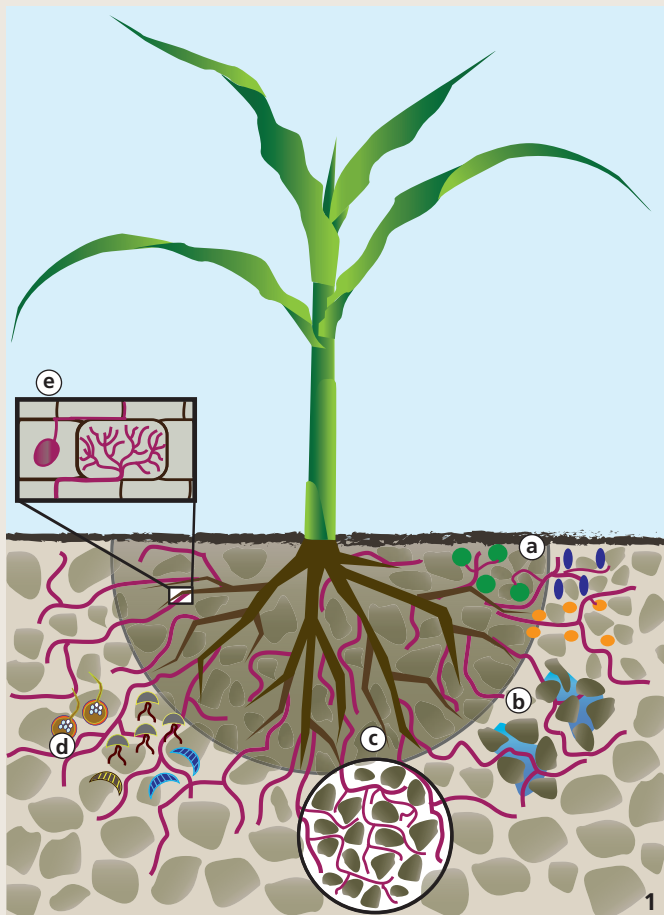


Bauer sucht Pilz – Eine fruchtbare Beziehung

Die Bedeutung der Mykorrhizapilze für die Landwirtschaft verstehen – Massnahmen zur Förderung kennenlernen



Mykorrhizapilze (rosa) dringen in die Zellen der Pflanzenwurzel ein und tauschen mit Hilfe ihrer Arbuskeln (e) Nährstoffe mit der Pflanze aus. Die Pilze erhalten von der Pflanze Zucker. Im Gegenzug profitiert die Pflanze von erhöhter Aufnahme von P, N und Spurenelementen (a), verbesserter Wasseraufnahme (b), Stabilisierung der Bodenpartikel (c) und Aktivieren von Abwehrmechanismen (d).

Mykorrhizapilze bieten zahlreiche Vorteile für die Pflanze
Mykorrhizapilze gehen mit Pflanzen eine Lebensgemeinschaft ein, welche für beide Partner meist vorteilhaft ist (Symbiose). Sie bilden im Boden ein weit verzweigtes Netzwerk feiner Pilzhyphe. Dadurch wird der von den Pflanzenwurzeln erreichbare Bodenraum erweitert und die Nährstoffversorgung der Pflanze verbessert.

Pflanzen profitieren von den Mykorrhizapilzen durch:

- eine erhöhte **Nährstoffaufnahme** (a) besonders von Phosphor aber auch von Stickstoff und Spurenelementen wie Zink und Kupfer
- verbesserte **Wasseraufnahme** (b) durch Erschliessen des Bodenwassers der Feinporen und dadurch geringere Anfälligkeit gegenüber Trockenheitsstress
- Steigerung der **Bodenstabilität** (c) und des **Wasserrückhaltevermögens** durch Stabilisierung der Bodenpartikel mithilfe der Pilzhyphe und -sekrete
- erhöhte Pflanzengesundheit durch Aktivieren von **Abwehrmechanismen gegen bodenbürtige Pflanzenpathogene** (d), wie *Phytophthora*, *Fusarium* und *Pythium*
- Anreicherung **gesundheitsfördernder Pflanzeninhaltsstoffe** wie Karotinoide, Polyphenole und viele mehr

Letztendlich kann durch die verbesserte Versorgung der Pflanze auch bei reduziertem Düngereinsatz ein **vermehrtes Wachstum** beobachtet werden. Im Austausch dafür bekommen die Pilze Zucker, die sie selbst nicht produzieren können.



Rotklee wächst besser in Lebensgemeinschaft mit Mykorrhizapilzen.

