




# Plant Science Discovery Workshops: Forschungsheft #7 Symbiose. Zurich-Basel Plant Science Center.

**Educational Material****Author(s):**

Schutz, Lukas; [Schläpfer-Miller, Juanita](#) ; Rapo, Carole; Faller, Patrick; [Paschke, Melanie](#) ; [Dahinden, Manuela](#) 

**Publication date:**

2020

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000431656>

**Rights / license:**

[Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#)

**Originally published in:**

Forschungsheft



Universität  
Zürich <sup>UZH</sup>

**ETH** zürich

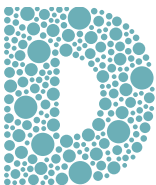
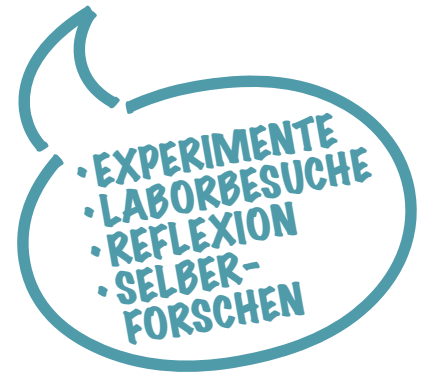


Universität  
Basel

Zurich-Basel Plant Science Center

# FORSCHUNGS- HEFT #7

# Symbiose



Plant Science  
DISCOVERY  
WORKSHOPS

- 1 Klimawandel
- 2 3D-Mikroskopie
- 3 Molekulare Pflanzenzucht
- 4 Stärkemetabolismus
- 5 Biokommunikation
- 6 Adaptive Evolution
- 7 Symbiose**
- 8 Genome Editing

In diesem Workshop wirst du anhand der Straucherbse (*Cajanus cajan*) untersuchen, wie sich eine Symbiose mit Mykorrhizapilzen auf das Pflanzenwachstum auswirkt. Du wirst die Wurzeln präparieren, die darin enthaltenen Mykorrhizapilze anfärben und unter dem Mikroskop betrachten. Gemeinsam werden wir diskutieren, wie Mykorrhizapilze in der Landwirtschaft in Form von Biodünger zum Einsatz kommen. Der Einsatz von Mykorrhizapilzen wird heute intensiv erforscht. In diesem Workshop zeigen wir dir anhand von Beispielen, warum Mykorrhiza ins Interesse der Forschung gerückt sind.

**Alle Wissenschaftler haben ein Notizbuch — Das ist dein FORSCHUNG SHEFT für den Workshop: Symbiose. Du kannst es benutzen, um Notizen zu machen, zu zeichnen oder einfach nur, um hineinzukritzeln. Wir empfehlen, dass du deine Beobachtungen und Fragen notierst. Es ist dein Arbeitsbuch. Wir laden dich ein, mitzudenken und kreativ zu sein.**

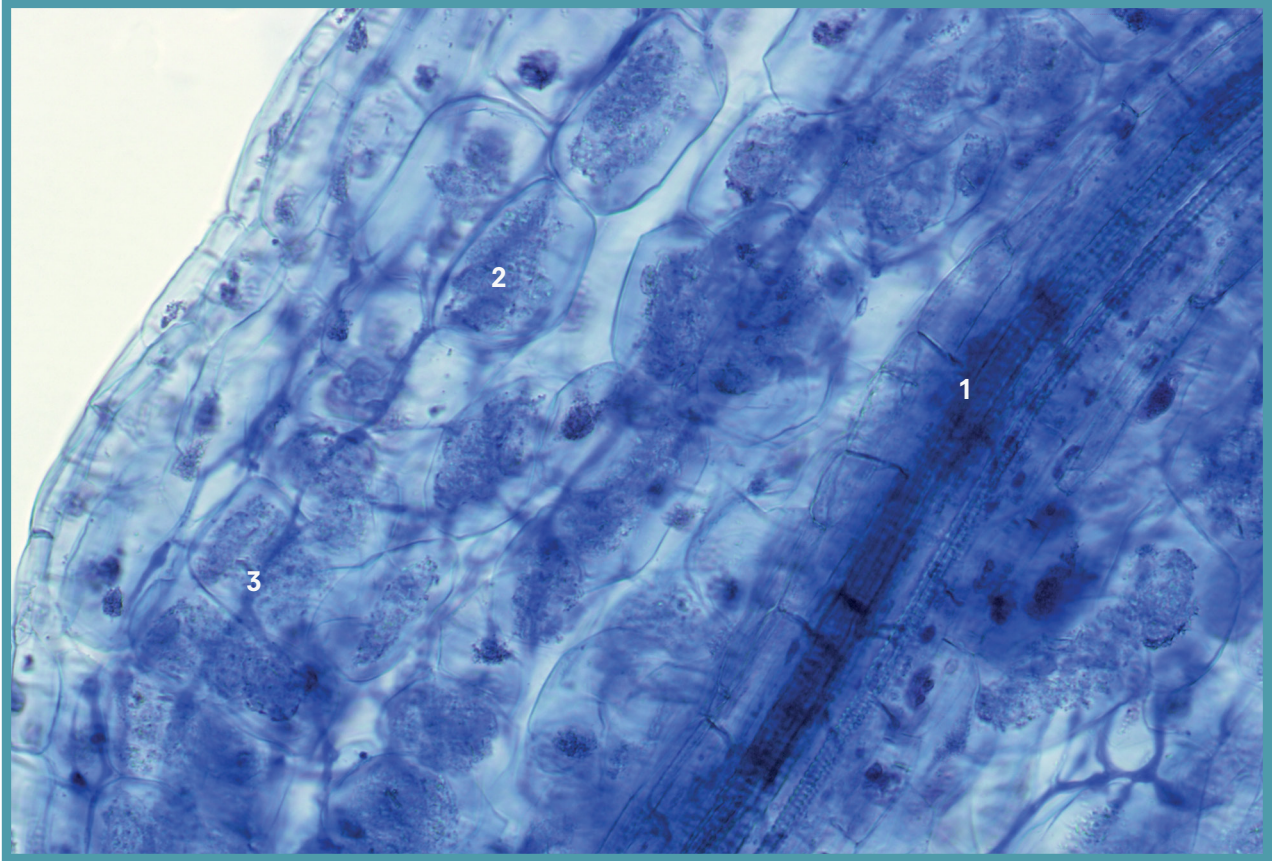
Weitere Lernmaterialien stehen für Lehrpersonen zum Download zur Verfügung:

[www.plantsciences.uzh.ch/de/outreach/discovery.html](http://www.plantsciences.uzh.ch/de/outreach/discovery.html)

### **VORWISSEN**

- Prinzip der Mikroskopie
- Bau und Funktion der Pflanzenwurzel
- Photosynthese (einfaches Niveau)
- Aufbau von Pilzen (Unterscheidung von Hyphen und Fruchtkörpern)

## MIKROSKOPAUFNAHME EINER PFLANZENWURZEL



### Abb. 1

Eine Wurzel der Straucherbse (*Cajanus cajan*) wurde mit Trypanblau angefärbt, um die Mykorrhizierung sichtbar zu machen. Das Trypanblau färbt die Pilzzellen blau. Zu sehen sind: in der Mitte der Zentralzylinder (1), die Arbuskel in den Zellen (2) und zwischen den Zellen, die Hyphen (3).

Foto: Lukas Schütz.



### Abb. 2

Die Straucherbse (*Cajanus cajan*) nach 3 Monaten links mit Mykorrhizapilzen (*Glomus fasciculatus*) und rechts ohne. Foto: Lukas Schütz.



## MYKORRHIZA — SYMBIOSE ZWISCHEN PILZEN UND PFLANZEN

Pflanzen brauchen Nährstoffe zum wachen. Diese Nährstoffe sind Mineralien, welche die Pflanzen aus dem Boden aufnehmen oder als Dünger zugeführt bekommen. Pflanzen nehmen Stickstoff aus dem Boden in Form von Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) und in geringerem Umfang auch als Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) auf. Phosphor wird von der Pflanze in Form von Phosphat ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) aufgenommen. In der Landwirtschaft werden Stickstoff und Phosphor in mineralischer Form zugeführt. Die Herstellung von Mineraldüngern ist sehr energieaufwendig. Stickstoffdünger wie z. B. Ammoniumnitrat, Ammoniumsulfat, Kaliumnitrat und Natriumnitrat werden aus Luftstickstoff und Wasserstoff hergestellt (= Haber-Bosch-Verfahren). Mineralische Phosphatdünger werden aus Phosphatgestein gewonnen. Die Weltvorräte dieser Gesteinssorte sind fast erschöpft. Als Alternative kommen deshalb häufig tierische Exkremente wie Gülle zum Einsatz. Eine weitere organische Variante sind Lupinen als Zwischenfrucht. Sie befördern mit ihren tiefen Wurzeln Phosphate von den unteren Erdschichten in die oberen Erdschichten, wo andere Pflanzen diese nutzen können.

### Gibt es andere organische Dünger, die die Erträge der Kulturpflanzen in der Landwirtschaft erhöhen?

Viele Pflanzen leben mit Pilzen zusammen in Symbiose. Die Fäden (= Hyphen) der Pilze wachsen an oder sogar in den Wurzeln der Pflanzen. Diese Symbiose zwischen Wurzel und Pilz wird Mykorrhiza genannt (*mykes*, gr. = Pilz, *rhiza*, gr. = Wurzel). Der Pilz liefert der Pflanze Wasser und Nährstoffe, dafür erhält er von der Pflanze Zucker als Produkte der Photosynthese.

