
Original-Arbeiten.

Neue Fortschritte in der Kenntnis der Lebensgeschichte unserer Waldpilze.

Von E. Münch-Tharandt.

Die Kenntnis des Pilzlebens unserer Wälder ist in den letzten Jahren außerordentlich gefördert worden durch die Untersuchungen des schwedischen Forschers Elias Melin¹⁾ über die Mykorrhizen der Waldbäume.

Legt man die Saugwurzeln von Waldbäumen, die sich im Humus und in halbzersetzten Blattresten verbreiten, vorsichtig frei, so findet man sie in der Regel dicht mit Pilzfäden umspinnen, die dem bloßen Auge meist als weißliche, gelbliche oder rötliche Flecken erscheinen. Unter dem Mikroskop ist festzustellen, daß diese Pilzfäden die Saugwurzeln so dicht umhüllen, daß diese vom Boden völlig abgeschlossen sind, und daß die Pilzfäden auch zwischen und in die Zellen der Wurzelrinde eindringen. Der Pilzmantel ist oft so stark, daß eine solche Pilzwurzel oder Mykorrhize doppelt so dick erscheint als eine unverpilzte Saugwurzel. Von dem Pilzmantel aus strahlen oft zarte Stränge von Pilzfäden oder auch regelmäßig angeordnete Pilzfäden wie Wurzelhaare in den Boden aus, oft fehlen diese Verbindungen der Wurzel mit dem Boden aber auch und der Pilzmantel ist glatt. Die raschwüchsigen Langtriebe der Wurzeln sind dagegen äußerlich meist frei von Pilzübersügen und tragen Wurzelhaare, die bei Mykorrhizen stets fehlen.

An manchen Stellen, besonders in sauren Rohhumusdecken, ist die Verpilzung der Saugwurzeln so allgemein, daß der Baum zweifellos darauf angewiesen ist, seine Nahrung durch Vermittlung des Pilzmantels aus dem Boden zu nehmen, so daß der Pilz die Ernährung des Baumes besorgen muß. Andererseits hat sicher auch der Pilz Vorteile von der Baumwurzel, die ausgesprochene Vorliebe des Pilzes für die Wurzeln wäre sonst nicht verständlich. Es besteht offenbar ein Zusammenleben zu gegenseitigem Nutzen, eine Symbiose, wie wir sie in vielen anderen Fällen kennen, so bei den Flechten zwischen Pilz und Alge.

Bis vor kurzem war es nicht möglich mehr als Vermutungen über die nähere Bedeutung dieser Pilzwurzeln zu äußern, da es nicht gelingen wollte, mit diesen Gebilden physiologisch zu experimentieren. Auch

¹⁾ Melin, E., Svensk Botan. Tidskrift, Bd. 15, 1921; 16, 1922; 17, 1923; Botaniska Notiser 1924. Experimentelle Untersuchungen über die Konstitution und Ökologie von *Pinus silvestris* L. und *Picea Abies* (L.) Karst. In Mykol. Untersuchungen und Berichte, Leipzig 1923. Unters. über die Bedeutung der Baummykorrhiza, Jena 1925.

darüber, zu welchen Pilzarten die mykorrhizenbildenden Pilzfäden gehören, bestanden bis vor kurzem nur Vermutungen. Melin ist es gelungen, unter geschickter Verwertung der von anderen Forschern gesammelten Erfahrungen dem Versuch in dieser Frage Eingang zu verschaffen. Er züchtete Sämlinge von Waldbäumen, Kiefern, Bergkiefern, Lärchen, Fichten, Birken und Aspen aus sterilisiertem Samen unter Ausschluß aller Pilzkeime in Reinkultur in verschlossenen Gläsern, und ebenso Mycelien von Waldbodenpilzen, unter denen Mykorrhizenbildner zu vermuten waren, und brachte diese Reinkulturen von Bäumchen und Pilzen zusammen, mit dem Erfolg, daß sich in zahlreichen Fällen echte Mykorrhizen bildeten.

