

PRAKTISCHE INFORMATIONEN ZUR BODENGESUNDHEIT



Dieses Infoblatt enthält praktische Informationen zur Bodengesundheit
<https://best4soil.eu/videos/16/de>

ERHALTEN UND FÖRDERN DER BODENGESUNDHEIT

Die Gesundheit des Bodens ist von großer Wichtigkeit, um ertragreiche Pflanzen anzubauen und qualitativ hochwertige Produkte zu ernten. Verschiedene Faktoren fördern einen gesunden Boden, der widerstandsfähiger gegen Belastungen wie Schädlinge und Krankheiten ist (Abb. 1). Widerstandsfähig bedeutet, dass der Boden in der Lage ist, diesen Beanspruchungen standzuhalten oder seinen guten Grundzustand wiederherzustellen.

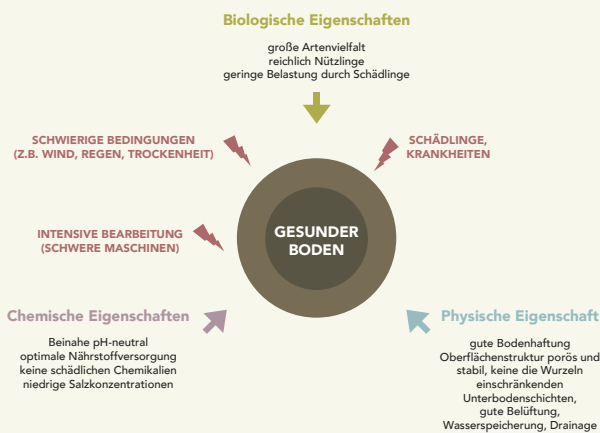


Abb.1: Ein gesunder Boden wird sowohl durch physikalische, biologische als auch chemische Eigenschaften begünstigt. (Inhalt aus Building Soils for Better Crops, 3rd Edition, SARE, 2009)

Die LandwirtInnen haben durch ihre Bearbeitungsmethoden Einfluss auf die Bodengesundheit:

- **Gesunder Fruchtwechsel:**
 Informationsblatt: <https://best4soil.eu/factsheets/12/de>, Video: <https://best4soil.eu/videos/12/de>

- Verbesserung der Bodenflora und -fauna zur Steigerung der biologischen Vielfalt im Boden.

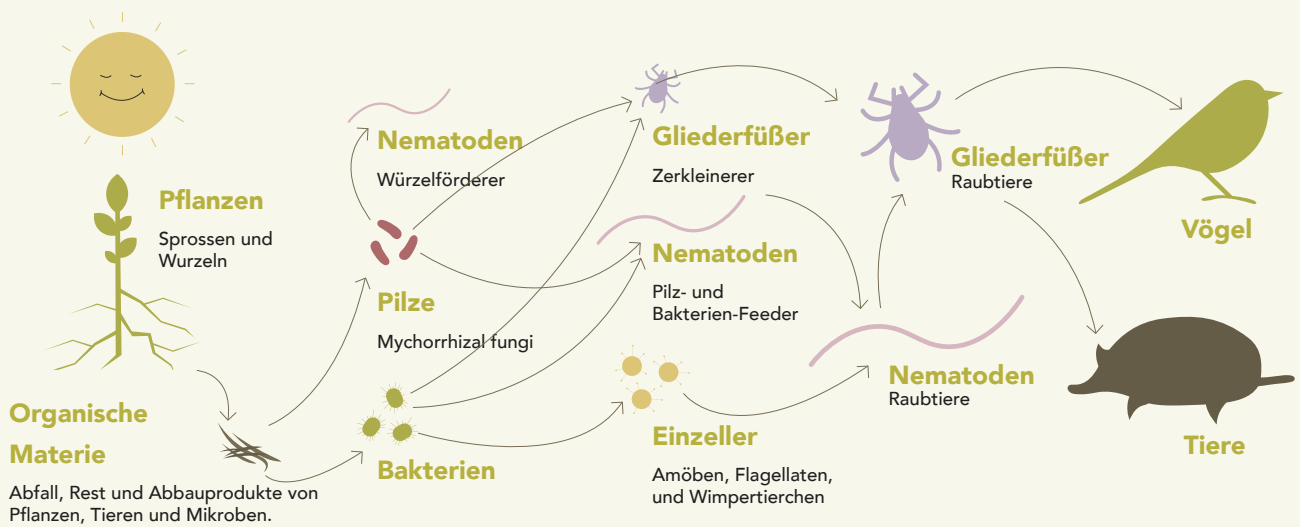
Das Best4soil Video zur Bodengesundheit (<https://best4soil.eu/videos/16/de>) zeigt, was Bodengesundheit ist und gibt einen Überblick über Maßnahmen, die Sie ergreifen können, um einen gesunden Boden zu schaffen oder zu erhalten. Hier beschreiben wir weiters, wie das Nahrungsangebot und bewährte Praktiken zu einem gesunden Boden mit guter Produktivität führen.