Mykorrhizien werden grob in drei Gruppen unterteilt: Die Ektomykorrhiza, die vor allem Bäume betrifft, die Endomykorrhiza, die häufig bei Heidekraut-, Wintergrünpflanzen und Orchideen vorkommt, sowie die arbuskuläre Mykorrhiza, die bei vielen Nutzpflanzen die Phosphatversorgung verbessert.

### Wie viele Pflanzenarten sind mykorrhiziert?

Von allen Landpflanzen sind etwa 90 % fähig, eine Wurzelsymbiose mit einem Pilz einzugehen. Etwa ein Drittel der in unseren Wäldern wachsenden Grosspilze sind Mykorrhizapilze. Unter diesen rund 2000 Arten befindet sich eine ganze Reihe von wertvollen Speisepilzen, z. B. Trüffel, Steinpilz, Maronenröhrling, Eierschwamm aber auch viele Giftpilze, z. B. Fliegenpilz, Knollenblätterpilz, Satansröhrling.



**Abb. 3**  
**Wurzelspitzen mit Pilzfäden umwachsen**

© Larsson (2005). CC BY 2.5: [https://de.wikipedia.org/wiki/Mykorrhiza#/media/File:Mycorrhizal\\_root\\_tips\\_\(amanita\).jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Mykorrhiza#/media/File:Mycorrhizal_root_tips_(amanita).jpg). Das Original befindet sich unter: Nilsson, R.H., Kristiansson, E., Ryberg, M. *et al.* (2005). Approaching the taxonomic affiliation of unidentified sequences in public databases – an example from the mycorrhizal fungi. In: BMC Bioinformatics 6, 178. <https://doi.org/10.1186/1471-2105-6-178>

### Gäbe es ohne Pilze keine Pflanzen auf dem Festland?

Viele Forschende sind der Ansicht, dass die Pflanzen während der evolutiven Besiedelung des Landes auf die Pilze angewiesen waren. Die fossilen Zeugnisse der ersten Landpflanzen deuten darauf hin, dass auch diese stark von Mykorrhizapilzen infiziert waren. Diesen Arten fehlten Wurzelhaare, mitunter sogar Wurzeln, und die Besiedlung des Festlandes war den Pflanzen vermutlich nur durch die Pilze möglich, die den notwendigen engen Kontakt zwischen Pflanze und Boden herstellten.

# ÜBERSICHT

## WAS WIRST DU HEUTE MACHEN?

### EXPERIMENTELLER ABLAUF

Du wirst die Wurzelkolonisierung in verschiedenen Pflanzen miteinander vergleichen. Die Pflanzen wurden entweder mit Mykorrhizapilzen inokuliert oder nicht. Die Pflanzen werden dir zur Verfügung gestellt. Mit Hilfe von Tinte wirst du die Wurzelkolonisierungsprozesse von arbuskulären Mykorrhizapilzen sichtbar machen und das Ausmass der Kolonisierung quantifizieren: Es wird die durch den Pilz kolonisierte Wurzellänge gemessen und als Prozent der Gesamtwurzellänge berechnet.

**Protokoll 1**  
**Visualisieren der Wurzelkolonisierung unter dem Mikroskop**

### MATERIALIEN

- Kalilauge (= Kaliumhydroxid, KOH)
  - 10 ml Tinte «Pelikan 4001» schwarz oder königsblau in 200 ml Wasser verdünnen
  - Reiner Essig (Tafelessig)
  - Wasser
  - Wasserbad 90°C
  - 10 ml Röhrchen zum Zuschrauben
  - Objektträger
  - Deckglas
  - Pasteurpipette
  - Spritzflasche mit Wasser
  - Teesieb
  - Einweghandschuhe
- 
- Mykorrhizapilze zu beziehen bei «Neudorff Mycorrhiza Root Enlarger» löslich 5 x 1 g

### AUSWERTUNG DES EXPERIMENTES

**Tabelle 1**  
**Quantifizierung der Wurzelkolonisierung**

### AUFGABEN ZUR VERTIEFUNG

**Aufgaben 1–4**

**Protokoll 2**  
**Ein eigenes Mykorrhiza-Forschungsprojekt planen**

### PFLANZEN

Folgende Kombinationen eignen sich für einen Vergleich der Wurzelkolonisierung durch Mykorrhizapilze:

- Straucherbse (Samen von Manser)
- Erdbeerpflanzen ausgegraben von einem «Bio-Garten» im Vergleich zu Erdbeerpflanzen aus Töpfen erhältlich im COOP oder in der Landi («nicht» Bio)
- Lauch oder Schnittlauch in Töpfen, Bio versus «nicht» Bio
- Spitzwegerich und Gräser von einer Wiese ausgraben und miteinander vergleichen

