

# Mykorrhizapilze – Grundlage gesunder Böden und Pflanzen

In den Medien ist derzeit viel vom Bodenleben die Rede und dessen Bedeutung für die Landwirtschaft, für den Humusaufbau, für gesunde und ertragreiche Kulturen und hohe Erträge. Dennoch ist das Bodenleben noch weitgehend eine „Blackbox“, deren Bedeutung vielfach unterschätzt wird und deren Funktion weitgehend unbekannt ist. Bodenleben ist die Gesamtheit aller im Boden lebender Organismen: dazu gehören unter anderem Bakterien, Pilze und Protozoa, also Einzeller, sowie Nematoden, d. h. Fadenwürmer, und die sichtbaren Bodentiere. Wie Mykorrhizapilze zur Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen und Wasser beitragen können und somit den Erfolg auf den Feldern sichern, wird nachfolgend vorgestellt.

Uwe E. Nimmrichter, PROJEKT N2, Schirgiswalde-Kirschau

In einer Handvoll Boden können zahlenmäßig gesehen mehr Bodenorganismen leben, als es Menschen auf der Erde gibt.

Abhängig von der Qualität des Bodens können in einem Bodenwürfel von 10 cm Kantenlänge bis zu 10 Milliarden Boden-

lebewesen vorkommen. Trotzdem beträgt der Gewichtsanteil aller ständig im Boden lebenden Organismen weniger als 1 % der gesamten Bodensubstanz. Jeder der Organismen hat eine von der Natur bestimmte Aufgabe zu erfüllen.

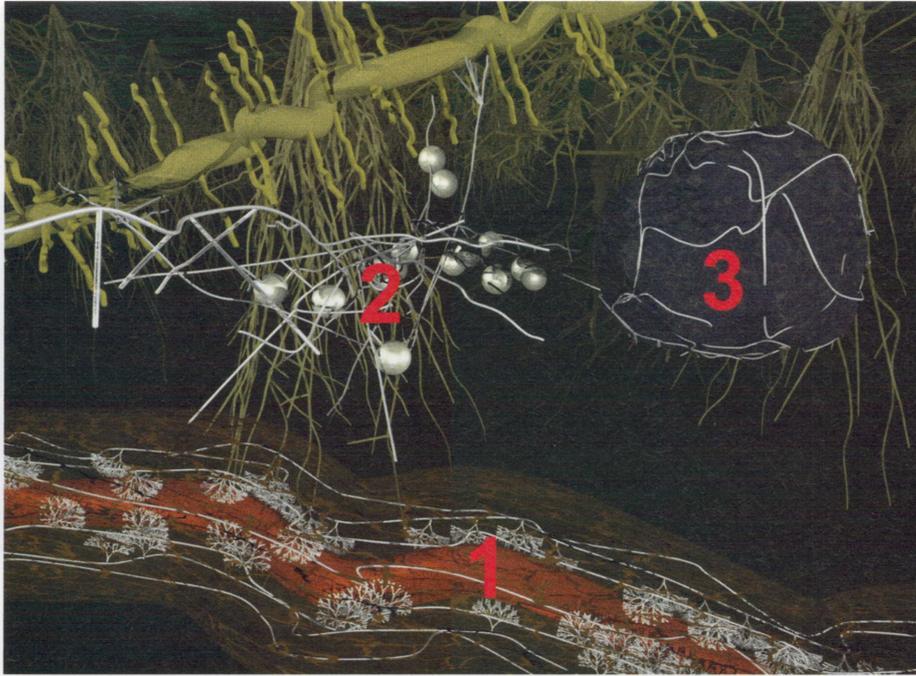


Bodenkrümel an den Wurzeln der Pflanzen weisen auf ein funktionierendes Bodenleben hin. Die Krümelbildung entsteht im „Zusammenspiel“ zwischen Pflanzenwurzeln, Bakterien und Pilzen. Glomalin, das wesentlich für die Aggregatbildung verantwortlich ist, entsteht durch die Mykorrhizapilze. Das Foto zeigt Roggen nach in Rotte gelegter Zwischenfrucht auf dem Feld von Gerd Meiwes, einem konventionellen Landwirt aus Delbrück.

