

Die Bedeutung der Mykorrhiza-Symbiose für Pilz und Baum

GEORG RITTER

Seit etwa 80 Jahren ist bekannt, daß höhere Pflanzen eine enge Lebensgemeinschaft mit Bodenpilzen eingehen können. Inzwischen hat sich herausgestellt, daß die Mehrzahl der höheren Pflanzen — *Angiospermae*, *Gymnospermae*, Farne, Bärlappe und Schachtelhalme — potentiell zur Ausbildung von Wurzelsymbiosen mit bestimmten Pilzen befähigt sind. Diese Form der Lebensgemeinschaft wird seit FRANK (1885) als Mykorrhiza bezeichnet. Die Frage, ob es sich hierbei wirklich um eine symbiontische Partnerschaft zwischen zwei Organismen zu beiderseitigem Nutzen handelt, und nicht um ein parasitäres Pilz-Wirtsverhältnis, stand bald im Brennpunkt des Interesses. Schon die ersten anatomischen Untersuchungen ergaben jedoch, daß Schäden an den verpilzten Wurzeln nicht festzustellen sind, und praktische Erfahrungen sowie exakte Versuche zeigten in der Folge, daß Pflanzen ohne ihre Pilzpartner häufig in ihrer Entwicklung gehemmt, beziehungsweise überhaupt nicht existenzfähig sind. Dies gilt besonders für die *Orchideen*- und *Ericaceen*-Mykorrhiza, in gewissem Umfang aber auch für die Mykorrhiza der Waldbäume, die uns hier in erster Linie interessiert.

I. Morphologie und Anatomie der Mykorrhizen

Wenn man Feinwurzelpartien von Waldbäumen vorsichtig ausgräbt, zeigt sich in der Regel, daß die Kurz- oder Saugwurzeln in großer Zahl eine ganz spezifische Morphologie aufweisen. Sie sind gedrungen bis geschwollen, meist reich bzw. charakteristisch verzweigt, besitzen keine Wurzelhaare und sind i. allg. von einem dichten Hyphengewebe umgeben, von dem Hyphen in den umgebenden Bodenraum ausstrahlen. An Querschnitten solcher Kurzwurzeln erkennt man, daß Pilzhypen in großer Menge zwischen die Zellen der Wurzelrinde eindringen, diese umwachsen und sie teilweise oder auch vollständig gegeneinander isolieren. Die so entstehende charakteristische Struktur der Wurzelrinde bezeichnet man als Hartigsches Netz. Bei dieser sog. ektotrophen Mykorrhiza der Waldbäume dringen die Hyphen weder in die Zellen der Wurzelrinde, noch in das Gewebe des Zentralzylinders ein. Nicht verpilzte Kurzwurzeln sind schlanker, weniger verzweigt und mit Wurzelhaaren ausgestattet. Als zweiter Grundtyp sei die endotrophe Mykorrhiza erwähnt, die hauptsächlich bei krautigen Pflanzen verbreitet ist. Hier fehlen Myzelmantel und Hartigsches Netz, und die Hyphen breiten sich bevorzugt im Innern der Wurzelrindenzellen aus. Als morphologische Übergangsform kann die ektendotrophe Mykorrhiza betrachtet werden, die gelegentlich auch an Gehölzwurzeln (Lärche, Birke, Aspe, Linde) zu beobachten ist.

II. Natur der Symbiosepilze

Über die systematische Stellung der Symbiosepilze herrschte längere Zeit Unklarheit, wenn auch die an verpilzten Kurzwurzeln oft anzutreffenden Schnallenmycelien für die Zugehörigkeit zu den *Basidiomyceten* sprachen. Weiter ließen Geländebeobachtungen einige Vermutungen zu. So sind bekanntlich manche Pilze an bestimmte Baumarten bzw. Waldgesellschaften gebunden, wie *Leccinum scabrum* an Birke, *Suillus fusipes* und *S. plorans* an fünfnadlige *Pinus*-Arten, sowie *Suillus grevillei* und *S. aeruginascens*, *Boletinus cavipes*, *Lactarius porninsis* u. a. an Lärche. Von anderen Baumarten sind solch strenge Begleiter weniger bekannt, wie überhaupt viele Großpilze keine eindeutigen Beziehungen zu bestimmten Baumarten zeigen.

