



Axel Don · Roland Prietz

Unsere Böden entdecken

Die verborgene Vielfalt unter Feldern und Wiesen

SACHBUCH

EBOOK INSIDE

 Springer

Unsere Böden entdecken – Die verborgene Vielfalt
unter Feldern und Wiesen

Axel Don · Roland Prietz

Unsere Böden entdecken – Die verborgene Vielfalt unter Feldern und Wiesen

 Springer

Axel Don
Thünen-Institut für Agrarklimaschutz
Braunschweig, Deutschland

Roland Prietz
Thünen-Institut für Agrarklimaschutz
Braunschweig, Deutschland

ISBN 978-3-662-59727-9
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-59728-6>

ISBN 978-3-662-59728-6 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2019

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung und Lektorat: Sarah Koch

Abbildungen: © Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, Braunschweig

Einbandabbildung: © Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, Braunschweig

Einbandgestaltung: deblik, Berlin

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature. Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

Verborgen unter der Erdoberfläche bilden Böden die dünne Haut der Erde. Sie sind unsere Lebensgrundlage und werden doch oft als „der Dreck unter unseren Füßen“ bezeichnet. Um sie zu Gesicht zu bekommen, muss man graben oder die Augen weit offen halten. An Baugruben zum Beispiel bekommt man gelegentlich die Möglichkeit, einen Boden in seiner ganzen Tiefe zu sehen. Was für uns Seltenheitswert hat, war für die Bodenkartierer am Thünen-Institut für Agrarklimaschutz Braunschweig etwas Alltägliches. Sieben Jahre lang fuhren sie durch ganz Deutschland und gruben an 3104 landwirtschaftlich genutzten Flächen den Boden auf, um ihn zu begutachten und zu beproben. Das Ergebnis dieser Arbeit war die erste Bodenzustandserhebung Landwirtschaft, die 2018 abgeschlossen wurde.



An über 3000 Standorten in Deutschland wurde der Boden im Rahmen der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft aufgedigert und untersucht. (Fotos: R. Prietz li., S. Evertsbusch re.)

Die beeindruckende Bodenvielfalt, die die Bodenkartierer gesehen haben, war der Ausgangspunkt für dieses Buch. Die aufgedigerten Bodenprofile sind alle längst wieder sorgfältig zugeschüttet worden. Übrig geblieben sind, neben einer Menge Daten, die Fotos der Böden. Eine Auswahl davon ist in diesem Buch zu sehen und soll allen, die nicht im Feld dabei waren, einen Einblick in die (Unter-)Welt der Böden in Deutschland geben.

Wenn man Böden richtig lesen kann, erzählt jeder Boden eine Geschichte. Die Geschichten handeln vom Klima und der Pflanzenwelt längst vergangener Tage oder davon, wie Böden beackert wurden, um Nahrungsmittel anzubauen. Die deutschlandweite Bodeninventur am Thünen-Institut für Agrarklimaschutz beschränkte sich auf landwirtschaftlich genutzte Böden, also alle Äcker und Wiesen. Sie machen die Hälfte der deutschen Landfläche aus. Hier wird unsere Nahrung aber auch Futter und biologische Rohstoffe angebaut. Wir möchten Sie mitnehmen auf eine Reise quer durch Deutschland zu den verschiedenen landwirtschaftlichen Böden und gleichzeitig auf eine Zeitreise in die Geschichte der Böden.

Alle Bodeninteressierte sind eingeladen, uns auf dieser Reise zu folgen, nicht nur ein Fachpublikum. Daher vermeiden oder umschreiben wir Fachbegriffe. Kursiv markierte Wörter haben wir zusätzlich in einem Glossar am Ende des Buchs erklärt. Manch einen komplexen Zusammenhang stellen wir vereinfacht dar, worüber ein Bodenwissenschaftler vielleicht die Nase rümpfen mag, da ihm die Fachbegriffe und Zusammenhänge geläufig sind. Dieses Buch soll aber allen den Zugang zur Bodenwelt ermöglichen.

Die Böden, die wir zeigen, sind nicht klinisch sauber und bis ins Letzte für ein Foto präpariert worden. Vielmehr zeigen die Fotos Böden so wie sie sind: klebrig, dreckig, krümelig oder matschig. Dadurch wollen wir Sie so nah wie möglich an die Böden heranführen.

Zu jedem Bodenprofilfoto in diesem Buch finden Sie Informationen darüber, um welchen Bodentyp es sich handelt und wo das Bild aufgenommen wurde. Kleine Karten an den Fotos zeigen den Standort der Aufnahme. Die farbig markierten Flächen sind die Verbreitungsgebiete des jeweiligen Bodentyps. Die transparente, helle Farbfläche markiert Regionen, in denen dieser Boden ab und zu vorkommt. So richtig sicher kann man sich aber nie mit den Böden sein. Jeder Bodentyp kann vereinzelt auch außerhalb des eingezeichneten Verbreitungsgebiets vorkommen. Das ist bei allen Bodenkarten so und macht die Bodenkartierung so spannend. Mehr Informationen zum Vorkommen verschiedener Bodentypen liefern in Deutschland detaillierte Bodenkarten der Bundesländer. Am Buchende geben wir Hinweise, wo diese im Internet zu finden sind.