Foto: Meiwes

## Die Bedeutung der Mikroorganismen für die Landwirtschaft

International gibt es verschiedene Forschungsprojekte zu den Mikroorganismen im Boden, viele davon in den USA oder in Südafrika. Eines davon ist das von Prof. David Johnson (New Mexico State University) mit seiner Untersuchung verschiedener Kompostierungsmethoden von Rindermist der Feedlots, der Massentierhaltung von Rindern unter freiem Himmel. Er brachte die verschiedenen Komposte auf bewachsenen Parzellen auf, untersuchte die Nährstoffgehalte im Boden sowie einige biologische Parameter im Zusammenhang mit dem Ertrag. Das Ergebnis war überraschend. Es wurde keine Korrelation zwischen dem Pflanzenwachstum und dem Stickstoffgehalt im Boden festgestellt. Ebenfalls wirkten sich die Hauptnährstoffe Phosphor, Kalium und der Gehalt an organischer Masse im Boden nur minimal auf das Pflanzenwachstum aus. Das Verhältnis der Pilze (Hauptgruppe Mykorrhiza) zu Bakterienmasse im Boden korrelierte als einziges sehr stark mit dem Pflanzenwachstum und damit mit dem Ertrag. Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass vor allem auch die Pilze entscheidend für den Erfolg der Kulturen sind. Der Grund liegt in der besonderen Symbiose zwischen den Pflan-



Die Illustration zeigt Endomykorrhizen, die in den Zellen der Pflanzen Arbuskeln bilden (1). Es sind Pilzhyphen in Bäumchenform. Die Ektomykorrhizen (2) umklammern die Wurzeln und sind vor allem in Wäldern zu finden. Die Pilzhyphen umklammern die Bodenkrümel (3). Hierbei spielt das Glomalin eine wichtige Rolle. *Foto: Fester*

zen und Pilzen und den Aufgabe der beiden in der Natur.

### Gerd Meiwes setzt auf Mykorrhizapilze und auf Maßnahmen der Regenerativen Landwirtschaft

Gerd Meiwes bewirtschaftet einen konventionellen Ackerbaubetrieb mit Schweinehaltung in Delbrück auf sandigen Böden mit Ackerzahlen zwischen 20 und 48. Seit drei Jahren setzt er Mykorrhiza-Beizen beim Maissaatgut ein. Bereits seit längerer Zeit wirtschaftet er nach den Methoden der Regenerativen Landwirtschaft, d. h. Zwischenfruchtanbau, flache Bodenbearbeitung und Einarbeitung der Zwischenfrüchte unter Einsatz von milchsäuren Pflanzenfermenten. Er verwendet ausschließlich organische Dünger in Form von mit Pflanzenkohle behandelter Schweinegülle. Die Ausbringung erfolgt in wachsende Bestände. Das Ergebnis waren in den vergangenen beiden Jahren trotz der Trockenheit stabile

Erträge. Der Mais hielt bei Trockenheit länger durch, der Unkrautdruck hat sich verändert und die Böden sind dunkler geworden – ein Zeichen für ein funktionierendes Bodenleben und das Vorhandensein von glomalinbildenden Mykorrhizapilzen. Ähnlich sind die ersten Erfahrungen mit Wintergetreide. Meiwes nutzte 2020 erstmals Saatgut mit der Smart-Seed-Beize der SGL. Das Saatgut hatte einen deutlich besseren Aufgang. Trotz einer verringerten Aussaatstärke mit 320 Körnern zeigt sich der Bestand dicht wie in den vorangegangenen Jahren.

### Mykorrhizapilze machen Nährstoffe und Wasser verfügbar

Mykorrhizapilze bilden eine große Kategorie von Pilzen und fast alle Pflanzen leben in Gemeinschaft mit ihnen. Es wird davon ausgegangen, dass 80 bis 85 % der Pflanzen der Erde eine Symbiose mit den Mykorrhizapilzen eingehen. Ausnahmen sind beispielsweise Raps, Kohl, Brokkoli

