



## Beschreibung der Bodenmerkmale

Auf den folgenden Seiten wird vorgestellt, durch welche Prozesse Boden überhaupt entsteht und welche verschiedenen Boden-Arten sich bilden. Eine Übersicht über die Schichten innerhalb eines Bodens wird anschliessend gegeben: Die Bodenhorizonte werden als Übersicht gezeigt und anschliessend im Detail beschrieben.



«Mein Hof steht auf meinem Grund und Boden. Ich betreibe Ackerbau, wir haben Kühe, einen Obstgarten und Wald.»

Sechs Fotos von typischen Boden-Arten aus der Schweiz sind beschrieben und liegen in der Bodenkiste vor als laminierte A3-Blätter zum Gebrauch im Feld (Nr. 27.1). Die Beschreibungen der Bodenhorizonte sind sehr detailliert und sind auch für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II nicht selbsterklärend. Ein Vergleich zwischen den Fotos und einem Bodenprofil im Feld regt aber garantiert an zu spannenden Diskussionen!



«Unter Boden verstehe ich den Untergrund von Bauwerken, Häusern oder Strassen oder verschiedene Bodenbeläge.»

"Das Gesicht des Bodens – Bodenprofil" ist eine Anleitung zum Erstellen eines Bodenprofils im Feld. Ziel ist es, ein Bodenprofil zu graben und davon eine Skizze zu machen.

Den Abschluss macht die Bodendefinition der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz. Es ist eine Definition von Wissenschaftlern, so genau wie nur möglich. Sie steht im Gegensatz zu subjektiven Sichtweisen von Menschen verschiedenster Berufe (siehe linke Spalte) und beantwortet die Frage "Was ist Boden?". So wie diese unterschiedlichen Sichtweisen dieses Ordner-Register umrahmen, so ist es auch möglich eine Unterrichtssequenz zum Thema Boden zu umrahmen: Meinungen einholen mit einem offenen Einstieg mit der Frage "Was ist Boden?" und als Abschluss der Sequenz eine Definition der Wissenschaft präsentieren. So wird gezeigt: Boden ist ein komplexes Gebilde!



«Mein Grund und Boden ist das Grundstück unserer Familie. Dort befindet sich unser Haus und Garten.»



«Ich grabe gern im Boden. Da finde ich immer interessante Tiere und schöne Steine.»

Der Boden als oberste Schicht der Erdkruste übernimmt vielfältige Funktionen für Pflanze, Tier und Mensch (u.a. Lebensraum-, Standorts- und Produktionsfunktion). Ausserdem ist er ein wichtiges Glied in vielen natürlichen Kreisläufen, so filtert und reinigt er unter anderem Wasser oder lagert und baut Stoffe ab. Massgeblich beteiligt an einer guten Bodenqualität sind die zahlreichen Bodenlebewesen, die hauptsächlich für die Neubildung des Bodens verantwortlich sind. Die Art und Menge der im Boden enthaltenen Nährstoffe sowie Anteil an Wasser und Luft variieren je nach Bodentyp stark.

### Bodenentwicklung

Ausgangspunkt der Bodenbildung ist das so genannte Muttergestein. Darauf entwickelt sich in Zeiträumen von wenigen Jahren bis zu Jahrmillionen ein Boden. Die Bodenbildung und Weiterentwicklung wird allerdings noch durch weitere Faktoren (siehe Abbildung 1) beeinflusst, was zur Entstehung der unterschiedlichsten (lokalen) Bodentypen führt.

Mit der zunehmenden Lockerung des festen Oberflächengesteins (Verwitterung) beginnt in der Regel die Entstehung des Bodens. Durch die entstehenden Klüfte und Spalten setzt sich die Bodenentwicklung in die Tiefe fort. Es siedeln sich Moose und Flechten, sowie erste Bodentiere an. Das Resultat ist eine geringmächtige Humusschicht auf der nun auch Gräser und Kräuter wachsen können (vgl. Abbildung 2).

