

Mykologische Studien im Naturschutzgebiet Moosfenn bei Potsdam

Wolfgang R. Müller-Stoll, Jürgen Overbeck, Manfred Naumann

1. Einleitung
2. Methodik
3. Zur Mykologie des Moosfenns
 - 3.1 Mykologische Befunde
 - 3.2 Verzeichnis der im Moosfenn gefundenen höheren Pilze
 - 3.3 Mykotrophie der Kiefer
4. Standortfaktoren und Kiefern-Wachstum
5. Literatur

Zusammenfassung

47 Arten höherer Pilze konnten im Moosfenn sicher bestimmt werden; sie treten bevorzugt in der Rand- und Flachmoorzone auf; im inneren Teil des Recurvum-Moores sind nur wenige Sippen vertreten; in den meisten Fällen handelt es sich um Mycorrhiza-Bildner. An niederen Pilzen kommen im inneren Moosfenn hauptsächlich *Penicillium*-Arten vor.

Summary

Mycological Studies in National Reserve Trust Property Moosfenn near Potsdam

47 species of higher Fungi are determined with certainty; they occur specially in border line of fen area. In the inner part of Recurvum-bog only few species are represented; in most cases they are mycorrhiza forming species. From lower fungi, in the inner part of Moosfenn mainly *Penicillium* species occur.

1. Einleitung

Nach den pedologischen und bakteriologischen Studien im Moosfenn bei Potsdam (MÜLLER-STOLL et al. 1991a, b) folgt als Teil 3 unsere mykologischen Untersuchungen. Sie erstrecken sich auf die Beobachtungen von Juni 1959 bis März 1961; vor allem 1960 wurde das Moosfenn in der Vegetationszeit minde-

stens einmal wöchentlich nach Fruchtkörpern abgesucht. Bei der Bestimmung der Pilze wurden teilweise Dr. W. FISCHER und Dr. D. BENKERT herangezogen. Einige schwer bestimmbare Sippen wurden Herrn Prof. Dr. H. KREISEL (Greifswald) und K. H. SAALMANN (Weißenfels) zur Begutachtung vorgelegt. Pilze, die nicht mit einiger Sicherheit bestimmbar waren, wurden nicht in die Aufstellung (Kap. 3.2) aufgenommen. Das betrifft vor allem einige selten gefundene *Mycena*- und *Inocybe*-Sippen sowie verschiedene Braunsporen, d.h. *Hygrocybe*-, *Dermatocybe*- und *Hypholoma*-Arten. Die Anordnung der Familien und die Benennung der Sippen folgt weitgehend KREISEL (1987) (vgl. auch MICHAEL et al. 1975 und HANDKE in SCHUBERT et al. 1983). Während MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959) nur 3 Pilzarten aus dem Moosfenn bekannt waren, nämlich *Lactarius rufus*, *Russula emetica* und *Laccaria laccata*, sind es jetzt 47 Sippen, die bereits genannten eingeschlossen.

2. Methodik

Außer der Bestimmung der im Moosfenn vorkommenden Pilz-Sippen wurde an verschiedenen Stellen die Menge des Mycels in den einzelnen Torfschichten untersucht. Wenn die oberen Schichten etwas abgetrocknet waren, läßt sich das Mycel gut erkennen. Proben von *Polytrichum strictum* wurden getrocknet, danach Querschnitte angefertigt und mikroskopisch auf Mycel untersucht; dasselbe geschah auch mit Proben von *P. commune*. In wechselnden Zeiten wurden auch Kiefernwurzeln aus verschiedenen Tiefen an unterschiedlichen Standorten freigelegt und ihre Färbung und der Typus ihrer Mykorrhiza festgestellt. Auch dann wurden Querschnitte angefertigt, um die Mykorrhiza-Art zu erkennen (ektotroph oder endotroph).

3. Zur Mykologie des Moosfenns

3.1 Mykologische Befunde

Von den in der Aufstellung in Kap. 3.2 erfaßten 47 Pilzarten besiedeln im Moosfenn eine ganze Reihe nicht das eigentliche Hochmoor (Turfosa-Zone und zentrales Moor); wie aus den Fundorts-Angaben hervorgeht, kommen sie nur in der Rand- und Flachmoor-Zone vor. Dazu gehören folgende Sippen: *Scutellina scutellata*, *Lentinus lepidus*, *Cantharellus cibarius*, *Suius bovinus*, *S. luteus*, *Boletus edulis*, *Tylopilus felleus*, *Xerocomus badius*, *Russula xerampelina*, *Lactarius turpis* und *Scleroderma citrinum*. Hierher gehören auch noch folgende Arten: *Lactarius fuscus*, *Paxillus involutus*, *Clitocybe phaeophthalma* und *Gomphidius glutinosus*.

