

# Gesunde Böden durch biologische Vielfalt

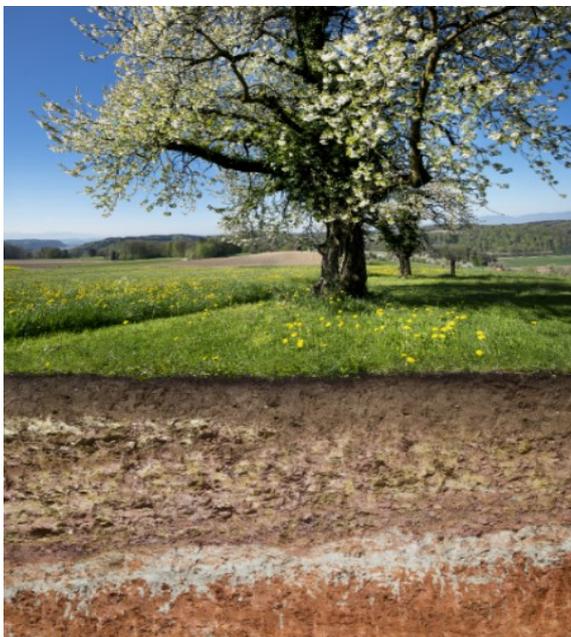
Böden schützen, Bodenlebewesen fördern und Vorteile für die Pflanzenproduktion nutzen

## Worum es geht

Böden sind eine der wichtigsten Ressourcen der Menschheit, denn letztlich basiert alles höhere Leben auf Bodenprozessen. Ohne Böden gäbe es keine Pflanzen und damit auch keine Nahrung für Menschen und Tiere. Ausserdem liefern Böden eine Vielzahl von Dienstleistungen, die für unsere Umwelt und den ganzen Planeten essentiell sind. Sie spielen eine entscheidende Rolle im Wasserhaushalt, filtern unser Trinkwasser und stellen einen riesigen Kohlenstoffspeicher dar. Damit sind sie auch für den Schutz gegen Wetterextreme, sowie für den weiteren Fortschritt des Klimawandels wichtig.

Für die meisten Ökosystemdienstleistungen, die von Böden erbracht werden, sind letztendlich die Lebewesen verantwortlich, die im Boden leben. Böden beherbergen einen grossen Teil der globalen Biodiversität. In einer Handvoll Erde findet man zehntausende Arten und mehr Lebewesen als es Menschen auf der Erde gibt. Das Gewicht der Bodenlebewesen in einer Hektar Wiesenfläche in den gemässigten Breiten entspricht dem Gewicht von 15 Kühen. Im Vergleich zur oberirdischen Biodiversität sind Bodenorganismen jedoch bisher noch kaum untersucht.

## Boden - ein bedrohtes Ökosystem



Bodenprofil (Foto: G. Brändle)

Forschungsergebnisse der letzten Jahrzehnte verdeutlichen immer mehr, dass unterschiedliche Gruppen von Bodenlebewesen durch intensive Bewirtschaftung in Ihrer Anzahl und Diversität zurückgehen. Dies ist problematisch, denn die Forschung fand auch, dass durch einen Rückgang der Bodenbiodiversität das gesamte Bodenökosystem seine Funktionen nicht mehr voll ausführen kann. Dies kann langfristig auch in der Landwirtschaft zu Problemen führen. Die Herausforderung für die Zukunft besteht nun darin, natürliche Prozesse gezielt zu fördern, so dass der Einsatz von Agrochemikalien reduziert werden kann, ohne dass der Ertrag oder andere Ökosystemdienstleistungen zurückgehen.