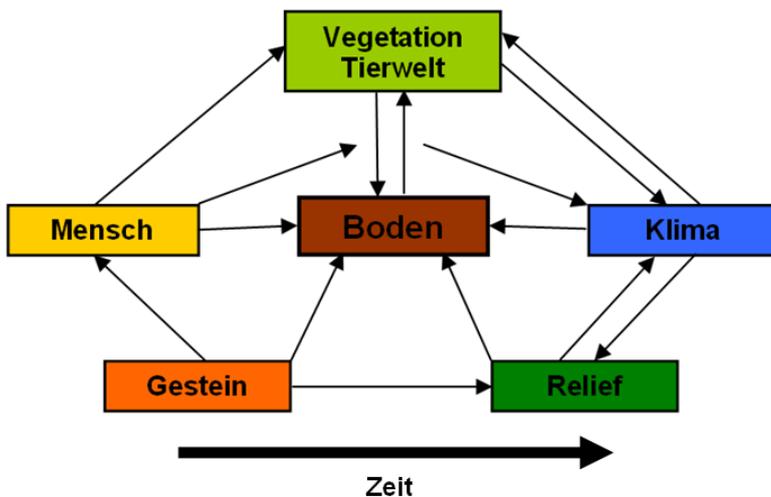


Abbildung 1: Faktoren der Bodenbildung und ihr Zusammenwirken (Abb. verändert nach: SCHROEDER 1992, S. 83)

Die voranschreitenden Verwitterungsprozesse und die Einwirkungen von Pflanzen und Tieren führen dazu, dass das Gestein immer mehr zerfällt und zu lockerer Erde wird. Sind ausreichend Nährstoffe und Wasser vorhanden, können auch grössere Sträucher und Bäume wurzeln und leben. Diese tragen wiederum zum weiteren Zerfall des Gesteins bei. Die entstehende Vegetationsdecke schützt den einmal entstandenen Boden vor Trockenheit und Kälte sowie vor der Erosion durch Wind und Regen.

