von alten Industrieanlagen. Um



Gefährdungen der Bodenfunktionen durch stoffliche Bodenbelastungen auszuschließen, sieht die BBodSchV nach Bodenarten differenzierte Vorsorgewerte vor, und zwar für Cadmium, Blei, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel und Zink. Bei Unterschreiten dieser an einer Vielzahl unbelasteter Standorte ermittelten Werte ist von Unbedenklichkeit auszugehen. Ein konkreter Gefahrenverdacht besteht bei Überschreiten der in der BBodSchV aufgeführten Prüfwerte, so dass eine eingehende fachliche Prüfung der Belastung und der von ihr möglicherweise ausgehenden Gefährdungen vorgeschrieben

ist. Bei Überschreiten von Maßnahmenwerten müssen definitiv Maßnahmen zur Gefahrenabwehr getroffen werden. Prüf- und Maßnahmenwerte sind im Gegensatz zu den Vorsorgewerten für verschiedene Wirkungspfade (Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze sowie Boden-Grundwasser) definiert. Der Wirkungspfad Boden-Mensch ist zudem für die Nutzungen Kinderspielfläche, Wohngebiet, Park- und Freizeitanlage sowie Industrie- und Gewerbegrundstücke unterteilt. Der Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze ist dagegen für die Nutzungen Ackerbau/Nutzgarten sowie Grünland unterteilt.

Landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen

Die landwirtschaftliche Bodennutzung sollte auf die Boden- und Standortverhältnisse abgestimmt sein. Dies bietet Gewähr für optimale Wirtschaftlichkeit, Risikominimierung in Extremjahren sowie bestmögliche Schonung von Natur und Umwelt. Neben Auswahl von Kultur und Fruchtfolge sind Bewirtschaftungsmaßnahmen (Bodenbearbeitung, Saat, Düngung, Pflanzenschutz und Ernte) an die natürlichen Bodenverhältnisse anzupassen.

Jegliche Befahrung von Böden birgt grundsätzlich das Risiko von Bodenverdichtungen. Während Verdichtungen des Oberbodens durch geeignete Bearbeitungsmaßnahmen relativ einfach beseitigt werden können, ist dies im Unterboden nur eingeschränkt möglich und mit hohem Aufwand verbunden.

Verdichtete Unterböden sind schlechter durchwurzelbar, was die Erschließung von Wasservorräten im Unterboden vermindert und sich vor allem in Trockenperioden negativ für die Kulturpflanze auswirkt. Technische Möglichkeiten zur Minimierung der Verdichtungen durch Befahren sind große Räder und breite Reifen mit reduziertem Innendruck, um die Aufstandsfläche zu vergrößern, sowie die Verteilung der Last auf möglichst viele Achsen. Bis in welche Tiefe Böden verdichtet werden, hängt allerdings zum großen Teil von der absoluten Radlast ab, die demnach möglichst geringgehalten werden sollte. Das kann organisatorische Maßnahmen erfordern, wie z. B. die Bunkerkapazität bei schweren Vollerntern nicht voll auszuschöpfen. Nasse Böden sind weitaus weniger tragfähig als trockene. Eine weitere

organisatorische Maßnahme ist also die Anpassung des Bewirtschaftungstermins an die Bodenfeuchtebedingungen, was allerdings in der Praxis oft nur schwer umsetzbar ist.

Die Verdichtungsanfälligkeit bzw. Tragfähigkeit von Böden hängt von einer Reihe von Bodeneigenschaften ab. Zu nennen ist neben der aktuellen Feuchte vor allem die Bodenart; schluffreiche Böden (z. B. Lössböden) sowie gut sortierte Fein- und Mittelsande sind besonders verdichtungsanfällig. Hohe Humusgehalte und optimaler pH-Status verbessern die Gefügestabilität und wirken Verdichtungen entgegen.

Böden speichern Nährstoffe und stellen sie der wachsenden Pflanze zur Verfügung. Wenn das Angebot an verfügbaren Nährstoffen in Höhe und Zeitpunkt dem pflanzlichen Bedarf entspricht, werden

unproduktive Verluste und Umweltbelastungen vermieden. Phosphat wird im Boden stark adsorbiert und wird mithin vor allem über Oberflächenabfluss und Erosion in Oberflächengewässer verlagert und trägt dort zur Eutrophierung bei. Erosionsmindernde Maßnahmen wie eine möglichst ganzjährige Bodenbedeckung wirken dem entgegen. Nitrat wird im Boden dagegen kaum gebunden und kann mit dem Sickerwasser verlagert werden. In durchlässigen Böden (v. a. sandigen Böden) kann die Transportstrecke einen Meter pro Jahr und mehr betragen, so dass Nitratüberschüsse im Herbst von der Folgekultur nicht mehr aufgenommen und bis in das Grundwasser ausgewaschen werden können. Neben der bedarfsgerechten Menge und einem angepassten Ausbringungszeitpunkt von Mineral- und Wirtschaftsdüngern kann auch der Anbau von Zwischenfrüchten helfen, die Nitratauswaschung zu minimieren.



Erosionsschutz durch oberflächennahe Einarbeitung von Ernteresten

Erläuterungen zu den Profilbeschreibungen

Die Bodenprofile und -beschreibungen wurden dem Buch „Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung–48 Bodenprofile in Farbe“ von Th. Diez/H. Weigelt, BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, 2. Auflage 1991, mit Genehmigung des Verlages entnommen. Sie wurden an die Bodenkundliche Kartieranleitung (5. Auflage, 2005) der Bund-Länder Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde angepasst.

Bodentyp und Bodenform

Die Bezeichnungen der nachfolgend abgebildeten Bodenprofile setzen sich aus dem **Bodentyp** und dem Ausgangsgestein zusammen und stellen somit **Bodenformen** dar. Charakteristisch für jeden **Bodentyp** ist eine bestimmte Abfolge von Bodenhorizonten, die durch Groß- und Kleinbuchstaben gekennzeichnet werden. Der Text beschreibt die wichtigsten, im Gelände mit bloßem Auge oder durch Fingerprobe zu erfassenden Bodenmerkmale. Die Bezeichnung der Bodenhorizonte, Bodentypen und Bodenformen erfolgt nach der geltenden Systematik für die Böden der Bundesrepublik Deutschland. Einige der vorgestellten Böden waren bereits „Boden des Jahres“. Auf der Internetseite www.boden-des-jahres.de finden sich weitergehende Informationen zu den jeweiligen Böden (siehe auch Seite 12/13).

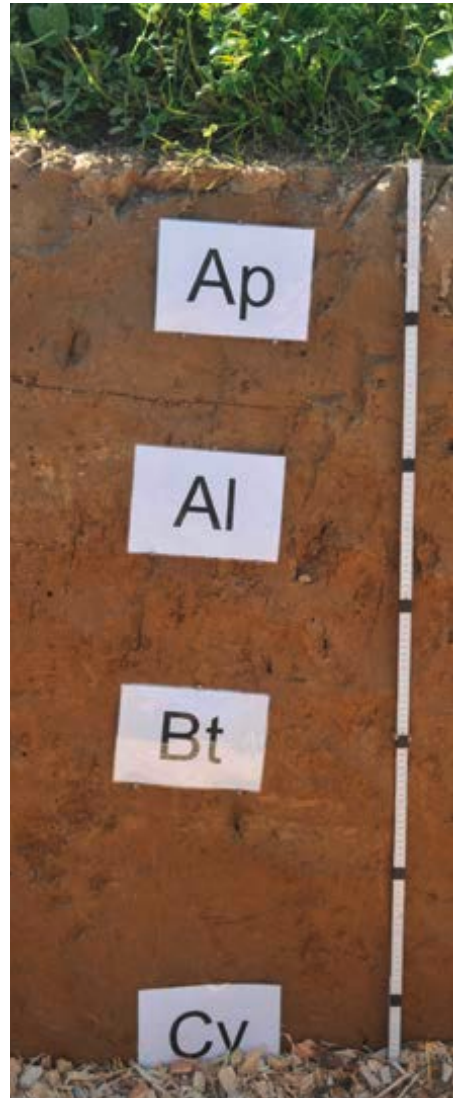
Die Horizontsymbole sind auf Seite 30 erläutert. Bei der Bezeichnung der Horizonte werden einige besondere Regeln angewendet:

- » Die Horizonte werden durch Großbuchstaben symbolisiert (Hauptsymbole)
- » Horizontmerkmale werden durch nachgestellte Kleinbuchstaben (Zusatzsymbole) symbolisiert
- » Horizonte mit mehreren Merkmalen sowie Übergangs- und Verzahnungshorizonte werden durch Kombination von Hauptsymbolen und/oder Zusatzsymbolen gekennzeichnet, z. B.: Axh (durch Bodentiere mit Humus angereicherter Horizont unterhalb des Bearbeitungshorizontes), Btv (durch beginnende Toneinwaschung mit Ton angereicherter Bv-Horizont, der die Kriterien eines reinen Bt-Horizontes nicht erfüllt) oder Go-Aa (durch hochanstehendes Grundwasser geprägter, anmooriger A-Horizont)
- » ein den oben genannten Hauptsymbolen vorangestelltes römisches Zahlensymbol (II, III...) kennzeichnet einen Wechsel der geologischen Schicht, aus deren Material der darüber liegende Horizont nicht entstanden ist, z. B.: II Sd
- » ein vorangestelltes f (von fossil = begraben) bedeutet, dass der Horizont überdeckt wurde, z. B.: fAh für einen ehemaligen Ah-Horizont im Überschwemmungsbereich, der nicht mehr an der Oberfläche liegt
- » ein vorangestelltes r (von reliktsch = ehemalig) besagt, dass die Horizontmerkmale Bodenbildungs-Bedingungen anzeigen, die heute nicht mehr gegeben sind, z. B. rGo = Horizont im ehemaligen Grundwasserschwankungsbereich, durch Grundwasserabsenkung heute außerhalb des Grundwassereinflusses.

Verwendete Horizontsymbole (Auswahl) und ihre Definitionen

- A** mineralischer Oberbodenhorizont, in dem organische Substanz angereichert und/oder aus dem andere Stoffe ausgewaschen werden; ggf. vorangestellte Symbole: f (für fossil), wenn der A-Horizont von aufgetragenem Bodenmaterial überlagert ist, j für anthropogen umgelagertes Natursubstrat
- Ah** humushaltiger (bis 15 %), oberster Mineralboden-Horizont; z. B. Krume von Wiesen (h von humos); von 15–30% gilt das Symbol Aa (a für anmoorig); Axh: Humus durch Bioturbation eingemixt
- Ap** humushaltiger, durch regelmäßige Bodenbearbeitung geprägter, oberster Mineralbodenhorizont; Krume von Ackerböden (p von pflügen)
- Ae** sauergebleichter, podsolierter A-Horizont (e von eluvial = ausgewaschen)
- Al** aufgehellter, durch Tonverarmung geprägter A-Horizont; charakteristisch für die Parabraunerde (l von lessiviert = tonverarmt)
- B** Mineralischer Unterbodenhorizont, in dem mineralische Bodenbestandteile (z. B. Tonminerale) um- oder neugebildet werden und/oder in den Stoffe aus dem A-Horizont eingewaschen werden
- Bv** durch Verwitterung verbraunter und verlehmtter Horizont (v von verwittert, verbraunt, verlehmt)
- Bt** durch Einwaschung mit Ton angereicherter Unterbodenhorizont (so genannter Illuvialhorizont); (t von tonangereichert); typisch für die Parabraunerde
- Bh** durch Einwaschung mit Huminstoffen angereicherter B-Horizont (so genannter Illuvialhorizont), (h von humos), typisch für die Podsolierung
- Bs** durch Einlagerung von (Fe-/Al-) Sesquioxiden angereicherter B-Horizont; (so genannter Illuvialhorizont), (s von Sesquioxiden), typisch für die Podsolierung
- C** Mineralischer Untergrundhorizont (Ausgangsmaterial der Bodenbildung)
- Cv** angewitterter Übergangshorizont zum frischen Gestein (v von verwittert)
- Cn** unverwittertes Locker- oder Festgestein (n von neu, frisch, unverwittert)
- E** Mineralboden-Horizont aus aufgetragenem Plaggen- oder Kompostmaterial künstlich geschaffen, mächtiger als Pflugtiefe (E von Esch)
- P** mineralischer Unterbodenhorizont aus Ton- oder Tonmergelgestein, mit stark ausgeprägtem Quellungs- und Schrumpfungsverhalten sowie Prismen- bzw. Polyedergefüge, Tongehalt überwiegend > 45 %; (P von Pelosol)

- M aus sedimentiertem, humosem Bodenmaterial entstandener Mineralbodenhorizont; z. B. in Kolluvisolon am Hangfuß oder in Auenböden (M von migrare = wandern, ggf. vorangestelltes a für Auenbereiche)
- G Mineralbodenhorizont mit Grundwassereinfluss
- Go rostfleckiger Oxidationshorizont eines Grundwasserbodens, der im allgemeinen mit dem Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels zusammenfällt (o von oxidiert); ggf. vorangestelltes r für reliktsch, wenn Grundwasserstand abgesenkt (z. B. durch Grabendränung)
- Gr Reduktionshorizont eines durch Grundwasser beeinflussten Bodens, der in der Regel dem ständig wasser-gesättigten Grundwasserbereich entspricht und reduzierende (sauerstoff-arme) Verhältnisse anzeigt, meist grau gefärbt (r von reduziert)
- S Mineralischer Unterbodenhorizont mit Stauwassereinfluss
- Sw stauwasserleitend bzw. zeitweise stauwasserführender Unterbodenhorizont (w von stauwasserleitend)
- Sd wasserstauender, mineralischer Unterbodenhorizont (d von dicht)
- Sq Stauhorizont der Knickmarsch
- T kräftig gelb- bis rotbrauner Unterbodenhorizont aus den Lösungsrückständen der Verwitterung von Carbonatgesteinen (T von Terra)
- H organischer Horizont mit mehr als 30 Masse-Prozent organischer Substanz
- nH Niedermoortorf-Horizont
- hH Hochmoortorf-Horizont



Horizontsymbole

Schwarzerde aus Löss

Ort: Asel, Hildesheimer Börde, Niedersachsen



Entstehung

In der nacheiszeitlichen Wärmezeit unter Steppenvegetation entstanden. Im kontinentalen (sommertrockenen) Klima und infolge intensiver biologischer Durchmischung kam es auf den lockeren, kalkreichen Lösssedimenten zur Bildung der mächtigen, basenreichen Humushorizonte.

Verbreitung

Erhaltung nur in kontinental geprägten Regionen Deutschlands. Die größte Verbreitung liegt im Mitteldeutschen Schwarzerdegebiet (Magdeburger Börde, östliches und nördliches Harzvorland), im Innern des Thüringer Beckens (Raum nördlich Erfurt) sowie südlich von Braunschweig und Hannover (Hildesheimer Börde). Kleinere Vorkommen befinden sich im Oberrheingraben, der Pfalz und in den hessischen Becken.

Eigenschaften

Wasser: sehr hohe nutzbare Feldkapazität, gute Wasserleitfähigkeit

Luft: von Natur aus sehr gut durchlüftet

Wärme: infolge der dunklen Farbe und guten Durchlüftung leicht erwärmbare Böden

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungseignung: optimaler Boden, geeignet für alle anspruchsvollen Kulturen, einschließlich Feldgemüse

Schwächen: aufgrund des hohen Schluffgehaltes starke Neigung zum Verschlämmen und Verdichten; schon bei geringer Hangneigung erosionsgefährdet; bei (zu) intensiver Bodenbearbeitung Zerstörung

der Aggregatstruktur und nachfolgend Humusabbau

Bearbeitung: Auf den Pflug kann in den meisten Fällen zugunsten reduzierter Bearbeitungsverfahren verzichtet werden. Beim Pflügen sind 25 cm Tiefe ausreichend. Zu tiefes Pflügen fördert die Verdichtungsempfindlichkeit; auf ausreichende Rückführung von Ernterückständen (Stroh) achten. Befahren bei hoher Bodenfeuchte (auch im Unterboden) unbedingt vermeiden.

Düngung: Regelmäßige organische Düngung wirkt der Verdichtungs- und Verschlammungsneigung entgegen. Düngeraufwand relativ gering, da mittlere bis gute natürliche Nährstoffnachlieferung und hohes Transformationsvermögen. Bei der Stickstoffdüngung muss, besonders bei höheren Humusgehalten, die im Vergleich zu anderen Bodentypen starke Bodennachlieferung berücksichtigt werden. Relativ geringe Auswaschungsgefahr. Regelmäßige Erhaltungskalkung ist nur erforderlich, wenn in der Krume kein freier Kalk mehr vorhanden ist. Der pH-Wert sollte bei 6,5 bis 7 eingestellt werden.