Bei der Auswahl der zu diesen Synthesversuchen verwendeten Pilzen ging Melin von der Beobachtung aus, daß viele unserer bekannten höheren Bodenpilze ausschließlich im Wurzelbereich ganz bestimmter Waldbäume vorkommen¹⁾. Das bekannteste Beispiel dieser Art ist der Lärchenpilz, *Boletus elegans*, der ganz ausschließlich unter lebenden Lärchen gefunden wird, hier aber bei genügend langer Beobachtung nie vermißt wird. Gegenteilige Angaben dürften darauf beruhen, daß man die Ausdehnung des Wurzelbereichs der Waldbäume leicht unterschätzt. Ebenso ausschließlich, jedoch weniger regelmäßig, soll sich unter Lärchen *Boletus viscidus* finden, und spät im Herbst trifft man unter Lärchen, und zwar anscheinend nur unter diesen, das kleine *Limacium lucorum* herdenweise an. Daß man in der Pilzzeit unter Birken nicht lange nach dem Kapuziner, *Boletus scaber*, der ja vielfach geradezu als Birkenpilz bezeichnet wird, oder dem Rothäubchen, *Bol. rufus*, zu suchen hat, ist bekannt. Der Kapuziner findet sich fast ausschließlich unter Birken, das Rothäubchen auch unter Aspen, nur selten aber unter anderen Bäumen. Ein ausgesprochener Birkenpilz ist auch der Giftreizker, *Lactarius torminosus*, und auch der Mordschwamm, *Lact. necator*, scheint sich unter Birken besonders wohl zu fühlen.

Ausgesprochene Kiefernpilze sind der Butterpilz, *Boletus luteus*, der auch in Fichtenkulturen vorkommen soll, sicher aber nur ausnahmsweise und selten, ferner der Schmerling, *Boletus granulatus*, und besonders der Sandröhrling, *Bol. variegatus* und der Kuhpilz, *Bol. bovinus*, die in Kiefernwäldern, und ausschließlich in solchen, in Massen zu finden sind.

Bekannt ist auch das gemeinsame Vorkommen des weißen, rötlich gesprenkelten *Boletus Boudieri* und der Weymouthskiefer. Als Spezialisten für Buchenwälder werden *Limacium leucophaeum* und *pudorinum*, für Erlen *Lactarius cyathulus* angegeben, und Ricken erwähnt noch weitere Beispiele regelmäßig an gewisse Baumarten gebundener Bodenpilze. Schon lange ist bekannt, daß die Speisetrüffel nur in Verbindung mit Eichenwurzeln vorkommt, eine Be-

¹⁾ Romell, L. G., Parallelvorkommen gewisser Boleten und Nadelbäume. Svensk Botan. Tidskrift 15, 1921.

obachtung, die in den achtziger Jahren den ersten Anstoß zur Mykorrhizenforschung gegeben hat.

Besonders merkwürdig sind die genannten Pilze der Lärche und der Weymouthskiefer deshalb, weil diese Baumarten bei uns nicht ursprünglich einheimisch, sondern erst seit 150—200 Jahren durch die Forstkultur eingebracht worden sind, die Lärche aus den Alpen, die Weymouthskiefer aus Amerika. Wird eine dieser Baumarten in einer Gegend neu eingeführt, so dauert es nicht lange, bis sich auch die zugehörigen Pilze einfinden. Für Schweden läßt sich noch aus der Literatur verfolgen, daß der Lärchenpilz vor der Einführung der Lärche in Schweden fehlte, und für den Weymouthskiefernpilz ist heute noch leicht festzustellen, daß er in Wäldern, in denen es noch keine Weymouthskiefern gibt, ganz unbekannt ist. Wie ich im Tharandter Forstgarten feststellen konnte, kommt *Boletus Boudieri* außer an der Weymouthskiefer auch an anderen fünfnadeligen Kiefern vor. Fünfnadelige Kiefern hatten wir in Europa ursprünglich nur zwei Arten, die Zirkelkiefer in den Alpen und in Nordrußland und *Pinus peuce* im Balkan. Vermutlich stammen unsere Weymouthskiefern-pilze von diesen Holzarten und wurden mit Pflanzen aus den großen Pflanzenzüchtereien in alle Wälder verbreitet. Aber auch die natürliche Verbreitung solcher Pilze, durch Sporen, muß sehr leicht vor sich gehen, denn auch unter Lärchen, die im Walde nicht gepflanzt, sondern aus Saat entstanden sind, stellt sich früher oder später der Lärchenpilz ein.