DIE BIOLOGISCHE VIelfALT FÜR BODENGESUNDHEIT

Gesunde Bodenökosysteme beinhalten eine hohe Biodiversität. Ein ausreichender Anteil an organischer Bodensubstanz (OBS) ist ein grundlegender Baustein, denn er stellt die erste Ebene des Nahrungsnetzes des Bodens dar (Abbildung 2). Um eine reiche Biodiversität des Bodens zu schaffen oder zu erhalten, ist es wichtig, alle im Nährstoffsystem des Bodens aktiven Organismen zu ernähren.

Organismen des Nährstoffsystems:

- Pflanzennährstoffe aus Zersetzung von organischem Material (Bakterien und Pilze) verwerten;
- Tragen zu einer guten Stabilität der Bodenaggregate und der Bodenstruktur bei;
- Tragen zur Wasserspeicherkapazität bei;
- Tragen zur Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten bei (Pilze, Nematoden, Bakterien, Protozoen).



- | | | | | |
|------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|------------------------|
| 1. Trophiestufe | 2. Trophiestufe | 3. Trophiestufe | 4. Trophiestufe | 5. Trophiestufe |
| Photosynthetiker | Zersetzende Krankheitserreger, Parasiten, Wurzelfraß | Zerkleinerer Raubtiere Pflanzenfresser | Kleine Raubtiere | Große Raubtiere |

Abb.2: Das Nährstoffsystem des Bodens (Modifiziert vom: USDA Natural Resources Conservation Service)

Für eine reiche Biodiversität der Böden ist eine jährliche und ausreichend hohe Zufuhr an organischem Material (OM) notwendig, um den jährlichen Abbau von OBS zu kompensieren (Abb. 3). Die Art der Zufuhr unterscheidet sich im OM-Gehalt und beeinflusst die Entwicklung der verschiedenen Arten von Bodenleben. Daher ist eine ausgewogene Zufuhr aus verschiedenen Ressourcen an organischem Material erforderlich.

Die wichtigsten Quellen für OM sind:

- Pflanzenrückstände
- Tierischer Dünger
- Gründünger
- Zwischenfrüchte
- Kompost
- Regenwurmkompost



Fig. 3: Modifiziert von SARE (<https://www.sare.org/Learning-Center/Books/Building-Soils-for-Better-Crops-3rd-Edition>) von Oshins and Drinkwater (1999)



ANTEIL VON OBS ZUR BODENGESUNDHEIT

Auch die Abbau-Geschwindigkeit von OBS (die Geschwindigkeit, mit der Bodenorganismen OBS abbauen) hängt von der Art des Materials ab. Eine wichtige Eigenschaft des Materials ist das Gleichgewicht zwischen Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N), das im C/N-Verhältnis dargestellt wird.

Sie zeigt die leichte Zersetzbarkeit und das Gleichgewicht zwischen zwei Komponenten im OBS an: (Abb. 4)

- **Aktive organische Substanz (einschließlich Mikroorganismen)**
- **Beständiges oder stabiles organisches Material (Humus).**

Beide Komponenten weisen spezifische Funktionen für einen gesunden Boden auf:

- **Die aktive Komponente, die leicht abbaubar ist, trägt zur biologischen und chemischen Bodenfruchtbarkeit bei;**
- **Die resistente oder stabile Komponente trägt hauptsächlich zur physikalischen Bodenfruchtbarkeit bei, indem sie die Nährstoff- und Wasserspeicherkapazität verbessert.**

Daher ist eine ausgewogene Zusammensetzung verschiedener Organismenquellen erforderlich.