Böden und ihre Biodiversität stehen weltweit unter Druck, auch in der Schweiz. Überbauung stellt einen der gravierendsten Einschnitte in das Ökosystem Boden dar. Auch die landwirtschaftliche Bewirtschaftung kann stark in das Bodengefüge eingreifen. Hinzu kommt eine zunehmende Verschmutzung von Böden durch Schadstoffe (z.B. Plastik, Pestizide, Antibiotika). Gesunde, fruchtbare Böden, die alle ihre Leistungen erbringen können, gehen weltweit in alarmierendem Tempo verloren. Pro Sekunde wird in der Schweiz ein Quadratmeter Boden mit Asphalt oder Beton bedeckt. Durch unsachgemässe Bewirtschaftung wird der Boden anfällig für Erosion. Durch Wind und Wasser wird fruchtbarer Oberboden abgetragen und verschwindet. Dies wird durch den zunehmenden Klimawandel und Wetterextreme noch verstärkt. Weltweit gehen pro Jahr schätzungsweise 25-40 Milliarden Tonnen Oberboden durch Erosion verloren. Das ist ein Vielfaches von dem, was Bodenlebewesen in dieser Zeit neu bilden können. Die Situation ist ernst und bodenerhaltende Massnahmen sind auszubauen und zu fördern (Tabelle 1). Nur durch gesunde, fruchtbare Böden können Bodenlebewesen ihre Arbeit verrichten und wir als Gesellschaft auch langfristig existieren.



Pseudoskorpion (© F. Ashwood)

## Gesunde Böden durch Förderung des Bodenlebens

Hier stellen wir die Relevanz der Bodengesundheit für landwirtschaftlich oder gärtnerisch bewirtschaftete Flächen dar und zeigen Möglichkeiten auf, wie der Boden geschützt und natürliche Prozesse für die Pflanzenproduktion sogar nutzbar gemacht werden können. Bodenschutz darf nicht als zusätzliche Belastung und Mehraufwand, sondern muss als notwendige Investition in die Zukunft angesehen werden. Nur gesunde Böden können langfristig qualitativ hochstehende Erträge liefern, sind robust gegenüber Krankheiten und extremen Wetterbedingungen.



Abbildung 1: Böden beherbergen einen grossen Teil der weltweiten Biodiversität. Wenn man sie richtig fördert, leisten die Aktivitäten der Bodenbewohner einen wichtigen Beitrag zur Bodenqualität und können die Pflanzenproduktion auf natürliche Weise unterstützen.<sup>1</sup>

### Was lebt in meinem Boden und warum ist das wichtig?

Das Bodenleben besteht aus einer Vielzahl an Lebewesen unterschiedlicher Form und Grösse (Abb. 1). Wenn man ihm die Möglichkeit gibt, hat ein vielfältiges Bodenleben das Potential, alle für die Landwirtschaft wichtigen Prozesse auszuführen. Bodenlebewesen lockern und stabilisieren den Boden, stellen Pflanzennährstoffe bereit, halten Schädlinge im Schach und fördern die Wasserversorgung der Pflanzen.

Regenwürmer, als die wahrscheinlich bekanntesten Bodenlebewesen, sind Schlüsselorganismen für gesunde Böden. Sie produzieren grosse Mengen von fruchtbarem Humus und tragen durch ihre Wurmgänge, welche sie mit Kot auskleiden, zur Strukturverbesserung des Bodengefüges bei. Wasser kann durch diese Röhren gut in den Boden eindringen und Pflanzen finden darin Hohlräume um tief in den Boden vorzudringen und die tiefer liegenden Wasserspeicher zu erreichen. Ausserdem reichern Regenwürmer den Boden mit mikrobiellem Leben an.

Asseln, Springschwänze, Milben und andere Tiere der Mesofauna zerkleinern abgestorbenes Pflanzenmaterial oder Kot von der Oberfläche, wodurch dieses erst von Mikroorganismen wie Pilzen und Bakterien weiter abgebaut und in Humus und pflanzenverfügbare Nährstoffe umgewandelt werden kann. Die Mikrofauna, z.B. Nematoden und Protozoen, spielen eine wichtige Rolle in den Nährstoffkreisläufen und in der Regulierung mikrobieller Gemeinschaften im Boden.

Die wirklichen Kraftpakete im Boden sind die Mikroorganismen. Diese extrem vielfältige Gruppe von Lebewesen besteht aus unzähligen Arten, von denen im Boden bisher nur ein minimaler Anteil bekannt ist. Ihr Werkzeugkasten enthält alle nötigen Mittel, um die Pflanzenproduktion zu unterstützen. Einige fördern das Pflanzenwachstum, andere befallen Schädlinge (z.B. Maikäfer) und unterdrücken Krankheiten (z.B. Rhizoctonia) und wieder andere sammeln schwer verfügbare Nährstoffe aus dem Boden und geben sie an die Pflanzen weiter. Für die Landwirtschaft sind insbesondere die Mykorrhizapilze interessant. Sie dringen in die Pflanzenwurzel ein und bilden ein Netzwerk aus Pilzfäden im Boden aus, mit dem sie Nährstoffe aufnehmen und an die Pflanzen weiterleiten. Ausserdem können sie die Pflanzengesundheit und Trockenheitsresistenz unterstützen. Doch agieren auch diese

