

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde = Bulletin suisse de mycologie

Herausgeber: Verband Schweizerischer Vereine für Pilzkunde

Band: 37 (1959)

Heft: 3

Artikel: Pilz und Baum

Autor: Moser, Meinhard

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-933787>

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: 16.01.2026

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

SCHWEIZERISCHE ZEITSCHRIFT FÜR PILZKUNDE

BULLETIN SUISSE DE MYCOLOGIE

Offizielles Organ des Verbandes Schweizerischer Vereine für Pilzkunde und
der Vapko, Vereinigung der amtlichen Pilzkontrollorgane der Schweiz

Organe officiel de l'Union des sociétés suisses de mycologie et de la Vapko,
association des organes officiels de contrôle des champignons de la Suisse

Redaktion: Rudolf Haller, Gartenstraße 725, Suhr (AG), Telephon (064) 2 50 35. *Druck und Verlag:* Benteli AG., Buchdruckerei, Bern-Bümpliz, Telephon 66 13 91, Postcheck III 321. *Abonnementspreise:* Schweiz Fr. 8.-, Ausland Fr. 10.-, Einzelnummer 70 Rp. Für Vereinsmitglieder gratis. *Insertionspreise:* 1 Seite Fr. 70.-, $\frac{1}{2}$ Seite Fr. 38.-, $\frac{1}{4}$ Seite Fr. 20.-, $\frac{1}{8}$ Seite Fr. 11.-, $\frac{1}{16}$ Seite Fr. 6.-. *Adressänderungen* melden Vereinsvorstände bis zum 2. des Monats an *Rudolf Härry, Ringstraße 71, Chur.* – *Nachdruck* auch aus-
zugsweise ohne ausdrückliche Bewilligung der Redaktion verboten.

37. Jahrgang – Bern-Bümpliz, 15. März 1959 – Heft 3

SONDERNUMMER 36

Pilz und Baum

Von Dr. Meinhard Moser, Imst

I. Was soll der Mykologe von der Lebensgemeinschaft von Pilz und Baum wissen?

Im Laufe der letzten Jahre wurde verschiedentlich in Zeitschriften das Thema «Mykorrhiza» angeschnitten. Und doch gehen die Kenntnisse vieler Pilzfreunde kaum weiter, als daß sie wissen, daß dieser oder jener Pilz etwa nur bei Lärche oder Kiefer usw. zu finden sei. Es erscheint mir schon aus diesem Grunde ganz angebracht, einmal eine Zusammenschau über unser heutiges Wissen auf diesem interessanten Gebiete und über den augenblicklichen Stand der Forschungen zu bringen.

Andererseits ergibt sich gerade hier auch für den pilzkundlich geschulten und besonders pilzsoziologisch oder ökologisch interessierten Amateur die Möglichkeit einer reizvollen Betätigung, die, mit einer gewissen Zielstrebigkeit ausgerichtet und gelenkt, wichtige Ergebnisse liefern kann sowohl für die weitere Erforschung der Baummykorrhiza als auch für die forstliche Praxis. Es ist also meine Absicht, im zweiten Teile dieses Aufsatzes Möglichkeiten aufzuzeigen, die sich aus solchen Beobachtungen für die forstliche Praxis ergeben, und Wege zu weisen, auf denen auch der Pilzkundler sehr viel Positives auf diesem Gebiet leisten kann.

Was ist ein Mykorrhizapilz?

Seit über hundert Jahren weiß man, daß bestimmte höhere Pflanzen in einer engen Gemeinschaft mit Pilzen leben. Heute weiß man, daß fast 80 % der höheren Pflanzen eine solche Lebensgemeinschaft eingehen oder zumindest eingehen kön-

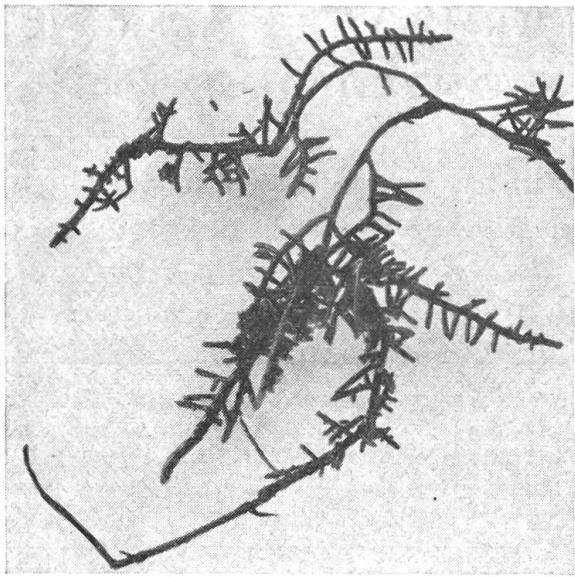


Abb. 1.
Mykorrhiza von Buche (*Fagus sylvatica*).

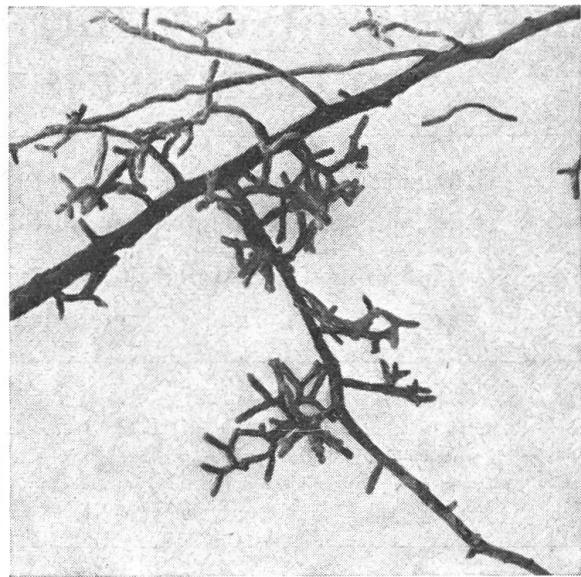


Abb. 2. Gabelmykorrhiza
einer 5jährigen Zirbe (*Pinus cembra*).

nen. Entsprechend ist auch die Zahl der Pilze, die sich an solchen Lebensgemeinschaften beteiligen, sehr groß und mannigfaltig, und wir finden sowohl niedere als auch höhere Pilze in solchen Lebensgemeinschaften. Bei den Bäumen, vor allem denen des Waldes, die wir hier vorwiegend betrachten wollen, sind es aber vorwiegend höhere Pilze, die die sogenannten Pilzwurzeln, die Mykorrhizen (vom Griechischen «mykos», der Pilz und «rhiza», die Wurzel) bilden. Die Pilzmycelien umspinnen die Kurzwurzeln der Bäume und es kommt zu einer vorwiegend vom Pilz beeinflußten Umgestaltung der Wurzel. Die Ausbildung der Wurzelhaare wird unterdrückt, an ihre Stelle tritt der Pilzmantel. Die Zahl der Kurzwurzeln steigt meist ziemlich erheblich und es kommt je nach Baumart zu charakteristischen Verzweigungsformen. Zum Beispiel bei Fichte und auch bei Buche finden wir fast tannenbäumchenförmige Strukturen (Abb. 1), bei Kiefernarten gabelige Verzweigungen oder Knollenbildungen (Abb. 2, 3, 5). Entsprechend den feineren Strukturen werden dann verschiedene Typen unterteilt.

Wir wollen hier nicht näher die sogenannte endotrophe Mykorrhiza betrachten, bei der der Pilz fast ausschließlich innerhalb der Wurzel lebt und die bei unseren bestandbildenden Baumarten nicht oder nur von untergeordneter Bedeutung ist. Ein Mischtypus, der sogenannte ectendotrophe, der nur einen dünnen Hyphenmantel um die Wurzel aufweist, aber eine ziemlich starke Entwicklung des Pilzes innerhalb der Wurzel zeigt, tritt besonders in schlechtwüchsigen Beständen und an geschwächten Bäumen auf und hat wohl fast parasitischen Charakter.

