



Wertvoller Waldboden

Inhalt

Boden ist eine wesentliche Substanz, die nicht unendlich verfügbar ist	4
Böden sind die dünne, belebte Haut der Erde.....	5
Warum Waldböden so besonders sind	6
In Waldböden tummelt sich jede Menge Leben	7
Die wichtigsten Funktionen des Waldbodens.....	8
Boden begreifen Glossar der wichtigsten Begriffe	10
Bodenfunktion Lebensraum	11
In Waldböden findet Recycling statt.....	12
Bodenfunktion Recycling.....	13
Waldboden bedeutet Stabilität und Wachstum	14
Funktion Standort.....	15
Waldböden filtern Schadstoffe und bauen sie ab	16
Boden als Filter, Puffer und Transformator	17
Waldböden speichern Wasser und Kohlenstoff.....	18
Speicherfunktion	19
Waldböden erzählen Geschichten	20
Archivfunktion.....	21
Was unsere Böden bedroht	22
Wie man im Alltag zum Bodenschutz beitragen kann	25
Links, Materialien und Literatur.....	26

Impressum © Dezember 2017

ISBN 978-3-902762-94-8

Nachdruck nach schriftlicher Genehmigung durch Herausgeber mit Quellenangabe gestattet.
Die Abkürzung BFW und der Kurzname „Bundesforschungszentrum für Wald“ werden stellvertretend für den Langnamen „Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft“ verwendet.

Presserechtlich für den Inhalt verantwortlich

Peter Mayer, Bundesforschungszentrum für Wald, <http://bfw.ac.at>

Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Tel.: 01/87838-0; Fax: 01/87838-1250;

Redaktion: Judith Schaufler, Marianne Schreck; Text Seite 10: Jochen Stadler

Grafik und Layout: Johanna Kohl

Bezugsquelle: Bibliothek des BFW; Tel.: 01/878 38-1216; Fax: 01/878 38-1250

E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at; Online-Bestellung: www.bfw.ac.at/webshop

Fotos: Wenn nicht anders angegeben, handelt es sich um Fotos des BFW.

Vorwort

Böden sind unsere Lebensgrundlage

Fruchtbare Böden sind eine begrenzte natürliche Ressource und ein schützenswertes Gut. Die nachhaltige, schonende Nutzung unserer Böden ist auch ein zentraler Punkt des Masterplans für den ländlichen Raum.

Waldböden sind das „Fundament“ unserer Wälder. Ein gesunder, intensiv durchwurzelter Waldboden ist eine der wichtigsten forstlichen Ressourcen. Waldböden erfüllen zahlreiche ökologische Funktionen. Durch ihre Filter- und Pufferwirkung sorgen sie für eine hohe Wasserqualität und ein effizientes Hochwasserrückhaltevermögen in bewaldeten Einzugsgebieten. Der naturnahe Aufbau eines Waldbodens bietet einen optimalen Lebensraum für viele Bodenorganismen, die eine komplex vernetzte Lebensgemeinschaft mit unseren Bäumen bilden und so zur Biodiversität in unseren Wäldern beitragen. Auch in der aktuellen Klimawandeldiskussion spielt der Waldboden eine wichtige Rolle. Der Wald ist der größte Kohlenstoffspeicher in der österreichischen Landschaft, rund zwei Drittel des gesamten Kohlenstoffs sind dabei im Waldboden gespeichert.

Die Broschüre gibt einen informativen Einblick in die verschiedenen Bodenfunktionen. Sie will das Interesse an unseren Böden wecken, einen Beitrag zur Schaffung eines „Bodenbewusstseins“ liefern und damit zu deren standortsgerechten Nutzung und Erhaltung beitragen.



Elisabeth Köstinger
Bundesministerin für
Nachhaltigkeit und
Tourismus



Peter Mayer
Leiter des
Bundesforschungszentrums
für Wald

Vorwort

Boden ist eine wesentliche Substanz, die nicht unendlich verfügbar ist

Was wir instinktiv wissen, weil wir uns ständig auf ihm bewegen, wird in der Hektik unseres Daseins wenig beachtet. Dabei ist fruchtbarer Boden, der sich in Wechselwirkung mit der Vegetation langsam entwickelt, nicht beliebig vermehr- bzw. ersetzbar. Im Spannungsbogen zwischen Klimawandel, Ernährungssicherheit, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit ist der Boden nicht nur metaphorisch eine wichtige Grundlage. Es geht dabei nicht nur um den Boden in ländlichen Regionen, sondern auch um den Stadtboden, weil Boden immer mehr ist als nur eine wirtschaftliche Ressource. Auch für den Wald spielt er eine essenzielle Rolle. Wald ist als Lebensraum, als Kohlenstoffspeicher und vor allem als Grundstofflieferant für sehr viele Materialien und Gegenstände, die wir in unserem täglichen Leben als Selbstverständlichkeit benutzen, über seinen Boden definiert. Und dieser trägt nicht nur zur Trinkwassersicherheit, sondern erstaunlich viel zur Artenvielfalt bei. Daher haben wir mit dieser Broschüre unser Anliegen verfolgt, Wissen über den Boden auf übersichtliche Weise zusammenzustellen.

Unser Motto: Boden mit viel Begeisterung und wenig Fachwörtern erklären und auf die Herausforderungen hinweisen, mit denen er in Zeiten des Klimawandels konfrontiert ist.

Eine interessante Lektüre wünscht Peter Mayer

Böden sind die dünne, belebte Haut der Erde

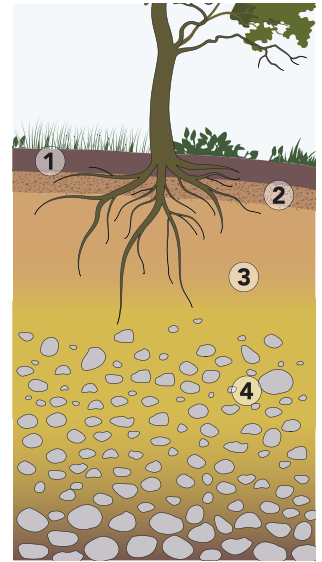
Böden sind wenige Zentimeter bis einige Meter dick. Sie setzen sich aus **mineralischem** und **organischem Material** zusammen. Die erste Komponente entsteht durch starke Verwitterung von Gestein, die zweite infolge der Zersetzung von abgestorbenem pflanzlichen und tierischen Material, das zu Humus wird.

Boden unter der Lupe

Boden weist feste Bestandteile wie Mineralien (45 %) und Humus (5 %) auf. Darüber hinaus beinhaltet er Luft (25 %) und Wasser (25 %). Die räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile ist eine Struktur mit einem verzweigten System an Hohlräumen. In diesem Porensystem sind Luft und Wasser, gelöste Stoffe und Gase enthalten. Dieses System steht in Wechselwirkung mit verschiedenen Lebewesen.

Im Boden ist viel los

Boden ist keine leblose Masse, sondern beinhaltet eine Vielzahl an Lebewesen wie etwa kleine Tierarten, Pflanzenwurzeln, Bakterien und Pilzfäden. Sie sind meist mit freiem Auge nicht erkennbar, haben allerdings durch ihre Aktivität großen Einfluss auf die Eigenschaften des Bodens. Durch die zahlreichen chemischen, physikalischen und biologischen Prozesse entwickeln und verändern sich Böden laufend. Allerdings geht das sehr langsam vor sich.



