

## Service und Glossar

1	Adressen zum Thema Boden in Bayern	390
	1.1 Bodenlehrpfade	390
	1.2 Bodenausstellung „Bayern auf gutem Grund“	392
	1.3 Präsentationsbausteine des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)	393
	1.4 Umweltbildungseinrichtungen	393
	1.5 Sonstige Bildungseinrichtungen und Museen	394
	1.6 Ämter und Behörden	394
	1.7 Arbeitskreis “Boden in Unterricht und Weiterbildung“ der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG)	395
	1.8 Bundesverband Boden (BVB)	395
2	Weltbodentag am 5. Dezember und „Boden des Jahres“	396
3	Boden im Internet – Eine kleine Auswahl	396
4	Ausgewählte weiterführende Literatur, CD-ROMs, Diaserien und Filme	397
	4.1 Allgemeine Schriften	397
	4.2 Themenhefte fachdidaktischer Zeitschriften	398
	4.3 Sonstige Broschüren	398
	4.4 CD-ROMs	398
	4.5 Dia-Serien	399
	4.6 Filme	399
	4.7 Schulfernsehen	399
	4.8 Spiele	399
5	Digitale Medien der Handreichung	400
	5.1 DVD „Die Haut der Erde – Über den Boden, von dem wir leben“	400
	5.2 CD-ROM	401
6	Autoren und Mitwirkende der Handreichung	402
7	Quellen- und Bildnachweis	403
8	Glossar	406





## Service

### 1 Adressen zum Thema Boden in Bayern

Boden ist überall! Daher gibt es auch eine ganze Reihe von Einrichtungen, die sich mit dem Thema Boden unter umweltpädagogischen Gesichtspunkten und mit unterschiedlichen Konzepten befassen. Thematisiert werden meist die Entstehung des Bodens, das Bodenleben, die Bedeutung des Bodens für den Menschen, regionale Besonderheiten der Gesteine und der Bodentypen bis hin zu aktuellen Trends in der Landwirtschaft, Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenernährung sowie Schadstoffbelastung und Bodenschutz. Meist stehen das eigene Erleben und Erfahren, z. B. das Mikroskopieren von Bodenlebewesen oder das PC-basierte Lernspiel, im Vordergrund. Zu den außerschulischen Lernorten gehören aber auch Lehrpfade und Ausstellungen.

Die hier aufgeführten Einrichtungen sollen als weiterführende Quelle zu Informationen und Dienstleistungen dienen. Damit bestehen Möglichkeiten für weitere Aktivitäten zum Thema Boden über das Angebot der Handreichung hinaus. Über viele der Einrichtungen können ergänzende Materialien, auch Bodenproben, bezogen oder spezielle Gerätschaften zur Bodenuntersuchung entliehen werden. Ein Teil der Einrichtungen bietet komplette ein- oder mehrtägige Projekte, Schulklassenprogramme, Exkursionen und der-

► [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

► [www.bodenwelten.de](http://www.bodenwelten.de)

gleichen an. Bei der Zusammenstellung wurde Wert darauf gelegt, regionale Ansprechpartner für „Jedermann“ zu bieten, sie erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Auch die lokalen Vertretungen der Natur- und Umweltschutzverbände (BN, LBV, DAV, DNR, NABU, Greenpeace etc.) oder deren Kinder- und Jugendgruppen haben oft einschlägige Angebote.

#### 1.1 Bodenlehrpfade

Diverse Bodenlehrpfade zeigen die Vielfalt der Böden Bayerns. Neben allgemeinen Aspekten des Bodenaufbaus, der Bodenentwicklung und der Standorteigenschaften werden meist auch die besonderen Beziehungen des Bodens zu seiner Nutzung ausgeführt (z. B. Boden und Wald, Lehrpfad Schwaighauser Forst bei Regensburg). In Bayern existieren derzeit nur zwei sich speziell mit dem Boden beschäftigende Lehrpfade, ein weiterer befindet sich im Aufbau (➔ Übersicht H1).

Überregional angelegt ist der „Boden-Reiseführer“, der vom Umweltbundesamt herausgegeben worden ist. Dieser beschreibt bundesweit verschiedene Bodenlehrpfade, Bodenprofile, Bodendenkmäler sowie bodenkundliche Ausstellungen. Der „Boden-Reiseführer“ ist im Internet verfügbar (siehe [www](http://www)). Aus Bayern enthält er bislang zwei Standorte (➔ Übersicht H2).

Da Böden eng mit dem geologischen Untergrund verknüpft sind, eignen sich auch geologische Lehrpfade zur Vermittlung einiger As-

pekte des Themas „Boden“. Eine Übersicht zu den in Bayern bestehenden Lehrpfaden findet sich im Internet.

► [www.boden.bayern.de](http://www.boden.bayern.de)

**Übersicht H1 | Lehrpfade, die sich speziell mit dem Boden beschäftigen.**

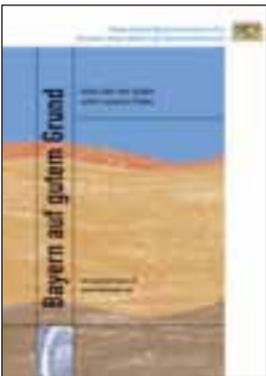
<p><b>Bodenlehrpfad Kalchreuth-Wolfseiden</b></p> <p>Bayerisches Forstamt Nürnberg Moritzbergstr. 50/52 90482 Nürnberg Tel.: (09 11) 95 08 53 - 0 E-Mail : <a href="mailto:poststelle@foa-nbg.bayern.de">poststelle@foa-nbg.bayern.de</a> ► <a href="http://www.stmugv.bayern.de/de/boden">www.stmugv.bayern.de/de/boden</a></p>	<p>Der Lehrpfad zeigt in 11 Profilgruben den raschen Wechsel unterschiedlicher Böden auf engem Raum und informiert über deren Entstehung, Vorkommen und Eigenschaften sowie die Bedeutung des Bodens und der Gesteine für den Menschen und seine Umwelt.</p>
<p><b>Bodenkundlicher Lehrpfad Schwaighauser Forst bei Regensburg</b></p> <p>Bayerische Staatsforstverwaltung und Professur für Bodenkunde der Universität Regensburg</p> <p><b>Kontakt:</b> Lehrstuhl für Bodenkunde der Universität Regensburg Prof. Dr. Jörg Völkl Tel. (09 41) 9 43 - 50 33 Telefax (09 41) 9 43 - 50 32</p>	<p>Schwerpunkt des Rundwanderweges ist die Beziehung zwischen Boden und Wald. In einer Reihe von Profilgruben werden z. T. komplex aufgebaute Böden vorgestellt (Parabraunerden, Podsole, Braunerde, Terra fusca, Parabraunerde-Pseudogley).</p> <p>Ausführliche Dokumentation unter ► <a href="http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/phil_Fak_III/Geographie/boden/Bodenlehrpfad/start.htm">www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/phil_Fak_III/Geographie/boden/Bodenlehrpfad/start.htm</a></p>
<p><b>Geo-Tour „Boden“ (im Aufbau)</b></p> <p><b>Kontakt:</b> Geo-Zentrum an der KTB Am Bohrturm 2 D-92670 Windischeschenbach Tel. (09 68) 19 12 73 Telefax (09 68) 19 12 74 ► <a href="http://www.geozentrum-ktb.de">www.geozentrum-ktb.de</a></p>	<p>Die an unterschiedlichen Standorten in der nördlichen Oberpfalz und im östlichen Oberfranken aufgestellten (insgesamt acht) Tafeln behandeln das Thema „Boden“ in enger Anlehnung an die Themen dieser Handreichung. Sie bieten damit die Möglichkeit, einzelne Themen konzentriert an den jeweiligen Standorten vorzustellen. Geplant sind auch mehrere Bodenschürfe.</p>

**Übersicht H2 | Standorte des Boden-Reiseführers.**

<p><b>Umweltstation im Haus der Schwarzen Berge</b></p> <p>Rhönstr. 97 97772 Wildflecken-Oberbach Tel. (0 97 49) 91 22 - 0 Telefax (0 97 49) 91 22 - 33 e-Mail: <a href="mailto:bayerische-umweltstation@wildflecken.btl.de">bayerische-umweltstation@wildflecken.btl.de</a></p>	<p>Das bayerische Naturschutzgebiet Schwarze Berge liegt im Südteil des in Bayern, Hessen und Thüringen liegenden UNESCO-Biosphärenreservates Rhön. Im Naturschutzgebiet informieren verschiedene Lehrpfade über die regionalen Besonderheiten der Gesteine und Böden.</p>
<p><b>Bayreuther Zentrum für Ökologie und Umweltforschung (BayCEER), früher Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung (BITÖK), Universität Bayreuth</b></p> <p>Dr.-Hans-Frisch-Str. 1-3 95440 Bayreuth Tel. (09 21) 55 - 57 00 ► <a href="http://www.bayceer.uni-bayreuth.de">www.bayceer.uni-bayreuth.de</a></p>	<p>Das BayCEER der Universität Bayreuth betreibt im Fichtelgebirge und im Steigerwald mehrere Boden-Dauerbeobachtungsflächen. Im Fichtelgebirge wird innerhalb eines etwa 4 km<sup>2</sup> großen, bewaldeten Einzugsgebietes Stoff- und Wasserhaushalt eines Waldgebietes untersucht, um Auswirkungen anthropogen bedingter Stoffeinträge auf das Waldökosystem, auf den Boden und das Wasser zu erforschen.</p> <p>Die in diesem Untersuchungsareal befindlichen Bodenprofile können nach Absprache mit Mitarbeitern des BayCEER aufgesucht werden.</p>



H1 | Übersicht zu den in Bayern bestehenden geologischen Lehrpfaden (nähere Informationen im Internetangebot des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz oder [www.boden.bayern.de](http://www.boden.bayern.de)).



H2 | Titelblatt des Begleitheftes zur Ausstellung „Bayern auf gutem Grund“.

H3 | Die Ausstellung „Bayern auf gutem Grund“.

## 1.2 Bodenausstellung „Bayern auf gutem Grund“



Die Ausstellung „Bayern auf gutem Grund“ ist eine Wanderausstellung, die beim Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz entliehen werden kann. Die Ausstellung besteht aus fünf Bereichen, die vermitteln, was Boden ist, wie er entsteht, was ihn gefährdet und wie wir ihn schützen können. Neben vielen praktischen Tipps werden vielfältige Einblicke in die Tätigkeiten und Aufgaben des Geologischen Dienstes des Landesamtes für Umwelt (LfU) gegeben. Weitere Informationen zur Ausstellung sowie über die Möglichkeiten der Entleihe sind über das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz bzw. dessen Internetangebot erhältlich (➔ Kapitel 1.5).

### 1.3 Präsentationsbausteine des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)

Zur Veranschaulichung von Entstehung, Eigenschaften und Funktionen von Böden hat der Geologische Dienst des Bayerischen Landesamtes für Umwelt Präsentationsbausteine entwickelt, die sich besonders an Kinder und Jugendliche ab der 5. Jahrgangsstufe sowie interessierte Erwachsene richten. Die sinnliche Wahrnehmung des Bodens steht neben umfangreichen Informationen über das Thema im Vordergrund der Ausstellung. Die Bausteine sind geeignet für den Innen- und Außeneinsatz (stabil und regenfest) und erfordern einen nur geringen Betreuungsaufwand. Die flexiblen, beliebig kombinier- und ausbaubaren Bauelemente ermöglichen einen Aufbau auch auf kleinen Flächen.

Weitere Informationen zur Ausstellung sowie über die Möglichkeiten der Entleihe sind erhältlich bei

Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Str. 160  
86179 Augsburg  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)

oder über

► [www.geologie.bayern.de](http://www.geologie.bayern.de).

### 1.4 Umweltbildungseinrichtungen

Umweltstationen sind multifunktionale Einrichtungen der Umweltbildung mit dem Ziel, insbesondere im außerschulischen, aber auch im schulischen Bereich Umweltbewusstsein und Handlungskompetenz bei Bürgern aller Altersstufen zu entwickeln. Mit neuen Informationsmethoden und innovativen pädagogischen Ansätzen soll nachhaltig und handlungsorientiert eine Auseinandersetzung mit Umweltaspekten erfolgen, ein Erleben und Erfahren von Natur angeboten, Möglichkeiten und Grenzen moderner Umwelttechnik aufgezeigt und eine Wertschätzung und Achtung der Umwelt (unter Einbeziehung überregionaler und fachübergreifender Gesichtspunkte) vermittelt werden.

► [www.stmugv.bayern.de/de/service/umweltbildung/umweltstationen/index.html](http://www.stmugv.bayern.de/de/service/umweltbildung/umweltstationen/index.html)



H4 | Insgesamt 6 Bausteine (Bodenentstehung, Bodenvielfalt, Lebensraumfunktion, Wasserspeicher, Fühlen und Riechen, Filterwirkung des Bodens) können von öffentlichen Stellen innerhalb Bayerns am Landesamt für Umwelt ausgeliehen werden.



H5 | Umweltstationen in Bayern.

Der Boden als Schnittstelle zwischen Luft, Wasser und Gestein spielt eine zentrale Rolle und wird als Schwerpunkt behandelt oder ist in den verschiedenen Themenkomplexen des bestehenden Veranstaltungsangebots (z. B. Wald, Wiese, Wasser) integriert. Das Veranstaltungsprogramm kann bei der jeweiligen Einrichtung jederzeit angefordert werden, meist ist es auch über deren Internetangebot abrufbar.

In der Regel bieten die Umweltstationen auf Anfrage auch bedarfsorientierte Programme an (z. B. eintägige Einzelveranstaltungen, fortlaufende Kurse als Ergänzung zum Unterricht bis hin zu mehrtägigen Veranstaltungen, z. B. als Alternative zum Schullandheim oder zur Projektarbeit). In Bayern gibt es derzeit über 35 Umweltbildungsstationen (➔ H5).

Umweltmobile eröffnen die Möglichkeit, den Unterrichtsraum nach draußen zu verlagern. In eigens dafür ausgerüsteten Fahrzeugen sind für verschiedene Themenbereiche Materialien und Geräte zusammengestellt, die unter Anleitung mit den Gruppen in der Natur genutzt werden. Ein erprobtes Repertoire methodischer und didaktischer Varianten für die verschiedenen Altersstufen fördert durch eigenes Entdecken und Forschen sowie Spaß den Lernerfolg.