Auf Birken kommt *Piptoporus betulinus*, auf der Waldkiefer *Trichaptum abietinum* und *Gloeophyllum sepiarium* vor. *Collybia cockei* wächst auf faulenden Pilzen und *Marasmius androsaceus* auf abgestorbenen Pflanzenteilen.

Mycena supina und *M. metata* wachsen auf alten Kiefernstubben. Zu den im Innern des Moosfenns beobachteten Sippen gehören folgende *Sphagnum*-Bewohner: *Tephrocybe palustris*, *Omphalina philonotis* (Abb. 1), *O. sphagnicola*, *Galerina paludosa* (Abb. 2), *G. sphagnorum*, *G. tibiicystis* und als weniger spezialisierte Art auch *Laccaria laccata*.

Während *Leccinum scabrum* als Begleiter der Moorbirke im Moosfenn vorkommt, sind nach MODESS (1941) *Suillus variegatus*, *Lactarius helvus* und *L. rufus* Pilze der Waldkiefer. *Dermocybe crocea* (Abb. 3) kommt ebenfalls als Mykorrhiza-Bildner der Kiefer in Betracht, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man die obere (grüne) Moossschicht entfernt und die gelben Hyphenstränge des Pilzes verfolgt. *Lactarius glycosmus*, *Russula emetica* var. *emetica*, *Chroogomphus rutilus* und *Amanita fulva* gehören ebenfalls zu mykorrhizabildenden Gattungen, dürften also auch hierher gehören.



Abb. 1: *Omphalina philonotis*, ein *Sphagnum*-Bewohner im Moosfenn, häufig, vor allem an nassen Stellen.

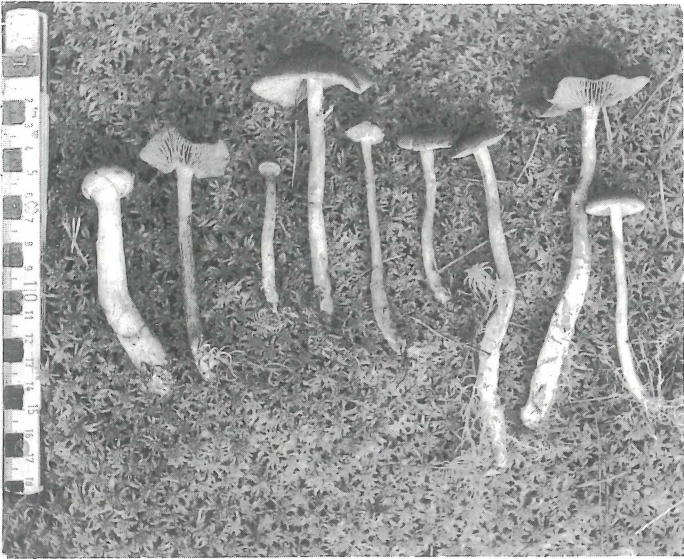


Abb. 2: *Galerina paludosa*, ein *Sphagnum*-Bewohner, häufiger Pilz im Moosfenn.