<sup>1</sup> a) Doppelschwanz (© F. Ashwood), b) Springschwanz (© H. Conrad), c) Stickstofffixierende Bakterien enthaltende Knöllchen an Kleewurzel (© M. van der Heijden), d) Raubmilbe (© H. Conrad), e) Assel (© F. Ashwood), f) Bärtierchen (© T. de Carvalho), g) Testat Amöbe (© Q. Blandenier), h) Regenwurm (© G. Brändle), i) Nematode (© A. Murray), j) von Mykorrhizapilzen (blau) besiedelte Maiswurzel (© F. Bender), k) Springschwanz (© F. Ashwood), l) Amöbe (© Q. Blandenier), m) Assel (© F. Ashwood), n) Hornmilbe (© H. Conrad), o) Zwergfüssler (© F. Ashwood), p) Tausendfüssler (© F. Ashwood), q) Hornmilbe (© F. Ashwood), r) Hundertfüssler (© F. Ashwood)

Organismen nicht alleine im Boden, sondern gehen komplexe Beziehungen mit anderen Mikroorganismen ein. Diese Pilze können auch mehrere Pflanzen durch ein unterirdisches Netzwerk aus Pilzfäden verbinden. Es wurde gezeigt, dass Pflanzen über dieses Netzwerk miteinander kommunizieren und so einander sogar vor einer Schädlingsattacke warnen können.

Als Gemeinschaft können diese Lebewesen enormes leisten. Je reichhaltiger und diverser das Bodenleben ist, desto umfangreicher ist der Werkzeugkasten und desto besser kann der Boden seine Funktionen erfüllen. Es wurde herausgefunden, dass sich Krankheiten und Schädlinge in Böden mit hoher Biodiversität viel weniger gut ausbreiten können. Modellstudien haben gezeigt, dass durch eine Reduzierung der Bodenbiodiversität die Erträge sinken und mehr Nährstoffe aus dem Boden verloren gehen.

**Ein gut versorgtes Bodenleben bedankt sich als aktiver Düngerproduzent und Strukturverbesserer. Zusätzlich fördert eine hohe Biodiversität die Abwehrkraft gegen Schädlinge und Krankheiten**

Tabelle 1: Das Bodenleben fördern. Es gibt viel, was man für seinen Boden tun kann. Damit die Bodenlebewesen ihre Funktionen ausführen können, brauchen sie eine Nahrungsgrundlage und einen möglichst vielfältigen und ungestörten Lebensraum. Es gibt auch Möglichkeiten, wie bestimmte nützliche Organismen gezielt gefördert werden können.