Unser Dank gilt allen Kollegen* am Thünen-Institut, die bei Wind und Wetter Bodenprofile gegraben, beschrieben und fotografiert haben und auch allen anderen, die geholfen haben, damit dieses Buch entstehen konnte. Außerdem danken wir allen Landwirten, die bei der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft mitgemacht haben und uns erlaubt haben, ihre Flächen zu beproben.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Entdecken unserer Böden – hier im Buch und draußen in der Natur. Denn eines gilt auch für Böden: Schützen kann man nur was man kennt.

Braunschweig
Juni 2019

Axel Don
Roland Prietz

* Aus Gründen der Lesbarkeit wurde im Buch nur die männliche Form gewählt. Wir beziehen uns damit aber auf männliche und weibliche Personen.

Inhaltsverzeichnis

1	Entdeckungsreise zu unseren Böden – eine Einführung	1
1.1	Die Vielfalt unserer Böden	2
1.2	Die Entstehungsgeschichte von Böden	5
1.3	Was Böden für uns leisten	9
2	Wenn der Boden fast fehlt	13
2.1	Rendzina – die Steinreiche	16
2.2	Pararendzina – die Lockere	19
2.3	Ranker – der Steile	21
2.4	Regosol – die dünne Decke	23
3	Wenn der Boden sauer wird	27
3.1	Braunerde – der Klassiker	28
3.2	Podsol – der bunte Hund	36
4	Wenn aus Staub Böden werden	41
4.1	Parabraunerde – die sensible Fruchtbare	43
4.2	Schwarzerde – die Königin	47
4.3	Fahlerde – die Gebleichte	51
5	Wenn aus Ton Böden werden	53
5.1	Pelosol – der Klumpige	56
5.2	Terra fusca – die Subtropische	60
6	Wenn Böden nasse Füße bekommen	63
6.1	Gley – der im Wasser steht	65
6.2	Pseudogley – nasse Füße selbst gemacht	72
6.3	Marschböden – kurz vorm Meer	77
7	Wenn aus Pflanzen Böden werden	85
7.1	Hochmoor – wo das Torfmoos wächst	88
7.2	Niedermoor – der wachsende Sumpf	92
8	Wenn Flüsse Böden schaffen	97
8.1	Paternia, Kalkpaternia und Tschernitza – die Besonderen in der Aue	100
8.2	Vega – die Fruchtbare	103

9	Wenn der Mensch den Boden umkrepelt	107
9.1	Treposol – der Zebraboden	109
9.2	Rigosol – der Tiefdurchwühlte	115
9.3	Aufschüttungsböden – der Neue über dem Alten	118
10	Wenn Böden Geschichten erzählen	123
10.1	Plaggenesch – die Jahrhundertarbeit	125
10.2	Kolluvisol – abgeschwemmt und liegengeblieben	132
	Glossar	139
	Weiterführende Literatur	141
	Stichwortverzeichnis	143

Die Autoren

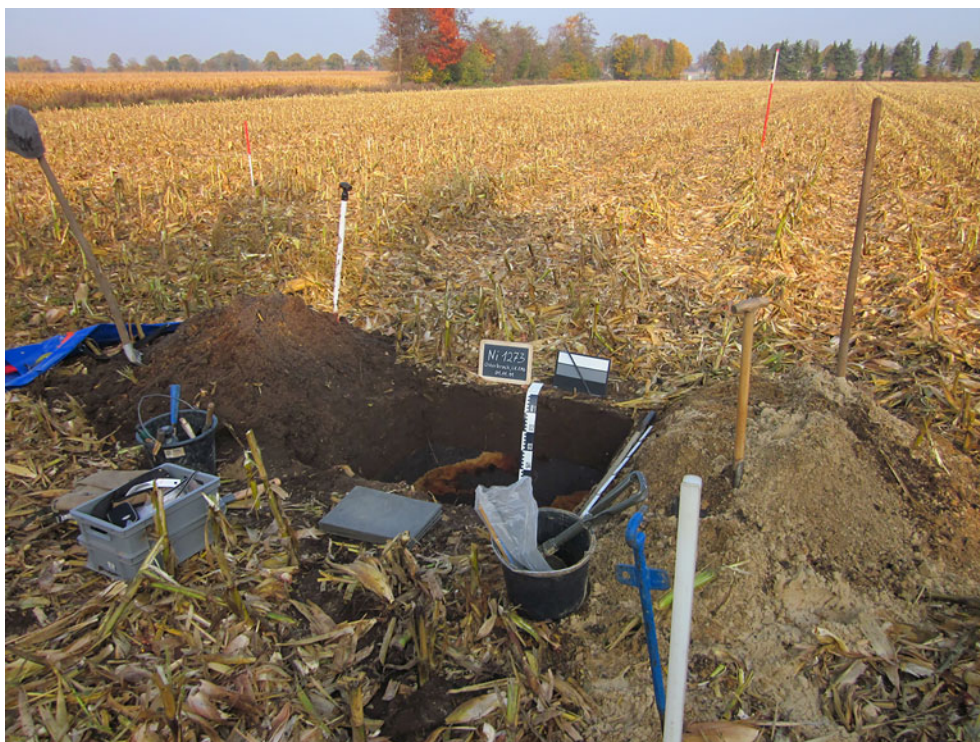


Dr. Axel Don hat Geoökologie mit Schwerpunkt Bodenkunde an der Universität Bayreuth und der Universität Limerick (Irland) studiert. Seine bodenkundliche Doktorarbeit hat er am Max-Planck Institut für Biogeochemie in Jena zum Thema Kohlenstoffstoffspeicherung von Aufforstungen angefertigt. Er ist stellvertretender Institutsleiter am Thünen-Institut für Agrarklimaschutz und forscht über den Landnutzungseinfluss auf Humus in Böden und die Funktionen von Humus. (Foto: M. Welling)