# PROTOKOLL 1

## Visualisieren der Wurzelkolonisierung unter dem Mikroskop

### FÄRBUNG

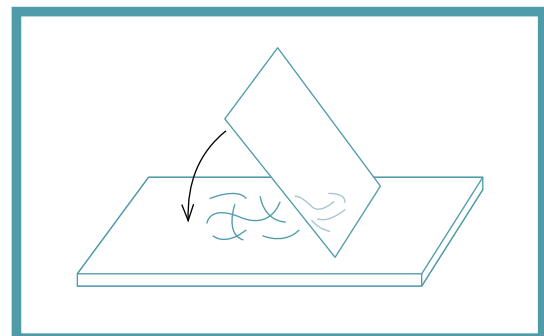
1. Ernte die Wurzeln mit möglichst vielen Feinwurzeln.
2. Wasche die Wurzeln im Sieb.
3. Gebe die Wurzelproben in Schraubröhrchen und bedecke sie mit 10%iger Kalilauge. Die Wurzeln werden von der Kalilauge gebleicht.
4. Koche die Schraubröhrchen bei 90°C im Wasserbad (Lauch 2 Minuten, Straucherbse 4 Minuten, dunkle Erdbeeren 9 Minuten, helle Erdbeeren 6 Minuten).
5. Giesse die Kalilauge ab und wasche die Wurzeln mit Wasser.
6. Bedecke die Wurzeln mit schwarzer Tinte (5% Tinte in Wasser verdünnt).
7. Koche die Wurzeln für 3 Minuten bei 90°C im Wasserbad.
8. Giesse die Tinte ab und fülle das Schraubröhrchen mit Essig. Der Essig hilft den Farbstoff zu entfernen, so dass nur noch die Pilzorgane gefärbt sind. Lasse die Lösung 10 Minuten stehen.

### ACHTUNG!

Bei Arbeiten mit KOH eine Schutzbrille tragen!  
Wenn vorhanden einen Labormantel anziehen!

### MIKROSKOPIEREN

1. Lege 10 Wurzelstücke quer auf einen Objektträger.
2. Lege ein Deckglas auf.
3. Stelle beim Mikroskopieren eine 40fache Vergrößerung ein.
4. Für die Quantifizierung der Wurzelkolonisierung dokumentiere in jedem Wurzelstück in zwei Bildausschnitten das Nicht- oder Vorhandensein der drei Pilzorgane Hyphen, Arbuskel und Vesikel, so dass am Ende 20 Bildausschnitte betrachtet wurden. Berechne dann den jeweiligen Prozentsatz des Nicht- oder Vorhandenseins der drei Pilzorgane anteilig an den 20 Bildausschnitten aus und fülle Tabelle 1 aus.



# Tabelle 1

## Quantifizierung der Wurzelkolonisierung

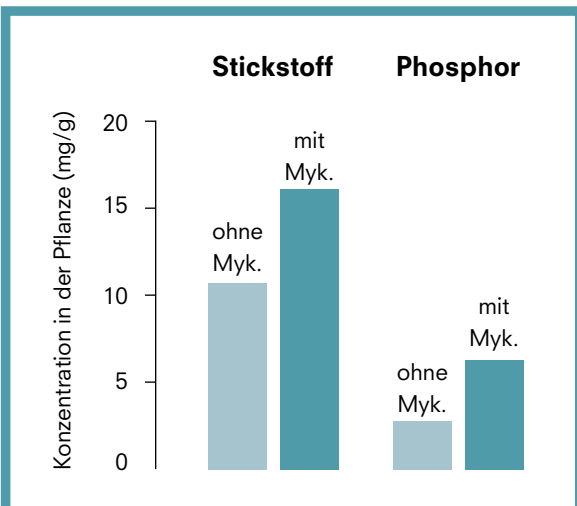
Pflanze:				
Probe	Aus-schnitt	Anzahl Hyphen	Anzahl Arbuskeln	Anzahl Vesikel
1	a			
	b			
2	a			
	b			
3	a			
	b			
4	a			
	b			
5	a			
	b			
6	a			
	b			
7	a			
	b			
8	a			
	b			
9	a			
	b			
10	a			
	b			
<b>Total in %</b>				

Pflanze:				
Probe	Aus-schnitt	Anzahl Hyphen	Anzahl Arbuskeln	Anzahl Vesikel
1	a			
	b			
2	a			
	b			
3	a			
	b			
4	a			
	b			
5	a			
	b			
6	a			
	b			
7	a			
	b			
8	a			
	b			
9	a			
	b			
10	a			
	b			
<b>Total in %</b>				