Bei unseren Waldbäumen ist vorwiegend der ectotrophe Typus zu beobachten, bei dem der Pilz einen dicken Mycelmantel um die Wurzel bildet und nicht oder kaum in die Wurzel selbst eindringt. Von solch endotropher Mykorrhiza hat man bisher 4–5 Typen unterschieden. Doch genügt diese Einteilung den praktischen Erfordernissen nicht völlig, und Prof. Dominik (1956) hat den Versuch einer weitergehenden Gliederung unternommen, wozu er vor allem Farbe der Hyphen,

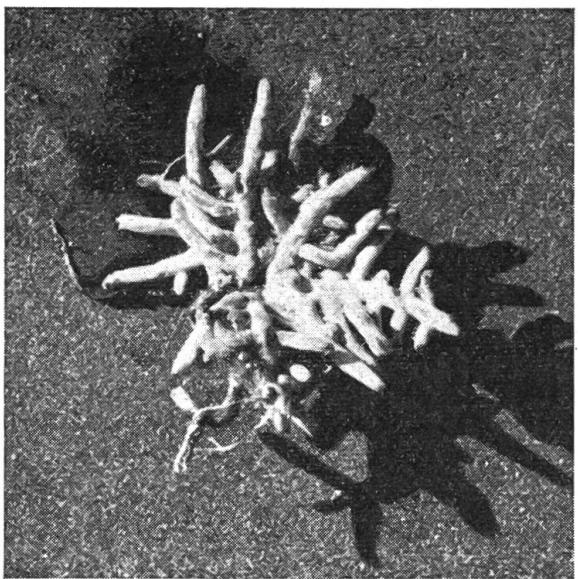


Abb. 4. Mykorrhiza durch *Suillus placidus* (Elfeneinröhrling) gebildet.

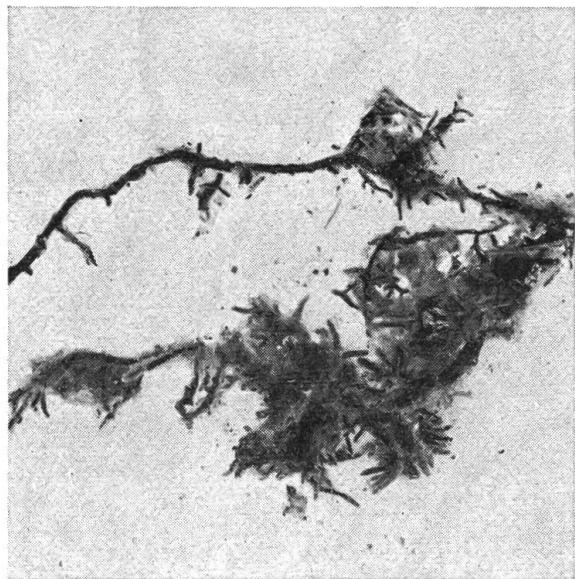


Abb. 6.
Mykorrhiza von Lärche (*Larix europaea*).

und Strukturmerkmale des Hyphenmantels wie Lagenzahl, Dichte des Mantels, Borstenbildungen usw. heranzieht. Wie sich dieses System wissenschaftlich und praktisch bewährt, bleibt noch abzuwarten. Wenn man einmal mehr darüber weiß, welcher Pilz welchen Typus bildet oder unter welchen Bedingungen er gebildet wird, welche physiologische Rolle den einzelnen Typen zukommt, dann wird man auch in diese Gliederungsversuche wohl noch andere Gesichtspunkte bringen müssen.

Wie erkennt man Mykorrhizapilze?

Jedem pilzkundlich interessierten Leser ist bekannt, unter welchen Bäumen er bestimmte Pilze suchen muß. Er weiß etwa, daß er den Birkenröhrling, Birkenreizker, den geshmückten Gürtefuß und andere bei Birken finden wird. Ebenso kennt er als Lärchenbegleiter verschiedene Pilze wie den Goldröhrling (*S. Grevilli*), den Grauen Lärchenröhrling (*S. aeruginascens*), den Hohlfußröhrling (*Boletinus cavipes*), den Lärchenreizker (*Lactarius porninsis*), den Lärchen- und den Goldschneckling (*Hygrophorus lucorum*, *aureum* und *Bresadolae*) und andere mehr. In den angeführten Beispielen ist die Wahrscheinlichkeit einer Mykorrhizasymbiose sehr groß. In sehr vielen Fällen aber liegen die Verhältnisse viel unklarer. Man weiß nicht, ob sie tatsächlich mit dem Baum in Symbiose leben oder nur auf spezifische Abbauprodukte seiner Streu angewiesen und dadurch immer mit ihm vergesellschaftet sind oder ob noch andere Zusammenhänge bestehen. Oder man kann nicht sagen, ob sie streng an eine Baumart gebunden sind oder mit verschiedenen Arten zusammen auftreten können oder überhaupt nicht unbedingt mit Bäumen zusammen leben müssen. Und selbst im Falle der streng mit Lärche vergesellschafteten Pilze darf man nicht auf Grund der bloßen Naturbeobachtung eines Zusammenlebens behaupten, der Pilz bilde mit dem Baum eine Mykorrhiza. Diese Behauptung erfordert entweder einen direkten Nachweis in der Natur oder

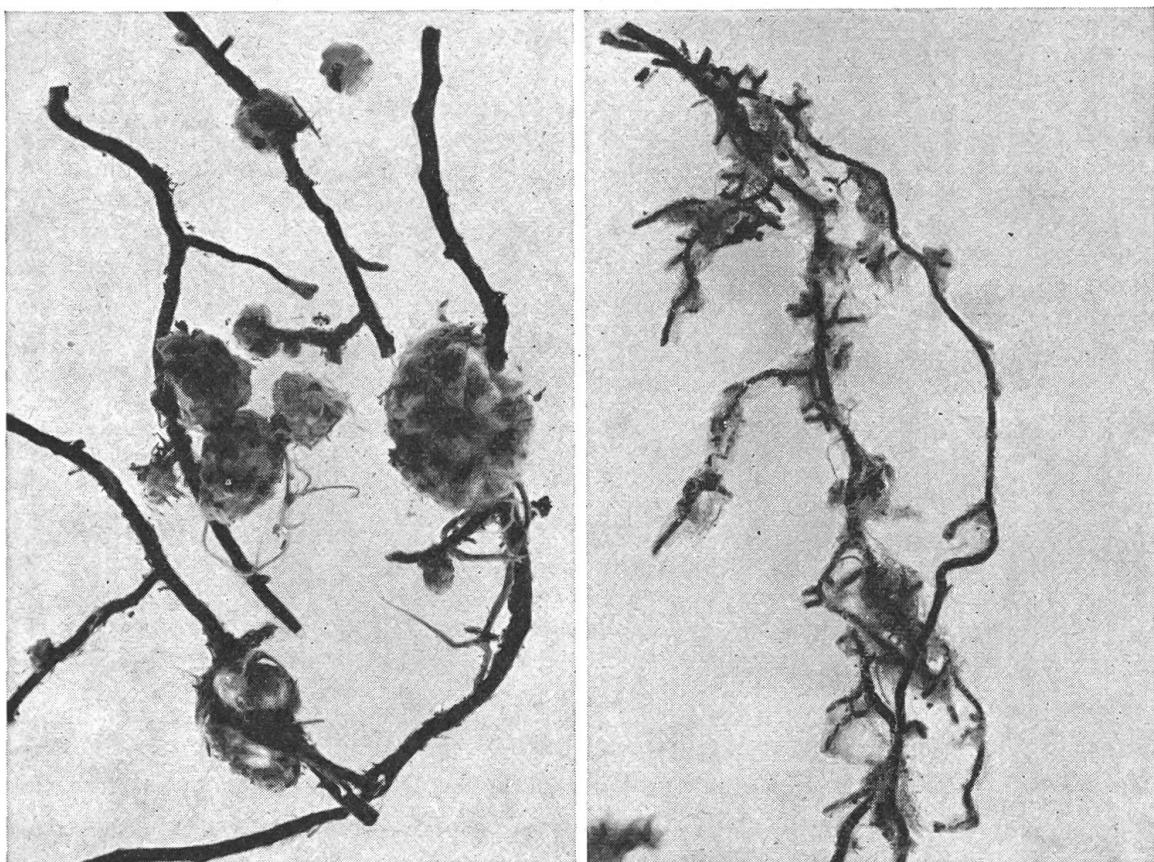


Abb. 3.
Knollenmykorrhiza einer älteren Zirbe,
verursacht durch *Suillus plorans* (Brauner
Zirbenröhrling).