Boden im Profil betrachtet

- 1) Auflage besteht vor allem aus Laub- und Nadelstreu
- 2) Oberboden ist ein humusreicher Mineralboden
- 3) Unterboden ist ein humusarmer Mineralboden
- 4) Untergrund besteht aus wenig verwittertem Ausgangsgestein

Faustregel für die Bodenbildung: 100 Jahre für einen 1 Zentimeter Boden



↑ Hochmoor



Semipodsol ↓

Warum Waldböden so besonders sind

Jeder Boden entwickelt sich anders, da er aufgrund seiner spezifischen Bedingung des Standorts einzigartig ist. Er weist unterschiedliche Merkmale und Eigenschaften auf. Eines haben sie doch gemeinsam → **Horizonte**. Bestimmte Abfolgen dieser Horizonte ergeben den → **Bodentyp**.

Wald ist vorrangig auf Standorten zu finden, die für **landwirtschaftliche Nutzung und menschliche Besiedlung** wenig bis gar nicht geeignet sind. Sie sind zu wenig fruchtbar, zu steil, zu nass oder zu trocken. Waldstandorte sind meist nährstoffarm und weisen im Vergleich zu landwirtschaftlich genutzten Böden weniger Raum für Wurzelwachstum, Wasser und Nährstoff auf (→ **seichtgründig**).

Waldböden sind meist nicht gedüngt oder bearbeitet, da die Nutzung der Wälder nur etwa alle 100 Jahre erfolgt und nicht jährlich wie in der Landwirtschaft. Im Wald entwickelt sich der Boden daher nahezu ungestört und naturnah.

In Waldböden ist durch den wiederkehrenden Laub- und Nadelabfall viel organisches Material verfügbar. Waldböden sind in der Regel **humusreich**, da eine Ansammlung von Pflanzenabfällen an der Bodenoberfläche den fruchtbaren → **Humus** ergibt. Seine Beschaffenheit ist vom Ausgangsgestein, Klima, Bodenleben, von der Vegetation und Bewirtschaftung abhängig.

Durch das regelmäßig abfallende Laub ist der Waldboden ganzjährig bedeckt. Das sind günstige Voraussetzungen für die Aktivität von Mikroorganismen und Bodentieren. Wurzeln, die stärker und tiefer in den Boden reichen, ergeben auch eine gelockerte Bodenstruktur.

In Waldböden tummelt sich jede Menge Leben

Wussten Sie, dass in einer Handvoll gesundem Waldboden mehr Lebewesen sind als Menschen auf der Erde? Insekten, Spinnentiere, Regenwürmer, Nematoden, Asseln, Milben und Springschwänze heißt das Leben im Boden. Neben den Tieren ist dieser Raum auch von anderen Lebewesen wie Pflanzen, Pilzen und Mikroorganismen bevölkert. So entspricht eine Handvoll tonhaltige Erde etwa 1 km² bewohnbare Fläche als Lebensraum für Milliarden von Mikroorganismen.

Ein Leben in Vielfalt

In diesem Zusammenhang spricht man von Biodiversität. Ein Viertel dieser Vielfalt ist eben in Böden zu finden. So kann ein typischer, gesunder Boden einige Wirbeltierarten, einige Regenwurmarten, 20 bis 30 Milbenarten, 50 bis 100 Insektenarten, hunderte von Pilz- und tausende von Bakterienarten beherbergen. Diese Artengemeinschaften weisen ein dichtes Geflecht an Beziehungen auf, da es von Fleisch- und Pflanzenfressern, auch von „Aas- und Allesfressern“ nur so wimmelt. Wenn die Streu etwa durch Regenwürmer, Insektenlarven, Fadenwürmern, Einzellern und Bakterien abgebaut wird, bedeutet das, dass sie selbst zur Nahrungsgrundlage für andere Tiere wie dem Maulwurf werden.

Erholungszeit nach Störung (→ Resilienz)

Wie lange ein Boden braucht, um sich nach einer Störung zu erholen, hängt davon ab, wie hoch die Biodiversität des Ökosystems ist. Auch die Anpassung an veränderte Umweltbedingungen des Nahrungsnetzes ist maßgeblich von der Artenvielfalt abhängig.



Die wichtigsten Funktionen des Waldbodens

Standort

Waldboden ist aufgrund seiner Durchwurzelung ein stabiler Raum, in dem Wasser, Luft und Nährstoffe zirkulieren.

Lebensraum

Boden ist für Flora, Fauna und den Menschen da.

Filter, Puffer, Transformator

Reinigt Wasser und wandelt Schadstoffe wie Pestizide und Schwermetalle um.

Recycling Stoffhaushalt

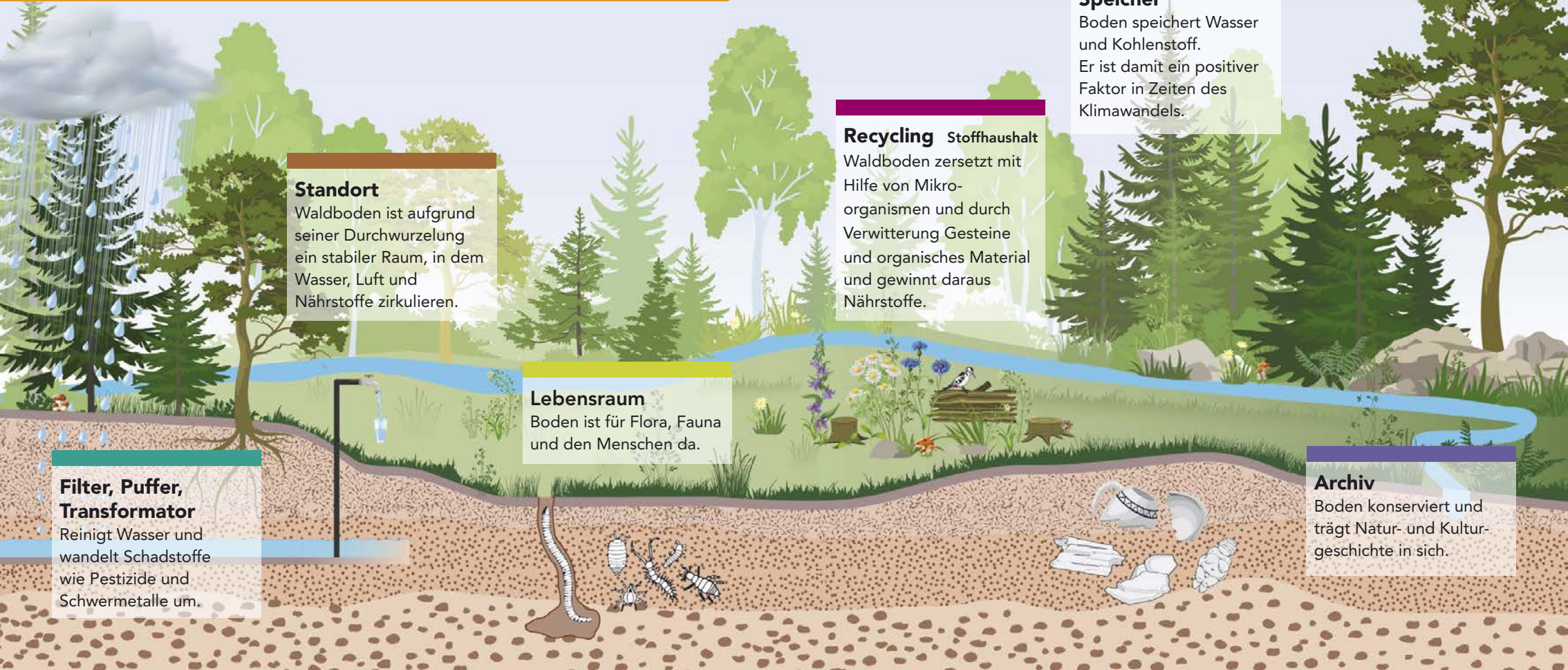
Waldboden zersetzt mit Hilfe von Mikroorganismen und durch Verwitterung Gesteine und organisches Material und gewinnt daraus Nährstoffe.