Parabraunerde aus Löss

Ort: Altendorf, Köln-Aachener Bucht, Nordrhein-Westfalen



Entstehung

Ausgangsmaterial ist der in der letzten Eiszeit angewehrte, kalkreiche Löss. Entkalkung, Verwitterung und Tonverlagerung aus den

oberen (A-) in die unteren (B-) Horizonte haben im Lauf von rund 10 000 Jahren zu der vorliegenden Bodenbildung geführt.

Verbreitung

Niederrheinische Tiefebene (Köln-Aachener Bucht), Sächsisches Lössgebiet. Die hier verbreiteten Parabraunerden sind aufgrund des niedrigeren Kalkgehaltes des Ausgangsmaterials und des milderen Klimas tiefergründiger verwittert als die süddeutschen (Niederbayern, Nordschwaben, Unterfranken). Die im Raum Hildesheim/Hannover und im Osnabrücker-Meller Bergland verbreiteten Parabraunerden sind ähnlich, haben aber oft niedrigere Ton- und höhere Schluffgehalte.

Eigenschaften

Wasser: sehr hohe nutzbare Feldkapazität, hohe kapillare Wasserleitfähigkeit

Luft: im Allgemeinen gut durchlüftet; hoher Anteil an Makroporen (Wurmgänge) in den B-Horizonten

Wärme: infolge hoher Wasserspeicher- und -leitfähigkeit nur mäßig warme Böden

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: für sämtliche landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen geeignet; beste Zuckerrüben-, Weizen-, Raps- und Kartoffelböden.

Schwächen: hohe Erosionsgefahr schon bei sehr geringer Hangneigung; Verschlammung und Verkrustung können das Auflaufen von Zuckerrüben und anderen empfindlichen Sämereien behindern; sehr verdichtungsempfindlich; vor allem in viehlosen Betrieben und in Regionen mit milden Wintern schnelle Humusverarmung.

Bearbeitung: Wegen Verdichtungsanfälligkeit Maßnahmen zur bodenschonenden Befahrung treffen: ausreichendes Abtrocknen

abwarten, Vermindern des Bodendruckes durch technische Ausstattung, möglichst wenig Bearbeitungsgänge, nicht zu feine Bearbeitung. Krumentiefen von 25–30 cm sind ausreichend; tieferes Pflügen vermindert die Tragfähigkeit für schwere Fahrzeuge und fördert die Unterbodenverdichtung, während pfluglose Bearbeitung die Tragfähigkeit erhöht.

Die Frühjahrsbestellung sollte in möglichst wenigen Arbeitsgängen, flach und nicht zu fein erfolgen (Verschlammungsgefahr). Eine grobschollige Herbstbearbeitung trocknet im Frühjahr besser ab. Nach Hackfrüchten (Rüben, Kartoffeln) kann in Jahren mit günstiger Herbstwitterung auf den Pflug zugunsten reduzierter Bearbeitungsverfahren verzichtet werden. Bei der Ernte im Spätherbst (Zuckerrüben, Mais) auf ausreichende Befahrbarkeit achten: in feuchtem Zustand großes Risiko von Strukturschäden auch unterhalb der Krume. Alle Möglichkeiten zur Verminderung des Bodendruckes nutzen, ggf. Last reduzieren. Pfahlwurzler (Raps, Zwischenfrüchte) in der Fruchtfolge schaffen Grobporen, die nachfolgenden Kulturen helfen, den relativ schlecht durchwurzelbaren Bt-Horizont zu durchdringen und so Wasser und Nährstoffe im tieferen Unterboden zu erschließen

Düngung: Gute Nährstoffausnutzung durch günstiges chemisches Milieu und gute Durchwurzelbarkeit des Bodens; Auswaschungsgefahr gering, Spurenelementmangel ist selten. Der ausgeprägten Verdichtungs- und Verschlammungsneigung dieser schluffreichen Böden ist am besten durch eine reichliche Versorgung mit organischem Material (Zwischenfrüchte, organische Düngung und pfluglose Bearbeitung) sowie die Sicherstellung des optimalen pH-Wertes (ca. 6,5) entgegenzuwirken.

Pararendzina aus Löss

Ort: Niederaichbach, Unterbayerisches Hügelland, Bayern



Entstehung

Frühes Bodenentwicklungsstadium der Lössverwitterung. Sehr oft durch Bodenerosion aus Parabraunerden in Hanglage entstanden. Teilweise enthält die Krume noch Reste des Bt-Horizontes der Parabraunerde und besitzt dann eine dunkelrötlichbraune Farbe und einen höheren Tongehalt.

Verbreitung

Kleinflächig in Gesellschaft mit Parabraunerden, gekappten (d. h. erodierten) Parabraunerden und Schwarzerden aus Löss vorkommend, bevorzugt auf Kuppen, Hangschultern und steileren Hanglagen; in Senken und am Hangfuß dann meist mit Kolluvisolen vergesellschaftet. Auch auf ebenen oder nur flach welligen Flächen können Pararendzinen auftreten, wenn ein früher vorhandenes Relief durch Erosion verschwunden ist.

Eigenschaften

Wasser: sehr hohe nutzbare Feldkapazität, gute bis mittlere Wasserleitfähigkeit

Luft: gut durchlüftet

Wärme: schnell erwärmbar („hitzige“) Böden

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: fruchtbare, vielseitig nutzbare Böden

Schwächen: wegen des hohen pH-Wertes infolge freien Kalkes erhöhtes Risiko des Mangels an Spurenelementen (geringe Verfügbarkeit) sowie an Kalium; dadurch (trotz hoher nFK) Risiko von Trockenschäden infolge unproduktiver Wasserverluste durch

erhöhte Transpiration („Brenner“); stark erosionsgefährdeter Boden, insbesondere in exponierten Lagen.

Bearbeitung: Infolge des hohen Kalkgehaltes hat der Boden eine ideale Krümelstruktur und deswegen eine geringe Verschlammungsneigung. Der Kraftbedarf für sämtliche Bearbeitungsmaßnahmen kann deshalb im Vergleich zu den Parabraunerden geringer sein, je nachdem ob Bt-Material in den Ap eingearbeitet wurde oder nicht.

Nach der Herbstfurche findet über Winter weitgehend eine Selbsteinebnung statt, so dass zu den Sommerfrüchten keine mechanische Einebnung im Herbst zu erfolgen braucht. Die Bearbeitung im Frühjahr sollte wassersparend sein. Jeder tiefere Eingriff im Frühjahr hat Wasserverluste zur Folge und wirkt sich ungünstig auf den Saataufgang aus. Die Bearbeitung zu diesem Zeitpunkt sollte nicht wesentlich tiefer erfolgen, als es die spätere Saatgutablage erfordert. Insgesamt muss aber die Saat etwas tiefer erfolgen als auf kalten, bindigen Boden, da die lockere Bodenoberfläche leicht austrocknet. Bei ausreichender Bodenfeuchte und guter mikrobieller Aktivität (Humusgehalte sind in Erosionslagen oft gering) bereitet die Strohrotte kaum Schwierigkeiten.

Düngung: natürliche Nährstoffgehalte gut bis mittel; infolge des Ca-Überangebotes, das aus dem Kalk- (CaCO_3)-gehalt resultiert, kann latenter K-Mangel auftreten, der zu weniger effizienter Wasserausnutzung durch die Pflanze führen kann; Kalkung nicht notwendig; latenter Spurenelementemangel infolge geringer Verfügbarkeit durch hohe pH-Werte, dann Blattdüngung; physiologisch saure Düngemittel bevorzugen.

Pseudogley aus Löss

Ort: Malgersdorf, Isar-Inn-Hügelland, Bayern



Entstehung

Fortgeschrittenes Stadium der Bodenentwicklung, z. B. aus Parabraunerde unter kühleren und feuchteren Bedingungen. Durch (i) geologisch bedingte Schichtung oder (ii) Toneinschlämmung werden die wasserleitenden Grobporen des Unterbodens verstopft, er wird zur nur sehr schwer wasserdurchlässigen Stausohle (Sd-Horizont).

Verbreitung

Lößlehmbedecktes Tertiärhügelland; Erzgebirgevorland; Randbereiche der zentralen Lößlandschaften mit höheren Niederschlägen und geringeren Jahresdurchschnittstemperaturen, häufig in ebenen oder flachmuldigen Lagen mit Fremdwasserzugang.

Eigenschaften

Wasser: mittlere nutzbare Feldkapazität, je nach Witterungsverlauf und Tiefenlage des Sd-Horizontes mehr oder weniger schroffer Wechsel zwischen Austrocknung und Ver-nässung (Stau-nässe)

Luft: schlecht durchlüftet, besonders im tieferen Unterboden (Sd-Horizont) Luftmangel

Wärme: kalte Böden, verzögerter Vegetationsbeginn

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: natürlicher Grünlandstandort mittlerer Leistungsfähigkeit; Ackernutzung nur bei vorausgehender Dränung befriedigend; wegen schwieriger Frühjahrsbestellung für Winterungen besser geeignet als für Sommerungen

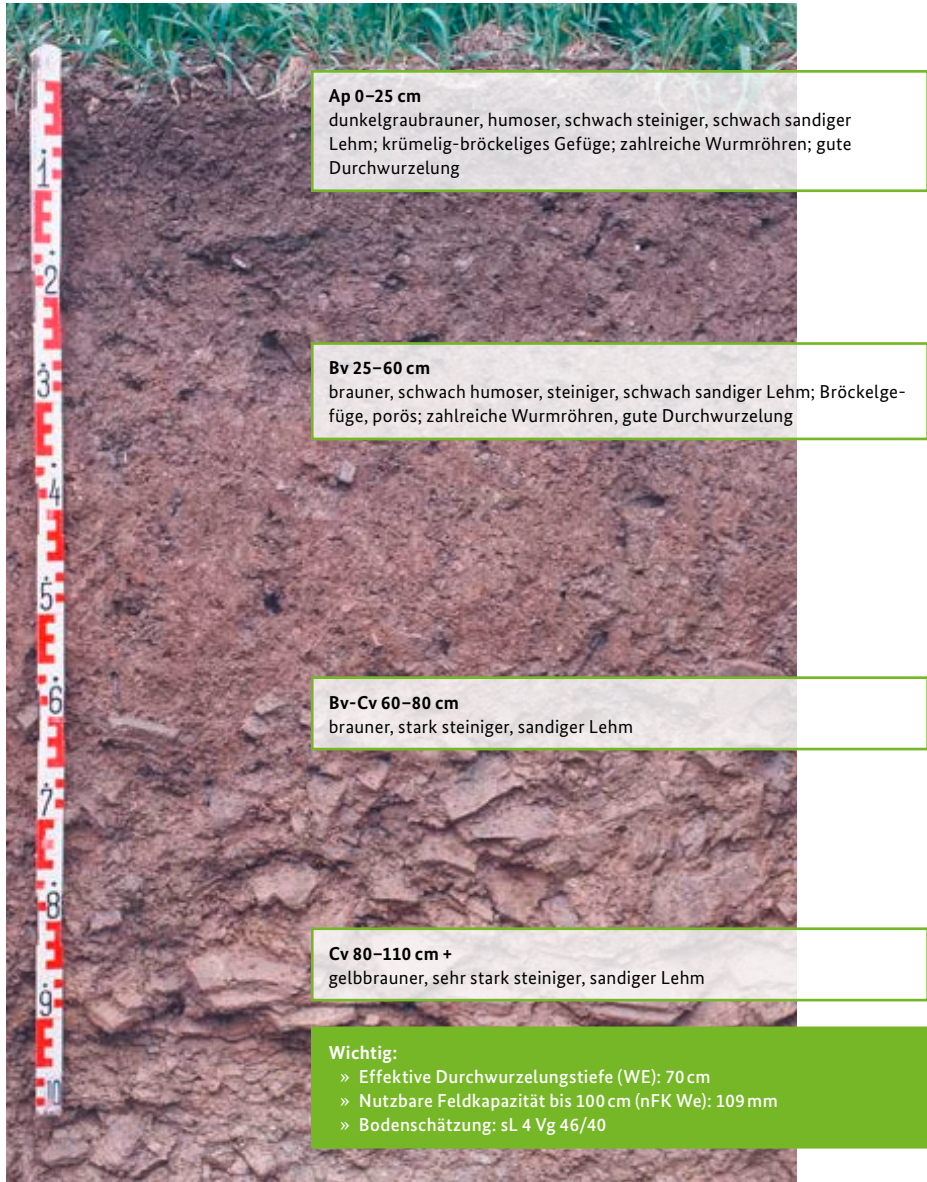
Schwächen: unausgeglichener Wasserhaushalt; starke Neigung zu Verschlämmung und Verdichtung; schlechte Erwärmung; bei Wechsel von Grünland- zur Ackernutzung besteht schon bei geringer Hangneigung erhebliche Erosionsgefahr, weil schlechte Infiltration/viel Oberflächenabfluss; Verstärkung der Verschlammungsneigung nach Umbruch mit beschleunigtem Humusabbau

Bearbeitung: bodenschonende Bearbeitung vom Pflügen bis zur Saatbettherrichtung, besonders bei der Frühjahrsbestellung. Unbedingt genügende Bodenabtrocknung abwarten; Nutzung aller technischen Möglichkeiten zur Reduzierung des Bodendrucks: Einsatz von Breit- oder Doppelbe-reifung und eine nicht zu knapp bemessene Schlepperleistung dienen der Verminderung von Strukturschäden durch Druck und Schlupf. Tieferes Auflockern der Oberkrume im Frühjahr fördert die Durchlüftung und Erwärmung. Durchwurzelbarkeit und Wasserzügigkeit des Unterbodens sollten durch Pfahlwurzler gefördert werden, die langfristig stabile Porensysteme im Unterboden zurücklassen. Organische Dünger und Ernterückstände gut verteilen, nur flach einarbeiten, sonst drohen Luftmangel („Vertorfung“ mit Reduktionserscheinungen), Behinderung der Kapillarwasserbewegung und Durchwurzelung sowie N-Verluste durch Denitrifikation.

Düngung: schlechte Düngerausnutzung; hohes Risiko von gasförmigen N-Verlusten durch Denitrifikation; Kalkung und organische Düngung besonders wichtig zur biologischen Aktivierung und Strukturverbesserung

Braunerde aus Grauwacke und Schiefer

Ort: Todenfeld, Münstereifeler Wald, Nordrhein-Westfalen



Entstehung

Der Boden entstand durch Verwitterung von Hangschutt aus devonischem Grauwacke- und Schiefermaterial über anstehendem Schiefer. Obgleich geologisch altes Material, ist die Bodenbildung wenig vorangeschritten, weil das Ausgangsmaterial in der letzten Kaltzeit durch „Bodenfließen“ unter Permafrostbedingungen umgelagert und teilweise abgetragen wurde.

Verbreitung

Im Rheinischen Schiefergebirge (Hunsrück, Taunus, Eifel, Westerwald), im thüringischen Schiefergebirge, im Vogtland und im Harz in den von älteren Verwitterungsschichten entblößten Kuppen-, Rücken- und Hanglagen

Eigenschaften

Wasser: mittlere nutzbare Feldkapazität, gute Wasserdurchlässigkeit

Luft: gute Durchlüftung im gesamten durchwurzelbaren Raum

Wärme: leicht erwärmbare Boden

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: unter kühlfeuchten Klimabedingungen mit kurzer Vegetationsperiode bevorzugt als Grünland zu nutzen; unter günstigen Klimabedingungen mittlerer Ackerstandort. In klimatischen Gunstlagen (Täler von Ahr, Mosel, Rhein und Saar) Weinbau.