Abb. 5. Ein relativ schlechter Mykorrhizatyp
von Kiefer (*Pinus silvestris*). Gabeln sind sehr
spärlich, die Wurzeln schwärzlich, aber reichlich
von Pilzmycel umsponten.

einen experimentellen Nachweis im Laboratorium. In der Natur in der Weise, daß man eine direkte Verbindung zwischen Pilzfruchtkörper und Mykorrhizastrukturen an Baumwurzeln nachweisen kann, experimentell dadurch, daß man synthetisch Mykorrhizabildungen züchtet indem man Reinkulturen von Pilzen mit steril aufgezogenen Pflanzen zusammenbringt. Und solche Nachweise sind bisher nur für eine relativ geringe Anzahl von Pilzen tatsächlich erbracht. Dies beruht hauptsächlich darauf, daß die Reinkultur dieser Mykorrhizapilze im Gegensatz zu den bloß streubewohnenden saprophytischen Arten [wie etwa der Nebelgraue Trichterling (*Clitocybe nebularis*), der Violette Rötelritterling (*Lepista nuda*) u. a.] oft sehr schwer anzulegen und weiterzukultivieren sind, ja daß dies bei einzelnen Pilzgattungen bis heute so gut wie gar nicht gelingt (z. B. *Hygrocybe*, *Hydrocybe*, *Inocybe*, wo überall bisher nur ganz vereinzelte Versuche gegückt sind).

Im Laboratorium stehen uns theoretisch zwei Wege offen, künstlich Mykorrhizabildung im Experiment nachzuweisen. Wir können die Pilze direkt von der Wurzel weg isolieren und haben dann sofort die Gewähr, einen Pilzpartner des betreffenden Baumes zu haben. Bei dem heutigen Stande unserer Kulturtechnik aber ist es noch so gut wie unmöglich, aus diesen Kulturen Fruchtkörper zu er-

halten und damit die Art zu bestimmen. So bleibt nur der umgekehrte Weg, die Pilze, die wir als Pilzpartner eines Baumes auf Grund von soziologischen Beobachtungen vermuten, vom Fruchtkörper weg zu isolieren. Die Kulturen müssen wir dann mit unter sterilen Bedingungen aufgezogenen Jungpflanzen des Baumes zusammenbringen. Erst wenn wir auf diese Weise eine Mykorrhizabildung erzielen, können wir mit Sicherheit den Pilz für einen Partner des entsprechenden Baumes erklären. Dabei ist es notwendig, oft zahlreiche Parallelreihen anzulegen, da oft nur einige unter vielen gelingen. Auch scheinen wir heute noch nicht alle Bedingungen zu kennen, die zur Mykorrhizabildung führen. Es scheint einen sogenannten aktiven und inaktiven Zustand der Pilze im Boden zu geben. Und nur wenn sie sich im ersten befinden, sind sie imstande eine Symbiose einzugehen. Wir werden weiter unten noch auf diese Frage zu sprechen kommen.

Romell (1939) hat versucht, noch auf eine andere Weise Licht in die Mykorrhizafrage zu bringen. Er hat kleinere Flächen im Walde durch eingegrabene Blechtafeln in der Weise umgrenzt, daß kein Baum innerhalb der Fläche zu stehen kam und daß alle in diesen Bereich ziehenden Wurzeln durchtrennt wurden. So mit war die Gewähr gegeben, daß allenfalls in der Fläche vorhandene Mykorrhizapilze von lebenden Partnerbäumen getrennt waren. Man konnte nunmehr annehmen, daß Mykorrhizapilze innerhalb der Fläche keine Fruchtkörper mehr bilden würden. Freilich, ein ganz sicherer Beweis ist dies noch nicht. Denn es bleibt immer noch die Frage offen, die Schwöbel in Heft 1, 1956, der Zeitschr. f. Pilzkunde diskutiert hat: können Mykorrhizapilze auch ohne Zusammenhang mit Baumwurzeln Fruchtkörper bilden? Verhalten sich fakultative Mykorrhizabildner, also Pilze die keine Mykorrhiza bilden müssen, wohl aber können, anders als obligate? Können diese auch ohne Symbiose Fruchtkörper bilden? Kurz gesagt, wir wissen noch viel zu wenig über die Physiologie der Fruchtkörperbildung bei Mykorrhizapilzen.

Die Kultur von Mykorrhizapilzen

Wie kommt man nun zu Kulturen von Mykorrhizapilzen? Die sogenannte Rein-Kultur spielt bei der Erforschung der Mykorrhizapilze eine enorme Rolle und ist nicht zu umgehen. Man könnte einerseits von Pilzsporen ausgehen. Nun haben aber die meisten Mykorrhizapilze die Tücke, daß ihre Sporen auf künstlichen Medien überhaupt nicht oder nur nach komplizierter Vorbehandlung keimen. Der einfachere und schnellere Weg ist daher die sogenannte Gewebekultur, bei der Gewebeteile unter sterilen Bedingungen mit geglühten Messern und Nadeln aus jungen Fruchtkörpern herausgeschnitten werden, vorzugsweise aus dem Ansatz der Hymeniumsschichten, da diese am leichtesten aushyphen, allerdings auch wieder leichter Infektionen ausgesetzt sind, als Gewebeteile aus dem Inneren der Fruchtkörper. (Vgl. Moser 1958 a.)

Solche Gewebestücke werden auf geeignete sterile Nährböden in Petrischalen gebracht. Diese müssen einen einfachen Zucker wie Glukose, Maltose oder am besten Malzextrakt enthalten, ferner eine Stickstoffquelle (etwa Pepton, Bohnenmehl, Caseinhydrolysat), eine Phosphorquelle sowie einige Substanzen in kleinen Mengen wie Kalium, Magnesium, Eisen und für sehr viele Pilze noch Zusätze von Wuchsstoffen, vor allem Aneurin, seltener Biotin, aber auch Folsäure und

andere. Der Nährboden wird meist in durch Agar verfestigter Form verwendet, zumindest für Isolierungen.

Von dieser ersten Rohkultur werden dann Subkulturen angelegt und in Eprouvetten aufbewahrt als Stammkultur.

Das Wachstum der einzelnen Arten erfolgt sehr verschieden. Manche gedeihen relativ gut und rasch, andere sehr langsam. Man kann auch daraus manchmal schon Schlüsse ziehen auf den Grad ihrer Mykorrhizaspezialisierung. Arten, die nicht sehr streng gebunden sind, lassen sich leichter isolieren und wachsen fast durchwegs viel rascher. Gesunde Kulturen zeigen stets auch die dem Mycel eigenen Farben. In dieser Hinsicht sind zum Beispiel die Schleimköpfe (Phlegmacien) besonders schön zu beobachten, die oft lebhaft gelbe, rote, blau und violette Farben bilden.

Fruchtkörperbildungen von Mykorrhizapilzen in Reinkultur treten nur sehr selten und dann meist verkümmert auf. Aus der Literatur sind nur rudimentäre Fruchtkörperbildungen von Ziegenlippe, Herrenpilz und Hexenröhrling bekannt, wobei lediglich Hüte ohne Stiele gebildet wurden. In unserem Laboratorium sind bisher Fruchtkörperanlagen nur beim strohgelben Klumpfuß (*Phl. elegantior*) und Grünlingsklumpfuß (*Phl. sulphureum* ss. Lge.) aufgetreten und in den später zu besprechenden Torfstreukulturen von *Paxillus involutus*, die sich vielleicht auch noch weiter entwickelt hätten, wenn die Kultur nicht für andere Zwecke verwendet worden wäre.

Wechselwirkungen zwischen Pilz und Baum

Nährstoffhaushalt

Der Kohlenstoffhaushalt. Alle Mykorrhizapilze benötigen zu gutem Wachstum ein einfaches Kohlenhydrat, etwa einen einfachen Zucker (Glukose, Maltose u.a.). Sie erhalten diese in der Natur vom Baum. Ein Baum, der zu wenig Kohlenhydrate assimiliert, der also zum Beispiel zu wenig Licht erhält, *kann keine Mykorrhiza bilden*. Björkmann in Schweden hat dies unter anderem so bewiesen, daß er von jungen Bäumchen die Rindenschicht ringförmig abgeschält hat. Auf diese Weise wurde der Transport von Kohlenhydraten nach der Wurzel unterbunden. Es gab eine Saftstauung an diesen Stellen und solche Bäumchen konnten keine Mykorrhiza bilden. Schließlich hat Melin mittels Isotopen des Kohlenstoffes einwandfrei nachweisen können, daß diese vom Baum an den Pilz übertragen werden.

