

Das Pilz:Bakterien – Verhältnis im Boden als Indikator für Bodengesundheit

Das Bodenleben – Untergrund kunterbunt

Funktionale, belebte Böden, die Wasser aufnehmen und speichern können und durch stabile, lebendverbaute Aggregate eine geringe Anfälligkeit für äußere und innere Erosion aufweisen sind in Zeiten zunehmender Extremwetterlagen von enormer Bedeutung für stabile Erträge in der Landwirtschaft.

Das Bodenleben genießt mittlerweile als Schlüsselfaktor gesunder Böden große Aufmerksamkeit in der landwirtschaftlichen Praxis. Der Begriff Bodenleben beinhaltet ein riesiges Spektrum faszinierender Lebewesen – dazu zählen die oft genannten „Hauptdarsteller“ Regenwürmer, Bakterien und Pilze, aber auch Nematoden und Protozoen, sowie eine Vielzahl weiterer Kleinstlebewesen wie Springschwänze und Bärtierchen. Sie ergeben im wechselseitigen Zusammenspiel mit Pflanzen ein komplexes Bodennahrungsnetz, das als Herzstück gesunder Böden gesehen werden kann.

Das Pilz:Bakterien - Verhältnis und Vorteile von Bodenpilzen

Moderne Ansätze versuchen nicht mehr nur durch die Messung des Humusgehalts oder organischer Substanz Rückschlüsse auf die biologische Aktivität des Bodens zu ziehen, sondern bemühen sich um eine weitaus genauere Charakterisierung des Bodenlebens. Die Ermittlung des Pilz:Bakterien (P:B) Verhältnisses gilt dabei bereits seit einigen Jahren als ein relativ guter Indikator, der das Bodenleben nicht nur quantitativ beschreibt.

Studien deuten in diesem Zusammenhang auf verschiedene Vorteile eines hohen Pilz-Anteils in Böden, also einem relativ weiten P:B-Verhältnis, hin. Daraus ergeben sich positive Effekte hinsichtlich Humusaufbau und Kohlenstoffspeicherung. Pilze haben eine hohe Kohlenstoffnutzungseffizienz. Sie verstoffwechseln organische Substanz (z. B. abgestorbenes Pflanzenmaterial) effizienter als Bakterien. Es treten weniger Kohlenstoffverluste in Form von CO₂-Veratmung auf, stattdessen wird der Kohlenstoff aus organischen Resten in Form von pilzlicher Biomasse oder pilzlicher Stoffwechselprodukte längerfristig im Boden gespeichert.

Des Weiteren haben Pilze einen sehr positiven Effekt auf Bodenstruktur und -aggregation. Beim Erschließen der Bodenmatrix verknüpfen sie durch ihr weitreichendes und

verzweigtes Netzwerk aus Pilzfäden (Hyphen) Bodenaggregate miteinander. Mit ihren Pilzhyphen dringen sie in sehr kleine Feinporen, die durch Pflanzenwurzeln nicht erschlossen werden können, vor. Dabei wirkt Glomalin – ein von Mykorrhizapilzen gebildeter Stoff – wie ein sehr beständiger biologischer Kleber und verbessert damit Bodengare und Aggregatstabilität zusätzlich.

Außerdem weisen Böden mit einer hohen Pilzpopulation eine ausgewogene Nährstoffdynamik auf. Einerseits sorgen Pilze durch ihre zentrale Rolle beim Abbau organischer Substanz für die Mineralisierung von Nährstoffen und spielen damit eine wesentliche Rolle bei sämtlichen Nährstoffkreisläufen. Andererseits können sie bei einem Überangebot an Nährstoffen puffernd wirken. So reduzieren Pilze beispielsweise die Gefahr der Nitrat-Auswaschung. Anstatt das Grundwasser zu belasten, wird das Nitrat von Pilzen aufge-



Abb. 1: Zwischenfrucht in Direktsaat sorgt für eine längere Bodenruhe

In dieser Ausgabe

Das Pilz:Bakterien – Verhältnis im Boden als Indikator für Bodengesundheit

Glyphosatverbot – Damoklesschwert über der konservierenden Bodenbearbeitung in Deutschland?



nommen, verstoffwechselt und ggf. der Pflanzenernährung zur Verfügung gestellt. Vor allem Mykorrhizza-Pilze können zudem die Verfügbarkeit von Phosphor und Mikronährstoffen erhöhen.