Den exakten Nachweis, daß grundsätzlich *Basidiomyceten* als Symbiosepartner der Waldbäume fungieren, konnte MELIN führen. Er beimpfte in Glasgefäßen steril aufgezogene Sämlinge verschiedener Baumarten mit Reinkulturen von *Boletaceen* und *Amanitaceen* und erzielte die bekannten charakteristischen Mykorrhizabildungen am Wurzelsystem der Versuchspflanzen. Weitere entsprechende Versuche haben bis jetzt für etwa 60 Pilzarten die Fähigkeit zur Mykorrhizabildung eindeutig erwiesen. Es handelt sich um Arten aus folgenden Gattungen: *Gyroporus*, *Boletinus*, *Suillus*, *Leccinum*, *Boletus*, *Xerocomus*, *Russula*, *Lactarius*, *Tricholoma*, *Amanita*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Phlegmacium*, *Cortinarius*, *Cantharellus*, *Rhizopogon*, *Scleroderma*.

Aus dem Bereich der *Phycomyceten*, *Ascomyceten* und *Fungi imperfecti* konnte bis jetzt noch kein Fall ektotropher Mykorrhizabildung sicher nachgewiesen werden, obwohl dies für die Gattungen *Elaphomyces* und *Tuber* sehr wahrscheinlich ist. Andererseits sind gerade unter den niederen Pilzen die Partner der endotrophen Mykorrhizen in erster Linie zu suchen.

Für weitere *Basidiomyceten*arten steht der schlüssige Beweis noch aus, daß sie zur Mykorrhizabildung befähigt sind. Der Hauptgrund hierfür ist die Schwierigkeit, Reinkulturen dieser Pilze zu erzielen. Hierzu gehören vor allem Vertreter der Gattungen *Russula*, *Lactarius*, *Cortinarius* u. a., die auf künstlichem Substrat nicht oder nur sehr langsam wachsen. Jedoch dürfte gerade diese Eigenart ein wichtiger Hinweis dafür sein, daß es sich bei solchen Arten um Mykorrhizasymbionten handelt. Im Gegensatz zu anderen ökologischen Pilztypen — Streuzersettern und Holzzerstörern — zeigen Mykorrhizapilze ganz allgemein langsames Wachstum in Reinkultur, woraus zu schließen ist, daß sie spezielle Ernährungsbedingungen verlangen, die offenbar nur im Zusammenleben mit dem Baumpartner realisiert sind. Auch hierfür lieferte MELIN den Nachweis, indem er zeigte, daß Mykorrhizapilze in gemeinsamer Kultur mit sterilen isolierten Gehölzwurzeln wesentlich rascher wachsen als Kontrollen ohne Wurzelzugabe.

Einen weiteren Nachweis für die Abhängigkeit der Pilze vom Baumpartner führte ROMELL. Er isolierte Probeflächen, die auf Grund der Fruchtkörperbildung nachweislich Mycelien von *Hymenomyceten* enthielten, durch eingegrabene Blechtafeln, so daß alle in der Fläche vorhandenen Baumwurzeln von ihren Mutterbäumen getrennt wurden. Im folgenden Jahr fanden sich außerhalb der baumfreien Probeflächen zahlreiche Mykorrhizapilze (unter anderem *Lactarius*-, *Corti-*

narius- und *Cantharellus*-Arten), während auf den isolierten Partien lediglich streuzersetzende Pilze (*Cystoderma amianthinum*, *Entoloma sericeum* und *Mycena spec.*) auftraten.