Wasser- und CO₂-Speicher

Boden speichert Wasser und Kohlenstoff. Er ist damit ein positiver Faktor in Zeiten des Klimawandels.

Archiv

Boden konserviert und trägt Natur- und Kulturgeschichte in sich.



Boden begreifen | Glossar der wichtigsten Begriffe

Ausgangsgestein | Das ist die solide Grundlage, aus der sich ein Boden entwickelt.

Auswaschung geschieht, indem Stoffe im Boden gelöst und mit versickerndem Wasser transportiert werden. Dies führt zur Bildung von definierten Bodenhorizonten.

Bodenart | Je nach der vorherrschenden Korngröße der mineralischen Substanz unterscheidet man zwischen Sand (fein), Schluff (feiner), Ton (am feinsten) und Lehm (ein gleichmäßiges Gemisch der dreien).

Bodenbildung | Damit ist die Entstehung und Weiterentwicklung eines Bodens aus dem darunter liegenden Gestein und der darüber wachsenden Vegetation unter dem Einfluss des Klimas gemeint.

Bodentyp | Einteilung der Böden von diversen Auböden über Braunerden, Moore, Schwarzerden bis hin zu Unterwasserböden.

Bodenverbrauch | Inanspruchnahme vor allem landwirtschaftlicher Flächen für den Bau von Siedlungen und öffentlicher und privater Infrastruktur.

Critical loads | Wirkungsschwellen in einem Ökosystem. Dabei müssen die ausgleichenden Faktoren die negativen verhindern können.

Degradation | Verschlechterung von Bodenwirkungen, etwa durch Klimaänderung und nicht nachhaltige Bewirtschaftung.

Edaphon | Bezeichnet die Gesamtheit der Bodenorganismen, von Pflanzen über Tiere bis zu Mikroben.

Erosion | Wenn Böden unsachgemäß genutzt, also etwa überweidet oder schützende Wälder gerodet werden, haben Wind und Wasser leichtes Spiel, um den Boden abzutragen bzw. zum Verschwinden zu bringen.

Horizont | Das sind im Bodenprofil erkennbare, durch spezielle Eigenschaften charakterisierte und übereinander liegende Bereiche im Boden.

Humus ist die tote organische Substanz in einem Boden, also

die nährstoffreichen „Überreste“ von Pflanzen, Tieren und Pilzen.

Kontamination | Verunreinigung des Bodens mit Schadstoffen aus Verkehr und Industrie, durch Müllentsorgung oder ungeeignete Dünger und Pflanzenschutzmittel.

Mikroorganismen bauen organische Substanzen ab.

Metabolisierung | Damit ist die chemische Veränderung von Substanzen gemeint.

Mineralisierung | Freisetzung chemischer Elemente aus organischen Verbindungen und Einbau in anorganische Verbindungen.

Resilienz bezeichnet die Widerstandsfähigkeit eines Systems. **Seicht- versus Tiefgründigkeit** bezeichnet, wie seicht oder tief ein Wurzelraum für eine Pflanzengemeinschaft ist.

Streuqualität sagt aus, wie nährstoffreich Äste, Blätter und Früchte von Bäumen sind.

Substrat ist das Grundmaterial, aus dem ein Boden besteht. Meist ist es zerkleinertes Gestein.

Totholz liegt oder steht im Wald. Es ist Bestandteil einer nachhaltigen Forstwirtschaft, da es Tieren Lebensraum bietet und daraus Humus entsteht.

Übernutzung führt bei einem Boden oft zu Nährstoffarmut, Verdichtung und Erosion.

Verdichtung | Verformung des Bodens etwa durch schwere landwirtschaftliche Maschinen. Verringert meist zu Ungunsten des Bodens dessen Bodenluft und -gehalt.

Verkarstung verursacht eine prägende Landschaftsform, die durch Lösungs- und Kohlensäureverwitterung entsteht.

Versiegelung bezeichnet das Verschwinden von Boden unter Beton, Asphalt und Häusern.

Verwitterung | Die natürliche Zersetzung von Gestein. Sie ist eine der Voraussetzungen der Bodenbildung.

Wasserspeicher | Wichtige Funktion des Bodens, nicht nur für die Vegetation, sondern auch im Falle einer Hochwasserepisode für die Menschen in ihren Siedlungen.

Bodenfunktion Lebensraum

Boden ist Lebensraum für Mikroorganismen, Pflanzen, Tiere und den Menschen.

Biodiversität oder biologische Vielfalt umfasst die genetische Vielfalt innerhalb einer Art und Artenvielfalt zwischen den verschiedenen Arten.

Natürliche Bodenfunktionen

Ökosysteme funktionieren, weil Organismen die notwendige Abbauarbeit im Boden erfüllen. Zu ihren Aufgaben zählen der Abbau von organischem Material, Nährstoffrecycling, Kohlenstoffbindung im Boden, der Erhalt der Bodenstruktur und der Schadstoffabbau.

Biodiversität ist Teil der nachhaltigen Forstwirtschaft. So können Schädlinge, Parasiten und Krankheiten durch natürliche Gegenspieler unterdrückt und bekämpft werden. Eine der wichtigsten Arten ist die Waldameise.

Nutzen für den Menschen

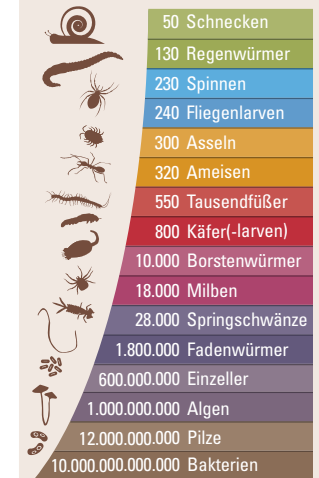
Waldboden ist Lebensraum für Organismen, die als Nahrungsmittel für den Menschen dienen. Seit Menschen gedenken ernähren wir uns von Pilzen, Beeren und Kräutern aus dem Wald. Er ist aber auch „Quelle“ für medizinische Produkte wie Penicillin, das aus einem Bodenpilz gewonnen wird und bakterienabtötende Wirkung besitzt. Die Bodenforschung hat viele neue Wirkstoffe für die Medizin entdeckt. In ihm steckt ein großes Potenzial für Medikamente.