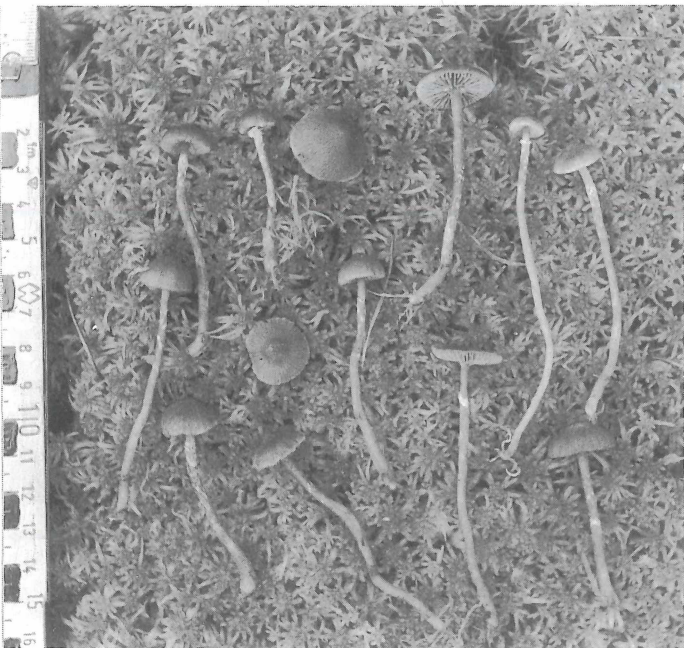


Abb. 3: *Dermocybe paludosa* var. *crocea*, ein Mykorrhiza-Bildner der Kiefer in der Turfosa- und Uliginosa-Zone.



Abb. 4: *Mycena epipterygia*, ein Saprophyt, in Mengen in der Turfosa- und Uliginosa-Zone, fehlt im zentralen Hochmoor.

Um Saprophyten dürfte es sich bei den restlichen im Moosfenn gefundenen Pilzen handeln, nämlich um *Mycena galopus*, *M. epipterygia* (Abb. 4), *Entoloma rhodopolium*, *Inocybe nabipes*, *Agrocybe arvalis*, *Galerina stylifera*, *Psilocybe atrobrunnea* und *Conocybe tenera*.

Die Rand- und Flachmoor-Zone weisen nicht nur eine höhere Zahl von Pilzarten auf, vielmehr treten einzelne Sippen z.T. in Massen auf. Das war 1960 besonders bei *Lactarius rufus*, *Laccaria laccata*, *Tephrocybe palustris* und *Galerina paludosa* der Fall.

Im nassen, zentralen Teil des Moosfenns wurden nur wenige Pilzarten und meist nur in wenigen Exemplaren gefunden. Hier beobachteten wir nur die bereits genannten *Sphagnum*-Bewohner sowie selten auch *Russula emetica* und *Lactarius rufus*. Flächen mit spärlichem Kiefernbewuchs verhalten sich ähnlich. Im Vergleich mit 1959 war 1960 ein weitaus stärkeres Auftreten von Fruchtkörpern zu beobachten.

Das Hyphen-Geflecht der Pilze durchdringt vor allem die graue und den oberen Teil der schwarzen Torfschicht. Vergleicht man die Bodenschichten im äußeren Teil des Fenns, bei denen diese Schichten stärker ausgebildet sind, mit denen des inneren Bereiches, so muß man einen erheblichen Unterschied feststellen. In den äußeren Zonen ist das Hyphengeflecht viel reichlicher ent-

wickelt. Die *Polytrichum*-Bulten sind besonders stark von Mycel durchsetzt; die einzelnen Pflanzen sind in ihrem unteren Teil völlig von Mycel umspinnen, so daß das Hyphen-Geflecht einem Filz gleicht, der die Pflänzchen miteinander verklebt. Bei Trockenheit ist das besonders deutlich zu erkennen; unter dem Mikroskop konnten z.T. Schnallen am Mycel beobachtet werden.

Es fielen 2-3 mm große "weiße Flocken" auf, die in den oberen Torfschichten vorkommen. Mit diesen wurden Petrischalen mit einem Nährboden aus Torfextrakt-Agar mit 3 % Malzextrakt beimpft; die Bebrütung erfolgte bei 15, 25 und 36 °C. Von den 25 Kolonien, die wir dabei erhielten, erwiesen sich 23 als *Penicillium*-Arten. Eine Bestimmung von *Penicillium* nach NIETHAMMER (1949) ergab, daß die Mycelien entsprechend ihrer Verzweigung zur Gruppe *Symmetrium-Biverticillatum* gehören, davon 21 Kolonien zur Untergruppe *Luteo-Virida* und 2 zur Untergruppe *Brevi-Compacta*; eine schwärzlich aussehende Kolonie konnte nicht identifiziert werden.

3.2 Verzeichnis der im Moosfenn gefundenen höheren Pilze

Ascomycetes:

Familie Pezizaceae FR.

Scutellinia (Lachnea) scutellata (L. ex ST. AMANS) LAMB. - Borsten-Becherling - vom Juni bis September 1960 in der Flachmoor-Zone auf gefallenem Birken-Stämmen.

Basidiomycetes:

Familie Coriolaceae SING.

