

# Die Magie des Bodens

Der Boden: ein märchenhaftes und vitales Werk ... zu unseren Füßen



Der Boden: Diese dünne Schicht (angefangen bei ein paar Zentimetern bis hin zu mehreren Metern)

**lockerer Erde**, die die Oberfläche unseres Planeten bedeckt. Der Boden ist alles andere als eine leblose Oberfläche, er ist im Gegenteil sehr lebendig: er atmet, er formt um, er absorbiert, er speichert, er filtert, er säubert, er nährt, er beherbergt, er recycelt ...

Ohne ihn wäre das Leben auf der Erde, so wie wir es kennen, unmöglich.

**Achtung: verletzlich!**

Der Boden hat eine sehr komplexe Funktionsweise und reagiert empfindlich auf den auf die Umwelt ausgeübten Druck. Zwar braucht es lange, bis er sich bildet, im Gegensatz dazu kann er jedoch ganz leicht beschädigt werden. Indem wir den Boden besser kennen und schützen lernen, tun wir etwas für unsere Zukunft.

## Beobachten ...

### Ein Boden kann

- nackt sein: die Erde ist zu sehen
- bedeckt sein mit Beton, Asphalt, Pflastersteinen, Splitt oder Gebäuden
- bedeckt sein mit Gras (Rasen) – schön „ordentlich“
- bepflanzt sein (Felder, Privatgärten usw.)
- **bedeckt sein mit einer Pflanzendecke**, die mehr oder weniger dicht sein kann (Bäume, Büsche, Hecken, Gräser, Pilze usw.) **und mit Pflanzenresten** (abgestorbene Blätter, totes Holz, Tannennadeln usw.)
- ...



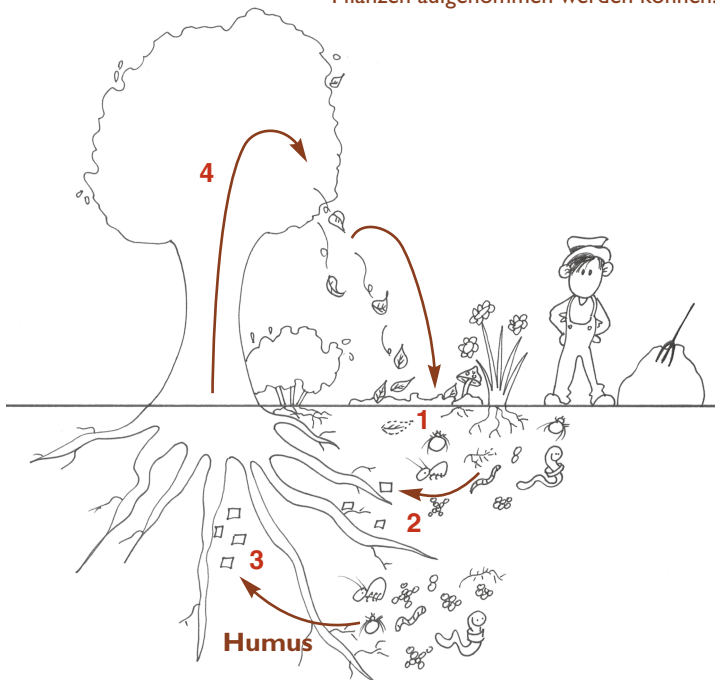
Im Wald verstecken sich unter der Schicht der **Pflanzenreste**, der „Streu“, abgestorbene Blätter, totes Holz, Samen und verrottetes Obst oder Zweige ... Schaut man jedoch genauer hin, erkennt man, dass sie auch andere organische Abfälle verbirgt, die tierischen Ursprungs sind: Tierkadaver, unterschiedliche Ausscheidungen, Häutungsrückstände usw.

Wenn all diese **organische Substanz**, die sich Jahr für Jahr auf dem Boden ansammelt nicht recycelt würde, wäre das Leben auf der Erde schon seit langer Zeit ausgelöscht, da es unter seinen eigenen Abfallstoffen erstickt wäre.

# Der Boden recycelt organische Substanz und stellt den Pflanzen die darin enthaltenen **Nährstoffe** zur Verfügung

**1** Wenn ein Lebewesen (Pflanzen und Tiere) stirbt, lagert sich die organische Substanz auf dem Boden ab.

**2** Diese wird von den Bodenorganismen konsumiert, verdaut und in Mineralstoffe umgewandelt, die von den Pflanzen aufgenommen werden können.