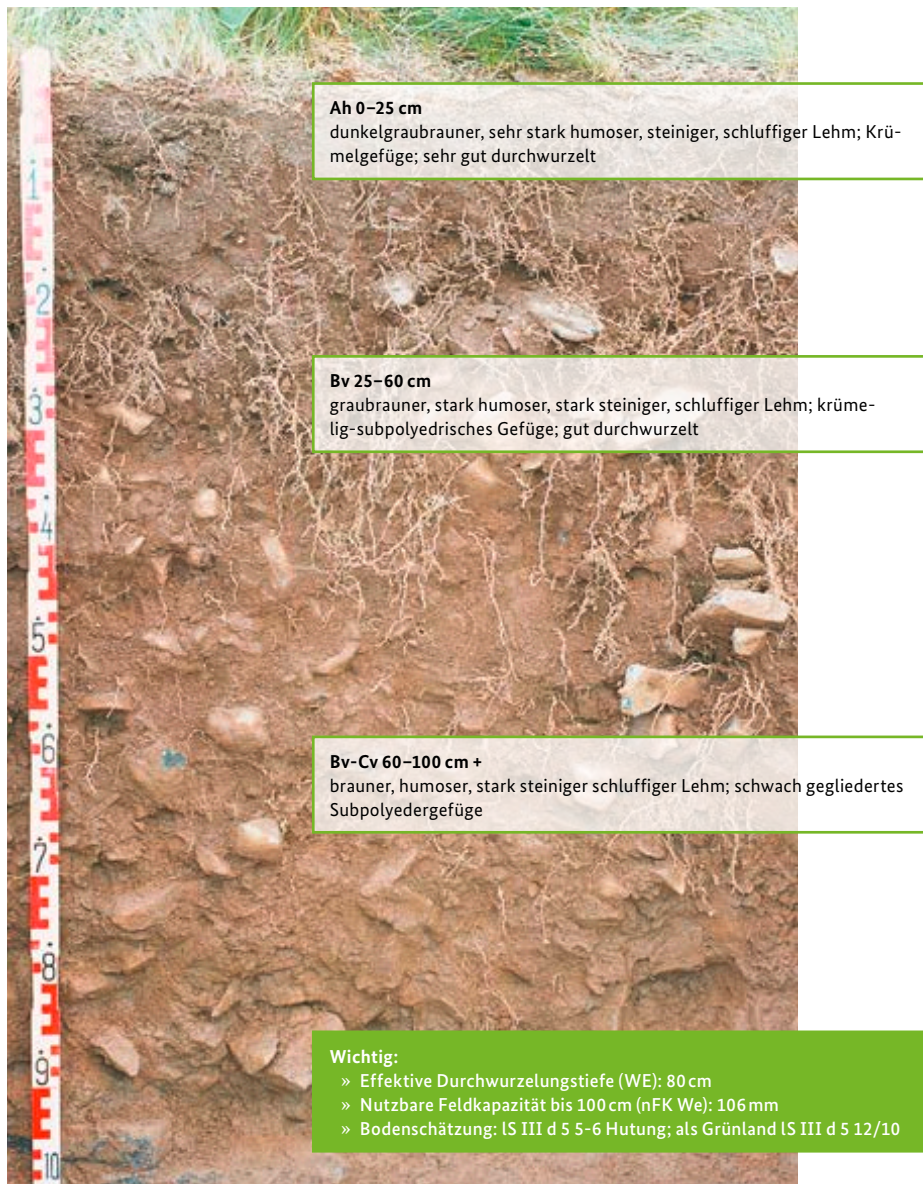
Schwächen: Ackerfähigkeit u. U. durch Steingehalt und Hanglage eingeschränkt; beschränkte Wasserspeicherfähigkeit; stark wechselnde Gründigkeit bedingt Uneinheitlichkeit der Fläche; die aufgrund der Bodenart gegebene Erosionsgefahr wird durch die gute Durchlässigkeit des Bodens, den Steingehalt und die Steinbedeckung der Oberfläche gemindert.

Bearbeitung: bei Grünlandnutzung und Beweidung gute natürliche Trittfestigkeit; als Acker trotz eines Tonanteils in der Krume um 25 % gut zu bearbeiten. Von einer Krümmenvertiefung ist im Allgemeinen abzuraten, um das Heraufpflügen größerer Steine zu vermeiden. Der Ersatz des Pfluges durch den Grubber fördert die Entmischung und führt zu Steinanreicherung an der Oberfläche. Boden relativ leicht zu bearbeiten.

Düngung: bei ausreichendem pH-Wert (6,0 bis 6,5) gute natürliche P- und K-Versorgung. Wegen der guten Durchlässigkeit mit Auswaschung von Stickstoff und anderen mobilen Nährstoffen rechnen, deshalb sind die Düngergaben aufzuteilen. Außerdem ist die gute natürliche N-Nachlieferung (schnelle Erwärmung) zu berücksichtigen. Um die gute Bodenstruktur zu erhalten, darf die organische Düngung nicht vernachlässigt werden.

Braunerde aus Basalt

Ort: Oberelsbach, Hochrhön, Bayern



Ah 0–25 cm
dunkelgraubrauner, sehr stark humoser, steiniger, schluffiger Lehm; Krümelgefüge; sehr gut durchwurzelt

Bv 25–60 cm
graubrauner, stark humoser, stark steiniger, schluffiger Lehm; krümelig-subpolyedrisches Gefüge; gut durchwurzelt

Bv-Cv 60–100 cm +
brauner, humoser, stark steiniger schluffiger Lehm; schwach gegliedertes Subpolyedergefüge

Wichtig:

- » Effektive Durchwurzelungstiefe (WE): 80 cm
- » Nutzbare Feldkapazität bis 100 cm (nFK We): 106 mm
- » Bodenschätzung: IS III d 5 5-6 Hutung; als Grünland IS III d 5 12/10

Entstehung

Ausgangsmaterial ist in der Eiszeit entstandener Frostschutt aus Basalt; ältere Verwitterungsbildungen sind abgetragen. Aufgrund der schweren physikalischen Verwitterbarkeit des Basalts ist die Bodenbildung nacheiszeitlich noch nicht über das Stadium einer mittelgründigen Braunerde hinausgelangt. Langsame Nährstoffnachlieferung durch Verwitterung und starke Auswaschung unter den vorherrschenden kühlfeuchten Klimabedingungen erklären die Nährstoffarmut und die starke Versauerung des Bodens.

Verbreitung

Basaltische Gesteine in den Hochlagen einiger Mittelgebirge, im Rhön-Vogelsberggebiet, im Habichtswald und in der Eifel.

Eigenschaften

Wasser: geringe bis mittlere nutzbare Feldkapazität, gute Wasserdurchlässigkeit

Luft: gute Durchlüftung in Krume und Unterboden

Wärme: Erwärmbarkeit mittel bis gut

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: Sie ist weitgehend abhängig von den am Standort herrschenden Klimaverhältnissen. Ab etwa 500 m Höhenlage herrscht meist Grünlandnutzung vor. Zum Teil werden diese Lagen als Hutungen genutzt und stehen unter Landschaftsschutz. Unterhalb 500 m über NN wird auch Ackernutzung betrieben. Das Ertragsniveau ist aufgrund der rauen Lage, der kurzen

Vegetationszeit und der geringen nFK mittel bis gering.

Schwächen: Die wesentlichsten Nutzungsbeschränkungen sind nicht boden-, sondern klimabedingt.

Der hohe Steinanteil engt den Wurzelraum ein und erschwert die Bewirtschaftung bei Ackernutzung.

Bearbeitung (bei Ackernutzung in den tieferen Lagen): Die Bodenbearbeitung ist zwar leicht, muss sich aber auf den hohen Steingehalt der Böden einstellen. Die Böden sind nur flach zu bearbeiten. Um den Geräteverschleiß zu vermindern, verdienen gezogene Geräte den Vorzug.

Düngung: Die Düngung muss sich der klimatisch bedingten Nutzungsintensität und dem Ertragsniveau anpassen. Die anzustrebenden Nährstoffgehalte können hier daher etwas tiefer angesetzt werden als üblich. Bei angestrebter Intensivierung ist als erster Schritt eine Aufkalkung der Böden vorzunehmen (pH-Ziel 6,0 bis 6,5); dadurch würde auch das sehr hohe, natürliche P-Potential mobilisiert. Hohes Mineralisierungs- und Auswaschungspotential für Stickstoff durch sehr hohe Humusgehalte und gute Durchlüftung, daher Teilung der Stickstoffgaben.

Braunerde aus Granitzersatz

Ort: Sonnenried, Vorderer Oberpfälzer Wald, Bayern



Entstehung

Das granitische Festgestein wurde durch Frostverwitterung zu Grus, d.h. kantigen Steinchen aufgelockert. Im Zuge der nach-eiszeitlichen chemischen Verwitterung wurde Eisen freigesetzt und oxidiert (Verbraunung) und es erfolgte eine geringe Tonneubildung (Verlehmung).

Verbreitung

Kristallines Grundgebirge, z. B. im Bayerischen Wald, Oberpfälzer Wald, Frankensteinwald, Harz, westliches Erzgebirge, der Lausitz, Schwarzwald und Odenwald

Eigenschaften

Wasser: geringe nutzbare Feldkapazität, hohe Wasserdurchlässigkeit

Luft: gute Durchlüftung in allen Horizonten

Wärme: leicht erwärmbare Böden

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: ursprünglich Kartoffel-/ Roggenboden; nach Nährstoffanreicherung, organischer Düngung und Kalkung heute auch Anbau von Gerste, Weizen und Mais

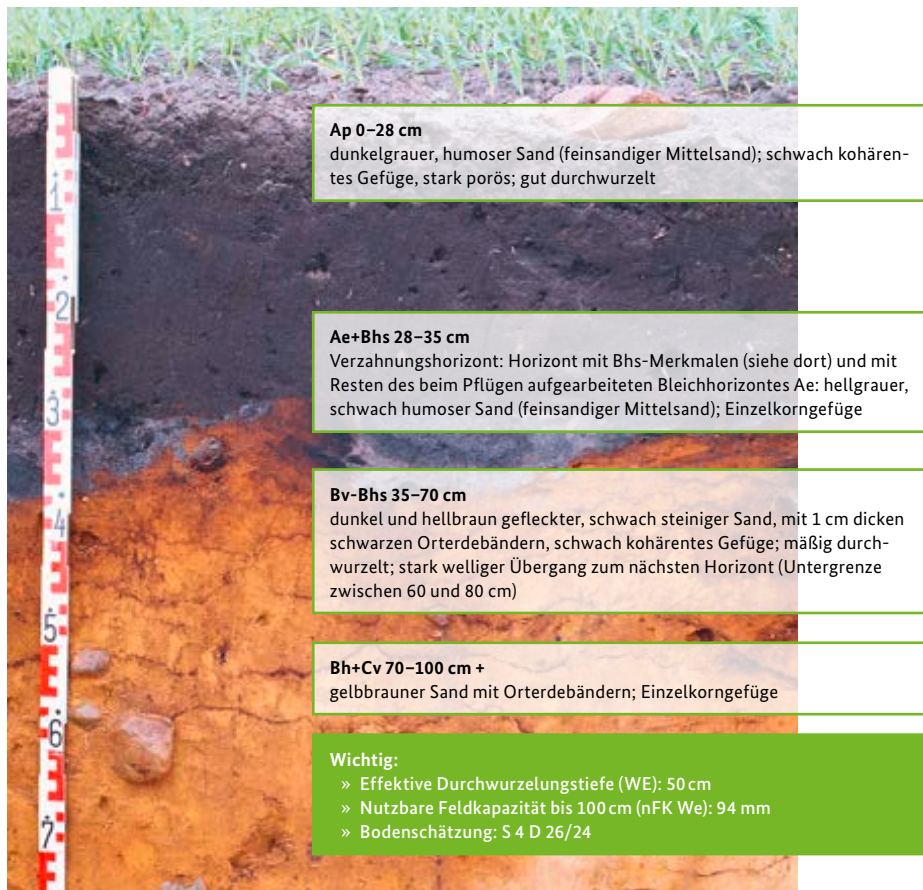
Schwächen: geringe Basenversorgung, hohes Auswaschungsrisiko

Bearbeitung: Leicht zu bearbeitende Böden. Die Bodenbearbeitung muss auf eine Schonung des Humusgehaltes und des beschränkten Wasservorrates bedacht sein. Flache Saatbettbereitung im Frühjahr anstreben; die Bestellung sollte möglichst in einem Arbeitsgang erfolgen.

Düngung: Das pH-Ziel liegt bei 5,5 bis 6,2. Um Magnesiummangel vorzubeugen, sind regelmäßig Mg-haltige Dünger oder Kalke zu verwenden. Mineral- und Wirtschaftsdünger im Frühjahr ausbringen und in mehrere Gaben aufteilen. Erhöhung des Humusgehaltes durch reichliche organische Düngung anstreben. Meist P-arm.

Braunerde-Podsol aus Geschiebesand

Ort: Hengstlage, Oldenburger Geest, Niedersachsen



Entstehung

Voraussetzungen für die Entstehung eines Podsol sind ein nährstoffarmes, kalkfreies Ausgangsmaterial, eine entsprechende rothumusbildende Vegetation (z. B. Heide) und ein maritimes, kühlfeuchtes Klima mit

ausreichender Sickerwasserbildung. Die aggressiven Huminsäuren (Fulvosäuren) komplexieren Eisen- und Aluminium und lösen sie. Nach der Verlagerung mit dem Sickerwasserstrom werden sie im Unterboden wieder ausgefällt. Sie erscheinen in Form

von schwarz- und rostbraunen, teils festverbackenen (Ortstein), teils lockeren Schichten (Orterde) oder Bändchen.

Unter Ackernutzung wird die Rohhumusdecke zerstört und mit dem Bleichhorizont zu einem Ap-Horizont vermischt.

Verbreitung

Stark verbreitet auf der Grundmoräne, in den Endmoränen und auf Sanderflächen der nordwestdeutschen Altmoränenlandschaft (Geestgebiete Niedersachsens und Schleswig-Holsteins, Münsterland, Heidegebiete). Ähnliche Böden finden sich im ganzen Bundesgebiet auf den armen Ausgangssubstraten (Dünen- und Terrassensanden, verschiedenen Sandsteinen z. B. im Schwarzwald oder Pfälzer Wald).

Eigenschaften

Wasser: geringe bis mittlere nutzbare Feldkapazität, hohe Wasserdurchlässigkeit; Wassermangel in der Regel ertragsbegrenzend

Luft: gute Durchlüftung im nicht verfestigten Bereich

Wärme: leicht erwärmbar

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: klassischer Kartoffel- und Roggenboden. Kulturmaßnahmen ermöglichen auch anspruchsvollere Kulturen. Heute sehr oft mit Mais bestellt, jedoch muss mit Trockenschäden gerechnet werden.

Schwächen: Bei tiefem Grundwasserstand stark trockengefährdet, Nährstoffarmut, geringes Puffervermögen; schnelle Versauerung, Nährstoffnachlieferung ist fast nur aus dem Krumbereich zu erwarten;

Spurenelementmangel, Auswaschungsgefahr; durch Winderosion gefährdete Böden

Bearbeitung: weitgehend problemlos; Fruchtbarkeit wächst mit zunehmender Krumbereichmächtigkeit; deshalb ist eine allmähliche Krumbereichvertiefung auf 30 cm und mehr anzustreben. Stark verfestigte hoch anstehende Ortsteinhorizonte sind durch Einsatz des Tiefpfluges oder eines Meißels zu brechen. Der Packereinsatz hinter dem Pflug zielt auf eine schnelle Rückverfestigung der Krume, gleichmäßige Saatgutablage und guten Saataufbau. Wassersparende Bearbeitung anstreben. Förderung des Humusaufbaus durch Fruchtfolge und regelmäßige organische Düngung sicherstellen. Da die Böden im Oberkrumbereich schnell austrocknen, ist ein etwas tieferes Einarbeiten organischer Masse zwecks besserer Rotte von Vorteil. Eine zu feine Bearbeitung fördert die Winderosion.

Düngung: Die Umsetzung der organischen Masse läuft auf diesen stark durchlüfteten Böden sehr schnell ab. Eine regelmäßige Versorgung mit organischen Düngern (Gülle, Festmist, Gründüngung, Stroh) ist deshalb oberstes Gebot.

Um der hohen Auswaschungsgefahr zu begegnen, ist eine dem Pflanzenentzug zeitlich angepasste Düngung im Frühjahr durchzuführen. Die K- und Mg-Düngung sollte wegen der geringen Kationenaustauschkapazität (geringe Speicherfähigkeit) jährlich erfolgen. Bei der Kalkung ist Zurückhaltung geboten, um keine zu schnellen pH-Änderungen herbeizuführen. Das pH-Ziel liegt zwischen 5,0 und 5,5. Kalkung wegen schneller Auswaschung in kleinere Gaben aufteilen.

Braunerde-Terra fusca aus schluffig-lehmiger Deckschicht über Kalksteinverwitterung

Ort: Rothenstein, Südliche Frankenalb, Bayern



Entstehung

Die tonigen Unterbodenhorizonte sind die Lösungsrückstände der Jurakalkbänke und ihrer mergeligen Zwischenschichten. Da die Kalklösung außerordentlich langsam erfolgt, bedarf es zur Ansammlung mächtiger Rückstandshorizonte sehr langer Zeiträume. Das Material des T-Horizontes ist deshalb geologisch sehr alt. Während der Kaltzeiten kam es durch Auffrieren und Bodenfließen zu Bodenbewegungen und durch die Einmischung von Löss zur Bildung einer mehr oder weniger mächtigen, lösshaltigen Deckschicht, die den Oberboden prägt.

