



Das Zusammenspiel von Bodenleben, Lebensraum und Nährstoffkreisläufen im Grünland

Andreas Bohner
Abteilung Umweltökologie

Grundbegriffe

Bodenleben

Gesamtheit der im Boden lebenden Organismen (Edaphon); Bodenflora (Bakterien, Pilze, Algen) und Bodenfauna (Bodentiere)

Heterotrophe Bodenorganismen

sind auf organische Substanzen als C- und Energiequelle angewiesen; Bodentiere, Bodenpilze und die meisten Bodenbakterien

Autotrophe Bodenbakterien

können ohne organische Substanz leben; nutzen CO_2 als C-Quelle und gewinnen Energie durch Oxidationsprozesse (z.B. Nitrifikation)

Grundbegriffe

Aktivierung der Bodenorganismen

dauerhafte Verbesserung der Umweltbedingungen

Förderung der Bodenorganismen

Erhöhung und/oder Verbesserung des Nahrungsangebotes

Grünlandökosystem

Produzenten

Grüne Pflanzen

Konsumenten

Pflanzen- und Fleischfresser

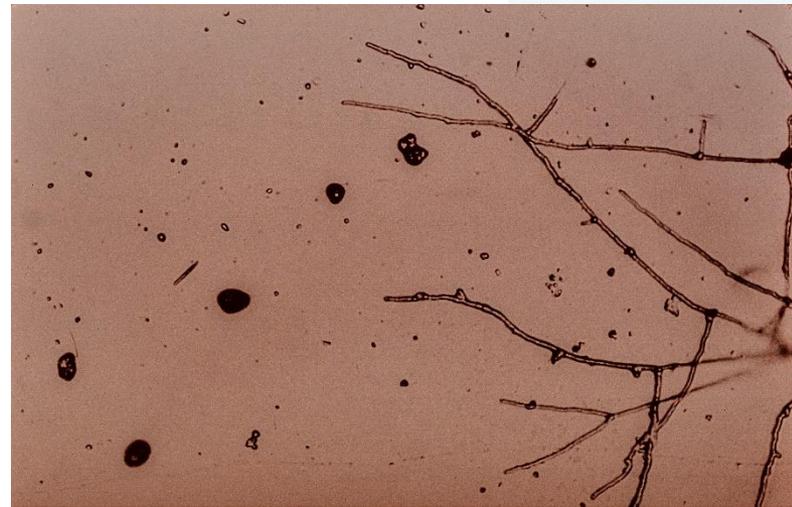
Zersetzer (Destruenten)

insb. Bodenmikroorganismen (Bakterien, Pilze, kleine Bodentiere)

Die wichtigste Funktion der Bodenorganismen im Grünlandökosystem ist der Abbau von organischen Substanzen und die Rückführung der darin enthaltenen Nährelemente in die jeweiligen Stoffkreisläufe.

Bodenorganismen

- Das Gewicht der Bodenorganismen unter einem Hektar Wiese beträgt etwa 15-20 GVE.
- In einem Gramm Boden leben Milliarden Mikroorganismen.
- 5-8% der gesamten organischen Substanz im Boden besteht aus lebenden Bodenorganismen.



Bodenorganismen – Quelle und Senke für mineralische Nährelemente

Ackerböden (0 – 12.5 cm Tiefe) – Gehalte in mikrobieller Biomasse

	kg ha⁻¹
C	720
N	110
P	80
K	70
Ca	10

Mineralische Nährelemente, die in der mikrobiellen Biomasse gebunden sind, können aufgrund der hohen Umsatzraten (rascher Abbau der toten Zellen) beträchtlich zur Pflanzenernährung beitragen.

Bodenorganismen

- wenige **Generalisten** (manche Tierarten)
- viele **Spezialisten** (bestimmte Arten oder Gattungen)



Individuenzahl, Vielfalt, Aktivität

Die Bodenfruchtbarkeit ist umso höher, je reichhaltiger, vielfältiger und aktiver das Bodenleben ist.

Lebensraum

- Oberboden (größeres Nahrungsangebot infolge höherer Wurzelmasse, bessere Sauerstoffversorgung, größeres Hohlraumvolumen)
- Die meisten Bodenorganismen sind Hohlraumbewohner.
- Anzahl, Größe und Kontinuität der Bodenhohlräume
- Pilzhyphen und Bakterien: Grob- und Mittelporen
- Die meisten Bodentiere: Grobporen
- verlassene Regenwurmgänge und Wurzelröhren (Bioporen), Rhizosphäre

Porendurchmesser: Grobporen: $> 10 \mu\text{m}$

Mittelporen: $0.2 - 10 \mu\text{m}$

Durchmesser Feinwurzeln: $< 2 \text{ mm}$

Pflanzenwurzeln



Pflanzenwurzeln fördern das Bodenleben

- durch Wurzeldickenwachstum werden Grobporen (Lebensräume) geschaffen
- erhöhen das Nahrungsangebot für Bodenorganismen (Wurzelausscheidungen, absterbende Wurzelteile)
- Wurzelmasse, jährlicher Wurzelumsatz, Art und Menge der Wurzelausscheidungen
- artenreiche Pflanzenbestände → breiteres Nahrungsangebot → vielfältigeres Bodenleben
- Rhizosphäre → starke Wechselwirkung zwischen Pflanzenwurzel und heterotrophe Bodenorganismen (Kohlenhydrate versus mineralische Nährelemente)

Humus

Nährhumus

- abgestorbene Pflanzen und Pflanzenteile, Bröckelverluste bei der Heuernte, Mulchmaterial, abgestorbenes Edaphon, Wirtschaftsdünger, Exkremete der Weidetiere, Wurzelausscheidungen
- leicht abbaubar und verfügbar → bevorzugte Nahrungs- und Energiequelle für die meisten Bodenorganismen
- wird rasch abgebaut und muss daher ständig zugeführt werden

Humus

Dauerhumus

- verursacht dunkle Farbe im Oberboden
- wird nur sehr langsam abgebaut → langsam fließende, kontinuierliche Nahrungs- und Energiequelle
- schafft günstige Umweltbedingungen für Bodenorganismen (speichert Nährstoffe, Wasser und Energie; lockert den Boden → besiedelbare Bodenhohlräume)



Düngung

- Die meisten Bodenorganismen haben ähnliche Nährstoffansprüche wie die Grünlandpflanzen.
- Je aktiver die Bodenorganismen sind, umso höher ist ihr Nahrungs- und Energiebedarf.
- wachstumslimitierend für heterotrophe Bodenorganismen: verfügbarer C und/oder N
- ausreichend hohes und kontinuierliches Angebot an leicht verfügbarer, energie- und nährstoffreicher, insb. stickstoffreicher Nahrung
- regelmäßige Düngung mit unterschiedlichen Wirtschaftsdüngern in kleinen Mengen während der Vegetationsperiode

Umweltbedingungen

- Die meisten Bodenorganismen bevorzugen Böden mit einem ausgeglichenen Bodenwasserhaushalt.
- **Ungünstig:** Wassermangel oder Wasserüberschuss (Sauerstoffmangel) im Boden
- Die meisten Bodenorganismen bevorzugen einen lockeren, grobporigen Boden.
- **Ungünstig:** stark verdichtete Böden (geringer besiedelbarer Porenraum, Staunässe)
- Viele Bodenorganismen (insb. Bakterien, Regenwürmer) bevorzugen eine mäßig saure bis neutrale Bodenreaktion (pH 5.0 – 7.0).
- **Ungünstig:** stark saure Böden (pH unter 5.0)
- Bodentiere bevorzugen einen tiefgründigen Boden (tiefer als 70 cm)
- **Ungünstig:** seichtgründige Böden (0-30 cm tief)

Böden unter Dauergrünland

	kg ha ⁻¹ *
C_{org}¹	65800
N_t	5610
P_t	1320
S_t	550

* = Bodentiefe 0-10 cm

1 = frische Standorte



Braunerde

Bodenbakterien und Bodenpilze

Absorptionseffizienz

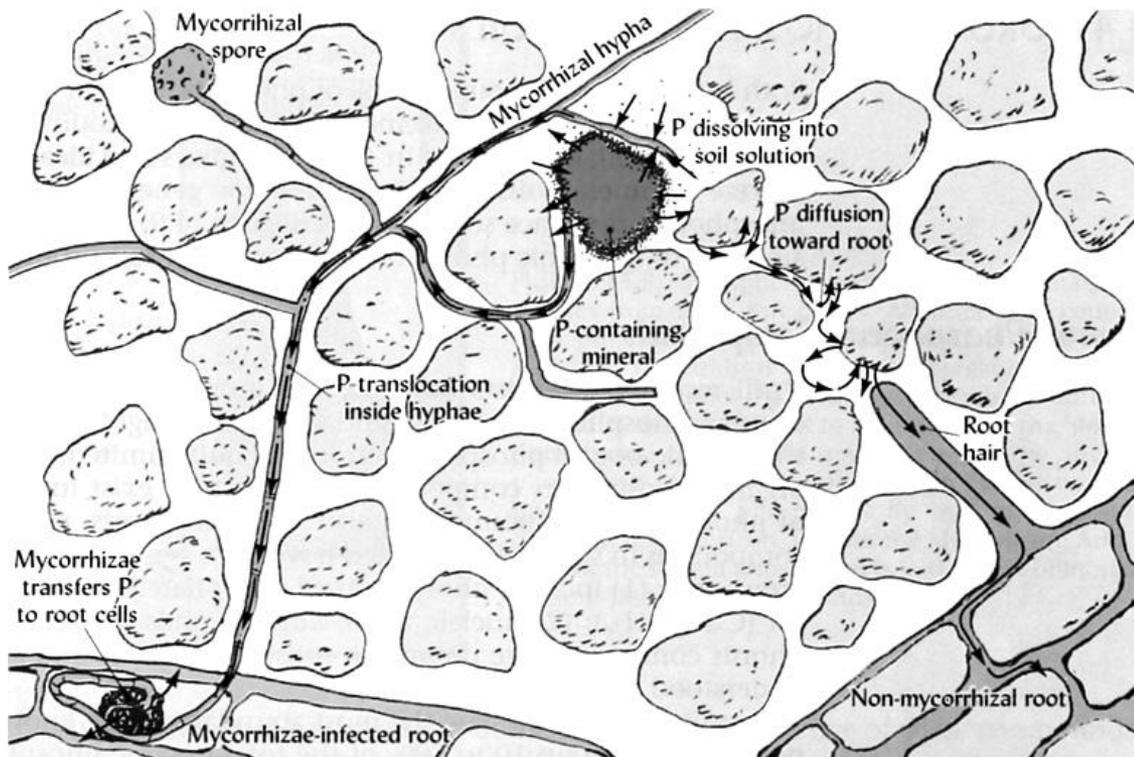
höhere Wirksamkeit der Mineralstoffaufnahme

Mobilisierungseffizienz

Ausscheidung von organischen Säuren und Enzymen (z.B. Saccharase, Cellulase, Xylanase, Urease, Protease, Sulfatase, Phosphatase)

Synchronisation von Nährelementfreisetzung aus dem organischen Bodenspeicher durch Bodenorganismen und Nährelementaufnahme durch Grünlandpflanzen

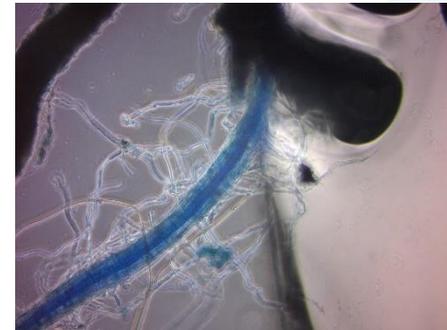
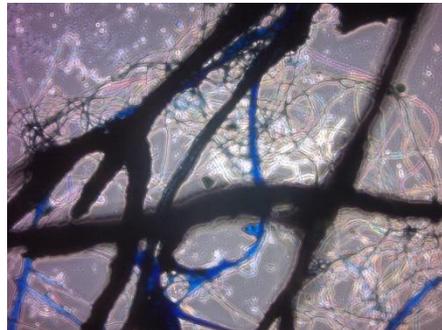
Räumliche Nährstoffverfügbarkeit im Boden



Quelle: Brady &
Weil, 1999

Heidelbeere

- an der Wurzeloberfläche der Heidelbeere: 17 – 27 verschiedene Pilz- und Bakterienarten pro Lebensraum
- Cellulose- und Pektin-abbauende Pilze und Bakterien
- heterotrophe, nitrifizierende Pilze und Bakterien
- P-mobilisierende Bakterien
- keine N_2 -fixierende Bakterien



Maßnahmen zur Aktivierung und Förderung der Bodenorganismen

- regelmäßige Düngung in kleinen Gaben mit hofeigenen Wirtschaftsdüngern
- Düngung und Nutzungsintensität an den Standort (Ertragspotential) und aufeinander abstimmen
- Mist und Kompost fein verteilt ausbringen
- Mulchschnitt im Herbst (schneiden statt schlägeln)
- Humusaufbau im Bedarfsfall (z.B. humusarme Planieböden)
- Anpassung der Stoppellänge (Schnitthöhe, Weideaufwuchshöhe) an die Witterungsverhältnisse
- Bodenverdichtung soweit wie möglich vermeiden
- wassergesättigte Böden nicht befahren oder beweiden
- Drainagen erhalten
- Kalkung im Bedarfsfall (pH unter 5.0 im Hauptwurzelraum)

Lasst die Bodenorganismen für uns arbeiten!