Derzeit gibt es in Bayern vier Umweltmobile. Aktuelles und allgemeine Informationen zu den Umweltmobilen sind auf der Internet-

seite ► [www.umweltmobile.de](http://www.umweltmobile.de) verfügbar. Aktuelle Programme können bei den einzelnen Veranstaltern angefordert werden. Im Regelfall können mit diesen inhaltliche Absprachen getroffen werden.

### 1.5 Sonstige Bildungseinrichtungen und Museen

In lokalen Naturkundemuseen finden sich oft Abteilungen zum Themenkomplex „Boden“ oder es werden Sonder- oder Wanderausstellungen zu diesem Thema angeboten. Alle bayerischen Museen und aktuelle Ausstellungen finden sich im Internet.

► [www](http://www.museen-in-bayern.de) | [www.museen-in-bayern.de](http://www.museen-in-bayern.de)

### 1.6 Ämter und Behörden

Weitere Informationen und Materialien zum Thema „Boden“ werden von den Ämtern und Behörden (Übersicht H3), die mit Boden befasst sind, kostenlos oder gegen eine geringe Schutzgebühr zur Verfügung gestellt. Einige davon sind auf der dieser Handreichung beiliegenden CD enthalten. Oft erklärt sich auch ein Spezialist bereit, Schülern Rede und Antwort zu stehen – sowohl im Klassenzimmer als auch im Gelände. Meist besteht auch die Möglichkeit, die Einrichtungen oder zugehörige Labors zu besichtigen oder Anschauungsmaterial und spezielle Gerätschaften, wie z. B. einen Pürckhauer-Bohrstock, zu entleihen.



H6 | Umweltbildungseinrichtung unterm Bohrturm – das Geo-Zentrum an der KTB.

#### Geo-Zentrum an der KTB

Am Bohrturm 2  
D-92670 Windischeschenbach  
Tel. (09 68) 19 12 73  
Telefax (09 68) 19 12 74  
E-Mail: [info@geozentrum-ktb.de](mailto:info@geozentrum-ktb.de)

► [www.geozentrum-ktb.de](http://www.geozentrum-ktb.de)

Das im ehemaligen Informationszentrum der Kontinentalen Tiefbohrung untergebrachte Geo-Zentrum bietet nicht nur Informationen zu einem der größten geowissenschaftlichen Forschungsprojekte Deutschlands, sondern Schulklassen auch gezielt die Möglichkeit, Unterrichtseinheiten zu den Themen „Geologie“ und „Boden“ zu erhalten (z. T. auch mehrtägig, auf Wunsch auch mit Exkursionen). In dem neuen „Geotechnik“-Demonstrationslabor haben die Schüler die Möglichkeit, sowohl Experimente im Bereich „Geologie“ als auch Schüleraktivitäten aus dieser Handreichung durchzuführen. Dies ist gerade im Hinblick auf die für viele Experimente notwendige Geräteausstattung interessant.

**Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV)**

Rosenkavalierplatz 2  
81925 München  
Tel. (0 89) 92 14 - 0  
Telefax (0 89) 92 14 - 21 52  
E-Mail: [poststelle@stmugv.bayern.de](mailto:poststelle@stmugv.bayern.de)  
▶ [www.stmugv.bayern.de](http://www.stmugv.bayern.de) oder  
▶ [www.boden.bayern.de](http://www.boden.bayern.de)

**Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)**

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel. (0821) 90 71 - 54 01  
Telefax (08 21) 90 71 - 55 53  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
▶ [www.bayern.de/lfu](http://www.bayern.de/lfu)

**Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)**

Vöttinger Str. 38  
85354 Freising-Weihenstephan  
Tel. (0 81 61) 71 - 58 04  
Telefax (0 81 61) 71 - 58 16  
E-Mail: [Poststelle@LfL.bayern.de](mailto:Poststelle@LfL.bayern.de)  
▶ [www.lfl.bayern.de](http://www.lfl.bayern.de)

**Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)**

Postfach 22 00 12  
80535 München  
Tel. (0 89) 21 82 - 0  
E-Mail: [Poststelle@lwf.bayern.de](mailto:Poststelle@lwf.bayern.de)  
▶ [www.lwf.bayern.de](http://www.lwf.bayern.de)

**Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)**

Seethalerstraße 6  
83410 Laufen  
Tel. (0 86 82) 89 63 - 0  
Telefax (0 86 82) 89 63 - 17  
E-Mail: [poststelle@anl.bayern.de](mailto:poststelle@anl.bayern.de)  
▶ [www.anl.bayern.de](http://www.anl.bayern.de)

Übersicht H3 | Ämter und Behörden, die sich mit Boden befassen.

**1.7 Arbeitskreis "Boden in Unterricht und Weiterbildung" der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG)**

Dieser seit einigen Jahren etablierte Arbeitskreis hat sich zum Ziel gesetzt, das Umweltmedium Boden einer breiten Öffentlichkeit näher zu bringen. Dabei werden insbesondere Multiplikatoren angesprochen, die in der schulischen Ausbildung, aber auch in Fortbildungseinrichtungen tätig sind. Der Arbeitskreis führt regelmäßig Vortrags- und Weiterbildungsveranstaltungen durch, die jedem Interessierten offen stehen. Informationen zum Arbeitskreis und zu Terminen finden Sie im Internet. Der Arbeitskreis stellt unter anderem auch regionale Berater für Lehrende und Lehrplangestaltende. Für Bayern sind dies derzeit:

**Dr. Eckardt Kolb**

Informationstechnologie Weihenstephan  
Am Forum 1  
85350 Freising  
Tel. (0 81 61) 71 48 29  
Telefax (0 81 61) 71 44 09  
E-Mail: [kolb@wzw.tum.de](mailto:kolb@wzw.tum.de)

**Ralf Stallforth**

Diplom-Geoökologe  
Dorfstr. 15a  
86356 Neusäß  
Tel. (08 21) 4 80 42 93  
Telefax (08 21) 2 29 07 63  
E-Mail: [ralf@stallforth.de](mailto:ralf@stallforth.de)

▶ [www | www.uni-hohenheim.de/ak-boden](http://www.uni-hohenheim.de/ak-boden)

**1.8 Bundesverband Boden (BVB)**

Der BVB vertritt fachliche, technische und wissenschaftliche Belange des Bodens und stellt den jeweiligen Entwicklungsstand von Wissenschaft und Technik zum Umweltmedium Boden durch breite Öffentlichkeitsarbeit dar. Er unterstützt und führt Aus- und Fortbildungsmaßnahmen durch und berät bei wissenschaftlichen Fragestellungen. Neben Fachgruppen (z. B. Bodenschutz in der Planung, Bodenfunktionen und -belastungen, Beruf und Bildung) gibt es vier Regionalgruppen. Die Regionalgruppe Süd hat Mitglieder aus Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und dem Saarland. Ansprechpartner sind:

**Prof. Dr. Hans-Karl Hauße**

Vorsitzender Regionalgruppe Süd  
FH Nürtingen  
Schelmenwasen 4-8  
72622 Nürtingen  
Tel. (0 70 22) 40 42 01  
Telefax (0 70 22) 40 41 66

**Dr. Volker Jessen-Hesse**

Obmann Landesgruppe Bayern  
Fichtenstr. 3b  
82194 Gröbenzell  
Tel. (08142) 51204  
E-Mail: [volker.jessen-hesse@gmx.de](mailto:volker.jessen-hesse@gmx.de)

## 2 Weltbodentag am 5. Dezember und „Boden des Jahres“

► [www.iuss.org](http://www.iuss.org)

Um das Bewusstsein in der Öffentlichkeit für die Bedeutung des Bodens zu fördern, wurde durch die Internationale Bodenkundliche Union (IUSS) im Rahmen ihres 17. Weltkongresses 2002 in Bangkok der jeweils 5. Dezember eines Jahres als Weltbodentag (World Soil Day) vorgeschlagen. Mittlerweile finden alljährlich an diesem Tag bundesweit Vortrags-, Informations- und Aktionsveranstaltungen der bodenkundlichen Verbände sowie der Umweltbehörden statt (ggf. Pressemitteilungen verfolgen). Seit dem Weltbodentag 2004 wird von Mitgliedern der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG) sowie des Bundesverbandes Boden (BVB) an diesem Tag zudem ein „Boden des Jahres“ für das Folgejahr bestimmt (2005 Schwarzerde, 2006 Fahlerde).

tungen der bodenkundlichen Verbände sowie der Umweltbehörden statt (ggf. Pressemitteilungen verfolgen). Seit dem Weltbodentag 2004 wird von Mitgliedern der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (DBG) sowie des Bundesverbandes Boden (BVB) an diesem Tag zudem ein „Boden des Jahres“ für das Folgejahr bestimmt (2005 Schwarzerde, 2006 Fahlerde).

## 3 Boden im Internet – Eine kleine Auswahl

Die Möglichkeiten, sich über Boden im Internet zu informieren, sind außerordentlich groß. Oft werden komplexe Zusammenhänge jedoch nur unter eingeschränkten Blickwinkeln betrachtet, so dass themenspezifische Recherchen meist zeitaufwändig sind. Eine aktuelle Zusammenstellung wichtiger Internetangebote ist über die Internetseiten des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt,

Gesundheit und Verbraucherschutz abrufbar. Dort sind auch diese Handreichung und evt. zukünftige Ergänzungen verfügbar. An dieser Stelle soll aufgrund sich oftmals rasch ändernder Internetadressen und Inhalte bewusst eine nur sehr knappe Empfehlung von Internetseiten erfolgen. Für den Inhalt dieser Seiten sind ausschließlich die jeweiligen Betreiber verantwortlich.

### Allgemeine Informationen zu den Themen Bodenschutz und Altlasten in Bayern

- [www.boden.bayern.de](http://www.boden.bayern.de)
- [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)
- [www.lfl.bayern.de](http://www.lfl.bayern.de)
- [www.lwf.bayern.de](http://www.lwf.bayern.de)

### Bodeninformationssystem Bayern (BIS)

- [www.bis.bayern.de](http://www.bis.bayern.de)

### Bodenprofile in Bayern

- [www.geologie.bayern.de/boden/bodenreise.html](http://www.geologie.bayern.de/boden/bodenreise.html)
- [www.lfl.bayern.de/internet/stmlf/lfl/iab/boden](http://www.lfl.bayern.de/internet/stmlf/lfl/iab/boden)

### Bodenkartierung, Bodenschutz, Böden Bayerns

- [www.geologie2.bayern.de/boden.html](http://www.geologie2.bayern.de/boden.html)

### Arbeitskreis „Boden in Unterricht und Weiterbildung“ der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft

- [www.uni-hohenheim.de/ak-boden](http://www.uni-hohenheim.de/ak-boden)

### Weitere interessante Links

- [www.bodenwelten.de](http://www.bodenwelten.de)
- [www.hypersoil.de](http://www.hypersoil.de)
- [www.metasoil.de](http://www.metasoil.de)

### Elektronische Programme: Lehrprogramme (Bodenwasser, Bodengenese, Bodenkarte) und Boden-Bestimmungsschlüssel (FAO, WRB), animierte Grafiken zur Bodenentwicklung

- [www.f-by.de](http://www.f-by.de)

### Ausstellungen, Kunst und Boden

- [www.kunst.bodenkunde.info](http://www.kunst.bodenkunde.info)
- [www.bodenkunde.info/Ausstellung](http://www.bodenkunde.info/Ausstellung)
- [www.bgr.de/schoelerberg](http://www.bgr.de/schoelerberg)

## 4 Ausgewählte weiterführende Literatur, CD-ROMs, Diaserien und Filme

Die hier aufgeführte Übersicht mit Schwerpunkt bei den fachdidaktischen Publikationen, Broschüren und Büchern zum Thema Boden umfasst nur solche Schriften, die nicht bereits bei den jeweiligen Sachinformationen zu finden sind.

### 4.1 Allgemeine Schriften

- Alcubilla, M. & Rodenkirchen, H. (1985): Der Boden: Aufbau, Entstehung, Entwicklung. – Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Chemie 33, Heft 8: S. 260–266.
- Bade, L. (1981): Versuche zum Stickstoffkreislauf. – Unterricht Biologie 5, Heft 57: S. 31–36.
- Begerow, G.-G. & Rodi, D. (1981): Eigenschaften verschiedener Böden. – Unterricht Biologie 5, Heft 57: S. 24–30.
- Bergmeier, M. & Nottbohm, G. (1989): Pflanzen schützen vor Erosionen. – Unterricht Biologie 13, Heft 144: S. 16–20.
- Bergstedt, C., Dietrich, V. & Liebers, K. (1999): Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik – Boden. – Berlin (Volk und Wissen).
- Bochter, R. (1995): Boden und Bodenuntersuchungen. – Praxis Schriftenreihe Chemie, Band 53. Köln (Aulis Verlag Deubner & Co).
- Brucker, G. (1981): Bodenbiologie. – Unterricht Biologie 5, Heft 57: S. 2–11.
- Brucker, G. (1981): Wurzeln benötigen lockeren Boden. – Unterricht Biologie 5, Heft 57: S. 12–17.
- Brucker, G. & Kalusche, D. (1990): Boden und Umwelt: bodenökologisches Praktikum. – 2. Auflage, Heidelberg, Wiesbaden (Quelle & Meyer).
- Ehrensberger, R. (1989): Bodentiere und Bodenfruchtbarkeit. – Unterricht Biologie 13, Heft 144: S. 34–37.
- Eisfeld, J.-G. (1994): Boden – die sensible Haut unserer Erde. – In: Kalff, M. (Hrsg.): Handbuch zur Natur- und Umweltpädagogik: S. 92–99, Tuningen (G. A. Ulmer).
- Ensslin, W., Krahn, R. & Skupin, S. (2000): Böden untersuchen. – Wiebelsheim (Quelle und Meyer).
- Epple, A. (2004): Die Böden der Erde – eine kleine geographische Bodenkunde. – RAAbits Geographie, Heft 41: S. 1–40.
- Faltermeier, R. (1996): Lebensraum Boden. – Praktischer Unterricht Biologie. Stuttgart, München, Düsseldorf, Leipzig (Klett).
- Forkel, J. (1988): Boden – Ideen, Projekte, Aktivitäten. – Mülheim a. d. Ruhr (Die Schulpraxis).
- Greisenegger, I., Katzmann, W. & Pitter, K. (1991): Umweltpürnasen – Aktivbuch Boden. – 2. Auflage, Wien (Orac).
- Hassenpflug, W. (1986): Erde unterwegs. Boden-erosion und Landwirtschaft. – Geographie heute 7, Heft 42: S. 46–51.
- Hassenpflug, W. (2000): Der Boden als Bildungsgegenstand des Geographieunterrichts - zum didaktischen Hintergrund bodenkundlicher Themen. – Geographie und Schule 22, Heft 126: S. 2–8.
- Hell, K. & Stangenberg, B. (2001): Boden – Experimente aus dem Küchenschrank. – Gotha (Klett – Perthes).
- Hintermaier-Erhard, G. & Zech, W. (1997): Wörterbuch der Bodenkunde. – Stuttgart (Enke).
- Kalusche, D. (1981): Der Komposthaufen. – Unterricht Biologie 5, Heft 57: S. 38–40.
- Klautke, S. (1989): Bodengefährdung durch „Sauren Regen“. – Unterricht Biologie 13, Heft 144: S. 38–42.
- Knirsch, R. (1993): Boden – ein unersetzbarer Rohstoff. – In Knirsch, R.: Unsere Umwelt entdecken. Spiele und Experimente für Eltern und Kinder. – 2. Auflage: S. 36–46, Münster (Ökoptopia).
- Köhler, K., Gruber, W. & Klautke, S. (1999): Biologische Abbaubarkeit von Materialien. – Unterricht Biologie, Heft 159: S. 43–49.
- Köhler, K. & Klautke, S. (1993): Umwelterziehung praktisch: Kompostierung organischer Abfälle. – Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, Heft 1/93: S. 38–42.
- Köhler, K., Buryn, R. & Klautke, S. (1994): Bodenmilben als Bioindikatoren. – Unterricht Biologie, Heft 196: S. 41–45.
- Kortmann-Niemitz, I. (1988): Untersuchungen des Bodens. – In: Kortmann-Niemitz, I.: Einfache Experimente zur Umwelterziehung im Erdkundeunterricht: S. 4–37, Stuttgart (Klett-Verlag).
- Kortmann-Niemitz, I. (1990): Untersuchungen des Bodens. – In: Kortmann-Niemitz, I.: Einfache Experimente zur Umwelterziehung im Erdkundeunterricht: S. 4–15, Stuttgart (Klett-Verlag).
- Lammert, F.-D. (1989) (Hrsg.): Bodenschutz. – Unterricht Biologie 13, Heft 144: S. 2–11.
- Lethmate, J. (2000): Das Boden-pH – Methodisches Konzept im geoökologischen Ansatz der Biogeographie. – Geographie und Schule 22, Heft 126: S. 32–37.
- Lethmate, J. (2004): Das „chemische Gedächtnis“ des Bodens. Zur didaktischen Relevanz neuer bodenkundlicher Ergebnisse. – Der mathematische und naturkundliche Unterricht (MNU), 58(1): S. 28–34.