**3** Der am schwersten zu zersetzende Teil der organischen Substanzen (Lignin, Tannine usw.) wird von den Organismen in **Humus** umgewandelt und daraus langsam auch in Mineralstoffe.

Der Humus kann mehrere Jahre lang im Boden bleiben. Er verleiht der Erde ihren spezifischen Duft und ihre dunkle Farbe. Er verbindet sich mit feinen Lehm- und Schluffpartikeln und gibt dem Boden auf diese Weise eine für seine Entwicklung günstige Struktur.

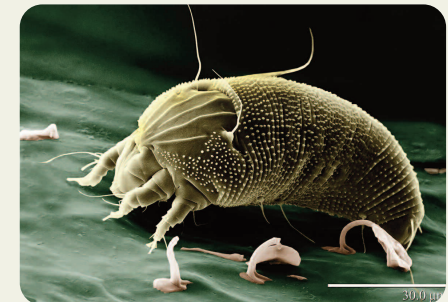
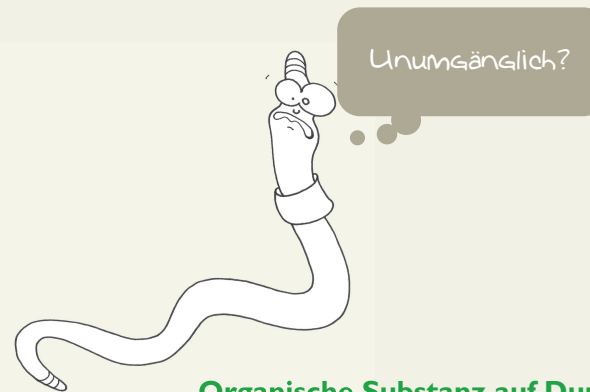
**4** Die Mineralstoffe werden von den Pflanzen aufgenommen und der Kreislauf beginnt von vorne.



## Die Bodenorganismen – unverzichtbare Helfer des Recyclingvorgangs

Im Boden wimmelt es nur so vor Leben: Bakterien, Pilze, Algen, Einzeller, Spinnen, Milben, Springschwänze, Tausendfüßler, Insektenlarven, Würmer, kleine Säugetiere usw. Milliarden von Arbeitern, die ununterbrochen die organischen Substanzen auf der ganzen Welt recyceln!

Kaum jemand weiß über dieses üppige Leben Bescheid – eins ist jedoch sicher: Es ist für die Funktionsweise des Bodens unverzichtbar und garantiert seine Fruchtbarkeit, seine Kohärenz und Widerstandsfähigkeit gegenüber bestimmten Arten von Verschmutzung ...



## Organische Substanz auf Durchreise



Im Allgemeinen durchquert ein Partikel der organischen Substanzen den Verdauungstrakt von etwa zwanzig verschiedenen Arten, bevor er mineralisiert wird.



## Die organische Substanz muss in den Boden zurückkehren

Um dafür zu sorgen, dass die organische Substanz in den Boden zurückkehrt und möglichst viel Humus produziert wird, sollten Anbaurückstände, Unkrautreste und Blätter usw. sich am besten direkt vor Ort zersetzen, anstatt systematisch entfernt zu werden. Ein Boden, der zu wenig organische Substanz aufweist, verarmt mit der Zeit und wird weniger fruchtbar.

Der Kreislauf der organischen Substanz ist auf weltweiter Ebene Bestandteil von **zwei wesentlich größeren Kreisläufen: dem Kohlenstoff- und dem Stickstoffkreislauf**. Kohlenstoff und Stickstoff sind zwei zentrale Bestandteile der organischen Substanz. Damit der Kreislauf der organischen Substanz (und des Lebens) erhalten bleibt, muss diese von den Pflanzen aufgenommen werden. Die Pflanzen können jedoch Kohlenstoff und Stickstoff nicht in jeder beliebigen chemischen oder physikalischen Form aufnehmen. Deshalb müssen diese Stoffe zunächst umgewandelt werden.