Gloeophyllum sepiarium (WULF. ex FR.) KARST. - Zaun-Blättling - an abgestorbenen Kiefern-Stämmen, März 1960.

Lentinus lepidus (FR. ex FR.) FR. (= *L. squamosus* SCHAEFF.) - Schuppiger Sägeblättling - an alten Stubben in der Randzone, 20.7.1960.

Trichaptum abietinum (PERS. in J.F. GMELIN ex FR.) RYR. - Violetter Lederporling - das ganze Jahr hindurch an abgestorbenen Kiefern.

Familie Hydnaceae CHEV.

Cantharellus cibarius FR. - Echter Pfifferling - im N im Wald, von dort in die Randzone vordringend, August 1960.

Familie Polyporaceae CDA.

Piptoporus betulinus (BULL. ex FR.) KARST. - Birken-Porling - an abgestorbenen Birken im Moor, 1959 und 1960.

Familie Tricholomataceae ROZE ex OVEREEM

Tephrocye palustris (PECK) DONK - Sumpf-Graublatt - Mai und Juni 1959 und 1960 häufig in der Flachmoor-Zone, sonst im September über das ganze Moor zerstreut, nicht im zentralen Teil.

Clitocybe phaeophthalma (PERS.) KUYPER - Bitterlicher Trichterling - Randzone im W auf Laub, 12.9.1960.

Clitocybe subspadicea (LGE.) M. BON. et CHEVASSUT - Nabel-Trichterling - im S auf *Polytrichum*-Bulten, im W in der Randzone, Oktober 1959 und 1960.

Laccaria laccata (SCOP. ex FR.) BERK. et BR. - Rötlicher Lacktrichterling - einer der häufigsten Pilze des Moores, vielfach in der Rand- und Flachmoor-Zone, daneben über das ganze Moor zerstreut, im Epigejos-Moor 1959 häufig, im Innern seltener.

Collybia cookei (BRES.) J.D. ARNOLD - Gelbknoolliger Rübbling - auf faulenden Pilzen, besonders in den äußeren Zonen.

Omphalina philonotis (LASCH) QUEL. (Abb. 1) - Sumpf-Nabeling - einer der ersten Pilze im Frühjahr auf dem Hochmoor, bis Oktober zerstreut über das ganze Moor, besonders an nassen Stellen, fehlt in der Randzone.

Omphalina sphagnicola (BERK.) MOSER - Torfmoos-Nabeling - fand D. BENKERT im Juni 1969 im Moosfenn auf *Sphagnum recurvum*.

Marasmius androsaceus (L. ex FR.) FR. - Roßhaar-Schwindling - Auf Nadeln und anderen Pflanzenresten in der Rand- und Flachmoor-Zone, massenhaft im angrenzenden Wald, Juli/August 1960.

Mycena galopus (PERS. ex FR.) KUMM. - Weißmilchender Helmling - zerstreut in der Flachmoor- und Uliginosa-Zone, September/Oktober 1960.

Mycena supina (FR.) KUMM. - Buchen-Helmling - in der Rand- und Flachmoor-Zone auf alten Stubben, 29.10.1960.

Mycena epipterygia (SCOP. ex FR.) S.F. GRAY (Abb. 4) - Überhäuteter Helmling - massenhaft in der Uliginosa- und Turfosa-Zone, fehlt im zentralen Teil, Oktober 1959 und 1960.

Mycena metata (FR.) KUMM. - Kegeliger Helmling - auf alten Stubben, die durch Senkung des Wasserspiegels frei werden, 3.6.1960.

Familie Rhodophyllaceae SING.

Entoloma rhodopolium (FR. ex FR.) KUMM. - Niedergedrückter Rötling - einzelne Exemplare in der Flachmoor-Zone, selten in der Uliginosa-Zone, September/Oktober 1960.

Familie Cortinariaceae ROZE ex HEIM

Inocybe napipes LGE. - Rübenstieler Rißpilz - wenige Exemplare in der Uliginosa-Zone, August/September 1960.

Agrocybe arvalis (FR.) SING. - Geschwänzter Erdschüppling - im *Juncus*-Sumpf häufig, von der Randzone bis in die Uliginosa-Zone vorkommend, gegen das Moor abnehmend, August bis Oktober 1960.

Galerina sphagnum (PERS. ex FR.) KUEHNER - Sumpf-Häubling - ab Juni im ganzen Fenn, nur wenig auffallend.