Umgekehrt verhält es sich mit den übrigen Nährstoffen, wie Stickstoff, Phosphor, Kalium, Kalzium, Natrium und andere. Schon auf Grund von Nadelanalysen an Bäumen mit und ohne Mykorrhiza konnte man annehmen, daß Bäume mit Mykorrhiza mehr an diesen Nährstoffen aufnehmen. Es hätte dabei freilich auch der Fall sein können, daß die Aufnahme durch die Wurzel erfolgt, die gesteigerte Aufnahme aber durch den Pilz stimuliert wird. Auch hier konnte Melin und sein Schüler Nilsson mittels Isotopen den Nachweis erbringen, daß die hauptsächliche Aufnahme durch den Pilz erfolgt und von diesem diese Stoffe an den Baum weitergeleitet werden.

Es erfolgt also im Hinblick auf die Ernährung ein Stoffaustausch zwischen Pilz und Baum: Kohlenhydrate vom Baum zum Pilz, Stickstoff, Phosphor und Kalium, Kalzium, Natrium und wohl auch noch andere Stoffe über den Pilz zum Baum. Der Pilz vergrößert dabei die aufnehmende Oberfläche der Wurzeln im Boden, so daß ein Baum mit reichlich Mykorrhizapilzen wesentlich mehr Nährstoffe aufnehmen kann. Die Folge ist ein gesünderes Aussehen und besseres Wachstum solcher Bäume, und eine gesteigerte Widerstandsfähigkeit gegenüber parasitären Krankheiten, Frostschäden und anderen Umwelteinflüssen.

Wuchsstoffhaushalt

Außer den eigentlichen Nährstoffen spielen in den Beziehungen zwischen Pilz und Baum auch Wuchsstoffe eine ganz wesentliche Rolle. Es sind dies chemische Verbindungen, zum Teil von komplizierterem Aufbau, die in ganz geringen Mengen (oft nur einige Millionstel bis einige Tausendstel Gramm!) bestimmte Wachstumsorgänge auslösen und manche Lebensvorgänge überhaupt erst möglich machen. Wie dieses komplizierte Zusammenspiel verschiedener solcher Wirkstoffe im einzelnen funktioniert, darüber wissen wir heute zum Teil erst sehr lückenhaft Bescheid.

Bei der Reinkultur von Mykorrhizapilzen hat sich gezeigt, daß viele Pilze mit den normalen Nährstoffen allein nicht oder schlecht wachsen konnten. Erst nach Zusatz verschiedener Wirkstoffe konnten sie zum Wachsen gebracht werden, und andere gediehen nach Zusatz solcher Stoffe wesentlich besser. Eine der wichtigsten derartigen Verbindungen ist das Aneurin (oder Thiamin). Seltener verlangen Mykorrhizapilze Biotin, Inositol und andere Wirkstoffe. Folsäure beeinflußt nach unseren neueren Untersuchungen eine ganze Anzahl von Pilzen ganz wesentlich, und zwar wird bei manchen Phlegmacien der Zuwachs mehr als verdoppelt, wenn man zu Aneurin und Biotin noch Folsäure gibt.

Aber hier bleibt noch die Frage offen, ob der Pilz diese Substanzen ausschließlich von der höheren Pflanze bezieht oder zumindest teilweise auch aus dem Boden aufnimmt.

Auch der Mykorrhizapilz produziert Wuchsstoffe, die umgekehrt wieder auf die höhere Pflanze einwirken können. Doch sind dies chemisch wieder Verbindungen ganz anderer Art. Es handelt sich um Substanzen, die auch in höheren Pflanzen an Wachstumszentren, Vegetationspunkten, gebildet werden oder die solchen Substanzen chemisch nahe verwandt sind, nämlich heteroauxinartige Verbindungen.

Man hat festgestellt (Slankis 1951), daß derartige Verbindungen, wenn man sie pilzfreien Wurzelkulturen in chemisch reiner Form zusetzt, ganz gleiche Umbildungen der Wurzeln verursachen, wie dies unter dem Einfluß der Mykorrhizapilze geschieht. Es werden reichlich Kurzwurzeln induziert, an Kiefernwurzeln kommt es zu den charakteristischen Gabelbildungen. Slankis und auch Levisohn haben dann gefunden, daß Nährösungen, in denen Mykorrhizapilze vorher gezogen wurden, ebenfalls solche Wirkungen auslösen. Wir haben in unserem Institut den Nachweis erbracht, daß die Mykorrhizapilze tatsächlich in der Lage sind, solche Wuchsstoffe zu synthetisieren. Man hat dabei zunächst angenommen,

daß es sich um β -Indolyl-Essigsäure handeln dürfte. Tatsächlich konnten wir die Bildung dieser Substanz bei einer Reihe von Arten nachweisen, so bei *Suillus plorans*, *S. tridentinus*, *Xerocomus subtomentosus*, *Lactarius porninsis*, *Phlegmacium elegantior* und anderen. Bei vielen anderen Arten konnten wir sie hingegen nicht nachweisen. Daneben treten aber auch noch andere Indolverbindungen mit Wuchsstoffcharakter auf, so zum Beispiel Indolbuttersäure, Indolpropionsäure, eventuell auch Indol-Acetonitril und einige weitere, derzeit noch nicht sicher identifizierte, ferner Indolverbindungen ohne Wuchsstoffeigenschaften.

Dabei scheinen häufig bei einer Art mehrere, bis zu 5 oder 6 solcher Stoffe aufzutreten, doch ist die Verteilung auf die Arten ziemlich unregelmäßig und auch vom Alter der Kultur abhängig. Bisher lassen sich deutlich 3–4 Gruppen von Pilzen unterscheiden in bezug auf ihre Fähigkeit solche Stoffe zu bilden. Dabei gehören wohl häufig Arten einer Gattung oder Familie derselben Gruppe an, doch muß dies nicht unbedingt sein. So gehören sehr viele Schleimköpfe (*Phlegmacium*) derselben Gruppe an wie der Steinpilz (*Boletus edulis*). Dieser unterscheidet sich stark von den *Suillus*- und *Xerocomus*-Arten. Leider konnten wir keine weiteren Arten der heutigen Gattung *Boletus* untersuchen.

Freilich haben wir bisher eine noch ziemlich beschränkte Zahl von Arten in die Untersuchungen einbezogen, so daß sich natürlich keine sichere Gruppierung der Arten durchführen läßt. Außerdem ist dabei die ganz interessante Beobachtung zu berücksichtigen, daß sich verschiedene Stämme einer Art verschieden verhalten können. Die Unterschiede können dabei meist quantitativer Art sein, es kann aber auch vorkommen, daß ein Stamm die eine oder andere Substanz überhaupt nicht bildet. Ein Beispiel dieser Art lieferten uns drei Stämme von *Suillus Grevillei*, dem Goldröhrling. Zwei Stämme differierten lediglich in der Menge der gebildeten Substanzen. Während der eine alle Substanzen reichlich bildete, waren beim anderen unter gleichen Versuchsbedingungen nur Spuren nachweisbar. Der dritte Stamm aber bildete zwei der Substanzen überhaupt nicht.

Schon daraus erhellt, daß verschiedene Mykorrhizapilz-Arten, aber auch Stämme ein und derselben Art sich als Mykorrhizapartner physiologisch als verschiedenwertig erweisen können. Eine weitere Möglichkeit, die sich aus diesen Untersuchungen ergeben könnte, wäre etwa folgende:

Palmer in Amerika hat Versuche durchgeführt, aus denen hervorzugehen scheint, daß bei künstlicher Impfung von Bäumen mit Mykorrhizapilzen das Zustandekommen einer Mykorrhiza wesentlich durch Zusätze von Indolessigsäure gefördert wird. Es taucht damit die Frage auf, ob das Vorhandensein solcher Substanzen für das Zustandekommen einer Mykorrhizaverbindung überhaupt notwendig ist? Da nun einerseits nachweisbar ist, daß Mykorrhizapilze selbst Indolverbindungen aufbauen oder umbauen können, andererseits aber auch Beobachtungen vorliegen, die darauf hindeuten, daß Mykorrhizapilze im Boden in einem aktiven oder in einem inaktiven Zustand (in dem sie keine Mykorrhiza bilden können) vorhanden sein können, drängt sich uns etwa folgender Gedankengang auf:

Es wäre denkbar, daß in der Natur die Pilze nur unter den Bedingungen Mykorrhizen bilden, unter denen sie auch in der Lage sind, gewisse Indolwuchsstoffe zu bilden, das heißt wenn ihnen die hierfür notwendigen Grundstoffe zur

Verfügung stehen. Andernfalls würden sie in einen inaktiven Zustand verfallen. Dieser ist jedoch reversibel, umkehrbar. Andererseits müßten nach dieser Ansicht verschiedene Stämme und Arten von Pilzen verschieden gut als Mykorrhizapartner geeignet sein. An der Klärung dieser Fragen wird derzeit in unserem Institut gearbeitet.