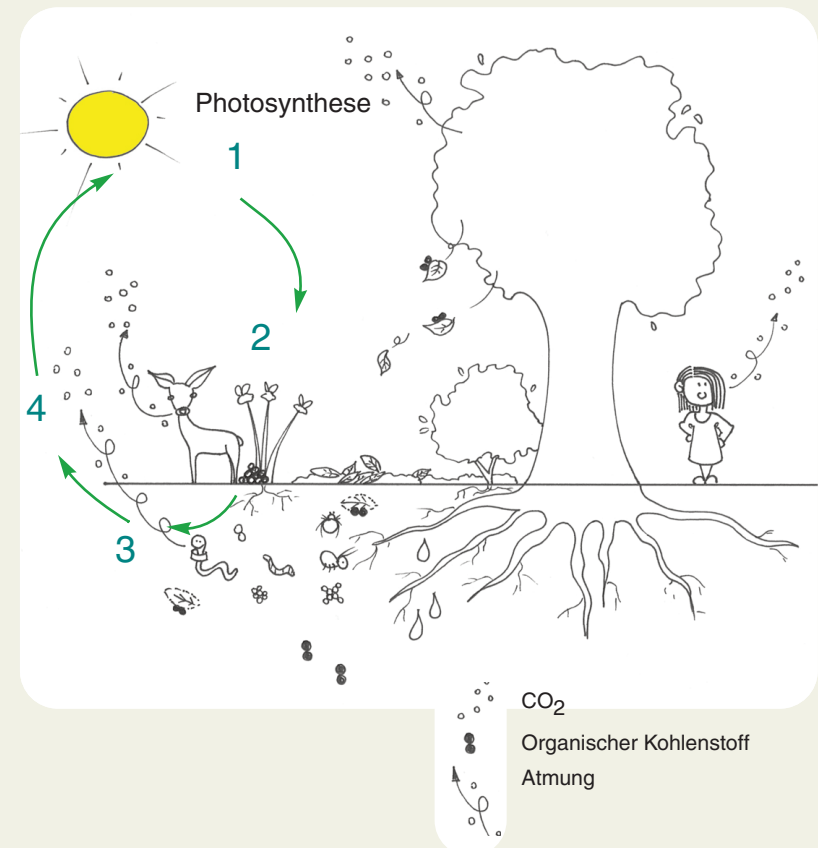
**Der Boden spielt im Rahmen dieser Umwandlung eine entscheidende Rolle.**

## Die Rolle des Bodens im Kohlenstoffkreislauf (C)

**Der Boden leistet einen Beitrag zu einem außergewöhnlichen Mechanismus, genannt, „Photosynthese“. Dieser besteht darin, lebende Materie aus toter Materie zu schaffen (und umgekehrt)!**

- 1 Dank des Chlorophylls\* können die Pflanzen Sonnenenergie, **Kohlendioxid** (oder  $\text{CO}_2$ , die mineralisierte Form des Kohlenstoffs), Wasser und die im Boden enthaltenen Mineralstoffe (Stickstoff, Phosphor usw.) nutzen, um ihre eigenen organischen Substanzen herzustellen: Holz, Blätter ... Der Kohlenstoff wird in seine organische Form umgewandelt.
- 2 Anschließend werden die Pflanzen von Lebewesen aufgenommen, die nicht in der Lage sind, sich an der Photosynthese zu beteiligen und die Kohlenstoff in organischer Form zu sich nehmen müssen, um leben und wachsen zu können. Tiere und Menschen gewinnen ihre Energie über die Atmung, wobei ein Teil des in organischer Form aufgenommenen Kohlenstoffs wieder in Form von  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre gelangt.
- 3 Die tierischen und pflanzlichen organische Substanz (abgestorbene Blätter, totes Holz, Kadaver, organische Abfälle, Ausscheidungen usw.) wird wieder in den Boden zurückgeführt, wo sie zerkleinert und von Milliarden von Organismen und Mikroorganismen zersetzt wird, die sich davon ernähren.
- 4 Ein kleiner Teil des Kohlenstoffs wird vorübergehend im Unterboden fixiert, in Form von nicht zersetzter organischer Substanz (Humus). Weil jedoch auch die Mikroorganismen des Bodens atmen, gelangt ein anderer Teil des Kohlenstoffs in Form von  $\text{CO}_2$  wieder in die Atmosphäre. Auf diese Weise wird der Kohlenstoffkreislauf unendlich fortgesetzt.

\* Chlorophyll: grünes Farbpigment der Pflanzen, die eine zentrale Rolle bei der Photosynthese spielen