III. Physiologie der Mykorrhizapilze

Die zuletzt geschilderten Versuche werfen bereits einiges Licht auf die Physiologie und Ökologie der Mykorrhizapilze. Insbesondere das ROMELLSche Experiment zeigt eindeutig, daß gewisse Pilze zumindest zur Fruchtkörperbildung den Baumpartner benötigen. Zur weiteren Charakterisierung der Mykorrhizapilze sind folgende Erkenntnisse von grundlegender Bedeutung:

1. Obligate Mykorrhizabildner benötigen zum Wachstum lösliches Kohlenhydrat, das im Waldboden praktisch nur in lebenden Wurzeln höherer Pflanzen zur Verfügung steht. Demgegenüber sind Streuzersetzer und Holzzerstörer in der Lage, auch Polysaccharide (z. B. Cellulose) als Energiequelle auszunutzen.
2. Viele Mykorrhizapilze verwerten organische Stickstoffverbindungen — insbesondere Aminosäuren — besser als anorganische Stickstoffquellen.
3. Die meisten Mykorrhizapilze sind partiell vitaminheterotroph. Dies gilt besonders für Vitamin B₁ (Aneurin), z. T. auch für Biotin, Folsäure, Pantothensäure, Nicotinsäureamid und Inositol.
4. Ferner wurden wuchsfördernde Effekte beobachtet bei Zugabe von Laub- bzw. Nadelstreuextrakten, sowie von lebenden Wurzeln zu Reinkulturen von Mykorrhizapilzen. Die Natur der Wirkstoffe ist in diesen Fällen noch nicht bekannt.

Damit erweisen sich die obligaten Mykorrhizabildner als sehr streng an die höhere Pflanze als Symbiosepartner gebunden, die als Nähr- und Wirkstofflieferant fungiert. Diese Abhängigkeit ist nicht nur für die Fruchtkörperentwicklung, sondern bereits für die Mykorrhizabildung entscheidend wichtig. Einen sehr eindrucksvollen Nachweis hierfür lieferte BJÖRKMAN, indem er Stämmchen dreijähriger Kiefernpflanzen durch Drahtschlingen strangulierte, so daß der Assimilatstrom nach der Wurzel unterbunden war, die Pflanzen jedoch weiterleben konnten. Während nicht behandelte Kontrollpflanzen reiche Mykorrhizabildung mit viel ausstrahlendem Bodenmycel aufwiesen, war die Verpilzung der strangulierten Pflanzen minimal und zwar nachweislich auf Grund der unterbundenen Kohlenhydratzufuhr in die Wurzeln. Den gleichen Effekt gehemmter Mykorrhizaentwicklung kann man durch Beschattung und dadurch verminderte Photosyntheseleistung erreichen. So bilden Kiefern bei einem Lichtgenuß von weniger als 12% des Tageslichtes keine Mykorrhizen mehr aus.

Die grundsätzliche Abhängigkeit der Mykorrhizabildung und Fruchtkörperentwicklung von verfügbarem, überschüssigem Kohlenhydrat in den Wurzeln der Symbiosepartner erklärt auch die allgemeine Erfahrung, daß Mykorrhizapilze bevorzugt in Wäldern auftreten, die auf mittleren bis ärmeren Böden stocken. Stehen dem Baum mineralische Nährstoffe, insbesondere Stickstoff und Phosphor, in reichem Maße zur Verfügung, so wird sämtliches assimilierte Kohlenhydrat für Eiweißsynthese und Baumwachstum verbraucht. Bei angespannter Mineral-

stoffversorgung dagegen arbeitet zwar der Photosyntheseapparat normal, jedoch reichen die geringen Stickstoff- und Phosphormengen nicht aus, um alles Kohlenhydrat für das Pflanzenwachstum nutzbar zu machen. Es kommt zu einem Assimilatüberschuß, der in die Wurzeln geleitet wird, und dort von den Pilzen genutzt werden kann. Extremer Mangel an Grundnährstoffen setzt selbstverständlich auch die Assimilationsleistung herab, so daß auf absoluten Mangelböden auch die Mykorrhiza nur schwach ausgebildet ist. Diese Beziehungen zwischen Baumwachstum und Mykorrhizabildung sind schematisch in Abb. 1 dargestellt.

