



teachers + scientists

Für Wissenschaft begeistern



Kooperation Bielefeld **Mykorrhiza – Symbiose aus Pilz** **und Pflanze: DER Geheimtipp für** **Hobbygärtner**



TEACHERS + SCIENTISTS: FÜR WISSENSCHAFT BEGEISTERN

Materialien und Konzepte für den MINT-Unterricht

28. Februar – 1. März 2013

Brainstorming zur Projektidee
Berlin

13. – 14. Juni 2014

1. überregionales Projekttreffen
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin Berlin

23. – 24. Januar 2015

2. überregionales Projekttreffen
Universität Bielefeld

25. – 26. September 2015

3. überregionales Projekttreffen
Universitätsklinikum der RWTH Aachen

22. – 23. April 2016

4. überregionales Projekttreffen
Hochschule Osnabrück

5. Mai 2017

Abschlusspräsentation
Berlin

2017 – 2018

Lehrerfortbildungen und Teilnahme an Tagungen zur
Verbreitung der Ergebnisse

über die Jahre

individuelle Treffen und Projektpräsentationen der
regionalen Kooperationen

Als im Sommer 2014 das Pilotprojekt Teachers + Scientists startete, war dies für alle beteiligten Lehrkräfte und Forschenden der Beginn einer neuen Art der Zusammenarbeit – so etwas gab es bisher noch nicht!

Auch wenn bereits einzelne Kontakte bestanden, hatten sich diese bislang auf die Förderung der Schülerinnen und Schüler konzentriert. Nun sollten erstmals Lehrkräfte vom intensiven dreijährigen Austausch mit Forschenden und von Einblicken in deren aktuelle Forschung profitieren.

Mit dem Ziel, die Gelingensfaktoren und Herausforderungen solcher Kooperationen in einem Leitfaden und die Ergebnisse der gemeinsamen Zusammenarbeit in Form von Unterrichtskonzepten zu veröffentlichen, nahmen die fünf regionalen Kooperationen in Aachen, Berlin, Bielefeld, Heidelberg und Osnabrück ihre Arbeit auf.

Was den Prozess auszeichnete, war die individuelle Umsetzung: von der theoretischen Ausarbeitung über mehrtägige Laborpraktika bis zum Langzeitexperiment. Die Resultate sind demzufolge unterschiedlich aufbereitet und spiegeln die verschiedenen regionalen Kooperationsformen wider.

Die nachfolgenden Materialien sollen Ihnen nun Anregungen für den eigenen Unterricht geben und Sie ermutigen, den Kontakt zu Forschenden zu suchen. Dadurch lassen sich aktuelle wissenschaftliche Inhalte in der Schule aufgreifen, die wiederum Schülerinnen und Schüler für das Forschen begeistern!

Sollten Sie Fragen haben, melden Sie sich über info@science-on-stage.de bei Science on Stage Deutschland e. V. Wir stellen gerne den direkten Kontakt zu den teilnehmenden Forschenden und Lehrkräften her. Die jeweiligen Kontaktdaten finden Sie auch am Ende jeder Einheit.

Viel Freude und Inspiration für Ihre eigene Arbeit wünschen Ihnen Science on Stage Deutschland e. V. und die Stiftung Jugend forscht e. V.!

Teachers + Scientists: Auf einen Blick

10

Schulen

Einhard-Gymnasium Aachen, Andreas-Gymnasium Berlin, Robert-Havemann-Gymnasium Berlin, Georg-Büchner-Gymnasium Berlin, OSZ Gesundheit I Berlin, Ursulaschule Osnabrück, Widukind-Gymnasium Enger, Gymnasium Heepen, Gesamtschule Hüllhorst, HBLA Ursprung/Österreich

6

Hochschulen/Forschungseinrichtungen

Universität Bielefeld, Hochschule Bielefeld, Hochschule Osnabrück, Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin Berlin, Universitätsklinikum der RWTH Aachen

7

regionale Kooperationen

1× Aachen, 1× Berlin, 3× Bielefeld, 1× Heidelberg, 1× Osnabrück

14

Lehrkräfte

4

Bundesländer

Baden-Württemberg, Berlin, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen

5

Städte

Aachen, Berlin, Bielefeld, Heidelberg, Osnabrück

12

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler

Projekthalt und Gewinn (2014–2017)

- Förderung langfristiger Kooperationen zwischen Lehrkräften und Forschenden
- Lehrkräfte stehen im Mittelpunkt, sind an aktueller Forschung beteiligt und können somit Inhalte für ihren Unterricht ableiten
- Ziel: Förderung der Unterrichtsqualität, damit sich mehr junge Menschen für MINT-Fächer begeistern

Verbreitung

- Bundesweite Lehrerfortbildungen
- Präsentationen auf Fachkonferenzen
- Fortsetzung der Kooperationen nach Projektende

Ergebnisse

- Leitfaden zum Aufbau von Kooperationen zwischen Lehrkräften und Forschenden
- Unterrichtsmaterial zu den Themen: Humangenetik, Krebsforschung, Experimentelle Ökologie und Ökosystembiologie, Elementarteilchenphysik, Epidemiologische Studien, Objektorientierte Programmierung, Mechanik und Sensorik



Kooperation Bielefeld



STECKBRIEF

→ Schulen:

Gymnasium Heepen, Gesamtschule Hüllhorst, Widukind-Gymnasium Enger



→ Lehrkräfte:

Kirsten Biedermann, Thomas Sawatzky, Melanie Wittland

→ Forschungseinrichtungen:

Lehrstuhl für Experimentelle Ökologie & Ökosystembiologie, Fakultät für Biologie, Universität Bielefeld; AG Astroteilchen und Kosmologie, Fakultät für Physik, Universität Bielefeld; Fachhochschule Bielefeld



→ Forschende:

Josef Avenwedde, Prof. Dr. Dominik Schwarz, Dr. Tom Steinlein

→ Themen:

Mykorrhiza, Elementarteilchenphysik, physikalische Aspekte einer Waschmaschine

→ Involvierte Unterrichtsfächer:

Biologie, Mathematik, Physik, Technik

INTERVIEW

→ Teachers + Scientists ist für uns ...