Verbreitung

Alte Kalkstein-Landoberflächen, soweit sie nicht von mächtigeren jüngeren Deckschichten überlagert sind, z. B. im Fränkischen und Schwäbischen Jura, im Muschelkalk Thüringens, lokal im Harz (Umgebung von Elbingerode) und im Göttinger Wald

Eigenschaften

Wasser: nutzbare Feldkapazität je nach Gründigkeit gering bis mittel

Luft: trotz sehr hohen Tongehaltes gefügebefordert gut durchlüftete, kaum staunasse Böden

Wärme: mittel erwärmbare Boden

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungseignung: mittlere bis gute Weizenböden, bei ausreichender Mächtigkeit der Deckschicht (Wurzelraum) auch zuckerrübenfähig

Schwächen: Bodenartenunterschiede zwischen Krume und Unterboden; räumlich heterogen („Verschießen“), Vergesellschaftung mit flachgründigeren, steinigern Bodenformen stört die Bewirtschaftung; erosionsgefährdet, besonders bei geringeren Tongehalten

Bearbeitung: wenn Lössanteil im Oberboden gering, ist der Tongehalt in der Krume oftmals erhöht, dann nur geringe Verschlammungsneigung. Im Frühjahr nur flache Bodenbearbeitung, um Wasserverluste und Strukturschäden zu vermeiden und um den Saataufgang zu verbessern. Aussaat etwas tiefer als auf tonärmeren Böden, bei schlechtem Bodenschluss anwalzen. Von stärkerer Krumenvertiefung ist abzuraten, da ein Heraufholen des tonigen Unterbodens zu ungünstigerer Bodenart führt.

Düngung: nährstoffreiche Böden; gute K-Nachlieferung; Spurenelementmangel ist nicht bekannt. Kalk und organische Düngung verbessern die Struktur und somit die Bearbeitbarkeit des Bodens. Da unter dem Boden klüftiges Kalkgestein ansteht, gelangen Nährstoffausträge aus dem Wurzelraum schnell ins Grundwasser (oft Wasserschutzgebiet). Dementsprechende Vorsicht ist beim Ausbringen der N-Düngung und der Wirtschaftsdünger geboten.

Braunerde aus lehmig-sandiger Deckschicht über sandig-toniger Buntsandsteinverwitterung

Ort: Schaippach, Spessart, Bayern



Entstehung

Die überwiegend lehmige, meist dichtlagernde Verwitterungsdecke des Gesteins aus dem Erdzeitalter „Buntsandstein“ ist von einer steinigen, lockeren, z. T. löss- oder flugsandbeeinflussten Deckschicht überlagert, die durch Verlehmung (Tonmineralneubildung) und Verbraunung (Bildung von Fe-Oxiden) geprägt ist.

Verbreitung

Hanglagen des mittleren und unteren Buntsandsteins, z. B. in Odenwald, Spessart, Rhön, Reinhardswald, Zigelrodaer Forst (Unstrutplatten) sowie in den Triasgebieten der Eifel; bei geringer Hangneigung meist staunass; ähnliche Böden finden sich auch auf Gesteinen des Rotliegenden, des Karbon und Devon im Bergischen Land und Rheinischen Schiefergebirge.

Eigenschaften

Wasser: geringe nutzbare Feldkapazität.

Wasserstau des Untergrunds verbessert die Wasserversorgung und ist – sofern in Hanglage – wegen der guten Wasserzügigkeit der Deckschicht nicht nachteilig

Luft: gute Durchlüftung beschränkt sich auf die Deckschicht

Wärme: rasch erwärmbare Boden

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungseignung: Boden geringer Ertragsfähigkeit. Je nach Relief- und Klimaverhältnissen als Acker- (Getreide, Futterbau) oder Grünland zu nutzen.

Schwächen: Steingehalt, trockengefährdet, kleinräumige Variabilität der Böden; in Hanglagen erosionsgefährdet

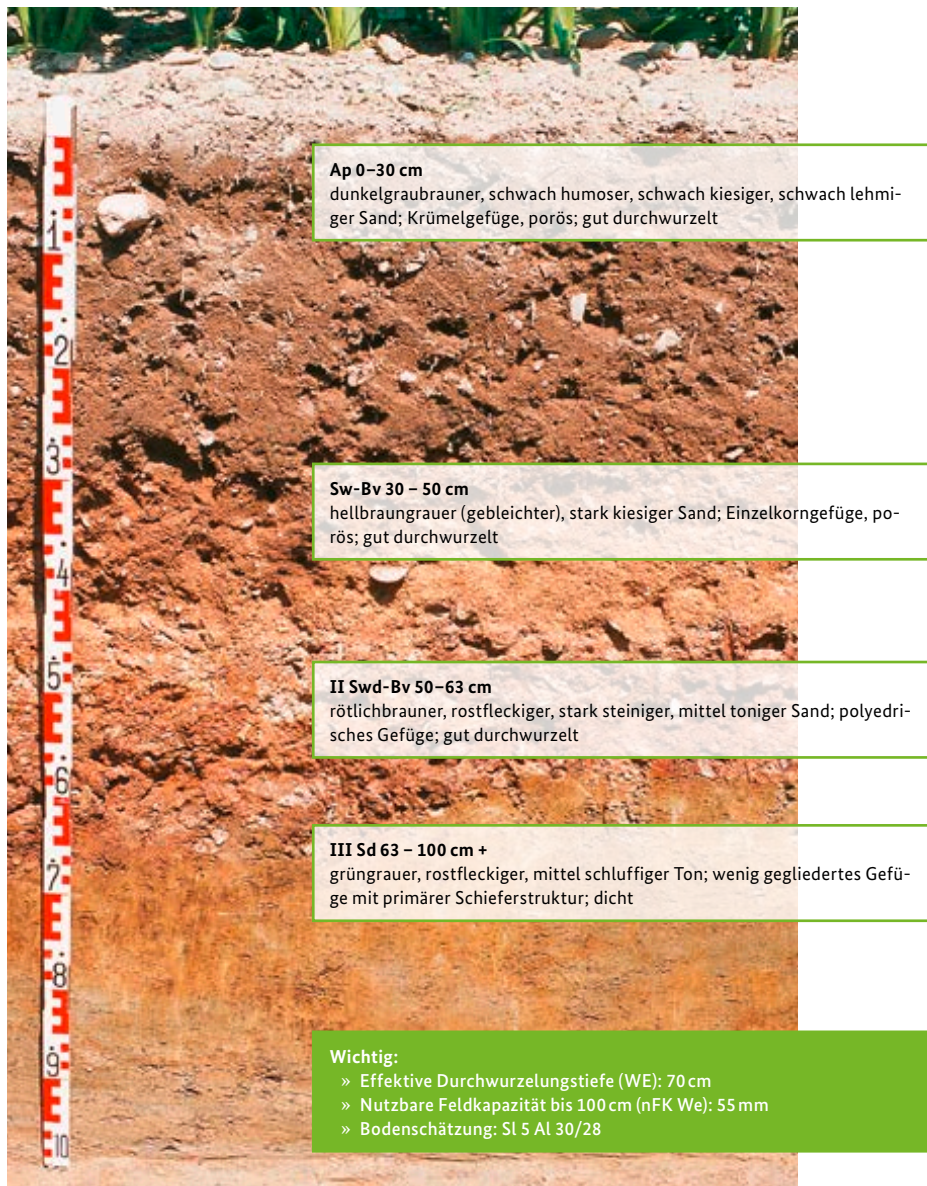
Bearbeitung: Bei Ackernutzung kann das Auftreten größerer Steine Schwierigkeiten verursachen. Ansonsten ist die Bearbeitung weitgehend problemlos und wenig kraftaufwendig. Um die Wasserkapazität zu verbessern, ist eine langsame Krümmenvertiefung vorteilhaft. Dieses Ziel kann aber nur erreicht werden, wenn gleichzeitig die Humusversorgung verbessert wird. Soweit es der Steingehalt erlaubt, ist zur Vertiefung des durchwurzelbaren Raumes eine Tieflockerung in Erwägung zu ziehen.

Düngung: natürliches P- und K-Nährstoffpotential mittel. Das pH-Ziel liegt zwischen 5,5 und 6,0 und sollte durch regelmäßige Kalkgaben allmählich auch im Unterboden erreicht werden. Um einem möglichen Mg-Mangel vorzubeugen, sind Mg-haltige Düngemittel vorzuziehen.

Der unter Ackernutzung starke Humusumsatz erfordert regelmäßige organische Düngung. Alle Möglichkeiten des Zwischenfruchtbaus sollten genutzt werden.

Pseudogley-Braunerde aus Terrassensand über Ton

Ort: Schwarzenau. Mittleres Maintal, Bayern



Entstehung

Die stark wechselnde Bodenartenschichtung ist das Ergebnis verschiedener Ablagerungsvorgänge: Über dem anstehenden tonigen Untergrund (III) folgen eine kaltzeitliche Fließerde-Deckschicht (II), darüber sandig-kiesige Flussablagerungen. Mit der fortschreitenden natürlichen Eintiefung des Flusses wurde aus dem ehemaligen Grundwasserboden aufgrund des undurchlässigen Untergrundes ein staunasser Boden.

Verbreitung

Höhere Terrassenstufen in Schichtstufenlandschaften im Übergangsbereich zum anschließenden Hügelland

Eigenschaften

Wasser: Das Gesamt-Wasserangebot wird durch die geringe nutzbare Feldkapazität nur unzureichend beschrieben. Der Wasserstau reicht im Frühjahr bis in die Krume; zeitweise profitiert der Standort vom wasserstauenden Untergrund sowie von seitlichem Wasserzug. Bei längeren Trockenperioden ist der dichte, schwer durchwurzelbare Untergrund nachteilig, weil er nur schwer durchwurzelbar ist und daher kaum zur Wasserversorgung beiträgt.

Luft: nach Nassphase im Frühjahr gute Durchlüftung bis etwa 50 cm Tiefe, darunter starker Luftmangel

Wärme: infolge Stauwassereinfluss langsame Erwärmung im Frühjahr, mittlere bis gute Erwärmung in Jahren mit wenig Winter- und Frühjahrsniederschlägen

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungseignung: in der Regel als Ackerland (Getreide, Mais, Futterbau) zu nutzen. Bei höher anstehendem Staukörper und höheren Niederschlägen sowie in Hanglagen mit Wasseraustritt („Nassgallen“) ist Grünlandnutzung zu bevorzugen.

Schwächen: geringes Wasserspeichervermögen; Nährstoffgehalt in den sandigen Deckschichten mittel bis gering; Auswaschungsgefahr; je nach Witterungsverlauf und Staukörperlage gelegentlich zu nass; im Frühjahr relativ spät befahrbar („schwimmende Sande“ über Ton); bei hoher Wassersättigung (besonders im Frühjahr) besteht erhöhte Erosionsgefahr.

Bearbeitung: Bei ausreichender Abtrocknung bereitet die Bearbeitung keine Schwierigkeiten. Wie auf allen leichten Böden trägt eine Krumenvertiefung zur Verbesserung der nutzbaren Feldkapazität und des Nährstoffhaltevermögens bei. Andererseits wird die Tragfähigkeit der Böden dadurch verschlechtert. Für die Saatbettherrichtung sind gezogene Bearbeitungsgeräte ausreichend. Um einen schnellen Saataufgang zu erreichen, ist das Anwalzen der Saat anzuraten.

Düngung: Die starke Auswaschungsgefahr in den oberen Horizonten erfordert erhöhte Sorgfalt bei der Bemessung und Ausbringung der einzelnen Düngergaben.

Pseudogley aus sandig-lehmigen Deckschichten über alter Gneisverwitterung

Ort: Bernried, Vorderer Oberpfälzer Wald, Bayern



Entstehung

Während des Tertiärs verwitterte der Gneis unter warmzeitlichen Bedingungen tiefreichend und intensiv („alte“ Verwitterung). Diese Verwitterungslehme kamen in den Kaltzeiten durch Bodenfließen in Bewegung und überziehen heute in nicht zu steiler Hanglage weite Flächenteile des kristallinen Grundgebirges. Die lehmigen Deckschichten sind sehr dicht gelagert und daher wasserstauend. Durch hohe Niederschläge, Hangwasserzuzug und niedrige Temperaturen bedingt kam es zur Ausbildung des Staunässebodens mit außergewöhnlich hohem Humusgehalt.

Verbreitung

Kristallines Grundgebirge der Böhmisches Masse (alte Verebnungsflächen und flache Hanglagen, im Bayerischen und Oberpfälzer Wald). Ähnliche Böden kommen auf Resten der mesozoisch-tertiären Landoberfläche im Rheinischen Schiefergebirge sowie in Ostthüringen auf Schiefer- und Sandsteinzersatz vor.

Eigenschaften

Wasser: mittlere nutzbare Feldkapazität, wegen Hangwasserzuzug fast immer zu nass, tieferer Unterboden praktisch wasserundurchlässig

Luft: schlechte Durchlüftung

Wärme: langsame Erwärmung

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: unter den gegebenen klimatischen Bedingungen absoluter Grünlandstandort, meist zweischnittige Wiesen; als Weide weniger geeignet (Narbe über weite Zeiten nicht trittfest)

Schwächen: langsame Entwicklung der Vegetation im Frühjahr. Oft schlechte Befahrbarkeit und Trittfestigkeit wegen Wasserübersättigung, daher später Weidebeginn. Bei zu früher Beweidung Narbenschäden mit nachfolgender Verunkrautung. Bewirtschaftungserschwerung durch lokale Quellaustritte. Entwässerung wegen des hochliegenden und sehr dichten Staukörpers schwierig.

Düngung: P- und K-Gehalt des Bodens gering; Mg-Gehalte stark wechselnd. Nährstoffgaben dem relativ niedrigen Ertragsniveau und Nutzungsrhythmus anpassen. Frühjahrsdüngung vorziehen.

Pelosol aus mergeligem Gipskeuper

Ort: Ottenhofen, Windsheimer Bucht, Bayern



Entstehung

Verwitterung aus den anstehenden Tonen des Unteren Gipskeupers (Myophorien-schichten). Die tiefreichende Humosität ist zu erklären durch die Bildung tiefer Schwundrisse, in die von oben humoses Krumenmaterial hineinfällt, das sich bei Wiederbefeuchtung durch den Quellungsdruck mit dem Unterboden vermischt (Selbstmulcheffekt).

Verbreitung

Lössfreie Gipskeuperlandschaft, Windsheimer Bucht und Vorland von Steigerwald und Frankenhöhe sowie im Innern des Thüringer Beckens

Eigenschaften

Wasser: mittlere nutzbare Feldkapazität, Wasserbewegung vorwiegend auf Klüften, starke Quellung und Schrumpfung

Luft: in der Krume mittlere Durchlüftung, in den tieferen Horizonten kann es in nassen Perioden zu Luftmangel kommen; in Trockenjahren Schrumpfrissbildungen bis 1 m Tiefe; Durchlüftung auf die Klüfte beschränkt

Wärme: wegen seiner dunklen Farbe und seines feinaggregierten Gefüges im Oberboden trotz des hohen Tongehaltes relativ leicht erwärmbare Boden

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: mittlerer Ackerstandort für alle Getreidearten, Mais, Raps, bedingt auch für Ackerbohnen. Auch als Grünlandstandort gut geeignet.

Schwächen: sehr hoher Kraftbedarf für die Bearbeitung, hoher Geräteverschleiß bei Trockenheit, enger zeitlicher Bearbeitungszeitraum

Bearbeitung: pfluglose Bewirtschaftung sehr gut möglich; Grubber und Kreiselegge nacheinander oder in Kombination erzielen einen guten Arbeitseffekt. Bei Verwendung des Pfluges, der hier höchsten Kraftbedarf erfordert, darf der Boden nach dem Pflügen nicht stark austrocknen; eine nur oberflächlich abgetrocknete Pflugfurche erfordert den geringsten Nachbearbeitungsaufwand; gegebenenfalls richtigen Bodenfeuchtezustand abwarten („Minutenboden“); mit der Witterung arbeiten.

Im Frühjahr in Frostgare relativ leicht zu bearbeiten, es muss aber darauf geachtet werden, dass die Bearbeitungswerkzeuge nicht in die nasse Schicht eingreifen und Brocken heraufbringen (Auflaufschwierigkeiten bei trockener Witterung); deshalb Einebnen im Herbst vorteilhaft. Bei trockener Frühjahrswitterung kann ein Anwalzen der Saat angebracht sein (Bodenschluss).

Düngung: Anzustreben ist ein pH-Wert über 7,0 und freier Kalk in der Krume (Förderung der Bildung stabiler Krümel). Der Unterboden trägt erheblich zur Pflanzenernährung bei. Die hohen natürlichen Nährstoffreserven an P und K erlauben eine reduzierte Düngung. Grundsätzlich sollten wegen der oft eintretenden Frühjahrs-trockenheit die N-Gaben sehr früh ausgebracht werden. Für Zwischenfruchtbau oft zu trocken. Auch große Stroh-mengen können Schwierigkeiten bereiten.

Pseudogley-Pelosol aus Keuperton

Ort: Bayreuth, Obermainisches Hügelland, Bayern



Entstehung

Aus anstehendem Tonstein durch Verwitterung entstandene Bodenbildung

Verbreitung

Rote Tonsteine im fränkisch-schwäbischen sowie im thüringischen Keuper (Feuerletten, Knollenmergel) im Geländeanstieg zwischen Sandsteinkeuper-Landschaft und Lias-Hochflächen, meist mit sandiger Deckschicht

Eigenschaften

Wasser: sehr hoher Totwasseranteil, nutzbare Feldkapazität stark eingeschränkt, im gequollenen Zustand fast wasserundurchlässig

Luft: Durchlüftung abhängig von Quellung und Schrumpfung; im gequollenen Zustand starker Luftmangel, mit zunehmender Austrocknung während der Vegetationsperiode Gefügezerlegung und Ausbildung tieferreichender Schwundrisse; Durchlüftung und Wasserleitfähigkeit in diesem Zustand gut

Wärme: sehr langsam erwärmbar; ausgesprochen „kalter“ Boden

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungseignung: natürlicher Grünlandstandort, nur bedingt und unter erhöhtem Aufwand ackerfähig; auch als Grünland nur mittlere Ertragsfähigkeit (2. Schnitt bei Trockenheit gelegentlich unbefriedigend)

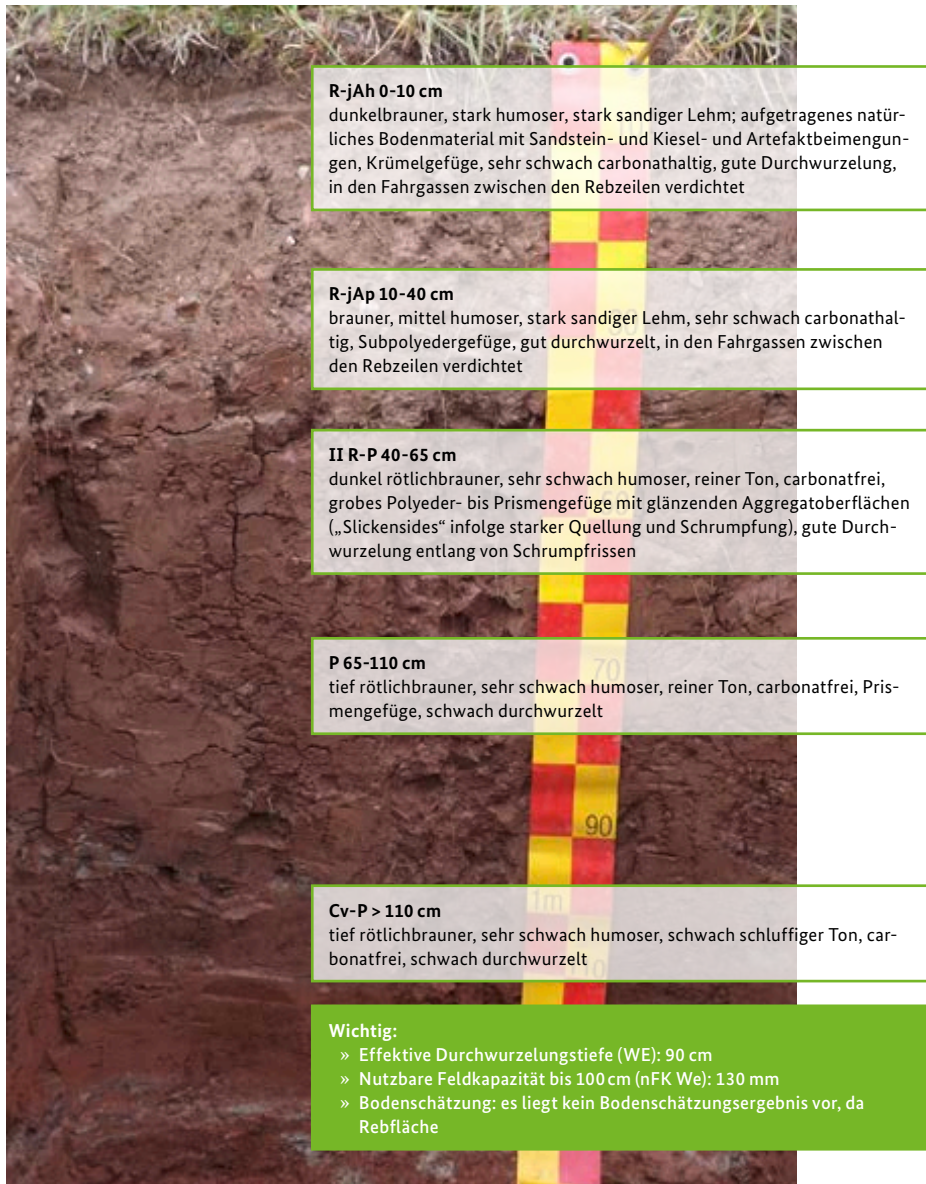
Schwächen: sehr schwer zu bearbeitender Boden, trotz hoher Wassergehalte nur geringe nFKWe (hoher Totwasseranteil); im Frühjahr zu nass, im Sommer oft unter Trockenheit leidend; höchster Zugkraftbedarf („Minutenboden“)

Bearbeitung: Herbstbestellung nach Pflugfurche ist schwierig (Grobscholligkeit mit hohem Nachbehandlungsaufwand), pfluglose und nicht zu tiefe Bearbeitung präferieren. Die Befahrbarkeit der Böden im Frühjahr ist schlecht (langsame Abtrocknung), daher sind Winterfrüchte den Sommerungen vorzuziehen. Im Frühjahr nur nach ausreichender Oberflächenabtrocknung befahren, da bei Nässe Strukturschäden auftreten, die sich über das ganze Jahr negativ auswirken. Frühjahrsbearbeitung möglichst flach durchführen, Frostgare ausnutzen; mit der Witterung arbeiten.

Düngung: von Natur aus gute K- und Mg-Nachlieferung, mittlere bis geringe P-Versorgung; Düngerausnutzung nur mäßig; Frühjahrsdüngung von Vorteil. Unter Ackernutzung auf $\text{pH} \geq 7$ aufkalken (freier Kalk in der Krume ist wegen des Gefügeeffektes anzustreben); auf ausreichend organische Düngung zur Verbesserung der biologischen Aktivität, der Bearbeitbarkeit und des Gefüges achten; Humusanreicherung am besten durch Fruchtfolgemaßnahmen (mehrjähriger Futterbau) und regelmäßige, nicht zu tiefe Stroheinarbeitung.

Pelosol-Rigosol aus Keuperton

Ort: Siebeldingen, Südliche Weinstraße, Rheinland-Pfalz



Entstehung

Aus tonigen, rötlichen Keupersedimenten hat sich ein Boden entwickelt, der vor allem durch starke Quellung und Schrumpfung gekennzeichnet ist. Der Boden wurde bereits vor dem anthropogenen Auftrag des heutigen Oberbodens rigolt, d.h. bis 65 cm Tiefe bearbeitet. Das Rigolen wurde früher in Handarbeit, heutzutage mit dem Bagger, mit speziellen Rigolpflügen oder der tief arbeitenden Spatenmaschine durchgeführt. Die Rigoltiefe kann 1 m und mehr betragen.

Bodenauftrag zur Hangnivellierung, aber auch zur Verbesserung der Oberbodeneigenschaften und zur Förderung der (Jugend-) Entwicklung der Reben ist eine im Weinbau weit verbreitete Praxis. Gelegentlich wird, wie im hier gezeigten Beispiel, standortfremdes Material aufgetragen, wenn die anstehenden Böden schwer zu bewirtschaften sind.

Verbreitung

Tief bearbeitete Weinbergsböden (Rigosole) sind in allen Weinbaugebieten und auf allen Ausgangsgesteinen weit verbreitet. Bei entsprechenden klimatischen Voraussetzungen sind landwirtschaftlich nicht oder kaum nutzbare Standorte oft mit Reben bepflanzt worden (z. B. Steillagen, schwer zu bearbeitende Böden etc.).

Eigenschaften

Wasser: mittlere nutzbare Feldkapazität.

Luft: mittlere bis gute Durchlüftung im gesamten Profil, wenn nicht nass

Wärme: mittlere Erwärmung infolge des Auftrags von sandig-lehmigem Material.

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: Vorzugsweise Dauerkulturen oder Grünland, da einjährige Pflanzen in nassen oder trockenen Jahren den Boden nur schwer durchwurzeln (Gefügeproblematik).

Schwächen: Ohne den Bodenauftrag nur in kurzen Zeitfenstern und dann sehr schwer zu bearbeiten; trotz hoher Wasserhaltefähigkeit ist die nutzbare Feldkapazität nur mittel (hoher Totwasseranteil).

Bearbeitung: Bodenbearbeitung (Rigolen tiefer als Ap) ist nur in kleinen Zeitfenstern überhaupt möglich und erfordert sehr hohe Zugkraft. Der Auftrag von ca. 40 cm Bodenmaterial hat die Bearbeitbarkeit des Oberbodens erheblich verbessert.

Düngung: Organische Düngung verbessert Bearbeitbarkeit, Tragfähigkeit und Durchlüftung und beugt durch Verbesserung der Infiltration der Bodenerosion vor. Der pH-Wert hat sich an der Bodenart des Oberbodens zu orientieren und sollte im vorliegenden Fall ca 6-6,5 betragen. Bei tonreichem Oberboden sollte der pH-Wert zur Gefügeverbesserung mindestens 7 betragen, daher regelmäßig ausreichend hohe Kalkung durchführen. Das Ausgangsgestein besitzt hohe natürliche Nährstoffreserven. Der Nährstoffentzug durch die Rebe ist vergleichsweise gering, so dass geringerer Düngungsbedarf als im Ackerbau besteht.

Pararendzina aus Geschiebelehm

Ort: Bertholdshofen, Lechvorberge/Jungmoräne, Bayern



Entstehung

Durch wiederholte Abtragungsprozesse (Erosion) nur flachgründige Bodenbildung in mäßig steiler Hanglage (Jungmoräne). Durch Lösungsverwitterung wurden die carbonatischen Anteile aus dem Ah-Horizont abgeführt. Im Unterboden hat wegen des noch nicht vollständig aufgelösten Kalles noch keine nennenswerte Verbraunung eingesetzt.

Verbreitung

Landwirtschaftlich genutzter Jungmoränenbereich des Voralpenraumes, kuppige Jungmoränengebiete Mecklenburg-Vorpommerns. Ähnliche Böden finden sich auch auf den nacheiszeitlichen Terrassen der Kalkschotter führenden Alpenflüsse und im Hangbereich von Bördelandschaften (siehe Pararendzina aus Löss).

Eigenschaften

Wasser: geringe nutzbare Feldkapazität; wie bei allen Böden mit geringer Wasserspeicherfähigkeit kann dies durch hohe Niederschläge ausgeglichen werden; die Wasserversorgung der Pflanzen ist dann aber stark witterungsabhängig; gute Wasserdurchlässigkeit

Luft: gute Durchlüftung

Wärme: schnelle Erwärmung

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungseignung: Die überwiegend auf Kuppen und Hängen vorkommende flache Bodenbildung gestattet oft nur eine Grünlandnutzung; bei mehr als 1000 mm Niederschlag und nicht zu starker Hangneigung hochertragreiche Mähweiden, wegen

der hohen Wasserdurchlässigkeit rasch abtrocknend

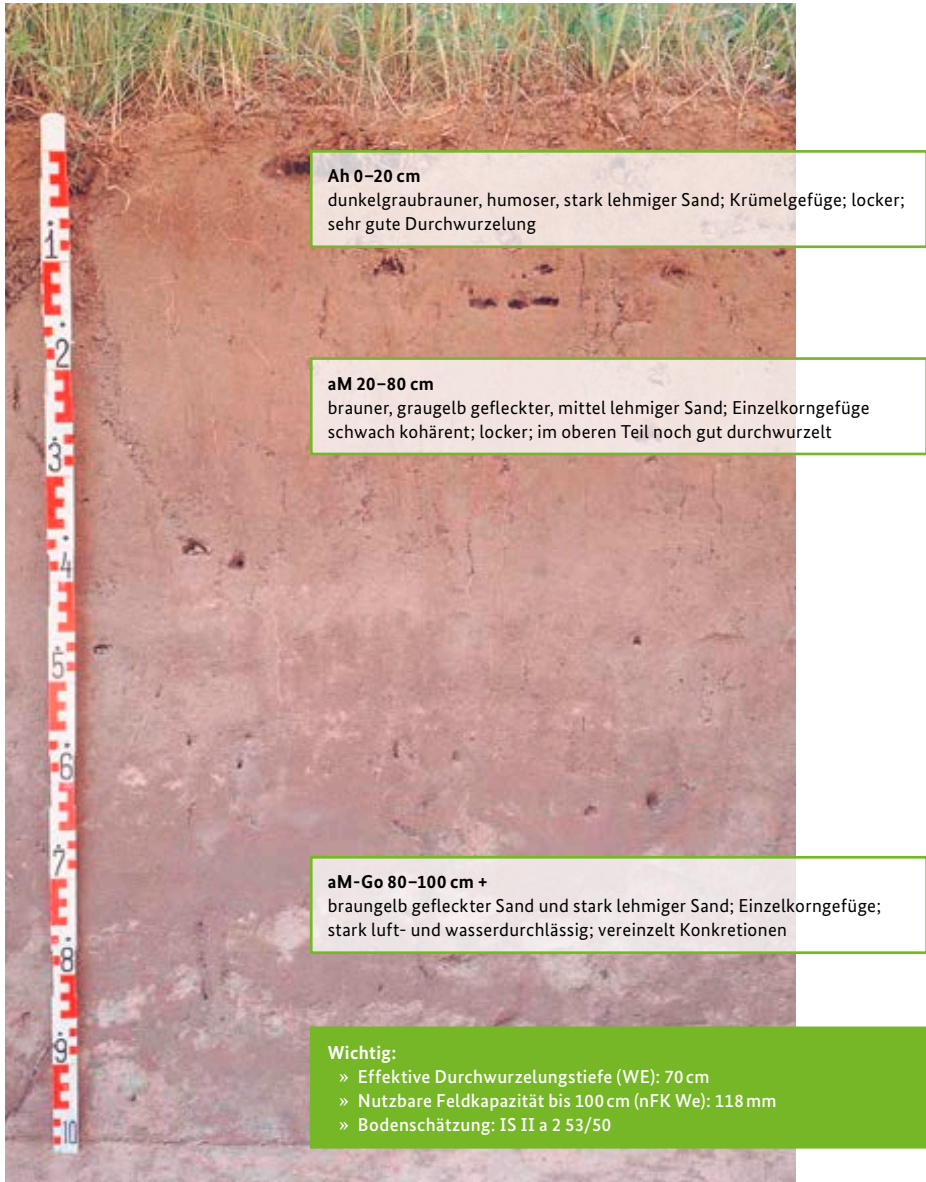
Schwächen: auf regelmäßige Niederschläge angewiesen, in Trockenperioden rasch nachlassend; bei Ackernutzung und hohen Niederschlägen stark erosionsgefährdet. Der Bodenabtrag wirkt sich erheblich schädlicher aus als auf tiefgründigen Böden. Erosionsmindernde Maßnahmen sind deshalb von besonderer Bedeutung. Von Maisanbau in Hanglagen ist abzuraten.

Bearbeitung: In Nässeperioden sollte selbst dieser relativ trockene (geringe nFK) Standort schonend beweidet werden, um Tritt- und Narbenschäden auf ein Mindestmaß zu beschränken. Unter Ackernutzung ist der Boden relativ leicht zu bearbeiten. Ziel jeder Bearbeitungs- und Bewirtschaftungsmaßnahme muss sein, die ohnehin flache Krume in ihrer Mächtigkeit zu erhalten, da der Geschiebelehm kaum durchwurzelt wird.

Düngung: Wegen des natürlichen Kalkgehaltes ist Kalkdüngung nicht erforderlich; auf Spurenelementmangel achten und ggf. als Blattdünger applizieren. Die Böden sind reich an Ca und Mg und besitzen eine gute Stickstoffnachlieferung. Um Nährstoff- und Auswaschungsverluste einzuschränken, sind Stickstoff- und Güllegaben in kleinen, häufigen Gaben zu verabreichen. Frühjahrsdüngung bevorzugen.

Vega (Brauner Auenboden) aus lehmig-sandigen Talsedimenten

Ort: Pleinfeld, Mittelfränkisches Becken, Rezataue, Bayern



Ah 0–20 cm
dunkelgraubrauner, humoser, stark lehmiger Sand; Krümelgefüge; locker; sehr gute Durchwurzelung

aM 20–80 cm
brauner, graugelb gefleckter, mittel lehmiger Sand; Einzelkornggefüge schwach kohärent; locker; im oberen Teil noch gut durchwurzelt

aM-Go 80–100 cm +
braungelb gefleckter Sand und stark lehmiger Sand; Einzelkornggefüge; stark luft- und wasserdurchlässig; vereinzelt Konkretionen

Wichtig:

- » Effektive Durchwurzelungstiefe (WE): 70 cm
- » Nutzbare Feldkapazität bis 100 cm (nFK We): 118 mm
- » Bodenschätzung: IS II a 2 53/50

Entstehung

Das Ausgangsmaterial bilden Flusssedimente in der regelmäßig überschwemmten Aue. Dabei handelt es sich überwiegend um andernorts abgetragenes Braunerdematerial, daher die tiefreichende braune Farbe und der für einen Sandboden relativ hohe Humusgehalt im Unterboden.

Verbreitung

In Flusstälern mit sandigen bis lehmigen Sedimenten, vorherrschend im ufernahen Bereich.

Eigenschaften

Wasser: mittlere nutzbare Feldkapazität; ausreichende Wasserversorgung wird durch zeitweises Ansteigen des Grundwasserstandes und kapillare Nachlieferung sichergestellt.

Luft: gute Durchlüftung im gesamten Profil

Wärme: gute Erwärmung

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungseignung: durch seine Lage im Überflutungsbereich ein natürlicher Grünlandstandort; außerhalb des Überflutungsbereichs oder binnendeichs auch Ackerland.

Schwächen: Überschwemmungsgefahr; infolge engräumig wechselnder Bodenart (sedimentationsbedingt) und unterschiedlichem Grundwassereinfluss uneinheitliche Böden

Bearbeitung: bei Grünlandnutzung zur Herstellung des Bodenschlusses im Frühjahr anwalzen; bei Ackernutzung texturbedingt problemlos. Auf schwereren (tonigeren) Talsedimenten ergibt sich ein erhöhter Kraft- und Bearbeitungsbedarf. Die Bearbeitung wird in Flusstälern durch Bodenartenwechsel und vernässte Stellen oft erschwert und muss dem jeweils am schwierigsten zu bearbeitenden Teil angepasst werden.

Düngung: auswaschungsgefährdete Böden, deshalb Stickstoffgaben aufteilen, Magnesium und Kalium nicht auf Vorrat düngen. Um Gewässereutrophierung zu vermeiden, ufernahen Bereich nicht düngen, keine Düngung vor zu erwartendem Hochwasser ausbringen.

Gley-Podsol aus eiszeitlichem Schmelzwassersand

Ort: Wehnen, Oldenburger Geest, Niedersachsen



Entstehung

Aus eiszeitlich abgelagerten, nährstoffarmen Sanden und unter Einfluss von oberflächennahem Grundwasser entwickelte sich unter Wald zunächst ein Gley-Podsol mit mächtiger Rohhumusauflage, Bleichhorizont und diffusem Eisen-Humus-Anreicherungs-horizont (Orterde). Durch tiefes Pflügen vermischten sich Rohhumus- und Bleichhorizont zu dem vorliegenden mächtigen Ap-Horizont.

Verbreitung

Niederungsgebiete der nordwestdeutschen Geestlandschaft, Münsterland, Randgebiete der Talsandniederungen (Urstromtäler) Brandenburgs und Mecklenburgs in Vergesellschaftung mit Podsol und Podsol-Gley

Eigenschaften

Wasser: mittlere nutzbare Feldkapazität; die nFK ist aber zur Abschätzung des Gesamtwasserangebotes nur bedingt geeignet, da bei nicht zu tiefem Grundwasserstand die Pflanzen in Trockenzeiten Wasser aus dem Grundwasser beziehen können. Gute Wasserdurchlässigkeit.

Luft: gute Durchlüftung in allen Horizonten

Wärme: nach Grundwasserabsenkung leicht erwärmbare Böden

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: Bei hohem Grundwasserstand ist (Graben-)Dränung die Voraussetzung für eine Ackernutzung. Für alle Anbaufrüchte geeignet, insbesondere für Früchte mit höherem Wasserbedarf, z. B. Mais und Ackerbohnen.

Schwächen: sehr geringe Nährstoffreserven; Nährstoffe fast ausschließlich auf Krume beschränkt; geringes Puffervermögen, schnelle Versauerung, auswaschungsgefährdet, kupfermangelverdächtig. Im Vergleich zu grundwasserfreien Böden ist die Abtrocknung bei Ackernutzung im Frühjahr etwas verzögert. Nach Grundwasserabsenkung manchmal unter Trockenheit leidend.

Bearbeitung: leicht zu bearbeitender Boden. Allmähliche Krumenvertiefung auf 30 bis 35 cm erhöht Ertragsfähigkeit. Tieferes Einpflügen von organischen Bestandteilen ist nicht von Nachteil, da auf diesen gut durchlüfteten Böden kaum Rotteschwierigkeiten auftreten. Ordnungsgemäße Rückverfestigung sicherstellen

Düngung: Der geringen biologischen Aktivität und dem Spurenelementmangel ist am besten durch Wirtschaftsdünger zu begegnen. Nährstoffverluste durch Auswaschung können durch bedarfsgerechtes Ausbringen der Düngung kurz vor oder während der Vegetationsperiode vermindert werden. Der Ziel-pH-Wert liegt zwischen 5,0 und 5,5 und ist durch regelmäßige kleine Gaben an Kohlensäurem Kalk, besser noch Kohlensäurem Magnesiumkalk sicherzustellen. Zu hohe Kalkgaben und pH-Werte verstärken Spurenelement- und Nährstoffmangel. Kalium nicht auf Vorrat, sondern jährlich düngen, weil der Boden Kationen nur schlecht zurückhält (geringe Kationenaustauschkapazität).

Kalkmarsch (Seemarsch) aus lehmig-schluffigen Meeressedimenten

Ort: Grimersum, Ostfriesische Marsch, Niedersachsen



Entstehung

Ausgangsmaterial ist der im Gezeitenbereich abgelagerte, kalkreiche Schlick. Mit der Eindeichung und Entwässerung begann die Entsalzung und der Aufbau eines Humuskörpers. Die Kalkmarsch ist ein sehr junger, meist weniger als 300 Jahre alter Boden und ist daher noch bis in den Oberboden kalkhaltig.

Verbreitung

Im nordwestdeutschen Küstengebiet, auf den zuletzt eingedeichten Landflächen.

Eigenschaften

Wasser: sehr hohe nutzbare Feldkapazität, mittlere bis gute Wasserleitfähigkeit, Grundwasseranschluss

Luft: mittlere Durchlüftung im gesamten Durchwurzelungsbereich

Wärme: infolge hoher Wasserspeicherefähigkeit im Frühjahr verzögerte Erwärmung

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungseignung: nach Eindeichung, Entwässerung und Auswaschung der Meersalze für intensivste Ackernutzung bestens geeignet. Die jungen Kalkmarschen gehören zu den fruchtbarsten Ackerböden mit den höchsten Weizenerträgen. Die Ertragsfähigkeit lässt mit fortschreitender Entkalkung nach.

Schwächen: langsames Abtrocknen, etwas kalt, bei höheren Tongehalten zunehmende Bearbeitungsschwierigkeiten

Bearbeitung: Bearbeitungsaufwand ähnlich wie auf mittelschweren Lösslehmböden.

Um Verschlammung und Verdichtungen zu vermeiden, nicht zu fein bearbeiten und ausreichendes Abtrocknen abwarten. Mittlere Pflugtiefen von 25 bis 30 cm sind ausreichend. Tieferes Pflügen bringt kaum Vorteile, allenfalls, wenn dadurch kalkreiches Unterbodenmaterial in die Krume eingemischt wird.

Düngung: natürliche Nährstoffversorgung mittel bis gut; hohes Transformationsvermögen. Die Auswaschungsgefahr ist aufgrund der sehr hohen Wasserspeicherfähigkeit relativ gering. Wegen der niedrigen Humusgehalte ist die Versorgung mit reichlich organischer Masse wichtig; sie verbessert die Oberflächenabtrocknung und wirkt der Verschlammungsgefahr entgegen, die besonders dann akut wird, wenn der Kalkgehalt abnimmt. Um Rotteschwierigkeiten zu vermeiden, dürfen Wirtschaftsdünger zunächst nur flach eingearbeitet werden.

Knickmarsch über fossiler Dwogmarsch aus tonigen Brackwassersedimenten

Ort: Infeld, Wesermarsch, Niedersachsen



Entstehung

Ausgangsmaterial sind tonige, brackige Seesedimente, die in mehreren Sedimentationsperioden abgelagert sein können. Der in einer Sedimentationspause ausgebildete, später durch jüngere Sedimente begrabene humose Bodenhorizont (fAh-Gr) wird als „Dwog“ bezeichnet. Das Sediment war bereits ursprünglich kalkfrei oder kalkarm. Nach einer bereits frühen Eindeichung (Altmarsch) führten Entsalzung, Entkalkung und Humusbildung zu der heute vorliegenden Bodenbildung.

Verbreitung

Ältere, schon länger eingedeichte Marschböden im Hinterland der Kalkmarschen im Küstengebiet der Nordsee

Eigenschaften

Wasser: mittlere nutzbare Feldkapazität; lang anhaltender Stauwassereinfluss bis in die Krume

Luft: in der Krume wechselnde, im Unterboden schlechte Durchlüftung

Wärme: sehr langsame Erwärmung

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: Grundwasserabsenkung und die Ableitung des Oberflächenwassers sind die Voraussetzung für jede landwirtschaftliche Nutzung. Guter natürlicher Grünlandstandort (Fuchsschwanzwiesen) unter günstigen Witterungsbedingungen 4 bis 5 Nutzungen (Mähweide). Bei nicht zu schwerer Bodenart und gelungener Dränung auch als Acker nutzbar; es können mittlere Weizenträge erzielt werden. Böden mit

über 35 % Ton sollten dem Grünland vorbehalten bleiben.

Schwächen: schwere Bearbeitbarkeit, Trittempfindlichkeit bei Weidenutzung; als Ackerland nur mittlere Ertragsleistung, ertragsunsicher; aufgrund des engen Ca:Mg-Verhältnisses strukturlabile Böden, langsame Erwärmung. Ackerfuchsschwanz kann, wie bei anderen schweren, nassen Böden, zum Problem werden.

Bearbeitung: Die bekannten Probleme bei der Bearbeitung schwerer Böden werden durch die schwer regelbaren Wasserverhältnisse noch verschärft. Der Kraftbedarf für Pflugarbeit und Nachbearbeitung ist ungewöhnlich hoch und zeitraubend. Befahren bei Nässe im Frühjahr verursacht schwer behebbare Strukturschäden. Drainage kontrollieren.

Düngung: Bei Ackernutzung müssen diese Böden zur Verbesserung der Bodenstruktur durch Meliorationskalkung in den alkalischen Bereich überführt werden. Von Natur aus gute P-, K- und Mg-Versorgung. Wegen des guten Kalinachlieferungsvermögens kann die Kalidüngung u. U. reduziert und in größeren Gaben verabreicht werden (sehr hohe Kationenaustauschkapazität). Die Auswaschungsgefahr ist gering.

Niedermoor über Kalkschotter

Ort: Zengermoos, Erdingermoos, Bayern



Entstehung

Der Boden entstand nacheiszeitlich dort, wo sich an Quellaustritten und in Flachwasserbereichen eine üppige Vegetation von Laubmoosen, Seggen und Schilf entwickeln konnte. Die abgestorbenen Pflanzenteile werden im Grundwasserbereich konserviert, die Vegetation wächst auf ihren eigenen Rückständen, gespeist vom kalkhaltigen Grundwasser, langsam immer höher. Moore speichern daher große Mengen Kohlenstoff, den die torfbildenden Pflanzen zuvor der

Atmosphäre entzogen haben. Mit der Entwässerung und Kultivierung wird die Luftzufuhr erhöht und die Torfbildung beendet; nachfolgend nimmt durch Sackung und Zersetzung (Vererdung) die Torfmächtigkeit laufend ab. Die mikrobielle Torfzersetzung setzt große Mengen des klimarelevanten CO₂ frei. Aus diesem Grunde, aber auch aus Naturschutzgründen gilt den Niedermoores besonderes Interesse. Sie zu erhalten oder – sofern möglich – in einen naturnahen Zustand (zurück) zu versetzen ist ein häufig

formuliertes politisches Ziel. Das Gleiche gilt für die Hochmoore! (s. Seite 74/75)

Verbreitung

Verlandende Seen, Senken, Flusstäler und Schotterflächen im Alpenvorland mit bis an die Oberfläche reichendem Grundwasser; in Bayern z. B. Donaumoos, Dachauer, Freisinger und Erdinger Moos, verbreitet in Niedersachsen in tiefen Lagen der Altmoränenlandschaft, dann jedoch über kalkfreiem Substrat. Oft für landwirtschaftliche Zwecke stark verändert: entwässert, übersandet, tiefgepflügt etc. (siehe Treposol)

Eigenschaften

Wasser: sehr hohe Wasserspeicherfähigkeit der Torfhorizonte (Wassergehalt bis zu 85 % des Bodenvolumens), die jedoch von den Kulturpflanzen wegen geringer Durchwurzelungstiefe nicht genutzt wird; hohe Waserdurchlässigkeit

Luft: sehr gute Durchlüftung im oberen, mittlere Durchlüftung im unteren Krumbereich, bei Wassersättigung Luftmangel im Unterboden

Wärme: schnelles Erwärmen und Abtrocknen der obersten, lockeren Bodenschicht, diese bildet eine Isolierschicht, die den Wärmeaustausch zwischen Luft und Boden behindert, deshalb verzögertes Erwärmen der tieferen Bodenschichten im Frühjahr, schlechte Wärmeabgabe des Bodens an die bodennahen Luftschichten, geringe Frosttiefe

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: Durch Entwässerung wurde in der Vergangenheit die

Voraussetzung für landwirtschaftliche Nutzung geschaffen. Guter Grünlandstandort für Mähnutzung; für Weidenutzung wegen geringer Trittfestigkeit weniger geeignet. Bei Ackernutzung Torfabbau bis zu 1 cm/Jahr. Gut geeignet für Sonderkulturen, wie Gelbe Rüben, Schwarzwurzeln, Gewürze, Kräuter für Tees u. a. Gute Vermehrungslage für Kartoffeln.

Schwächen: Spurenelementmangel; aufgrund des ungünstigen Wärmehaushaltes starke Auswinterungs-, Früh- und Spätfrostgefahr; unter Ackernutzung Neigung zu Puffigkeit (hoher Benetzungswiderstand) und starker Verunkrautung. Infolge Vererdung des Torfes (Zerstörung der ursprünglichen Struktur der Pflanzenreste im Torf) sehr hohes Risiko von Winderosion.

Bearbeitung: leicht zu bearbeitende Böden, geringer Zugkraftbedarf. Da jede Bearbeitung den Humusabbau beschleunigt, sollte sie möglichst sparsam gehandhabt werden; dies gilt besonders für die Frühjahrsbearbeitung. Nach Winterausgang ist in der Regel ein Anwalzen der aufgefrorenen Oberkrume erforderlich. Oft starker Unkrautdruck; Bodenherbizide sind aber wegen ihrer Festlegung an Humuskolloide nur eingeschränkt wirksam. Pfluglose Bearbeitung wirkt der Winderosion entgegen.

Düngung: geringe P- und K-Versorgung; starke N-Nachlieferung durch Humusabbau. Von daher geringer N-Düngerbedarf, doch kann bei verspätet einsetzender Mineralisation auf eine Startgabe im Frühjahr oft nicht verzichtet werden. Die Auswaschungsgefahr nimmt mit zunehmendem Zersetzungsgrad ab. Auf ausreichende Spurenelementversorgung ist zu achten.

Hochmoor

Ort: Augustendorf, Wesermünder Geest, Niedersachsen



Entstehung

In Gebieten mit hohen Niederschlägen, hoher Luftfeuchtigkeit und geringer Verdunstung auf feuchter, nährstoff- und basenarmer, wenig wasserdurchlässiger Unterlage (z. B. Ortstein) durch Aufwachsen torfbildender Pflanzen (Torfmoos, Wollgras und andere) hauptsächlich in der nacheiszeitlichen Wärmeperiode (ca. 6000 bis 500 v. Chr.) entstanden; auch durch Aufwachsen von Niedermooren aus dem Grundwasserbereich;

Weißtorfbildung in der anschließenden, kühleren Klimaperiode bis in die Neuzeit. Der Name „Hochmoor“ kommt von der uhr-glasförmigen Aufwölbung des Moorkörpers. Moore speichern daher große Mengen Kohlenstoff, den die torfbildenden Pflanzen zuvor der Atmosphäre entzogen haben. Nicht ackerbaulich genutzte Moore besitzen jährliche Torfzuwachsrate von 0,1 bis 1,0 mm. Nach Entwässerung werden große Mengen CO_2 mikrobiell freigesetzt.

Verbreitung

Vorwiegend in den Feuchtgebieten Nordwestdeutschlands (Niedersachsen, Schleswig-Holstein) und am nördlichen Alpenrand; lokale Vorkommen in Mecklenburg-Vorpommern sowie in den Mittelgebirgen; insgesamt etwas über 3000 km²

Eigenschaften

Wasser: nutzbare Feldkapazität nur mittel; gute kapillare Nachlieferung aus dem wenig zersetzten Unterboden; Wasserdurchlässigkeit in den oberen Horizonten gut, in der Schwarztorfschicht gehemmt

Luft: Durchlüftung abhängig vom Grad der Entwässerung; gute Durchlüftung im Krumbereich; Luftmangel mit steigender Wassersättigung nach der Tiefe zunehmend

Wärme: aufgrund der hohen Wasserspeicherkapazität kalte Böden; durch Abtrocknen und Erwärmen der obersten lockeren Bodenschicht Bildung einer Isolierschicht, die den Wärmeaustausch zwischen Boden und Luft behindert und für Früh- und Spätfrostschäden verantwortlich ist

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: nach der Entwässerung für Grünland-, bedingt für Ackernutzung geeignet; bei intensiver Grünlandnutzung hohe Ertragsleistung (bis zu vier Schnitte); heute oft Naturschutzflächen. Ackernutzung nur, solange Torf noch wenig zersetzt (vererdet) ist und der Schwarztorf (Staukörper) nicht höher als 80 cm unter der Geländeoberfläche ansteht; Getreide (außer Weizen-), Kartoffel- und Maisanbau möglich, letzterer durch Spät- und Frühfröste stark gefährdet; Ertragspotential für Grünland wesentlich höher als für Getreide

Schwächen: aufgrund des ungünstigen Wärmehaushalts Schäden durch Früh- und Spätfröste (in manchen Jahren kein frostfreier Monat); sehr geringe Nährstoff- und Spurenelementgehalte, starke Auswaschungsgefahr; wechselhaft infolge unterschiedlichen Zersetzungsgrades. Bei Grünlandnutzung: geringe Trittfestigkeit; starke Verunkrautung und das Auftreten von *Tipula* (Wiesenschnake) führen zu Lückenbildung und erfordern häufig Neuansaat bei Intensivnutzung. Bei Ackernutzung starker Torfschwund; Ernteschwierigkeiten bei Nässe (Mais); sehr hoher Unkrautdruck

Bearbeitung: Grünlandnutzung: Anwalzen, um die Narbe zu festigen und um die Wärmeleitfähigkeit zu verbessern; bei höchster Nutzungsintensität häufiger Umbruch und Neuansaat unumgänglich; um Narbenschäden (Versinken) zu vermeiden. Bodenschonende Bereifung verwenden. Ackernutzung: so wenig Bearbeitung wie möglich, um die Faser- und Grobstruktur des Weißtorfes zu erhalten. Stoppelbearbeitung am besten mit Grubber und Nachläufer. Für die Grundbodenbearbeitung ist der Pflug wegen seiner unkrautunterdrückenden Wirkung nicht zu ersetzen (flach eingemulchtes Unkraut wächst sofort wieder an).

Düngung: regelmäßige, nicht zu hohe Düngergaben (Entzugsdüngung). Die P- und K-, Mg-, S- und Bordüngung Düngung im Frühjahr ist der Herbstdüngung vorzuziehen. Das pH-Optimum beträgt 4,0 bis 4,5.

Hohe Kalk- und Güllegaben sind zu vermeiden, da sie den Torfabbau beschleunigen und die Tragfähigkeit des Bodens beeinträchtigen.

Plaggensch aus Geschiebesand

Ort: Wehnen, Oldenburger Geest, Niedersachsen



Entstehung

Auf den sehr nährstoffarmen, von den eiszeitlichen Schmelzwässern aufgeschütteten Sanden entwickelte sich zunächst ein Podsol, wie an dem Ae- und Bhs-Horizont zu erkennen ist. Um die Fruchtbarkeit dieser Böden zu verbessern, entwickelten die Landwirte im nordwestdeutschen Flachland ein besonderes Verfahren: die Plaggenwirtschaft. Aus den siedlungsfernen, schlechter nutzbaren Flächen wurde die oberste Bodenschicht (Heide-Plaggen, seltener auch Grassoden) flach abgestochen, als Einstreu in die Viehställe gefahren und nach Anreicherung mit den tierischen Exkrementen auf den ortsnäheren, etwas höher gelegenen Teil der beackerten Feldflur (= Esch) gebracht. Ergebnis dieser seit dem frühen Mittelalter praktizierten Plaggendüngung sind mächtige humose Horizonte. Die Auflagemächtigkeiten schwanken zwischen 40 und 150 cm. Graue Plaggenesche sind im Wesentlichen aus Heideplaggen entstanden.

Verbreitung

Nordwestdeutschland (Emsland, Ammerland, Oldenburger und Osnabrücker Raum sowie Münsterland); vorwiegend auf Sanden der vorletzten (Saale-) Eiszeit (Geest)

Eigenschaft

Wasser: geringe bis mittlere, bei größerer Auflagemächtigkeit mittlere bis hohe nutzbare Feldkapazität

Luft: gute Durchlüftung im gesamten Wurzelraum

Wärme: infolge dunkler Farbe leicht erwärmbare Boden

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: für alle Getreidearten, Mais, Kartoffeln und Stoppelsaaten geeignet

Schwächen: bei sandigen Substraten relativ geringes Puffervermögen; starke Auswaschungsgefahr; starker Wechsel der Plaggenauflage auf engem Raum hat ungleiche Abreife zur Folge; starke Winderosionsgefahr.

Bearbeitung: leicht zu bearbeitende Böden; Grundbodenbearbeitung mit Pflug in Kombination mit Packer und Nachläufer. Für eine gleichmäßige Saatgutablage ist eine ausreichende Rückverfestigung eine wichtige Voraussetzung. Grubber- statt Pflugeinsatz ist gelegentlich, besonders nach Kartoffeln, möglich. Zapfwellengetriebene Bodenbearbeitungsgeräte sind auf den leicht zu bearbeitenden Böden nicht erforderlich.

Düngung: Kali und Magnesium werden auf diesem Boden stark ausgewaschen. Diese Nährstoffe sind daher regelmäßig bedarfsgerecht, am besten zu vor Vegetationsbeginn, zu düngen. Mittlere P-Gaben sind in der Regel ausreichend (Erhaltungsdüngung). Um einen erhöhten Humusabbau zu vermeiden, ist bei der Kalkung Zurückhaltung geboten; pH-Werte knapp über 5 sind ausreichend; Kalkgaben teilen.

Die Fruchtbarkeit der Böden hängt im Wesentlichen von der Substratzusammensetzung, von ihrem Humusgehalt und von der Mächtigkeit der humosen Auflage ab. Um sie zu erhalten, ist eine regelmäßige organische Düngung zweckmäßig.

Pararendzina aus Kipp-Löss

Ort: Tagebau Fortuna, Rheinisches Braunkohlenrevier, Nordrhein-Westfalen



Entstehung

Durch den übertägigen Bergbau zur Rohstoffgewinnung werden u. a. in der Niederrheinischen Bucht große Flächen abgegraben, ausgekohlt und anschließend verfüllt. Um diese Flächen für die Land- bzw. Forstwirtschaft wieder nutzbar zu machen, wird der abgegrabene Löss mitsamt der darin entwickelten Böden bei der Rekultivierung in 2 bzw. 1 m Mächtigkeit auf der Oberfläche verkippt, planiert und wieder in Kultur genommen. Zu Beginn der Rekultivierung sind die Humusgehalte sehr gering und die Böden sind als Lockersyroseme anzusprechen; sie entwickeln sich auf kalkhaltigem Löss durch gezielte humusmehrende Bewirtschaftung in einigen Jahren zu Pararendzinen.

Verbreitung

Böden aus Kippsubstraten sind auf Bergbaugebiete begrenzt. Größere Flächenausdehnung besitzen sie in den Braunkohletagebaugebieten Brandenburgs, Nordrhein-Westfalens und Sachsens.

Eigenschaften

Wasser: sehr hohe nutzbare Feldkapazität

Luft: mittlere bis gute Durchlüftung im gesamten Profil

Wärme: mittlere Erwärmung

Die Bodeneigenschaften variieren in Abhängigkeit vom verkippten Bodenmaterial und dem Rekultivierungsverfahren sehr stark. Bei starker Verdichtung dieser anfangs strukturlabilen und wenig tragfähigen Böden sind manchmal Meliorationsmaßnahmen wie Tiefenlockerung erforderlich.

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungsseignung: ist in aller Regel gut als Ackerland nutzbar. Aufgrund der geringen Gefügestabilität in den ersten Jahren nach der Herstellung erfordern diese Böden allerdings vom Bewirtschafter einen ganz besonders sorgfältigen, sehr bodenschonenden Umgang. Humusaufbau durch organische Düngung und Zwischenfruchtanbau ist anzustreben. Anbau von Pfahlwurzlern (z. B. Raps, Luzerne) fördert die Bildung von Bioporen zur Erschließung des Unterbodens.

Schwächen: geringe Gefügestabilität in den ersten Jahren, erhöhte Verdichtungs- und Erosionsgefährdung, sehr geringer Humusanteil, geringe Nährstoffgehalte.

Bearbeitung: zur Ackernutzung müssen weitgehend trockene Bodenverhältnisse vorherrschen. Gegebenenfalls ist eine Bedarfsdränung der Nassstellen erforderlich. Bodenschonende Bereifung ist unverzichtbar, hohe Auflasten durch schwere Erntemaschinen vermeiden, um jeglicher Schadverdichtung vorzubeugen.

Düngung: wegen der geringen Konzentrationen aller Nährstoffe sind in den ersten Jahren erhöhte Düngegaben erforderlich (Aufdüngung). Wegen des hohen pH-Wertes sind zudem P und Spurenelemente schlecht verfügbar. Kalkung nicht erforderlich; ggf. physiologisch sauer wirkende N-Dünger einsetzen.

Kolluvisol aus Geschiebemergel

Ort: Siggen, Neuweiher, Kreis Ravensburg, Baden-Württemberg



Entstehung

Erodiert das Bodenmaterial eines Oberhanges, so wird es in aller Regel am Hangfuß zum so genannten Kolluvisol akkumulieren. Der Abtrag von Bodenmaterial durch oberflächlich abfließendes Wasser und die Akkumulation zu einem Kolluvisol ist für den Menschen meist nicht oder nur nach Extremereignissen sichtbar. Gemessen in pedogenetischen Zeiträumen erfolgt er jedoch sehr schnell. Überwiegend kommt es zu einer sukzessiven Akkumulation über lange Zeiträume. Frühe Bildungen von Kolluvisolen können in die Römerzeit und ins Mittelalter datiert werden; Erosion und Kolluviation dauern bis heute an, v. a. nach Starkniederschlägen in Reihenkulturen (Mais, Kartoffeln, Zuckerrüben) vor dem Bestandsschluss.

Verbreitung

Der Bodentyp des Kolluvisols ist zwar in hängigen Gebieten stark verbreitet, jedoch häufig lediglich kleinflächig vorzufinden.

Eigenschaften

Wasser: mittlere bis hohe nutzbare Feldkapazität, hohes Porenvolumen

Luft: gute Durchlüftung

Wärme: leicht erwärmbar

Hinweise für die Bewirtschaftung

Nutzungseignung: Durch die Akkumulation von Bodenmaterial ist die Solummächtigkeit beim Kolluvisol deutlich erhöht, somit auch die Durchwurzelbarkeit. In Gebieten mit überwiegend flachgründigen Böden bedeutet dies, dass stellenweise höherwertige Böden entstehen. Weil sich zudem der

Abtrag von Bodenmaterial auf den Feinböden beschränkt, werden auch die bodenphysikalischen Eigenschaften, insbesondere die Wasserspeicherkapazität verbessert – jedoch auf Kosten der erodierten Böden am Hang. Für die landwirtschaftliche Nutzung zählt der Kolluvisol somit zu den ertragreichen Ackerstandorten: Er ist meist tiefgründig, besitzt eine hohe Wasserspeicherkapazität, ein hohes Porenvolumen, eine hohe Wasserdurchlässigkeit und ist tiefreichend humos.

Schwächen: wegen der Lage am Hangfuß oder auch in Senken kann es zu Oberflächenwasserzufluss kommen, der die Nutzbarkeit einschränken kann

Bearbeitung: ist abhängig vom Wasserzufluss bzw. Grundwasserstand

Düngung: Die Nährstoffversorgung eines Kolluvisols ist in aller Regel gut, so dass Erhaltungsdüngungen ausreichend sind.

Begriffserläuterungen

Ausgangsgestein

Ausgangsgesteine sind feste oder lockere (grabbare), natürliche Mineralgemenge, aus denen sich Böden über lange Zeiträume bilden. Sie liefern die Minerale eines Bodens entweder direkt oder aus Lösungsprodukten, die bei der Verwitterung entstehen. Durch die Zusammensetzung und Struktur des Ausgangsgesteins wird der sich daraus entwickelnde Bodentyp entscheidend geprägt. Auch lockere Gemische mit sehr unterschiedlichen Bestandteilen und Altern sind Ausgangsgesteine im bodenkundlichen Sinne. Beispiele (in unterschiedlichen Kontexten) sind Geschiebemergel, Auenlehm, Fließerden, Solifluktionsdecken, Deckschichten, Hanglehme u. a. m.

Bodenform

Die Bodenform ist eine Kombination aus einer bodensystematischen und einer substratsystematischen Kategorie mit dem Ziel der umfassenden, systematisierten Charakterisierung eines Bodenkörpers. Sie stellt allerdings selbst keine systematische Kategorie dar.

Bodenhorizonte

Bodenhorizonte sind annähernd parallel zur Erdoberfläche angeordnete Bereiche aus organischem, organomineralischem oder mineralischen Material mit charakteristischen Merkmalen, hervorgerufen durch bodenbildende Prozesse. Ihre vertikale Abfolge studiert man an einem senkrechten Schnitt, dem so genannten Bodenprofil. Im Gegensatz zu Bodenhorizonten wurden Schichten

durch geologische Prozesse differenziert, z. B. durch glaziale Transportprozesse, fluviale Sedimentation usw.

Bodenprofil

Das Bodenprofil ist ein senkrechter, im Idealfall repräsentativer Ausschnitt aus dem Boden von der Geländeoberfläche bis zum nicht verwitterten Ausgangsgestein. Bodenkundler sind auf natürliche oder künstliche Aufschlüsse angewiesen, um die Abfolge der Bodenhorizonte studieren zu können. Das Bodenprofil ist Grundlage für die Bodenkartierung.

Durch die Bodenentwicklung entstanden meist gut voneinander abgrenzbaren Bereiche (so genannte Bodenhorizonte). Zur Charakterisierung der Böden wird u. a. zwischen der organischen Auflage (Humusaufgabe, L- und O-Horizonte), dem mit organischer Substanz angereicherten Oberboden (A-Horizont), dem Unterboden (B-Horizont) und dem Ausgangsgestein (C-Horizont) unterschieden. Daneben gibt es u. a. Symbole für Horizonte, die von Stauwasser (S) oder Grundwasser geprägt sind. Die Bodenhorizonte werden mit lateinischen Großbuchstaben gekennzeichnet. Nachgestellte Kleinbuchstaben geben die besonderen Merkmale und Eigenschaften des Horizontes wieder, z. B. Ah für den humosen Oberboden oder Bv für den verbrauchten Unterboden.

Die Art, Anzahl und Anordnung der einzelnen Bodenhorizonte kennzeichnen bei der Betrachtung des Bodenprofils die Zugehörigkeit eines Bodens zu einem bestimmten

Bodentyp, der die gleiche Entwicklung durchlaufen hat. Je länger und ungestörter die Bodenentwicklung voranschreitet, desto weiter ist ein Boden entwickelt und desto ausgeprägter sind seine bodentypischen Merkmale.

Bodentyp

In einem Bodentyp werden Böden mit charakteristischer Abfolge und Ausprägung der Bodenhorizonte zusammengefasst. Diese Böden sind unter ähnlichen Bedingungen der Bodenentwicklung entstanden und weisen etwa denselben Entwicklungsstand auf.

Literatur

Gesetze und Verordnungen

BBODSCHG –
BUNDES-BODENSCHUTZGESETZ (1998):
Gesetz zum Schutz des Bodens.
Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1998, Teil 1,
Nr. 16, 9 S.; BBodSchG, Bonn, das zuletzt
durch Gesetz vom 20.07.2017 (BGBl. I S. 2808)
geändert worden ist.

BBODSCHV – BUNDES-BODENSCHUTZ-
UND ALTLASTENVERORDNUNG (1999):
Verordnung zur Durchführung des BBod-
SchG. Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1999,
Teil 1, Nr. 36, 29 S.; BBodSchV, Bonn. Zuletzt
geändert durch Artikel 3 Absatz 4 der Ver-
ordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I
S. 3465).

BODSCHÄTZG – GESETZ ZUR SCHÄTZUNG
DES LANDWIRTSCHAFTLICHEN
KULTURBODENS (2007)
Bodenschätzungsgesetz vom 20. Dezember
2007 (BGBl. I S. 3150, 3176), das durch Artikel
232 der Verordnung vom 31. August 2015
(BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.

Bücher und Anleitungen

LUDGER H., Bodenkunde Xpress (2018):
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN,
Bodenkundliche Kartieranleitung
(2005), 5. Aufl., 438 S.; Schweizerbart'sche
Verlagsbuchhandlung, Hannover/Stuttgart.

DIETZ, TH. und H. WEIGELT,
Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung –
48 Bodenprofile in Farbe (1987): BLV Verlags-
gesellschaft mbH, München

SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL,
Lehrbuch der Bodenkunde (2018): 17. Aufl.,
149 S.; Springer Spektrum, Berlin

DLG e.V. (Hrsg.), Schonende Boden-
bearbeitung – Systemlösungen für
Profis (2008): 250 S., DLG-Verlags-GmbH,
Frankfurt/Main.

K. STAHR ET AL., Bodenkunde und
Standortlehre (2016): 320 S., Verlag Eugen
Ulmer, Stuttgart

Sonstige Quellen (Internet, Filme etc.)

BODENATLAS Deutschland:

www.bodenatlas.de

BUNDESVERBAND BODEN E. V.:

www.bodenwelten.de

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR
UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ:

Handreichung „Lernort Boden“

[www.stmuv.bayern.de/themen/boden/
lernort_boden/index.htm](http://www.stmuv.bayern.de/themen/boden/lernort_boden/index.htm)

KURATORIUM BODEN DES JAHRES:

Internetpräsentation der Aktion „Boden des
Jahres“ der Deutschen Bodenkundlichen
Gesellschaft, des Bundesverbandes Boden
sowie des Ingenieurtechnischen Verbandes
für Altlastenmanagement und Flächen-
recycling

www.boden-des-jahres.de



KTBL-Veröffentlichungen



Klimaschutz in der Landwirtschaft Erscheinungsjahr 2017

Das Heft liefert einen Überblick über die wichtigsten Quellen von Treibhausgasen in landwirtschaftlichen Betrieben und zeigt auf, wie Landwirte die Emissionen in ihrem Betrieb mindern können. 2017, 60 Seiten, Bestell-Nummer 40119,

ISBN 978-3-945088-47-0, Preis 9,00 €



Faustzahlen für die Landwirtschaft

Als verlässliches Nachschlagewerk für produktionstechnische, betriebswirtschaftliche und unternehmerische Kenndaten gehören die „Faustzahlen für die Landwirtschaft“ zu den Standardwerken der Agrarliteratur. Für die 15. Auflage haben rund 80 Expertinnen und Experten aus ihren Fachgebieten interessante und aussagefähige Daten bedeutsamer Quellen zusammengetragen und mit eigenem Wissen ergänzt. Mit den Ergebnissen lassen sich viele Fragen ohne weitere Recherche beantworten.

2018, 15. Auflage, 1386 Seiten, Bestell-Nummer 19523,
ISBN 978-3-945088-59-3, Preis 30,00 €



Betriebsplanung Landwirtschaft 2018/19

Maschinenkosten kalkulieren oder Arbeitsprozesse und Produktionsverfahren planen: Für die Betriebszweige Pflanzenproduktion und Tierhaltung bietet die 26. Auflage des KTBL-Standardwerkes umfassende Daten und Informationen.

2018, 26. Auflage, 776 Seiten, Bestell-Nummer 19524,
ISBN 978-3-945088-62-3, Preis 26,00 €

Bestellung an: KTBL, Bartningstraße 49, D-64289 Darmstadt
Tel.: 49 6151 7001-189; Fax: 49 6151 7001-123
E-Mail: vertrieb@ktbl.de; www.ktbl.de

BZL-Medien



Böden in der Landwirtschaft

Das Poster stellt 9 Bodentypen vor, die landwirtschaftlich genutzt werden, sowie einen Weinbergsboden. Bei der Auswahl wurde von der Überlegung ausgegangen, dass ein vorgestelltes Bodenprofil typisch sein sollte im Hinblick auf seine Verbreitung innerhalb einer bestimmten Agrarlandschaft. Neben der Horizontabfolge wird jeweils die mögliche landwirtschaftliche Nutzung beschrieben.

Poster, DIN A 1 (gefaltet auf DIN A 4),
Erstauflage 2019, Bestell-Nr. 0046



Sicher transportieren in der Land- und Forstwirtschaft

Sicherheit steht beim Transport an erster Stelle. Holen Sie sich daher in diesem Heft das nötige Know-how. Egal, was Sie transportieren, ob Getreide, Stroh, Zuckerrüben, Silage, Gülle oder Holz: Erfahren Sie anhand von Beispielen, wie Sie diese Ladungen sichern und was beim Beladen zu beachten ist. Informieren Sie sich auch über die wichtigsten gesetzlichen Vorgaben und lesen Sie, wer im Schadensfall haftet. Besonders praktisch sind die Zahlen zur Schüttdichte und zu den Ladeigenschaften wichtiger landwirtschaftlicher Erzeugnisse. Zusätzlich gibt es Tipps zum richtigen Verhalten im Falle eines Unfalls. Auf sicheres Bremsen mit Anhänger weist der herausnehmbare Aufkleber hin.

Heft, DIN A5, 56 Seiten, 7. Auflage 2019, Bestell-Nr. 1574



Zwischen- und Zweitfrüchte im Pflanzenbau

Die eigentlich vegetationslose Zeit mit Zwischen- und Zweitfrüchten zu nutzen, hat viele Vorteile: Sie verbessern den Boden durch verbleibende Pflanzenreste auf dem Acker. Außerdem schützen sie Umwelt und Gewässer, weil durch sie Bodenerosion und Nährstoffaustrag vermindert und Biodiversität erhöht wird. In dieser Broschüre lesen Sie, wie Sie Zwischenfrüchte in Ihre Anbausysteme integrieren können: durch Unter- und Stoppelsaaten, Sommer- und Winterzwischenfruchtbau oder durch Zweitfruchtanbau. Dieser wird heute zunehmend durch den Anbau von Futter- oder Energiepflanzen praktiziert.

Broschüre, DIN A5, 140 Seiten, 2. Auflage 2018, Bestell-Nr. 1060



Integrierter Pflanzenschutz

Dieses Heft macht das Konzept des integrierten Pflanzenschutzes verständlich. Sie lesen nicht nur, wie man Pflanzenschutz durch acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen realisieren kann. Auch wie Sie Nützlinge schützen, fördern und einsetzen, kommt zur Sprache. Ebenfalls ein wichtiges Thema: der sachgerechte chemische Pflanzenschutz nach dem Schadensschwellenprinzip.

Heft, DIN A5, 52 Seiten, 7. Auflage 2018, Bestell-Nr. 1032



Hecken und Raine in der Agrarlandschaft Bedeutung – Neuanlage – Pflege

Seit Jahrhunderten prägen Feldraine und Hecken die Agrarlandschaft. Unzählige Tiere und Pflanzen finden hier ihren Lebensraum. Es lohnt sich also, diese Saumbiotope zu erhalten oder sie als Lebensraum neu zu schaffen. Die Broschüre will Landwirtschaft, Beratung und Naturschutz zu gemeinsamem Handeln aufrufen. Praktische Beispiele führen die vielfältigen Funktionen von Hecken und Rainen vor Augen. Das Heft zeigt auch, wie man Saumbiotope anlegt und was bei Erhalt und Pflege zu beachten ist.

Broschüre, DIN A5, 100 Seiten, Erstauflage 2018, Bestell-Nr. 1619



Agrarmeteorologie

Wie beeinflussen Wetter und Klima unsere Kulturpflanzen? Welche Empfehlungen lassen sich daraus für Düngung und Pflanzenschutz ableiten? Diese Fragen beantwortet die Agrarmeteorologie. Anhand von Wetterdaten werden zum Beispiel der Schädlingsbefall im Obstbau oder Pflanzenkrankheiten im Ackerbau prognostiziert. Die Broschüre stellt die Modelle und Verfahren der Agrarmeteorologie theoretisch vor. Außerdem zeigt sie auf, wie diese Modelle in der Praxis angewendet werden – zum Beispiel im Gemüse-, Obst- und Weinbau. Damit richtet sich das Heft an Studierende, Berater im Agrarbereich und es kann auch in der Ausbildung eingesetzt werden.

Broschüre, DIN A4, 184 Seiten, Erstauflage 2017, Bestell-Nr. 1651



Boden ist nicht gleich Boden **Bedeutung – Neuanlage - Pflege**

Warum auf einem Boden bestimmte Pflanzen wachsen und andere nicht, erfahren Schülerinnen und Schüler der 5. und 6. Klasse mit diesem Unterrichtsbaustein. Dabei wird auch die Flora der eigenen Region analysiert und skizziert. Was pflanzen die Landwirte in meiner Umgebung? Gibt es viel Wald oder eher Wiesen? Rückschlüsse über die Art des heimatischen Bodens können mithilfe einer Bodenübersichtskarte aus dem Schulatlas gezogen werden. Das Arbeitsblatt „Textversther“ erleichtert dabei das Erarbeiten der Inhalte dieser, aber generell auch anderer Texte. Weiteres, umfangreiches Hintergrundwissen kann mit Hilfe anderer Hefte, YouTube-Videos und Internetinhalte des BZL erworben werden.

Unterrichtsmaterial, 12 Seiten, Erstauflage 2018, Bestell-Nr. 0404



Bodenerosion – Was hat die Landwirtschaft damit zu tun? **Unterrichtsbaustein für die Jahrgangsstufen 5 und 6**

Böden gehören zu den anthropogen gefährdeten Lebensräumen, die Unterrichtsbestandteil in der 7. und 8. Jahrgangsstufe im Fach Geografie/Erdkunde sind. Denn Böden wachsen nur langsam. Da lohnt es sich, genauer hinzuschauen. Dafür bietet der Unterrichtsbaustein zwei kurze Fachtexte, die in Viererteams erschlossen werden können. Das Arbeitsblatt „Textversther“ erleichtert dabei das Erarbeiten der Inhalte dieser, aber generell auch anderer Texte. Spannend wird es beim anschließenden Gruppenquiz, in dem es heißt „Wer wird Bodenexperte?“. Die Rolle des Quizmasters kann die Lehrkraft leicht übernehmen, denn Fragen und Antwortmöglichkeiten sowie die richtigen Lösungen sind vorgegeben. Mehr zum Thema Boden findet man in weiteren Heften, YouTube-Videos und Internetinhalten des BZL.

Unterrichtsmaterial, 12 Seiten, Erstauflage 2018, Bestell-Nr. 0407

Pockets – Maxi-Wissen im Mini-Format

Für Verbraucherinnen und Verbraucher gibt das BZL Printmedien im Pocket-Format heraus: Die Hefte (10,5 x 10,5 cm, 28 Seiten) sind bequem einzustecken und schnell zur Hand. Auf zwölf Fragen zu einem bestimmten landwirtschaftlichen Thema geben sie spannende und teils überraschende Antworten. Die Pockets sind kostenlos gegen eine Versandkostenpauschale über den BLE-Medienservice zu beziehen (www.ble-medienservice.de).

Folgende Pockets sind bisher erschienen:



**Der Schatz unter
unseren Füßen**
2018, Bestell-Nr. 0401



So leben Milchkühe
2018, Bestell-Nr. 0457



Bauer sucht Wetter
2018, Bestell-Nr. 0411



So leben Schweine
2018, Bestell-Nr. 0458



**Schmetterlinge
im Bauch**
2018, Bestell-Nr. 0421



So leben Hühner
2018, Bestell-Nr. 0459



Ein gutes Tröpfchen
2018, Bestell-Nr. 0433



**Insekten – Faszination
auf sechs Beinen**
2018, Bestell-Nr. 0479

Was bietet das BZL?

Internet

www.landwirtschaft.de

Vom Stall und Acker auf den Esstisch – Informationen für Verbraucherinnen und Verbraucher

www.praxis-agrar.de

Von der Forschung in die Praxis – Informationen für Fachleute aus dem Agrarbereich

www.bzl-datenzentrum.de

Daten und Fakten zur Marktinformation und Marktanalyse

www.bildungsserveragrar.de

Gebündelte Informationen zur Aus-, Fort- und Weiterbildung in den Grünen Berufen

Social-Media

Folgen Sie uns auf Twitter und YouTube



@bzl_aktuell



Medienservice

Alle Medien erhalten Sie unter www.ble-medienservice.de



Unsere Newsletter

www.landwirtschaft.de/newsletter

www.praxis-agrar.de/Newsletter



© Pixatimages - stock.adobe.com

Impressum

1572/2019

Herausgeberin

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

Präsident: Dr. Hanns-Christoph Eiden

Deichmanns Aue 29,

53179 Bonn

Telefon: +49 (0)228 6845-0

Internet: www.ble.de

Text

LD Dr. Theodor Diez, ORR Hubert Weigelt,
Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur
und Pflanzenbau

Überarbeitung: Dr. Stefan Pätzold,

Universität Bonn, Institut für

Nutzpflanzenwissenschaften und

Ressourcenschutz (INRES), AG Allgemeine

Bodenkunde und Bodenökologie

Redaktion

Dipl.-Ing. agr. Wilfried Henke,

Dr. Volker Bräutigam, beide BZL

Grafik

van Son Grafik/Layout, 53347 Alfter

Bilder

BGR, Hannover: S. 8/9; Bayerische

Landesanstalt für Bodenkultur und

Pflanzenbau, Th. Diez/H. Weigelt: Titelbild,

S. 2, 32 – 58, 62 – 76; BLE: 6, 19, 23, 26, 31; G.

Milbert: S. 7; R. Schmidt: S. 78, 80; St. Pätzold:

S. 10, 28, 60

Umschlagseite hinten:

© Krzysztow – stock.adobe.com: U4

© rightdx – stock.adobe.com: U4

© Countrypixel – stock.adobe.com: U4

© Kletr – stock.adobe.com: U4

Druck

Druck- und Verlagshaus

Zarbock GmbH & Co. KG

Sontraer Straße 6

60386 Frankfurt am Main

Das Papier besteht zu 100 % aus
Recyclingpapier.

Nachdruck und Vervielfältigung – auch
auszugsweise – sowie Weitergabe mit
Zusätzen, Aufdrucken oder Aufklebern nur
mit Genehmigung der BLE gestattet.

6. überarbeitete Auflage

ISBN 978-3-8308-1379-8

© BLE 2019



BZL

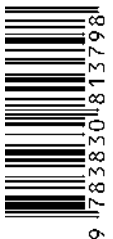


Das Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL) ist der neutrale und wissenschaftsbasierte Informationsdienstleister rund um die Themen Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Imkerei, Garten- und Weinbau – von der Erzeugung bis zur Verarbeitung.

Wir erheben und analysieren Daten und Informationen, bereiten sie für unsere Zielgruppen verständlich auf und kommunizieren sie über eine Vielzahl von Medien.

www.praxis-agrar.de

Bestell-Nr. 1572
Preis: 3,50 €



9