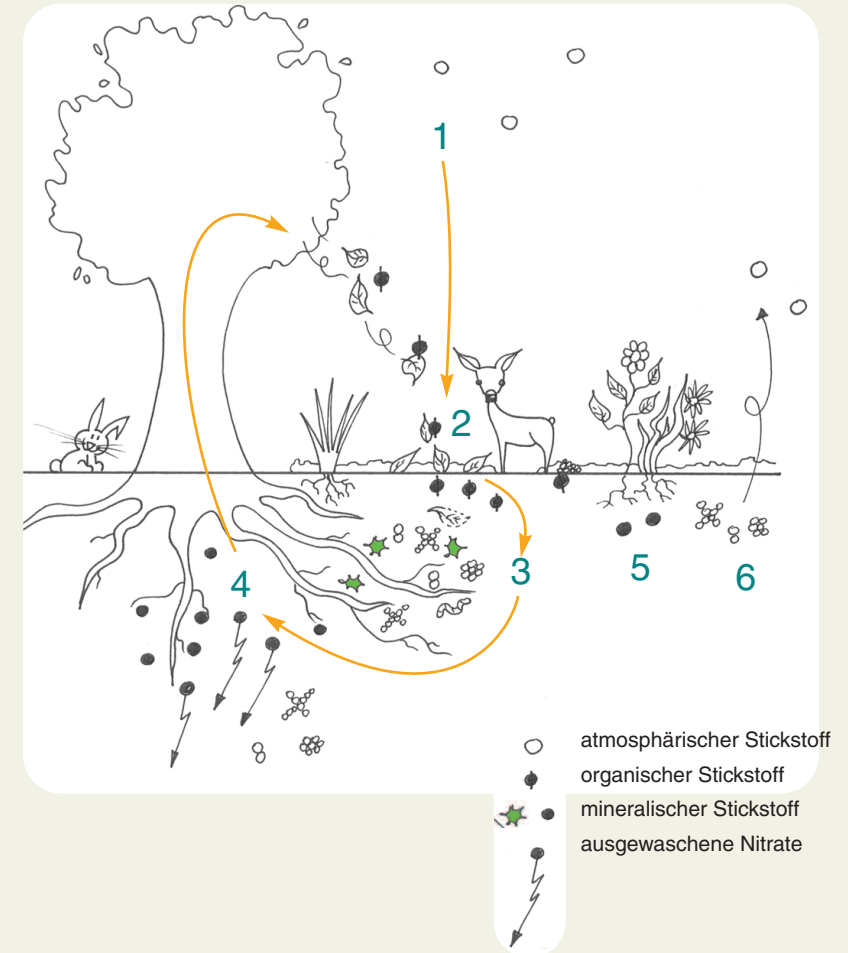


# Die Rolle des Bodens innerhalb des Stickstoffkreislaufs (N)

**Der Boden ermöglicht den Pflanzen die Aufnahme des atmosphärischen Stickstoffs, dank der Arbeit der Organismen und Mikroorganismen!**

- 1 Außer in Ausnahmefällen\* kann der atmosphärische Stickstoff im gasförmigen Zustand ( $N_2$ ) die Pflanzen nicht nähren: Um in die Wurzeln einzudringen, muss er sich in löslicher Form im Wasser des Bodens befinden.
- 2 Abgestorbene Pflanzen und Kadaver sowie tierische Ausscheidungen (auch in Form von Jauche und Dung) liefern dem Boden einen Teil des Stickstoffs, in seiner organischen Form. Dieser organische Stickstoff kann allerdings auch nicht direkt von den Pflanzen verwendet werden.
- 3 Der Beitrag der Mikroorganismen formt den organischen Stickstoff in Ammonium ( $NH_4$ ) um, was bereits eine relativ gute Stickstoffquelle für die Pflanzen darstellt.
- 4 Eine ganz bestimmte Bakterienart („nitrifizierende“ Bakterien) wandelt das Ammonium in Nitrate ( $NO_3$ ) um, die beweglicher und einfacher zu assimilieren sind. Überschüssige Nitrate, die nicht von den Pflanzen genutzt werden, werden über das Regenwasser in das Grundwasser geschwemmt. Ein Teil des organischen Stickstoffs setzt sich solange im Humus fest, bis es von den Bakterien mineralisiert wird.
- 5 Von den Pflanzen kann der Stickstoff in die Nahrungskette übergehen.
- 6 Manche Pflanzen können den aus der Luft stammenden Stickstoff direkt in ihren Wurzeln binden, da sie in Symbiose leben mit den Bakterien, die den gasförmigen Stickstoff in Nitrate umwandeln. Dies gilt z. B. für Hülsenfrüchte (Klee, Erbse, Luzerne usw.). Sie reichern den Boden direkt mit Stickstoff an, der von den Pflanzen aufgenommen werden kann.
- 7 Ein Teil des Stickstoffs wird in die Atmosphäre abgegeben, unter dem Einfluss anderer Bodenbakterien, genannt „denitrierende Bakterien“. Der Kreislauf beginnt von vorne.