... inspirierend und motivierend für den eigenen Unterricht.

... herausfordernd, hochkomplexe wissenschaftliche Themen schülerverständlich aufzubereiten.

... gemeinsam als Team aus Forschenden und Lehrkräften schülerrelevante Themen zu bearbeiten.

→ Wir machen bei Teachers + Scientists mit, weil ...

... es eine willkommene Abwechslung und Bereicherung zum Berufsalltag ist und wir neue Impulse für die eigene Arbeit bekommen.

→ Was nehmen Sie aus der Zusammenarbeit mit?

Ein fachliches Update jenseits von Lehrerfortbildung und Literaturstudium in tollem Rahmen (gilt sowohl für die Lehrkräfte als auch die Forschenden).

→ Planen Sie eine Fortsetzung der Kooperation nach Projektende? Wenn ja, was haben Sie konkret vor?

Die Erfahrungen haben uns ermutigt, weiter nach solchen Kooperationen zu suchen.

Mykorrhiza – Symbiose aus Pilz und Pflanze: DER Geheimitipp für Hobbygärtner

Dr. Tom Steinlein · Melanie Wittland



SCHLAGWÖRTER: Symbiose, Stoffkreisläufe und Energieflüsse, Pilze, Mykorrhiza, Wachstum

UNTERRICHTSFÄCHER: Biologie, Wahlunterricht Naturwissenschaften, Geografie

ALTERSGRUPPE DER SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER: Jahrgangsstufe 7–9

ERFORDERLICHE VORKENNTNISSE: Symbiose, Ökosystem, Aufbau und Struktur von Pilzen, Stoffkreisläufe, Bedeutung von Pilzen im Ökosystem

SICHERHEITSHINWEISE: Wird die Mykorrhiza-Färbung durchgeführt, sind Schutzbrillen und Handschuhe notwendig. Die Betriebsanweisungen der verwendeten Chemikalien sind zu beachten und auszuliegen. Beim Anfärben im Wärmebad wird ein Abzug (Digestorium) benötigt.

1 | Einführung

Im Rahmen der Ökosystemzusammenhänge wird auf die Symbiose zwischen Pflanzen und Pilzen eingegangen. Dabei werden in einem Experiment die Effekte von Mykorrhizierung auf unterschiedliche Pflanzenarten dargestellt und in einem Wuchsvergleich demonstriert bzw. gemessen. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Wechselwirkungen zwischen Pflanzenwurzeln und Mykorrhizapilzen kennen. Weiterhin entwickeln sie Hypothesen zu symbiotischen Beziehungen zwischen Pilzen und Pflanzen und erlernen bzw. vertiefen die Schritte des experimentellen Vorgehens. Neben mikroskopischen Zeichnungen führen sie Färbungen der Präparate durch und bewerten die unterschiedlichen Effekte der verschiedenen Versuchsansätze und die Einsatzmöglichkeiten in der gartenbaulichen Praxis. Die Arbeit in Kleingruppen sowie das Präsentieren werden ebenfalls gefestigt.

2 | Informationsmaterial für Lehrkräfte Mykorrhiza und Symbiose

Unter den Interaktionen von Organismen ist neben dem Parasitismus, der Konkurrenz oder dem Kommensalismus, die den Schülerinnen und Schülern bekannteste die Symbiose. Darunter versteht man eine sehr spezifische Interaktion zweier oder mehrerer Organismen unterschiedlicher Arten. Diese kann zwischen Tieren, zwischen Pflanzen und Tieren oder zwischen Pflanzen und Pilzen, Algen usw. stattfinden. In der Regel haben beide Arten einen Vorteil aus dieser Beziehung, der sich positiv auf die biologische Fitness, die Überlebenswahrscheinlichkeit oder auf die Optimierung von Stoffwechselprozessen auswirken kann. Die Intensität der Beziehung kann sehr locker sein, kann sich aber auch so gestalten, dass der eine Partner ohne den anderen nicht überleben kann, wie z. B. bei Flechten, einer Symbiose von Pilzen mit Algen.

In der Botanik ist die Symbiose bestimmter Pilze mit der Pflanzenwurzel, die Mykorrhiza, eine der wichtigsten Symbiosen, die wir kennen. Sie wurde 1885 von Albert Bernhard Frank das erste Mal an Waldbäumen beschrieben. Etwa 85 bis 90 % aller Pflanzen besitzen solche Mykorrhiza. Neuere Forschungen gehen davon aus, dass diese Symbiose auch in eine parasitische Beziehung zum Vorteil für den Pilz übergehen kann. Generell aber erhält die autotrophe Pflanze über den Pilz mehr Zugang zu Mineralstoffen, der heterotrophe Pilz erhält im Gegenzug Kohlenhydrate (bis zu 20 % der Primärproduktion der Pflanze!).