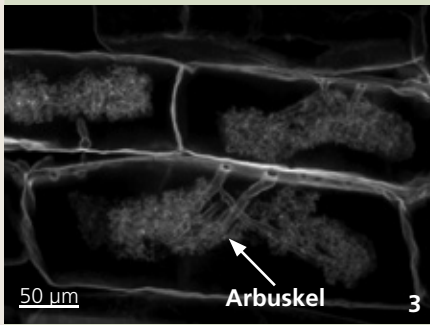
Impressum

Herausgeberin AGRIDEA • Eschikon 28 • CH-8315 Lindau
T +41 (0)52 354 97 00 • F +41 (0)52 354 97 97
www.agridea.ch

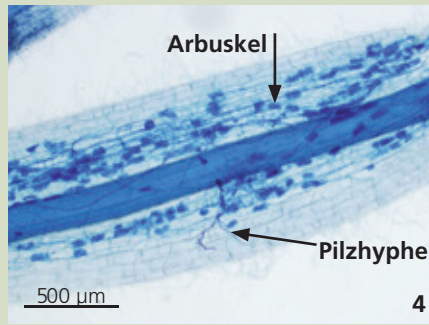
Autoren Luise Köhl, Marcel van der Heijden, Agroscope INH
Redaktion Bruno Arnold, Irene Weyermann, AGRIDEA
Layout Rita Konrad, Iris Kormann, AGRIDEA
Druck AGRIDEA
© AGRIDEA, 2016

Was sind Mykorrhizapilze?

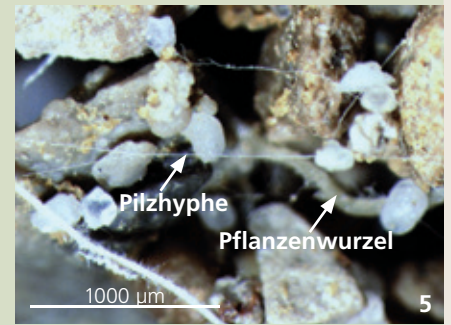
Mykorrhiza bedeutet wörtlich übersetzt «Pilzwurzel» (myko = Pilz, rhizo = Wurzel). Sie stellt eine Lebensgemeinschaft zwischen Pflanzen und Pilzen dar, von der beide Seiten profitieren können. Es gibt verschiedene Typen von Mykorrhiza. Allerdings ist die für den Land- und Gartenbau bedeutsamste Form die Endomykorrhiza, an der die sogenannten arbuskulären Mykorrhizapilze beteiligt sind. «Arbuskulär» heissen sie, weil sie mikroskopisch kleine bäumchenförmige Strukturen, die Arbuskeln, in den Rindenzellen der Wurzeln bilden, durch den ein reger Nährstoffaustausch zwischen Pilz und Pflanze stattfindet (siehe Grafik Seite 1). Arbuskuläre Mykorrhizapilze kommen weltweit vor und sind auch in der Schweiz in den meisten Ökosystemen und landwirtschaftlichen Böden vorhanden.



Mikroskopisch kleine Strukturen der Mykorrhizapilze – Erbsenzellen mit bäumchenförmigen Arbuskeln.



Eingefärbte Wurzel mit nun deutlich sichtbaren typischen Pilzstrukturen wie Arbuskeln und Pilzhypen.



Pilzhyphe ausserhalb der Pflanzenwurzel.

Welche Pflanzen profitieren von der Symbiose? Und unter welchen Umständen?

Mehr als 80 % aller Landpflanzen leben in Gemeinschaft mit den Wurzelpilzen. Auch zahlreiche Nutzpflanzen sind unter den Wirtspflanzen. Besonders Pflanzen mit einem wenig ausgeprägtem Wurzelsystem können von der Anwesenheit der Mykorrhizapilze profitieren. Auch Leguminosen, welche durch ihre systemeigene Stickstofffabrik phosphorlimitiert sind, tut die Symbiose gut.

Die Lebensgemeinschaft mit den Mykorrhizapilzen muss aber nicht zwangsweise zu einem verbesserten Pflanzenwachstum führen, immerhin zahlt die Pflanze für die Zuwendungen des Pilzes mit eigenen Zuckern. Die Grösse des Nutzens, den die Pflanze vom Pilz hat, hängt daher immer stark mit den Begleitfaktoren, besonders der Nährstoffverfügbarkeit, zusammen. Ist z.B. die Phosphorverfügbarkeit des Bodens hoch, ist die Wirtspflanze nicht unbedingt auf den Pilz angewiesen und zahlt für etwas, was sie nicht braucht. Die Vorteile der Mykorrhizapilze kommen daher besonders unter extensiven Anbausystemen und auf marginalen Böden zum Tragen.



Besonders Leguminosen, welche durch ihre systemeigene Stickstofffabrik phosphorlimitiert sind, profitieren von der Symbiose.



In extensiven Anbausystemen können die Bodenpilze den Mais fördern.