Lebensraum

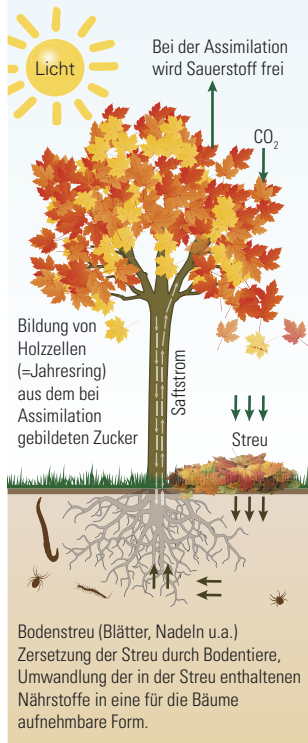


Waldameisen zersetzen organisches Material

Lebensraum Boden Anzahl verschiedener Bodenorganismen unter 1 m² Bodenfläche



Nährstoffkreislauf im Wald



In Waldböden findet Recycling statt

Die Freisetzung von Nährstoffen findet im Waldboden statt. Es ist ein Kreislauf, bestehend aus wechselseitigen Abhängigkeiten von Pflanzen und Bodenorganismen. Pflanzen liefern das Streumaterial und die Organismen liefern im Gegenzug die Nährstoffe für ein erneutes Pflanzenwachstum, das heißt, sie machen die im organischen Material gebundenen Stoffe wieder verfügbar. Durch diesen Ab- und Umbau von Pflanzenmaterial entsteht wertvoller Humus. Dabei ist das Zusammenspiel der Standortfaktoren relevant, deren langfristiges Resultat die Beschaffenheit des Bodens darstellt. Die Standortfaktoren sind Gestein, Klima, Relief, Pflanzen und Tiere, Mikroorganismen und *last but not least* die Zeit.

Wirkungsvoller Humus

- ↳ Speichert und bindet Nährstoffe, um sie vor Auswaschung zu schützen und so für Pflanzen verfügbar zu machen.
- ↳ Er ist Nahrungsquelle und speichert Wasser.
- ↳ Filtert Schadstoffe für sauberes Trinkwasser.
- ↳ Er speichert mehr Kohlenstoff als die Biomasse des gesamten Waldes an der Oberfläche.
- ↳ Humus stabilisiert und schafft Bodenstruktur, etwa zum Schutz vor Erosion.
- ↳ Er hat eine Pufferfunktion gegen Versauerung und ist Grundlage für Bodenorganismen.

Auf 1 Hektar Fläche zersetzen Bodenorganismen bis zu 25 Tonnen abgestorbene Pflanzen- und Tierreste. Andernfalls würden wir in Laub und Ästen „untergehen“.

Bodenfunktion Recycling

Nährstofffreisetzung und Humusaufbau

Der Kreislauf im Ökosystem Wald ist weitgehend geschlossen, da nährstoffreiches Material wie Laub, Nadeln, Äste und Früchte in der Regel im Wald verbleiben. Holznutzung hat kaum Einfluss auf die Recyclingfunktion des Waldes, da im Durchschnitt alle 100 Jahre geerntet wird und Holz vergleichsweise nährstoffarm ist. Das heißt, es werden dem System im Vergleich zur historischen Waldwirtschaft in Form der Streunutzung (siehe auch rechter Kasten) kaum Nährstoffe entzogen. Die Nachlieferung von Nährstoffen durch Verwitterung von Gestein und Einträgen aus der Luft sind in der Regel ausreichend. Waldböden müssen aus diesem Grund nicht gedüngt werden.

Vorteile des Recyclings

- ↳ Nährstoffrecycling und Humusversorgung sichern Fruchtbarkeit und die Qualität des Standorts.
- ↳ Humus ist durch seine Eigenschaften ein entscheidender Faktor für die Qualität des Bodens.
- ↳ Ist die Grundlage für eine nachhaltige Produktion und langfristige Sicherung des Ertrags.

Regenwurm als Recycler

Sie fördern Vielfalt, indem sie organische Substanz in den Boden mischen und deren Abbau beschleunigen. Sein Kot ist mit Humus, Nährstoffen und Mikroorganismen angereichert. Auch für ihre Eigenschaft als Belüfter des Bodens müssen sie gefördert und geschätzt werden.

Achtung!

Bei intensiver Biomasse-nutzung wie Ganz- oder Vollbaumernte (inklusive Äste, Nadeln und Blätter) besteht auf manchen Standorten die Gefahr hoher Nährstoffentzüge und Bodenversauerung.

Die sogenannte Streunutzung (von Blättern und Nadeln) war vor allem im Mittelalter und noch vor circa 100 Jahren für die Vieh- und Landwirtschaft gang und gäbe. Heute ist sie verboten.



Regenwürmer „durchlüften“ den Boden

Standort

In guter Gesellschaft Beispiele für Kooperationen im Wald

Fichten-Tannen-Buchen-Wald

- Kalklehm-Rendzina
- Waldmeister, Sanikel, Schneerose, Leberblümchen, Alpendost

Harte Au mit Stieleiche, Esche, Feldulme

- Auboden
- Bärlauch, Blaustern, Schneeglöckchen, Gefleckte Taubnessel, Brennessel, Giersch



Mykorrhiza trägt zur Verbesserung der Nährstoffaufnahme bei

Waldboden bedeutet Stabilität und Wachstum

Der Waldboden ist einerseits Wurzelraum für Bäume und Pflanzen, andererseits stabilisieren die Wurzeln auch den Boden. Die Bäume sind gleichsam im Boden verankert. Die Gefahr von Erdbeben ist dadurch wesentlich verringert. Gesunde Wurzeln bedeuten auch, dass die Versorgung mit Wasser und Nährstoffen und damit das Baumwachstum sichergestellt ist.

Allianzen im Wald

Bäume haben unterschiedliche →**Streuqualität** und eine unterschiedlich tiefe →**Durchwurzelung**. Diese Durchwurzelung hat Einfluss auf die Nährstoffdynamik und die Bodeneigenschaften und *vice versa*. Die Bodeneigenschaften beeinflussen das Baumwachstum auf bestimmte Weise, was die Forstwirtschaft bei der Verbesserung der Gesundheit von Bäumen zu nutzen weiß. Es geht dabei primär um die Erhöhung der Nährstoffaufnahme, die maßgeblich von der Verfügbarkeit des Wassers und von der Temperatur abhängt.

Wichtige Verbündete sind Pilze, die sich an die Wurzelspitzen von Bäumen positionieren und so dem Baum helfen, an Nährstoffe im Boden zu gelangen. Eine wichtige Art heißt Mykorrhiza.

Eine Fichte, die zu den Flachwurzlern zählt, reicht bis knapp 40 Zentimeter in den Boden. Eichen oder Tannen wachsen bis zu einem Meter tief. Es gilt: Je tiefer ein Wurzelstock, desto weniger anfällig ist er für Sturmschäden.

Funktion Standort

Im Wurzelraum des Waldbodens dreht sich alles um die Verankerung und die optimale Versorgung mit Wasser und Nährstoffen, und zwar nicht nur für uns, sondern auch für den Wald selbst. Für die forstwirtschaftliche Nutzung relevant ist der Boden als Grundlage für die Produktion von Biomasse. Holz ist nicht nur als Baustoff in verschiedenen Ausführungen bedeutend, sondern als erneuerbarer Energieträger unerlässlich geworden.