### FRAGE 1

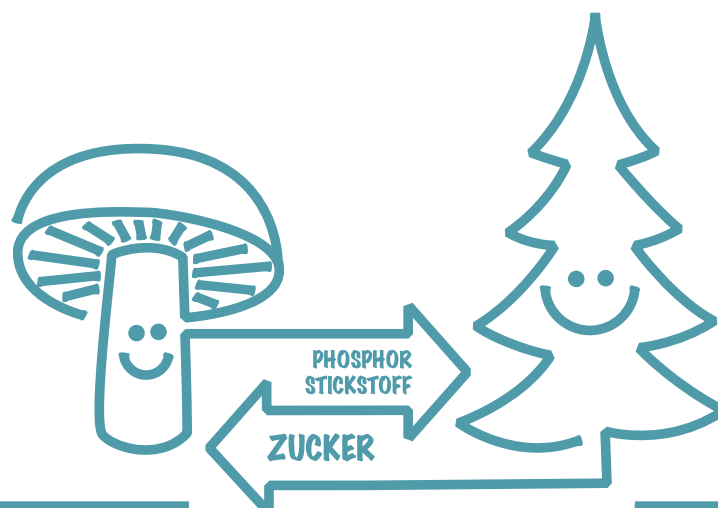
Fichtenkeimlinge sind entweder mit dem Lacktrichterling (dunkelblau) oder ohne den Lacktrichterling (hellblau) gewachsen. In den Geweben der Fichtenkeimlinge wurden nach einiger Zeit die Konzentration von Stickstoff & Phosphor gemessen (siehe Grafik). Erkläre die Resultate.



## FRAGE 2

Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass sich Phosphate im Boden nur um wenige Millimeter bewegen, während Stickstoffverbindungen viel leichter im Boden passiv transportiert werden.

Steht dieses Forschungsergebnis im Widerspruch oder im Einklang mit den Resultaten aus Frage 1?



### **FRAGE 3**

**In Indien gibt es häufig rötliche humusarme Böden. Diese sind nährstoffarm, aber reich an Aluminium- und Eisenoxiden. Aus diesen erdgeschichtlich sehr alten Böden wurden die meisten Nährstoffe durch den tropischen Regen ausgewaschen. Die Humusschicht ist sehr dünn und die darunter folgende Gesteinsschicht stark verwittert und nicht mehr fähig, Nährsalze aus dem Gestein nachzuliefern.**

**3.1 Welche mineralischen Nährstoffe fehlen in diesen Böden?**

**3.2 Woher nehmen die Pflanzen unter diesen Bedingungen, die für ihr Wachstum notwendigen Nährstoffe?**

**3.3 Welche Rolle spielen die Mykorrhiza für die mineralische Nährstoffversorgung?**

## **FRAGE 4**

Die Umweltbedingungen, unter denen Pflanzen wachsen, variieren. Die Versorgung mit viel oder wenig Licht, mehr oder weniger Wasser und die Bodenverhältnisse (z. B. tiefe oder hohe Konzentrationen an Phosphaten und Nitraten) bestimmen das Wachstum. Unter welchen Umweltbedingungen hilft der Mykorrhizapilz der Pflanze und unter welchen Bedingungen wird der Pilz der Pflanze zur Last?

Hinweis: Überlege dir den Zusammenhang zwischen Photosynthese, Umweltbedingungen und Menge der Zuckerproduktion aus der Photosynthese, welche die Pflanze gegenüber dem Pilz als Zahlung für die Nährstoffe einsetzen muss.

## PROTOKOLL 2

# EIN EIGENES MYKORRHIZA-FORSCHUNGSPROJEKT PLANEN

Deine Lehrperson gibt dir einige Erbsen und Mykorrhizapilze. Deine Aufgabe ist es, ein eigenes Experiment durchzuführen, um den Zusammenhang zwischen Umweltfaktoren, Mykorrhiza und Pflanzenwachstum zu erforschen. Zuerst empfehlen wir dir das Experiment zu durchdenken. Notiere dir eine Hypothese zu folgender Fragestellung:

### Wachsen die Erbsen in Anzuchterde mit oder ohne Mykorrhiza besser?

#### MATERIAL

- Samen der Straucherbse
- Mykorrhizapilze, löslich 5 x 1 g
- Blumentöpfe, Durchmesser 15 cm
- Anzuchterde (nährstoffarmes, steriles Substrat)

#### PROTOKOLL

1. Bereite Töpfe vor, in denen du die Erbsen einsetzen kannst.
2. In die Töpfe werden Erbsen und die mitgegebenen Mykorrhiza eingesät. Erbsen sind Dunkelkeimer und sollten ca. 5 cm tief gelegt werden. Sie müssen bis zur Keimung immer gut feucht gehalten werden.
3. Danach sollte eine Bewässerung nur alle 2–3 Tage erfolgen, sonst bilden die Erbsen keine verzweigten Wurzelsysteme aus.
4. Messe das Wachstum der Pflanzen nach der Keimung am Tag 5, 10, 20 und 30. Wachstumsparameter sind z. B. die Pflanzenhöhe oder die Anzahl Blätter.