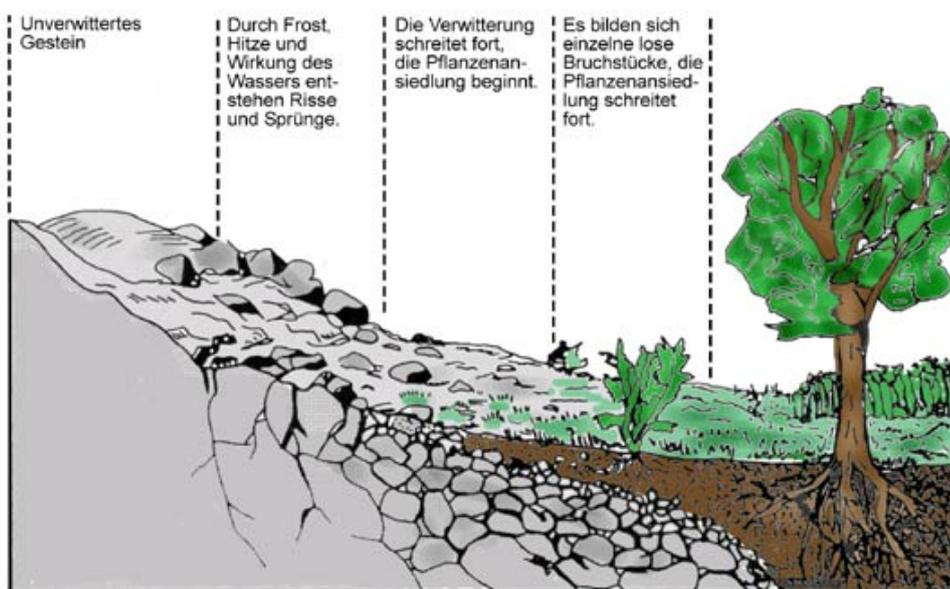


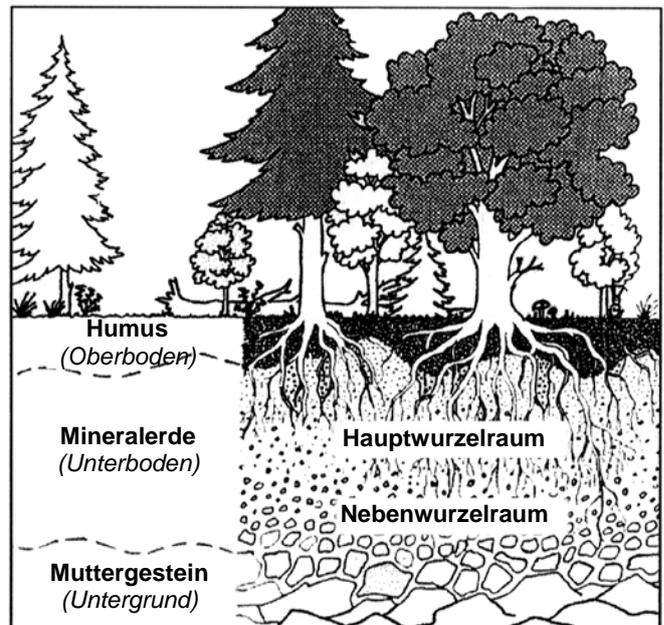
Abbildung 2: Vom Gestein zum Boden (HYPERSOIL 2004 verändert nach: KLOHN/WINDHORST 1999, S. 13)

Für die Entstehung von Böden sind also neben den Bodenbildungsfaktoren auch die Bodenbildungs- bzw. Umwandlungsprozesse entscheidend. Zu den wichtigsten Umwandlungsprozessen gehören physikalische, chemische und biologische Verwitterung, Humusbildung, Gefügebildung und Verlagerung von Tonmineralien sowie von Nähr- und Humusstoffen. Je länger und stärker die Prozesse gewirkt haben, desto weiter entwickelt sind die Böden. Mit zunehmendem Alter werden Nährstoffe ausgewaschen und der Boden versauert. Die Entwicklung verläuft von Rohböden (junge Böden) über Verwitterungsböden zu Böden mit Auswaschungs- bzw. Anreicherungshorizont (alte, reife Böden).

Abhängig von der Qualität des Ausgangsgesteins und den vor Ort einwirkenden Bedingungen entwickeln sich im Laufe der Zeit verschiedene Bodentypen, die durch ein charakteristisches Bodenprofil mit verschiedenen Bodenhorizonten gekennzeichnet sind.

### Bodenhorizonte

Das charakteristische Bodenprofil mit verschiedenen Bodenhorizonten entsteht durch die Bodenbildungsfaktoren und die Bodenbildungsprozesse. Es handelt sich dabei um eine Abfolge von mehr oder weniger scharf voneinander abgegrenzten Schichten. Diese Bodenhorizonte lassen sich anhand verschiedener Eigenschaften unterscheiden, u.a. Farbe, Struktur, Verwitterungsart, Anteil an organischem Material und Mächtigkeit. Jeder Horizont weist ganz bestimmte Merkmale und Eigenschaften auf. Als Bodentyp werden Böden mit gleichen Horizontarten und derselben Horizontabfolge bezeichnet. Dieser ist typisch für die am Standort wirkenden Bodenbildungsfaktoren und -prozesse. Ein Boden kann grob in drei Schichten unterteilt werden (vgl. Abbildung 3): Humushorizont (Oberboden), Mineralerdehorizont (Unterboden) und Muttergestein (Untergrund). Der grösste Teil der Wurzelmasse befindet sich im Ober- und Unterboden (Haupt- und Nebenwurzelraum).



**Abbildung 3:** Schematische Darstellung eines Bodens (Finanzdepartement des Kantons Aargau 2002, S. 24)

### Humushorizont (Oberboden)

Der Oberboden besteht aus dem organischen Auflagehorizont und dem Vermischungshorizont. In diesem Horizont werden durch Bodenorganismen und Verwitterungsprozesse die organischen und mineralischen Bestandteile chemisch oder nur physikalisch miteinander vermischt.