Materialien wie Holz sind widerstandsfähiger und haben ein höheres C/N-Verhältnis, was zu einer langsameren Zersetzung führt. Die Menge an OBS, die 1 Jahr nach der Anwendung noch im Boden vorhanden ist, wird als effektives organisches Material (EOM) bezeichnet. Das Informationsblatt über die organische Bodensubstanz (<https://best-4soil.eu/factsheets/18/de>) zeigt die Menge an EOM verschiedener Herkunft von OBS.

HUMUS

Ein großer Teil des OBS wird in anorganische Mineralien zersetzt, die von den Pflanzen als Nährstoffe aufgenommen werden (Mineralisation). Ein anderer Teil (der sehr stabile Teil) des OBS mineralisiert nicht und wird durch Humusbildung in Humus umgewandelt: Der besonders stabile Teil des organischen Materials wird durch das Bodenleben in den Boden eingearbeitet und wird zu einem festen Bestandteil der Bodenstruktur. Die Mischung von Verbindungen und biologischen Chemikalien im Humus hat viele Funktionen für die Bodengesundheit. Ein Indikator für die Abbaurate von OBS ist der Humifizierungskoeffizient (HK): der Anteil des EOM am gesamten OBS.

RESISTENTE OBS

- Hohes C/N-Verhältnis
- Langsamer Abbau
- Hoher HK (EOM)
- Erhöhte Aktivität von Pilzen

AKTIVE OBS

- Niedriges C/N-Verhältnis
- Schneller Abbau
- Fördert das Bodenleben
- Erhöhte bakterielle Aktivität

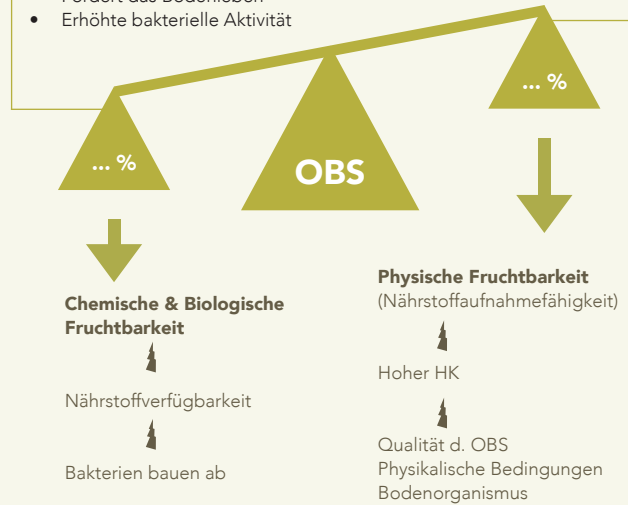


Abb. 4: organische Bodensubstanz (OBS) Merkmale und zugrunde liegende Prozesse. C = Kohlenstoff, N = Stickstoff, HK = Humifizierungskoeffizient, EOM = effektiv organisches Material.

Der HK wird hauptsächlich bestimmt durch:

- **Bodenorganismen**
- **Physikalische Umgebung und**
- **Qualität des OBS**

Je höher der HK, desto stabiler ist das OBS. Kompost zum Beispiel ist sehr stabil und hat einen hohen HK-Wert (0,9, Tabelle 1).

Tabelle 1. Humifizierungskoeffizient (HK) aus einigen wenigen organischen Zusätzen

Quelle	HK
Grünpflanzen	0.20
Wurzeln	0.35
Stroh	0.30
Jauche von Milchkühen	0.70
Jauche von Schweinen	0.33
Stallmist von Kühen	0.70
Kompost auf Pflanzenmaterialbasis	0.90

RESILIENZ GEGENÜBER BODENBÜRTIGEN KRANKHEITEN

Gesunde Böden können eine hemmende Wirkung auf bodenbürtige Krankheitserreger haben. Die Suppres-

sivität des Bodens gegenüber Krankheitserregern ist definiert als die Fähigkeit, bodenbürtige Krankheitserreger zu reduzieren. Sie bezieht sich auf die Aktivität, Biomasse und Vielfalt der Bodenorganismen und beruht auf der Fähigkeit nicht-pathogener Bestandteile von Boden- und Rhizosphärenmikrobiomen, mit Krankheitserregern zu konkurrieren und antagonistisch zu sein. Die Unterdrückung des Bodens kann durch landwirtschaftliche Praktiken gesteuert werden, aber die bisher beobachteten Erfolge gelten als inkonsistent (Bongiorno et al., 2019).