Andere unserer Bodenpilze sind zwar nicht an bestimmte Baumarten, aber doch durchaus an den Wald gebunden. In Wiesen und Feldern finden sie sich nur soweit, als Baumwurzeln reichen. Wird der Waldbestand abgetrieben, so verschwinden die Pilze sofort und erscheinen erst wieder mit dem Heranwachsen der Kultur. Wird ein Acker oder eine Wiese aufgeforstet, so dauert es nicht lange, bis die Waldbodenpilze erscheinen. Hierher gehören alle Röhrlinge, Täublinge, Milchlinge und *Amanita*arten wohl ohne Ausnahme, um nur einige der verbreitetsten obligaten Waldpilzgattungen zu nennen. Andere Gattungen haben auch Vertreter, die ebensowohl und selbst mit Vorliebe in Feldern und Wiesen auftreten, so die Champignons, Schirmlinge, *Boviste*, Trichterlinge, Schwindlinge, dann besonders die Tintlinge, die nur auf Mist oder faulem Holz usw. wachsen.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß höchstwahrscheinlich die meisten oder alle obligaten Waldbodenpilze, besonders aber die an bestimmte Baumarten gebundenen, mit den Waldbäumen Mykorrhizen bilden. Zuerst gelang dieser Nachweis an *Boletus elegans* und der Lärche. Das Mycel dieses Pilzes und der Keimling der Lärche gedeihen verhältnismäßig gut unter den unnatürlichen Bedingungen der Reinkultur.

Zusammengefaßt hat Melin mit folgenden Pilzen und Baumarten künstliche Mykorrhizen erzeugt:

Lärche: *Boletus elegans*, *Cortinarius camphoratus*.

Kiefer: *Boletus luteus*, *granulatus*, *variegatus*, *badius*.
Russula fragilis, *Lactarius deliciosus*, *Cortinarius mucosus*. Die gleichen Pilze (außer *Bol. luteus* und *badius*) sowie *Tricholoma virgata* bildeten auch an *Pinus montana* Mykorrhizen.

Birke und Aspe: *Boletus scaber* und *rufus*, an Birke auch *Tricholoma flavobrunneum* (obligater Birkenpilz) und *Amanita muscaria*.

Nicht weniger bedeutungsvoll als diese Feststellungen von Mykorrhizenpilzen sind die Untersuchungen über die physiologischen Verrichtungen der Mykorrhizen und ihre ökologische Bedeutung für die Bäume. Das Ergebnis kann dahin zusammengefaßt werden, daß in der Regel beide Partner, der Pilz und der Baum, von der Lebensgemeinschaft einen Vorteil haben. Im ganzen ist der Pilz noch mehr auf den Baum angewiesen als der Baum auf den Pilz, denn unter günstigen Ernährungsbedingungen können die Bäume auch ohne Pilze auskommen, sie können selbst in Wasserkultur zur vollen Entwicklung gebracht werden. Die Mykorrhizenpilze bedürfen aber wenigstens zur Fruchtkörperbildung, viele wahrscheinlich auch zum Mycelwachstum, gewisser Stoffe, die sie in der Natur nur aus den lebenden Baumwurzeln erhalten können. Die Wurzeln scheiden phosphor- und stickstoffhaltige organische Stoffe aus, die Phosphatide, die, wie die Vitamine für Mensch und Tier, für Mykorrhizenpilze zwar nur in geringen Mengen notwendig aber für reichliches Wachstum unentbehrlich sind und das Mycelwachstum sehr fördern. Außerdem beziehen die Pilze von den Wurzeln wahrscheinlich auch Glukose, denn ohne diese wachsen die Mycelien in der Reinkultur nur schlecht, auch auf Humusextrakt, der ihrem natürlichen Nährboden möglichst nahe kommt.

