Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal =

Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 55 (1904)

Heft: 5

Artikel: Die Mykorhizen und ihre Aufgabe in der Ernährung der Waldbäume

Autor: Jaccard, Paul

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-764189

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

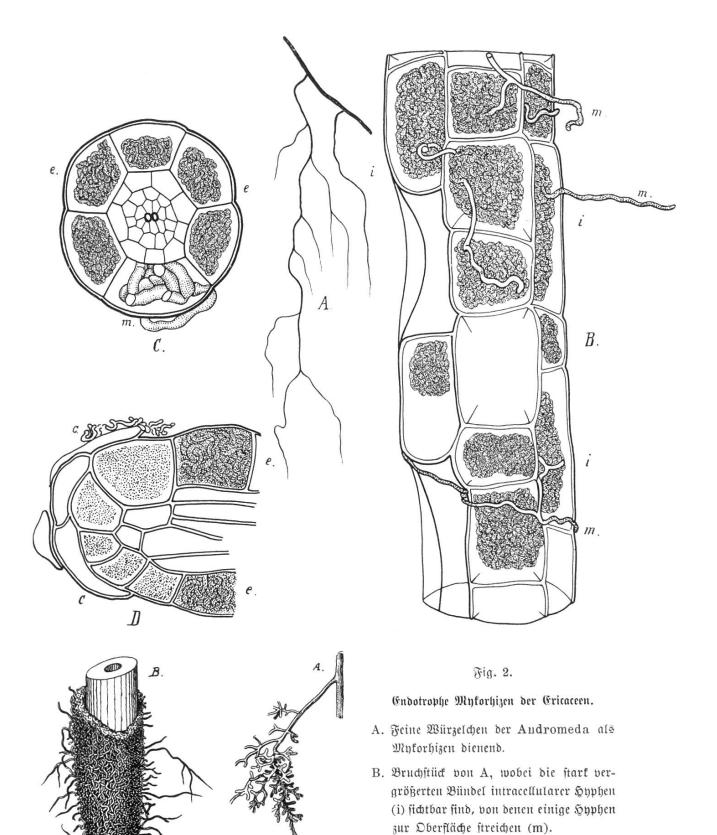
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 01.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch



C. Querschnitt derselben Wurzel: (e) Epi= dermiszellen mit intracellularen Hyphen= bündeln angefüllt; (m) Hyphe an die

bündeln angefüllt; (m) Hyphe an die Oberfläche tretend.

D. Längsschnitt berselben Burgel bis jur Spige; (c) Überzug mit äußeren Hpphen.

(Nach Frant. L. S. del.)

Fig. 1. A. Eftotrophe Mykorhizen der Buche. B. Mycel-Hülle am Ende einer Mykorhize. (Nach Pfeffer, L. Schröter del.)

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

Organ des Schweizerischen Forstvereins

55. Jahrgang

Mai 1904

Nº 5

Die Mykorhizen und ihre Aufgabe in der Ernährung der Waldbäume.

Nach Herrn Dr. Paul Jaccard, Professor am Polytechnikum, aus dem "Journal forestier suisse" im Auszug übersetzt.

Frank gebrauchte den Ausdruck Mykorhiza erstmals im Jahre 1885 "für die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernähr= ung gewisser Waldbäume durch unterirdische Pilze," wobei die Faserwurzeln der ersteren mit dem Mycelium der letzteren zu einer morphologischen Einheit verwachsen.

Schon vor diesem Autor haben Th. Hartig, Gasparini, Gibellini, P. E. Müller, Kasmienski und Clias Fries Mykorhizen besichrieben.

Die Struktur der Mykorhizen liegt zwisschen zwei sehr verschiedenen Typen, dem ektotrophen und dem endotrophen. Bei jenem umhüllt das Pilzmycel die Wurzel, bei diesem wuchert das Mycel im Innern der Wurzelrindenzellen.

Ektotrophe Mykorhizen finden sich bei den Koniferen und Kupuliseren, endotrophe bei Ericaceen, Vaccinien und Orchideen.

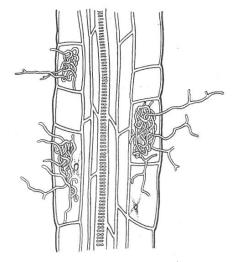


Fig. 3. Endotrophe Mytorhizen des Heides frantes mit peripherischen Hyphen.

Die Mykorhizenbildung ist sehr weit verbreitet.

Aber das biologische Verhalten der Mykorhizen.

Auf verschiedene Beobachtungen gestützt, glaubte Frank, die ektotrophen Mykorhizen hätten die Aufgabe, für ihre Wirtspflanzen die organischen, kohlenstoffhaltigen Verbindungen des Humus aufzu-

nehmen, und die endotrophen Mykorhizen würden auf dem Wege einer Art Verdauung ihr Eiweiß an die Wirtspflanzen abgeben. Frank nannte letztere pilzverdauende Pflanzen.

In seinem "Sinn der Mykorhizen bildung" kommt Stahl zum Schluß, die Mykorhizen seien in enger Beziehung zur Aufnahme mineralischer Nahrung aus dem Boden, und weist darauf hin, daß in der Regel die Mykorhizen im humosen Boden häufig und im

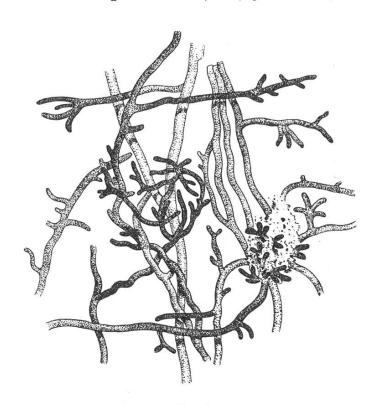


Fig. 4. Ektotrophe Mykorhizen der Kiefer, die vom Humus losgelöft find, der an ihnen haftete. (Nach Frank, L. S. del.)

mageren Boden selten seien. Dieser Forscher stellt fest, daß die Mykorhyzen= gewächse meistens schwache Wasserzirkulation und die= jenigen ohne Mykorhizen im Gegensatz eine reichliche Transpiration zeigen, daß die ersteren Pflanzen hohen Zuckergehalt, die letzteren viel Stärkemehl ausweisen.

So sind die Orchis= arten zuckerhaltig und mit Mykorhizen versehen, die Cypripedien dagegen stärkemehlhaltig und ohne Mykorhizen. Erstere tran= spirieren wenig, letztere viel.

Stahl vertritt die Hypothese, die Mykorhizengewächse seien Arten mit schwacher Transpiration und unfähig, aus eigener Tätigkeit dem Boden die nötigen Nährsalze zu entnehmen. Pilze und Pflanzen mit starker Zirkulation seien in dieser Beziehung im Vorzug, die Mykorhizenpflanzen seien darauf angewiesen, sich mit Pilzen in Symbiose zu sehen, die viel Wasser aufzunehmen imstande seien. Dieser Autor weist darauf hin, daß die Mykorhizengewächse keine Stickstoffverbindungen zeigen, wo die andern Pflanzen auf dem nämlichen Boden reich darau seien, daß jene Arten wenig, diese stark aschenhaltig seien.

Diese Hypothese trifft in vielen Fällen zu, in andern aber nicht, letzteres z. B. bei den endotrophen Mykorhizen.

Über lettere erschienen "Studien an der endotrophen My-

forhiza von Neottia Nidus avis" von W. Magnus. Früher nahm man an, diese Morophylose Spezies absorbiere die humosen Kohlenstoffverbindungen ledig= lich durch das Mittel der Mykorhizen. Dem widerspricht Magnus und weist darauf hin, daß hier die Mykorhizenhyphen das Wurzelinnere bewohnen und mit der Wurzelumgebung wenig Beziehungen haben, daß diese Suphen verschieden be= schaffen sind, je nachdem sie der 4. oder der 3. und 5. Zellschicht des Eroderms angehören. Üußerere oder innerere Schichten als diese drei halten nie Hyphen.

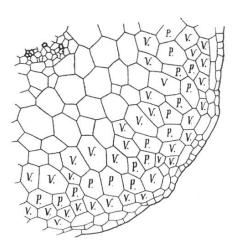


Fig. 5. Berteilung der Pilzwirtszellen P und der Berdanungszellen V in den Mykorhizen von Neottia Nidus avis. (Nach W. Magnus.)

Die Hyphen der 4. Zellschicht sind zu einem kugeligen Bündel zusammengerollt und bilden eigentliche, zur Nahrungsaufnahme geeignete

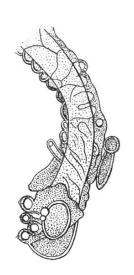


Fig. 6. Rindenhuphe als Hülle des Bündels in den Pilzwirtszellen. (Nach Magnus.)

Haustorienhyphen. Sie bleiben auch nach dem Tod der Wurzeln in den Zellen am Leben und überwintern da. Magnus nennt daher die letzteren Pilzwirtszellen.

Die Hyphen der 3. und 5. Zellschicht, den Pilz= verdauungszellen, sind im Stadium der Auf= lösung, als ob sie vom Zellplasma angegriffen würden.

Magnus ist der Ansicht, bei Neottia finde Kampf zwischen Pilz und höherer Pflanze statt, was beiden Nuten bringe: die Orchidee nimmt durch das Mittel der Verdauungszellen die im Pilz reichlich vorhandene Nahrung auf; dieser lebt in den Wirtszellen und bildet da seine Überwinterungsorgane.

(Nach Magnus.) So gewissenhaft die Untersuchungen von Magnus gemacht wurden, so ungenügend erklären sie die Bedeutung der Vilzwirtszelle.

In einem bedeutungsvollen Werk "Die Wurzelendophyten

einiger javanischer Pflanzen" wirft Janse neues Licht auf die Endophyten der chlorophyllhaltigen Gewächse. Da wird gezeigt, wie bei den Leguminosen, den Erlen, Kiefern usw. der Endophyt die

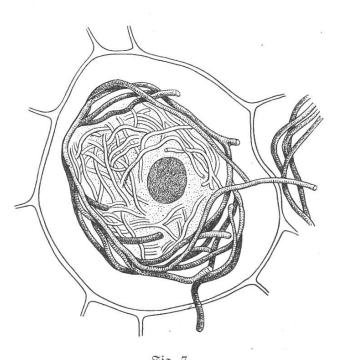


Fig. 7. Pilzwirtszelle der Neottia. (Nach Magnus.)

Wurzel durchdringt und in die tiefer liegenden Gewebe hinein wächst, alle Nahrung führenden Zellen belegt, die er begegnet, dagegen diejeni= gen meidet, welche Kristalle, Gerbstoff, Harz oder Chloro= phyll enthalten, auch wenn da Nahrungsstoffe zugegen find. In den belegten Zellen zehrt der Pilz das Stärkemehl auf. Andere Veränderungen erleiden diese nicht. Janse glaubt, der En= dophyt sei befähigt, den freien Stickstoff der die Interstizien

füllenden Luft zu assimilieren, wie das die Organismen der Wurzelstnötchen bei den Erlen, Leguminosen und wie das Clostridium Pasteurianum gegenüber dem atmosphärischen Stickstoff tun.

Das Verhalten von Clostridium ist sehr lehrreich. Dieses gedeiht bestens in Nährlösungen, denen Stickstoffverbindunsgen sehlen, weil es den Stickstoff der Luft zu assimilieren imstande ist, falls andere Mikroben zugegen sind, die ihm gegen den Sauerstoff Schutz gewähren. Die letztern maschen sich als Gegenleistung den vom Clostridium aufgenommenen Stickstoff nutbar.

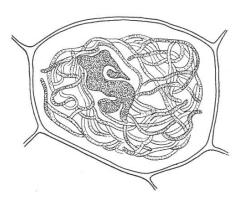


Fig. 8. Berbauungszelle der Neottia, wo die Zersetzung der Hyphen und die Beränderung des Zellferns sichtbar wird. (Nach Magnus.)

Ein ähnliches symbiotisches Verhältnis besteht bei den Kefyrkörnern, wo Saccharomyces Kefyr, eine die äußere Schicht des Kornes bildende Hefe, den Bacillus caucasicus, der sich im Korninnern befindet, gegen den äußern Sauersstoff schützt.

In ähnlicher Weise scheint bei Erlen, Leguminosen usw. in den Wurzelknötchen der Sauerstoff beseitigt zu werden. Mehrere Forscher nehmen an, das Rhizobium der letztern Familie assimiliere den atmosphärischen Stickstoff in einer Umgebung mit wenig Sauerstoff, entsnehme zugleich den Wurzeln der Wirtspflanze Kohlenhydrate und bilde die eiweißreichen Bakterien, die der Wirtspflanze als Stickstoffsreserve dienen. Die Analogie mit den endotrophen Mykorhizen, wie sie Janse beschreibt, ist auffällig.

Der Sauerstoff wird auf verschiedene Art beseitigt. Bald entwickeln sich die Hyphen so reichlich in den Interstizien, daß die Luftzirkulation gehemmt wird. Wo jene in das Zelleninnere treten, bilden sie dichte Bündel und füllen die Zellen derart aus, daß der Sauerstoff bald verschwindet.

Die Tatsache, daß die Endophyten Chlorophyllzellen meiden, auch wenn diese viel Nahrungsstoffe führen, ist ein fernerer Beweis für die Sauerstofffeindlichkeit dieser Pilze.

Neulich hat P. C. Müller die Funktion gewisser Mykorhizen, den atmosphärischen Stickstoff zu assimilieren, im Werk: "Über das Vershältnis der Bergkieser zur Fichte in den jütländischen Heidekulturen" beleuchtet. Auf dem Sand der Ostküste, wo erst kürzlich das Heidekraut Plat genommen hat, gedeiht die Rottanne in reinem Bestand, währenddem auf alten Heideslächen der Westküste die reinen Fichten überall zugrunde gehen.

Zusatz von Pottasche, Kalk und Phosphorsäure hilft da nichts, wohl aber Beimischung von Pinus montana (Bergkiefer), was der Fichte prächtiges Gedeihen verleiht.

Daß diesem Verhalten der Kottanne allein der alte Heideboden und weder Klima noch andere äußere Einflüsse zugrunde liegen, ist bewiesen, indem diese Holzart auf kleinen Inseln, die früher Eichen trugen, und wo der Boden noch nicht "verheidet" ist, gut wächst.

Im Osten, wo die Fichte gedeiht, zeigt sie üppige Mykorhizen= bildung, die innig mit dem Boden verwächst. Die absterbenden Be= stände haben wenig Mykorhizen und alle Merkmale des Stickstoff= hungers. Die Mykorhizen sind dem verschiedenen Verhalten von Fichte und Bergkiefer nicht fremd. P. C. Müller stellt auf den Wurzeln der letzeteren zwei Mykorhizenformen fest.

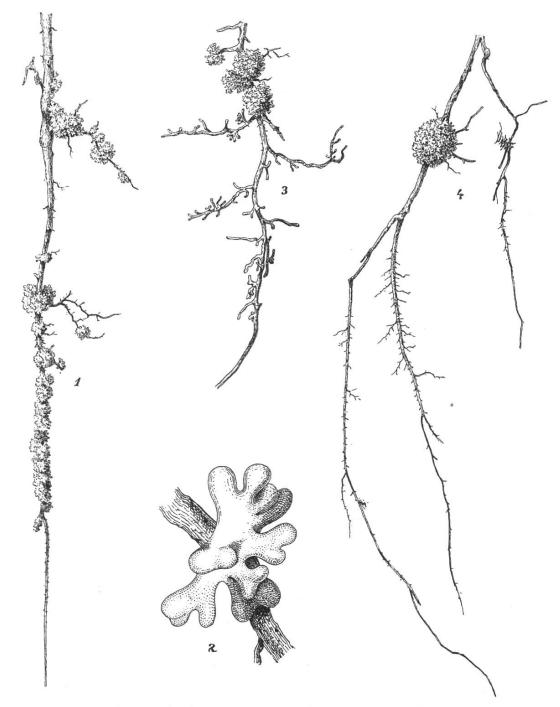


Fig. 12. Die Myforhigen der Bergfiefer, nach P. G. Müller.

1. Triebwurzel mit Dichotomen Mykorhizen (8/4 nat. Größe). — 2. Dichotome Mykorhiza vergrößert (10/1 nat. Größe). — 3. Wurzel, oben mit Dichotomen, unten mit racemösen Mykorhizen (6/7 nat. Größe).

4. Wurzel mit hegenbesenförmigen Mykorhizen (1/2 nat. Größe).

Die erste Form zeigt eine Hauptachse mit kurzen Nebenachsen. Sie sehen gewöhnlichen Wurzeln gleich und haben ausgesprochene Form einfacher Trauben.

Die zweite Form stellt kleine Auswüchse dar, die sich zu warzensartigen Knötchen entwickeln und die jungen Wurzeln mehrere Zentismeter lang überziehen. Gewöhnlich fallen die Knötchen ab, wenn sie 3—5 mm Durchmesser erreicht haben, oft aber wachsen sie zu einer Art kleiner Hezenbesen von einigen Zentimetern Durchmesser aus. Diese zweite Form kommt auf Kiefernarten, Podocarpus, Juniperus, Cupressus usw., nicht aber auf der Fichte vor. Wo Humus sehltskommt nur die zweite Form, wo Humus zugegen ist, kommen beide Formen vor.

Wo dem Sand Humus fehlt, ist kein Stickstoff im Boden, und man ist berechtigt, anzunehmen, daß die Mykorhizen der zweiten Form dem Boden den nötigen Stickstoff zu liefern berusen seien. Damit ist bewiesen, daß die Kiefern den Boden bessern, wie das von den Lezguminosen längst bekannt ist. Das wird auch den Umstand erklären, daß Eiche und Buche unter Kiefern auf magern Sand Plaz nehmen und gut gedeihen. Neben Schuzwirkung wird die Kiefer den zwei ersten Bäumen Stickstoffdüngung zu teil werden lassen.

Die letztere Fähigkeit macht Pinus und Robinia zu Vorläufern der eigentlichen Bestockung auf sterilem Sand der mittel= und süd= europäischen Küstengebiete tauglich.

Eine ähnliche Kolle schreibt Fankhauser der Weißerle auf den sterilen, sandigen Schuttkegeln zu.

Helms glaubt, die Birke wirke unter gewissen Umständen ähnlich auf die Rottanne.

Alle diese Beobachtungen haben theoretisch und praktisch hohe Bedeutung. (Schluß folgt.)



Die Witterung des Jahres 1903 in der Schweiz.

Von Dr. R. Billwiller, Direktor der schweiz. metcorologischen Zentralanstalt. (Schluß.)

Der Oktober war ein milder, aber teilweise regnerischer Monat. In der Nord- und Zentralschweiz kam das Temperaturmittel um 1—2 Grad über das normale Oktobermittel zu stehen, im Süden des Landes war der Wärmeüberschuß etwas geringer. In der ersten