\* siehe Punkt 6



**Ein dynamisches Gleichgewicht, eine Alchemie ...**

**Was wäre jedoch, wenn der Boden ganz mit Beton oder Asphalt bedeckt wäre?**

**Was, wenn man „vergessen“ würde, ihn mit organischer Substanz anzureichern?**

**Was, wenn die Mikroorganismen des Bodens aufgrund von starken Bodenverschmutzungen verschwinden?**

# Den Kohlen- und Stickstoffkreislauf nähren



**Kompost** – ein guter Bekannter aller Gärtner – ist das Ergebnis der Zersetzung organischer Substanz durch die Organismen (Regenwürmer, Insekten, Bakterien usw.). Damit er seine Rolle entsprechend erfüllen kann, muss es sich um ausgewogenen Kompost handeln, der sowohl stickstoffhaltige Substanzen enthält (sogenannte „euchte“ Abfälle, wie Schalen, abgestorbene und noch nicht getrocknete Blätter, abgemähtes Gras usw.), kohlenstoffartige Abfälle (Stroh, zerkleinertes Holz, trockene Blätter usw.).

Um einen Stickstoffmangel auszugleichen, kann auch die intermittierende Kultur des **Gründüngers** eingesetzt werden (Hülsenfrüchte, wie Klee, Luzerne, Erbse usw.), wobei diese Bestandteile am Ende ihres Lebenszyklus vergraben werden sollten. Heute hat diese alte landwirtschaftliche Methode wieder Hochkonjunktur.

## Beobachten ...

**Gräbt man den Boden in einer Tiefe von etwa 15 bis 20 cm auf, findet man**

- „Erde“: deren Farbe, Struktur, Feuchtigkeit usw. je nach Boden verschieden ist, und das in ein und demselben Boden, abhängig von der Tiefe. Die Erde besteht aus organischer Substanz (gerade abgestorben, in kleine Teile zerfallen, im Zersetzungsprozess befindlich oder schon zersetzt), Nährstoffen (unsichtbar) und Mineralpartikeln (Sand, Schluff und Lehm), die das Ergebnis einer Veränderung der zugrundeliegenden Gesteinsschichten sind.
- Steine (in einem mehr oder weniger großen Verhältnis)
- **Regenwürmer** und andere Tiere (oder Hinweise auf Leben, wie z. B. Höhlen, Gänge usw.)
- Pflanzenwurzeln
- Pilze (weiße Fädchen, ganz dicht an der Oberfläche)
- Leerräume, angefüllt mit Luft oder Wasser
- ...

Nicht zu verwechseln:

organische Substanz und Dünger!

Organische (Kompost, Dung usw.) oder mineralische Bodenverbesserer (Kalk) verbessern die Bodenstruktur (ein essenzieller Fruchtbarkeitsfaktor und ein Beitrag zum Schutz vor bestimmten Schädigungen, wie z. B. Erosion), indem auf die physikalischen, chemischen oder biologischen Eigenschaften eingewirkt wird. Im Gegensatz dazu nähren *Dünger*, egal ob mineralisch (Stickstoff, Phosphat usw.) oder organisch (Gülle, Jauche usw.) die Pflanzen mehr oder weniger schnell direkt, ohne weitere positive Wirkungen.

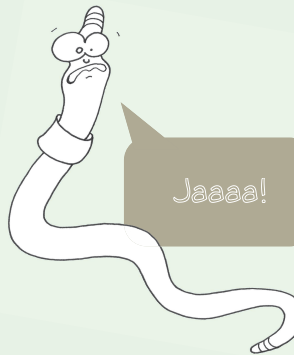


# Der Regenwurm: Der Star des Bodens



**Dank der Gänge, die sie graben, führen die Regenwürmer dem Boden Luft zu, lockern ihn und fördern die Wasserzirkulation.**

Sie verdauen die wertvolle organische Substanz und verteilen sie neu. Sie steigern die Bodenkohäsion dank ihrer klebrigen Ausscheidungen. Sie schaffen Lebensräume für andere Organismen, die hier leben. Sie tragen dazu bei, dass der Boden fruchtbarer wird. Damit sie jedoch ihren Aufgaben nachkommen können, müssen regelmäßig organische Substanz zugeführt und der Einsatz von Pestiziden muss, zugunsten von unschädlichen Produkten usw. vermieden werden.



## Die Wurzeln

brauchen Luft, Wasser, Nährstoffe und einen relativ gut aufgelockerten Boden, damit sie sich entsprechend entwickeln können. Im Gegenzug ist ein Boden mit zahlreichen Wurzeln stabiler und enthält mehr Mikroorganismen der unterschiedlichsten Art.