Der Vorteil des Baumes aus dem Zusammenleben mit dem Pilz liegt nach Melin darin, daß der Pilz der Baumwurzel gewisse Stickstoffverbindungen zugänglich macht, die der Baum allein nur schwer aufnehmen kann, da sie entweder an sich schwer verdaulich sind oder der Wurzel durch die zahllosen Fäulnispilze des Bodens vorweggenommen würden. Anorganische Salpeter- und Ammoniumverbindungen kann die Baumwurzel auch ohne Pilz aufnehmen, weniger gut aber höhere, organische Stickstoffverbindungen, wie in mehrjährigen Ernährungsversuchen festgestellt wurde. In sauren Rohhumusböden ist der Stickstoffumsatz gering, der an sich große Stickstoffgehalt des Humus wird hier nicht zu Salpeter oder Ammoniumsalzen umgesetzt. Hier greifen die Mykorrhizenpilze ein, die mit den nötigen Enzymen ausgestattet sind, um solche Stoffe zu verarbeiten. Die Mykorrhizen lieben einen höheren Säuregrad, wie er in solchen Böden herrscht. Hier finden sich die üppigsten Mykorrhizen und gedeihen die Baumarten, die am leichtesten Mykorrhizen bilden, die Nadelhölzer und die Cupuliferen. Die Wurzel bringt die vom Pilz herbeigeschafften Stoffe dadurch an sich und in den Stoffwechsel des Baumes, daß sie die eingedrungenen Pilz-

fäden zum Teil auflöst und verdaut, außerdem scheint ein Stoffaustausch zwischen Pilz- und Wurzelzellen vor sich zu gehen.

Auf reicheren und frischeren, weniger sauren oder alkalischen Böden wiegen dagegen im Bodenleben die Bakterien vor. Sie bauen den Humusstickstoff zu Nitrat und Ammoniumverbindungen ab, die von den Baumwurzeln unmittelbar aufgenommen werden können. Hier können die Bäume der Mykorrhizen entraten. Auch sagt den Pilzen der geringere Säuregrad solcher Böden nicht zu, so daß sie nur spärliche Mykorrhizen bilden.

Wird der Pilz durch besonders zusagende Lebensbedingungen sehr gefördert, der Baum aber gleichzeitig benachteiligt, so kann das förderliche Zusammenleben in einseitigen Parasitismus des Pilzes übergehen, und unter umgekehrten Umständen kann die Baumwurzel, die gegen die Pilzfäden keineswegs nur passiv ist, das Übergewicht bekommen und den Pilzangriff abschlagen. Ähnliche Abweichungen vom Normalfall werden ja auch bei der Symbiose zwischen Leguminosen und Bakterien in den bekannten stickstoffsammelnden Knöllchen angenommen. In der Regel aber wiegt der wechselseitige Vorteil beider Symbionten vor.

Wenn auch die Mykorrhizenfrage mit diesen Untersuchungen noch keineswegs abgeschlossen ist, so sind die Melinschen Ergebnisse doch zu den wichtigsten Fortschritten in der Physiologie der Pilze sowohl wie des Waldes zu rechnen. Für Pilzfreunde ergibt sich die dankbare Aufgabe, die Kenntnisse über regelmäßiges Zusammenleben bestimmter Pilz- und Baumarten durch Beobachtungen zu erweitern.

Zur Kenntnis der unter Lärchen wachsenden beschleierten Röhrlinge.

Von Prof. Dr. Kreh, Stuttgart.

Die Lärche gehört zu den Waldbäumen, die sich bei den Pilzfreunden einer besonderen Beliebtheit erfreuen, denn eine stattliche Anzahl von Pilzarten ist in ihrem Vorkommen an sie gebunden. Auffallend ist, daß sich darunter nicht weniger als fünf beschleierte Röhrlinge — von den neun, die Ricken in seinem Vademekum, 2. Aufl. erwähnt — befinden. Ricken gibt diese Bindung im Vorkommen allerdings nur für zwei Arten, *Boletus viscidus* und *B. Bresadolae*, an; für *B. elegans* erwähnt sie aber schon Michael (1918), und seither ist sie von einer Reihe von weiteren Beobachtern laut Veröffentlichung in Puk und Z. f. P. bestätigt worden. Auch ich habe in der an Lärchen sehr reichen näheren und weiteren Umgebung von Stuttgart in den letzten 7 Jahren Hunderte von Vorkommen geprüft und nie auch nur ein Stück dieser Pilzart ohne Verbindung mit der Lärche gefunden. Auch beim Vorkommen von *B. cavipes* erwähnt Michael diese Tatsache, und wieder kann ich sie durch meine Beobachtungen in der Stuttgarter Umgebung durchaus bestätigen. *B. elegans* und *cavipes*

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Pilzkunde](#)

Jahr/Year: 1927

Band/Volume: [6_1927](#)

Autor(en)/Author(s): Münch Ernst

Artikel/Article: [Neue Fortschritte in der Kenntnis der Lebensgeschichte unserer Waldpilze 17-21](#)