Die am häufigsten vorkommende Form der Mykorrhiza ist die sogenannte arbuskuläre Mykorrhiza. Dies ist auch die Form, die in nachfolgendem Experiment auftritt. Die Pilzhypen, die man in ihrer Gesamtheit als Mycel bezeichnet, dringen in die Wurzel ein und bilden dort bestimmte Strukturen (Abb. 1) aus, die dem Stoffaustausch dienen, sogenannte Arbuskel. Man findet aber auch Gebilde der Speicherung, die Vesikel, und die Pilzhypen. Neben dem Stoffaustausch schützen die Pilze die Pflanze auch vor dem Eindringen von Bakterien, Viren oder schädlichen Pilzen. Dadurch, dass Pilze ähnlich wie Insekten

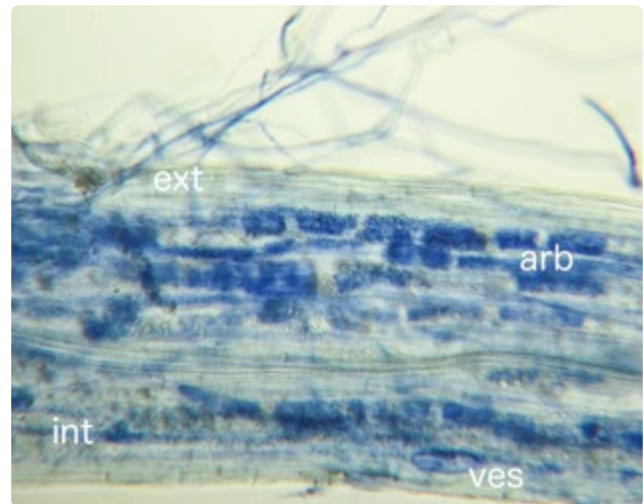


ABB. 1 Angefärbte Wurzel mit Mykorrhizastrukturen: Vesikel (ves), Arbuskel (arb), extraradikale Hyphen, die außerhalb der Wurzel auftreten (ext) und intraradikale Hyphen, die man in der Wurzel findet (int)

als Baumaterial der Zellwände Chitin verwenden – das den Pflanzenwurzeln fehlt –, können diese auch spezifisch und relativ ungefährlich mit Tinte im Unterricht angefärbt werden.

Die Zahl der Pflanzen, die diese Pilzsymbiose aufweisen, ist sehr groß. Nur wenigen Pflanzenfamilien fehlt sie, z. B. den Kreuzblütlern. Auch bei der Mykorrhiza treten unterschiedlich ausgeprägte Formen der Symbiose auf. So sind einige Pflanzen sehr stark auf die Mykorrhiza angewiesen (mykotroph), für andere kann das auch eine fakultative Angelegenheit sein.

Experimente zur Mykorrhiza

Den Ablauf der Unterrichtsreihe gibt das Schaubild (Abb. 2) wieder. Die Anleitungen zu den Experimenten und die Arbeitsaufträge (M1–M6) für die Schülerinnen und Schüler stehen als Download zur Verfügung.^[1]

Ein Parameter, wie man die Vorteile der Mykorrhiza auch im Schulexperiment leicht nachweisen kann, ist die qualitative oder quantitative Abschätzung bzw. Messung der Biomasse nach einer kurzen Zeit des Wachstums mit und ohne Mykorrhiza.

Dazu werden verschiedene Pflanzenarten ausgewählt, in kleine Töpfe mit sterilisiertem Sand eingesät und das Wachstum verfolgt. Die eine Hälfte wird mit einem Pilz-Inokulum (Pilzsporen) infiziert – das sind die Pflanzen mit Mykorrhiza –, die anderen wachsen nur auf sterilem Sand. Hier ist es wichtig, dass die Lehrkraft sehr genau darauf achtet, die beiden Behandlungen getrennt voneinander durchzuführen und zu betreuen. Am Ende werden die Pflanzen geerntet und die Wurzeln eventuell angefärbt. Dadurch kann der Grad der Mykorrhizierung bestimmt werden.

Im experimentellen Teil der Unterrichtseinheit werden Expertengruppen gebildet, die während des Experiments jeweils für eine Pflanzenart mit und ohne Mykorrhiza verantwortlich sind.

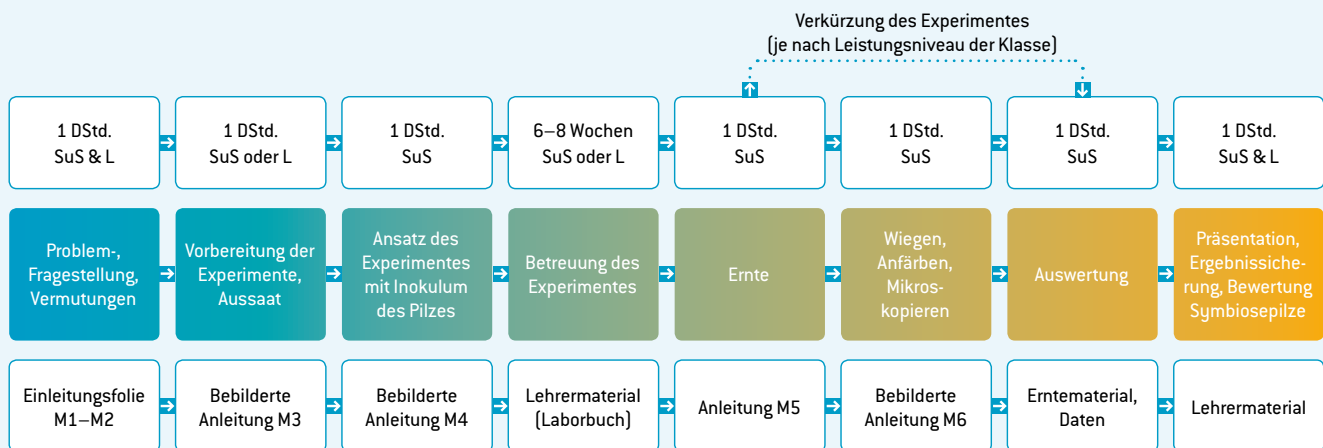


ABB. 2 Ablauf der Unterrichtsreihe (DStd. = Doppelstunde, L = Lehrkraft, SuS = Schülerinnen und Schüler)

Die Ergebnisse der Experimente werden in den jeweiligen Expertengruppen ausgewertet und anschließend im Plenum präsentiert (z. B. Plakat, Präsentation). Die Auswertungen können z. B. an der Tafel in Kurzfassung gesammelt werden. Anschließend wird gemeinsam unter Einbeziehung der zu Beginn der Unterrichtseinheit aufgestellten Hypothesen das Gesamtergebnis der Experimente formuliert. Die Einsatzmöglichkeiten von Symbiosepilzen als Geheimtipp für Hobbygärtner und damit verbessertes Pflanzenwachstum werden diskutiert und bewertet. Hierbei soll auch darauf hingewiesen werden, dass manche Pflanzenarten ohne diese Pilze auskommen oder in manchen für die Pflanze ungünstigen Fällen aus der Symbiose eine Form von Parasitismus werden kann.