Die Bodensuppressivität wurde in 10 Langzeitversuchen hauptsächlich mit mikrobieller Biomasse und labilem Kohlenstoff im Boden in Verbindung gebracht, nicht aber mit dem Gesamtgehalt an organischer Substanz im Boden (Bongiorno et al., 2019). Die Schlussfolgerung ist, dass labiler Kohlenstoff wichtig für die Aufrechterhaltung einer reichhaltigen und aktiven mikrobiellen Zusammensetzung ist, die für die Suppressivität des Bodens wesentlich ist. Allerdings konnte die Bodensuppressivität nur teilweise (25%) durch die gemessenen Bodenparameter erklärt werden, was darauf hindeutet, dass andere Mechanismen der Bodensuppressivität Zugute kommen, wie z.B. das Vorhandensein und die Aktivität von spezifischen Bakterien- und Pilztypen mit hoher biologischer Kontrollaktivität.

Ein niedriges C/N-Verhältnis stimuliert das Bakterienwachstum; ein höheres C/N-Verhältnis stimuliert das Pilzwachstum. Abhängig von diesem Verhältnis mineralisieren oder immobilisieren die Mikroben kurzfristig N:

- **C/N >25: Mikroben nehmen Boden-N auf (Immobilisierung)**
- **C/N <25: Mikroben geben Boden-N (Mineralisierung).**

Gründünger ist relativ leicht abbaubar und fördert die Mikroorganismen im Boden. Bakterien sind aktiv an der Zersetzung von Gründünger beteiligt, so dass Nährstoffe für die Pflanzen verfügbar werden. Pilze sind eher in der Lage, stabilere Formen von organischer Substanz wie Lignin und Zellulose abzubauen. Je nach C/N-Verhältnis kann kurzfristig eine N-Immobilisierung auftreten.

Das Pilz/Bakterien-Verhältnis im Boden gibt Hinweise auf den Zustand der OBS:

- **Felder mit Zufuhr von Mist, mit vielen leicht zersetzbaren Materialien zeigen dabei mehr bakterielle Aktivität;**
- **Böden mit Zufuhr von stabilerem Kompost zeigen mehr Pilzaktivität (Leroy et al., 2009).**

RESILIENZ GEGEN BODENVERDICHTUNG

Ein gesunder Boden ist widerstandsfähiger gegen intensive Nutzung wie z.B. schwere Maschinen, was zu Bodenverdichtungen führt. Die Bodenpartikel werden dann enger zusammengedrückt, insbesondere bei Nässe. Vorbeugen ist besser als Heilen. Ein gesunder Boden ist widerstandsfähiger gegen den hohen Druck und hat eine bessere Wasserinfiltration, was auch das Risiko verringert. Daher helfen die von Best4Soil vorgeschlagenen Präventivmaßnahmen beim Aufbau und der Erhaltung eines gesunden Bodens. Auch andere Maßnahmen wie die Verhinderung von Bodenverdichtung sollten ergriffen werden, um das Beste aus Ihrem Boden herauszuholen.

PROBLEME DER BODENGESUNDHEIT

Wenn bodenbürtige Krankheiten in der Praxis Probleme verursachen, gibt es einige Maßnahmen, die helfen können, diese zu lösen: die anaerobe Bodenentseuchung (ASD) und die Biosolarisation. Weitere Informationen finden Sie in den Best4Soil-Videos und Informationsblättern zu diesen Themen. In jedem Fall ist die Kombination aus präventiven Maßnahmen, die die biologische Vielfalt des Bodens unterstützen, und einer Unterstützung der kurativen Maßnahmen eine starke Basis für einen gesunden und produktiven Boden (Abbildung 5).



Abb. 5: Gesunde Pflanzen und gesunder Boden (Quelle: WUR)

Referenzen

Bongiorno, G., Postma, J., Bünemann, E. K., Brussaard, L., de Goede, R. G. M., Mäder, P., Thuerig, B. (2019). Soil suppressiveness to *Pythium ultimum* in ten European long-term field experiments and its relation with soil parameters. *Soil Biology and Biochemistry*, 133, 174-187. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.03.012>

Leroy, Ben & Sutter, Nancy & Ferris, Howard & Moens, Maurice & Reheul, Dirk. (2009). Short-term nematode population dynamics as influenced by the quality of exogenous organic matter. *Nematology*. 11. 23-38. <https://doi.org/10.1163/156854108X398381>

(SARE <https://www.sare.org/Learning-Center/Books/Building-Soils-for-Better-Crops-3rd-Edition>)