und Blumenkohl, die ohne Mykorrhizapilze leben. Die Pilze stehen direkt in Wechselwirkung mit den Pflanzenwurzeln. Myko bedeutet „Pilz“ und rhiza „Wurzeln“, Mykorrhiza bedeutet in der Übersetzung also „Wurzelpilz“. Es gibt zwei verschiedene Arten von Mykorrhiza-Pilzen: Die Ektomykorrhizen umklammern die Wurzeln und sind im Wald recht häufig zu finden. Die Endomykorrhizen dringen in die Zellen der Wurzeln ein, wo sie sogenannte Arbuskeln bilden. Das sind verzweigte Hyphen in Bäumchenform. Sie wachsen sehr eng in oder um Pflanzenwurzeln und ihre Hyphen breiten sich von dort nach außen in den Boden aus, können Bodenverdichtungen durchdringen, machen Nährstoffe verfügbar und tragen zur Wasserversorgung der Pflanzen bei. Sie können mehrere Zentimeter über die Wurzeln hinauswachsen und haben dadurch Zugang zu mehr Bodenvolumen, um Nährstoffe effizienter aufzunehmen. Das ist ähnlich wie bei einem Baum, bei dem die Äste aus dem Stamm herauswachsen, um mehr Sonnenstrahlen zu erreichen. Unterirdisch bildet die Pflanze eine nützliche Beziehung mit den Pilzen und produziert viele Feinwurzeln. Die Pilze sind unter anderem in der Lage, in die Tonminerale einzudringen und dort Phosphor zu generieren, was die Pflanze nicht kann, zumindest die meisten Pflanzen der Erde nicht. Pflanze und Pilz kooperieren, um die Nährstoffe zu erhalten, die sie selbst nicht herstellen können. Dazu tauschen sie Informationen aus, sie kommunizieren. Das Mykorrhiza-Netzwerk im Boden wird deshalb oft mit dem Internet verglichen, ist jedoch wesentlich komplexer. Die Mykorrhizierung bietet durch das besser ausgebildete Immunsystem der Pflanze einen Schutz vor Wurzelpathogenen und oberirdischen Schädlingen, wie beispielsweise Blattläusen oder schädlichen Pilzinfektionen. Sie trägt somit zur Gesundheit der Pflanzen bei.

Die Pilze haben in einem gesunden Boden eine weitere wichtige Funktion: Sie sind durch eine deutlich höhere Saugspannung in der Lage, Haftwasser aus dem Boden zu lösen. Damit steht in Trockenzeiten den Pflanzen Wasser zur Verfügung, weit über die Zeit hinaus, in der die Kulturen sich selbst versorgen können. Bis zu 14 Tage kann sie auf diese Weise zusätzlich mit Wasser versorgt werden. Damit ist ein belebter humusreicher Boden nicht nur in der Lage, bis zum Fünffachen mehr pflanzenverfügbares Wasser zu speichern, die Bodenpilze sorgen auch nach dem Verbrauch dieses Depots für das Überleben ihres Symbiosepartners, der Pflanze.



Ein Boden mit wenig Bodenleben (links) und ein Boden mit funktionierendem Bodenleben (rechts). Der Unterschied ist deutlich an der Farbe zu erkennen.

## Gesunde Pflanzen ernähren die Mykorrhizapilze

Vielen Mykorrhizapilzen fehlen Enzyme, um komplexe Kohlenhydrate abzubauen, und sie sind daher auf die Versorgung durch die Pflanze angewiesen. Die Pilze erhalten einen Teil der durch die Fotosynthese erzeugten Stoffwechselprodukte. Es sind Assimilate, die die Pflanze in Form von Zuckerverbindungen und Lipiden, also Fetten, über die Wurzeln ausscheidet. Pflanzen bilden Lipide bei einer hohen Fotosyntheseleistung. Als gespeicherte Energie aus der Fotosynthese werden die Fette unter anderem in der Cuticula der Blätter eingelagert. Überschüssige Lipide werden über die Wurzeln an die Pilze abgegeben. Damit zeigen lipidreiche, glänzende Blätter nicht nur gesunde Pflanzen an, sie sagen auch etwas über das Bodenleben und die Interaktion mit den Pflanzen aus.

### Mykorrhiza bildet Glomalin – den Klebstoff im Boden

Die Hyphen der Mykorrhizapilze sind nicht mit Rinde bedeckt wie die Äste eines Baumes. Stattdessen produzieren Pilze Glomalin, um die Hyphen zu beschichten, damit Wasser und Nährstoffe auf dem Weg zur und von der Pflanze nicht verloren gehen. Glomalin ist extrem „zäh“. Es ist resistent gegen mikrobiellen Verfall, hält mindestens 10 bis 50 Jahre und ist schwer in Wasser lösbar, erst bei hohen Temperaturen von 121 °C. Diese Eigenschaften machen Glomalin zu einem guten Beschützer von Pilz-Hyphen und Bodenaggregaten, sie verhindern Wasser- und Windero-



Gerd Meiwes in seinen Getreidebeständen im vergangenen Jahr. Foto: Privat

sion und sorgen für die schwarze Farbe des Bodens. Besitzt der Boden eine graue mineralische Farbe, weist das auf fehlendes Glomalin hin, die Böden sind nährstoffarm, können kaum Wasser speichern und sind anfällig für Erosion.