Die Betreuung des Experiments, d. h. gießen, düngen, evtl. fotografieren, kann entweder von der Lehrkraft oder den Schülerinnen und Schülern (Einführen eines Labordienstes) übernommen werden. Es bietet sich an, ein Laborbuch zu führen, in dem Einträge wie Gieß- und Düngeprotokolle, besondere Beobachtungen und Fotos dokumentiert werden.

Arbeitsmaterialien für das Wachstumsexperiment

Der Ablauf des Experimentes ist in Abb. 2 dargestellt. Benötigt werden je nach Artenzahl und Auswahl:

- Pikierkisten (wenn nicht direkt in Töpfe eingesät wird)
- kleine Blumentöpfe (Durchmesser 6 cm)
- eine gute Lichtquelle (besonders bewährt hat sich eine Anzucht-Station „Lichtgarten“ aus dem Gärtnereibedarf)
- sterilisierter Sand
- Dünger (stickstoffbetonter Flüssigblumendünger aus dem Handel; $\frac{1}{4}$ der angegebenen Konzentration nach Bedarf wöchentlich)
- Samenmaterial (z. B.: Wegerich (*Plantago lanceolata*), Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), Erbse (*Pisum sativum*), Gänseblümchen (*Bellis perennis*), Hafer (*Avena sativa*) und Senf (*Sinapis alba*). Bei Senf wird als Vertreter der Kreuzblütler keine Reaktion erwartet.
- Pilz-Inokulum

Der Aquariensand kann entweder in der Mikrowelle oder in einem Backofen sterilisiert werden (3 Minuten Mikrowelle, 15 Minuten im Backofen bei 200 Grad). Die gut markierten Töpfe



ABB. 3 Übersicht über das Experiment mit mykorrhizierten Pflanzen (rechts) und nicht mykorrhizierten Pflanzen (links) in einem „Lichtgarten“ im Klassenzimmer



ABB. 4 Effekte der Mykorrhizierung: A. Silbergras, B. Schneckenklee, C. Wegerich (links ohne, rechts mit Mykorrhiza)

(Klebeband mit/ohne Mykorrhiza) werden in einem 10 %-Desinfektionsmittel-Bad von der Lehrkraft vorher sterilisiert. Das Pilz-Inokulum wird mit etwas Sand in ein mit einem Korkbohrer (Durchmesser ca. 1,5 cm, alternativ ein kleines Röhrchen, z. B. abgeschnittene Gardinenstange) ausgestochenes Loch in den Topf eingebracht. Soll das Wachstum quantitativ verfolgt werden, ist ein Trockenschrank oder ein Backofen notwendig. Zum Auswiegen der getrockneten Proben bedient man sich am besten einer Feinwaage aus der Chemie. Die Abb. 3 zeigt das Experiment nach einer kurzen Zeit des Wachstums.

Nach einer gewissen Wachstumszeit, deren Dauer individuell ist und zwischen sechs bis acht Wochen liegt, werden die Pflanzen geerntet. Die Unterschiede können teilweise schon visuell erkannt werden (Abb. 4).

Zur optischen Quantifizierung der Mykorrhizastrukturen und der jeweiligen Verteilung von Hyphen, Vesikeln und Arbuskeln werden die Wurzeln mit einer Tinte-Essig-Lösung angefärbt und anschließend mikroskopiert. Soll nicht quantifiziert werden, können nach der Färbung die unterschiedlichen Strukturen bspw. nur vorgestellt werden.

Arbeitsmaterialien für das Anfärbeexperiment:

- 10% Kalilauge (KOH), 4 Liter pro Klassensatz (ca. 30 Schülerinnen und Schüler)
- 2 Liter Tinte-Essigsäure-Lösung (10% Essigsäure) – Mischungsverhältnis (1 Teil blaue Tinte, 1 Teil Essigsäure, 8 Teile Wasser)
- Einbettkassetten
- Spitzenpapier (erhältlich im Drogeriemarkt)
- Laborabzug (Digestorium)
- Wasserbad (alternativ: großer Kochtopf auf Wärmeplatte)
- Erlenmeyerkolben
- Deckgläschen (24 x 50 mm)
- Objektträger
- Lactoglycerol
- Pipetten
- Mikroskop
- Fadenkreuzokular
- Handschuhe
- Schutzbrille
- Pinzetten
- Scheren

Hinweis: Das angefärbte Wurzelmaterial kann in Mikroreaktionsgefäßen mit Lactoglycerol konserviert und mikroskopische Wurzelpräparate können im Kühlschrank aufbewahrt werden.

Probleme des Experimentes:

- geeignete Pflanzen suchen: Wegerich, Löwenzahn, Hopfenklee, Hafer, Gänseblümchen, Senf, Erbse und kleines Habichtskraut
- Pflanzen sollten am besten unter guter Beleuchtung vorgezogen (Löwenzahn etc.) oder direkt eingesät (Senf, Erbse, Hafer) werden
- geeignete Lichtquelle („Lichtgarten“, nicht Gewächshaus)
- exakte Düngung (Blumendünger laut Vorschrift)

Es muss eine Möglichkeit geben, Sand in der Schule zu sterilisieren und das geerntete Pflanzenmaterial zu trocknen (Mikrowelle oder Backofen). Der Ansatz der ohne Mykorrhizapilze versetzten Proben und der Proben mit Mykorrhizapilzen muss zeitlich hintereinander erfolgen, um eine Kontamination der Versuchspflanzen ohne Mykorrhiza auszuschließen (gute Beschriftung!).