Holz nutzen ist CO₂-neutral, allerdings muss man wissen wie

Langfristig bleibt Kohlenstoff im genutzten Holz gespeichert, wenn es etwa für Möbel oder Bauholz verwendet wird. →**Recycling**, Mehrfachnutzung oder kaskadische Nutzung heißt, dass man das Holz zum Beispiel als Rundholz oder Papier nutzen soll, bevor es am Ende der Holzkette thermisch verwertet wird.

Holz ist ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz, weil es treibhausgasintensive und nicht erneuerbare Energiequellen wie Kohle und Erdöl ersetzt.

Waldboden ist wichtig für Biodiversität

Der Standort spielt aber nicht nur in Bezug auf die forstwirtschaftliche Produktion eine Rolle, sondern ist auch für die natürliche Fruchtbarkeit und Artenvielfalt relevant.

Was bedeutet Biodiversität in Österreichs Wäldern? Die wichtigsten Einflussgrößen werden mit dem Biodiversitäts-Index abgebildet, der vom Bundesforschungszentrum für Wald entwickelt wurde.

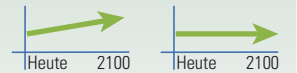
Standort

Effekte der Holznutzung

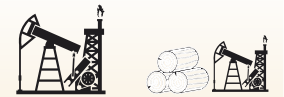
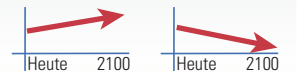


Keine Holznutzung **Nachhaltige Holznutzung**

CO₂ Speicherung



CO₂ Emissionen



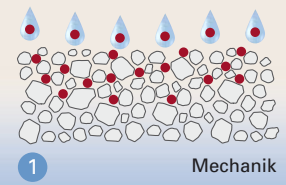
Nutzung fossiler Rohstoffe, kein Einsatz von Holz

Einsatz langlebiger Holzprodukte und verringerte Nutzung fossiler Rohstoffe

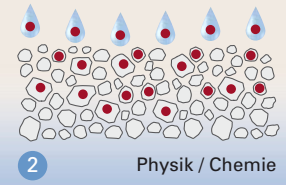


Kaskadische Holzverwendung

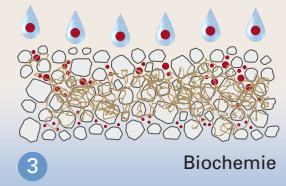
Prozesse im Waldboden






1 Mechanik



2 Physik / Chemie



3 Biochemie

-  Niederschlag
-  Boden
-  Grundwasser

Waldböden filtern Schadstoffe und bauen sie ab

Waldböden sind aus einem besonderen Stoff: Durch ihre Struktur und ihre Zusammensetzung begünstigen sie den Abbau (→**Mineralisierung**), Umbau (→**Metabolisierung**) und Eintrag von Stickstoff und Schadstoffen wie Pestiziden. Selbst Schwermetallen wie Kadmium, Nickel, Zink, Blei und sauren Einträgen durch Schwefeldioxid und Ammonium kann er positiv entgegenwirken. Eine andere lebensnotwendige Aufgabe von Waldböden ist die Reinigung von Wasser. Niederschläge durchlaufen diesen überdimensionalen Filter. Das verzögerte Abfließen erhöht neben der Wasserqualität auch die Sicherheit gegen Hangrutschungen und Muren.

Prozesse im Waldboden

- 1 **Mechanischer Filter:** Die Zwischenräume oder Poren im Boden sind das Sieb für feste und flüssige Stoffe.
- 2 **Physikalischer und chemischer Filter:** Dort passiert die Bindung oder Adsorption an den aktiven Oberflächen der feinsten Bodenteilchen wie Ton und Humus.
- 3 **Mikrobieller oder biochemischer Transformator:** Abbau und Umbau vor allem durch Bodenorganismen wie Pilze und Bakterien.

Filter-Experiment | Man braucht zwei Messgläser mit 100 ml Wasser plus blauer Tinte und zwei Messbecher, in dem zwei Trichter mit Filterpapier platziert sind, Kieselsteine und Erde. Einen Trichter mit zehn Löffeln Kieselsteinen befüllen, den zweiten mit zehn Löffeln Erde. Gleichzeitig und langsam das Tintenwasser über die Kieselsteine und die Erde leeren. Was passiert?

Boden als Filter, Puffer und Transformator

Je lebendiger und humusreicher der Boden, desto besser ist die Grundlage für unser sauberes Trinkwasser. Es kommt darauf an, wie „mächtig“, also tief der Boden ist und wie viele Mikroorganismen dafür sorgen, dass der Boden seine Funktion als Filter gewährleisten kann. Seine Fähigkeit, den Abbau, Umbau und Rückhalt von Schwermetallen, organischen Schadstoffen und sauren Einträgen zu leisten, sorgt auch grundsätzlich dafür, dass wir unbelastetes Trinkwasser und Nahrungsmittel zur Verfügung haben. Humus kann etwa Schadstoffe wie Aluminium, Schwermetalle und toxische Substanzen binden, sodass ihre Verlagerung in tiefere Bodenschichten und die Auswaschung ins Grundwasser verhindert wird. Humus ist ein effizienter Puffer und schützt die Pflanzenwurzeln und Bodenorganismen vor Schwankungen des pH-Wertes im Boden.

Eine zu große Anhäufung von Schadstoffen (→**Critical loads**) führt allerdings dazu, dass sie von Pflanzen aufgenommen werden und so als Nahrungs- und Futtermittel unsere Gesundheit und jene von Tieren beeinträchtigen können.

Durstlöcher

Waldböden sorgen für gutes Trinkwasser. Beispielsweise Wien wird im Normalfall zu 100 Prozent mit Quellwasser versorgt. Quellschutzwälder von Gemeinden und Städten werden besonders bodenschonend bewirtschaftet. Die Eckpunkte der Waldbewirtschaftung sind Stabilität und eine gemischte, ungleichaltrige Baumartenzusammensetzung. Auf Grund des großflächigen Quellschutzes hat das Wasser eine ausgezeichnete Qualität und muss nicht mehr aufbereitet werden.



Lesetipp | „Von der Quelle bis ins Glas“ und „Zehn Fakten, die man über Trinkwasser wissen sollte“ in: Heureka „Unser Boden“, Falter 2/17, PDF kostenlos im Webshop des BFW erhältlich

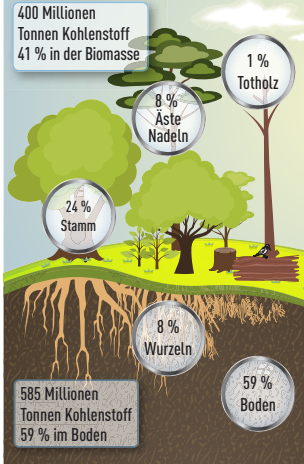
Der Weg des Wiener Trinkwassers

Für das Wiener Wasser wichtig sind die Quellgebiete von Schneeberg, Rax, Schneealpe, Hochschwab.

Das sind 675 km² Schongebiete zum Schutz der Wasservorkommen.