### Welche Hypothesen könntest du bilden, wenn Du noch weitere Umweltbedingungen variieren würdest, z. B. die Wasser- oder Lichtversorgung?

**Bedenke:** Trockenheit in den Töpfen stellt sich erst am 3. oder 4. Tag ein. Das muss sorgfältig ausprobiert werden, am besten vor Experimentbeginn.

**Bedenke:** Bei Abschattungen mit einer Folienhaube können Pflanzen sich aufheizen, so dass nun öfter gegossen werden muss.

## **REFLEXION**

**Setz dich mit einer Kollegin oder einem Kollegen zusammen. Erklärt euch gegenseitig eure Experimente. Sicher könnt ihr euch gegenseitig noch einen wertvollen Tipp geben. Lege für die gewählten Experimente Wiederholungen an. Dadurch wird die Aussagekraft deines Experimentes erhöht. Wir empfehlen drei Wiederholungen je Umweltfaktor.**

**Du kannst dir eine weitere Fragestellung überlegen und diese als Frage und Hypothese formulieren:**



## RELEVANZ IN WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT



## A-Z GLOSSAR

### Symbiotische Mykorrhizapilze als Biodünger in der Landwirtschaft

Die Weltbevölkerung nimmt stetig zu. Im Moment sind es über sieben Milliarden, davon haben 800 Millionen nicht genug zu essen. In den tropischen und subtropischen Gegenden sind die Böden meistens arm an den Pflanzennährstoffen Phosphor und Stickstoff. Mykorrhizapilze, die als Biodüngemittel eingesetzt werden, können die Bodensituation verbessern. Forschende konnten zeigen, dass Pflanzen durch die Symbiose mit Mykorrhizapilzen besser wachsen, da der Pilzpartner die Pflanze mit Phosphaten versorgt (Krishna *et al.*, 2018). Zu den Versuchspflanzen gehörte die Straucherbse (*Cajanus cajan*) und die Fingerhirse (*Eleusine coracana*). Für weltweit mehr als eine Milliarde Menschen sind die beiden Pflanzen die Haupteisweißquelle. Bisherige Resultate sind sehr vielversprechend. Vor allem auf nährstoffarmen Böden führen Mykorrhizapilze zu einer Ertragssteigerung von bis zu 50 % und erreichen mit der halben Menge Dünger denselben Ertrag wie mit voller Düngung. Zudem fördert der gleichzeitige Anbau von Erbse und Hirse (= Mischkultur) das Pflanzenwachstum auf trockenen Böden. Die Hirse, ein Flachwurzler, profitiert hierbei von der Erbse, die mit ihren tiefen Wurzeln das Wasser wie eine hydraulische Pumpe aus tieferen Erdschichten nach oben transportiert.

Ein besseres Verständnis von den molekularbiologischen Abläufen bei der Symbiose kann dabei helfen, die Wirkung von Biodünger zu optimieren. Eine Frage, an denen viele Forschende arbeiten ist: Welche Signale senden Pflanzen, um Pilze anzulocken? Mit der Sequenzierung des Erbguts von Mykorrhizapilzen ist es möglich, die Gene zu finden, die eine Interaktion mit Pflanzen fördern. Diese Gene können z. B. für Rezeptor-Proteine kodieren. Das sind Proteine, die chemische Botenstoffe erkennen und dem Pilz signalisieren, in die Wurzel zu wachsen und dort Arbuskel bzw. Vesikel zu bilden. Forschende möchten mit Hilfe dieses Wissens Pflanzen züchten oder Sorten auswählen, die mehr Botenstoffe produzieren und so mehr von der Symbiose mit Mykorrhizapilzen profitieren können.

Umweltfaktoren wie Temperatur, Bodenbeschaffenheit und Wassermenge haben ebenfalls einen Einfluss auf den Nährstofftransport. Forschende suchen nach den Pilzkombinationen, die sich für trockene oder salzige Böden eignen. Diese Erkenntnisse sind wichtig, weil es in Zukunft in Folge der Klimaerwärmung in manchen Regionen der Erde trockener werden wird und der Einsatz dieser Mikroorganismen zur Anpassung unserer Nutzpflanzen an den Klimawandel beitragen kann.