3 | Arbeitsmaterial für Schülerinnen und Schüler

Sie finden für Ihre Schülerinnen und Schüler umfangreiches Material mit Arbeitsanweisungen und Arbeitsblättern zur Bedeutung der Mykorrhiza, zum Versuchsansatz, zur Durchführung, Auswertung usw. zum Download auf der Webseite von Science on Stage.^[1]

4 | Fazit und Ausblick

Es hat einen großen Charme für die Schülerinnen und Schüler zu wissen, dass an der Universität „echte“ Forschende ähnliche Studien durchführen, um zu wissenschaftlichen Erkenntnissen zu kommen. „Forschen wie die Forscherinnen und Forscher an der Uni“ kann sehr motivierend sein.

Das Experiment stellt bei der geeigneten Auswahl der Pflanzenarten und bei der richtigen Beleuchtung (für das Gelingen des Experimentes extrem wichtig!) eine gute Möglichkeit dar, Effekte der Symbiose darzustellen und zu untersuchen. Dabei wird den Schülerinnen und Schülern eine große Bandbreite des Experimentierens und des eigenverantwortlichen Betreuens eines Experimentes aufgezeigt. Außerdem werden Kenntnisse in der Datenaufbereitung vermittelt.

Für weitere Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen wird wie bei diesem Projekt die einfache Umsetzung der Experimente mit den den Schulen zur Verfügung stehenden Mitteln immer im Vordergrund stehen und der limitierende Faktor bleiben. Es liegt dabei meistens an der Kreativität und dem Engagement der kooperierenden Lehrkraft, diese Umsetzung möglich zu machen.

Quellen und hilfreiche Links

^[1] Alle Zusatzmaterialien finden Sie unter

www.science-on-stage.de/teachers-scientists_materialien.

→ Mykorrhiza Tutorial des Instituts für Pflanzenbiochemie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg:

www.ipb-halle.de/myk/

→ Waldwissen (Mykorrhiza – eine faszinierende Lebensgemeinschaft im Wald): www.waldwissen.net

Kontakt

→ **Dr. Tom Steinlein**

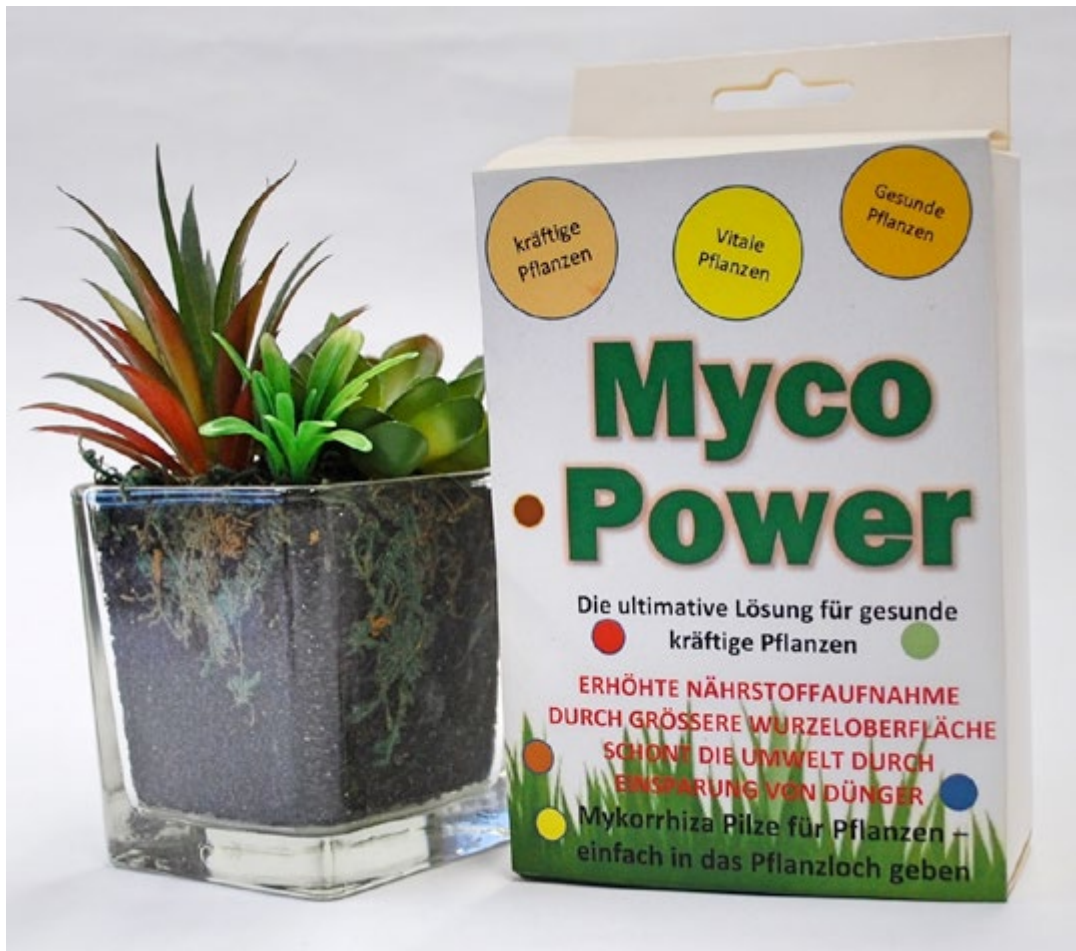
tom.steinlein@uni-bielefeld.de

→ **Melanie Wittland**

wittland@gymnasiumheepen.de

M1-M2: Mykorrhiza – Symbiose aus Pilz und Pflanze

+++ Gartennews +++ Hobbygärtner aufgepasst +++ Geheimtipp



Aufgaben:

1. Nenne die Vorteile, die der Einsatz von Mykorrhizapilzen für Pflanzen im Garten haben soll.
2. Diskutiert die Überschrift „Ein Geheimtipp für Hobbygärtner“.
3. Stelle Vermutungen (Hypothesen) auf wie sich Pflanzen mit den Mykorrhizapilzen im Vergleich zu Pflanzen ohne die Mykorrhizapilze entwickeln. Ergänze deine Vermutungen durch Zeichnungen.

M3: Die Aussaat

Der Text benennt die Materialien, die ihr für die Aussaat benötigt. Zusätzlich wird erklärt wie Pflanzensamen ausgesät werden. Die Bilder ergänzen den Text.

Material:

Sand (steril, angefeuchtet)

Aussaatkiste

Saatgut

Pflanzschild

Bleistift



Hinweis: Vor der Aussaat Hände waschen!

Durchführung:

1. Füllt die Aussaatkiste mit Sand.
2. Streut das Saatgut gleichmäßig auf den Sand.



3. Bedeckt das Saatgut mit etwas Sand.
4. Beschriftet das Pflanzschild mit dem Pflanzennamen und dem Aussaatdatum.



M4: Das Ansetzen des Experimentes

Der Text nennt die Materialien, die ihr für das Ansetzen des Experimentes benötigt. Zusätzlich wird erklärt wie ihr die jungen Pflanzen aus der Aussaatkiste entnehmt und einzeln in die Töpfe mit bzw. ohne Mykorrhizapilze pflanzt. Die Bilder ergänzen den Text.

Material:

Sand (steril, angefeuchtet)

Pflanztopf (beschriftet, Durchmesser 6 cm)

Gardinenstange (Länge 9 cm, Durchmesser 1,5 cm)

Sand (steril, trocken und gesiebt)

Mykorrhizapilze

Evtl. Holzspatel und Pinzette



Hinweis: Vor dem Experimentieren Hände waschen! Erst die Experimente ohne Mykorrhiza ansetzen!

Durchführung:

1. Füllt den Pflanztopf bis zum oberen Rand mit dem sterilen und angefeuchteten Sand. Drückt dabei den Sand gut fest.

2. Klopft den Pflanztopf kurz auf den Tisch. Ist der Topf danach nicht mehr bis zum Rand gefüllt, müsst ihr noch einmal Sand nachfüllen und erneut den Sand gut festdrücken. Der Sand muss mit dem Rand des Topfes abschließen. In der Mitte darf sich kein Sandberg bilden.



3. Drückt nun die Gardinenstange in die Mitte des Topfes bis auf den Topfboden.



4. Zieht die Gardinenstange vorsichtig aus dem Topf.

5. Ihr habt nun ein Pflanzloch „ausgestanzt“.



6. Löst vorsichtig, evtl. mit einem Spatel, eine junge Pflanze aus eurer Aussaatkiste.

7. Haltet die junge Pflanze vorsichtig entweder mit der Hand oder mit einer Pinzette in das Pflanzloch. Die Wurzel muss komplett im Pflanzloch sein. Die Pflanze darf nicht verletzt werden.



8. Gebt nun in das Pflanzloch den sterilen und gesiebten Sand (Kontrollexperiment) bzw. die Mykorrhizapilze.

9. Füllt das Pflanzloch komplett auf.



M5: Die Ernte

Der Text nennt euch die Materialien, die ihr zusätzlich zu den Töpfen mit den Pflanzen für die Ernte benötigt. Der Text beschreibt die einzelnen Schritte der Ernte. Die Bilder ergänzen den Text.

Material:

2 Plastikkisten (1 Kiste wird mit Leitungswasser gefüllt)

1 Schere

Papiertüten, z. B. Butterbrottüten (2 Tüten je Pflanze)

Bleistift



Durchführung:

1. Notiert auf beide Papiertüten jeweils den Namen der Pflanze und die Behandlung.

2. Schreibt auf einer dieser Tüten „Blätter“, auf der anderen Tüte „Wurzeln“.

3. Erntet zuerst die Pflanzenteile oberhalb des Bodens. Schneidet dazu Pflanzenteile oberhalb des Bodens (Blätter, Sprossachse) mit der Schere ab.

4. Gebt die oberirdischen Pflanzenteile in die Tüte mit der Aufschrift „Blätter“.



5. Schüttet nun vorsichtig den Sand mit den verbliebenen Wurzeln aus dem Topf in die Schale.



6. Befreit die Wurzeln von dem Sand.

7. Spült den sehr wenigen restlichen Sand von den Wurzeln mit Wasser ab.

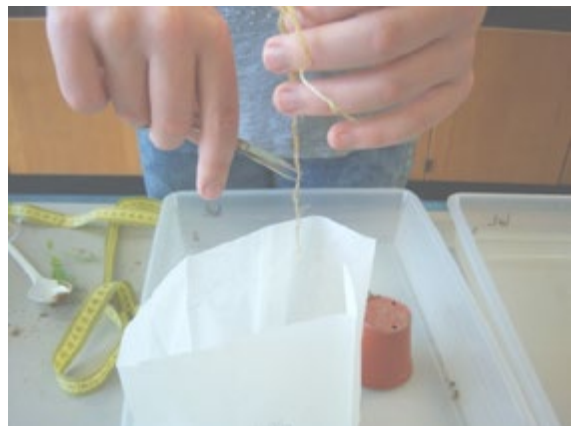


8. Schneidet die Wurzeln in 1-2 cm große Stücke.

9. Gebt die Wurzelstücke in die Tüte mit der Aufschrift „Wurzeln“.







10. Säubert euren Arbeitsplatz sorgfältig.

11. Erntet die nächste Pflanze: Beginnt wieder bei 1.



M6-1: Das Anfärben der Wurzeln

Der Text nennt die Materialien, die ihr für das Anfärben der Wurzeln benötigt. Zusätzlich wird schrittweise erklärt wie ihr die geernteten Wurzeln anfärbt. Die Bilder ergänzen den Text.

Mindeststandard RISU-NRW III - 2.4.5	 Schutzbrille	 Handschuhe	 Abzug	 Geschl. System	 Lüften	 Brandschutz	Weitere Maßnahmen Schutzkleidung: Laborkittel
X	X	X	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x

Material:

Papiertüten mit den geernteten Wurzeln

Spitzenpapier, Einbettkassetten, Bleistift

Nicht hier im Bild: 2 Erlenmeyerkolben 500 ml,

Trichter, Tinte-Essig-Lösung, Wärmebad,

Wasser (VE oder Leitungswasser), Lactoglycerol

mit Pipette, 1,5 ml Reaktionsgefäße (Eppen-

dorf), 10%ige KOH



Durchführung:

1. Beschriftet die Einbettkassetten.
2. Schlagt die Wurzelstücke in kleine Couverts aus Spitzenpapier ein.
3. Legt die Couverts in die passend beschrifteten Einbettkassetten und verschließt sie.



5. Gebt die vorbereiteten Einbettkassetten in einen mit 10%iger KOH (Sicherheitshinweis beachten!) gefüllten Erlenmeyerkolben.



6. Die Wurzelstücke in den Einbettkassetten werden nun für 10 min in 10%iger KOH bei 90°C in einem Wasserbad „gekocht“.

7. Gebt die Einbettkassetten in den Trichter und spült sie mehrmals mit Wasser.



8. Gebt die Einbettkassetten in einen Erlenmeyerkolben und gebt Tinte-Essig-Lösung hinzu.



9. Die Wurzelstücke in den Einbettkassetten werden nun für 15min in der Tinte-Essig-Lösung bei 90°C in einem Wasserbad gefärbt.

10. Die Einbettkassetten werden erneut mit Wasser gespült. Spült die Einbettkassetten so lange mit Wasser bis sich das Wasser nicht mehr blau färbt.

12. Beschriftet die Reaktionsgefäße passend.

13. Entnehmt mit einer Pinzette die gefärbten Wurzelstücke aus der Einbettkassette und dem Spitzenpapier.

14. Gebt nun mit einer Pinzette die gefärbten Wurzelstücke in die passenden Reaktionsgefäße.



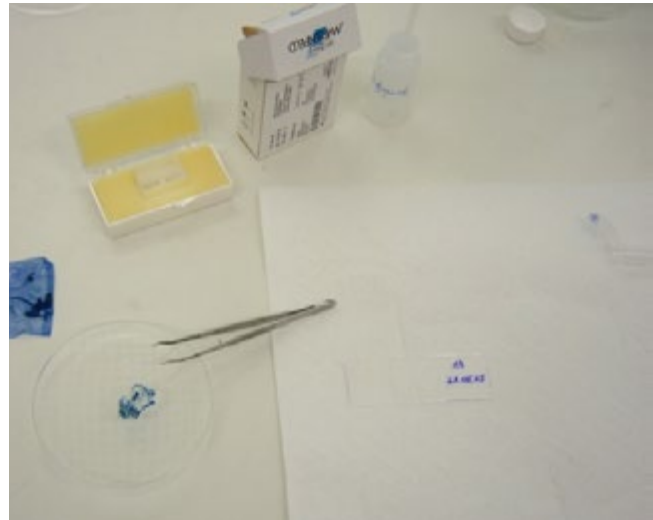
15. Füllt die Gefäße zur Konservierung mit Lactoglycerol. Nutzt die Pipette dazu.

M6-2: Das Mikroskopieren der angefärbten Wurzeln

Der Text nennt euch die Materialien, die ihr für das Mikroskopieren der angefärbten Wurzelstücke benötigt. Zusätzlich wird erklärt wie ihr die angefärbten Wurzelstücke präpariert und anschließend mikroskopiert. Die Bilder ergänzen den Text.

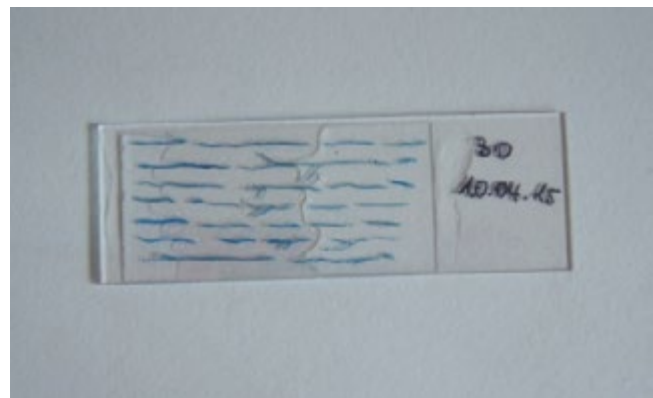
Material:

- Angefärbte Wurzelstücke
- Objektträger mit Deckgläsern (24x50 mm)
- Lactoglycerol mit Pipette
- Pinzette
- Wasserfester Stift
- Mikroskop

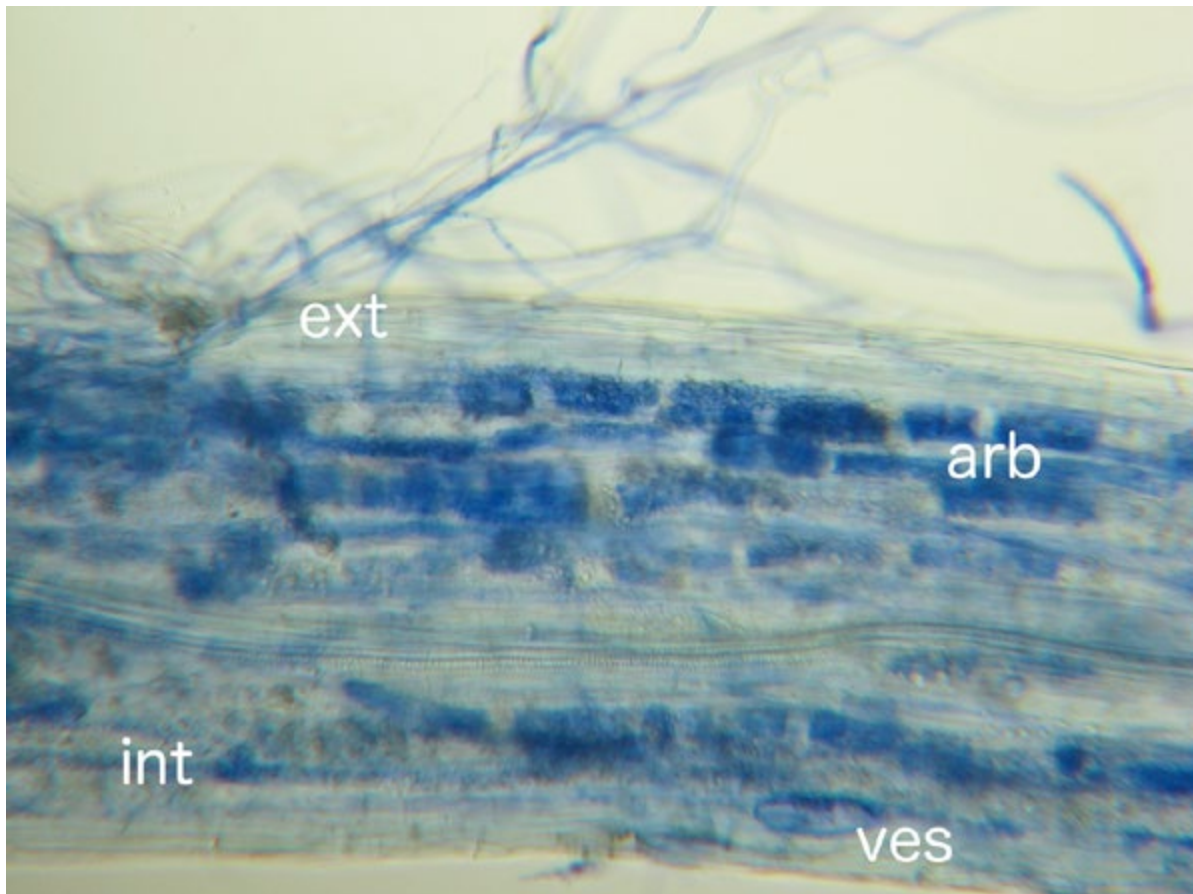


Durchführung:

1. Beschriftet die Objektträger passend.
2. Legt mit einer Pinzette die einzelnen Wurzelstücke „in Zeilen“ auf den passenden Objektträger. Die Wurzeln dürfen nicht übereinander liegen!
3. Legt nun vorsichtig das Deckglas auf.
4. Mit der Pipette tropft ihr nun vorsichtig etwas Lactoglycerol an den Rand des Deckglases.



5. Die Objektträger mit den gefärbten Wurzelstücken werden mikroskopiert: Verschafft euch erst bei der kleinsten Vergrößerung einen Überblick. Mikroskopiert dann die gefärbten Wurzelstücke bei 200facher Vergrößerung. Was könnt ihr entdecken?
6. Vergleicht das Bild unter dem Mikroskop mit der unteren Abbildung. Wie viele Vesikel und Arbuskel könnt ihr entdecken?



Angefärbte Wurzel mit Mykorrhizastrukturen: Vesikel (ves), Arbuskel (arb), extraradikale Hyphen, die außerhalb der Wurzel auftreten (ext) und intraradikale Hyphen, die wir in der Wurzel finden (int)

Impressum

Entnommen aus

Teachers + Scientists: Für Wissenschaft begeistern

Herausgeber

Science on Stage Deutschland e. V. (SonSD)
Poststraße 4/5
10178 Berlin

Koordinatoren-Team

Helga Fenz, Robert-Havemann-Gymnasium Berlin,
Vorstand SonSD
Christian Karus, Andreas-Vesalius-Gymnasium Wesel
Dr. Tom Steinlein, Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie

Gesamtkoordination und Redaktion

Karoline Kirschner, Projektmanagerin SonSD
Stefanie Schlunk, Geschäftsführerin SonSD

In Kooperation mit

Stiftung Jugend forscht e. V.

jugend  **forscht**

Hauptförderer von Science on Stage Deutschland e. V.

think
INGU.
Die Initiative für
Ingenieurnachwuchs

Text- und Bildnachweise

Die Autorinnen und Autoren haben die Bildrechte für die Verwendung in dieser Publikation nach bestem Wissen geprüft und sind für den Inhalt ihrer Texte verantwortlich.

Gestaltung

WEBERSUPIRAN.berlin

Illustrationen

Heike Kreye

Bestellungen

www.science-on-stage.de
info@science-on-stage.de

Creative-Commons-Lizenz: Namensnennung, nicht-kommerziell, Weitergabe unter gleichen Bedingungen



1. Auflage 2017

© Science on Stage Deutschland e. V.

Sie haben auch Interesse an einer Kooperation zwischen Lehrkräften und Forschenden? In unserem Leitfaden finden Sie praktische Tipps und Hinweise zur Umsetzung: www.teachers-and-scientists.de.