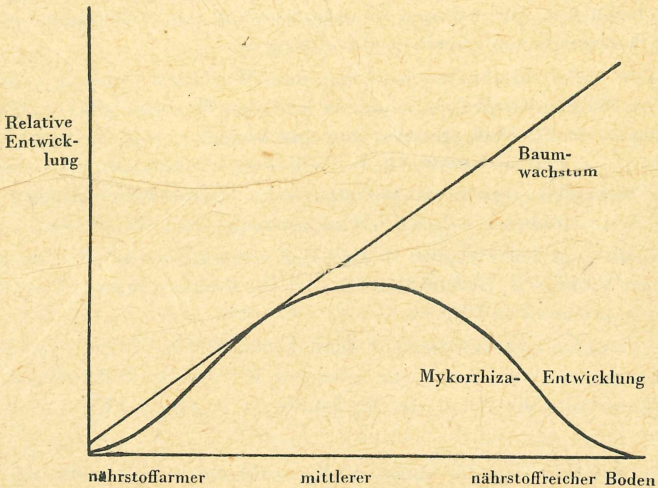


Abb. 1: Beziehungen zwischen Baumwachstum und Mykorrhiza-Entwicklung auf Böden mit unterschiedlichem Nährstoffgehalt (nach BJÖRKMAN).

Recht aufschlußreich ist auch die Tatsache, daß die Fruchtkörperbildung der Mykorrhizapilze i. allg. erst im Spätsommer und Herbst einsetzt. In dieser Zeit ist nämlich für den Pilz das Energieproblem, d. h. die Gewinnung ausreichender Kohlenhydratmengen aus den Wurzeln am leichtesten zu lösen, da dann das Baumwachstum abgeschlossen ist, die Photosynthese jedoch noch erhebliche Assimilatmengen erzeugt. Streuzersetzer und Holzerstörer sind in weit geringerem Maße an die Jahreszeit gebunden. Bekanntlich kann man unter günstigen Witterungsbedingungen z. B. *Coprinus*-, *Mycena*-, *Marasmius*- und *Pholiota*-Arten sowie viele andere während der ganzen Vegetationszeit finden.

IV. Die Bedeutung der Symbiose für den Baum

Wie einleitend angedeutet, ist die Mykorrhiza-Symbiose nicht nur für den Pilz von lebenswichtiger Bedeutung, sondern auch der Baumpartner zieht aus der Lebensgemeinschaft entscheidenden Nutzen. Seit den grundlegenden Experimenten von FRANK hat sich immer wieder gezeigt, daß Forstpflanzen mit gut ausgebildeter Mykorrhiza wesentlich vitaler sind als nicht verpilzte Pflanzen. Auf Böden, denen

die Symbiosepilze fehlen — z. B. infolge langer Entwaldung — gedeihen Forstkulturen häufig nicht, obwohl Mineralstoffe in ausreichender Menge vorhanden sind. Solche Erfahrungen wurden besonders in den Steppengebieten der UdSSR, auf Prärieböden der USA, in Australien, Afrika und Südostasien gesammelt. Auch in den alpinen Mattengebieten Europas konnten kürzlich erfolgreiche Wiederaufforstungen mit Hilfe künstlich beimpfter Fichtenpflanzen durchgeführt werden. Normalerweise genügt es zur Erzielung ausreichender Mykorrhizabildung, den Sämlingen in solchen Gebieten kleine Mengen von „Impferde“ aus normalen Waldbeständen bei der Verpflanzung beizugeben.

Obwohl heute die wuchsfördernde Wirkung der Mykorrhiza allgemein anerkannt wird, sind die primären Ursachen der Vitalitätssteigerung erst teilweise geklärt. Es kommen in Betracht:

1. Direkte Lieferung von Grundnährstoffen vom Pilz zur Pflanze;
2. Stoffwechselprodukte der Pilze, die für die höhere Pflanze Wirkstoffnatur besitzen; und schließlich
3. Indirekte Wirkungen im Rhizosphärenraum, indem die Mykorrhizapilze schädliche Mikroorganismen von den Wurzeln fernhalten.

Selbstverständlich ist es denkbar, daß nicht nur eine, sondern u. U. alle drei der genannten Ursachen an der günstigen Wirkung der Symbiose beteiligt sind.