Diese drei genannten Aspekte von Böden mit einem hohen P:B-Verhältnis verstärken sich oft wechselseitig. Die positiven Effekte der Pilze zeigen zwar deren beeindruckendes Potential, allerdings weisen landwirtschaftlich genutzte Böden mit annualen Kulturen in der Regel eine bakterienlastige Mikrobiologie auf. Durch oft unvermeidbare Faktoren wie Bodenbearbeitung und Düngung entstehen starke Milieuschwankungen im Boden. Bakterien können darauf, aufgrund ihrer sehr hohen Anpassungsfähigkeit, wesentlich besser reagieren. Zudem wird durch mechanische Bodenbearbeitung das Hyphennetzwerk der Pilze stark beeinträchtigt.



Abb. 2: Zwischenfrucht in Direktsaat und Untersaat sorgen für eine längere Bodenruhe

Methoden zur Förderung von Bodenpilzen

Zwar machen viele (unvermeidbare) landwirtschaftliche Praktiken Bodenpilzen das Leben eher schwer, jedoch kann bei der Gestaltung von Anbauverfahren und Fruchtfolgen auf eine möglichst pilzfördernde Herangehensweise geachtet werden.

Bodenbearbeitung sollte auf ein notwendiges Minimum reduziert werden, um den Hyphennetzwerken ein störungsfreies Wachstum zu ermöglichen. Unter- und Vorerntesaaten können hilfreiche Verfahren sein, um die Zeit der Bodenruhe zu verlängern.

Eine ausgewogene Pflanzenernährung, die nicht nur auf hohen mineralischen N-Gaben basiert, sondern versucht den gesamten Bodenstoffwechsel mit einem möglichst hohen Anteil organischer Düngemittel zu versorgen, ist in der Regel auch dem Pilzwachstum zuträglich.

Der Anbau von möglichst vielfältigen Pflanzenbeständen (Zwischenfrüchte, Gemenge) mit einem weiten C:N-Verhältnis begünstigt Pilze. Der Anbau von Gräsern wirkt sich besonders positiv auf Bodenpilze aus.

Der Einsatz von Fungiziden sollte auf ein Minimum reduziert werden, um einen negativen Effekt auf hilfreiche Bodenpilze und den Abbau organischer Substanz zu vermeiden.

Darüber hinaus ist ein weiterer Ansatz, den Boden durch den Einsatz von Kompost mit einer positiven Biologie zu impfen. Eine besonders interessante Methode ist die Anwendung von Johnson-Su-Komposten. Diese Komposte können mit geringen Kosten und geringem Arbeitszeitaufwand angesetzt werden. Das Ziel ist, mit ligninhaltigem Ausgangsmaterial ohne Wenden einen aeroben Kompost zu erzeugen, der einen möglichst hohen Anteil von Pilzen im Sporenstadium aufweist. Im Sporenstadium sind Pilze wesentlich resilienter und können Zeiten ungünstiger Milieubedingungen besser überdauern. Der Kompost dient in der Regel als Ausgangssubstrat für das Brauen von Komposttee oder die Beizung von Saatgut. David Johnson – einer der Erfinder der Methode – führte in den USA Versuche zum Einsatz des Komposts mit vielversprechenden Ergebnissen durch. Zwar sind diese nicht ohne Weiteres auf unsere Böden und Anbausysteme in Deutschland übertragbar, trotzdem ist die Ausbringung oder Beize solcher Komposte definitiv auch hier einen Versuch wert. Grundsätzlich gilt es allerdings zu beachten, dass Methoden mikrobieller Inokulation nur gut funktionieren, wenn die zuvor genannten Punkte weitestgehend umgesetzt werden, um ein Bodenmilieu zu schaffen, das dem Pilzwachstum zuträglich ist.

Bei Fragen zur konkreten Umsetzung von Methoden, um Bodenleben und Pilzpopulationen zu fördern, melden Sie sich jederzeit gerne beim GeoTeam. Wir begleiten Sie gerne auf dem Weg zu mehr Diversität auf der Fläche und unter der Erde.

Ausgewählte Literatur

Andrew P. Detheridge, Graham Brand, Rhun Fychan, Felicity V. Crotty, Ruth Sanderson, Gareth W. Griffith, Christina L. Marley (2016). *The legacy effect of cover crops on soil fungal populations in a cereal rotation*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 228 49 – 61.