Meier-Hilbert, G. & Friedrich, A. (2003): Böden und Vegetation. – Unterricht Geographie, Bd. 14, 116 S., Köln (Aulis Verlag Deubner).

Myrau-Stapel, J. (1988): Wir erforschen den Boden. Eine Zusammenstellung von Unterrichtsmethoden für die Sekundarstufe I. – Hessisches Institut für Lehrerbildung (HILF) & Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN), Kassel.

Nolzen, H. (Hrsg.): Physische Geofaktoren. – Handbuch des Geographieunterrichts, Bd. 10/II, 290 S., Köln (Aulis Verlag Deubner).

Pews-Hocke, Ch. (1997): Themenheft für den fächerübergreifenden Lernbereich „Naturwissenschaften“: Boden. – Berlin.

Pfeifer, P. & Preiß, I. (1985): Bodenkundliche Untersuchungen. Unterrichtsmodell für die Primarstufe. – Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Chemie 33, Heft 8: S. 277–278.

Phillip, E. (1989): Vergiftung des Bodens mit Heizöl. – Unterricht Biologie 13, Heft 144: S. 21–24.

Schmidt, R. (2000): Die Böden Deutschlands – Ressource und Schutzgut. – Geographie und Schule 22, Heft 126: S. 19–24.

Schmidkunz, H. & Häusler, K. (Hrsg.) (1997): Unterricht Chemie, Band 8: Boden. – Köln (Aulis Verlag Deubner & Co).

Schmidtke, K.-D. (1986): Wir unterscheiden Ton, Lehm und Sand. – Geographie heute 7, Heft 42: S. 16–18.

Schmidtke, K.-D. (1990): Boden. – In: Schmidtke, K.-D.: Fünf-Minuten-Experimente für den Geographieunterricht: S. 48-63, Köln (Aulis Verlag Deubner & CO KG).

Schröder, D. (2000): Böden der Erde: Entstehung, Verbreitung, Produktivität, Schädigung und Schutz. – Geographie und Schule 22, Heft 126: S. 9–18.

Slaby, P. (1988): Wir erforschen den Boden. Materialien für den Unterricht. – Göttingen (AOL-Verlag).

Stephan, S. & Riedel, W. (1986): Boden. Was sich in Jahrmillionen bildete, wird in Jahrzehnten zerstört. – Geographie heute 7, Heft 42: S. 4–9.

Stucki, P. & Turrian, F. (1996): Die Geheimnisse des Bodens. Auf den Spuren von Maulwurf Grabowski. – WWF Schulservice, Bern (Zytglogge).

Trommer, G. & Guttman, R. (1981): Nahrungsbeziehungen von Bodentieren. – Unterricht Biologie 5, Heft 57: S. 18–23.

Zech, W. (1985): Humus. – Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Chemie 33, Heft 8: S. 274–276.

## 4.2 Themenhefte fachdidaktischer Zeitschriften

Geographie heute 7 (1986), Heft 42: Boden.

Geographie heute 19 (1998), Heft 161: Lernkartei III: Boden.

Geographie und Schule 19 (1997), Heft 108: Bodenvergiftung.

Geographie und Schule 22 (2000), Heft 126: Boden als Ressource.

Grundschule Sachunterricht (2002), Heft 16: Boden.

Grundschule Sachunterricht (2002), Materialpaket zu Heft 16: Boden.

Naturwissenschaften im Unterricht – Physik/Chemie 33 (1985), Heft 8: Bodenchemie.

Praxis der Naturwissenschaften - Biologie 47 (1998), Heft 4: Lebensformen und biologische Aktivitäten im Boden.

Praxis Geographie (1987), Heft 11: Gefährdete Böden.

Umweltlernen – Zeitschrift für ökologische Bildung (1989), Heft 42: Boden.

Unterricht Biologie 5 (1981), Heft 57: Bodenbiologie.

Unterricht Biologie 13 (1989), Heft 144: Bodenschutz.

## 4.3 Sonstige Broschüren

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2004): Ich TU WAS!... damit der Boden fit bleibt. – Monats-Umweltzeitschrift für Kinder, München

GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (1997): Böden – verletzlichestes Fundament – mensch + umwelt, Heft 11, Neuherberg.

Wissenschaftlicher Beirat Bodenschutz beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2002): Ohne Boden – bodenlos: Eine Denkschrift zum Boden-Bewusstsein, Berlin.

## 4.4 CD-ROMs

### Umweltatlas Boden

FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht GmbH (► [www.fwu.de](http://www.fwu.de)) – Die CD unterstützt in interaktiver Form die Bestimmung wichtiger Bodenparameter und ermöglicht Auswertungen zur Bodenqualität. Sie beinhaltet ein umfangreiches Informationssystem zu den wichtigsten Themen der Bodenkunde mit Karten- und Filmmaterial.

### Medienbausteine Boden. Arbeitsblätter

FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht GmbH (► [www.fwu.de](http://www.fwu.de)). – Arbeitsblätter zum Thema Boden (auch online verfügbar).

### Bodenschutz plus

Spielerisch den Bodenschutz im Griff. – aid Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e. V. (► [www.aid.de](http://www.aid.de)) – Interaktive Lern-CD zu den Grundlagen des Bodenaufbaus, den Gefährdungen des Bodens und Maßnahmen zur Vermeidung von Bodengefährdungen, mit Arbeitsheft (24 Seiten).

**Medienkatalog Boden**

Fachhochschule Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Fachgebiet Allgemeine Bodenkunde und Geologie (► [www.al.fh-osnabrueck.de](http://www.al.fh-osnabrueck.de)) – Zusammenstellung über Materialien, die vom Kindergarten bis zur Erwachsenenbildung bodenkundliches Wissen vermitteln helfen.

**4.5 Dia-Serien****Bodenschäden und Bodenschutz im Flachland**

FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht GmbH (► [www.fwu.de](http://www.fwu.de)). 12 Farbdias (FWU-Nr. 10 02620).

**Bodenschäden und Bodenschutz im Bergland**

FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht GmbH (► [www.fwu.de](http://www.fwu.de)). 11 Farbdias (FWU-Nr. 10 02621).

**Bodenprofile**

FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht GmbH (► [www.fwu.de](http://www.fwu.de)). 17 Farbdias (FWU-Nr. 10 00666).

**Mikroorganismen im Boden**

FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht GmbH (► [www.fwu.de](http://www.fwu.de)). 16 Farbdias (FWU-Nr. 10 00792).

**Bodentypen – Nutzung, Gefährdung, Schutz**

aid Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e. V. (► [www.aid.de](http://www.aid.de)). 24 Farbdias, mit Begleitheft (56 Seiten), Darstellung der Profile von 22 Bodentypen.

**4.6 Filme****Bodenschutz durch konservative Bodenbearbeitung**

aid Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e. V. (► [www.aid.de](http://www.aid.de)). – Anhand der Arbeitsabschnitte Stoppelbearbeitung, Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saat werden Unterschiede in der Gerätetechnik und ihre Auswirkung auf das Ökosystem Boden dargestellt (18 Minuten).

**Gute fachliche Praxis - Bodenschonendes Befahren mit landwirtschaftlichen Maschinen**

aid Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e. V. (► [www.aid.de](http://www.aid.de)). – Der Film zeigt, wie trotz gesteigerter Gesamtmassen bodenschonend mit modernen Landwirtschaftsmaschinen gearbeitet werden kann (VHS-Video-Cassette).

**Lernraum Boden**

FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht GmbH (► [www.fwu.de](http://www.fwu.de)). – Neben der Bodenentwicklung und den Bodenbestandteilen geht der Film auf das Bodenleben, die Biochemie des Bodens und ihre Beeinflussung durch den Menschen ein (VHS-Video-Cassette, 17 Minuten, FWU-Nr. 42 01 737).

**Bodenkunde**

FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht GmbH (► [www.fwu.de](http://www.fwu.de)). – In sieben Kurzfilmen werden behandelt: Boden – was ist das?,

Vom Gestein zum Boden, Bodenfruchtbarkeit, Bodentypen, Braunerde, Parabraunerde, Schwarzerde, Podsol, Roterde (VHS-Video-Cassette, 1999, 26 Minuten, FWU-Nr. 42 02 408).

**Achtung Umwelt**

Bayerische Landeszentrale für politische Bildung (► [www.landesmediendienste-bayern.de](http://www.landesmediendienste-bayern.de)). – Der Film zeigt Grundlagen der Bodenbildung, die Veränderungen, die sich seit dem letzten Jahrhundert in der Landwirtschaft vollzogen haben, die Belastungen des Bodens durch moderne agrarindustrielle Techniken und die fortschreitende Verstädterung sowie Maßnahmen zum Schutz des Bodens (DVD, 2005, 29 Minuten, Nr. 46 40486).

**Boden unter Druck – Versiegelung, Verdichtung, Erosion**

FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht GmbH (► [www.fwu.de](http://www.fwu.de)). – Der Film zeigt den Boden als Lebensgrundlage und Lebensraum. Gezeigt werden weiter der Einfluss des Menschen auf die Bodenfruchtbarkeit, die Störung des Wasserhaushaltes durch Bodenverdichtung, Bodenversiegelung und Erosion (Film 16 mm, 16 Minuten, FWU-Nr. 32 03996).

**4.7 Schulfernsehen**

Nachfolgend aufgeführt sind vier Schulfunksendungen des Bayerischen Rundfunks zum Thema Boden. Diese Sendungen werden im Regelfall in unregelmäßigen Abständen wiederholt. Begleitende Hinweise und Arbeitsmaterialien finden sich ca. 14 Tage vor Ausstrahlungstermin unter Schulfernsehen online.

► [www.br-online.de/bildung/databrd](http://www.br-online.de/bildung/databrd)

**Oberflächlich? Der Mensch und der Boden**

Bayerischer Rundfunk in Kooperation mit der Bayerischen Landeszentrale für politische Bildung (30 Minuten); dazu: Schulfunk und Schulfernsehen, Heft 2 (2001) und Heft 11/12 (2004).

**Unser Boden**

Bayerischer Rundfunk 2005 (15 Minuten); dazu radioWissen/Schulfernsehen, Heft 6 (2005), mit Arbeitsmaterialien.

**Vom Fels zum Humus**

Bayerischer Rundfunk 2005 (15 Minuten); dazu radioWissen/Schulfernsehen, Heft 6 (2005), mit Arbeitsmaterialien.

**Labor Erde – Boden**

Bayerischer Rundfunk 2005 (30 Minuten); dazu radioWissen/Schulfernsehen, Heft 10 (2005).

**4.8 Spiele****Boden-Quartett & Kleine Bodentypologie****Lernspiel Boden**

Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e. V. (► [www.gewaesserschutz-ev.de](http://www.gewaesserschutz-ev.de)).

## 5 Digitale Medien der Handreichung

### 5.1 DVD „Die Haut der Erde – Über den Boden, von dem wir leben“

Die beiliegende DVD (Hrsg. aid e. V.) kann ergänzend zu den Arbeitsmaterialien dieser Handreichung eingesetzt werden; sie bietet sich – je nach Ausführlichkeit der Unterrichtsvorhaben – auch als Einstieg oder zur Abrundung des Themas an. Die DVD ist in deutscher und englischer Sprache abspielbar, so dass sie auch im bilingualen

bzw. im fächerverbindenden Unterricht eingesetzt werden kann.

Der Inhalt der DVD gliedert sich in sechs Abschnitte, die einzeln angesteuert werden können. In der nachfolgenden Übersicht ist jeweils rechts in der Titelleiste der Bezug zu den Modulen der vorliegenden Handreichung aufgezeigt. Die Gesamtlänge beträgt 26 Minuten.