Während die letztgenannte Möglichkeit aus methodischen Gründen bisher kaum untersucht wurde, sind auf dem Gebiet der Nährstoffaufnahme und Wirkstofflieferung durch die Mykorrhizen wichtige Ergebnisse erzielt worden. So ergaben Untersuchungen der letzten Jahre, daß manche Mykorrhizapilze fähig sind, die höhere Pflanze mit Indolwuchsstoffen (Indolylessigsäure, Indolylbuttersäure u. a.) zusätzlich zu versorgen. Diese Stoffe sind hauptsächlich für die formative Umbildung der Kurzwurzeln zu typischen Mykorrhizen verantwortlich zu machen, stehen jedoch der Pflanze auch für andere Wachstumsvorgänge zur Verfügung. Besonders auf diesem neuen Gebiet der Wuchsstoffbeziehungen zwischen den Symbiosepartnern ist eingehende Forschungsarbeit noch dringend erforderlich. Demgegenüber steht die Bedeutung der Mykorrhiza für die Mineralstoffernährung der Waldbäume heute außer Zweifel.

Zunächst ergaben eine Vielzahl von Untersuchungen übereinstimmend, daß Gehölzpflanzen mit Mykorrhizen sowohl in der Substanzproduktion als auch hinsichtlich des absoluten und relativen Mineralstoffgehaltes gegenüber unverpilzten Kontrollen eindeutig überlegen sind. So fand HATCH z. B., daß Mykorrhizapflanzen von Kiefer 86% mehr Stickstoff, 234% mehr Phosphor und 75% mehr Kalium enthielten als mykorrhizafreie Vergleichspflanzen. Unsere eigenen Untersuchungen bestätigen diesen Befund (Abb. 2, Tab. 1 und 2).

Weiter trifft die Förderung der Mineralstoffaufnahme durch Mykorrhizen besonders für die Ausnutzung schwerlöslicher Bodennährstoffe zu. Gerade in Waldböden spielen schwerlösliche Kalium- und Phosphorverbindungen als Nährstoffreserven eine wichtige Rolle. Die Pflanzenwurzeln allein sind nur in beschränktem Maße befähigt, solche schwerlöslichen Verbindungen auszunutzen, während die Mycelien der Mykorrhizapilze hierzu durchaus in der Lage sind. Allgemein dürfte sich die zuerst von FRANK und STAHL aufgestellte Mineralsaltheorie bestätigen, wonach

die Mykorrhizen nährstoffaufnehmende Organe sind. Die weit in den Boden ausstrahlenden Pilzhypen dienen somit der Pflanze als wertvoller Ersatz für die den Mykorrhizen fehlenden Wurzelhaare.



Abb. 2. Dreijährige Kiefernpflanzen; links mit Mykorrhizen von *Suillus luteus*, rechts ohne Mykorrhizen.

	mit Mykorrhiza		ohne Mykorrhiza
	<i>Suillus luteus</i>	<i>Amanita muscaria</i>	Kontrolle
Hauptsproß	20,1 ± 1,6*)	19,6 ± 1,3	15,2 ± 1,1
Seitensprosse	11,4 ± 2,4	13,8 ± 2,6	6,3 ± 1,5
Gesamtsproß	31,4 ± 4,2	33,4 ± 3,3	21,5 ± 2,1

Tab. 1. Sproßlängen dreijähriger Kiefernpflanzen (cm).

	mit Mykorrhiza		ohne Mykorrhiza
	<i>Suillus luteus</i>	<i>Amanita muscaria</i>	Kontrolle
γ P pro 100 mg Trockensubstanz	110	107	95
P in % der Kontrolle	115,7	112,5	100

Tab. 2. Phosphorgehalt von Kiefernnadeln des Jahrestriebes 1962.