Begum N, Qin C, Ahanger MA, Raza S, Khan MI, Ashraf M, Ahmed N and Zhang L (2019) *Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Plant Growth Regulation: Implications in Abiotic Stress Tolerance*. *Front. Plant Sci.* 10:1068. doi: 10.3389/fpls.2019.01068

Malik AA, Chowdhury S, Schlager V, Oliver A, Puissant J, Vazquez PGM, Jehmlich N, von Bergen M, Griffiths RI and Gleixner G (2016) *Soil Fungal:Bacterial Ratios Are Linked to Altered Carbon Cycling*. *Front. Microbiol.* 7:1247. doi: 10.3389/fmicb.2016.01247



Glyphosatverbot – Damoklesschwert über der konservierenden Bodenbearbeitung in Deutschland?

Die Ampel-Koalition will den Einsatz von Totalherbiziden mit dem Wirkstoff Glyphosat zum Jahr 2024 wegen potentiellen Umwelt- und Gesundheitsrisiken verbieten. Ob die EU die Zulassung des Wirkstoffs verlängert, wird voraussichtlich erst Ende des Jahres 2023 entschieden. Als Grundlage für diese Entscheidung dient unter anderem die aktuelle Risikobewertung der EFSA (Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit). Die im Sommer 2023 abgeschlossene Risikobewertung sieht zwar keine kritischen Problembereiche, aber durchaus Datenlücken für eine vollumfassende Bewertung. Im Falle einer Verlängerung der Glyphosat-Zulassung seitens der EU wäre ein Komplett-Verbot des Wirkstoffs in Deutschland eher unwahrscheinlich. So wurde beispielsweise in Luxemburg ein seit 2021 geltendes Glyphosat-Verbot im Frühling 2023 vom dortigen Verwaltungsgerichtshof gekippt.

Derzeit sind Glyphosat-basierte Herbizide noch zum stellenweisen Abspritzen von ausdauernden Problemunkräutern (Distel, Quecke, Winde, etc.) erlaubt. Weiterhin kann Glyphosat auch bei Mulch- bzw. Direktsaatverfahren zum Ab-

töten der vorangehenden Zwischenfrucht bzw. des Aufwuchses eingesetzt werden. In Wasserschutzgebieten gilt allerdings bereits seit September 2021 ein Komplettverbot von glyphosathaltigen Produkten.

Die Suche nach Alternativen, um Unkräuter, Ungräser und Ausfallkulturen in Schach zu halten, läuft in der Praxis bereits seit einigen Jahren auf Hochtouren. Landwirt:innen suchen Lösungen, um auch im Falle eines Glyphosat-Verbots die zahlreichen Vorteile der konservierenden Bodenbearbeitung hinsichtlich Bodenleben, Bodenstruktur, Wasserhaushalt, Nährstoffdynamik und Erosionsschutz nicht aufgeben zu müssen. Im Folgenden sollen verschiedene Ansätze angerissen werden.

Der verstärkte Einsatz von mechanischen, möglichst flach schneidenden Bodenbearbeitungsgeräten ist eine gut erprobte Alternative zum chemischen Verfahren mit Totalherbizid. Üblicherweise werden gezogene Anbaugeräte wie Flachgrubber und Scheibeneggen oder zapfwellengetriebene Anbaugeräte wie Fräsen oder Kreiseleggen mit Sa-



Abb. 3: Erbse in Direktsaat - ohne Glyphosat kaum möglich



muraizinken eingesetzt. Jedes Gerät besitzt seine eigenen Vor- und Nachteile. Praxisversuche zeigen, dass auch durch mechanische Bodenbearbeitung sehr hohe Wirkungsgrade bei der Unkrautbekämpfung erzielt werden können. Im Gegensatz zum Einsatz von Glyphosat ist der Bekämpfungserfolg allerdings von weitaus mehr Variablen abhängig.

So gilt beispielsweise für alle mechanischen Varianten, dass eine weitaus höhere Wetterabhängigkeit besteht als beim Einsatz eines Totalherbizids. Grundsätzlich sollte bei jeder Bodenbearbeitung sichergestellt werden, dass der Boden befahrbar ist und keine Verdichtungs-, sowie Schmier-schichten erzeugt werden. Weiterhin kann die Wirksamkeit einer mechanischen Bearbeitung durch darauffolgende Regenfälle stark reduziert werden. Wenn nicht flach genug gearbeitet wurde, wächst ein Teil der Unkräuter bei feuchten Bedingungen wieder an und das Feld ist gegebenenfalls wenige Tage nach der Bearbeitung wieder begrünt. Ein ganzflächiger Schnitt mit einer einheitlichen Arbeitstiefe unter 5 cm kann zudem nur mit sorgfältig eingestellten Maschinen und gut eingeebneten Flächen gelingen.