Neben den Pilzen spielen auch Bakterien eine wichtige Rolle. Hast du gewusst, dass in 1 g Boden so viele Mikroorganismen wie Menschen auf der Erde leben? Nur 5 % der Mikroorganismen sind bisher erforscht. Darunter sind zahlreiche nützliche Mikroorganismen. Bekannt sind die stickstofffixierenden Bakterien, Rhizobien genannt, die in Wurzelknöllchen die Pflanze mit Stickstoff versorgen. Es gibt noch viel mehr Bodenbakterien, die die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen gegenüber Krankheitserregern erhöhen. Ziel ist es, z. B. jene Bakterien zu identifizieren, die potentiell als Ersatz für Pflanzenschutzmittel funktionieren könnten. Gelingt es den Forschenden, Pilze und Bakterien in der Landwirtschaft optimal zu nutzen, könnten wir die externe Zufuhr von mineralischem Stickstoff- oder Phosphordünger sowie den Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln in Zukunft stark reduzieren.

### Mykorrhiza

Symbiose von Pflanzen und Pilzen. Man unterscheidet zwei Formen: Pilze, die in die pflanzlichen Zellen eindringen (**Endomykorrhiza**) und solche, die sich an den Wurzeln anheften und nur in die Wurzelrinde eindringen (**Ektomykorrhiza**).

### Arbuskuläre Mykorrhiza

Arbuskuläre Mykorrhiza ist eine Form der Endomykorrhiza. Die Pilzfäden dringen in die Pflanzenzellen ein und verzweigen sich typischerweise bäumchenartig (= Arbuskeln, von lat. *arbusculum* = Bäumchen). Einige Pilzarten bilden auch in und zwischen den Pflanzenzellen bläschenartige (= Vesikel, von lat. *vesicula* = Bläschen) dickwandige Pilzzellen. Die meisten Pflanzen (ca. 80% aller Pflanzenarten) bilden eine Symbiose mit arbuskulären Mykorrhizapilzen, so zum Beispiel viele Nutzpflanzen, bei denen sich die Symbiose positiv auf den Ertrag auswirken kann.

### Haber-Bosch Verfahren

Industrielles Verfahren, um aus Wasserstoff und Stickstoff Ammoniak herzustellen. Letzterer ist nötig, um mineralischen Stickstoffdünger zu produzieren.

## Referenzen

Krishna S., Schütz, L., Kahmen, A., Wiemken, A., Boller, T., Mathimaran, N. (2018). Finger millet growth and nutrient uptake is improved in intercropping with pigeon pea through biofertilization and bioirrigation mediated by arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria. In: *Frontiers in Environmental Sciences*.  
<https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00046>

Schütz, L., Gattinger, A., Meier, M., Müller, A., Boller, T., Mäder, P., Mathimaran, N. (2018). Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization – A global meta-analysis. In: *Frontiers in Plant Sciences*, Vol. 8, 2204.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02204>

## LUKAS SCHÜTZ Pflanzenphysiologe



## Q+A

### Wie bist du zu deinem Forschungsgebiet gekommen?

Ich habe mich schon immer für Pflanzen interessiert und bin auch damit in mein Biologiestudium gestartet. Dort habe ich dann die Mykologie für mich entdeckt und war fasziniert vom geheimen Leben der Pilze. Auf der Suche nach der Anwendbarkeit meiner Forschung habe ich mich in tropischer Landwirtschaft spezialisiert. Mein Projekt ist daher die ideale Verbindung aller meiner Interessen, der Pflanzen, Pilze und der Landwirtschaft.

### Was sind die wichtigsten Voraussetzungen für deinen Beruf?

Die wichtigste Voraussetzung ist das Interesse am Thema und die Motivation, mit den Forschungsergebnissen etwas verändern zu können. Es braucht Geduld, denn bis Forschung nutzbare Ergebnisse produziert, kann viel Zeit vergehen.

### Was sind die nächsten Herausforderungen?

Wir möchten gern den Bauern in Indien konkrete Empfehlungen für die Nutzung des Biodüngers geben. Je nachdem, welche Kulturpflanzen sie anbauen und auf welchem Boden, muss die Zusammensetzung des Biodüngers optimiert werden. Da spielen aber auch andere Faktoren eine Rolle. Zum Beispiel das Wetter: bei genug Regen ist es besser, Reis zu pflanzen, wohingegen bei weniger Regen, der Anbau von Hirse die bessere Option wäre. Aber auch die Marktpreise, die Verfügbarkeit von Arbeitskraft oder Krediten von der Bank entscheiden, welche Pflanzen angebaut werden. Wir arbeiten mit Geograf\*innen und Ökonom\*innen zusammen und versuchen Modelle zu entwickeln, die den Einsatz von Biodünger oder die Wahl der Kulturpflanze besser kalkulierbar machen.