Praktische Anwendungsmöglichkeiten

Bei all dem drängt sich nun der Gedanke auf: Wie lassen sich diese Erkenntnisse in der Praxis verwerten? Sind wir heute bereits so weit, daß sich diese Dinge auch praktisch, vor allem in der Forstwirtschaft anwenden lassen?

Die Möglichkeiten, die sich daraus ergäben, wären einerseits durch künstliche Impfung in Forstgärten eine Wachstumsverbesserung und kräftigeres Wachstum zu erzielen, Pflanzen gleich mit den für ihren späteren Standort geeigneten Pilzpartnern zu versehen, was besonders für Ödland- und Hochlagenauforstungen von Bedeutung erscheint. Andererseits könnte man versuchen, durch äußere Eingriffe eine Aktivierung von im Boden vorhandenen Mykorrhizapilzen zu erreichen.

Für die erste Problemstellung war eine Voraussetzung, daß es gelang, wenigstens verschiedene Mykorrhizapilze in solchen Mengen zu züchten, daß eine Impfung in größerem Maßstabe möglich und wirtschaftlich nicht zu teuer wird. Dies ist heute ohne besonders große Schwierigkeiten erreichbar, zumindest für viele Begleitpilze von Kiefer, Lärche, Arve (Zirbe), Birke (evtl. auch Eiche und Buche). Die Begleitpilze der Fichte machen uns hingegen bisher noch gewisse Schwierigkeiten, da sie zwar wohl meist gut, aber sehr langsam wachsen.

Wir gehen heute so vor, daß wir von den Stammkulturen ausgehend, die nötige Anzahl von Subkulturen herstellen und diese dann auf sterilisierten Torfmull oder Torfstreu (mit Zusätzen von etwas Glukose, Kaliumphosphat, Ammonsulfat und eventuell Wuchsstoffspuren, bei Kalkpilzen auch Kalzium) oder auf Mischungen von Torf mit Nadel- oder Laubstreudurchimpfen und weiterziehen, bis dieses Substrat völlig vom Mycel durchwuchert ist (Moser 1958b). Dieses Substrat wird dann in den Forstgartenboden eingebracht, und bei rasch keimenden Samen wie Lärche, Fichte usw. erfolgt die Aussaat gleichzeitig direkt in dieses Substrat. Bei langsam keimenden Samen wie Zirbe kann man die Impfung erst später durchführen, da sonst die Pilze zu spät mit Wurzeln Kontakt bekämen. Am besten erfolgt dies dann bei der Verschulung.

Besonders wichtig wird eine solche Impfung dann, wenn in einem Forstgarten aus irgendwelchen Gründen (etwa Bodenverseuchung mit Tieren oder Mikroben) eine Teilsterilisierung notwendig war oder bei Aufforstungen von Ödland. Bekanntlich konnten Aufforstungen in manchen Ödlandböden (Steppen, Prärien) erst dann mit Erfolg durchgeführt werden, nachdem man das Pflanzenmaterial mittels Waldstreu mit den nötigen Mykorrhizapilzen versehen hatte. Es wäre also praktisch eine Impfung mit natürlicher Waldstreu durchaus möglich. Wenn wir jedoch künstliche Impfungen mit Reinkulturen oder Mischungen von Reinkulturen vorziehen, so geschieht dies deshalb, da sich solche Mykorrhizen bereits im Versuch mehrfach als deutlich überlegen erwiesen haben, ferner aber auch, weil wir, wie aus verschiedenem weiter oben gesagtem hervorgeht, bereits von der physiologischen Verschiedenwertigkeit der Arten und Stämme Kenntnis ha-

ben. Es wird also einmal unser Ziel sein, durch Auswahl der günstigsten Impfstämme möglichst gute Resultate zu erzielen oder vielleicht sogar einmal zu einer gewissen «Domestizierung» hochwertiger Impfstämme zu kommen. Schließlich ergibt sich gerade auch aus soziologischen und ökologischen Beobachtungen, für welche Gebiete welche Arten vorzugsweise geeignet sind.

Die zweite große Aufgabe ist die Aktivierung inaktiver Pilze im Boden. Voraussetzung hierfür ist zunächst eindeutig die Lösung der Frage: Was ist die genaue Ursache der Inaktivierung? Was geschieht mit dem Pilz im Boden, wenn der Baumpartner fehlt? Wie erwähnt, versuchen wir derzeit die Lösung dieser Frage auf dem Wuchsstoffsektor zu finden. Ob dies der richtige Weg ist oder die alleinige Ursache, mag die Zukunft weisen. Ich möchte fast sicher auch annehmen, daß eingehende Naturbeobachtungen soziologischer Art auch hier zur Klärung manches beitragen können. Ich möchte deshalb im nächsten Abschnitt darauf näher eingehen.

Es kann also bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse wohl eine künstliche Impfung mit Reinkulturen durchgeführt werden, wenn auch sicher hierzu noch viele Verbesserungen möglich sind. Die Aktivierung von Pilzen im Boden ist im Augenblick noch nicht möglich.

II. Pilzsoziologie und Mykorrhizaforschung

Und damit kommen wir zu dem Kapitel, das auch viele Pilzfreunde interessieren dürfte, zu dessen besserem Verständnis aber das im Vorhergehenden Berichtete notwendig war.

Über Pilzsoziologie wird in den letzten Jahren immer mehr und mehr gesprochen und geschrieben, und es eröffnet sich hier dem Pilzkundler ein weites und sehr interessantes Betätigungsfeld. Dr. Haas hat 1958 (Bd. 24) in Heft 1 der Zeitschrift für Pilzkunde bereits ziemlich eingehend darüber berichtet und Vorschläge unterbreitet, und J. Peter, Chur, hat in dieser Zeitschrift das Thema behandelt. Ich möchte nunmehr versuchen aufzuzeigen, was die Pilzsoziologie noch bei der Lösung verschiedener Probleme der Mykorrhizaforschung und zur richtigen Anwendung ihrer Ergebnisse in der forstlichen Praxis beitragen kann, ferner wie auch der Pilzfreund seine Beobachtungen so anlegen könnte, daß sie für diese Zwecke auswertbar und oft sehr wertvoll werden können.

Die Probleme, die dabei im Vordergrund stehen, sind etwa folgende: In erster Linie soll die Soziologie mithelfen, die Vergesellschaftung von Pilzarten mit bestimmten Baumarten nachzuweisen und damit zwar nicht ihre Eigenschaft als Mykorrhizapilz zu beweisen, aber doch immerhin bis zu einem Grade wahrscheinlich zu machen, daß dann der Laborversuch dort ansetzen kann.

Zweitens aber können solche Beobachtungen ein ungeheuer wichtiges Material über Standortsverhältnisse einzelner Pilzpartner (die man bereits als erwiesene Mykorrhizapilze kennt), zusammentragen, die es dann in der Praxis ermöglichen, Fehlgriffe bei Impfungen immer mehr zurückzudrängen, indem man Pflanzen für bestimmte Standorte nicht mit ungeeigneten Pilzen impft.

Und drittens kann man aus verschiedenen Nebenbeobachtungen wichtigste

Schlüsse auch für Laboratoriumsforschungen ziehen, zum Beispiel ernährungsphysiologischer oder biochemischer Art.

Es wäre durchaus denkbar, daß etwa solche Beobachtungen zu genaueren Erkenntnissen über den Aktivitätszustand von Mykorrhizapilzen im Boden führen.

Im folgenden möchte ich nun weniger irgendwelche Arbeitsvorschläge unterbreiten, zumal dies ja schon Dr. Haas getan hat. Ich möchte aber immerhin zeigen, zu welchen Untersuchungsmethoden uns unsere eigenen ziemlich eingehenden Arbeiten geführt haben und im weiteren verschiedene Anregungen geben.

Über die Bestandeswahl ist wohl nicht viel zu sagen. Man wird, wie Dr. Haas vorschlägt, zunächst mit einer möglichst einfachen Gesellschaft, die nach Möglichkeit nur eine Baumart enthält, beginnen. Dabei ist natürlich zu berücksichtigen, daß in der Gesellschaft auch die übrige Vegetation und der Boden einheitlich ist. Man kann dann in der Folge einen gleichen Bestand mit anderer Exposition oder Höhenlage vergleichsweise untersuchen und wird so eventuell ökologisch bedingte Unterschiede in der Artenzusammensetzung herausfinden können, Unterschiede, die entweder auf verschiedene Wärmeeinstrahlung, kürzere Vegetationsperiode, verschiedene Feuchtigkeit usw. zurückzuführen sind. Auch zeitliche Verschiebungen in der Zusammensetzung der Pilzflora (Aspekte) lassen sich so herausarbeiten.