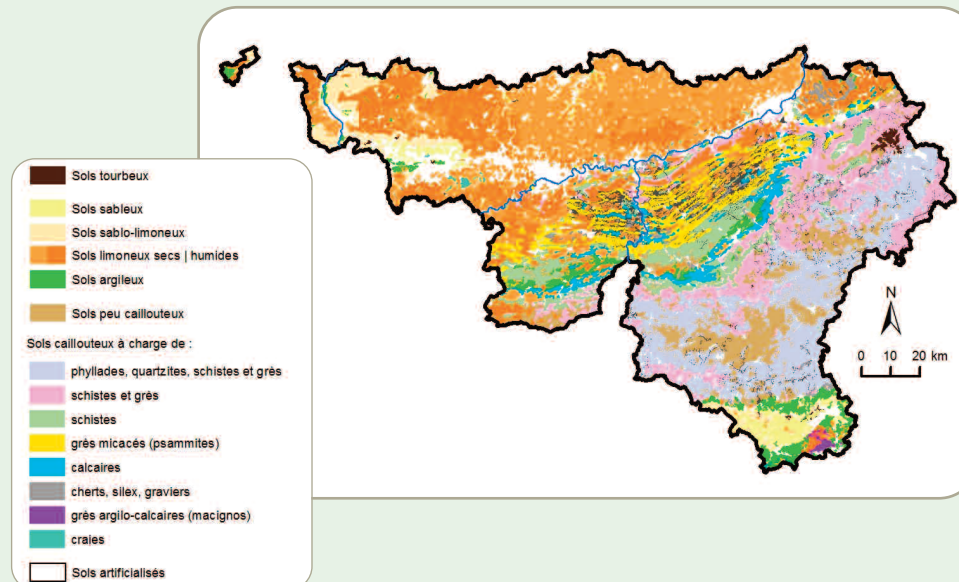


## Die Geburt des Bodens

Die Bildung der Böden erstreckt sich über tausende von Jahren. Hart-, Weich- oder Lockergestein (Schiefer, Sandstein, Kalk, Sand usw.) zersetzt sich und verändert sich unter dem Einfluss von Regen, Hitze, Frost usw. Der Beginn eines langen chemisch-physikalischen Prozesses. Pflanzen siedeln sich an und werden zersetzt. Diese Mischung kann bereits als Boden bezeichnet werden. Mit der Zeit gewinnt er an Tiefe und die Migration von Elementen in sein Inneres führt zur Bildung von Horizonten (Bodenschichten, die mehr oder weniger parallel zur Oberfläche verlaufen), mit spezifischen Eigenschaften.

## Jeder Boden ist einzigartig

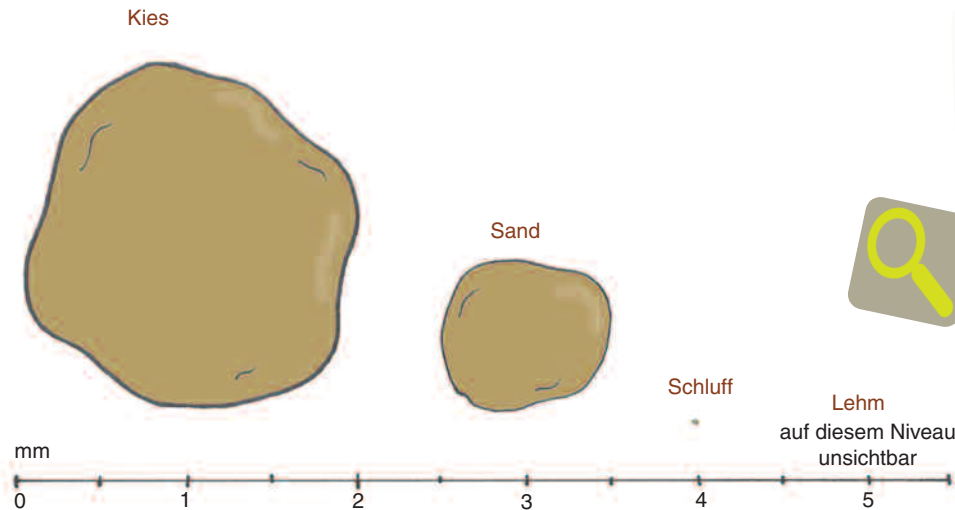
Ein Boden ist das Ergebnis eines kontinuierlichen und subtilen Zusammenspiels: Seine Zusammensetzung und seine Eigenschaften hängen vom Mutterfels ab, vom Klima und der jeweils gedeihenden Vegetation, von Relief und Wetter ... Die Kombination dieser Faktoren bringt eine unglaubliche Varietät unterschiedlicher Böden hervor. Auf der detaillierten Bodenkarte Belgiens werden daher rund tausend verschiedene Bodenarten aufgeführt, mit nicht weniger als 10.000 Varianten. Innerhalb der weltweiten offiziellen Klassifikation werden 32 große Bodentypen aufgeführt („Referenzgruppen“). Zum Vergleich: In Europa gibt es 22 und in der Wallonie etwa fünfzehn.