<b>1</b>	<b>Entstehung und Entwicklung von Böden (soil development)</b>	<b>7 Minuten</b>	▶ Modul A „Was ist Boden?“ ▶ Modul E Landwirtschaft
▶ <b>Die Prozesse der Bodenbildung am Beispiel der Alpenregion</b> (▶ Modul A „Was ist Boden?“) Themen: Kontinente als „Haut der Erde“; Vielzahl an Bodentypen; Stadien der Bodenbildung; Rückzug der Gletscher; Frostsprengung; Arbeit des Wassers am Gestein; Anteil der mineralischen und organischen Bestandteile; Pionierpflanzen; Verwitterung; von der ersten Humusschicht zur üppigen Vegetation			
▶ <b>Entwicklung der Landwirtschaft</b> (▶ Modul E Landwirtschaft) Themen: Anfänge des Ackerbaus; Humus als Nährstoffdepot; Rodung zugunsten des Ackerbaus; Bodenbehandlung zur Verbesserung der Ernteerträge; die Bedeutung nährstoffreichen Bodens; Folgen des menschlichen Eingriffs in den Bodenhaushalt			
<b>2</b>	<b>Der Boden als Ökosystem (soil as an ecosystem)</b>	<b>5 Minuten</b>	▶ Modul B Bodenleben
▶ <b>Die Vielfalt an Bodenlebewesen</b> Themen: Anpassung der Lebewesen; Anteil der unerforschten und unentdeckten Lebewesen; Anzahl der Lebewesen in einem Liter Boden			
▶ <b>Bedeutung der Regenwürmer für den Boden</b> Themen: „natürlicher Pflug“; Humusförderung; Bedeutung für das Bodengefüge durch Darmtätigkeiten des Regenwurms; Gangsystem als Luft- und Wasserversorgung; Möglichkeiten, den Regenwurmbestand zu fördern; Grubbern als schonende Bodenbehandlung			
<b>3</b>	<b>Die Bedeutung der Pilze (meaning of fungi)</b>	<b>2,5 Minuten</b>	▶ Modul B Bodenleben
▶ <b>Pilzgeflechte im Boden</b> Themen: Mykorrhiza; Ablauf und Bedeutung von Symbiosevorgängen zwischen Pilzen und anderen Pflanzen			
<b>4</b>	<b>Gefährdung von Böden (endangering of soils)</b>	<b>2,5 Minuten</b>	▶ Modul E Landwirtschaft ▶ Modul F Schadstoffe
▶ <b>Arten der Gefährdung</b> (▶ Modul F Schadstoffe) Themen: Ablagerungen aus der Luft; direkte Verschmutzungen; Altlasten; Schadstoffe im Regen; saurer Regen; Schadstoffe durch Überschwemmungen			
▶ <b>Pflanzenschutzmittel und Dünger in der Landwirtschaft</b> (▶ Modul E Landwirtschaft) Themen: Folgen der Überdüngung; heutige Sichtweise bei der Düngung; Hilfsmittel Computer bei der Düngung			

<b>5</b>	<b>Bodenverdichtung und Erosion (soil compaction and erosion)</b>	<b>5 Minuten</b>	<b>► Modul E Landwirtschaft</b>
<p>► <b>Bodenverdichtung</b> Themen: Pflügen: Vorgang und Folgen; Abhilfe: breite Reifen; Onland-Pflügen</p> <p>► <b>Bodenerosion</b> Themen: Zusammenhang zwischen Verdichtung und Erosion: oberflächlicher Abfluss des Regenwassers; Regentropfenerosion; Wasser- und Winderosion; Erosion als weltweit größtes Landschaftsproblem; Ausmaß der Erosion in Zahlen; Beispiel spontaner Erosion; Erosionsmodell im Sandkasten; Folgen für die Bodenfruchtbarkeit</p>			
<b>6</b>	<b>Bodenversiegelung (soil sealing)</b>	<b>4 Minuten</b>	<b>► Modul A „Was ist Boden?“</b> <b>► Modul G Flächeninanspruchnahme</b>
<p>► <b>Landschafts- und Flächenverbrauch (► Modul G Flächeninanspruchnahme)</b> Themen: Daten zur Versiegelung in Deutschland; Beispiel: Schulhof; Folgen der Versiegelung (u. a. Hochwasser); Entsiegelungsprojekt in der Schule</p> <p>► <b>Das Bodenschutzgesetz (► Modul A „Was ist Boden?“)</b> Themen: Verantwortung für den Boden</p>			

## 5.2 CD-ROM

Zur Anwendung der beiliegenden CD-ROM ist ein Internet-Browser (z. B. Internet Explorer), jedoch kein Internetanschluss erforderlich. Das Hauptprogramm startet unter Windows nach dem Einlegen der CD selbsttätig, sofern Autoplay aktiviert ist. Sollte dies nicht der Fall sein, starten Sie Ihren Internet-Browser und wählen über den Menüleisteneintrag „Datei öffnen“ die Datei „start.htm“ auf der CD aus.

Als Systemsoftware sind die 32-Bit-Betriebssysteme Windows® 95/98/2000/ME/XP erforderlich. Besondere Anforderungen an die Hardware werden nicht gestellt. Hinweis: Die CD wurde mit größter Sorgfalt erarbeitet, dennoch können die Herausgeber, die Autoren und die Programmierer nicht für Fehler haften, die durch den Gebrauch der CD oder der Software an Ihrem PC-System entstehen könnten.

Die CD-ROM enthält den vollständigen Text der Sachinformationen und der Schüleraktivitäten der Handreichung. Darüber hinaus sind auf ihr der größte Teil der Grafiken und Karten zum Ausdrucken, zusätzliche Merkblätter, Gesetzes- und Verordnungstexte, PC-Animationen sowie Programme (z. B. zur Erstellung eines Wörterpuzzles ► Schüleraktivität AA6b) abgelegt. Die Sachinformationen können dabei menübasiert modulweise, die Schüleraktivitäten aufgabenweise angesteuert werden. Zum Lesen der Textdateien und zum Drucken der Grafiken wird das Programm Acrobat Reader® benötigt. Dieses ist auf der CD enthalten und kann über das Hauptprogramm installiert werden. Für das Abspielen der Animationen ist das Programm PowerPoint® erforderlich.

Eine ausführliche Dokumentation über die CD-ROM finden Sie in der Datei „readme.txt“ auf der CD-ROM.

## 6 Autoren und Mitwirkende der Handreichung

Aufbau der Handreichung sowie Inhalte und Strukturierung der Module wurden durch die Arbeitsgruppe „Handreichung Lernort Boden“ (siehe Impressum) erarbeitet, die Texte und Schüleraktivitäten durch die nachfolgend aufgeführten Autoren erstellt.

Die Handreichung ist inhaltlich mit dem Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten (StMLF) sowie dem Ministerium des Innern (StMI) abgestimmt.

### Koordination

Andreas Peterek<sup>1,2</sup> (Leitung),  
Ralf Schunk<sup>1,2</sup>

### Redaktion (alphabetisch)

Jochen Frickel<sup>3</sup>, Michael Joneck<sup>5</sup>, Wolfgang Korn<sup>3</sup>, Andreas Peterek<sup>1,2</sup>, Ralf Schunk<sup>1,2</sup>, Christina von Seckendorff<sup>4</sup>, Thomas Suttner<sup>4</sup>

### Autoren (alphabetisch)

A – H = Module (einschließlich Glossar),  
Ein = Einleitung,  
Di = Didaktische Hinweise

Thomas Engels<sup>1</sup> **C**  
Manfred Fischer<sup>11</sup> **D, E**  
Jochen Frickel<sup>3</sup> **Ein, Di**  
Karl Füssl<sup>3</sup> **Ein, A, Di**  
Rainer Goller<sup>1</sup> **C**  
Michael Gschnaidner<sup>13</sup> **G**  
Michael Joneck<sup>5</sup> **A, D, F**  
Siegfried Klautke<sup>1,8</sup> **B**  
Wolfgang Korn<sup>3</sup> **Ein, Di, H**  
Helmut Lallinger<sup>9</sup> **B**  
Markus Lenk<sup>7</sup> **B, C**  
Alois Müller<sup>1,2</sup> **Ein, Di, E**  
Andreas Peterek<sup>1,2</sup> **Ein, A bis H**  
Ralf Stallforth<sup>10</sup> **Ein, A, H**  
Markus Stephan<sup>1</sup> **A, F, H**  
Juliane Straub<sup>1</sup> **E**  
Gabriele Schrüfer<sup>1,2</sup> **Di, G**  
Ralf Schunk<sup>1,2</sup> **A, C, E, G, H**  
Markus Suchanka<sup>12</sup> **Di, E**  
Thomas Suttner<sup>4</sup> **Ein, A, G, H**  
Alexandra Vollmayer<sup>6</sup> **A, Di**

### Kartographie und graphische Abbildungen:

Jürgen Feilner<sup>14</sup>, Christian Göppner<sup>14</sup>, Markus Lenk<sup>7</sup>, Andreas Peterek<sup>1,2</sup>, Mario Scheucher<sup>15</sup>, Ralf Schunk<sup>1,2</sup>

### Gestaltung und Programmierung CD:

Elisabeth Wiltsch<sup>1</sup>, Andreas Peterek<sup>1</sup>

### Praktische Erprobung der Schüleraktivitäten:

Jessica Greef<sup>2</sup>, Michaela Mahr<sup>2</sup>, Andreas Peterek<sup>1,2</sup> (Leitung), Ralf Schunk<sup>1,2</sup>, Markus Stephan<sup>1</sup>, Juliane Straub<sup>1</sup>

Die Erstellung der Handreichung wurde durch Bereitstellung von Laborräumen und Laborgeräten durch folgende Lehrstühle und Abteilungen der Universität Bayreuth maßgeblich unterstützt:

- Lehrstuhl für Biogeographie, Abteilung für Agrarökologie,
- Lehrstuhl für Geomorphologie,
- Lehrstuhl für Bodenkunde,
- Didaktik der Physik,
- Didaktik der Chemie,
- Didaktik der Geographie.

Am didaktischen Konzept der Schüleraktivitäten hat insbesondere mitgewirkt:  
Frau Sigrid Weber (Didaktik der Physik).

Weiterhin haben in verschiedener Funktion mitgewirkt: Johannes Bauchhenß (München), W. Bründl (Referat Gesundheit und Umwelt, Landeshauptstadt München), Frank Keller (Gymnasium Pegnitz), Peter Pondorf (Pellendorf), Raimund Prinz (Wasserwirtschaftsamt Schweinfurt), Wolfgang Wilcke (Universität Mainz), Karin Weiß (Bamberg).

### Adressen der Autoren

<sup>1</sup> Zentrum zur Förderung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts (Z-MNU) der Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth

<sup>2</sup> Didaktik der Geographie, Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften, Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth

<sup>3</sup> Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB), Schellingstr. 155, 80797 München

<sup>4</sup> Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV), Rosenkavalierplatz 2, 81925 München

<sup>5</sup> Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Dienststelle Hof, Hans-Högn-Str. 12, 95030 Hof/Saale

<sup>6</sup> Hauptschule Gräfenberg / Landkreis Forchheim

- <sup>7</sup> Gymnasium Christian-Ernestinum Bayreuth, Albrecht-Dürer-Str. 2, 95448 Bayreuth
- <sup>8</sup> Didaktik der Biologie, Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth
- <sup>9</sup> Hauptschule Wegscheid, Mitterweg 19, 94110 Wegscheid
- <sup>10</sup> Dorfstr. 15a, 86356 Neusäß
- <sup>11</sup> Markgräfin-Wilhelmine-Gymnasium Bay-

- reuth, Königsallee 17, 95448 Bayreuth
- <sup>12</sup> Martin-Pollich-Gymnasium Mellrichstadt, Sonnenlandstr. 21, 97638 Mellrichstadt
- <sup>13</sup> Gymnasium Grafing, Jahnstr. 17, 85567 Grafing
- <sup>14</sup> Kartographische Abteilung, Geowissenschaften, Universität Bayreuth
- <sup>15</sup> Neubeuern

## 7 Quellen- und Bildnachweis

### Umschlagseiten

**Bildleiste Ordnerumschlag** (von links nach rechts) | LFU (Rendzina); GAB (Bodensanierung); LWF (Wald); R. Schunk, Bayreuth (Luftbild Nürnberg); Titze, Bayceer Bayreuth (Podsol); StMUGV (Kartoffel); LWF (Wildbach); StMUGV (Maulwurf). **Randbild** | R. Schunk, Bayreuth (Ranker).

### Einleitung

**Titelbildleiste (S. 2)** | von links nach rechts: LfU (Rendzina); StMUGV (Hopfenfeld); Th. Engel, Bayreuth (Buchenwald); L. Laux, aus Broschüre „Wald erleben“ StMELF 1999. **1** | Z-MNU.

### Modul A („Was ist Boden?“)

**Titelbildleiste (S. 18)** | von links nach rechts: Bayceer Univ. Bayreuth (Podsol); LfU (Gley); LfU (Rendzina). **A1** | www.ra-horakhty.co.uk (umgezeichnet und modifiziert). **A2** | StMUGV (Faltblatt: Bayern auf gutem Grund 2005). **A3** | Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.) (1996): Bodenschutz in Baden-Württemberg. Heft 1, Reihe „Boden“, 4. Aufl., Balingen (umgezeichnet). **A4** | umgezeichnet aus Kuntze, Roeschmann & Schwerdtfeger (1994): Bodenkunde. – Stuttgart (Ulmer-Verlag). **A5** | M. Joneck (LfU). **A6** | Z-MNU. **A7** | Z-MNU. **A8** | nach Schroeder (1992): Bodenkunde in Stichworten, Stuttgart (Borntraeger). **Tab. A1** | nach Scholz u. a. 1981. **A9** | Z-MNU. **A10** | wie A8. **A11** | Z-MNU. **A12** | umgezeichnet nach Hintermaier-Erhard & Zech (1996): Wörterbuch der Bodenkunde (Enke). **A13** | umgezeichnet aus GSF mensch + umwelt 11, 1997. **A14** | wie A8. **A15** | LfU (modifiziert). **A16** | umgezeichnet und modifiziert aus Klohn & Windhorst (1999): Vechtaer Materialien zum Geographieunterricht, Heft 6: S. 13. **A17** | StMUGV (Faltblatt: Bayern auf gutem Grund 2005). **A18** | Z-MNU. **A19** | umgezeichnet und modifiziert aus Kommunalverband Ruhrgebiet (KVR) „Wir untersuchen Böden“ 2004 Arbeitsmaterialien, S. 10. **A20** | Ch. Guschker (2001), Wissenschaftliche Grundlagen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze, Grundlagen Bodenkunde (GLA, unpubl.) (nach verschiedenen Quellen). **A21** | wie A8. **A22** | Z-MNU. **A23** | wie A8. **A24** | LfU. **A25** | Oben, Mitte: LfU; Unten: K. Hohnvehlmann, Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG), Jena. **Bodenprofile S. 38 – 46** | M. Scheucher, Neubeuern, nach Mückenhausen (1993). **A26** | umgezeichneter Ausschnitt aus „Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland“ Leibniz-Institut für Länderkunde, Leipzig 2002, nach Original Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover 2002.