### Organische Auflagehorizonte

Mehrjährige organische Auflagehorizonte entstehen durch zu geringes oder fehlendes Bodenleben (Regenwurm).

#### L Streuhorizont

Oberster Auflagehorizont: gebildet aus einjähriger, weitgehend unzersetzter organischer Substanz; Pflanzenart meist noch erkennbar.

#### F Vermoderungshorizont (Fermentationshorizont)

Besteht aus sich zersetzenden, meist mehrjährigen Pflanzenresten.

#### H Humusstoffhorizont

Besteht aus humifizierter, stark umgewandelter organischer Substanz; Herkunft des Materials wegen dem weit fortgeschrittenen Abbauprozess nicht mehr erkennbar.

## Vermischungshorizont

**A<sub>h</sub>**            **Vermischungshorizont**  
Oberster, humushaltiger Mineralerdehorizont, bestehend aus Mineralerde, durch Regenwürmer mit organischem Material vermischt, meist dunkelbraun gefärbt.

## Humusformen

Gemeinsam mit dem organischen Auflagehorizont bildet der Vermischungshorizont die Humusform. Je nach Kombination und Mächtigkeit der Horizonte unterscheidet man zwischen Rohhumus, Moder und Mull (zunehmende biologische Aktivität).

**Rh**            **Rohhumus**  
Rohhumus entsteht in der Regel auf sauren oder sehr trockenen Böden. Der Abbau der organischen Substanz ist durch stark saure Bodenreaktion oder Trockenheit gehemmt. Unter sauren Bedingungen fehlen die Bodenorganismen für den Abbau der organischen Substanz weitgehend. Der A<sub>h</sub>-Horizont ist oft nur schwach ausgebildet.

**Mo**            **Moder**  
Der typische Moder ist ein saurer Humus mit starkem Pilzbefall, der den charakteristischen Modergeruch hervorruft. Beim Moder handelt es sich um eine Zwischenform von Rohhumus und Mull.

**Mu**            **Mull**  
Unter günstigen Bedingungen wird die abgestorbene Pflanzen- und Tiermasse von Bodenorganismen alljährlich abgebaut und mit der Mineralerde im Regenwurm chemisch vermischt.

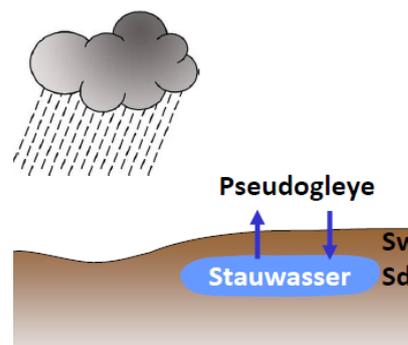
## Mineralerdehorizont (Unterboden)

Mineralerde enthält wenig bis kein organisches Material.

**B**            **Verwitterungshorizont**  
Der Verwitterungshorizont wird geprägt durch die Verwitterung, Auswaschung, Anreicherung und Neubildung von Mineralien. Es entsteht ein verbraunter Horizont. Er kommt in allen mittleren Standorten vor und ist typisch für Braunerden.

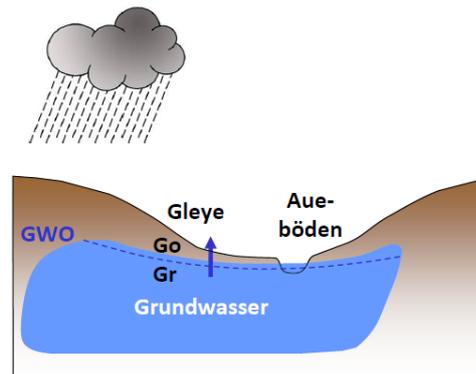
**S**            **Pseudogley-Horizont**  
Durch gestautes Niederschlagswasser beeinflusster Horizont, der sich in zwei Zonen unterteilen lässt:

- S<sub>w</sub>  
S<sub>d</sub>
- obere Zone (S<sub>w</sub>): mit abwechselnder Vernässung und Austrocknung.
  - untere Zone (S<sub>d</sub>): Stauwasserhorizont, mit Verdichtung, verursacht verzögerte Versickerung.