Mykorrhiza bildende Pflanzen

Ackerkulturen

Weizen	Sonnenblumen	Zwiebel
Gerste	Sojabohne	Kürbis
Roggen	Eiweisserbse	Linzen
Hafer	Ackerbohne	Lein
Dinkel	Luzerne	Flachs
Mais	Karotte	Hanf
Kartoffeln		

Ausserdem: : Viele Kräuter, Gemüse, Beeren, Obstbäume und Zierpflanzen

Gründüngungen

Klee-Gras	Raigras
alle Kleearten	Grünroggen
Futtererbse	Grünschnitthafer
Saaterbse	Sandhafer
Futterwicke	Ramtillkraut
Zottelwicke	

Ausserdem: Gründüngungen, die auch als Kulturen angebaut werden können (siehe oben)

Keine Mykorrhiza bildende Pflanzen

- **Kreuzblütler** wie Daikonrettich, Gelbsenf, Kohllarten, Leindotter, Ölrettich, Raps, Sareptasenf
- **Fuchsschwanzgewächse** wie Amarant, Rübenarten, Spinat, Quinoa
- Lupine, Buchweizen, Phacelia (unklar)

Welchen Einfluss haben landwirtschaftliche Massnahmen auf die natürlich vorkommenden Mykorrhizapilze im Boden?



8

Düngung

Jahrelange Düngung kann zu einer Anreicherung des Phosphorgehalts im Boden führen. Durch eine gute Phosphorverfügbarkeit, wie sie in der Schweizer Landwirtschaft üblich ist, sind viele Pflanzen nicht auf die Versorgung durch die Mykorrhizapilze angewiesen. Die Pilze erhalten weniger Zucker von ihrer Wirtspflanze, die Besiedlung durch die Pilze wird gehemmt und letztendlich nimmt das Mykorrhizavorkommen ab. Mässige organische Düngung kann sich förderlich auf das Mykorrhizapilzvorkommen auswirken. Der gezielte Einsatz von Hofdüngern, Gärgülle und Kompost ist dem Einsatz von Mineraldüngern vorzuziehen.



9

Fruchtfolge

Ein langjähriger Anbau derselben Kultur kann die Menge und Artenvielfalt der Mykorrhizapilze reduzieren. Werden Nichtwirtspflanzen, wie z. B. Kreuzblütengewächse, unter ihnen Raps und Kohl aber auch Spinat, angebaut, kann die Zahl der Pilze zurückgehen, da keine besiedelbaren Wurzeln zur Verfügung stehen. Unkräuter können auch Wirtspflanzen für die Pilze sein. Das Beste, aus Perspektive der Bodenbiodiversität ist es, eine Restverunkrautung unterhalb der Schadgrenze zu tolerieren.

Praxistipp: Klee-Gras-Wiese

Klee-Gras-Mischungen in der Fruchtfolge sind nicht nur gut für die Erholung des Bodens, Förderung der Regenwürmer und Stickstofffixierung durch den Klee, sie steigern auch das Vorkommen der Mykorrhizapilze. Für Bauern, die das Bodenleben und damit in Zusammenhang stehende natürliche Prozesse fördern möchten, ist der Anbau einer Klee-Gras-Wiese über einen Zeitraum von zwei Jahren das geeignete Mittel.



10

Gründüngung und Lebendmulch

Mykorrhizapilze brauchen die lebende Pflanze, um zu wachsen und sich zu vermehren. Bei Winterbrache sind keine lebenden Wirtswurzeln mehr vorhanden, die die Pilze mit Zuckern versorgen könnten. Eine durchgehend geschlossene Pflanzendecke kann sich also nicht nur positiv auf den Nährstoffhaushalt auswirken, sondern kann auch das Vorkommen von Mykorrhizapilzen steigern. Hierbei ist aber auf die richtige Wahl der Gründüngungsart zu achten, da nicht alle Pflanzen Mykorrhiza bilden (siehe Tabelle Seite 2). Der Anbau von Gründüngungen ist insbesondere für viehlose Betriebe, welche keine Klee-Gras-Wiesen anlegen, eine gute Möglichkeit, Mykorrhizapilze und die Bodenbiologie im Allgemeinen zu fördern.

Praxistipp: Gründüngungs-Mischungen

Der Anbau von Gründüngungen in Mischungen reduziert das Ausfall-Risiko gegenüber Reinsaaten und erlaubt es, unterschiedliche Ziele, wie Unkrautunterdrückung, Stickstoffbindung, Verbessern der Bodenstruktur oder Mykorrhiza-Förderung, mit der Gründüngung zu verfolgen.