### Schüleraktivität AA („Boden mit allen Sinnen erleben und erfahren“)

**A27** | Aquarell-Zeichnung M. Scheucher, Neubeuern. **S. 53** | Z-MNU. **S. 65** | A. Vollmayer, Forchheim.

**A28** | links: A. Peterek, Bayreuth; rechts: H. Lallinger, Wegscheid. **S. 71** | Z-MNU.

### Schüleraktivität AB („Boden – Was ist das eigentlich“)

**A29** | R. Schunk, Bayreuth. **A30** | Z-MNU. **S. 88** | Z-MNU. **A31** | Z-MNU. **A32** | R. Schunk, Bayreuth. **S. 92** | oben und unten: Z-MNU. **A33** | R. Schunk, Bayreuth. **S. 94** | Z-MNU. **S. 95** | Z-MNU, nach Niemz, G. & Seibert, G. (1980): Bodenzerstörung und Bodenerhaltung – Schülerheft, Stuttgart (Klett-Verlag). **A34 – A39** | R. Schunk, Bayreuth.

### Modul B („Bodenleben“)

**Titelbildleiste (S. 114)** | von links nach rechts: StMUGV (Maulwurf), Bilddatenbank www.photocase.de (Waldboden), J. Bauchhenß, München, 2004 (Bandfüßer). **Tab. B1** | nach R. Faltermeier 1996, Praktischer Unterricht Biologie: Lebensraum Boden; Stuttgart. **B1** | oben und unten: O. Kress (Lehrstuhl Mikrobiologie, Univ. Bayreuth). **B2** | D. Gadkari, Lehrstuhl Mikrobiologie, Univ. Bayreuth. **B3** | Z-MNU, nach D. Heinrich, M. Hergt, (1998), Ökologie, S. 50 (dtv). **B4** | oben: M. Keil, Neckargemünd; unten: J. Wygasch, Paderborn. **B5** | M. Lauerer, Univ. Bayreuth. **B6 – B7** | Th. Engel, Bayreuth. **B8** | Aquarell-Zeichnungen M. Scheucher, Neubeuern, nach Vorlage Schulfernsehen, Heft 6, Februar 2005, S. 61. **B9** | Z-MNU, Entwurf: M. Lenk, Bayreuth. **B10** | J. Filser, Univ. Bremen. **B11 – B15** | J. Bauchhenß, München, 2004. **B16** | © www.zecken.de. **B17** | J. Bauchhenß, München, 2004. **B18** | Z-MNU. **B19** | M. W. Lorenz, Lehrstuhl Tierökologie, Univ. Bayreuth. **B20** | J. Bauchhenß, München, 2004. **B21** | oben: K. Mammen, Halle; unten: Th. Engel, Bayreuth. **B22** | Z-MNU, Entwurf: M. Lenk, Bayreuth, nach BUND (Hrsg.) (2001): BUND argumente: Leben in der Unterwelt. Berlin. **B23** | R. Schunk, Bayreuth. **B24** | A. Peterek, Bayreuth. **B25** | umgezeichnet aus R. Ehrnsberger (1989): Bodentiere und Bodenfruchtbarkeit. Unterricht Biologie, Heft 144, S. 34 – 37, Seelze. **B26** | StMUGV (Faltblatt: Bayern auf gutem Grund 2005).

### Schüleraktivität B („Bodenleben“)

**B27** | M. Lenk, Bayreuth. **B28** | Z-MNU, Entwurf M. Lenk, Bayreuth. **S. 136, 138, 139** | Z-MNU, Entwurf M. Lenk, Bayreuth. **B30** | M. Lenk, Bayreuth. **S. 141, 142, 144, 145** | Z-MNU, Entwurf M. Lenk, Bayreuth. **B31** | J. Bauchhenß, München, 2004. **S. 147, 148, 149** | Z-MNU, Entwurf M. Lenk, Bayreuth. **B32** | Z-MNU, Entwurf M. Lenk, Bayreuth. **B33** | nach R. Faltermeier 1996, Praktischer Unterricht Biologie: Lebensraum Boden; Stuttgart. **S. 151** | Z-MNU, Entwurf M. Lenk, Bayreuth. **S. 153, 154** | Z-MNU, nach Köhler, K. & Klautke, S. (1993) Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, Nr. 16, S. 39. **S. 155** | Nachdruck

© | Copyright des Bildmaterials bei den genannten Urhebern.

mit freundl. Genehmigung © Landesbund für Vogel-schutz in Bayern e. V.

#### Modul C („Waldboden“)

**Titelbildeiste (S. 158)** | LWF. **C1 – C2** | LWF. **C3** | © LWF. **C4** | Titze, Bayceer Univ. Bayreuth. **C5** | umgezeichnet aus LWF (Hrsg.) (1995): Bodenschutz im Wald. Broschüre, S. 16. **C6** | Z-MNU, Entwurf R. Goller, Bayreuth. **C7** | LWF. **C8** | R. Goller, Bayreuth. **C9** | Bayceer Univ. Bayreuth. **C10** | Z-MNU, Entwurf R. Goller, Bayreuth. **C11** | Links: Bayceer, Univ. Bayreuth; rechts: K. Kalbitz, Bayceer Univ. Bayreuth. **C12** | Z-MNU nach Mößner, E.-M. (2001): Gesunde Böden braucht der Wald, Informationsbroschüre Stiftung Wald in Not, Heft 12, S. 17. **C13** | Z-MNU, Entwurf: R. Goller, Bayreuth. **C14** | oben: Ch. Kölling, LWF; unten links und rechts: R. Schunk, Bayreuth. **C15** | P. Gerstberger, Univ. Bayreuth. **C16** | Z-MNU, Quelle wie C12, S. 15. **C17** | P. Gerstberger, Univ. Bayreuth. **C18** | LWF. **C19** | oben: K. Kalbitz, Bayceer Univ. Bayreuth; unten: P. Gerstberger, Uni. Bayreuth. **C20** | P. Gerstberger, Univ. Bayreuth. **C21 – C22** | LWF, Waldschadensbericht 2004.

#### Schüleraktivität C („Waldboden“)

**C23** | LWF. **C24** | Ch. Kölling, LWF. **C25** | LWF. **C26** | A. Peterek, Bayreuth. **S. 185** | Z-MNU, nach Kommunalverband Ruhrgebiet (KVR) „Abbau der Streu durch Bodenlebewesen“ 2004 Arbeitsmaterialien, **S. 8. S. 188, 190** | Z-MNU, Entwurf: R. Goller, Bayreuth. **S. 196** | Z-MNU, nach Arning & Lethmate, Praxis Geographie 10/2004. **C27** | Z-MNU, modifiziert nach Bergstedt 1998, Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik: Boden (Cornelsen Verlag), S. 48. **S. 199** | Z-MNU, Entwurf M. Lenk, Bayreuth, Quelle wie B22.

#### Modul D („Wasser“)

**Titelbildeiste (S. 202)** | von links nach rechts: LWF (Wildbach), © LfU, aus StMLU (Hrsg.) „Wasserland Bayern“ 2002, 4. Aufl., S. 30 (Auenwald), A. Peterek, Bayreuth (Wasserschutzgebiet). **D1** | Z-MNU, nach LfW (Hrsg.), SpektrumWasser 1 „Hochwasser“, 2. Aufl., 2004, S. 23. **D2** | Z-MNU, nach LfW (Hrsg.), SpektrumWasser 2 „Grundwasser“, 2. Aufl., 2004, S. 14. **D3** | nach Baumgartner, A. & Liebscher, H.-J. (1996), Allgemeine Hydrologie, S. 396. **D4** | Z-MNU, nach G. Brucker & D. Kalusche (1990): Boden und Umwelt, Wiebelsheim (Quelle & Meyer). **D5** | umgezeichnet nach Wasserwirtschaftsamt Bayreuth, 2003, Posterausstellung. **D6** | A. Peterek, Bayreuth. **D7** | Z-MNU. **D8** | Z-MNU, verändert nach Enßlin et al., 2000, Böden untersuchen (Biol. Arbeitsbücher, Quelle & Meyer), S. 37. **D9** | links: Hansen, Würzburg; rechts: nach Baumgartner, A. & Liebscher, H.-J. (1996), Allgemeine Hydrologie, S. 545. **D10 – D11** | umgezeichnet nach Wasserwirtschaftsamt Bayreuth, 2003, Posterausstellung. **D12** | R. Schunk, Bayreuth. **D13** | LfW (Hrsg.), SpektrumWasser 2 „Grundwasser“, 2. Aufl., 2004. **D14** | © LfW (Hrsg.), SpektrumWasser 2 „Grundwasser“, 2. Aufl., 2004, S. 76. **D15** | Z-MNU, Daten nach LfW (Hrsg.), SpektrumWasser 2 „Grundwasser“, 2. Aufl., 2004, S. 38. **D16** | umgezeichnet und modifiziert nach Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e. V. (2000) (Hrsg.): Naturstoff Wasser, 11. Aufl., S. 39, Bonn. **D17** | Z-MNU, umgezeichnet aus StMLU (Hrsg.): Wasserland Bayern, 4. Aufl., 2002, S. 36. **D18** | © LfU, aus StMLU (Hrsg.): Wasserland Bayern, 4. Aufl., 2002, S. 28. **D19** | © LfU, aus LfW (Hrsg.), SpektrumWasser 2 „Grundwasser“, 2. Aufl., 2004, S. 30.

#### Schüleraktivität D („Wasser“)

**D20 – D21** | R. Schunk, Bayreuth. **D22** | Z-MNU. **D23, D25, D27 – D30** | R. Schunk, Bayreuth. **S. 220, 221, 223, 224, 225 oben** | Z-MNU. **D24** | Z-MNU, nach Joneck (LfU). **D26** | Z-MNU. **D31** | A. Peterek, Bayreuth. **D32** | R. Schunk, Bayreuth. **S. 236, 241, 243** | Z-MNU, Entwurf M. Fischer, Stockau. **S. 247** | wie D16.

#### Modul E („Landwirtschaft“)

**Titelbildeiste (S. 250)** | von links nach rechts: StMUGV (Kartoffeln), R. Schunk, Bayreuth, © L. Heigl (LfL) (Feldbearbeitung). **E1** | LfL Archiv. **E2** | © Regierung von Unterfranken (Hrsg.) (2002): Wasser für Unterfranken, 2. Aufl., S. 16. **E3** | Z-MNU, Daten LfL. **E4** | © U. Hege (LfL). **E5** | Z-MNU, umgezeichnet und modifiziert nach Hintermaier-Erhard, G. & Zech, W. (1996): Wörterbuch der Bodenkunde, S. 91. **E6** | Z-MNU, umgezeichnet nach Fraedrich, W., Härle, J., Hoh, E. & Lamberty, M. (1997): Landschaftsökologie. – (Oberstufen-Geographie, Bayerischer Schulbuchverlag), S. 115. **E7** | © Regierung von Unterfranken (Hrsg.) (2002): Wasser für Unterfranken, 2. Auflage. **E8** | Montage unter Verwendung © LfU, aus StMLU (Hrsg.) (2002): Wasserland Bayern, 4. Aufl., S. 37 und A. Peterek (Verkehrsschild). **E9** | Z-MNU, umgezeichnet und verändert nach Fraedrich, W., Härle, J., Hoh, E. & Lamberty, M. (1997): Landschaftsökologie. – (Oberstufen-Geographie, Bayerischer Schulbuchverlag), S. 116. Tab. **E2** | Daten LfL. **E10** | © Bilddatenbank Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG, Am Amazonenwerk 9 – 13, D - 49205 Hasbergen (www.amazone.de). **E11** | Statistisches Bundesamt 2004. **Tab. E3** | LfL (2003): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. – 7. Auflage. **E12** | A. Peterek, Bayreuth. **Tab. E3** | zusammengestellt nach LfL (Hrsg.) (2003): Leitfaden zur Düngung von Acker- und Grünland, 7. Aufl., S. 19-20. **E13** | © LfU, aus LfW (Hrsg.) (2004), Spektrum 2 Grundwasser: S. 64. **E14** | © L. Heigl (LfL). **E15** | Z-MNU, umgezeichnet und verändert nach Fraedrich, W., Härle, J., Hoh, E. & Lamberty, M. (1997): Landschaftsökologie. – (Oberstufen-Geographie, Bayerischer Schulbuchverlag), S. 115. **E16** | © R. Brandhuber (LfL). **E17** | © LfL. **E18** | R. Schunk, Bayreuth. **E19 – E20** | Z-MNU, umgezeichnet nach Wasserwirtschaftsamt Bayreuth, 2003, Posterausstellung. **E21** | © R. Brandhuber (LfL). **E22** | oben: © Bilddatenbank Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG, Am Amazonenwerk 9 – 13, D - 49205 Hasbergen (www.amazone.de); unten: P. Tigges (Firma PTG), Neuss. **E23** | © R. Brandhuber (LfL). **Tab. E5** | R. Brandhuber (LfL). **E24** | oben: R. Schunk, Bayreuth; unten: © R. Brandhuber (LfL). **E25** | Kreitmeyer (LfL). **E26** | Z-MNU, nach Vorlage „Karte des mittleren Bodenabtrags“, Erosionsatlas Bayern 1986, GLA. **E27** | © R. Brandhuber (LfL). **E28** | A. Peterek, Bayreuth. **E29** | Z-MNU. **E30** | © LfL. **E31** | © StMLF. **E32** | H. Lallinger, Wegscheid.

#### Schüleraktivität E („Landwirtschaft“)

**E33** | R. Schunk, Bayreuth. **S. 277** | Z-MNU. **S. 278** | R. Schunk, Bayreuth. **E36** | Z-MNU, verändert nach T. Diez (1994): Erosionsschäden vermeiden. AID (Hrsg.), Bonn, S. 4. **S. 281** | R. Schunk, Bayreuth. **S. 282** | Z-MNU. **E35 – E36** | Z-MNU, Daten nach nach Niemz, G. & Seibert, G. (1980): Bodenzerstörung und Bodenerhaltung – Lehrerheft, S. 26, Stuttgart (Klett-Verlag). **Tab. S. 284** | wie E35 – E36. **S. 287, 294, 298** | R. Schunk, Bayreuth. **E37** | R. Schunk, Bayreuth.