Der Weg des Wassers als multimediale Reise abrufbar unter wienerwasser.jour.at

Kohlenstoffvorräte des Waldes



Beispiel Moorboden

Moore halten große Mengen Kohlenstoff. Werden sie trockengelegt, stellen sie eine CO₂-Quelle dar. Moorflächen in Österreich umfassen circa 22.000 Hektar mit einem Kohlenstoff-Vorrat von circa elf Megatonnen: Moorschutz = Klimaschutz.

Waldböden speichern Wasser und Kohlenstoff / CO₂

Boden speichert Regen- und Schmelzwasser und gibt es verzögert an seine Umgebung ab. Das ist eine seiner großen Leistungen. Von diesem Zwischenspeicher profitieren nicht nur Pflanzen aller Art, sondern auch Seen, Bäche, Flüsse und vor allem das Grundwasser. So sind Bäume im Wald darauf angewiesen, wenn aufgrund langer Trockenperioden die Verfügbarkeit von Wasser durch den Regen ausbleibt. Diese kontinuierliche Versorgung mit Wasser gewährleistet, dass die Vegetation, die uns umgibt, am Leben bleibt. Waldböden können bis zu sechs Mal mehr Wasser speichern als Freiflächen wie Almwiesen oder Skipisten. Das hat damit zu tun, dass durch die Verdichtung von Boden Wasser zu einem weit aus höheren Anteil an der Oberfläche abfließt und dadurch seine verzögernde Wirkung eingeschränkt ist.

Unser Kohlenstoff

Nicht nur Wald, sondern auch der Boden speichert Kohlenstoff (C) - und das in einem höheren Ausmaß als der Wald selbst. Man kann sagen, dass Böden die größten **Kohlenstoffspeicher** darstellen. Dieser Kreislauf ist in Österreich – bis auf regionale Unterschiede – in einem Gleichgewicht. ForscherInnen des BFW haben jedoch herausgefunden, dass durch den klimabedingten Temperaturanstieg vor allem in Hochlagen eine höhere CO₂-Freisetzung aus Böden und damit in Zukunft eine Abnahme der Kohlenstoff-Gehalte möglich ist.

Boden als Wasserreservoir | Boden kann zwischen 60 und 200 Liter Wasser pro Quadratmeter speichern.

Speicherfunktion

Boden als Wasserspeicher

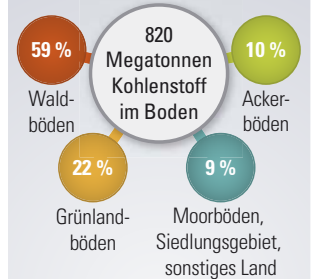
- ↳ ist Ausgleichskörper im Wasserkreislauf.
- ↳ vermeidet Hochwasser und Naturgefahren wie Muren und Hangrutschungen durch Rückhaltevermögen und Versickerung in tiefere Bodenschichten. Der Oberflächenabfluss wird abhängig von der Bodeneigenschaft verringert.
- ↳ hat tiefgründig und durchlässig strukturiert ein hohes Rückhaltevermögen.
- ↳ enthält Grundwasser und stellt Trinkwasser bereit.

Boden als Kohlenstoffspeicher

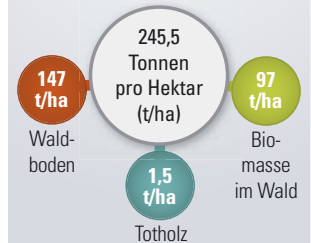
- ↳ beinhaltet vor allem als Humus und Torf insgesamt drei Mal mehr C als die Atmosphäre.
- ↳ gibt laufend große Mengen ab und nimmt sie auch laufend wieder auf. Die Bewahrung dieses Gleichgewichts ist für den Klimaschutz wichtig. Die Art der Bewirtschaftung und Landnutzung ist ein wesentlicher Einflussfaktor.
- ↳ beinhaltet 585 Millionen Tonnen C im österreichischen Waldboden. Das heißt circa 59 % des gesamten Kohlenstoffvorrats ist im Waldboden zu finden. Insgesamt gibt es derzeit 985 Millionen Tonnen Kohlenstoff in Österreich.

Weltweit haben rund 750 Millionen Menschen keinen Zugang zu Trinkwasser. In Österreich verbraucht eine Person durchschnittlich 135 Liter Wasser täglich, wobei nur drei Liter getrunken werden. Die anderen 132 Liter fallen etwa für Dusche, WC und Abwasch an. Ein Maß für den indirekten Wasserverbrauch im Bereich der Güterproduktion ist der Wasserfußabdruck: <http://virtuelles-wasser.de/wasserfußabdruck.html>

Kohlenstoffspeicher in Österreich



Kohlenstoffvorrat im österreichischen Wald



Von einer Stiege in Hallstatt

Im Hallstätter Salzbergwerk wurde 2001 eine prä-historische Holzstiege gefunden. Mithilfe einer Fichten- Chronologie, die bis ins Jahr 1526 v. Chr. zurückreicht, fand man heraus, dass der Baum für die Stiege im Jahr 1344 v. Chr. gefällt wurde. Diese dendrochronologischen Untersuchungen basieren auf dem wissenschaftlichen Vergleich mit unbearbeiteten „subfossilen Hölzern“.



Hallstätter Holzstiege
FOTO P. DIEM/AUSTRIA FORUM

Waldböden tragen Geschichten in sich

Böden sind wertvolle Archive. Über einen unvorstellbar langen Zeitraum hinweg speichern sie Informationen über die Erdzeitalter und ihre Akteure. Diese Naturgeschichten beinhalten Hinweise auf frühere Lebensbedingungen von Flora, Fauna und Menschen. Es gibt eine Reihe von wissenschaftlichen Disziplinen, die sich mit der Archivfunktion des Bodens auseinandersetzen. Sie reichen von der Geologie bis hin zur Paläontologie. In Bezug auf den Menschen hat sich vor allem die Archäologie der Erforschung vergangener Kulturen verschrieben. Sie untersucht die Spuren ihrer Aktivitäten, die sie zurückgelassen haben und die sich mit der Zeit im Boden wiederfinden. Anhand von Relikten wie Werkzeugen, Gefäßen oder Schmuck, die in Grabstätten oder anderen Architekturen gefunden werden, kann man Rückschlüsse auf die Siedlungs- und Kulturaktivität eines jeweiligen Zeitalters ziehen. Naturwissenschaftliche Methoden wie die Sedimenten-, Pollen- oder Pflanzenrestanalysen ergänzen die kulturwissenschaftlichen Techniken hinsichtlich der historischen Umweltbedingungen. Auch die bekannte C¹⁴-Methode oder Radiocarbon-Datierung und die Dendrochronologie oder Jahresringanalyse helfen, Informationen über die materielle Beschaffenheit vergangener Zeiten herauszufinden.

Stumme Zeugen und die Dimension historischer Naturereignisse

Die Entwicklung eines Gletschers oder der Verlauf von Waldgrenzen können mit Hilfe der Analyse verschiedener Holzproben datiert werden. Für Fachleute sind Stammscheiben oder Bohrkerne von Bäumen historische Quellen, um die

Qualität von Standorten oder die Entwicklung von klimatischen Verhältnissen zu beurteilen. Sie rekonstruieren auch vergangene Naturkatastrophen wie Muren, Hangrutschungen oder Lawinen anhand „stummer Zeugen“. „Stumme Zeugen“ sind umgeknickte oder in Mooren versenkte Bäume. Sie werden mit der C¹⁴-Methode zeitlich datiert. Die Ergebnisse lassen Rückschlüsse auf die Dimension eines Naturereignisses zu.