<p><b>Störungen reduzieren</b></p>	<p><b>Durch Pflügen geht enorm viel CO<sub>2</sub> verloren, das anderenfalls als organische Substanz im Boden gespeichert bleiben würde. Auch werden die Bodenlebewesen bei Ihrer Arbeit gestört.</b>                  Ganz ohne Bodenbearbeitung geht es oft nicht, aber es gibt viele Möglichkeiten, diese zu minimieren. Im Garten sollte man den Boden nur oberflächlich und dort wo nötig bearbeiten und ihn lieber auflockern, anstatt zu wenden um die Bodenstruktur nicht unnötig zu stören. Im Ackerbau sollte man maximal möglichst flach und selten pflügen. Die Nutzung von leichten und doppelbereiften Maschinen ist anzustreben und Einsatzzeitpunkt und Reifendruck den Bodenverhältnissen anzupassen (Terranimo). Das schont Zeit und Treibstoff und gibt den Bodenbewohnern die Möglichkeit, den Boden auf natürliche Weise zu bearbeiten.                  → Informationen zur reduzierten Bodenbearbeitung gibt es hier <a href="#">SWISS NO-TILL</a>, hier <a href="#">AGRIDEA schonende Bodenbearbeitung</a>, hier <a href="#">FiBL reduzierte Bodenbearbeitung</a> und hier <a href="#">Terranimo Simulationsmodell</a>.</p>
<p><b>Boden bedeckt halten</b></p>	<p><b>Pflanzen stabilisieren durch ihre Wurzeln den Boden, fördern die Durchlässigkeit bei Starkregen und wirken einer Bodenverdichtung entgegen. Ein bewachsener Boden ist besser vor Erosion geschützt, kann das Wachstum von Unkräutern hemmen, sowie die Auswaschung von Nährstoffen verhindern. Zusätzlich dient die Bodenbedeckung als Nahrungsgrundlage für das Bodenleben.</b>                  Eine permanente Bodenbedeckung kann durch Zwischensaat, Untersaat und Gründüngungen erreicht werden. Auch Mulchen, das Bedecken des Bodens mit abgestorbenem Pflanzenmaterial, kann Vorteile bringen. Unter einer lebendigen Pflanzendecke fühlt sich das Bodenleben jedoch am wohlsten.                  → Vorschläge für Bodenbedeckungen im Ackerbau gibt es hier <a href="#">best4soil INFOBLÄTTER</a>, hier <a href="#">SWISS NO-TILL Gründüngungen</a> und hier <a href="#">FiBL Gründüngungen</a>.</p>
<p><b>Biodiversität erhöhen</b></p>	<p><b>Ein diverses Ökosystem ist robuster gegen Schädlinge, wogegen Monokulturen die Anfälligkeit erhöhen.</b>                  Eine gute Fruchtfolge, Sortenwahl, Zwischensaat, Untersaat, Mischungen oder Blühstreifen sind Grundbausteine für eine hohe Biodiversität. Eine hohe Diversität bietet Lebensraum für Nützlinge und verhindert die ungehinderte Ausbreitung von Schädlingen. Auch im Privatgarten sind Fruchtfolgen und Mischkulturen eine gute Möglichkeit die Diversität zu fördern und oft notwendig um gegen Krankheiten vorzubeugen.                  → Eine Anleitung für eine gute Fruchtfolge im Ackerbau gibt es hier <a href="#">best4soil INFOBLÄTTER</a> für den Garten hier <a href="#">NABU Mischkultur und Fruchtfolge</a>. Umfangreiche Informationen zur Biodiversitätsförderung auf dem Betrieb gibt es hier: <a href="#">FiBL Biodiversität</a> und hier <a href="#">AGRIDEA Naturnahe Lebensräume</a>.</p>
<p><b>Natürliche Bodenfruchtbarkeit nutzen</b></p>	<p><b>Unsichtbare Helfer im Boden können helfen Deine Pflanzen mit Nährstoffen zu versorgen.</b>                  Die bekanntesten Helfer im Boden sind Regenwürmer doch auch viele Mikroorganismen helfen bei der Pflanzenernährung. Pflanzen aus der Familie der Leguminosen gehen Verbindungen mit Bakterien ein, die Stickstoff aus der Luft im Boden binden können. So kann man durch das Anpflanzen von Bohnen, Erbsen, Linsen oder Klee (auch als Unter-, Zwischensaat und Gründüngungen, s.O.) den Boden mit Stickstoff anreichern, der den nachfolgenden Kulturen zugute kommt und somit Dünger sparen. Durch den Anbau von Gras-Klee Wiesen werden auch Mykorrhizapilze gefördert, die wiederum die Phosphatversorgung der Pflanzen erhöhen. Pflanzen aus der Familie der Kreuzblütler (Senf, Kohl, etc.) gehören zu den wenigen, die keine Verbindung mit Mykorrhizapilzen eingehen und diese daher nicht fördern. Mykorrhizapilze oder Pflanzenfördernde Bakterien können durch entsprechende, im Handel erhältliche, Produkte direkt in den Boden oder auf die Pflanzen ausgebracht werden. Jedoch ist der Markt schlecht reguliert und es gibt viele Produkte mit mangelhafter Qualität.                  → Mehr Informationen gibt es hier <a href="#">AGRIDEA Bauer sucht Pilz</a> und hier <a href="#">AGRIDEA Regenwürmer</a>.</p>