Den direkten Beweis, daß Nährstoffe tatsächlich über die Pilzhypen zur höheren Pflanze transportiert werden, lieferte MELIN. In Erlenmeyerkolben mit steril kultivierten Kiefersämlingen wurden Glasschälchen mit Reinkulturen verschiedener Mykorrhizapilze eingebracht. Nach einiger Zeit breitete sich das Mycel über

*) Mittel ± 3fache Streuung des Mittels

den Schalenrand bis zu den Wurzeln aus und bildete mit diesen Mykorrhizen. In diesem Stadium wurden radioaktive bzw. stabile Isotope von Phosphor, Calcium und Stickstoff als lösliche Verbindungen in die Schalen gegeben, und nach einiger Zeit die aufgenommenen Nährstoffmengen in den Pflanzen bestimmt. Wir haben mit abgeänderter Methodik entsprechende Versuche unter weitgehend natürlichen Bedingungen durchgeführt. Hierzu benutzten wir Kiefern, die mit *Suillus luteus* beimpft waren und bei denen das Mycel aus dem Loch am Boden des Blumentopfes herausgewachsen war. Das Mycel wurde vorsichtig vom Boden des Topfes gelöst, sodaß es als glockenförmiges Gebilde von dem zentralen Loch herabhing. Die so vorbereiteten Töpfe wurden auf Gefäße mit der entsprechenden Nährlösung gesetzt, sodaß nur das freipräparierte Mycel in die Lösung eintauchte. Nach 14 Tagen konnte allein in den Nadeln 2,6% des gebotenen Phosphors nachgewiesen werden. Für die Beurteilung dieses Ergebnisses ist wesentlich, daß nur ein kleiner Teil des Gesamtmycels mit der Nährlösung in Berührung kam. Wäre es möglich, sämtliches von den Mykorrhizen ausstrahlende Bodenmycel mit der Lösung in Kontakt zu bringen, so würde die aufgenommene Nährstoffmenge sicher um ein Vielfaches größer sein.

Von großer ökologischer Bedeutung ist weiter die Tatsache, daß bei guter Mykorrhizaentwicklung die Wurzelkonkurrenz benachbarter Bäume erheblich eingeschränkt ist. Mykorrhizapflanzen kommen nämlich infolge ihres intensiv verzweigten und mit absorbierenden Hyphen ausgestatteten Wurzelsystems mit einem wesentlich kleineren Bodenraum aus als nicht verpilzte Pflanzen. Letztere sind zum Ausbau eines weit auslaufenden, extensiven Wurzelsystems gezwungen, um die erforderlichen Mengen an Nährstoffen und Wasser zu erlangen. Die notwendige Folge wären weite Entfernungen zwischen den Einzelpflanzen und eine entsprechende schütterere Baumvegetation. Damit erweist sich die Mykorrhiza nicht nur für die individuelle Pflanze von großer Bedeutung, sondern auch für die Entstehung dicht geschlossener Waldbestände überhaupt. Besonders ärmere Böden können nur durch mykorrhizabildende, sog. mykotrophe Baumarten wie Kiefer, Fichte, Eiche, Buche erfolgreich und in dichtem Bestand besiedelt werden. Dieses Erkenntnis wird durch die allgemeine Erfahrung gestützt, daß schwach oder nicht mykotrophe Gehölze wie Ahorn, Linde, Esche u. a. weitgehend auf nährstoffreiche Standorte angewiesen sind.

Die Mykorrhiza-Symbiose wird damit zu einem wichtigen Produktionsfaktor auch für die forstliche Praxis. Wenn es in Zukunft gelingen sollte, das Verhältnis zwischen beiden Partnern Pilz und Baum optimal zu gestalten, so kann man auf biologischem Wege dem Ziel maximaler Holzerzeugung wesentlich näherkommen. Bis zu diesem Stadium ist jedoch noch ein weiter und sicher mühevoller Weg zurückzulegen. Allzuvielen Problemen sind bisher nicht oder nur unzureichend gelöst. So ist z. B. nur sehr wenig bekannt über die sicher unterschiedliche Intensität der Nährstoffaufnahme durch Mykorrhizen verschiedener Pilze. Wir haben in dieser Richtung einige Versuche unternommen und festgestellt, daß Kiefern mit *Suillus luteus* wesentlich mehr Phosphor aufnehmen als solche mit Mykorrhizen von *Amanita muscaria*. Dies ist insofern bemerkenswert, als *Suillus luteus* sehr eng an Kiefer gebunden ist, während *Amanita muscaria* meist als Symbiont von Birke und Aspe auftritt. Damit dürfte nicht nur der Existenz der Mykorrhizen an sich, sondern auch der Art des jeweiligen Pilzpartners eine wesentliche Bedeutung zukommen.