Stammscheibe für Jahresringanalysen

Geschichte für die Zukunft

Forscher des Instituts für Naturgefahren des BFW in Innsbruck haben in Kooperation mit wissenschaftlichen Partnern die Lawinengeschichte der Schwarzensteinalm in den Zillertaler Alpen untersucht. Die Analyse der 9000 Jahre zurückreichenden Zeitreihe ergab, dass alle 150 Jahre ein für Siedlungsgebiete empfindliches Ereignis stattfinden könnte. Die Erforschung von Umweltgeschichte ist daher auch für gegenwärtige Fragestellungen der Raum- und Gefahrenzonenplanung relevant.



Die Lawinentätigkeit auf der Schwarzensteinalm ist gut dokumentiert und lässt Prognosen zu

FOTO: BERLINER HÜTTE

Archivfunktion

Den Boden als Archiv zu erforschen

- ↳ ist wichtig, um die Umwelt- und Klimageschichte zu verstehen.
- ↳ erhöht das Wissen um die Kultur- und Siedlungsgeschichte eines Gebiets.
- ↳ hat Bedeutung für Paläontologie, Geologie, Mineralogie und Pedologie.



Wie Schutzwälder gegen Bodenverlust wirken

21 Prozent der österreichischen Waldfläche hat Schutzwirkung vor Naturgefahren.

Sie verringern die Gefahr von Lawinabgängen, Steinschlägen und Erdbeben.

Die Hangneigung ist ein wesentlicher Risikofaktor.

Standortschutzwälder bewahren den Boden, auf dem sie wachsen.

Objektschutzwälder schützen Siedlungen und kultivierten Boden vor Naturgefahren



Wassererosion in landwirtschaftlichen Kulturen

Was unsere Böden bedroht

Eine Gefährdung des Bodens liegt vor, wenn er durch Wasser oder Wind verschwindet, seine Biodiversität verringert oder durch Schadstoffe belastet wird. Er kann versiegelt oder verdichtet werden, wodurch die Qualität von Boden generell verschlechtert wird. Der Verlust von Kohlenstoff in die Atmosphäre ist ein weiterer Faktor, der vor allem den Klimawandel antreibt und somit direkt unsere eigene Lebensweise in Bezug auf die Erwärmung betrifft. Boden kann durch Versalzung und extremer Austrocknung in seinen Wirkungsweisen verändert werden. Die Palette an Bedrohungen für Böden ist also breit und vielschichtig.

Wenn Boden verloren geht: Bodenerosion durch Wind und Wasser

Gefährdet sind vor allem landwirtschaftliche Flächen. Im Vergleich zur Landwirtschaft ist der Waldboden allerdings ganzjährig bedeckt und tief durchwurzelt, was ihn vor Bodenverlusten schützt. Generell liegt an steilen Hängen eine höhere Gefährdung vor, die durch Bewirtschaftungsformen wie Kahlschlag und Rodung verschärft werden kann. Erdbeben erfolgen häufig in alpinen Regionen mit steilen Hängen. Durch Winderosion gefährdet sind vor allem sandige oder trockene Böden. Auf diesen Gebieten sind Aufforstungen von Windschutzstreifen zu empfehlen. Maßnahmen zum Schutz der Wälder und Wiederaufforstungen sind daher vorgesehen, um die Risiken von Bodenverlusten zu verringern. Die Gefahr der **→Verkarstung** ist auch nach natürlichen Störungen wie Windwurf oder Waldbrand präsent.

Wenn Boden verdichtet oder versiegelt wird

Schwere land- und forstwirtschaftliche Maschinen können vor allem bei feuchten Bedingungen die Wirkungsweisen von Böden beeinträchtigen. Dabei wird meist der Oberboden verdichtet, was heißt, dass jene Zwischenräume, in denen Wasser gespeichert wird, maßgeblich verkleinert werden. Diese Verdichtung kann allerdings bis zum Unterboden reichen. Das hat zur Folge, dass sich Naturgefahren erhöhen oder Einbußen bei den Erträgen ergeben.

Generell wird in Österreich täglich eine Fläche von rund 15 Hektar verbaut oder versiegelt. Dieser vergleichsweise sehr hohe Bodenverbrauch innerhalb der EU ist auf unregelmäßige räumliche Planungsgrundlagen zurückzuführen und könnte durch verbesserte Strategien verringert werden. Zum Vergleich: Das Ziel für nachhaltige Entwicklung sieht einen künftigen Verbrauch von 2,5 Hektar täglich vor.

Wenn Boden verschmutzt

Schwermetalle können Boden vor allem durch weiträumige grenzüberschreitende Luftverschmutzung verunreinigen. Die Vegetation auf Waldböden in den alpinen Regionen wie zum Beispiel in den nördlichen und südlichen Kalkalpen haben eine hohe Filterkapazität und sind daher besonders betroffen. Die Alpen sind eine überdimensionale Barriere für Luftmassen. Schwermetalle und Schadstoffe wie POPs sammeln sich dort an, wo Industrie, Verkehr und Landwirtschaft vorherrschen. Viele Schadstoffe haben die Eigenschaft, sich in Böden abzulagern. Deshalb können trotz Verbesserungen in Bezug auf Schadstoffemissionen negative Effekte vor allem auf die Artenvielfalt und auf die Qualität von Grundwasser auftreten. Die Sanierung von stark verunreinigten Flächen ist, wenn überhaupt möglich, teuer und langwierig.



Boden unter Druck: die Hinterräder eines Traktors

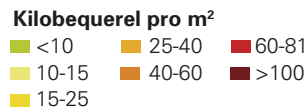
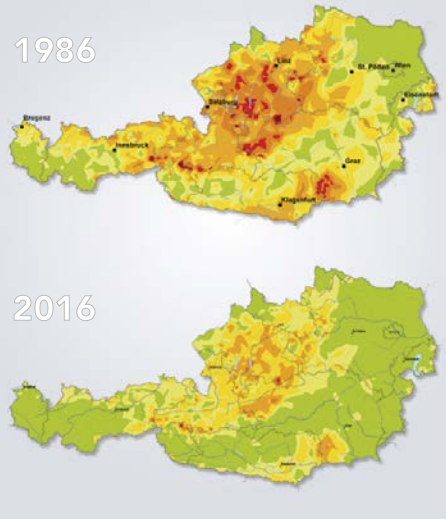


Bodenforschung in Zeiten des Klimawandels

Wichtigste Schwermetalle: Quecksilber, Blei, Kadmium, Kupfer

POPs: persistente = schwer abbaubare organische Schadstoffe

Cäsium-Belastung in Österreichs Böden - 1986 und 2016 im Vergleich



Quelle: BORIS Datenbank
umweltbundesamt

Cäsium-Belastung in Österreich

Ein für viele interessantes Beispiel ist die Cäsium-Belastung in österreichischen Böden nach der Reaktor-Katastrophe in Tschernobyl. Da Wald als Filter wirkt, war in Waldgebieten die Cäsium-Belastung oft höher als in unbewaldeten Landschaften. Die radioaktive Belastung ist in den letzten 30 Jahren stark zurückgegangen, aber immer noch nachweisbar.