Bei Gesellschaften ohne Unterwuchs lassen sich auf diese Weise leicht sehr schöne Unterschiede in bezug auf Bodentypen (etwa Kalk und Silikatboden) feststellen, in Beständen mit Unterwuchs wird die Sache dann komplizierter und Vergleiche sind nicht so ohne weiteres durchführbar.

Sollen Unterschiede in Abhängigkeit von der Baumart aufgesucht werden, so wird man zunächst trachten, einen Bestand mit einer und dann einen Mischbestand zweier Baumarten mit gleichem Unterwuchs zu finden; in sonst gleichen Verhältnissen (Kleinklima, Boden usw.) oder, so man Zeit hat, auch zuerst zwei reine Bestände der einzelnen Baumarten und dann erst den Mischbestand. Man kann sich also zum Beispiel einen reinen moosreichen Fichtenbestand mit Heidelbeeren (*Vaccinium Myrtillus*) und zum Vergleich einen ebensolchen Wald jedoch mit einer Mischung von Fichte und Kiefer auswählen. Auf diese Weise wird man in beiden Beständen die Fichtenbegleiter, ebenso die Begleitpilze der Heidelbeere enthalten haben, ferner Arten, die sowohl mit Kiefer als auch Fichte wachsen können und schließlich die von der Vegetation unabhängigen. Es werden aber eine Reihe von Arten nur im Mischbestand auftreten, und das sind dann die Begleitpilze der Kiefer, die mit ihr entweder als Mykorrhizapilze oder als spezifische Streuzersetzer der Kiefernadeln usw. vergesellschaftet sind (oder von spezifischen Ausscheidungsprodukten der Kiefernwurzeln abhängen). Durch Eingraben von den im ersten Teil beschriebenen Blechumgrenzungen kleiner Flächen ließe sich dann innerhalb dieser Gruppe noch weitere Klarheit schaffen. Schließlich gelingt es manchmal bei sehr vorsichtigem Graben, direkte Zusammenhänge zwischen Fruchtkörpern und Baumwurzeln (und den daran befindlichen Mykorrhizen) zu beobachten. Relativ leichter sind solche Beobachtungen an Pilzen mit farbigen Mycelien.

Wir führen derzeit eingehende derartige Untersuchungen mit Arven-, Lärchen- und Fichtenbeständen im Bereich unterhalb der Waldgrenze durch. Das ist na-

türlich ein Spezialfall, der uns augenblicklich besonders interessiert. Natürlich wird man sich seinen örtlichen Gegebenheiten entsprechend andere Bestände wählen, etwa Fichte–Kiefer oder Buche–Tanne und andere.

Wesentlich ist aber dabei, daß man auf die Auswahl solcher Untersuchungsflächen viel Sorgfalt legt. Oft ist es besser, darauf eine ganze Vegetationsperiode aufzuwenden und lieber ein Jahr später mit den eigentlichen Beobachtungen zu beginnen. Denn eine gute Planung einer solchen Untersuchung ermöglicht einem später oft eine viel weitergehende Auswertung der Ergebnisse bei gleicher aufgewandter Mühe.

Was nun die Methodik der Aufnahmen betrifft, so kann man etwa so vorgehen, wie dies Dr. Haas vorgeschlagen hat. Man wählt eine größere Beobachtungsfläche, die in regelmäßigen Zeitabständen begangen wird. Auf eine andere Methode, die wir heute vorziehen, komme ich weiter unten zu sprechen.

Als anzuwendende Symbole hat Haas für die Häufungsweise «1 = einzeln, 2 = in Gruppen, 3 = büschelig», vorgeschlagen.

Da sich aber Wachstum in Gruppen und büscheliges Wachstum häufig decken, haben wir bei unseren Arbeiten etwas andere Symbole angewandt, die sich bisher recht gut bewährt haben:

- 1 = einzeln,
- 2 = kleine Gruppen (bis 5–6 Stück),
- 3 = große Gruppen,

4 = in Reihen, wobei zusätzlich durch «o» Hexenringe und durch «–» in dichten Streifen wachsende Arten gekennzeichnet wurden. Unter Gruppen verstehen wir dabei ungeregeltes, verstreutes Wachstum. Büscheliges Wachstum, das bei 2–4 vorkommen kann, haben wir durch ein «b» [bzw. «(b)» für schwache Büschel], Arten die auf Holz (morsche Strünke, Wurzeln, Holzstücke, lebende Bäume) wachsen, durch H gekennzeichnet. Doch kommt meines Erachtens der Darstellung der Häufungsweise eine wesentlich geringere Bedeutung zu als der Häufigkeit und der Verteilung in der Fläche.

Als Symbole für die Häufigkeit der Arten schlägt Haas die Verwendung der von Peter (Schw. Z.f.P. 1951/8) gebrauchten Zeichen vor: + = 1 Exemplar, 1 = 2–5, 2 = 6–15, 3 = 16–50, 4 über 50 Exemplare.

Diese Bezeichnungen hätten als großen Vorteil ihre Einfachheit für sich. Sie haben aber den Nachteil, daß ein gewisses Mißverständnis zwischen kleinen und großen Arten herauskommt. Denn wenn beispielsweise eine kleine Mycena in einer Fläche 50 Fruchtkörper mit noch nicht 5 g Gesamtgewicht produziert und daneben etwa der Goldröhrling 50 Fruchtkörper mit 5000 g, so bekämen sie das-selbe Symbol obwohl ihre Rolle und «Leistung» im Rahmen der Gesellschaft eine völlig verschiedene wäre.

Herr Peter selbst teilte mir mit, daß er nunmehr, ähnlich wie Höfler, versucht habe, das Gewicht bei den Symbolen mit zu berücksichtigen. Selbst habe ich seinerzeit bei Untersuchungen auf Brandflächen die Größe berücksichtigt, indem ich die durchschnittlichen Hüttdurchmesser, bzw. Scheibendurchmesser bei Discomyceten, mit der Zahl der Fruchtkörper multiplizierte und erst danach die Symbole erstellte (Moser 1949).

Für exakte Untersuchungen mit besonderen Zwecken erscheinen mir solche Methoden, die doch immerhin etwas mehr Zeitaufwand erfordern, gerechtfertigt. Für allgemeine Untersuchungen glaube ich aber doch, daß sie etwas zu kompliziert sind. Denn gerade wenn man den Pilzfreund zur Mitarbeit bei derartigen Untersuchungen ermuntern will, glaube ich wie auch Dr. Haas, daß die Methodik so einfach als möglich sein soll.

Auch bei unseren Arbeiten der letzten Jahre haben wir diesen Grundsatz befolgt und haben nunmehr vorläufig, bis sich geeignetere Symbole aus der praktischen Arbeit ergeben, von der Verwendung solcher überhaupt abgesehen. Wir notieren lediglich, wie dies auch Lange getan hat, die Zahlen der gefundenen Fruchtkörper. Da man die Größen der einzelnen Arten ja kennt, lassen sich dafür immer noch später allfällige Symbole einführen, während man bei bloßem Notieren der Symbole die Individuenzahlen später nicht mehr kennt.

Die Beobachtungsfläche muß so groß sein, daß alle für den Bestand charakteristischen Arten erfaßt werden und möglichst auch die Begleitarten vollständig aufscheinen, ferner aber, daß auch ihr Mengenverhältnis und die Art der Verteilung im Bestand richtig zum Ausdruck kommen kann.

Wir haben in einzelnen Fällen auf unserer Versuchsstation im Ötztal auch einzelne Flächen in der Weise untersucht, daß wir alle Mycelien durch Pflöcke markiert und dann in eine Vegetationskarte eingetragen haben. Dies ist natürlich für den Amateur in der Regel nicht möglich und auch nicht nötig. Wir wollten damit unter anderem erreichen, die Standortstreue bestimmter Arten durch längere Jahre zu beobachten.

Große Flächen bieten nun zwar die Möglichkeit, die Artenzusammensetzung und deren Mengenverhältnis in einem Bestand festzustellen. Sie geben uns aber kein Bild darüber, wie sich die Arten im Bestand verteilen. Wir sind daher heute von dieser Methode der Aufnahme abgegangen und wieder auf die Punktmethode übergegangen.