## Es braucht Zeit ...

Für die Bildung einer lockeren und fruchtbaren Bodenschicht mit einer Höhe von zwei Zentimetern braucht es gegebenenfalls über 500 Jahre!





## Über dem Mutterfels ist der Boden aufgeteilt in Schichten, genannt „Horizonte“.

Diese unterschiedlichen Schichten sind nicht alle gleich, sie weisen weder dieselbe Zusammensetzung auf, noch haben sie dieselben Eigenschaften. Die Schichten mit dem größten Anteil an organischer Substanz, die zugleich am fruchtbarsten sind, befinden sich in den 20 bis 40 obersten Zentimetern, direkt unter der Oberfläche, abhängig von der jeweiligen Bodenart. Deshalb kann es bei einer zu tiefen Bodenbearbeitung dazu kommen, dass die über hunderte von Jahren gebildeten Bodenhorizonte beeinträchtigt werden, indem weniger reichhaltige oder lehmigere Schichten an die Oberfläche gebracht werden.



## Beobachten ...

### Die Bodenstruktur

Ein in der Hand gehaltener Erdklumpen, auf den Druck ausgeübt wird, kann auseinanderfallen:

1. in große, kompakte Blöcke, mit genau definierten Ecken.

Dann handelt es sich um einen verhärteten und kompaktierten Boden, in dem das Wasser sich nur schwer einen Weg bahnt und der fast gar keine mit Luft gefüllten Hohlräume mehr beinhaltet. Die Wurzeln (sowie die meisten Regenwürmer) können sich nur schwer einen Weg bahnen.

2. in Klümpchen (genannt „Aggregate“) mit abgerundeten oder kaputten Rändern.

Wasser und Luft können problemlos zwischen den Klümpchen zirkulieren. Wurzeln und Regenwürmer können sich in einem solchen Boden ohne Weiteres einen Weg bahnen. Es wimmelt nur so vor Leben und somit gibt es auch eine große Menge an organischer Substanz und Humus. Diese Art von Boden eignet sich am besten für eine landwirtschaftliche Nutzung.

3. In sandähnliche Partikel.

Das Wasser und die Nährstoffe werden in die Tiefen transportiert.

## Beobachten ...

### Einen Boden kneten: Die Textur

#### Ein in der Hand gerollter Erdklumpen kann ...

1. **knetbar** sein, sich eher klebrig anfühlen, sich nach Belieben verformen, wie 'Lehm' oder 'Knete': Es handelt sich um einen Boden mit einer eher lehmigen Textur. Lehm besteht aus extrem kleinen und feinen Partikeln (mit einer einheitlichen Größe oder kleiner als zwei Mikrometer\*). Diese Art von Boden ist sehr kompakt und kann viel Wasser binden. Im Sommer kann er schnell hart werden und austrocknen.

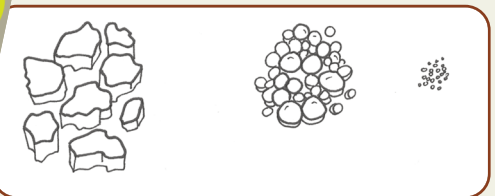
2. **relativ gut knetbar bleiben**, wobei er leichter in unterschiedlich große Klümpchen zerfällt: Es handelt sich um einen eher schluffigen Boden. Schluff besteht aus größeren Partikeln als Lehm (zwischen 2 und 50 Mikrometern). In der Wallonie und im Norden des Sambre- und Maastals dominieren schluffige und sandig-schluffige Böden, die sich gut für eine landwirtschaftliche Nutzung eignen;

3. **zerbröckeln**, zwischen den Fingern durchrinnen: Es handelt sich um einen sandigen Boden. Der Sand besteht aus grobkörnigeren Partikeln (zwischen 50 Mikrometern und 2 Millimetern\*\*). Er bindet kein Wasser und trocknet rasch.