Wenn Böden ihrer Vielfalt beraubt werden

Vielfalt im Boden ist wichtig, um seine natürliche Fruchtbarkeit und Stabilität zu bewahren. In der Forstwirtschaft ist das durch eine entsprechende Durchmischung von Nadel- und Laubwälder zu erreichen. Am Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) befassen sich vor allem die Institute für Waldökologie und Boden, für Waldgenetik und für Waldwachstum und Waldbau mit der Biodiversität im Wald(-boden).

Wenn Böden gespeichertes Kohlendioxid (CO₂) „ausatmen“

Kohlenstoff im Boden nimmt ab, wenn organische Bodensubstanz wie Humus verloren geht. Dieses „Ausatmen“ von Kohlenstoff in Form von Kohlendioxid geschieht vor allem bei Mooren (siehe auch Seite 18), Torfböden, aber auch bei Mineralböden. Wälder weisen relativ hohe Humusgehalte im Vergleich zu Ackerflächen auf.

Der Wandel des Klimas nimmt in der heutigen Ökosystemforschung einen zentralen Stellenwert ein und beschäftigt alle Forscherinnen und Forscher am Bundesforschungszentrum für Wald.

Wie man im Alltag zum Bodenschutz beitragen kann

- Verwerten Sie Bio-Küchenabfälle in Kompostkisten, -haufen oder in der Biotonne! Infos finden Sie bei Ihrer Gemeinde.
- Als Düngemittel können kleine Mengen an Tee- und Kaffeeresten, Algen aus dem Aquarium und winzige Mengen von Kleintiermist verwendet werden.
- Bodenpädagogisches Bewusstsein schärfen und Workshops „Boden macht Schule“ anregen: Informationen finden Sie auf bfw.ac.at und www.umweltbundesamt.at.
- Werden Sie aktiv und geben Sie ihr Wissen weiter: Projekte mit Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen initiieren. Seminare und Kurse finden Sie etwa unter www.umweltbildung.at, besserleben.gbstern.at, fastossiach.at und fastort.at.
- Verwenden Sie keine Erde mit Torf! Dadurch gehen wertvolle Moorlandschaften verloren, was den Klimawandel durch die Veratmung von Kohlendioxid befördert.
- Lebt ihr Boden? Legen Sie Halme aus Stroh auf die Wiese und überprüfen Sie, wie viele am nächsten Tag noch vorhanden sind. Aktive Regenwürmer holen sie sich.
- Keine leicht löslichen Mineraldünger verwenden. Sie sind quasi „der raffinierte Zucker“ unter den Düngern und führen dazu, dass die Pflanzen durch ihr schnelleres Wachstum anfälliger für Krankheiten und Schädlinge werden.
- Kompost und organische Dünger geben die Nährstoffe langsam ab und fördern einen gesunden Aufbau des Bodens.
- Nehmen sie weniger Dünger! Ein Überangebot schädigt Pflanzen. Um den Nährstoffgehalt und die Qualität zu kennen, ist es günstig, eine Bodenanalyse durchzuführen.
- Offener Boden ist der Witterung ausgesetzt, wodurch er verdichtet, hart, rissig und anfällig für Erosion wird. Boden im Garten, aber auch in Töpfen und Trögen sollte nicht geöffnet und mit Gründungs-/Pflanzen oder Mulch (Gras, Laub oder Stroh) bedeckt sein.



GRAFIK: STELLA CAPRMAN

Links

- **bfw.ac.at** – Wir informieren Sie über sämtliche Themen zu Wald und Forstwirtschaft in Österreich. Unter dem Stichwort Wasserspeicherkapazität finden Sie nähere Informationen zu den Seiten 16 und 17 zum Thema Bodenqualität.
- **www.fastort.at** und **www.fastossiach.at** – die Ausbildungsstätten des BFW bieten Kurse an, die den Boden zum Thema haben. Jährlich dürfen wir insgesamt 15.000 Besucher und Besucherinnen bei uns begrüßen.
- **www.bmnt.gv.at** – das Ministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus ist u.a. für den Waldboden in Österreich zuständig.
- **www.b5-soilcompetence.at** ist die Plattform der Bodenpartner in Österreich. Dazu gehören das Bundesforschungszentrum für Wald, die Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, das Bundesamt für Wasserwirtschaft (BAW-IKT), Umweltbundesamt und die Universität für Bodenkultur in Wien (BOKU).
- **www.ages.at** – Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit kümmert sich in Österreich um den landwirtschaftlich genutzten Boden.
- **www.baw.at** ist bundesweit für alle Wasserbelange zuständig.
- **www.bodenbuendnis.or.at** ist ein Zusammenschluss europäischer Städte, Gemeinden und Regionen.
- **www.bodeninfo.net** kümmert sich um alle boden-/pädagogischen Aktivitäten in Österreich.
- Sie möchten Boden studieren? **www.boku.ac.at** ist die Website der Universität für Bodenkultur in Wien.
- **oebg.boku.ac.at** – die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft (ÖBG) ist die wissenschaftliche Plattform für Bodenkunde in Österreich.
- **www.fao.org** – UN-Organisation, die sich mit Wald global befasst.
- **www.klimafitterwald.at** informiert alle WaldbesitzerInnen zum Thema Klimawandel.
- **www.waldinventur.at** - die Website der Österreichischen Waldinventur liefert Fakten rund um den österreichischen Wald wie Baumarten, Waldfläche, Totholz u.v.m.
- **www.proholz.at** ist die Plattform für die österreichische Holzwirtschaft. Hier erfährt man alles über den Werkstoff Holz.

- **www.umweltbundesamt.at** ist ihr Partner in Sachen Umwelt- und Bodenschutz.
- **www.waldwissen.net** – Informationen zu Wald und Forstwirtschaft (nicht nur) für Fachleute aus Österreich, Deutschland und der Schweiz.
- **www.waldzahlen.at** hat sich zur Aufgabe gemacht, die Fakten zum Wald übersichtlich darzustellen.

Weitere nützliche Links zum Thema

- „Lernort Boden“ auf **www.stmuv.bayern.de**
- **www.nfp68.ch** – Die Ressource Boden wird in der Schweiz großgeschrieben. Die Broschüre Bodenschätze informiert umfassend.
- **www.lfl.bayern.de** – die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft informiert unter dem Schlagwort Boden sehr ausführlich über diesen Bereich.
- **hypersoil.uni-muenster.de** bietet didaktische Unterlagen zum Thema Boden.

Materialien und Literatur

Diese BFW-Publikationen sind im Bookshop erhältlich: **bfw.ac.at/webshop**

- Die Praxisinformation 39/2015 hat das Thema Boden als Schwerpunkt.
- Heureka – Wissenschaftsbeilage mit dem Fokus auf Boden (Falter 2/17)
- Bodenpädagogisches Sonderheft (BFW 2017): Nachschlagewerk für TrainerInnen und Lehrkräfte

- FAO Forestry 2015 (soils-2015)
- Umweltkontrollbericht 2016
- UNESCO 2015
- Waldbericht des BMNT