Dabei wird eine kleine Fläche als Untersuchungseinheit gewählt (etwa 2×2 , 3×3 oder 4×4 m). Je nach der Größe des einheitlichen Bestandes, nach seiner Vegetationsart und nach Vegetationszeit legt man dann die Abstände fest. Wir haben mit Abständen von 4, 10 und 20 Metern vorteilhaft gearbeitet. Die einzelnen Quadrate bleiben auch nicht ständig fixiert, sondern werden jedesmal neu bestimmt. Auf diese Weise kann man der Gefahr begegnen, daß man sich durch allenfalls irgendwo stehende zahlreiche Pilze zur Anlage eines Quadrates verleiten läßt und auf diese Weise das Gesamtbild verfälscht! Für das Ausmessen der Quadrate und der Abstände verwenden wir vorteilhaft eine Latte von der Seitenlänge (oder halben Seitenlänge) der Standardfläche. Die Zahl der notwendigen Quadrate, die man benötigt, um ein vollständiges und richtiges Bild zu bekommen, schwankt erfahrungsgemäß nach Art der Gesellschaft und der Vegetationszeit zwischen 25 und 100.

An Stelle langer Erklärungen ist es vielleicht am besten, wenn ich im Folgenden ein Beispiel einer solchen Untersuchung gebe. Es handelt sich um die etwas vereinfachten Ergebnisse einer Einzelaufnahme vom 10. August aus einem lichten (I) und einem sehr dichten (II) jüngeren Zirbenbestand (etwa 50–100jährige Bäume) mit ganz vereinzelten eingestreuten Lärchen. Als Unterwuchs zeigten

beide Bestände ein moosreiches (*Hylocomium splendens*) Vaccinietum (*Myrtillus*) mit *Rhododendron ferrugineum*. Exposition West, Höhenlage 1950–2000 m. F = Häufigkeit (Fruchtkörperzahl), S = Häufungsweise, V = % der Quadrate, in denen sich die Art gefunden hat.

Art	I			II		
	F	S	V	F	S	V
<i>Suillus plorans</i>	13	1–2	16	1	1	4
<i>S. placidus</i>	19	1–2	20	142	1–3(b)	64
<i>Xerocomus subtomentosus</i>	8	1	16	—	—	—
<i>Gomphidius helveticus</i>	1	1	4	8	1	24
<i>Camarophyllum Karstenii</i>	—	—	—	6	1	4
<i>Laccaria laccata</i>	12	2	4	1	1	4
<i>Collybia Cookei</i>	6	2	8	2	1	4
<i>Collybia dryophila</i>	—	—	—	8	1	12
<i>Mycena galopoda</i>	7	1–2	8	10	1–2	16
<i>Mycena rorida</i>	—	—	—	59	1–2	20
<i>Mycena urania</i>	—	—	—	15	1–2	24
<i>Mycena rubromarginata</i>	—	—	—	2	2	8
<i>Cystoderma amiantinum</i>	—	—	—	1	1	4
<i>Dermocybe semisanguinea</i>	8	1–2	12	36	1–2	40
<i>D. cinnamomeolutescens</i>	1	1	4	5	1	16
<i>D. cinnamomea</i>	—	—	—	1	1	4
<i>Hydrocybe laeta</i>	—	—	—	1	1	4
<i>Hydrocybe brunnea</i>	—	—	—	20	1–2	20
<i>Hydrocybe duracina</i>	5	2	4	—	—	—
<i>Hydrocybe pallida</i> nom. prov.	—	—	—	5	1	16
<i>Phlegmacium allutum</i>	1	1	4	5	2	4
<i>Phlegmacium (Inoloma) anomalum</i>	1	1	4	26	1–2	32
<i>Galerina hypnorum</i>	1	1	4	14	1–2	24
<i>Lactarius porninsis</i>	8	1	12	6	1	8
<i>L. rufus</i>	—	—	—	14	1–2	8
<i>L. turpis</i>	—	—	—	1	1	4
<i>Russula decolorans</i>	21	1–2	8	—	—	—
<i>Russula nauseosa</i> var.	—	—	—	10	1–2	16
Artenzahl	15			26		
Individuenzahl	112			399		

Schon an diesem Beispiel kann man sehr schön manche Unterschiede erkennen, obwohl nochmals betont werden muß, daß es sich um eine vereinfachte Wiedergabe nur einer einzigen Aufnahme handelt, aus der man natürlich noch nichts über die tatsächlichen Verhältnisse aussagen kann. Vor allem will ich aber an diesem Beispiel den Vorteil der Punktmethode zeigen, was die Verteilung der Arten im Gelände betrifft. Wir finden dies jeweils unter V, dargestellt in % der Quadrate, in der die Art gefunden wurde. Denn es ist meines Erachtens gerade bei pilzsoziologischen Arbeiten nicht gleichgültig, ob wir etwa 50 Stück einer Art auf 100 m² im Bestand konzentriert finden oder ob diese 50 Stück gleichmäßig

über das ganze Untersuchungsgebiet verteilt sind. So sehen wir an unserem Beispiel, daß etwa *Dermocybe semisanguinea* im Bestand II ziemlich regelmäßig verteilt ist, hingegen *D. cinnamomeolutescens* viel vereinzelter, *D. cinnamomea* nur sporadisch auftritt. Ähnliches gilt für die beiden Suillus-Arten und etwa auch für *Mycena rorida* und *urania*. Die erstere tritt an wenigen Stellen massenweise, die letztere in weniger Exemplaren, aber über den ganzen Bestand hin auf. (Für diese beiden Arten ließ sich diese Tatsache aus den Juliaufnahmen noch viel schöner ersehen.) Es sind dies aber Dinge, die aus der bloßen Angabe der Häufigkeit und Häufungsweise nicht klar herauskommen.

Aus den Einzelaufnahmen läßt sich ferner die jahreszeitliche Verschiebung in der Zusammensetzung einer Gesellschaft, eventuell auch jahresweise klimatisch bedingte Verschiebungen, entnehmen. Für eine Gesamtauswertung einer Gesellschaft ist jedoch eine mehrjährige Beobachtungsdauer notwendig, und die Werte werden aus den Einzelauswertungen errechnet.

Nun wird freilich nicht jeder Pilzfreund die Möglichkeit haben, derartige größere Untersuchungen durchzuführen, sei es aus Zeitmangel, sei es daß seine Kenntnisse noch nicht ganz dafür ausreichen. Aber auch für solche ergibt sich noch die Möglichkeit, positive, wertvolle Arbeit in dieser Richtung zu leisten. Ein Weg sei kurz aufgezeigt.

Man wählt sich etwa eine Reihe bekannter Begleitpilze einer bestimmten Baumart aus, die man sicher kennt oder deren Kenntnis man sich aneignen kann. Und dann beobachtet man und notiert sich, welche Arten man zusammen findet, welche Bedingungen dort herrschen.

Wählen wir als einfaches Beispiel die Birke. Als Begleitpilze (wobei nicht behauptet werden soll, daß es sich um Mykorrhizapilze handelt), kennen wir unter anderem: *Leccinum scabrum* (Birkenröhrling), *Lactarius torminosus* (Birkenreizker), *L. glyciosmus* (Kleiner Duftmilchling), *L. vietus* (Graufleckender M.) *Russula gracilis* und *R. Blackfordiae* (= *versicolor*), *Hydrocybe armillata* (Geshmückter Gürtefuß) und *H. betuletorum*, *Inoloma pholideum*, *Myxacium betulinum*, und andere. Man notiert nun, welche dieser Arten man jeweils bei Birke beobachtet, ferner wie der Boden aussieht (nackt, moos- oder grasbedeckt, mit Laubstreu oder ohne, eventuell die anderen Pflanzen soweit man sie kennt, Exposition und ungefähre Höhenlage, ferner, soweit man dies machen kann, den Säuregrad des Bodens. Auf jeden Fall, je mehr man an solchen Angaben notieren kann, um so wertvoller werden die Beobachtungen. Zum Beispiel kann es von Wichtigkeit sein, ob der Boden irgendwelche Verwundungen zeigt, sei es durch menschlichen oder tierischen Einfluß (Wildwechsel usw.), allfällige Düngung durch Viehbeweidung usw.