**Modul F („Schadstoffe“)**

**Titelbildleiste (S. 306)** | von links nach rechts: © GAB (Bodenaustausch mittels Gleitschienenvorbaus), © GAB (Bodenaushub), © GAB (Probennahme aus einer Großbohrung). **F1** | © LfU, aus LfW (Hrsg.), SpektrumWasser 2 „Grundwasser“, 2. Aufl., 2004, S. 57. **F2** | Z-MNU, umgezeichnet und verändert nach [www.umad.de/infos/wirkungen](http://www.umad.de/infos/wirkungen). **F3** | Z-MNU, umgezeichnet und modifiziert von Landesumweltamt NRW LUA Info Nr. 11: Schadstoffe im Boden, S. 1 (► [www.lua.nrw.de](http://www.lua.nrw.de)). **F4** | Z-MNU, nach StMLF (Hrsg.) (2004): Waldzustandsbericht 2004, S. 13. **F5** | R. Schunk, Bayreuth. **F6** | Z-MNU, umgezeichnet und modifiziert nach Kommunalverband Ruhrgebiet (Hrsg.) (2004): „Wir untersuchen Boden“, S. 11. **F7** | © Lehrstuhl Hydrologie, Univ. Bayreuth. **F8** | © GAB. **F9** | © LfU. **F10** | Z-MNU. **F11** | Z-MNU, umgezeichnet und modifiziert von Landesumweltamt NRW LUA Info Nr. 11: Schadstoffe im Boden, S. 2 (► [www.lua.nrw.de](http://www.lua.nrw.de)). **F12** | Z-MNU. **F13** | Außendorf, M. & Martin, W. (LfU) (1998): Hintergrundwerte anorganischer Problemstoffe in Böden Bayerns. Ergebnisbericht des GLA zum F+E-Vorhaben „Geogene und anthropogene Schwermetalle in Böden Bayerns“ (► [www.geologie.bayern.de/boden/hintergrundwerte/anorganischeHintergrundwerte.html](http://www.geologie.bayern.de/boden/hintergrundwerte/anorganischeHintergrundwerte.html)); Farbcodierung verändert. **F14** | © LfU. **F15** | Z-MNU, nach StMLF (Hrsg.) (2004): Waldzustandsbericht 2004, S. 19. **F16** | Z-MNU, nach Daten LfL. **F17** | Z-MNU. **F18** | P. Gerstberger, Univ. Bayreuth. **F19** | oben und unten: © GAB. **F20** | Z-MNU, nach Landesamt für Umweltschutz (LfU) 2004. **F21** | Z-MNU, umgezeichnet nach LfW (Hrsg.), Spektrum Wasser 2 „Grundwasser“, 2. Aufl., 2004, S. 60. **F22 – F25** | © GAB.

**Schüleraktivität F („Schadstoffe“)**

**F26 – F27** | R. Schunk, Bayreuth. **S. 333, 337** | Z-MNU. **S. 340** | wie F6. **F28 – F29** | Z-MNU. **S. 343, 344** | verändert nach Enßlin et al., 2000, Böden untersuchen (Biol. Arbeitsbücher, Quelle & Meyer), S. 96. **F30** | R. Schunk, Bayreuth. **S. 347** | Z-MNU. **F31 – F33** | R. Schunk, Bayreuth. **F34** | StMLU (Hrsg.): Bayern-Agenda 21, S. 30. **S. 353 unten, S. 355** | wie F2.

**Modul G („Flächeninanspruchnahme“)**

**Titelbildleiste (S. 358)** | von links nach rechts: R. Schunk, Bayreuth (Luftaufnahme Nürnberg); R. Schunk, Bayreuth (Autobahn); StMLU (Hrsg.): Bayern-Agenda 21, S. 267 (Stadt Weiden i. d. Opf.). **G1** | R. Schunk, Bayreuth. **G2** | Z-MNU, Daten nach StMUGV 2005. **G3** | Z-MNU, Daten nach StMUGV 2005. **G4** | oben: © Luftbild der Stadt Pfaffenhofen, 1981, LVG Bayern, 1664/06 (AZ: 1419 VM A – 1664/06); unten: © Luftbild der Stadt Pfaffenhofen, 1998, LVG Bayern, 1664/06 (AZ: 1419 VM A – 1664/06), aus StMLU (Hrsg.) (2003): Flächenressourcen-Management, S. 4. **G5** | Z-MNU. **G6** | Z-MNU, umgezeichnet und modifiziert nach Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Raumordnung (Hrsg.) (1995): München, kompakt, urban, grün, S. 18. **G7 – G8** | © Referat für Gesundheit und Umwelt, Stadt München. **G9** | oben: StMLU (Hrsg.) (2003): Flächenressourcen-Management, S. 39; unten: R. Schunk, Bayreuth. **G10** | W. Pfeifer, M. Altenstrasser, Best Practice-Sammlung StMUGV, [www.stmugv.bayern.de](http://www.stmugv.bayern.de). **G11** | oben: R. Schunk, Bayreuth; unten: StMLU (Hrsg.) (2003): Flächenressourcen-Management, S. 6. **G12** | Gemeindeverwaltung Stegaurach. **G13** | StMLU (Hrsg.) (2003): Flächenressourcen-Management, S. 20 (Grafiken umgezeichnet). **G14** | © LfU, aus LfW (Hrsg.), SpektrumWasser 1 „Hochwasser“, 2. Aufl., 2004, S. 52. **G15** | Z-MNU, umgezeichnet und modifiziert nach StMLU (Hrsg.): Bayern-Agenda 21, S. 216. **G16** | oben: StMLU (Hrsg.): Bayern-Agenda 21, S. 265; Mitte: SEP Baur + Deby, München, Dittmann + Dittmann, Ebenhausen, Best Practice-Sammlung StMUGV, [www.stmugv.bayern.de](http://www.stmugv.bayern.de); unten: © Stadt Nürnberg, Gartenbauamt. **G17** | links: © LfU, aus StMLU (Hrsg.): Wasserland Bayern, 4. Aufl., 2002, S. 21; rechts oben: Jacob Oberpriller, Best Practice-Sammlung StMUGV, [www.stmugv.bayern.de](http://www.stmugv.bayern.de); rechts unten: © LfU, aus StMLU (Hrsg.): Wasserland Bayern, 4. Aufl., 2002, S. 21. **G18** | M. Außendorf (LfU).

**Schüleraktivität G („Flächeninanspruchnahme“)**  
**G19** | Z-MNU, nach Schülerarbeit, Gymnasium Grafing. **G20** | Z-MNU; Daten nach Planungsverband Äußerer Wirtschaftsraum München; Landratsamt Ebersberg 2003. **G21** | © LVG; Luftbild 1963 (1317/06), Luftbild 2003 (1317/06), AZ 1419 VM A – 1317/06. **G22 – G23** | Z-MNU, nach Schülerarbeit, Gymnasium Grafing. **S. 387** | Z-MNU, Entwurf: R. Schunk, G. Schrüfer, Bayreuth.

**Modul H („Service und Glossar“)**

**Titelbildleiste (S. 390)** | von links nach rechts: wie Einleitung, S. 2. **H1** | © StMUGV ([www.boden.bayern.de](http://www.boden.bayern.de)). **H2 – H3** | © StMUGV 2005. **H4** | M. Außendorf (LfU). **H5** | Z-MNU, nach Quelle StMUGV ([www.boden.bayern.de](http://www.boden.bayern.de)). **H6** | © Geo-Zentrum an der KTB, Windschenschenbach.

**Verwendete Abkürzungen**

(Anschriften, falls nicht genannt, siehe Seite 395)

- Bayceer = Bayreuther Zentrum für Ökologie und Umweltforschung, Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth
- GAB = Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH (GAB mbH), Innere Wiener Straße 11a/I, 81667 München
- GLA = Bayerisches Geologisches Landesamt, seit 1.8.2005 Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
- LfL = Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
- LfU = Bayerisches Landesamt für Umwelt
- LfW = Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, seit 1.8.2005 Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
- LVG = Bayerisches Landesamt für Vermessung und Geoinformation, Alexandrastraße 4, 80538 München
- LWF = Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
- StMELF = Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, jetzt StMLF
- StMLF = Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten
- StMLU = Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, jetzt StMUGV
- StMUGV = Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
- Z-MNU = Zentrum zur Förderung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts (Z-MNU), Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth

## Glossar

### A

**ABAG** – Abkürzung für Allgemeine Bodenabtragsgleichung; Gleichung zur Abschätzung des langjährig zu erwartenden Bodenabtrags.

**Ackerzahl** – Die Ackerzahl dient zur Bewertung der Ertragsfähigkeit von Böden. Die Ackerzahl wird vor allem aus der Bodenart, dem geologischen Alter des Ausgangsgesteins und dem Entwicklungsstand des Bodens (= Zustandsstufe) bestimmt. Eine Ackerzahl mit dem Index 100 gilt für die hochwertigsten Böden (z. B. Schwarzerden der Magdeburger Börde).

**Adhäsion** – Anziehungskräfte zwischen Molekülen verschiedener Stoffe.

**Adsorption** – Bindung von Atomen, Molekülen und Ionen an der Oberfläche von Feststoffen durch chemische und physikalische Kräfte.

**Adsorptionswasser** – An die Bodenteilchen gebundenes Wasser; bildet zusammen mit dem → Kapillarwasser das → Haftwasser.

**aerob** – **1.** Molekularer Sauerstoff ist Teil des Milieus; **2.** Lebensform von Organismen, die Sauerstoff zur Atmung benötigen.

**Agenzie** – Der wesentliche Stoff, der einen Prozess vorantreibt, z. B. Wasser für die Lösung von wasserlöslichen Substanzen.

**A-Horizont** – Mineralischer Oberbodenhorizont mit Anreicherung organischer Substanz (→ Ah-Horizont) und/oder Verarmung an mineralischen Bestandteilen (→ Ae-, Al-Horizonte); besteht aus einem Gemenge mineralischer und organischer Substanzen.

**Ah-Horizont** – Humusreicher, mehr oder weniger dunkel gefärbter Oberboden mit bis zu 30 % Humusanteil.

**Altlast** – Mit → Schadstoffen nachweislich belastete Fläche, von der eine Gefahr für den Einzelnen oder die Allgemeinheit ausgeht.

**Aluminiumtoxizität** – Bei pH-Werten < 5 in der Bodenlösung wird das in den Mineralen eingeschlossene Aluminium verstärkt gelöst. Das freie Aluminium-Kation  $Al^{3+}$  in der Bodenlösung kann auf Pflanzen, insbesondere durch Schädigung der Feinwurzeln und der → Mykorrhiza, giftig (toxisch) wirken.

**Ammonifikation** – Umwandlung des organisch gebundenen, nicht pflanzenverfügbaren Stickstoffs in Ammonium, das von den Pflanzen aufgenommen werden kann; erfolgt durch die im Boden lebenden Mikroorganismen.

**anaerob** – **1.** Fehlen von molekularem Sauerstoff; **2.** Lebensform von Organismen, z. B. Bakterien, in sauerstofffreiem Milieu.

**anthropogen** – Durch den Menschen verursacht, verändert.

**Ångström** – Nach dem schwedischen Physiker Ångström benannte Längeneinheit, wobei  $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m} = 10^{-4} \text{ \mu m} = 10^{-7} \text{ mm} = 10^{-10} \text{ m}$ .

**Atmosphärien** – Sammelbezeichnung für die Bestandteile der Luft.

**Auflagehorizont (organische Auflage, Humusdecke)** – Dem Mineralboden aufliegende, aus mehr oder weniger zersetzter organischer Substanz bestehende und stark durch Bodenorganismen besiedelte Lage des Bodenprofils (→ Oh-, Of- und L-Horizont).

### B

**Base** – Metallhydroxyd; Verbindung, die mit Säuren Salze bildet.

**Basenpumpe** – Transport basisch wirkender Kationen (Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium) aus tieferen Bodenhorizonten über das Wurzelsystem in die oberirdische Biomasse und den Streufall in den Oberboden.

**Basensättigung** – Anteil der basisch wirkenden Kationen (Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium) an der → Kationenaustauschkapazität des Bodens. Sie ist ein wichtiger bodenchemischer Kennwert zur Beurteilung des Säure-/Basenzustandes des Bodens.

**BBodSchG** – Bundes-Bodenschutzgesetz.

**BBodSchV** – Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.

**B-Horizont** – Mineralischer Unterbodenhorizont zwischen dem → A-Horizont und dem → lithogenen → C-Horizont; entwickelt sich durch Verwitterung und Verlehmung vor Ort (→ Braunerde) oder durch Stoffeintrag aus dem → A-Horizont.

**Bioturbation** – Durch bodenwühlende Lebewesen (Regenwürmer, Ameisen, Maulwürfe etc.) bedingte Durchmischung des Bodens.

**Bodenart** – Einteilung der mineralischen Bodenbestandteile nach der Korngrößenzusammensetzung. Man unterscheidet Grobboden (= Bodenskelett, Korndurchmesser > 2 mm) und Feinboden (Korndurchmesser ≤ 2 mm). Der Feinboden setzt sich zusammen aus Sand (= S), Schluff (= U) und Ton (= T).

**bodenbildende Prozesse** – Prozesse, die zur Bodenentwicklung führen (u. a. → Lessivierung (Tonverlagerung), → Podsolierung, Verbraunung, Vergeleyung, Verlehmung).

**Bodenerosion** – Abtragung und Verlagerung des Bodens durch Wasser und Wind.

**Bodenfruchtbarkeit** – Messbare Befähigung des Bodens, als Standort für (Kultur-) Pflanzen zu dienen.

**Bodenfunktion** – Der Boden erfüllt für den Menschen und als Bestandteil von → Ökosystemen in diesen wichtige Funktionen. Das → BBodSchG unterscheidet natürliche Funktionen (u. a. Lebensgrundlage und Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Menschen), die Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte und Nutzungsfunktionen.

**Bodengefüge (Bodenstruktur)** – Räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile; das Gefüge beeinflusst viele wichtige Bodeneigenschaften.

**Bodenhorizont (kurz: Horizont)** – Annähernd parallel zur Erdoberfläche angeordnete Lage des Bodens mit charakteristischen Merkmalen und Eigenschaften, die durch → bodenbildende Prozesse entstanden sind. Bodenhorizonte werden mit jeweils einem Großbuchstaben und zur weiteren Charakterisierung durch einen oder mehrere Kleinbuchstaben gekennzeichnet (z. B. Ah für den humosen Oberboden). Die vertikale Abfolge von Bodenhorizonten in einem → Bodenprofil bestimmt den → Bodentyp.