Galerina tibiicystis (ATK.) KUEHNER - Bereifter Häubling - zerstreut im ganzen Fenn, Ende Juni bis Anfang August 1959 und 1960. Diese Art fand auch D. BENKERT im Juli 1968 auf *Sphagnum recurvum*.

Galerina paludosa (FR.) KUEHNER (Abb. 2) - Weißflockiger Häubling - in der Rand- und Flachmoor-Zone reichlich auftretend, im Innern des Moores seltener; im ausgetrockneten *Juncus*-Sumpf 1960 sehr häufig, von Juni bis August, besonders im Juli. Diese Art fand auch D. BENKERT im Juli 1968 auf *Sphagnum recurvum*.

Galerina stylifera (ATK.) A.H. SMITH et SING. - Blasenähnlicher Häubling - mehrere Exemplare im W in der Uliginosa-Zone, 6.9.1960.

Dermocybe paludosa var. *crocea* (SCHAEFF.) MOSER (Abb. 3) - Gelbblättriger Hautkopf - als solcher von K. H. SAALMANN (Weißenfels) bestimmt, im August in der Uliginosa- und Turfosa-Zone, nach dem Innern des Moores abnehmend, im zentralen Teil nicht gefunden, häufig auch im Epigejos-Moor.

Familie Amanitaceae ROZE

Amanita fulva SING. - Fuchsigiger Streifling - im Juli und August im N und NW 1959 in der Uliginosa-Zone, 1960 am O-Rand des Fenns.

Familie Strophariaceae SING.

Psilocybe atrobrunnea (LASCH ex FR.) GILL. - Torf-Kahlkopf - zerstreut im W und N in der Uliginosa-Zone, September 1960.

Familie Bolbitiaceae SING.

Conocybe tenera (SCHAEFF. ex FR.) FAYOD - Rotstieliges Samthäubchen - wenige Exemplare in der Uliginosa-Zone, Oktober 1960.

Familie Paxillaceae MRE.

Paxillus involutus (BATSCH ex FR.) FR. - Kahler Krempling - sehr häufig im angrenzenden Wald, 1959 und 1960 häufig in der Randzone, z.T. auch in die Flachmoor-Zone eindringend, stößt höchstens 8-10 m gegen das Moor vor.

Familie Gomphidiaceae MRE.

Gomphidius glutinosus (SCHAEFF. ex FR.) FR. - Kuhmaul - am O-Rand sechs Exemplare.

Chroogomphus rutilus (SCHAEFF. ex FR.) O.K. MILLER - Kupferroter Gelbfuß - mehrere Exemplare in der Rand- und Uliginosa-Zone, August 1960; zwei Exemplare September 1960 in der Turfosa-Zone.

Familie Boletaceae MRE.

Suillus variegatus (SWARTZ ex FR.) O. KUNTZE - Sandröhrling - häufig in der Uliginosa-Zone und im Epigejos-Moor, selten in der Turfosa-Zone, fehlt im Innern des Moores, Juli bis Oktober 1959 und 1960.

Suillus bovinus (L. ex FR.) O. KUNTZE - Kuhröhrling - am O-Rand zerstreut, jedoch gesellig, August/September 1960.

Suillus luteus (L. ex FR.) S.F. GRAY - Butterpilz - am O-Rand in der Flachmoor-Zone, September 1960.

Boletus edulis BULL. ex FR. - Steinpilz - im N vom Wald her gegen die Randzone vordringend, 20.9.1960.

Leccinum scabrum (BULL. ex FR.) S.F. GRAY - Gemeiner Birkenpilz - im N und W unter Birken im Moor, August bis Oktober 1960.

Tylopilus felleus (BULL. ex FR.) KARST. - Gallenröhrling - im SE vom Wald her in die Randzone eindringend, September 1960.

Xerocomus badius (L. ex FR.) KUEHNER ex GILB. - Maronenröhrling - Massenweise im N und E im Wald, selten in einigen Exemplaren in der Randzone.

Familie Russulaceae ROZE

Russula xerampelina (SCHAEFF.) FR. - Roter Heringstäubling - im E in der Randzone zwei Exemplare, 20.9.1960.

Russula emetica (SCHAEFF.) PERS. ex FR. var. *emetica* FR. - Moor-Speitäubling - einer der häufigsten Pilze des Moores, trat 1959 im S-Teil besonders häufig auf, im zentralen Teil seltener, Juli bis Oktober 1959 und 1960.