Das Glomalin und dessen Bedeutung wurde erst 1996 von der Bodenwissenschaftlerin Sara F. Wright am Agricultural Research Service, einer Forschungsagentur des US-Landwirtschaftsministeriums, entdeckt. Bis dahin galt dieser „Superkleber“ des Bodens als ein nicht identifizierbarer Bestandteil der organischen Bodensubstanz. Glomalin speichert und bindet organische Stoffe an Schlick-, Sand- und Tonpartikel. Es enthält nicht nur 30 bis 40 Prozent Kohlenstoff, sondern bildet auch Klumpen von Bodengranulat, die als Aggregate bezeichnet werden. Diese verleihen dem Boden Struktur und verhindern, dass im Boden gespeicherter Kohlenstoff entweicht. Sie schränken die Veratmung des Kohlenstoffes im Boden ein. Damit besitzt der Klebstoff des Bodens eine besondere Bedeutung bei der Bildung von Humus und Dauerhumus und dessen Erhalt auch bei extremen Wettersituationen. Mykorrhizapilze, die weltweit in und auf Pflanzenwurzeln leben, sind die einzigen Produzenten von Glomalin. Die Pilze verwenden Kohlenstoff aus der Pflanze, um zu wachsen und Glomalin herzustellen. Im Gegenzug erweitern die haarartigen Filamente der Pilze, die Hyphen, die Reichweite der Pflanzenwurzeln. „Glomalin ist aufgrund seiner Festigkeit und Stabilität unter den Bodenkomponenten einzigartig“, sagt die Forscherin Wright. Andere Bodenbestandteile, die wie Glomalin Kohlenstoff und Stickstoff enthalten, haben nur eine kurze Bestandsdauer. Mikroben zerlegen sie in Nebenprodukte. Proteine aus Pflanzen werden im Boden sehr schnell abgebaut.

### Das Bodenleben schützen

Die Bedeutung der Mykorrhizapilze wird in der Landwirtschaft meist noch unterschätzt. Wissenschaftler gehen davon aus, dass rund 95 % eines gesunden Bodens aus nützlichen Organismen bestehen. Bei einem unbelebten oder nicht gesunden Boden kann das ins Gegenteil kippen. Bodenkümmel an den Wurzeln der Pflanzen weisen auf ein funktionierendes Bodenleben hin. Die Krümelbildung entsteht im „Zusammenspiel“ zwischen Pflanzenwurzeln, Bakterien und Pilzen. Und Glomalin, das wesentlich für die Aggregatbildung ver-



Unbelebte Böden ohne Glomalin haben eine graue mineralische Farbe und eckige Krümel. Die Böden besitzen nur eine geringe Wasserhaltefähigkeit. Bakterien und Pilze, die Nährstoffe und Wasser pflanzenverfügbar machen, sind nicht vorhanden.

Fotos: Nimmrichter

antwortlich ist, entsteht durch die Mykorrhizapilze.

Gerd Meiwes zeigt mit seiner Bewirtschaftungsweise, wie das Bodenleben aktiviert werden kann. Durch eine Minimierung der Bodenbearbeitung wird unter anderem die Unterbrechung des Hyphen-Netzwerkes reduziert. Die Verwendung von mineralischen Düngern sollte auf ein Minimum begrenzt und die Felder dauergrün bewirtschaftet werden. Lebende Wurzeln sind die Voraussetzung für die Ernährung der Mykorrhizapilze im Boden. <<

### Uwe E. Nimmrichter

PROJEKT N2

Schirgiswalde-Kirschau

u.nimmrichter@projekt2.de

## Weiterführende Informationen

Mykorrhizapilze haben eine wichtige Bedeutung für die Landwirtschaft. Der richtige Umgang mit den Pilzen, die Nutzung der Symbiose zwischen Pflanzen und Pilzen auf den Feldern und Handlungsempfehlungen für die tagtägliche Arbeit gibt ein Online-Seminar mit Dr. rer. nat., Dr. agr. habil. Thomas Fester und Frau Dr. Ingrid Hörner. Teilnehmergebühr: 89 € inklusive Mehrwertsteuer.

Weitere Informationen und Anmeldung: <https://landwirtschaft.edudip.com/w/389380>