In nassen Frühjahren, wie zum Beispiel im Jahr 2023, kann die erfolgreiche mechanische Regulierung daher (vor allem auf schweren Böden) eine große Herausforderung sein und zu grenzwertigen Entscheidungen führen. Für ein gutes Arbeitsergebnis und letztlich einen hohen Bekämpfungserfolg sind häufig mehrere Überfahrten notwendig. Um eine schützende Mulchschicht an der Bodenoberfläche zu erhalten, die Nährstoffdynamik im Boden durch stark erhöhte Mineralisation nicht negativ zu beeinflussen und die Le-bendverbauung der Bodenaggregate, sowie das gesamte Bodenleben möglichst wenig zu beeinträchtigen, muss das Ziel sein, die mechanische Bodenbearbeitung auch ohne Glyphosat auf ein Minimum zu reduzieren. Konventionell wirtschaftende Betriebe können eine gewisse Restverunkrautung gegebenenfalls durch den Einsatz zugelassener Herbizide im Bestand regulieren.

Eine weitere Alternative zum Totalherbizid, die nicht (mechanisch) in den Boden eingreift, ist die elektrophysikalische Unkrautbekämpfung. Elektrische Spannung fließt durch Boden und Pflanze. Dort soll die Spannung die Zellen schädigen und somit zum Absterben führen. In bisher durchgeführten Feldversuchen war der Bekämpfungserfolg durch diese Methode zwar meist unzureichend und ökonomisch nicht attraktiv, trotzdem sollte die Weiterentwicklung der entsprechenden Technik beobachtet werden. Die Entwicklungen hierzu stehen erst am Anfang und es bleibt abzuwarten, welche Innovationen bei einem absoluten Glyphosatverbot auf den Markt kommen.

In puncto Maschinenkosten, Arbeitszeitbedarf, Kraftstoffbedarf und Flexibilität sind mechanische Verfahren gegenüber Glyphosat im Hintertreffen. Elektrophysikali-

sche und alternative (biologische) Verfahren sind noch nicht ausgereift genug, um eine sichere und ökonomische Unkrautbekämpfung zu gewährleisten. Die Regulierung der Restverunkrautung durch „klassische“ Herbizide im Bestand ist auf Schlägen mit niedrigem Unkrautdruck eine Option, sollte allerdings in Anbetracht der Ziele den allgemeinen Pflanzenschutzmitteleinsatz zu reduzieren und Wirkstoff-Resistenzen zu vermeiden, möglichst selten eingesetzt werden.

Die Betrachtung des Ackerbaus als ganzheitliches System ist die Grundlage für eine boden- und grundwasserschonen-de Landwirtschaft ohne Glyphosat. Klassische Tugenden (z. B. Fruchtfolgegestaltung, Zwischenfruchtanbau, ausge-wogene Düngung, Kalkung, etc.) und eine intensive Beobachtung der Unkrautflora auf den Flächen sind die wichtigsten Voraussetzungen, um nachhaltig auf Totalherbizide zu verzichten und den Herbizideinsatz im Allgemeinen zu reduzieren. Unkräuter sollten stets als Zeigerpflanzen für bestimmte Defizite im Boden, bzw. Fehler in der Bewirt-schaftung, interpretiert werden. So kann die Unkrautbe-kämpfung letztlich an den tatsächlichen Ursachen ansetzen, statt nur Symptome zu bekämpfen. Auf diesem Weg unterstützen wir Sie gerne!

Quellen:

<https://www.euractiv.de/section/landwirtschaft-und-ernahrung/news/glyphosat-verbot-eu-koennte-ampel-strich-durch-die-rechnung-machen/>

<https://www.efsa.europa.eu/de/news/glyphosate-no-critical-areas-concern-data-gaps-identified>

HERAUSGEBER



GeoTeam-
Gesellschaft für umweltgerechte Land- und Wasserwirtschaft mbH

Wilhelmsplatz 7
95444 Bayreuth

Tel.: 0921 990926-50
Fax: 0921 990926-79

E-Mail: bayreuth@geoteam-umwelt.de

REDAKTION

Reinhard Wesinger
Johannes Herold
Dr. Heidi Lehmal

© Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung des Herausgebers gestattet.

Der nächste info:brief erscheint im Frühjahr 2024