Lactarius turpis (WEINM.) FR. - Tannen-Reizker, Mordschwamm - häufig im S zwischen Moor- und Waldweg und auf die Randzone übergreifend, im W bis zur Uliginosa-Zone vordringend, jedoch nur in *Polytrichum*-Bulten wachsend, Juli/August 1960.

Lactarius fuscus ROLLAND - Dunkler Duftmilchling - selten im N in der Randzone, September/Okttober 1960.

Lactarius glycosmus (FR. ex FR.) FR. - Blasser Duftmilchling - zahlreiche Exemplare auf engem Raum in der Randzone, August 1960.

Lactarius helvus (FR.) FR. - Bruchmilchling, Maggipilz - ausgenommen den zentralen, nassen Teil im ganzen Fenn zerstreut auftretend, etwas häufiger in der Randzone im O und N, August/September 1960.

Lactarius rufus (SCOP. ex FR.) FR. - Rotbrauner Milchling - häufig in der Randzone, sonst im Moor zerstreut, 1959 und 1960.

Familie Sclerodermataceae E. FISCHER

Scleroderma citrinum PERS. - Kartoffel-Hartbovist - in der Randzone häufig.

3.3 Mykotrophie der Kiefer

Die Untersuchungen vom Juli 1959 ergaben, daß überwiegend Gabel-Mykorrhiza (Abb. 5a) von grauweißer bis bräunlicher Färbung vorhanden war; Knollen-Mykorrhiza (Abb. 5c) war nur selten zu finden. Das änderte sich jedoch im September des gleichen Jahres; in der Uliginosa-Zone fand sich nun weit häufiger Knollen-Mykorrhiza. Sie wurde von *Suillus variegatus* gebildet; im zentralen Teil des Moosfenns fehlt der Pilz jedoch. Gleichzeitig wurde eine Gabel-Mykorrhiza mit relativ starken Hyphensträngen an den Kurzwurzeln der Kiefer gefunden; sie wird von *Dermocybe paludosa* var. *crocea* (Abb. 5b) gebildet und kommt in der Turfosa- und Uliginosa-Zone vor, nimmt jedoch nach dem zentralen Fenn ab oder scheint überhaupt zu fehlen. Im Februar des folgenden Jahres wurde wieder nur grauweiße bis bräunliche Gabel-Mykorrhiza gefunden.



Abb. 5: Mykorrhiza-Bildung auf Wurzeln von Kiefern: a) Gabel-Mykorrhiza aus der schwarzen Schicht; Vergr. 2x; b) Mykorrhiza von *Dermocybe paludosa* var. *crocea* aus der grauen Schicht, safrangelb an Kurzwurzeln von *Pinus sylvestris* fo. *turfosa*; Vergr. 2x; c) Knollen-Mykorrhiza an einer Kiefernwurzel von *Suillus variegatus*; nat. Gr.

Im Sommer 1960 war Knollen-Mykorrhiza und safrangelbe Gabel-Mykorrhiza bereits im Juli in weit stärkerem Maße als im Vorjahr zu finden. Mykorrhiza sind nur solche Kurzwurzeln der Waldkiefer, die sich in der grauen und schwarzen Torfschicht befinden. Es fiel dabei auf, daß die Knollen- und safrangelben Gabel-Mykorrhizen vor allem in den oberen, verhältnismäßig trockenen Schichten vorkommen, wohingegen die Kurzwurzeln in der nasseren schwarzen Schicht fast ausschließlich das Bild der grauweißen bis bräunlichen Gabel-Mykorrhiza zeigten. Schon in den unteren Teilen der schwarzen Schicht fehlt z.T. die Mykorrhiza-Bildung. Die Kurzwurzeln beginnen abzusterben und nehmen eine braunschwarze Färbung an; in der nach unten folgenden anaeroben Zone ist jegliche Mykorrhiza rückgebildet.

Mikroskopische Untersuchungen an zahlreichen Kurzwurzeln von *Pinus sylvestris* von verschiedenen Standorten im Moosfenn haben ergeben, daß es sich in allen Fällen um eine ektotrophe, nach LOBANOW (1960) ektendotrophe Mykorrhiza handelt. Das "HARTIG'sche Netz" ist stets deutlich ausgebildet; der Hyphen-Mantel der Gabel-Mykorrhiza ist zwischen 32 und 53 μm dick. Schnallen konnten an den Hyphen wiederholt beobachtet werden.

