

Das Mykorrhiza-Problem bei der Nachzucht verschiedener Holzarten

Autor(en): **Göbl, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **118 (1967)**

Heft 5

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-764293>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Das Mykorrhiza-Problem bei der Nachzucht verschiedener Holzarten

Von F. Göbl, Imst

(Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien, Außenstelle Innsbruck)

Oxf. 181.351:232

Einleitung

In den letzten Jahren wurde auch in den Alpenländern die Forstpflanzennachzucht in den meisten Privatbetrieben und forstlichen Organisationen durch technische Verbesserungen der Kulturverfahren rationalisiert. Gleichzeitig ist eine Tendenz zur Produktion *qualitativ hochwertiger* Pflanzen zu erkennen, welche den Forderungen der Forstwirtschaft nach hohem Anwuchserfolg und raschem Pflanzenwachstum gerecht werden — Forderungen, die besonders für die Hochlagenaufforstung aktuell sind. Es sei unter anderem auf die Veröffentlichungen von Surber, Schmid und Riedel (1964) verwiesen.

Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung, besonders in bezug auf Provenienzen, Pflanzenernährung, Wurzelwachstum, Herbizideinsatz, Pflanzenschutz und anderes mehr, finden in zunehmendem Maße Anwendung im praktischen Betrieb.

Im Zusammenhang mit der Pflanzenernährung und der angestrebten Qualitätsverbesserung gewinnt die *Mykorrhiza* immer mehr Bedeutung für die Pflanzennachzucht.

Im folgenden möchte ich über einige Probleme und Ergebnisse der Mykorrhiza-Forschung berichten.

Zunächst soll eine kurze Zusammenfassung das Wesentliche der mykotrophen Ernährung in Erinnerung bringen:

Unter *Mykorrhiza* verstehen wir die weit verbreitete Symbiose zwischen Pilzen und den Wurzeln höherer Pflanzen.

Bei unseren Waldbäumen dominiert die sogenannte *ektotrophe* Mykorrhiza, bei der die Pilzhyphen einen mehr oder weniger dichten Mantel um die Kurzwurzeln bilden. Die nahrungsaufnehmende Oberfläche der Wurzel wird durch das Hyphengeflecht, das einerseits zwischen den Zellen in die Wurzel hineinwächst, andererseits in den Boden ausstrahlt, enorm vergrößert.

Der Mykorrhiza-Pilz besitzt die Fähigkeit, Nährstoffe aus dem Boden aufzunehmen, und zwar auch Verbindungen, die der unverpilzten Pflanzenwurzel nicht zugänglich sind.

Der Nährstofftransport aus dem Boden in die Pflanze wird, je nach Intensität der Wurzelverpilzung, vorwiegend oder zur Gänze durch den Pilz vermittelt (Harley, 1952).

Diese Vermittlerrolle wird zum Beispiel recht gut durch das Bild einer gesunden Föhrenwurzel veranschaulicht (Abb. 1), deren sämtliche absorptionsfähigen Kurzwurzeln durch den Pilzmantel sozusagen vom Boden «isoliert» sind.

Die ektotrophe Mykorrhiza wird vorwiegend von höheren Pilzen gebildet; sie können in verschiedenem Grade auf bestimmte Holzarten, Gattungen oder Familien spezialisiert sein.

Innerhalb der Areale der Symbiosepartner sind Mykorrhiza-Pilze in Böden waldreicher Gebiete meist reichlich vertreten. Ihre Zahl, vermutlich auch ihre Virulenz, verringert sich gegen die Grenzen ihres Vorkommens, unter mehr oder weniger extremen ökologischen Verhältnissen, seien diese natürlich, wie an der alpinen Baumgrenze, oder sekundär hervorgerufen durch den Einfluß menschlicher Wirtschaft und Technik.

Bedeutung der Mykorrhiza für die Pflanzennachzucht

Die Bedeutung der Mykorrhiza für die Forstpflanzennachzucht wurde bereits zu Beginn dieses Jahrhunderts erkannt. Damals mißlangen Nachzucht- und Aufforstungsversuche in Steppen und Prärien, die lange Zeit entwaldet waren. Die Mißerfolge wurden im wesentlichen auf das Fehlen *geeigneter* Mykorrhiza-Pilze in den waldentfremdeten Böden zurückgeführt, somit auf das Fehlen oder die starke Verzögerung der Wurzelverpilzung. Von unverpilzten oder schlecht verpilzten Wurzeln werden entsprechend weniger Nährstoffe aufgenommen, die Pflanzen wachsen überhaupt nicht oder sie kümmern.

Sobald durch Einbringen von Mykorrhiza-Pilzen in den Boden — sei es durch Walderde, gezüchtete Pilzkulturen oder andere Methoden — eine Mykorrhiza-Bildung gefördert wurde, die Pflanzen also eine biologische Starthilfe erhielten, konnten sie sich auch auf extremen Standorten behaupten.

(Literaturzusammenfassungen siehe Bergemann, Lobanow.)

Seither haben Erfahrungen und Experimente vieler Forscher gezeigt, daß eine gute Mykorrhiza-Ausbildung auch unter den weitaus günstigeren Lebensbedingungen, wie wir sie zum Beispiel in unseren Forstgärten vorfinden, von wesentlichem Vorteil für eine gute Pflanzenentwicklung ist.

Da bei allen Holzarten, die eine ektotrophe Mykorrhiza ausbilden, die Nahrungsaufnahme hauptsächlich auf dem Umweg über den Pilz erfolgt, *liegt das eigentliche «Mykorrhiza-Problem» bei der Pflanzennachzucht darin, für die Mykorrhiza-Ausbildung günstige Bedingungen zu schaffen, und zwar durch Förderung der geeigneten Pilze.*

Diese Maßnahmen zur Förderung der Mykorrhiza-Pilze sind im *Prinzip* für die verschiedenen Holzarten gleich. Es scheint daher zweckmäßig, sie allgemein zu behandeln, da eine Berücksichtigung lokaler Besonderheiten der Nachzuchtgärten dem zuständigen Praktiker oder auch dem Spezialisten überlassen bleiben muß.

Die Mykorrhiza-Ausbildung bei verschiedenen Holzarten

Ausgedehnte Mykorrhiza-Untersuchungen an Jungpflanzen, vorwiegend bei Fichte, Zirbe, Föhre, Lärche, Tanne und auch bei einigen Laubhölzern, haben gezeigt, daß unverpilzte Pflanzen praktisch nicht vorkommen.

Die Mykorrhizen weisen, vermutlich unter dem Einfluß der vom Pilz abgegebenen, auxinähnlichen Stoffwechselprodukte, verschiedene *morphologische Differenzierungen* auf, die für manche Holzarten recht charakteristisch sein können:

Dichotome Verzweigung der Mykorrhizen ist in der Regel bezeichnend für die Gattung *Pinus*. Wir unterscheiden zwei Wuchsformen:

Gabelmykorrhizen: Sie sind einfach oder mehrfach verzweigt oder stehen in dichten Büscheln. Bei unseren einheimischen *Pinus*-Arten zeigt die Waldföhre zarte Formen, während die Mykorrhizen der Zirbe verhältnismäßig robust sind (Abb. 1, 3).

Knollenmykorrhizen: Dicht gedrängte (gestauchte) Gabelbüschel sind zusätzlich von einem (häufig identischen) Pilzmantel umhüllt (Abb. 4).

Ähnliche Formen sollen auch bei Eiche und *Pseudotsuga* vorkommen.

Monopodial verzweigt sind die Mykorrhizen unter anderm bei Fichte (Abb. 5), Buche, Tanne, Eiche, Birke, Douglasie. Die Ausbildungsformen variieren von einfachen bis zu dicht bäumchenförmigen Verzweigungen.

Unregelmäßige Verzweigung der Mykorrhizen (unregelmäßiger Wuchs von Haupt- und Seitenachsen) ist bei den letztgenannten Holzarten ebenfalls häufig.

Unverzweigte Mykorrhizen kommen fast an allen Pflanzen vor; es ist zu unterscheiden zwischen noch nicht differenzierten Jugendformen und schlechter Mykorrhiza-Ausbildung überhaupt.

Da an der Mykorrhiza-Bildung *verschiedene* Pilze beteiligt sind, gibt es eine große Anzahl von Varianten dieser Verzweigungsformen. Sie weisen zum Teil beträchtliche Unterschiede in Form, Farbe und Bau des Pilzmantels auf.

Wir sind im allgemeinen nicht in der Lage, für beliebige Mykorrhizen im Boden den dazugehörigen Pilzpartner zu bestimmen. Eine Ausnahme bilden einige Pilze, die auch in den verhältnismäßig intensiv bearbeiteten Pflanzgartenböden Fruchtkörper ausbilden. Als Beispiel sei die häufig auftretende Art *Hebeloma mesophaeum* genannt (Abb. 6, 7).

Die Beurteilung der Mykorrhiza-Ausbildung

Wenn man Maßnahmen zur Beeinflussung der Mykorrhiza auf ihren Erfolg prüfen will, setzt dies die Möglichkeit einer Beurteilung der Mykorrhiza-Ausbildung voraus.

Solche Möglichkeiten sind:

1. Die Zählung aller verpilzten Wurzelspitzen. Sie ist nur bei vergleichbaren Pflanzen und daher hauptsächlich bei Versuchsauswertungen anwendbar.
2. Für praktische Zwecke hat sich die Beurteilung der Mykorrhiza-Ausbildung nach morphologischen und anatomischen Merkmalen (wie Form und Farbe der Mykorrhiza und des Pilzmantels) bewährt, da diese auch von den ökologischen Gegebenheiten des Standorts beeinflusst werden.

Es sind zwei große Gruppen zu unterscheiden, die für die einzelnen Holzarten nach Bedarf weiter unterteilt werden können:

Tabelle 1

	<i>Form</i>	<i>Farbe</i>	<i>Pilzmantel</i>
<i>ungünstige Mykorrhiza-Ausbildung</i>	einfach, einfache Verzweigung	<i>dunkel:</i> braun, grau, schwarz u. a.	schwach ausgebildet (unregelmäßig, wenig-schichtig), häufig derb
<i>günstige Mykorrhiza-Ausbildung</i>	± üppige Verzweigung	<i>hell:</i> weiß, gelblich, grau, hell-, mittel-, rötlich-braun u. a.	gut entwickelt, zart, vielschichtig oder mit lose abstrahlenden Hyphen

Vergleiche zu diesem Schema auch die Abbildungen 2 und 1 einer schlecht beziehungsweise gut verpilzten Föhrenwurzel.

Dieser Gruppierung entsprechen auch Unterschiede im Speichervermögen für Nährsalze. Als Beispiel seien Phosphor- und Kaligehalte von jeweils 100 verpilzten Wurzelspitzen (Zirbe) angeführt:

Tabelle 2

	<i>weiße Mykorrhizen dicker Pilzmantel</i>	<i>dunkelbraune Mykorrhizen dünner Pilzmantel</i>
PO ₄	0,5 mg	0,012 mg
K ⁺	0,39 mg	0,06 mg

Beeinflussung der Mykorrhiza

A. Durch Veränderung des Bodenmilieus

Auf Veränderungen des Bodenmilieus reagieren Mykorrhizen im allgemeinen empfindlich.

Für den Betreuer des Forstgartens ist es nun wichtig zu wissen, *welche Faktoren die Mykorrhiza-Bildung günstig beeinflussen*. Es sind dies in erster Linie Humusgehalt und Nährstoffangebot, also Faktoren, die den Bedürfnissen entsprechend umgestaltet werden können.

Humus

Die günstige Wirkung einer Humusanreicherung auf Struktur, Nährstoffgehalt, Wärme- und Wasserhaushalt des Pflanzgartenbodens ist hinreichend bekannt; daß auch die Mykorrhiza-Entwicklung gefördert wird, geht schon daraus hervor, daß am natürlichen Waldstandort die Hauptmasse der verpilzten Wurzeln in der Regel in den Humushorizonten liegt.

Bei uns sind positive Ergebnisse vor allem mit Hochmoortorf und Komposten erzielt worden.

Als Beispiel seien einige Werte für vierjährige Zirben angeführt; der Versuch wurde in einem Garten mit ungünstigen Bodenverhältnissen angelegt, in dem die Zirbennachzucht jahrelang mißlungen war (Göbl und Platzer, 1967 a).

Tabelle 3

	<i>Mykorrhizen pro Pflanze</i>	<i>Pflanzengewicht (in g Trockengewicht)</i>	<i>Wurzelgewicht</i>
ohne Torf	773	0,98	0,35
mit Torf (3m ³ /a)	2413	3,13	1,18

Auch die sogenannten *Waldkomposte* (Surber, 1959), die sich besonders zur Lockerung dichter Böden mit hohem Tonanteil eignen, haben einen günstigen Einfluß auf die Mykorrhiza-Bildung.

Aus der Literatur sind verschiedene Ausgangsmaterialien für Mykorrhiza-fördernde Komposte bekannt, so wurden in den Pflanzschulen von Wareham unter anderm Hopfenabfälle, Stroh oder Farnkraut verwendet (Rayner, 1939). Ihre Eignung für unsere Bodenverhältnisse ist nicht geprüft.

Gründüngung

Die Produktivität überbeanspruchter Forstgartenböden kann in vielen Fällen auch durch Gründüngung wieder erhöht werden. Durch die damit verbundene Bodenlockerung, Zunahme der organischen Substanz beziehungsweise Aktivierung des Bodenlebens wird auch die Wurzelausbil-

dung der Pflanzen günstig beeinflußt. Dies wurde durch Czeli (1965, 1966) in mehreren Versuchsserien gezeigt.

Die Reaktion der Mykorrhizen auf Gründüngung ist ebenfalls beachtlich. Vorläufig liegen Werte von etwa sechs Monate alten Fichtensämlingen aus einem dieser Versuche vor:

Tabelle 4

	<i>Mykorrhizen pro Pflanze</i>	<i>Pflanzengewicht (in g Trockengewicht)</i>
ohne Gründüngung	62	0,036
mit Gründüngung	111	0,032

Düngung

Über den Einfluß mineralischer Düngemittel auf die Mykorrhiza-Entwicklung gibt es zahlreiche Angaben in der Literatur. Sie beziehen sich häufig auf die Schädlichkeit «reichlicher» Stickstoff- beziehungsweise Phosphordüngung, doch fehlen vielfach die Bezugsgrößen, nämlich Angaben über Bodenverhältnisse, Aufwandmengen und Art der Düngemittel.

Im Pflanzgarten wie auf landwirtschaftlich genutzten Böden muß der Nährstoffentzug, der durch die regelmäßige Pflanzenentnahme erfolgt, ausgeglichen werden.

Um diese Probleme im Zusammenhang mit der Mykorrhiza-Ausbildung zu studieren, haben wir eine Reihe von Versuchen mit Zirbe und Fichte angelegt (Göbl und Platzer, 1967 a, b).

Tabelle 5

	<i>Mykorrhizen pro Pflanze</i>	<i>Pflanzengewicht (in g Trockengewicht)</i>	<i>Wurzelgewicht</i>
mit Torf (3 m ³ /a)	2413	3,13	1,18
mit Torf und Volldüngung	2838	3,68	1,12

Die Aufwandmengen für die Düngemittel entsprechen:

1,2–2,9 kg/a Ammonsulfat

5,5–8,9 kg/a Superphosphat

3,8–5,7 kg/a Patentkali

Analysenwerte für den Boden: pH 6,3; P₂O₅ 18,7; K₂O 5,0 mg/100 g Boden.

Im folgenden greife ich wieder vergleichbare und repräsentative Beispiele für vierjährige Zirben aus dem bereits erwähnten Versuch heraus.

Volldüngung steigerte die Mykorrhiza-Bildung sowie das Pflanzengewicht auch dann, wenn der Boden – den Ansprüchen der Zirbe entsprechend – bereits mit Torf angereichert war (vgl. Tabelle 3).

Ein anderes Beispiel zeigt den Einfluß von Einzeldüngern beziehungsweise Volldüngung mit verschiedenen Stickstoffkomponenten auf den Mykorrhiza-Besatz, der in diesem Fall für die Wurzellängeneinheit (10 cm) angegeben wird.

Düngung mit Einzeldüngern hemmt die Mykorrhiza-Bildung gegenüber der unbehandelten Kontrolle. Im Verein mit P und K bewirkt Ammonsulfat eine Förderung, während (bei vergleichbaren Reinstickstoffmengen) durch Nitramoncal eine starke, durch Harnstoff eine schwache Hemmung erzielt wurde.

Daraus ergibt sich, daß die richtige Wahl und Kombination der Düngemittel überaus wichtig ist und daß eine *harmonische Volldüngung* die Mykorrhiza-Bildung fördert.

Unterschiede in der Mykorrhiza-Ausbildung kommen in der Regel auch in anderen Pflanzenmerkmalen, zum Beispiel Pflanzengewicht und Wurzelbildung, zum Ausdruck, wobei nach bisherigen Ergebnissen ein *guter Mykorrhiza-Besatz ein zuverlässigeres Merkmal für eine gute Entwicklungspotenz der Pflanze ist als das Wurzelgewicht*.

Bei der Düngung im Pflanzgarten sind selbstverständlich die lokalen Bodenverhältnisse sowie Besonderheiten verschiedener Holzarten zu berücksichtigen. Darüber hinaus können kleine Testversuche innerhalb der Versuchsungen wertvolle Hinweise für Wurzelbildung und Mykorrhiza-Besatz der Pflanzen geben.

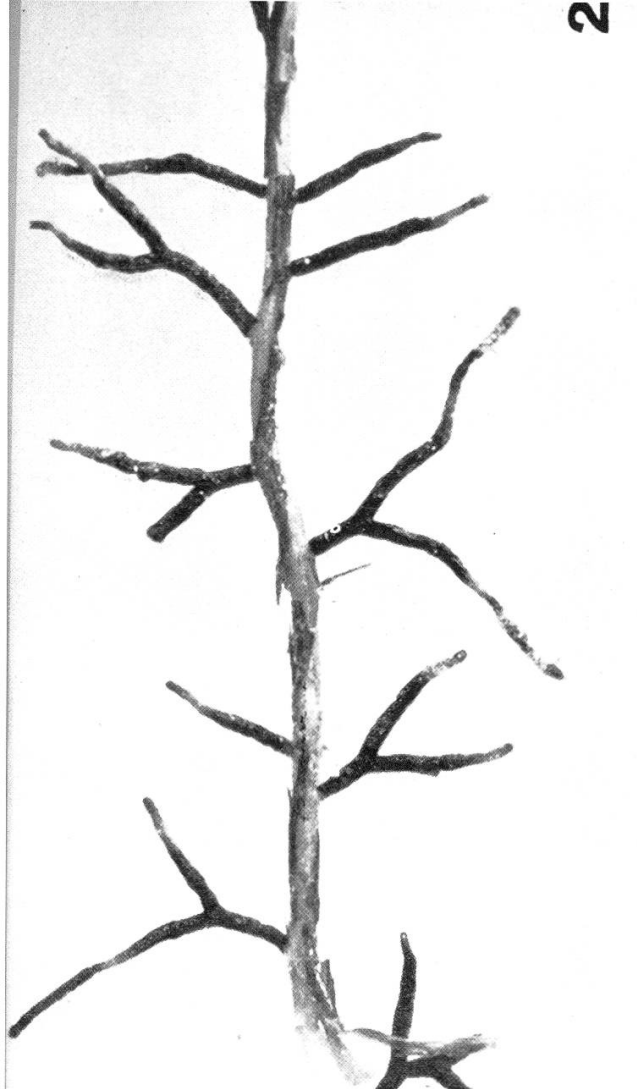
Abbildung 1
Gut verpilzte Föhrenwurzel

Abbildung 2
Schlecht verpilzte Föhrenwurzel

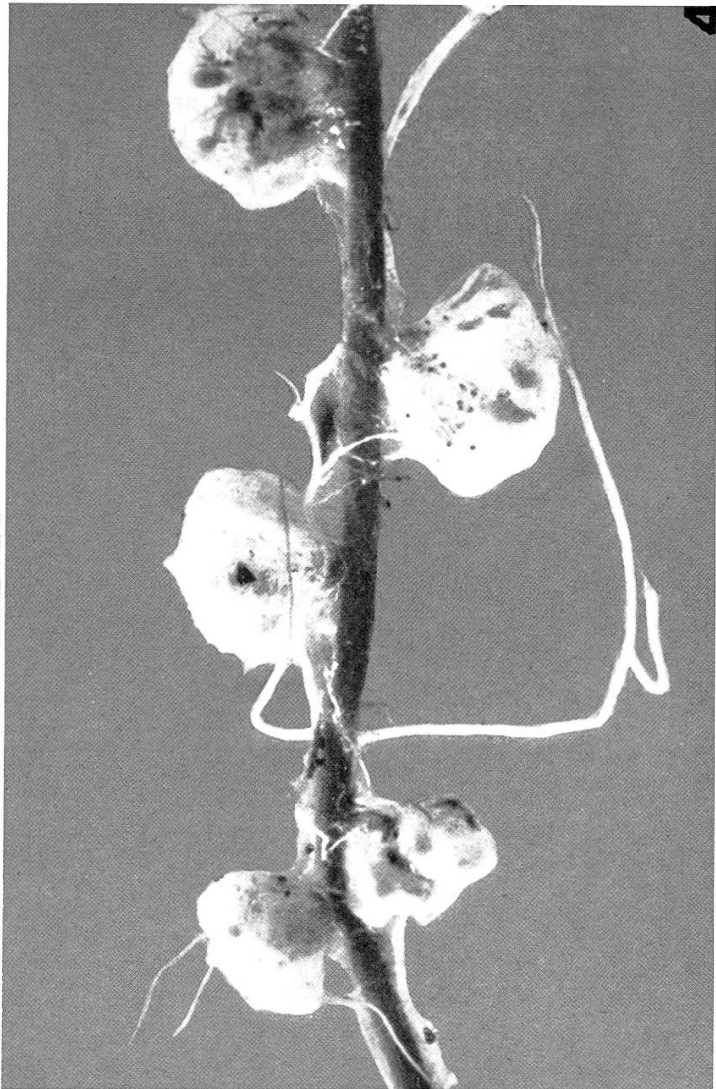
Abbildung 3
Gabelmykorrhiza (Zirbe)

Abbildung 4
Knollenmykorrhiza (Zirbe)

|—————|
1 cm
Maßstab für Wurzelbilder



2



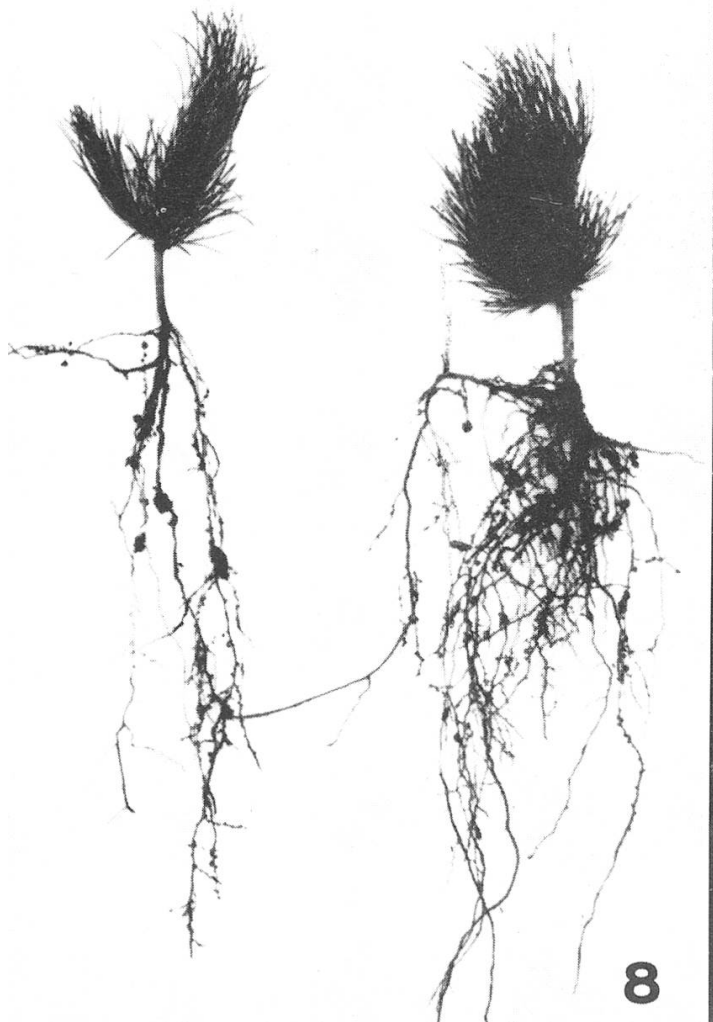
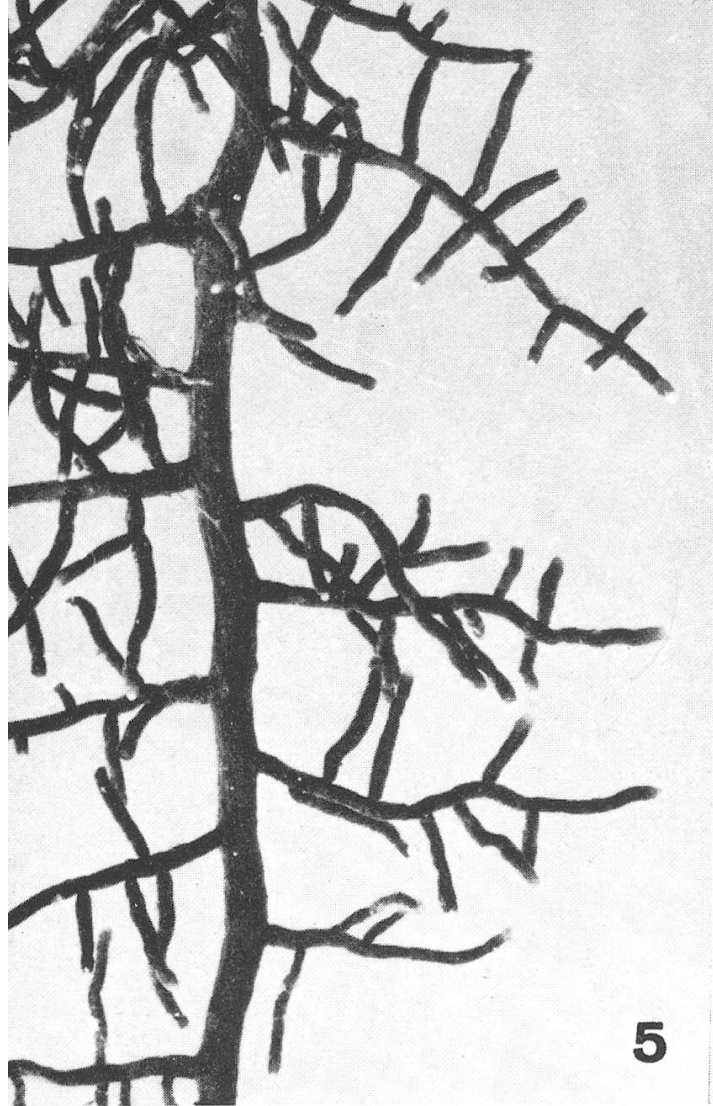
4



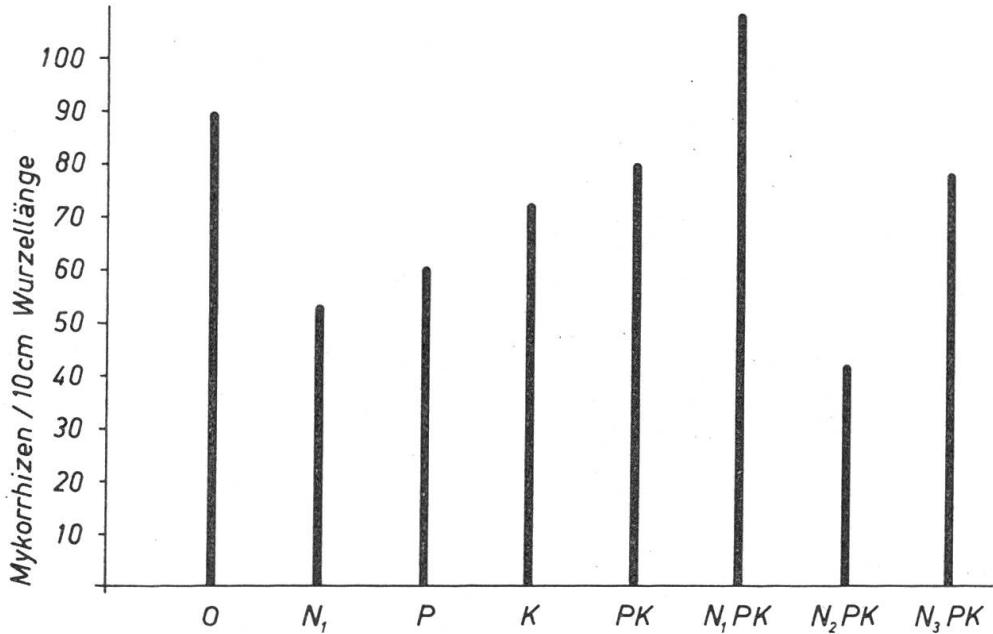
1



3



Ungünstig beeinflußt wird die Mykorrhiza-Bildung zum Beispiel durch unsachgemäße Düngung oder durch chemische Maßnahmen, die nach einmaliger Anwendung (Bodenentseuchungsmittel) oder nach wiederholtem Einsatz (manche Herbizide) schwere Störungen des Bodenlebens nach sich



Darstellung 1

P = Superphosphat N₁ = Ammonsulfat
 K = Patentkali N₂ = Nitramoncal
 N₃ = Harnstoff

Abbildung 5

Fichtenmykorrhiza

Abbildung 6

Fruchtkörper von *Hebeloma mesophaeum* in einer Fichtenverschulung

Abbildung 7

Torföpfe mit Föhren und Fruchtkörpern von *Hebeloma*. (Für die Verschulung wurde mit Mycel angereicherte Erde verwendet)

Abbildung 8

Vierjährige Zirben; linke Pflanze aus Torfparzelle; rechte Pflanze aus Parzelle mit Impfung und Düngung (2,5fach verkleinert)

—|—————|
 1 cm
 Maßstab für Wurzelbilder

ziehen können. Zu einem ernsten Problem sind solche Schäden in manchen Großbetrieben geworden. Nicht alle Herbizide wirken hemmend auf die Mykorrhiza-Ausbildung, doch sind exakte Angaben und Vergleiche noch ausständig.

Nach Nematodenbefall wurden ebenfalls Mykorrhiza-Schäden festgestellt.

Parallel zur Reduzierung der Mykorrhizen — bei starker Schädigung kann ihre Neubildung vorübergehend unterbleiben — ist regelmäßig eine Verminderung der Vitalität der Pflanzen zu beobachten.

B. Durch Veränderung der Pilzpopulation im Boden

Wir haben festgestellt, daß die Mykorrhizen Unterschiede in ihrer Ausformung und, vielfach davon abhängig, in ihrer *Leistung* für den Baum aufweisen können (Tabellen 1, 2). Daher ist oft zusätzlich zur Förderung der vorhandenen Mykorrhiza-Pilzpopulation eine Anreicherung der Forstgartenböden mit besonders leistungsfähigen und für bestimmte Holzarten spezifischen Pilzen wünschenswert.

Diese Maßnahme kann Anzucht und Aufforstungserfolge sehr günstig beeinflussen, wenn die Pflanzen außerhalb ihres natürlichen Areals angezogen werden (wie dies zum Beispiel häufig bei Zirben der Fall ist) oder wenn sie für Aufforstungen extremer Standorte bestimmt sind (zum Beispiel subalpine Entwaldungszone; vgl. auch Abschnitt 2).

Die älteste Methode zur qualitativen Veränderung der Pilzpopulation ist wohl das *Einbringen von Walderde* aus Beständen der betreffenden Holzart in die Pflanzgartenböden, somit also von mehr oder weniger zufälligen Mykorrhiza-Pilzen.

Sie wurde um die Jahrhundertwende von Wyssozki (Lobanow, 1960) für russische Steppenaufforstungen propagiert. Doch war, zumindest nach mündlicher Überlieferung, diese primitivste Form der «Mykorrhiza-Impfung» im Alpenraum schon früher bekannt. Sie bringt bei richtiger Auswahl der Bestände auch heute noch gute Erfolge.

Sehr bewährt hat sich eine *Impfung des Bodens mit Mycelien künstlich angezogener Mykorrhiza-Pilze* (Moser, 1959a, Lobanow, 1960 und andere). Diese Methode erlaubt eine genaue Kontrolle der verwendeten Pilze, zum Beispiel in bezug auf ihre Eigenschaft für die verschiedenen Holzarten oder für den betreffenden Standort (Moser, 1965).

Die Wirkung einer solchen Impfung auf Mykorrhiza-Bildung und Pflanzenwachstum zeigt ein Beispiel, das wieder unserem Zirbenversuch entnommen ist. Für die Impfung wurde auf Torf gezogenes Mycel vom Zirbenröhrling (*Suillus plorans*) verwendet.

Impfung allein gewährleistet im Pflanzgarten nicht unbedingt eine Förderung des Pflanzenwachstums, Düngung kann ähnliche oder bessere Resultate erzielen.

Tabelle 6

	Mykorrhizen pro Pflanze	Pflanzengewicht (in g Trockengewicht)	Wurzelgewicht
mit Torf (3 m ³ /a)	2413	3,13	1,18
mit Torf und Mykorrhiza- Impfung	2658	3,86	1,13
mit Torf und Volldüngung	2838	3,68	1,12
mit Torf, Mykorrhiza- Impfung und Volldüngung	4295	1,41	4,64

Die eingebrachten Pilze reagieren, ähnlich wie die natürliche Pilzpopulation, empfindlich auf die Bodenverhältnisse, die ihren Ansprüchen angepaßt sein sollten. In diesem und in anderen Fällen erzielte zusätzliche Volldüngung einen überraschend großen Wachstumseffekt, was darauf schließen läßt, daß der eingebrachte Pilz höhere Ansprüche an die Nährstoffversorgung stellt, dann aber auch entsprechend mehr Nährstoffe vermitteln kann (vgl. Abb. 8).

Die Wirkung einer Impfung kommt häufig durch die Ausbildung anderer Mykorrhiza-Formen, die durch den eingebrachten Pilz verursacht werden, zum Ausdruck. Zum Beispiel war an den Wurzeln geimpfter Zirben, im Gegensatz zu ungeimpften Pflanzen, reichliches Vorkommen weißer Knollenmykorrhizen zu beobachten.

Einige der angeführten Maßnahmen zur Förderung der Mykorrhiza-Ausbildung können auch bei der Anzucht von Topf- und Ballenpflanzen mit Vorteil angewendet werden.

Da diese Pflanzen meist für extreme Standorte bestimmt sind, ist zum Beispiel eine Anreicherung der Verschulerde mit gezüchteten Mykorrhiza-Pilzen zu empfehlen (vgl. Abb. 7).

Die Bodenimpfung mit künstlich angezogenen Mykorrhiza-Pilzen birgt noch zahlreiche Möglichkeiten für eine Verbesserung oder auch eine Beschleunigung der Pflanzennachzucht:

Zum Beispiel zeigen verschiedene Arten von Mykorrhiza-Pilzen oder auch verschiedene Herkunftseiner Pilzart Unterschiede in ihrer Wuchsstoffproduktion (Moser, 1959b). Ähnliches gilt für das Nährsalz-Speichervermögen von Mykorrhizen, die durch verschiedene Pilze gebildet werden (Göbl, 1966, 1967).

Vermutlich gibt es noch eine Reihe anderer Eigenschaften der Pilze, die im komplizierten Stoffwechsel des Doppelorganismus Pilz – Pflanze eine Rolle spielen und somit Nährstoffaufnahme und Wachstum der Pflanzen beeinflussen.

Der Ernährungszustand der Pflanze ist nun ein Faktor, der ihre Infektionsbereitschaft gegenüber pathogenen Pilzen beziehungsweise ganz allgemein ihre Resistenz mitbestimmt.

Unsere Kenntnisse auf diesem Gebiet sind noch sehr lückenhaft. Daß die Berücksichtigung der Mykorrhiza aber auch in diesem Problemkreis ihre Berechtigung hat, zeigen erste und vorläufige Ergebnisse einer Frostresistenzprüfung an vierjährigen Fichten. Die Pflanzen wurden von Prof. W. Tranquillini getestet.

Tabelle 7

<i>Behandlung der Fichten</i>	<i>Erste Schäden bei einer Temperatur (°C) von</i>
unbehandelt	–27
geimpft mit Mykorrhiza-Pilzen der Fichte	–34,5

Der Test wurde im Dezember durchgeführt.

Résumé

Le problème des mycorhizes dans la culture de diverses essences forestières

Le fait que l'absorption des substances nutritives se fasse principalement par les racines pourvues de mycorhizes explique qu'une riche formation de ces champignons assure à la plante une bonne croissance.

L'effet positif qu'auront donc tant sur la croissance que sur la qualité de la plante les mesures favorisant cette formation représente dans la culture un facteur très actif, auquel on attache encore trop peu d'importance. On distingue :

1. Modification des conditions du milieu dans le sol (adaptation aux exigences des champignons), par exemple par enrichissement d'humus, adjonction d'engrais, etc.
2. Modification de la garniture de champignons du sol par inoculation de mycorhizes élevés artificiellement.

Le choix de l'une ou l'autre, ou d'une combinaison de ces deux possibilités pour la pépinière ne peut être opéré définitivement ici. Dans les cas extrêmes (conditions écologiques défavorables, culture d'une essence hors de son aire de répartition naturelle), les mycorhizes joueront de toute façon un rôle décisif ; dans les conditions normales, telles celles régnant dans beaucoup de pépinières, ces cham-

pignons provoqueront au moins une amélioration de la qualité, et presque toujours une accélération de la croissance des plantes.

Une bonne garniture de mycorrhizes est, en forêt également, un élément de base important, déterminant la rapidité du développement des plantes après la mise en demeure. Lors du reboisement de sols forestiers aliénés, leur présence devient une nécessité.

Traduction : J.-F. Matter

Literatur:

- Bergemann, J.*, 1953: Grundlagen und Probleme der Mykorrhiza-Forschung in ihrer Bedeutung für die Forstwirtschaft. Mitt. d. Bundesanst. f. Forst- u. Holzwirtschaft Reinbeck, 33
- Czell, A.*, und *Redlich, G. C.*, 1965: Die Wirkung kombinierter Wurzel-Gründüngung (KWGD) auf Lärche (*Larix decidua*). Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanst. Mariabrunn, 66
- Czell, A.*, und *Redlich, G. C.*, 1966: Die Beeinflussung des Gebrauchswertes von Junglärchen durch kombinierte Wurzel-Gründüngung. Cbl. f. d. ges. Forstwesen, 83/2
- Göbl, F.*, 1965: Untersuchungen der Mykorrhiza von Zirbe und Fichte in Forstgärten. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanst. Mariabrunn, 66
- Göbl, F.*, 1966: Beobachtungen über einen Wurzelschnitt bei Zirbenjungpflanzen. Cbl. f. d. ges. Forstwesen, 83/2
- Göbl, F.*, und *Platzer, H.*, 1967 a: Düngung und Mykorrhiza-Ausbildung bei Zirbenjungpflanzen. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanst. in Wien, 74
- Göbl, F.*, und *Platzer, H.*, 1967 b: Einfluß von Düngung und Mykorrhiza-Impfung auf das Wachstum von Fichtenjungpflanzen. Cbl. f. d. ges. Forstwesen; im Druck
- Göbl, F.*, 1967: Mykorrhiza-Untersuchungen in subalpinen Wäldern. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanst. in Wien, 75
- Harley, J. L.*, und *McCready, C. C.*, 1952: The effect of the fungal sheath on the availability of phosphate to core. New Phytolog., 51/3
- Lobanow, N. W.*, 1960: Die Mykotrophie der Holzpflanzen. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin
- Moser, M.*, 1959 a: Die künstliche Mykorrhiza-Impfung an Forstpflanzen III. Forstw. Cbl., 78
- Moser, M.*, 1959 b: Beiträge zur Kenntnis der Wuchsstoffbeziehungen im Bereich ektotropher Mykorrhizen. Arch. f. Mikrobiol., 34
- Moser, M.*, 1965: Künstliche Mykorrhiza-Impfung und Forstwirtschaft. Allgem. Forstzeitschrift, 1/2
- Rayner, M. C.*, 1939: The mycorrhizal habit in relation to forestry III. Organic composts and the growth of young trees. Forestry, 13
- Riedel, H.*, 1964: Pflanzenanzucht für das Hochgebirge. Aus der Arbeit der Bundesforstgärten in Tirol. Forstsamengewinnung und Pflanzenanzucht für das Hochgebirge. BLV München
- Schmidt-Vogt, H.*, 1964: Anzucht von Pflanzen für das Hochgebirge im Großpflanzgarten Laufen. Forstsamengewinnung und Pflanzenanzucht für das Hochgebirge. BLV München
- Surber, E.*, 1959: Versuche zur Beschleunigung der Kompostbereitung. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswesen, 35
- Surber, E.*, 1964: Über die Waldpflanzennachzucht für das Hochgebirge in der Schweiz. Forstsamengewinnung und Pflanzenanzucht für das Hochgebirge. BLV München