**Bodenkolloide** – Bodenbestandteile in → kolloidaler Größe und mit deren Eigenschaften (→ Kolloide).

**Bodenkunde** – Wissenschaft vom Boden (auch Pedologie); befasst sich mit dem Stoffbestand, der Struktur, den physikalischen, physikochemischen, biochemischen und biologischen Prozessen im Boden, der Bodenentwicklung, der Einteilung (Systematik), der Ver-

breitung der Böden auf der Erde (Bodengeographie), der Bodenökologie, den Standortbedingungen für Kulturpflanzen und zunehmend mit Fragen des Bodenschutzes.

**Bodenprofil** – Senkrechter Schnitt durch den Bodenkörper von der Bodenoberfläche zum Ausgangsgestein.

**Bodenreaktion** – Der → pH-Wert eines Bodens, bedingt durch freie Wasserstoffionen in der Bodenlösung, austauschbare Wasserstoffionen an den → Austauschern sowie durch austauschbare Aluminium- und Eisenionen.

**Bodenschutz** – Maßnahmen, die negative Einflüsse auf die Bodenfunktionen verhindern oder Bodenfunktionen erhalten, wiederherstellen oder verbessern.

**Bodentyp** – Charakteristische Abfolgen der → Bodenhorizonte werden zu einem Bodentyp zusammengefasst.

**Bodenverdichtung (Bodenschadverdichtung)** – Verdichtung des Bodens, die → Bodenfunktionen langfristig nachteilig verändert.

**Bodenversauerung** – Natürliche oder → anthropogen bedingte Zufuhr von Säuren in den Boden, die zu einer Veränderung der → Bodenreaktion führt.

**Bodenversiegelung** – Überbauung des Bodens (mit Straßen, Siedlungs- und Gewerbeflächen), durch die die natürlichen → Bodenfunktionen beeinträchtigt oder unterbunden werden.

**Bodenwasser** – Gesamtheit des im Bodenkörper vorhandenen Wassers, zusammengesetzt aus dem → Haftwasser und dem → Sickerwasser (Gravitationswasser).

**Braunerde** – Boden mit einem Ah-Bv-C-Profil; der typische Bv-Horizont entsteht durch Oxidation von zweiwertigem Eisen vor Ort (Verbraunung).

## C

**C-Horizont** – Unterster Mineralbodenhorizont, Ausgangssubstrat, aus dem der mineralische Boden hervorgeht; kann bereits chemisch und physikalisch verwittert sein (dann → Cv).

**Cv-Horizont** – Angewitterter bis verwitterter oberer Abschnitt des → C-Horizontes (v für verwittert).

**C/N-Verhältnis** – Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis, das zur zahlenmäßigen Beschreibung der Humusqualität und der Lebensbedingungen der Zersetzerorganismen im Auflagehumus dient. Günstige C/N-Verhältnisse sind Voraussetzung für eine schnelle Umsetzung der organischen Substanz im Boden. Damit werden die Nährstoffe rasch wieder dem Elementkreislauf zugeführt.

## D

**Denitrifikation, Denitrifizierung** – Reduktion stickstoffhaltiger Verbindungen (v. a. Nitrat  $\text{NO}_3^-$ ) zu Stickstoffmonoxid (NO), Distickstoffoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) und elementarem Stickstoff ( $\text{N}_2$ ) durch anaerobe Bakterien.

**Deposition** – Ablagerung von luftgebundenen Stoffen auf der Erdoberfläche.

**Destruenten** – Die zur untersten Ebene der Nahrungskette gehörenden Bodenorganismen, die an der Zersetzung der abgestorbenen organischen Substanz beteiligt sind.

**Dreischicht-Tonmineral** – → Silikate, die aus Wiederholungen von jeweils zwei  $\text{SiO}_4$ -Tetraederlagen und einer  $\text{Al}(\text{OH})_3$ -Oktaederlage bestehen, z. B. Illit. Diese Tonminerale können Wasser ein- (Quellung) und auslagern (Schrumpfung).

## E

**Edaphon** – Die Gesamtheit der im Boden lebenden Organismen. Man unterscheidet zwischen den pflanzlichen (Bodenflora) und den tierischen Organismen (Bodenfauna).

**Eutrophierung** – Unerwünschte Anreicherung von Oberflächengewässern mit Nährstoffen (v. a. Stickstoff und Phosphor) und Wasserpflanzen (besonders Algen und Cyanobakterien).

## F

**Fingerprobe** – Feldmethode zur Abschätzung der Bodenart.

**Flächeninanspruchnahme (auch Flächenverbrauch)** – Nutzung von (meist landwirtschaftlich genutzter) Bodenfläche für Siedlung, Gewerbe und Verkehr, meist mit Einschränkung der → Bodenfunktionen.

**Flächenrecycling** – Wiedernutzung von Flächen nach Wegfall ihrer ursprünglichen Nutzung.

**Frostsprennung (Frostverwitterung)** – Gesteinslockerung durch gefrierendes Wasser in Hohlräumen des Gesteins; diese erfolgt infolge der Volumenzunahme des Wassers um ca. 9 Vol-% bei der Eisbildung.

## G

**geogen** – Aus der Erde stammend; setzt sich zusammen aus einem gesteinsbürtigen (lithogenen) und einem pedogenen, bei der Entwicklung von Böden entstehenden Anteil.

**Gley** – Bodentyp mit Ah-Go-Gr-Profil, der vom schwankenden Grundwasserspiegel beeinflusst ist.

**Gravitationswasser** – → Sickerwasser.

**Grubbern** – Bodenbearbeitung mit Hilfe des Grubbers; der Vorgang dient dem Lockern und Zerkleinern des Bodens, der Einarbeitung von Stroh und Dünger und der mechanischen Unkrautbekämpfung. Die Eindringtiefe beträgt zwischen 5 bis 30 cm.

**Gülle** – → Organischer Dünger als Mischung aus Harn und Kot mit hohem Nährstoffgehalt, jedoch geringem Humusbildungspotenzial.

**Gute fachliche Praxis** – Ökologische Grundsätze, die von jedem verantwortungsvollen Landwirt erwartet werden. Die rechtlichen Anforderungen an die Landwirtschaft ergeben sich aus Fachgeset-

zen wie dem Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG), dem Pflanzenschutzgesetz (PflSchG), der Düngeverordnung und dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG).

## H

**Haftwasser** – Anteil des → Bodenwassers, das gegen die Schwerkraft im Boden festgehalten werden kann. Es setzt sich zusammen aus dem → Adsorptionswasser und dem → Kapillarwasser.

**Hauptnährstoffe (auch Makronährstoffe)** – Nährelemente wie Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Calcium oder Magnesium, die im Boden im Hinblick auf die Pflanzenentwicklung in größeren Mengen vorhanden sein müssen. Hierzu gehören auch Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, die von den Pflanzen als Gase aufgenommen werden.

**Holozän** – Erdgeschichtliche Jetzt-Zeit, die vor ca. 10.000 Jahren beginnt.

**Humifizierung** – Überführung der komplexen Ausgangsstoffe (z. B. Cellulose) in reaktionsfähigere und meist einfachere Verbindungen durch die Bodenlebewesen. Diese einfachen Verbindungen werden ebenfalls durch die Bodenlebewesen oder durch Kondensation weiter zu → Huminstoffen aufgebaut.

**Huminstoff** – Komplexe organische Verbindungen von meist dunkler Farbe und → kolloidaler Größe (< 2 µm). Huminstoffe entste-

hen beim Abbau der → Streu durch die → Humifizierung und haben wegen ihrer Eigenschaften wichtige Funktionen u. a. für die Pflanzenernährung.

**Humus** – Gesamtheit des im Boden enthaltenen abgestorbenen organischen Materials. Zum Humus gehören abgestorbene Pflanzenreste, tierische Exkremente und Kadaver in allen Stadien der Zersetzung.

**Humusform** – Charakteristische Anordnung und Verteilung der organischen Substanz in und auf dem Boden. Die wesentlichen Humusformen sind Mull, Moder und Rohhumus.

**Hydratation (auch Hydratisierung oder Hydration)** – Anlagerung von Wassermolekülen an gelöste Ionen durch elektrostatische Kräfte.

**Hydrolyse** – Teilprozess der chemischen Verwitterung, der als Reaktion zwischen den Mineralen und den Wasserstoffionen (H<sup>+</sup>)- bzw. Oxoniumion (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>)- und Hydroxylgruppen (OH<sup>-</sup>) des Wassers definiert ist.

## I, J

**Illit** – Mineral aus der Gruppe der → Dreischicht-Tonminerale; häufig in den Böden Mitteleuropas vorkommend.

**Immission** – Eintrag von Stoffen, insbesondere von → Schadstoffen, über den Luftweg in die Biosphäre, Hydrosphäre und den Boden.

**Infiltrat** – Das in den Boden eingesickerte Wasser (siehe auch → Infiltration).

**Infiltration** – Eindringen von Wasser (Regen, Beregnung, Überstau) und Vorrücken einer Sickerwasserfront in einen Boden.

**Infiltrationsrate** – Wassermenge (in l), die pro m<sup>2</sup> Boden in der Zeit t in den Boden eindringen kann.

**Ionenaustausch** – → Ionenaustauscher.

**Ionenaustauscher (Austauscher)** – Bodenbestandteile, vornehmlich Tonminerale, organo-mineralische Verbindungen, Silizium-, Aluminium- und Eisenoxide sowie Huminstoffe, die in der Lage sind, Ionen der Bodenlösung an ihren Oberflächen zu adsorbieren und im Austausch bereits adsorbierte Ionen wieder abzugeben.

**Ionenaustauschkapazität** – Summe der austauschbaren Kationen.

## K

**Kaolinit** – Ein → Tonmineral, das durch intensive chemische Verwitterung unter warmfeuchten, tropischen Bedingungen entsteht.

**Kapillarwasser** – In den Kapillaren des Bodenkörpers infolge von Oberflächenspannungen aufsteigendes Wasser. Die Oberflächenspannungen entstehen aus dem Kräftegleichgewicht zwischen intermolekularen Kohäsionskräften des Wassers und den → Adhäsionskräften zwischen Wasser und Bodenpartikeln.

**Knöllchenbakterien (Rhizobium)** – Stickstoffbindende Bakterien, die an den Feinwurzeln der → Leguminosen siedeln und sie mit Stickstoff versorgen.

**Kohlensäureverwitterung** – Säureverwitterung durch im Regenwasser und besonders im Bodenwasser gelöstes Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), das mit Wasser zu Kohlensäure H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> reagiert.

**Kolloide, kolloidal** – Teilchen mit Durchmessern < 2 µm, die wegen ihrer elektrostatischen Oberflächen besondere physikalisch-chemische Eigenschaften haben. Zu den wichtigsten Bodenkolloiden

gehören Tonminerale, → Huminstoffe und → Sesquioxide. In einer kolloidalen Lösung sind kleinste Bodenteilchen feinst verteilt.

**Kolluvium** – Durch Hangabtrag zum Hangfuß bzw. in die Senken und die Flussauen verfrachtetes Bodenmaterial, aus dem neue Böden entstehen können.

**Konturpflügen** – Bodenbearbeitung parallel zu den Höhenlinien; beugt der Bodenerosion vor.

**Krotowinen** – Verfüllte Grabgänge bodenlebender Tiere, die für die Durchmischung und den Transport von humosem Material in die Tiefe eine wichtige Rolle spielen. Durch die starke → Bioturbation können wie bei der → Schwarzerde mächtige Ah-Horizonte entstehen.

**Krümelgefüge** – Typisches → Bodengefüge von Ah-Horizonten mit hoher biologischer Aktivität und der → Humusform Mull; die Größe der weitgehend runden Aggregate liegt bei ca. 1 bis 10 mm Durchmesser.

## L

**Leguminosen** – Hülsenfrüchte, die eine Lebensgemeinschaft (→ Symbiose) mit an den Wurzeln lebenden → Knöllchenbakterien bilden; diese sind in der Lage Luftstickstoff zu binden, wodurch der Boden mit Stickstoff angereichert wird → Stickstofffixierung, biologisch.

**Lehm** – Mineralgemisch mit Anteilen aus den Korngrößenklassen → Sand, → Schluff und → Ton.

**Lessivierung** – Bodenbildender Prozess, bei dem Tonminerale vom Oberboden in tiefere Bereiche verlagert werden, wichtiger Vorgang bei der Entstehung von → Parabraunerden.

**lithogen** – Aus Gesteinen entstanden.

**Löss** – Lockersediment (meist karbonathaltig) mit der vorwiegenden Korngröße → Schluff, das durch Wind während der Eiszeiten abgelagert wurde. Böden aus Löss sind wertvolle Kulturböden.

**Lösungsverwitterung** – Verwitterung der Gesteine durch Herauslösen leicht löslicher Ionen (meist Kationen) aus dem Kristallgitter. Das Ausmaß der Lösungsverwitterung hängt neben der Löslichkeit des Gesteins von der Temperatur und der verfügbaren Wassermenge ab.

## M

**Makroporen** – Bodenporen, die bereits mit bloßem Auge erkennbar sind (0,5 bis 5 mm).

**Metabolite** – Spaltprodukte nach dem biologischen Abbau eomer organischer Verbindung.

**Mineralboden** – Alle mineralischen Bodenhorizonte unterhalb der organischen → Auflagehorizonte und oberhalb des → C-Horizontes.

**Mineraldünger (auch Handelsdünger)** – Natürliche und künstlich hergestellte Düngesalze.

**Mineralisation** – Teilprozess der Zersetzung, der den mikrobiellen Abbau organischer Komponenten eines Bodens (→ Streu, → Humus) zu einfachen anorganischen Verbindungen wie beispielsweise Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) umfasst.

**Minimumgesetz** – Das Minimumgesetz sagt aus, dass der Ertrag einer bewirtschafteten Fläche proportional mit den Wirkungsfak-

toren (Licht, Temperatur, Wasser, Nährstoffe) zunimmt bis ein Höchstwert erreicht wird. Der maximal mögliche Ertrag wird vom kleinsten Wirkungsfaktor (= Minimumfaktor) begrenzt.

**Mist** – → Organischer Dünger aus Kot mit Einstreu mit mittlerem Nährstoffgehalt und gutem Humusbildungspotenzial (siehe auch → Odel, → Gülle).

**Montmorillonit** – Magnesiumreiches → Dreischicht-Tonmineral.

**Mulchsaat** – Aussaatverfahren, bei dem das Saatgut in eine mit abgestorbenen Pflanzen und Pflanzenresten bedeckte Bodenoberfläche eingebracht wird.