## Forschungsprojekte

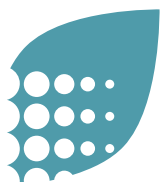
Lukas Schütz war von 2014 bis 2017 Doktorand an der Universität Basel. Heute arbeitet er am Julius Kühn-Institut in Deutschland. Während seiner Doktorarbeit hat Lukas den Einsatz von Mykorrhizapilzen und wachstumsfördernden Bakterien als Biodünger auf stark verwitterten Böden in Indien untersucht. Die Anwendung von chemischen Düngemitteln ist auf diesen Böden nicht sehr effizient und Forschende sind daher auf der Suche nach alternativen Möglichkeiten, die Nährstoffversorgung der Pflanzen zu verbessern. Bis zu 40 Prozent lassen sich die Ernteerträge steigern, wenn dem Boden bei der Aussaat nützliche Bodenmikroorganismen – sogenanntes Bioinokulat – zugesetzt wird. Das Wirkungsoptimum der ausgebrachten Mikroben hängt dabei vom Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor im Boden ab. Das heisst, dass die Phosphordüngung den ausgewählten Mikroorganismen entsprechend angepasst werden muss (Schütz *et al.*, 2018). Mykorrhizapilze haben ihr Optimum bei relativ tiefem P-Gehalt im Boden. Durch den Einsatz von Mikroorganismen lässt sich die Nutzungseffizienz sowohl von Phosphor wie auch von Stickstoff verbessern. Dadurch kann wertvoller Dünger eingespart und die Belastung der Umwelt durch Überdüngung verringert werden. Die Effizienz der eingesetzten Mikroorganismen sinkt mit einem höheren Gehalt an Humus im Boden, der mit einer grösseren Vielfalt an Bodenmikroorganismen einhergeht. Dies erschwert es, dass sich neu eingeführte Mikroorganismen etablieren können.

Mehr Informationen zu der Studie findest du unter folgendem Link: [www.plantsciences.uzh.ch/dam/jcr:f2e6506d-d779-44c2-8dc4-f64d86723ad1/MM\\_Bioinokulation.pdf](http://www.plantsciences.uzh.ch/dam/jcr:f2e6506d-d779-44c2-8dc4-f64d86723ad1/MM_Bioinokulation.pdf)

# ZÜRICH-BASEL PLANT SCIENCE CENTER

Das Zurich-Basel Plant Science Center ist ein Kompetenzzentrum für Pflanzenwissenschaften an den drei Hochschulen ETH Zürich, Universität Zürich und Universität Basel. Es umfasst 45 Forschungsgruppen mit rund 600 Forschenden. Das Zentrum fördert sowohl Grundlagenforschung, wie auch angewandte Forschung in den vielseitigen Disziplinen der Pflanzenwissenschaften. Das Zurich-Basel Plant Science Center bietet ein breites Angebot an Workshops, Exkursionen und Freizeitaktivitäten für LehrerInnen, Familien, Schulklassen und interessierte Personen an, mit der Möglichkeit, Pflanzenforschung zu erleben und mit WissenschaftlerInnen vor Ort zu diskutieren.

Aktuelle Angebote finden Sie hier: [plantsciences.uzh.ch/de/outreach](https://plantsciences.uzh.ch/de/outreach)



SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS  
ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG

## Unterstützung

Die PSC Discovery Workshops wurden unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds.

Agora Grant Nr. 158542: PSC Discovery Programm für Jugendliche.

## Partner

ETH MINT Lernzentrum

## Copyright

© Zurich-Basel Plant Science Center  
Plant Science Discovery Workshop: Symbiose, 2020

Die Inhalte der Lerneinheit sind unter CC BY-NC-SA 4.0 verfügbar.

## Zitiervorschlag

Schütz, L., Schläpfer, J., Rapo, C., Faller, P., Paschke, M., Dahinden, M. (2020). Plant Science Discovery Workshops: Forschungsheft #7 Symbiose. Zurich-Basel Plant Science Center. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000431656>

ISBN: 978-3-906327-44-0

## Herausgeber

Zurich-Basel Plant Science Center  
Geschäftstelle, ETH Zürich, TAN D 5.2  
Tannenstrasse 1  
8092 Zürich  
Schweiz  
+41 44 632 23 33  
info-plantscience@ethz.ch  
[www.plantsciences.ch](http://www.plantsciences.ch)

## AutorInnen

Lukas Schütz, Juanita Schläpfer, Carole Rapo,  
Patrick Faller, Melanie Paschke, Manuela Dahinden

## Layout & Illustration

fabianleuenberger.com

## Weitere Lernmaterialien

[www.plantsciences.uzh.ch/de/outreach/atschool/discovery](https://www.plantsciences.uzh.ch/de/outreach/atschool/discovery)

Version 7.2. — 2020-12-04