Gerade etwa der Zusammenhang von Pilzwachstum mit Bodenverwundungen ist sehr interessant und ein lohnendes Beobachtungsgebiet, etwa entlang neuerer Wegbauten, Wildwechsel, Vermurungen usw. *Lactarius rufus*, der Rotbraune Milchling ist ein Pilz, der an solchen Stellen besonders stark fruktifiziert (man notiert also evtl. auch die Zahl der jeweils beobachteten Fruchtkörper). Wir haben beispielsweise einmal beobachtet, daß der Braune Zirbenröhrling, *S. plorans*, auf einem mit Zirbenjungwüchsen bestandenen Höhenrücken besonders stark fruktifizierte, während er auf benachbarten Standorten mit sonst völlig gleicher

Vegetation, gleichem Boden und Kleinklima nur spärlich vorhanden war. Als Ursache ergab sich, daß auf dem betreffenden Rücken viel gegangen, auch an verschiedenen Stellen gegraben wurde. Daraus läßt sich etwa der Schluß ziehen, daß die an Bodenverletzungen gesteigerte Stickstoffbindung in irgend einer Form diese Pilze beeinflußt. Da kann nun wieder die Laboratoriumsuntersuchung einsetzen, eventuell unterstützt durch ergänzende exakte Freilandversuche.

Aus der Masse solcher Beobachtungen über einen oder einige Pilze kann man oft ebenfalls sehr wertvolle Schlüsse über die Lebensgewohnheiten und die Vergesellschaftung, die Nährstoffansprüche und anderes ziehen und darauf entsprechende weitere Untersuchungen aufbauen. Und derartige Beobachtungen erfordern relativ wenig Zeit und dürften manchem Pilzfreund möglich sein. Besonders interessant wären solche Beobachtungen, wenn mehrere Pilzfreunde aus verschiedenen Gegenden sich in Verbindung setzen könnten und etwa dieselben Beobachtungen in verschiedenen Gegenden durchführen könnten, wobei Unterschiede bodenmäßiger Art, oder nach Höhenlagen und anderem mehr herausgearbeitet werden könnten.

Es gibt also für den interessierten Pilzfreund außer dem bloßen Sammeln und Bestimmen von Pilzen und der Raritätenjagd noch eine ganze Reihe reizvoller Betätigungsmöglichkeiten, die überdies noch das Plus für sich in Anspruch nehmen können, wertvolle Unterlagen für Forschungen und praktische Arbeiten zu liefern.

Literaturhinweise

- Björkman E.*, 1944, The effect of strangulation of the formation of mycorrhiza in pine. *Svensk Bot. Tidskr.* 38, 1–14.
- Dominik T.*, 1956, Vorschlag einer neuen Klassifikation der ektotrophen Mykorrhizen auf morphologisch-anatomischen Merkmalen begründet. *Roczn. Nauk Lesnych XVI*, 154, 223–245 (polnisch mit deutscher Zusammenfassung).
- Haas H.*, 1958, Zusammenarbeit auf dem Gebiete der Pilzsoziologie. *Zeitschr. f. Pilzkunde*, 24, 15–18.
- Höfler K.*, 1938, Pilzsoziologie. *Ber. Deutsche Bot. Ges.* 55, 606–622.
— 1955, Über Pilzsoziologie. *Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien*, 95, 58–75.
- Lange M.*, 1948, The Agarics of Maglemose. A study in the ecology of the Agarics. *Dansk. Bot. Arkivr.* 13, 1–141.
- Levisohn I.*, 1952. Forking in Pine roots. *Nature* 169, 715.
- Moser M.*, 1949. Untersuchungen über den Einfluß von Waldbränden auf die Pilzvegetation. *Sydowia* 3, 336–383.
— 1958 a. Die künstliche Mykorrhizaimpfung an Forstpflanzen. 1. Erfahrungen bei der Reinkultur von Mykorrhizapilzen. *Forstw. Centralbl.* 77, 1958, 32–40.
— 1958 b. —, 2. Die Torfstreukultur von Mykorrhizapilzen. *Ebenda* 77, 273–278.
- Melin E.*, 1954. Transport of labelled phosphorus to pine seedlings through the mycelium of *Cortinarius glaucopus* (Schff. ex Fr.) Fr. *Sv. Bot. Tidskr.* 48, 555–558.
— 1955, Ca⁴⁵ used as indicator of transport of cations to pine seedlings by means of mycorrhizal mycelium. *Ebenda* 49, 119–122.
— 1955. Neuere Untersuchungen über die Mykorrhizapilze der Waldbäume und das physiologische Wechselspiel zwischen ihnen und den Wurzeln der Bäume. *Upps. Univ. Årskriv.*
— u. Nilsson H. 1952, Transport of labelled nitrogen from an ammonium source to pine seedlings through mycorrhizal mycelium. *Sv. Bot. Tidskr.* 46, 281–285.
- Palmer J.G.*, 1954, Mycorrhizal development in *Pinus virginiana* as influenced by a growth regulator. (Dissertation, Washington) Pilzsoziologie. *Schweiz. Zeitschr. f. Pilzkunde* 1948, Heft 1. Seite 6–9.

- Peter J., 1951, Pilzaufnahmen für Floristik und Soziologie. Schweiz. Zeitschr. f. Pilzkunde. 1951. Heft 8, Seite 156–159.
- Romell L.G., 1938, A trenching experiment in spruce forest and its bearing on problems of mycotrophy. Sv. Bot. Tidskr. 32, 89–99.
- Schwöbel H., 1956, Beitrag zur Frage der Mycorrhizabildung. Zeitschr. f. Pilzkunde, 22, p. 20–23.
- Slankis V., 1948, Einfluß von Exudaten von *Boletus variegatus* auf dichotomische Verzweigung isolierter Kieferwurzeln. Phys. Plant. 1, 390–400.
- 1951, Über den Einfluß von β -Indolylessigsäure und anderen Wuchsstoffen auf das Wachstum von Kiefernwurzeln I. Symb. Bot. Upsal. XI, 3.

VAPKO-MITTEILUNG E N

Antworten

Im Rahmen des VAPKO-Lehrkurses in Heiterswil, im Herbst 1958, versprach ich den Teilnehmern, allgemein interessierende Fragen, die an mich gerichtet werden, in der Zeitschrift unseres Gesamtverbandes zu beantworten. In der Folge gingen von verschiedenen Besuchern des Kurses Fragen ein, und ich werde diese jetzt zu beantworten suchen. In jeder Nummer unserer Zeitschrift wird ab Monat März 1959 eine Antwort erscheinen, insofern der nötige Raum zur Verfügung gestellt werden kann. Ein Pilzfreund fragt an: «Ich habe schon erlebt, daß bei einer Ernte von mir kontrollierter Morcheln dem Sammler Beschwerden nach der Mahlzeit verursacht worden sind; wie ist das möglich?»

Bei der Kontrolle von Morcheln ist darauf zu achten, daß diese noch frisch und nicht etwa schon in Zersetzung übergegangen sind, oder nach der Kontrolle noch zu lange gelagert, bevor sie als Mahlzeit hergerichtet werden. Bei allen Morchelarten können nur verdorbene oder überalterte Fruchtkörper Beschwerden verursachen. Hier verwandeln sich die Eiweißstoffe durch Einwirkung von Fäulnisbakterien in Giftstoffe. Durch diese eingetretene Eiweißzersetzung wirken dann auch die eßbaren Morcheln giftig, und die erwähnten Beschwerden könnten durch diese Tatsache verursacht worden sein. Es ist daher bei der Kontrolle von Morcheln genau darauf zu achten, daß diese frisch sind. Nach Piltá gehört in die gleiche Kategorie auch die Theorie, daß es durch die Einwirkung von Enzymen zu einer Umwandlung der chemischen Zusammensetzung der alten Fruchtkörper kam, die dadurch giftig und gesundheitsschädlich wurden.

Ferner ist bei dieser gestellten Frage auch noch darauf hinzuweisen, bei der Kontrolle von Morchelernten genau zu überprüfen, ob sich nicht etwa Lorcheln in das Sammelgut eingeschlichen haben, zum Beispiel die *Gyromitra esculenta* (Speiselorchel). Diese Lorchelart erscheint ebenfalls früh im Frühjahr (März/April) und wirkt der Helvellassäure (?) wegen giftig.

Wohl ist *Gyromitra esculenta* bei uns nicht gerade häufig, wird aber doch ab und zu gefunden. A. Knapp † hat die Art mehrmals an verschiedenen Fundorten in der Schweiz festgestellt. Nach Pilát verursacht diese Pilzart sporadische Vergiftungen, oft sehr ernsten Charakters, die nicht selten zum Tode führen. Als Ursache der Giftigkeit wird in der Literatur Helvellassäure angegeben ($C_{12}H_{20}O_7$), aber es ist sehr schwer, dieser Substanz die Schuld zuzuschreiben, wenn es sich