**Myzel** – Aus den Zellfäden (Hyphen) bestehendes Geflecht, das den Vegetationskörper der Pilze aufbaut.

**Mykorrhiza** – Lebensgemeinschaft (→ Symbiose) zwischen bestimmten Bodenpilzen und den Feinwurzeln höherer Pflanzen, bei der der Pilz die Pflanze mit Nährstoffen und Wasser versorgt und der Pilz im Gegenzug vor allem Kohlenhydrate aus der Pflanze bezieht.

## N

**Nährstoffe** – Alle für das Pflanzenwachstum essenziellen Stoffe in ionarer, elementarer oder molekularer Form. Einen besonders hohen Bedarf haben Pflanzen an den Makronährstoffen Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Kalium, Calcium und Magnesium, in geringen Mengen werden jedoch auch die Mikronährstoffe wie Eisen, Mangan, Kobalt, Kupfer, Zink, Selen, Molybdän, Silizium, Natrium und Chlor benötigt.

**Neuartige Waldschäden** – Physiologische Veränderungen von Waldbäumen, die zum Absterben ganzer Bestände führen können, und durch ein komplexes, im Einzelnen noch nicht geklärtes Ursach-

chen- und Wirkungsgefüge bedingt sind. Als Ursachen werden der Säureeintrag durch die Luft, ungewöhnliche Witterungsverläufe und die langjährige Stickstoff- bzw. Stickoxidzufuhr über die Atmosphäre sowie erhöhte Ozonkonzentrationen diskutiert.

**Nitrifikation** – Oxidation des Ammoniumions (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) über Nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) zu Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) durch Bakterien im anaeroben (sauerstofffreien) Bodenmilieu.

**Nutzwasserkapazität** – Der maximale Bodenwassergehalt im durchwurzelten Boden, der für die Pflanzen verfügbar ist.

## O

**Oberboden** – Der Teil des Bodens, der ständig bearbeitet wird, z. B. durch den Pflug (ca. 30 bis 40 cm), oder unter Grünland stark durchwurzelt ist (ca. 10 cm). Der Oberboden umfasst den → A-Horizont und die organische Auflage (→ Auflagehorizont).

**Odel (Jauche)** – → Organischer Dünger aus Harn.

**Ökosystem** – Wirkungsgefüge von Lebewesen und deren abiotischer Umwelt.

**Organischer Dünger (auch Wirtschaftsdünger)** – Düngestoffe, die als Ausscheidungsprodukte in der Viehhaltung oder als pflanzliche Abfallstoffe jeder Art anfallen. Man unterscheidet → Gülle, → Odel (Jauche) und → Mist.

**Oxidationsverwitterung** – Verwitterung durch die Oxidation von Mineralkomponenten mit reduziert vorliegenden Stoffgruppen; die Oxidation geht mit Ladungs- und Volumenänderungen einher und führt sukzessive zur Lockerung des Gesteinsverbandes.

## P, Q

**PAK** – → Polyaromatische Kohlenwasserstoffe.

**Parabraunerde (auch Fahlerde)** – Bodentyp mit Ah-Al-Bt-C-Profil, der durch die Verlagerung von Tonmineralen vom Ober- in den Unterboden geprägt ist, Vorgang der → Lessivierung.

**Pararendzina** – Bodentyp mit einem Ah-C-Profil aus karbonathaltigem Ausgangssubstrat; neigt aufgrund des geringen Karbonatgehaltes zu rascher Verbraunung bzw. zur Weiterentwicklung von → Parabraunerden.

**Pelosol** – Bodentyp mit Ah-P-C-Profil, dessen Hauptkennzeichen ein sehr tonreicher P-Horizont ist.

**Pestizide** – Sammelbegriff für alle im konventionellen Landbau eingesetzten Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Man unterscheidet Fungizide (gegen Pilze), Herbizide (gegen Unkräuter) und Insektizide (gegen Schädlinge).

**pH-Wert** – Maßeinheit, mit der die Wasserstoffionenkonzentration einer Lösung angegeben wird. Die Abkürzung pH stammt von dem französischen Ausdruck *pouvoir hydrogène* („Wasserstoffkraft“) und entspricht dem negativen, dekadischen Logarithmus der Konzentration der Wasserstoffionen in einer Lösung.

**Pilzhyphen** – Fädige Zellaggregate der Pilze (Pilzfäden), deren verzweigte Gesamtheit als → Mycel (Pilzgeflecht) bezeichnet wird.

**Podsol** – Bodentyp mit einem Ahe-Ae-Bh-Bs-C-Profil, wichtigster bodenbildender Prozess → Podsolierung.

**Podsolierung** – → Bodenbildender Prozess, der zur Bildung von → Podsolen führt. Durch niedrige pH-Werte und hohe Niederschläge werden Aluminium, Eisen, Mangan und Humusstoffe aus dem → Oberboden in den darunter liegenden → Unterboden verfrachtet.

**Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)** – Stoffgruppe (organischer) Kohlenwasserstoff-Verbindungen, die aus ringförmigen Benzolringen unterschiedlicher Anordnungen bestehen.

**Pseudogley (auch Stauwasserboden)** – Bodentyp mit Ah-Sw-Sd-Profil, der durch einen wasserstauenden Horizont geprägt ist.

**Pufferkapazität** – Maß für die Fähigkeit des Bodens, Säuren zu neutralisieren. Die Pufferkapazität wird im Labor mit Hilfe von Pufferungsversuchen bestimmt.

**Pufferung** – Bestreben des Bodens, die → Bodenreaktion (→ pH-Wert) trotz der Zufuhr von Säuren oder → Basen konstant zu halten.

## R

**Ranker** – Flachgründiger, karbonatfreier Boden mit einem Ah-C-Profil.

**Rendzina** – Flachgründiger, karbonatreicher Boden mit einem Ah-C-Profil.

**Regosol** – Bodentyp mit einem Ah-C-Profil aus karbonatfreiem oder -armen Silikatlockergestein ohne Anzeichen einer Verbraunung; relativ wenig entwickelter Boden.

**Rohboden (auch Syrosem)** – Bodentyp mit nur sehr schwach entwickeltem (initialem) A-Horizont und einem Ai-C-Profil.

## S

**Salzspregung** – Gesteinslockernder Vorgang durch die Hydratation von hygroskopischen Salzen, die dadurch induzierte Volumenvergrößerung führt zur Sprengung des Gesteinsverbandes.

**Sand** – **1.** Korngrößenklasse mit einer Korngröße von 63 bis 2000 µm (0.063 bis 2 mm); **2.** Mineralgemenge, das vorwiegend aus Körnern der Korngröße Sand besteht.

**Saugspannung** – Geht von Adsorptions- und Kapillarkräften aus, d. h. sie entspricht der Bindungskraft, mit der die Bodenmatrix das Bodenwasser in den Kapillaren festhält.

**Säurebildner** – Chemische Stoffe, die mit den Wasserstoffionen einer wässrigen Lösung Säuren bilden (z. B. Schwefeldioxid SO<sub>2</sub>, Kohlendioxid CO<sub>2</sub>, Stickoxide NO<sub>x</sub>).

**Säurepuffervermögen (= Säureneutralisationskapazität)** – Fähigkeit eines Bodens, Säuren zu neutralisieren; ist eine Funktion der im Boden vorhandenen Konzentrationen an Puffersubstanzen.

**Saurer Regen** – Durch industrielle Verbrennungsgase (Schwefeldioxid SO<sub>2</sub>, Stickoxide NO<sub>x</sub>) hervorgerufener saurer Niederschlag mit pH-Werten zwischen 3.5 und 4.5. Bedingt durch den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft hat Regen von Natur aus einen schwach sauren → pH-Wert (ca. 5 bis 6.5).

**Schadstoffe** – In der Umwelt vorkommende Stoffe, die in → Ökosystemen oder Lebewesen nachteilige Veränderungen hervorrufen.

**Schichtsilikate** – Gruppe der Silikate, deren Kristallgitter aus

Schichten aufgebaut ist. Primäre Schichtsilikate sind z. B. Glimmer, sekundäre Schichtsilikate Tonminerale.

**Schluff** – **1.** Korngrößenklasse mit einer Korngröße von 2 bis 63 µm (0.002 bis 0.063 mm); **2.** Mineralgemenge, das vorwiegend aus Körnern der Korngrößenklasse Schluff besteht.

**Schwarzerde (auch Tschernosem)** – Bodentyp mit Ah-, C-Profil, der durch seinen (durch intensive Bioturbation) bis zu 80 cm mächtigen Ah-Horizont gekennzeichnet ist, in Bayern nur reliktsch vorhanden.

**Sesquioxide** – Sammelbezeichnung für Oxide und Hydroxide des Aluminiums, Eisens und Mangans.

**Sickerwasser (Gravitationswasser)** – Der Teil des Niederschlags, der unter dem Einfluss der Schwerkraft durch den Boden zum Grundwasser vordringt.

**Silikate** – Bedeutendste Gruppe gesteinsbildender Minerale; bestehen aus SiO<sub>4</sub>-Molekülen, die in unterschiedlicher Weise direkt oder über Kationen miteinander vernetzt sein können.

**Stammablauf** – Niederschlagswasser, das dem Boden über den Stamm der Bäume zufließt; enthält in erhöhtem Maße Nähr- und Schadstoffe, die der Baum durch Auskämmen im Kronendach anreichert.

**Stickstofffixierung, biologische** – Mikrobielle Bindung und Umwandlung (Spaltung) des Stickstoffs der Luft durch Bakterien, z. B. → Knöllchenbakterien.

**Stickstoffkreislauf** – Kreislauf des Elementes Stickstoff in der Natur. In diesem Kreislauf ist der Boden eine aktive Schaltstelle, in der verschiedene Stickstoffumwandlungen stattfinden, z. B. → Nitrifikation, → Ammonifikation, → Denitrifikation.

**Streu, Streuauflage** – Dem Mineralboden aufliegender organischer Horizont aus nicht oder wenig zersetzten Pflanzenresten. Die Streuauflage hat das Horizontsymbol L (von engl. litter, Streu).

**Streunutzung** – Entnahme der → Streuauflage von Waldböden als Einstreu für die Stallhaltung von Haustieren.

**Symbiose** – Lebensgemeinschaft zweier artverschiedener Organismen, die für beide Individuen einen Vorteil bildet.

**Syrosem** – siehe → Rohboden.

## T

**Temperaturverwitterung** – → Verwitterung der Gesteine durch Lockerung des Gesteinsverbandes durch starke Temperaturschwankungen.

**Titration** – Chemisches Verfahren zur quantitativen Analytik. Dabei wird bestimmt, welche Menge einer bekannten Lösung erforderlich ist, damit eine vollständige Reaktion mit der Lösung stattfindet, deren Konzentration bestimmt werden soll.

**Ton** – **1.** Korngrößenklasse mit einer Korngröße von bis zu 2 µm; **2.** Mineralgemisch, das vorwiegend aus Körnern der Kornfraktion Ton besteht; **3.** Feinkörniges Lockersediment, das vorwiegend aus → Tonmineralien besteht.

**Ton-Humus-Komplex** – Verbindungen zwischen mineralischen Komponenten (→ Tonminerale) und Huminstoffen. Ton-Humus-Komplexe verleihen dem Humus seine günstige Struktur und erhöhen seine Gefügestabilität.

**Tonminerale** – Gruppe sekundär entstandener → Schichtsilikate, die durch Umwandlung aus primären Schichtsilikaten, z. B. Glimmern, entstehen oder sich aus ionaren oder → kolloidalen Verwitterungslösungen neu bilden. Die Teilchengröße der Tonminerale liegt unter 2 µm.

## U

**ubiquitär** – Eigenschaft von Stoffen, allgegenwärtig zu sein.

**Uferfiltrat** – Dem Grundwasser unterirdisch zufließendes und für die Trinkwasserversorgung genutztes Fluss- oder Seewasser, das auf natürliche Weise im Boden gereinigt wird.

**Unterboden** – Der Teil des Bodenkörpers, der sich unterhalb der Bearbeitungszone von Bodenbearbeitungsmaschinen befindet; im Regelfall der → B-Horizont.

## V

**Vega (auch brauner Auenboden)** – Bodentyp mit aAh-aM-aG-Profil, der überwiegend aus umgelagertem Bodenmaterial (M von lat., migrare = wandern) der Talaue besteht und dem Einfluss von Grundwasser unterliegt.

**Verwitterung** – Prozess der Mineral- und Gesteinszerstörung, der grundlegend zur Bodenbildung beiträgt. Man unterscheidet zwischen physikalischer, chemischer und biologischer Verwitterung. Zur **physikalischen Verwitterung** gehören die → Frostsprengung, die Salzsprengung, die → Temperaturverwitterung (auch Insolati-

onsverwitterung), die → Wurzelsprengung. Bei der chemischen Verwitterung werden die primären Minerale durch chemische Prozesse zu sekundären Produkten umgewandelt. Zur **chemischen Verwitterung** gehören die → Lösungsverwitterung, die → Kohlensäureverwitterung, die → Hydrolyse, die → Oxidationsverwitterung, die → Hydratation. Bei der **biochemischen Verwitterung** stellen Organismen die → Agenzien der Verwitterung (z. B. Säurenabgegeben durch die Wurzeln, Stoffwechsellasscheidungen wie CO<sub>2</sub>, organische Säuren, z. B. Oxal-, Wein- oder Zitronensäure).

## W

**Waldboden** – Im Gegensatz zu landwirtschaftlich genutzten Böden noch verhältnismäßig naturnahe Böden mit weitgehend ungestörter Profilabfolge und typischer → Streuauflage (Blätter, Nadeln, Holzreste).

**Waldschäden** – Siehe → Neuartige Waldschäden.

**Waldstreu** – Siehe → Streu.

**Wasserhärte** – Konzentration an Erdalkalimetallionen (im Wesentlichen Calcium- und Magnesiumionen) im Wasser.

**Wasserkapazität** – Wassermenge, die eine Bodenprobe nach voller Wassersättigung entgegen der Schwerkraft festhalten kann.

**Wurzelsprengung** – Teilaspekt der physikalischen Verwitterung, bedingt durch Pflanzenwurzeln, die in Klüfte eindringen und dadurch die Gesteinsstrukturen auflockern.

## X, Y, Z

**Zeigerpflanzen** – Pflanzen, die sich wegen ihres Vorkommens (oder Fehlens) zur Beurteilung bestimmter Standorteigenschaften eignen, z. B. Kalkgehalt des Bodens, → Bodenreaktion.

**Zweischicht-Tonmineral** – → Silikate, die aus Wiederholungen von jeweils einer SiO<sub>4</sub>-Tetraederlage und einer Al(OH)<sub>3</sub>-Oktaederlage bestehen, z. B. Kaolinit.

**Herausgeber**

Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV)  
Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB)