

WAS LEISTET DAS MIKROBIOM FÜR DIE BODENFRUCHTBARKEIT?

Vor dem Hintergrund zunehmender Witterungsextreme und eingeschränkter Möglichkeiten beim Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln gewinnen ein ausgeglichenes Bodenmikrobiom und die mikrobielle Förderung der Stresstoleranz von Pflanzen zunehmend an Bedeutung. Das komplexe Zusammenspiel von Mikroorganismen gilt es besser zu verstehen und gezielt zu fördern. Prof. Dr. Christel Baum von der Universität Rostock gibt hierzu fundierte wissenschaftliche Einblicke.

Schlüsselrollen in Stoffkreisläufen

Die Mikroorganismen unterstützen die Pflanze bei der Nährstoffversorgung, der Immunabwehr und der Stressbewältigung. Neben den abiotischen, physikalischen und chemischen Prozessen steuert das Bodenmikrobiom zudem wesentlich die Bodengenese (die Entstehung und Entwicklung von Böden aus festem oder lockerem Ausgangsgestein) und trägt somit entscheidend zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit bei.

Das Bodenmikrobiom erfüllt hierfür mehrere Schlüsselfunktionen in den Stoffkreisläufen von Boden und Pflanze:

- **Zersetzer:** Bodenorganismen bauen organische Substanz wie Erntereste ab und machen darin gebundene Nährstoffe für die Pflanzen verfügbar.
- **Symbionten:** Bodenorganismen leben in enger Gemeinschaft mit den Pflanzenwurzeln, was die Nährstoffaufnahme (z. B. Phosphor oder Stickstoff) verbessert und die Pflanzen widerstandsfähiger gegen Trockenstress oder andere Belastungen macht.
- **Pathogene:** Bestimmte Mikroorganismen können auch Pflanzenkrankheiten verursachen und dadurch Wachstum und Ertrag negativ beeinflussen.

Zudem hat das Mikrobiom Einfluss auf die Kohlenstoffsequestrierung in den Böden sowie die damit verbundene Freisetzung klimarelevanter Gase und den Abbau von Schadstoffen und Pflanzenschutzmittelrückständen.

Das Bodenleben auf und in dem Acker wird maßgeblich vom Standort sowie von der Bewirtschaftung geprägt. Die Menge und Qualität der dem Bodenmikrobiom zur Verfügung stehenden Nährstoffe hängt von den angebauten Hauptkulturen sowie der gesamten Fruchtfolge ab. Über die Auswahl und Abfolge der Kulturen sowie über die Zusammensetzung von Pflanzenbeständen – etwa bei Zwischenfruchtmischungen – lässt sich die Aktivität der Bodenorganismen gezielt steuern. Dies erfolgt direkt durch die Nährstoffzufuhr (beispielsweise durch organische Düngung) für die Mikroorganismen und indirekt durch Veränderungen der Bodentemperatur und Bodenfeuchte, die beispielsweise durch Beschattung und den Wasserverbrauch der Pflanzen verursacht werden.

Das Mikrobiom als Puffer gegen Stress

Mit zunehmenden Extremwetterereignissen, mit Trockenstress oder Staunässe, bei gleichzeitiger Reduktion des Einsatzes von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, rückt die Bedeutung der mikrobiellen Förderung der Stresstoleranz der Pflanzen in den Fokus.

Das Bodenmikrobiom hat im Laufe der Evolution eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Stress entwickelt. Viele Bodenorganismen, insbesondere Pilze, können ungünstige Bedingungen überdauern, indem sie spezielle Überdauerungsformen mit sehr geringer Aktivität bilden, etwa Chlamydo-

Was ist das Bodenmikrobiom?

Das Bodenmikrobiom bezeichnet die Gesamtheit aller Mikroorganismen, die im Boden leben, sowie ihre Wechselwirkungen untereinander und mit der Umwelt. Dazu gehören vor allem:

- Bakterien,
- Pilze (z. B. Mykorrhiza-Pilze),
- Archaeen, Protozoen,
- Viren.

Diese Mikroorganismen bilden ein komplexes ökologisches Netzwerk, das zentrale Funktionen im Boden erfüllt.

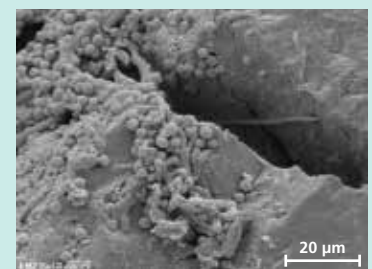


Abb. 1: REM-Aufnahme eines Bodenaggregates (Maßstab im Foto unten rechts = 20 µm). So wird sichtbar, was alles im Boden lebt!

sporen oder Sklerotien mit verdickten Zellwänden.

Gleichzeitig trägt ein Teil des Bodenmikrobioms dazu bei, die Stressresistenz der Kulturpflanzen zu verbessern. Um dieses Potenzial besser zu nutzen, sollte – angepasst an den jeweiligen Standort – sowohl der Anteil aktiv lebender Mikroorganismen im Boden als auch die Vielfalt des Bodenlebens gezielt gefördert werden.



Abb. 2: Aufbau, Umfang und Qualität der Wurzelsysteme von Pflanzenbeständen bestimmen maßgeblich die Versorgung des Bodenmikrobioms mit Nährstoffen.

Bedeutung von mikrobieller Biomasse

Die mikrobielle Biomasse gewährleistet einen wichtigen Nährstoffpool mit Schutz von Phosphaten und Nitrat vor der Auswaschung. Hohe mikrobielle Diversität gewährleistet stabile Funktionalität in den Stoffkreisläufen. Förderung erfährt das mikrobielle Bodenleben besonders durch die Zufuhr leicht verfügbarer Nährstoffe, wie durch die Wurzelexsudate mit leicht verfügbaren Zuckern und Aminosäuren. Wurzelexsudate liefern zudem fortlaufend Nährstoffe während des gesamten Pflanzenwachstums in den Wurzelraum (Rhizosphäre). Hiermit schaffen Wurzelexsudate und Feinwurzelstreu Hotspots mikrobiellen Lebens im Boden. Ein weiterer Hotspot mikrobiellen Lebens sind die Regenwurmgänge mit ihrer Auskleidung aus Schleim und Kot. Auch Regenwürmer sind in ihrer Nährstoffversorgung sowohl auf den Pflanzenbestand als auch auf das Bodenmikrobiom angewiesen.

Das Wurzelsystem als Schnittstelle

Da das Bodenmikrobiom zu einem großen Teil immobil ist, ist es notwendig, dass das Wurzelsystem des Bestandes das Bodenvolumen bestmöglich erschließt. Insbesondere die intensive Verbindung des nährstoffreichen Oberbodens mit dem Unterboden spielt hier eine wichtige Rolle. Die Wurzelsysteme der Pflanzenbestände sind hinsichtlich Bau, Menge und Qualität die wichtigsten Nährstofflieferanten für das Bodenmikrobiom. Zugleich schaffen sie biogene Poren, die nicht nur von den Wurzeln der Folgekultur, sondern auch vom Bodenleben bevorzugt als Lebensraum genutzt werden. Vielfalt in der Qualität des

» Auch wenn äußerlich nichts zu sehen ist, strotzt der Boden nur so vor Leben! «



Abb. 3: Mit einem genauen Blick unter die Oberfläche ist das komplexe ökologische Netzwerk der Mikroorganismen zu erkennen.

Wurzelsystems ermöglicht Vielfalt des physiologisch aktiven Bodenmikrobioms und hiermit auch die wirkungsvollste bodeneigene Unterdrückung von Krankheiten und Schaderregern.

Pflanzliche Vielfalt für Leistungsfähigkeit

Artenreiche Pflanzengesellschaften, z. B. in Zwischenfruchtmischungen, erhöhen die Diversität physiologisch aktiver Bodenmikroorganismen. Der Grund dafür ist, dass jede Pflanzenart und -sorte spezifisch unterschiedliche mikrobielle Gemeinschaften aus dem Bodenmikrobiom aktiviert. Dies führt zu einer größtmöglichen Leistungsfähigkeit der Stoffkreisläufe durch ein vielfältiges Profil an Bodenenzymen als Biokatalysatoren und an Sekundärmetaboliten in der organischen Bodensubstanz. Humus mit einem hohen Anteil an diverser mikrobieller Nekromasse (abgestorbene Biomasse) ist von hoher Qualität und fördert die nachhaltige Kohlenstoffsequestrierung im Boden. Bodenenzyme fördern die Strohrotte sowie gleichzeitig die Nährstoffmobilisierung und den Abbau von Pflanzenschutzmittelrückständen.

Da der größte Teil des Bodenmikrobioms überwiegend als Zersetzer tätig ist, spielt er eine zentrale Rolle in den Stoffkreisläufen des Bodens. Durch diese Zersetzungsaktivität entsteht eine Konkurrenz zu bodenbürtigen Krankheitserregern, da diesen entweder die Lebensgrundlage entzogen wird, oder ihre Nahrungsquellen im Boden schneller abgebaut werden. Dadurch können viele Pathogene bis zum Anbau der

nächsten Wirtspflanze im Boden schlechter überleben.

Bodenbürtige Krankheitserreger tragen insbesondere im Leguminosenanbau zur sogenannten Bodenmüdigkeit bei. Ein Bodenmikrobiom mit hoher Vielfalt und hoher biologischer Aktivität kann diesem Effekt entgegenwirken und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Bodengesundheit.

Fazit

Ein aktives und vielfältiges Bodenmikrobiom ist eine tragende Säule der Bodenfruchtbarkeit und Bodengesundheit. Es stabilisiert Stoffkreisläufe, verbessert die Nährstoffeffizienz, erhöht die Resilienz gegenüber Stressfaktoren und trägt zur nachhaltigen Nutzung landwirtschaftlicher Böden bei. Über Fruchtfolgegestaltung, Pflanzendiversität und Förderung des Wurzelwachstums lässt sich das Bodenmikrobiom gezielt unterstützen – ein Gewinn für zukunftsfähige Fruchtfolgen.

Wie Sie Ihr Bodenmikrobiom in der Praxis fördern, das demonstrieren die Erfahrungsberichte der DSV Berater Andreas Krallinger und Mario Reinhold. Sie zeigen auf Seite 16 und 17, wie die Theorie über die Förderung des Mikrobioms in die Praxis umgesetzt werden kann.

Prof. Dr. Christel Baum

Fakultät für Agrar, Bau und Umwelt,
Universität Rostock
E-Mail: christel.baum@uni-rostock.de