Roland Prietz hat Forstwissenschaften an der Universität Göttingen studiert und sich nach seinem Referendariat in der niedersächsischen Landesforstverwaltung auf Bodenkunde spezialisiert. Er hat langjährige Erfahrung in der Bewertung und Kartierung von Böden in ganz Deutschland und bei der Erstellung vieler bodenkundlicher Kartenwerke mitgewirkt. Seit 2013 leitet er die Abteilung Freilandaufnahme der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft am Thünen-Institut für Agrarklimaschutz. (Foto: M. Welling)

Entdeckungsreise zu unseren Böden – eine Einführung



(Foto: S.Evertsbusch)

1.1 Die Vielfalt unserer Böden	2
1.2 Die Entstehungsgeschichte von Böden	5
1.3 Was Böden für uns leisten	9

1.1 Die Vielfalt unserer Böden

So wenig Land, so viel Vielfalt

Deutschland gehört nicht gerade zu den größten Ländern der Welt. Zumindest was die Fläche angeht. Es macht gerade einmal 0,3 % der Landoberfläche der Erde aus, Mexiko ist mehr als fünfmal so groß wie Deutschland und Australien sogar 22-mal. Auf diesem kleinen Flecken Erde gibt es aber eine Vielfalt, die beeindruckend ist und die kaum jemand kennt: die Vielfalt der Böden. Von den 32 *Bodentypen*, die es in der internationalen *Bodenklassifikation* gibt, kommen mehr als die Hälfte in Deutschland vor. Ganze 56 verschiedene *Bodentypen* benötigt die deutsche *Bodenklassifikation* (Abb. 1.1), um die Vielfalt unserer Böden zu sortieren und zu klassifizieren (davon vier *Bodentypen* für Unterwasserböden). Jeder *Bodentyp* wiederum kommt in einer Vielzahl verschiedener Varietäten, Unterformen und Übergangsformen vor. Wie kommt es zu einer so großen Vielfalt? Dieser Frage gehen wir in diesem Kapitel nach. Vier große Faktoren spielen dabei eine Rolle: die Geologie, das Wasser, die Zeit und der Mensch (Abb. 1.2).

Geologie oder der mineralische Teil des Bodens

Böden bestehen rund zur Hälfte aus Festsubstanz und zur anderen Hälfte aus Hohlräumen, den Poren. Die Festsubstanz besteht in den meisten Böden zu mehr als 90 % aus mineralischen Substanzen, die aus dem Gesteinsmaterial stammen. Die übrige Festsubstanz sind die umgewandelten Reste von Pflanzen und Tieren, bekannt als *Humus*. Drei große Klassen von Gesteinen gibt es: *Sedimentgesteine*, *Magmatite* und *Metamorphite*. In diesen drei Gesteinsklassen gibt es eine Vielzahl verschiedener Gesteine. Alle drei Gesteinsklassen finden sich in Deutschland an der Erdoberfläche. Dafür gibt es einen einfachen Grund: Deutschland liegt am Rand einer Kontinentalplatte (Eurasische Platte) in der „Knautschzone“ und nicht in der Mitte, wo alles stabil ist. Die Kontinentalplatten werden durch das zähflüssige Erdinnere ständig in Bewegung gehalten und bewegen sich aufeinander zu oder werden auseinandergerissen. Dadurch ist auch das Gestein bei uns seit Jahrmillionen in Bewegung. Wo zwei Platten aufeinander stoßen, wird es gestaucht und zu Gebirgen aufgetürmt.

Nicht nur die Alpen sind das Ergebnis des Zusammenstoßes dieser Kontinentalplatten (der Eurasischen mit der Afrikanischen Platte), sondern auch unsere Mittelgebirge, wie der Bayerische Wald, der Harz oder das Rheinische Schiefergebirge. Dabei wurden Gesteine nach oben gedrückt, die sich überdeckt von kilometerdicken Gesteinsschichten bei hohem Druck und Temperaturen gebildet haben (*Metamorphite*), wie zum Beispiel Tonschiefer. Risse in der Erdkruste taten sich auf. Darin ist Magma aufgestiegen und erkaltet oder als Lava an der Erdoberfläche ausgeflossen (*Magmatite*, wie zum Beispiel Granit oder Basalt). Da, wo sich Gebirge steil auftürmten, schwemmte Wasser besonders viel Material wieder ab (*Erosion*). Dieses Material lagerte sich schließlich in Senken und im Meer ab und wurde im Laufe von Millionen Jahren zu *Sedimentgestein*, z. B. zu Sandstein. In Deutschland gibt es sehr viele *Sedimentgesteine* an der Erdoberfläche, die damit zum *Ausgangsmaterial* für die Bodenbildung werden. Sie können aus Meeren stammen (z. B. Kalkstein) oder an Land abgelagert worden sein (z. B. Sand-



Abb. 1.1 Die Bodenkundliche Kartieranleitung „KA5“ enthält das deutsche Klassifikationssystem für Böden und wird nicht nur von Bodenkundlern gern genutzt. (Foto: T. Hövelmann)

stein). Sie können selbst auch noch kleine Steine enthalten (z. B. Konglomerate) oder auch ganz feinkörnig sein (z. B. Tonstein).