\* Ein Mikrometer = ein Tausendstel eines Millimeters

\*\* Bei über zwei Millimetern spricht man von Kies, Steinen oder Blöcken.

Die Textur eines Bodens bezeichnet das Verhältnis seiner Zusammensetzung aus Sand, Lehm und Schluff. Meistens handelt es sich um Mischungen, wo einer der Bestandteile dominiert: Man spricht deshalb von sandig-schluffigen, schluffig-lehmigen Texturen usw.





## Kostenloser Service

### Der Boden bietet zahlreiche Serviceleistungen.

- Er nährt die Welt (Landwirtschaft, Zucht).
- Er trägt und nährt die Pflanzenwelt.
- Er nimmt das Wasser auf und sorgt dafür, dass Überschwemmungen im Rahmen gehalten werden.
- Er speichert Wasser für die Pflanzen und sorgt dafür, dass ihre Photosynthese reibungslos ablaufen kann.
- Er filtert das Regenwasser und nährt den Grundwasserspiegel.
- Er speichert CO<sub>2</sub> und verlangsamt auf diese Weise die Wirkung dieses Treibhausgases.
- Er beherbergt Milliarden von Lebewesen.
- Er ist eine Quelle für Rohstoffe (Kohle, Humuserde, Metall, Sand, Lehm usw.).
- Er leistet einen Beitrag zur Gestaltung von Landschaften.
- Er bildet die Grundlage für Bauwerke und menschliche Tätigkeiten.
- Er leistet einen Beitrag zum Schutz unserer Geschichte (Archäologie).
- ...

### Bildnachweis

S. 1 Education-Environnement asbl;

SPW Jean-Louis Cordonnier 7802 und 6819

S. 2 Wikipedia

S. 5 F.-X. Heynen; SPW Jean-Louis Cordonnier 5287

S. 6 Education-Environnement asbl

S. 7 P. Engels

S. 8 Education-Environnement asbl,

Ph. Dziewa, Y. Diakoff

Umsetzung: [www.education-environnement.be](http://www.education-environnement.be)

# Wenn die **Magie** zerstört wird...

Böden entwickeln sich im Rahmen natürlicher Prozesse langsam weiter. Bestimmte **menschliche Tätigkeiten können jedoch Entwicklungen bewirken oder verstärken, wobei negative Auswirkungen die Folge sind.** Dabei handelt es sich häufig um Tätigkeiten, die ohne ausreichende Kenntnisse der Gleichgewichtskräfte durchgeführt werden, die einen entscheidenden Einfluss haben auf die Böden: Abdeckung mit undurchlässigen Materialien, verschiedene Verschmutzungen, zu aggressive land- oder forstwirtschaftliche Tätigkeiten usw.

Unter solchen Bedingungen entwickelt sich ein Boden häufig sehr schnell zum Negativen, was nur schwer wieder korrigiert werden kann. Dabei kann es selbst zu unumkehrbaren Schäden kommen: Innerhalb einer Zeitspanne, die kürzer ist als ein Menschenleben, kann ein Boden, der sich über Jahrhunderte hinweg gebildet hat, unwiederbringlich beschädigt werden. Angesichts der Zeit, die es braucht, um einen guten Boden aufzubauen (oder einen schlechten Boden wieder herzustellen), geht man gegenwärtig davon aus, dass ein Boden **eine nicht erneuerbare Ressource ist, die geschont und geschützt werden muss,** genau wie Wasser und Luft. Davon hängt unsere Zukunft ab.

## Die Informationsblätter „Bodendegradation in der Wallonie“

Im Rahmen der europäischen Bodenschutzpolitik (2006), stellt der Öffentliche Dienst der Wallonie (DGO 3) den Bürgerinnen und Bürgern Informationen zur Verfügung, die es ihnen ermöglichen, die Funktionsweise des Bodens besser zu verstehen sowie den Druck, dem er ausgesetzt ist, insbesondere in der Wallonie. Am Ende des jeweiligen Informationsblatts werden zudem Lösungen aufgeführt, die man in seinem privaten Umfeld umsetzen kann.

## Dieses Instrument besteht aus 9 Informationsblättern, die die

Bodendegradation in der Wallonie beschreiben. Es richtet sich an ein Laienpublikum sowie an alle interessierten Bürgerinnen und Bürger. Dennoch wird in der Rubrik „Bibliografie, Links und nützliche Adressen“, am Ende der einzelnen Informationsblätter, Fachliteratur aufgeführt, die sich an Experten richtet.