<p><b>Den Boden füttern</b></p>	<p><b>Durch die Ernte entziehen wir dem Boden Nährstoffe, welche wieder zugeführt werden müssen.</b> Ernterückstände, Gründüngungen oder externe organische Dünger wie Mist, Kompost oder Mulchmaterial bieten dem Bodenleben eine Nahrungsgrundlage, erhöhen die organische Bodensubstanz und fördern damit auch die Bodenstruktur. Allerdings muss darauf geachtet werden, dass bei stickstoffarmem Material (z.B. Holzschnipsel oder Rindenmulch) genug Stickstoff hinzugeführt wird, so dass es nicht zu einer Unterversorgung der Pflanzen kommt ('Stickstoffsperre'). Gülle und synthetische Dünger enthalten hohe Konzentrationen an leicht verfügbaren Nährstoffen, die den Pflanzen einen kurzfristigen Energie-Schub geben, von Bodenlebewesen jedoch kaum verwertet werden können. Generell, sollte man die Düngeempfehlungen (z.B. in der GRUD, auf der Verpackung oder von anderen Fachleuten) einhalten und nicht mehr applizieren. Zu viel Dünger schadet der Umwelt und wird von den Pflanzen nicht aufgenommen. → Mehr Informationen zu Humus und organischer Bodensubstanz, besonders im Ackerbau, gibt es hier <a href="#">best4soil INFOBLÄTTER</a> und hier <a href="#">AGRIDEA Humus in Ackerböden</a>, sowie hier <a href="#">FiBL Bodenfruchtbarkeit</a> und hier <a href="#">Humusbilanz</a>.</p>
<p><b>Chemische Pflanzenschutzmittel vermeiden, wann immer möglich</b></p>	<p><b>Fast alle chemischen Pflanzenschutzmittel greifen in natürliche Kreisläufe ein und können langfristige und ungewollte Nebenwirkungen haben. Sie lassen sich oft auch noch jahrzehnte nach ihrer Ausbringung im Boden finden.</b> Wissenschaftliche Hinweise verdichten sich, dass diese Mittel die Biodiversität reduzieren und auch nützliche Bodenlebewesen, wie Mykorrhizapilze, negativ beeinflussen. Durch eine hohe Biodiversität in Garten oder Acker, die Auswahl Krankheitsresistenter Sorten, den Einsatz biologischer Pflanzenschutzmittel oder das Ausbringen von Nützlingen kann man seine Pflanzen auch vor Schädlingen und Krankheiten schützen. → Hilfreiche Information gibt es auf der Website von <a href="#">AGRIDEA</a>, auf der Website des <a href="#">FiBL</a> (Suchbegriff 'Pflanzenschutz' eingeben) und hier <a href="#">Biogarten - biologische Pflanzenschutzmittel</a>.</p>

## Zukunft

Investitionen in die Bodengesundheit zahlen sich für die Bewirtschaftenden oft erst langfristig aus. Daher sind auch zusätzliche geeignete Fördermassnahmen durch Politik und Privatwirtschaft gefragt, die die nachhaltige Bodenbewirtschaftung fördern und Bewirtschaftende dabei unterstützen in die Gesundheit unserer Böden zu investieren. Ausserdem muss das Wissen über die Bodenbiodiversität, Bodenfunktionen und Bodengesundheit verstärkt in Ausbildungsprogramme integriert werden, um einen langfristigen Wandel hin zu nachhaltiger Bodenbewirtschaftung zu erreichen.

Der Klimawandel macht sich allorts bemerkbar und auch die Landwirtschaft ist von den Auswirkungen betroffen. Umso wichtiger ist es unsere Böden jetzt zu schützen, zu verbessern und zu erhalten, so dass nachfolgende Generationen auch noch auf die vielfältigen Ökosystemdienstleistungen von Böden und ihren Bewohnern zurückgreifen können.

Dieses Factsheet wurde im Rahmen des Projektes «Beweisstück Unterhose» in einer Zusammenarbeit zwischen der Universität Zürich und Agroscope erstellt.

**Autoren:** Franz Bender, Noemi Peter und Marcel van der Heijden, Agroscope und Universität Zürich.

### Weiterführende Informationen:

[www.Beweisstueck-Unterhose.ch](http://www.Beweisstueck-Unterhose.ch)

Informationen (auf Englisch) und faszinierende Fotos von Bodenlebewesen gibt es unter:

<https://www.frankashwood.com/macrophotography>

<https://www.chaosofdelight.org>