11

Bodenbearbeitung

Entscheidend für den erhöhten Nutzen, den Mykorrhizapilze der Pflanze bieten, ist das Netzwerk der Pilzhyphen. Der Pflugeinsatz und intensive Bodenbearbeitung zerstören dieses Netzwerk. Als Folge verschwinden diejenigen Pilze, die besonders empfindlich auf die Zerstörung ihrer Hyphen reagieren. Dies können u. a. Arten sein, die wegen ihres ausgeprägten Hyphennetzwerkes besonders gute Nährstoffsammler sind. Auch wird die Neubesiedlung der Pflanzen im Frühjahr vermindert. Direktsaat oder minimale Bodenbearbeitung wirkt sich daher positiv auf das Vorkommen der Mykorrhizapilze aus.

Wie kann der Landwirt die Mykorrhizapilze fördern?

Um die Pilze im Boden zu fördern, kann der Landwirt zwei verschiedene Strategien verfolgen:

- die bereits vorhandenen Pilze im Boden durch landwirtschaftliche Massnahmen pflegen und fördern
- die Pilze zusätzlich durch künstliche Beimpfung dem Boden zuführen («Düngerpilze»)

Das fördert Mykorrhizapilze im Boden

- Angemessene Düngegaben
- Fruchtfolge mit Klee-Gras-Wiese und Anbau von Wirtspflanzen
- Zwischenbegrünung (mit Wirtspflanzen)
- Winterbegrünung
- Reduzierte Bodenbearbeitung/Direktsaat
- Biologische/extensive Bewirtschaftung

In den meisten Böden der Schweiz sind Mykorrhizapilze vorhanden und eine Kombination der oben genannten Massnahmen kann die Pilze stark fördern.



Untersaaten von Wirtspflanzen (z. B. Erdklee) können die Mykorrhiza fördern.



13

Düngen mit Mykorrhizapilzen

Es besteht die Möglichkeit, die Mykorrhizapilze gezielt dem Boden zuzuführen. Hierbei werden meist einzelne oder eine Mischung aus wenigen Arten als Pulver, Granulat, Flüssigkeit oder Gel eingebracht. Wichtig für den Erfolg der Anwendung ist, dass das Produkt in die Wurzelzone gelangt, da der Pilz in Anwesenheit bestimmter Wurzel-sekrete keimt und ohne Kontakt mit der Pflanze nur kurzzeitig überlebensfähig ist. Auch wenn die Zahl der Inokulum (Mykorrhizapilze) produzierenden Unternehmen zunimmt (ca. 15 bis 20 in Europa), ist der Absatz noch relativ gering und beschränkt sich auf den Hobbymarkt, den Gartenbau, Baumschulen und Phytosanierungen. Neben fehlenden Methoden in der Qualitätskontrolle stellt auch der Preis für grossflächige An-wendungen ein Problem dar: Die Inokulation kann zwar die gewünschten Resultate erzielen, muss aber nicht zwangsweise wirtschaftlich sein. Neue Technologien, wie das sogenannte «seed coating», könnten bald Abhilfe schaffen.

Ein sorgsamer Umgang mit den im Boden vorhandenen Pilzen und deren Förderung ist bis dahin der beste Weg, um die positiven Effekte der Mykorrhizapilze zu nutzen.



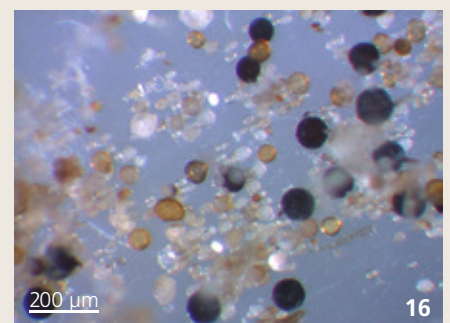
14

15

Durch das gezielte Einbringen der «Düngerpilze» in die Wurzelzone kann das Vorkommen der Mykorrhizapilze im Boden gesteigert werden.

Wie werden Mykorrhizapilze im Boden bestimmt?

Mykorrhizapilze bilden mikroskopisch kleine Vermehrungseinheiten, die Sporen. Diese sind spezifisch für jeden Art und können durch Aussieben des Bodens gezählt und bestimmt werden. Heutzutage wird das Vorkommen der Pilze im Boden aber hauptsächlich über deren DNA über molekularbiologische Verfahren als genetischer Finger-abdruck ermittelt.



200 µm

16

Sporengemeinschaft, welche aus dem Boden mit pfluglosem Anbausystem ausgesiebt wurde.

Bildquellennachweis

1	Iris Kormann, AGRIDEA	8	Thomas Anken, Agroscope
2	Adele Ferrari, Universität Zürich	9, 10, 11, 12	Raphaël Wittwer, Agroscope INH
3	Ryan Geil, NRC press, Canadian Science Publishing	13, 14, 15	Klaus Schläppi, Agroscope INH
4, 5	Florian Walder, Agroscope INH	16	Luise Köhl, Agroscope INH
6, 7	Brigitte Dorn, ETH Zürich		