V. Mykorrhiza und Pilzsoziologie

Besonders das letztgenannte Ergebnis zeigt, daß nicht nur Laboruntersuchungen sondern auch die Pilzsoziologie wertvolle Hinweise auf dem Gebiete der Mykorrhizaforschung bringen kann. Der Vorteil soziologischer Untersuchungen bzw. Beobachtungen liegt in der Möglichkeit, daß sie auf breiter Basis auch von vielen Pilzkennern betrieben werden können.

Insbesondere die Erforschung der Vergesellschaftung der Pilze untereinander und mit bestimmten Waldbäumen, sowie die Erkundung der Standortsansprüche der Pilze werden in Zukunft für die Mykorrhizaforschung wichtiges Tatsachenmaterial liefern und Grundlagen für weitere Laborarbeit schaffen.

Damit ergibt sich auch für den Feldmykologen ein interessanter Tätigkeitsbereich, der sowohl für die wissenschaftliche Klärung des Mykorrhizaproblems als auch für die praktische Anwendung der Symbiose in der Forstwirtschaft wertvolle Ergebnisse verspricht.

Literatur:

- BJÖRKMAN, E., 1942: Über die Bedingungen der Mykorrhizabildung bei Kiefer und Fichte. *Symb. Bot. Upsalienses*, **6**, 1.
- BJÖRKMAN, E., 1944: The effect of strangulation on the formation of mycorrhiza in pine. *Sv. Bot. Tidskr.*, **38**, 1.
- BJÖRKMAN, E., 1956: Über die Natur der Mykorrhizabildung unter besonderer Berücksichtigung der Waldbäume und die Anwendung in der forstlichen Praxis. *Forstwiss. Centralbl.*, **75**, 265.
- FRANK, A. B., 1885: Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, **3**, 128.
- HATCH, A. B., 1937: The physical basis of mycotrophy in *Pinus*. *Black Rock Forest Bull.* 6.
- LOBANOW, N. W., 1960: Mykotrophie der Holzpflanzen. Berlin.
- MELIN, E., 1953: Physiology of mycorrhizal relations in plants. *Ann. Rev. Plant Phys.*, **4**, 325.
- MOSER, M., 1959: Pilz und Baum. *Schweiz. Zeitschr. f. Pilzkunde*, **37**, 37.
- ROMELL, L. G., 1938: A trenching experiment in spruce forest and its bearing on problems of mycotrophy. *Sv. Bot. Tidskr.*, **32**, 89.
- STAHL, E., 1900: Der Sinn der Mykorrhizen-Bildung. *Jahrb. Wiss. Bot.*, **34**, 539.
- Dipl. Forsting. GEORG RITTER, Eberswalde,
Institut für Forstbotanik, Schicklerstr. 5

Bemerkenswerte Pilzfunde in Mecklenburg

Dr. HANNS KREISEL

In den letzten Jahren gelang im Küstengebiet eine ganze Menge floristisch interessanter Funde, von denen ich nachstehend eine Auswahl mitteile. Es handelt sich dabei um seltene oder übersehene, z. T. vordem überhaupt noch nicht in Mecklenburg festgestellte Arten. Für alle angegebenen Arten habe ich Belegmaterial aufbewahrt. In der Nomenklatur der Blätterpilze folge ich R. SINGER (The Agaricales in Modern Taxonomy, 2nd ed., Weinheim 1962).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mykologisches Mitteilungsblatt](#)

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Ritter Georg

Artikel/Article: [Die Bedeutung der Mykorrhiza-Symbiose für Pilz und Baum 1-8](#)