**G**            **Gley-Horizont**  
Durch Grund- oder Hangwasser beeinflusster Horizont, lässt sich ebenfalls in zwei Zonen unterteilen:

- G<sub>o</sub>  
G<sub>r</sub>
- obere Zone (G<sub>o</sub>): wechselfeucht, mit Sauerstoffzutritt und damit oxidiertes Eisen (rostfleckig)
  - untere Zone (G<sub>r</sub>): dauernd wassergesättigt (Sauerstoffmangel) und damit reduziertes Eisen, blau-grau-grüne Farbe, stark verdichtet



## **E Auswaschungshorizont**

Organisches Material, Eisen und Ton sind hier ausgewaschen. Der Horizont ist ausgebleicht, hat eine helle Farbe und enthält weniger Nährstoffe als die darunter liegenden Horizonte. Der E-Horizont wird gekennzeichnet durch einen hohen Sand- bzw. Schluffanteil.

## **Muttergestein**

### **C Mineralisches Ausgangsmaterial**

Gestein, das von der Bodenbildung noch nicht erfasst wurde. Daraus ist der mineralische Anteil des darüber liegenden Bodens gebildet worden.

## **Bodentypen**

Böden können bezüglich Wasserhaushalt, Durchlüftung, Stoffaustausch und Durchwurzelung in folgende Gruppen unterteilt werden:

1. Böden mit ungehemmter und normaler Sickerung: Boden und Untergrund sind gut durchlässig. Es entsteht kein Wasserstau. Der Boden ist immer gut durchlüftet, die ganze Bodenbildung findet unter ausreichender Sauerstoffversorgung statt. Durch das Sickerwasser werden Stoffe aus dem Oberboden in den Mineralboden verlagert und dort angereichert. Zu dieser Gruppe zählen Regosole, Rendzinen, Braunerden und Parabraunerden.
2. Böden mit gehemmter Sickerung: Im Untergrund ist eine verdichtete, schwer durchlässige Schicht vorhanden. Es kommt deswegen zu zeitweiligem Wasserstau (Schneeschnitzel, hohe Niederschläge); der Boden vernässt. Die Wasserzufuhr erfolgt fast ausschliesslich durch Niederschläge. Zu dieser Gruppe zählen die Pseudogleye.
3. Böden mit Grundwasserdurchfluss: Dazu gehören die Gleye und die Auenböden. Beide sind in Bach- und Flusstälern, in Niederungen oder anderen Geländesenken anzutreffen. Sie sind durch Grundwasser geprägt, welches permanent (ganzjährig) vorhanden ist.

## **Glossar**

**Verbraunung** Unter Verbraunung wird der Prozess der Eisenfreisetzung aus Fe<sup>2+</sup>-haltigen Silikaten und Bildung von Fe-Oxiden und -Hydroxiden verstanden. Es kommt dabei zur einer braunen bis rotbraunen Färbung des Bodens.

**Vergleyung** Als Vergleyung werden Oxidations- und Reduktionsvorgänge von Fe- und Mn- Oxiden im Boden bezeichnet. Wobei die Reduktion im vollständig wassergesättigten Teil des Bodens stattfindet und die Oxidation in den nicht ganzjährig mit Wasser gesättigten Bereichen. Verursacht werden diese Vorgänge durch Grundwasser (beim Gley) oder Stauwasser (beim Pseudogley und Stagnogley).

## **Literatur**

Finanzdepartement des Kantons Aargau, Abteilung Wald (Hrsg.) (2002). *Die Waldstandorte des Kantons Aargau*. Aarau.

Hellberg-Rode, G. (2002-2004). *Projekt Hypersoil*. Zugriff unter <http://www.hypersoil.uni-muenster.de/index.html> [17.12.12]