Nicht alle Sedimente wurden im Laufe von Jahrmillionen zu Gestein zusammengebacken oder gepresst. In der jüngsten geologischen Vergangenheit, den letzten *Eiszeiten*, wurden riesige Mengen Sedimentmaterial durch die Gletscher Skandinaviens und der Alpen nach Deutschland gebracht. Abgelagert als lehmige Schichten (z. B. *Geschiebelehm*), Sandschichten (z. B. *Schmelzwassersand*) oder durch den Wind als Staub transportiert und abgelagert (z. B. Löss, siehe Kap. 4), überdecken viele dieser jungen Sedimente die alten Gesteine. Dort entstehen Böden nicht nur aus einem *Ausgangsmaterial*, sondern aus mehreren: den jungen *eiszeitlichen* Sedimenten oben und den alten Gesteinen unten. Es gibt also nicht nur die verschiedenen Gesteine, sondern auch noch Kombinationen und Mischungen daraus, aus denen unsere Böden entstanden sind. Die Vielfalt dieser *Ausgangsmaterialien* bringt uns die Vielfalt der Böden (Abb. 1.3).

Die formende Kraft des Wassers

Wasser bestimmt, welche Prozesse und Entwicklungen im Boden ablaufen. Wasser im Boden stammt aus dem Niederschlag. Dieser ist sehr unterschiedlich über Deutschland verteilt. Wäh-



Abb. 1.2 Die Vielfalt der Böden bei uns wird durch vier Faktoren verursacht: 1.) Das geologische Ausgangsmaterial (z. B. Buntsandstein), 2.) den Wassereinfluss (z. B. orangefelbe Eisenoxide durch chemische Veränderungen), 3.) die Zeit (z. B. jahrhundertelange Anreicherung von Humus) und 4.) den Mensch (z. B. mit Tiefpflügen entstandene Querstreifen). (Fotos: (v. l. n. r.) S. Evertsbusch, R. Prietz, T. Rauschen, M. Dinter)

rend die mittlere Temperatur sich nur um wenige Grad über ganz Deutschland hinweg unterscheidet, gibt es einen großen Regengradienten von jährlich weniger als 400 mm Niederschlag in Teilen Sachsen-Anhalts bis zu über 1600 mm in den Höhenlagen der Mittelgebirge und am Alpenrand.

In einem gut durchfeuchteten Boden sind ungefähr die Hälfte der Poren mit Wasser gefüllt. Das macht ein Viertel des ganzen Bodenvolumens aus. In diesem wassergefüllten Bodenteil finden alle chemischen und biologischen Prozesse des Bodens statt. Wasser ist der Katalysator und Reaktionsraum für Bodenprozesse wie z. B. die chemische Verwitterung (Kap. 3). Wasser kann auch als Grundwasser von unten kommen (Kap. 6). Auch Grundwasser ist sehr unterschiedlich verteilt in Deutschland. Mal ist der Grundwasserspiegel dutzende Meter tief und beeinflusst die Bodenentwicklung nicht, mal steht es wenige Zentimeter unter der Erdoberfläche an und prägt die Bodenentwicklung maßgeblich.

Wasser steuert, wann und wo Sauerstoff im Boden zu finden ist. Der Transport von Sauerstoff durch eine wassergefüllte Pore ist 100.000-mal langsamer als durch eine luftgefüllte Pore (Diffusion). Ohne Sauerstoff laufen viele Prozesse in eine andere Richtung als normalerweise, wenn Sauerstoff vorhanden ist. Am deutlichsten sichtbar wird dies im Boden am Eisen. Nur mit Sauerstoff wird es zu Eisenrost umgewandelt und ist dann rötlich braun im Boden zu sehen. Fehlt Sauerstoff, wird Eisenrost zu einer unsichtbaren Eisenform. So hinterlässt Wasser Spuren im Boden (Kap. 3 und 6). Ist kaum Sauerstoff mehr vorhanden, wird auch der Abbau von Pflanzenresten und *Humus* auf ein Minimum reduziert. Die Organismen im Boden, die eigentlich für die Zersetzung zuständig sind, können nicht mehr atmen und deshalb nicht überleben. Es kommt zu einer Anreicherung von Pflanzenresten, z. B. als Torf in Mooren (Kap. 7).

Wasser bestimmt als Sickerwasser, was im Boden verlagert und ausgewaschen wird. In fast all unseren Böden versickert Niederschlagswasser. Dabei kann es Stoffe wie *Humus*, Eisen-

verbindungen oder sogar *Tonminerale* mitnehmen und in tiefere Bereiche des Bodens transportieren. Dies passiert nur bei ganz bestimmten Bodenbedingungen (Kap. 3 und 4). Auswaschungen verändern das Aussehen und die Funktionen von Böden und tragen so auch zu deren Verschiedenheit bei.

Alles geht so langsam

Böden brauchen Zeit, um sich zu entwickeln. Bis ein Zentimeter Boden gewachsen ist, dauert es durchschnittlich 200 Jahre. Diese Entwicklung bleibt nicht stehen und erreicht auch fast nie ein Ende. Deshalb sind die Böden, die wir heute finden, nicht unveränderlich. Jeder Boden ist morgen schon ein bisschen, wenn auch unmessbar, anders als heute. Ganz langsam verändern er sich und strebt einem Endzustand entgegen, der in keinem unserer Böden bereits erreicht ist. Einen Vorgeschmack auf diesen Endzustand geben uns einige alte tropische Böden. Dort läuft die Bodenentwicklung wegen des warm-feuchten Klimas schneller ab. Übrig bleibt am Schluss der Bodenentwicklung eine Mischung aus Eisenrost (*Oxiden*) und Sand (Quarz). Diese Mischung ist kaum in der Lage, Wasser und Nährstoffe zu speichern und ist deshalb unfruchtbar. Die meisten unsere Böden sind recht jung, da die *Eiszeiten* die Bodenentwicklung in vielen Regionen Deutschlands auf null zurückgestellt hat, indem sie ganz abgetragen oder mit Sand und anderem *eiszeitlichen* Sedimenten überdeckt wurden (Kap. 2). Nach Ende der letzten *Eiszeit* vor 10.000 Jahren fing für die meisten unserer Böden die Entwicklung von vorne an.

Zur Vielfalt der Böden trägt aber bei, dass sich in geschützten Lagen auch ältere Böden erhalten konnten, sogenannte Paläoböden. Manchmal findet man sie heute auch überdeckt von jüngeren Böden. In diesen alten Böden hatte die Bodenentwicklung mehr Zeit und es entstanden dadurch andere, weiter entwickelte Böden (z. B. Terra fusca, Abschn. 5.2). Oder es entstanden Böden unter Umweltbedingungen, die es heute bei uns nicht mehr gibt, wie z. B. ein kontinentales Steppenklima (Schwarzerde, Abschn. 4.2). Es gibt aber auch Böden, die viel

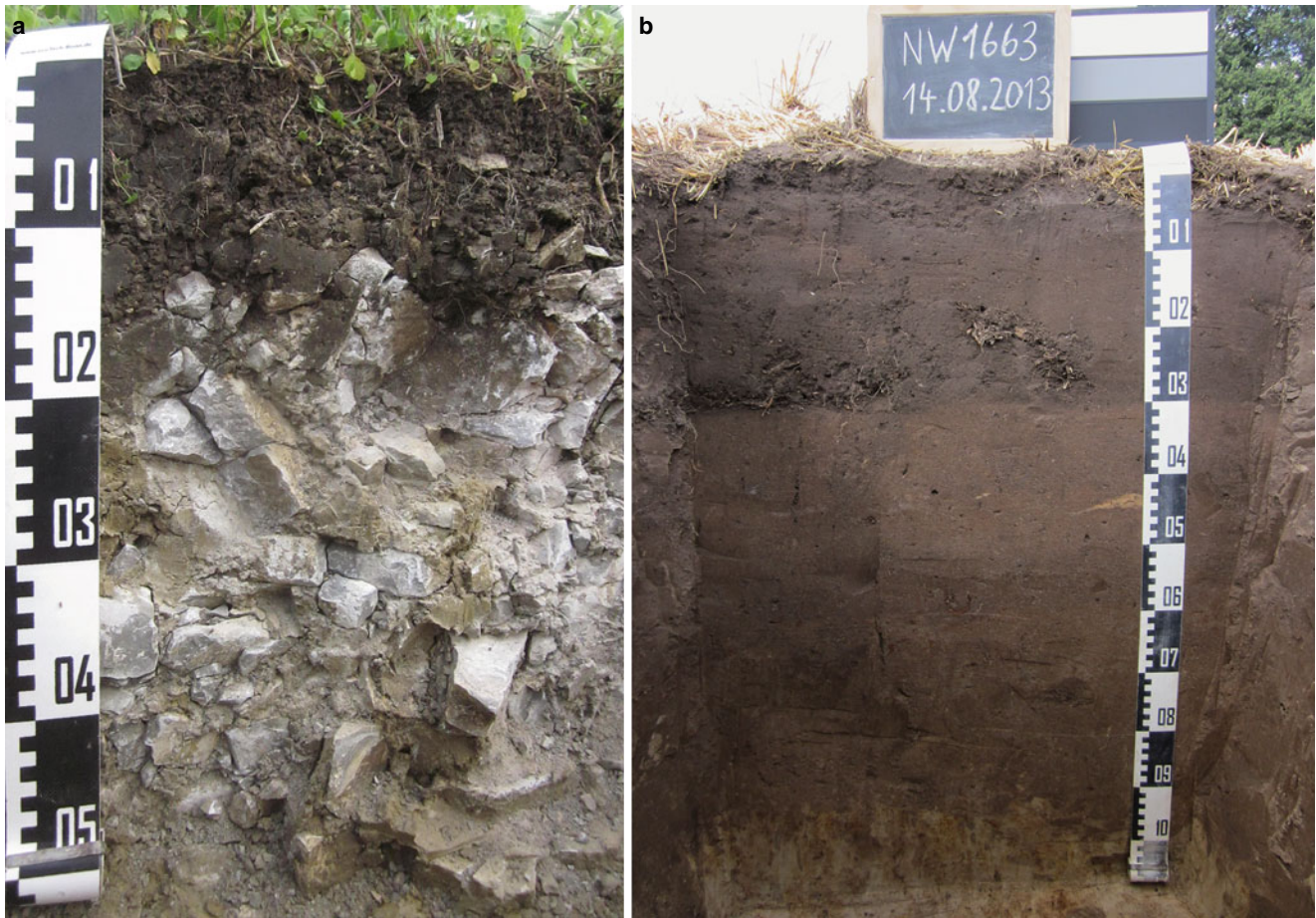


Abb. 1.3 An diesen beiden Bodenprofilen wird deutlich, wie unterschiedlich Böden sein können. a Der eine besteht nur aus einer dünnen humosen Bodenlage von weniger als 20 cm Mächtigkeit, worunter direkt das Gestein folgt (Rendzina). b Der andere Boden ist über einen Meter mächtig und tief humos (Plaggenesch). (Fotos: a M. Dinter, b T. Rauschen)

jünger sind als die erwähnten 10.000 Jahre. So sind z. B. die Sedimente in Flussauen erst vor Jahrzehnten oder Jahrhunderten abgelagert worden. Die Böden, die aus diesen Sedimenten entstanden sind, sind entsprechend weniger weit entwickelt und sehen anders aus. Umgekehrt können auch ganz aktuell Böden abgeschwemmt (Wassererosion), weggepustet (Winderosion) oder abgerutscht sein (z. B. durch Hangrutschung). Auf dem, was dann noch übrig bleibt, und sei es der nackte Fels, entwickeln sich wieder neue Böden. Da wir also neben den „normal alten“ Böden sowohl viel ältere als auch viel jüngere Böden finden, vergrößert sich die Bodenvielfalt bei uns.

Der Mensch macht's

Mit der Erkenntnis über den menschengemachten Klimawandel entstand in den letzten Jahren ein neues Bewusstsein für den Einfluss menschlichen Handels auf die Umwelt. Dabei ist der menschliche Einfluss auf die Böden schon viel älter als der Klimawandel. Seit der Mensch sesshaft wurde, begann er, Waldflächen zu roden und mit der Landwirtschaft die Böden zu verändern. Der Pflug hat die obersten Zentimeter des Bodens durchmischt und mit der Ernte wurden den Böden Nährstoffe und letztendlich auch *Humus* entzogen. Viel stärker aber

hat sich die mit dem Ackerbau einsetzende *Erosion*, die Abschwemmung von Bodenmaterial, auf unsere Böden ausgewirkt (Kap. 10). An einer Stelle wurde der obere Teil des Bodens gekappt und abgetragen und an anderer Stelle wieder abgelagert. In diesem abgelagerten Bodenmaterial kann man lesen, wie Böden bewirtschaftet wurden. Besonders gut funktioniert dies am Grund von Seen, wo das Bodenmaterial ungestört Lage um Lage sedimentierte. Wenn Böden zu intensiv und unsachgemäß genutzt wurden, nachweislich beispielsweise im Mittelalter, kam es zu katastrophalem Bodenverlust durch Abschwemmung von tonnenweise Bodenmaterial. Der Boden konnte dann mit einem einzigen Starkregenereignis für immer verändert worden sein.

Menschen haben auch ganz gezielt versucht, Böden zu verändern, um sie fruchtbarer und nutzbarer zu machen. Moore wurden trocken gelegt, um sie als Acker und Grünland nutzen zu können (Kap. 7). Auch Düngung und Kalkung gehören zur landwirtschaftlichen Nutzung immer dazu. Dadurch werden bestimmte Bodenentwicklungen gestoppt (z. B. Versauerung, Kap. 3) oder umgekehrt. Auf ganz armen Böden düngte man in einigen Regionen mit *Bodensoden* (Plaggen), die an anderer Stelle abgestochen wurden. Gezielt wurde ein Boden geplündert, um eine andere kleine Bodenfläche fruchtbar zu machen.

Eine sehr arbeitsintensive Methode („Plaggerei“), die erst mit der Industrialisierung aufhörte (Abschn. 10.1).

In den letzten 150 Jahren standen den Menschen auf einmal ganz andere Möglichkeiten zur Bodenbearbeitung zur Verfügung. Maschinengetriebene Riesenpflüge (Kap. 9), Bagger, LKW und Raupen wurden eingesetzt, um große Mengen Bodenmaterial abzutragen, zu transportieren und wieder zu verteilen. Ganze 7 % der landwirtschaftlich genutzten Böden in Deutschland sind auf diese Weise tiefgründig und unumkehrbar verändert worden. Es entstanden ganz neue *Bodentypen* (Kap. 9 und 10), die es ohne uns Menschen nicht gäbe.

Entdeckung der Vielfalt

Die *Bodenklassifikation* sortiert die Vielfalt der Böden in Schubladen, die *Bodentypen*. Wir nutzen die Schubladen der *Bodenklassifikation* bei den Überschriften der Abschnitte, die nach *Bodentypen* benannt sind (Abb. 1.10). In diesen „Schubladen“ werden oft nur die typischsten Vertreter betrachtet, sodass die eigentliche Vielfalt der Böden unterschätzt wird. Was sich noch an Böden in den Schubladen befindet, möchten wir nicht länger verborgen halten. Jeder *Bodentyp* wird mit mehreren Bodenprofilen, auch den Varietäten, vorgestellt. Der Schatz der Vielfalt unserer Böden soll sichtbar werden.

Abb. 1.4 Boden ist da, wo alle Sphären zusammenkommen: die Atmosphäre (Luft), die Biosphäre (alle Lebewesen), die Hydrosphäre (Wasser) und die Lithosphäre (Gestein)

1.2 Die Entstehungsgeschichte von Böden

Boden ist nur die dünne Haut unsere Erde, manchmal nur ein paar Zentimeter, meist ein paar Dezimeter bis Meter dick. Wenn die Erde so groß wäre wie ein Medizinball, wäre die Bodenschicht nicht mehr als eine papierdünne Hülle. Genau genommen entspräche der Boden nur einem Tausendstel einer Papierblattstärke. Diese Hülle ist aber die Basis allen Lebens außerhalb der Meere. Fast alle pflanzlichen Lebensmittel werden auf Böden angebaut.

Im Boden kommen gleich vier Sphären zusammen (Abb. 1.4). Sie machen Böden zum komplexesten und wohl verkanntesten Ökosystem der Erde: Die Atmosphäre ist in Böden präsent, weil Böden luftgefüllte Poren haben und verschiedene Gase produzieren. Die Hydrosphäre gehört zum Boden, weil Böden Wasser speichern und leiten. Die Lithosphäre ist die Welt der Gesteine. Aus Gestein ist das meiste Bodenmaterial entstanden, wie wir in diesem Abschnitt sehen werden. Außerdem wimmelt es in Böden von Lebewesen, da die Biosphäre in die Böden reicht und dort eine ganz besondere Fauna und Flora entstehen lässt. Die Bodenentwicklung erfolgt im Zusammenspiel von Luft, Wasser, Gestein und Lebewesen.

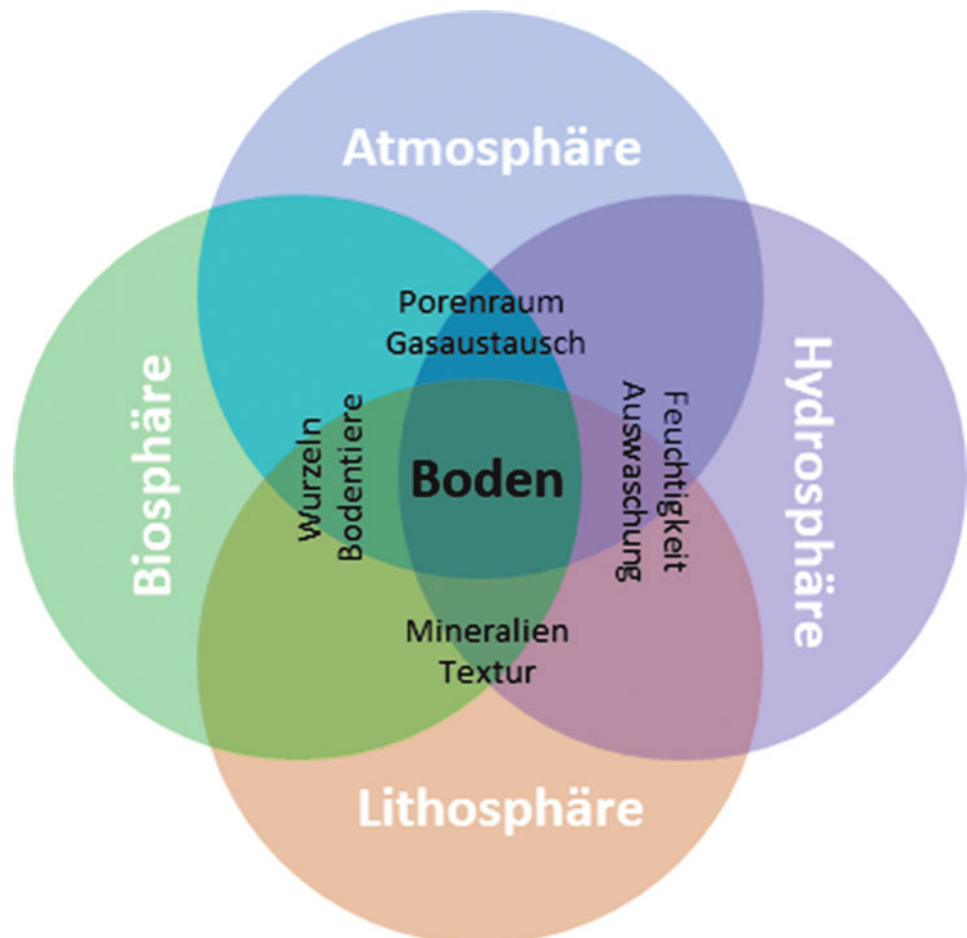




Abb. 1.5 Wasser dringt in Risse des Gesteins ein, gefriert und sprengt es auseinander. Frostsprengung ist eine physikalische Verwitterungsform. (Foto: A. Don)

Im Gegensatz zum Gestein sind Böden belebt durch Pflanzen, Bodentiere und andere Lebewesen, darunter Pilze und Bakterien. Was Böden so besonders macht, ist ihr Aufbau: In Böden

finden sich alle drei Aggregatzustände: gasförmig (Luft), flüssig (Wasser) und fest. Der feste Anteil im Boden besteht sowohl aus mineralischen Bestandteilen als auch aus *Humus*.

Aus Stein wird Boden

Ein Boden entsteht aus Gestein oder Sedimenten, wie Sand oder Kies. Unter dem Einfluss von Wind, Regen und dem Wechsel von Kälte und Wärme wird das Gestein zunehmend gelockert und es entstehen Risse und Spalten (Abb. 1.5).

In diese feinen Risse dringt Wasser ein, und wenn es gefriert, kommt es zur Frostsprengung: Gefrorenes Wasser dehnt sich aus und der Steinbrocken wird in mehrere Teile geteilt. Dieser Prozess nennt sich physikalische Verwitterung. Auch durch den Wechsel von Hitze und Kälte werden besonders die dunklen Gesteine langsam zerkleinert, weil sie sich an der sonnenbeschienenen Seite schnell erwärmen und dadurch ausdehnen. Dabei entstehen Spannungen, die den Stein auseinanderbrechen lassen. Aus großen Gesteinsbrocken wird so immer feineres Material, bis es so fein ist, dass es als Bodenmaterial Halt für die ersten Pflanzen mit Wurzeln bietet.

Alle Pflanzen, angefangen bei den Flechten und Moosen auf den Steinen, sondern Säuren ab, die das Gestein auf eine andere Art auflösen und zerkleinern: durch chemische Verwitterung. Pflanzen erschließen sich Nährstoffe wie Kalzium, Phosphat

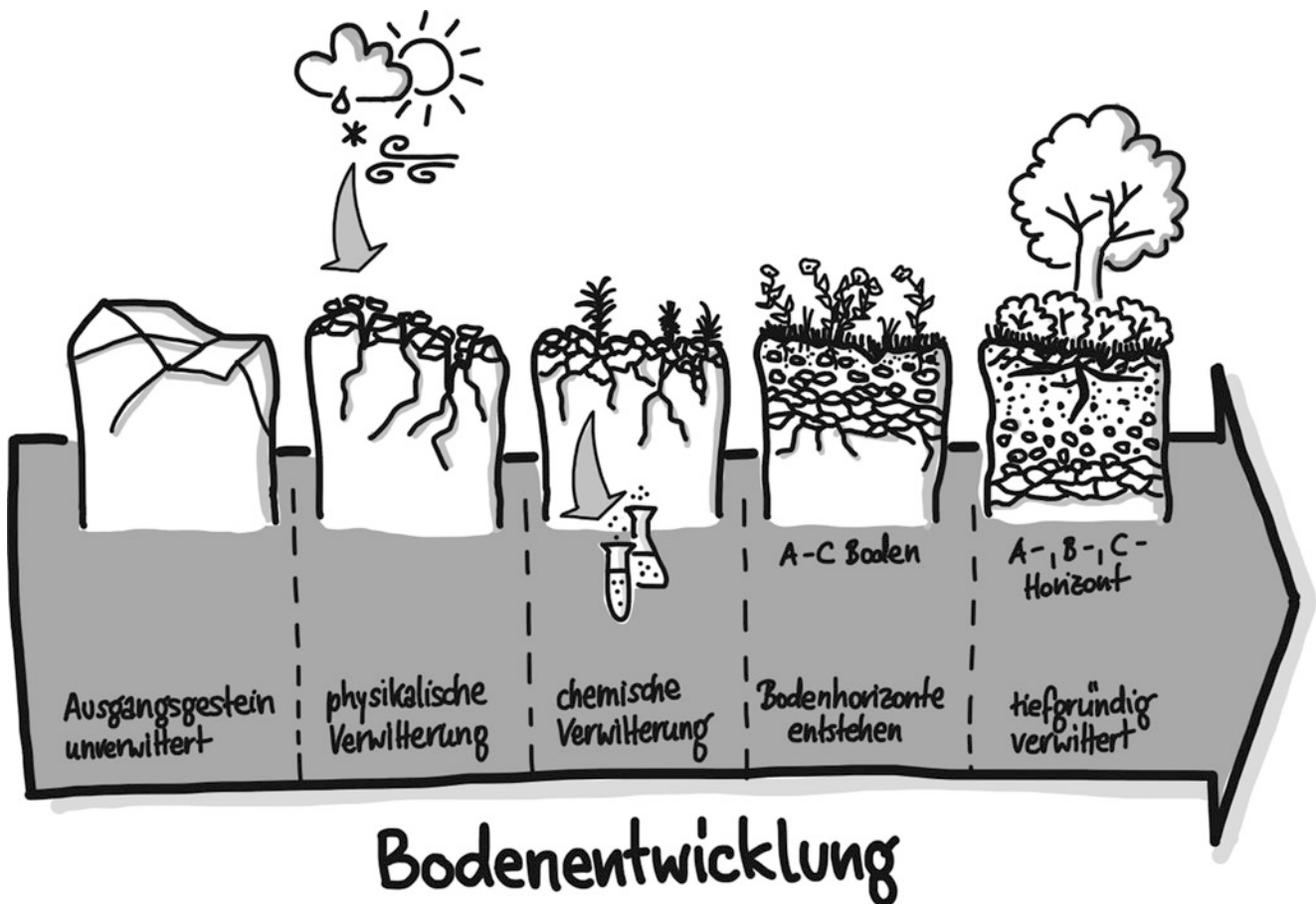


Abb. 1.6 Die zeitliche Entwicklung eines Bodens aus Gestein. (Grafik: Andrea Wendt)