Die Hochmoore sind weit pilzreicher als man gemeinhin glaubt. FAVRE (1950) gibt für die Hochmoore des schweizerischen Jura über 600 Sippen und KREISEL (1953/54) für die Moore in Ost-Mecklenburg 148 Arten an. Vor allem mit dem aufkommenden Baumbewuchs siedeln sich die entsprechenden Begleitpilze an. Zu den Begleitern der Kiefer gehören nach FAVRE und KREISEL auch solche Pilze, die wir nur in der Rand- und Flachmoor-Zone fanden. Hierher gehören z. B. auch die Mykorrhiza-Bildner *Suillus bovinus*, *Paxillus involutus* und *Scleroderma citrinum*. Von den Mykorrhiza-Pilzen des Hochmoores dürften auch *Suillus variegatus* und *Russula emetica* var. *emetica* eine wichtige Rolle spielen. *S. variegatus* ist auch in den Aufstellungen von GAMS & RUOFF (1929), FAVRE (1950) und KREISEL (1953/54) enthalten; von ersteren wird der Pilz für einen der wichtigsten Mykorrhiza-Bildner der Hochmoore gehalten. Im Moosfenn fanden wir ihn vor allem in der Uliginosa-Zone, doch zählte ihn KREISEL zu den Arten, die *Pinus sylvestris* fo. *turfosa* begleiten. *Russula emetica* var. *emetica* ist im Moosfenn der verbreitetste Mykorrhiza-Pilz; er wird auch von GAMS & RUOFF sowie von KREISEL genannt.

Die übrigen Mykorrhiza-Pilze treten im Moosfenn in der Häufigkeit zurück; das bezieht sich jedoch nur auf die Fruchtkörper-Bildung. Damit soll indessen nicht gesagt sein, daß diesen Pilzen bei der Mykorrhiza-Bildung eine geringere Bedeutung zukommt. Es ist bekannt, daß manche Pilze zeitweise sehr viele Fruchtkörper bilden, die in ungünstigen Jahren fehlen können, obwohl das Mycel im Boden weiterhin seine Aufgabe erfüllt. Während man am Standort feststellen kann, daß die Knollen-Mykorrhiza von *Suillus variegatus* und die Gabel-Mykorrhiza von *Dermocybe paludosa* var. *crocea* gebildet wird, soll die grau-

weiße bis bräunliche Gabel-Mykorrhiza der Kiefer nach LOBANOW (1960) u.a. auch durch *Russula*-Arten erzeugt werden; bei der starken Verbreitung von *R. emetica* var. *emetica* im Moosfenn ist das für die dort vorherrschende Gabel-Mykorrhiza ebenfalls anzunehmen. Auch BJÖRKMAN (1942) ist der Meinung, daß die safrangelbe Gabel-Mykorrhiza auf *Dermocybe paludosa* var. *crocea* zurückzuführen sei.

Die Mykorrhiza-Pilze sind an Sauerstoff gebunden; damit erklärt sich die Rückbildung der Mykorrhiza in anaeroben Torfschichten (LOBANOW 1960: 163). Verschiedentlich wurde versucht, das unterschiedliche Wachstum der Kiefer auf Moorböden auf eine parasitäre endotrophe Mykorrhiza zurückzuführen (vgl. MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959: 175). Ein solches Verhalten konnten wir an extrem kümmerlichen Kiefern an stark vernäßten Standorten jedoch nicht finden. Nach MALMSTRÖM (1935) wird die sog. Pseudo-Mykorrhiza durch künstliche Erhöhung des Mineralstoffgehaltes zurückgedrängt, doch kommt dieser Erscheinung für die Entwicklung der Kiefern offenbar nur eine sekundäre Bedeutung zu.

Neben den höheren Pilzen mit auffälligen Fruchtkörpern kommen in den aeroben Schichten auch eine Reihe niederer Pilze vor, so Symbionten der Ericaceae, die wahrscheinlich zu *Cladosporium*-Arten gehören; auch Sippen von *Mortierella* sowie von Vertretern von *Penicillium* und *Verticillium* sind ziemlich häufig (vgl. BURGEFF 1956). Die cladosporoiden Pilze sowie *Penicillium* und *Verticillium* verfügen über Pectinasen und sind am Pectin-Abbau im Sphagnetum (*S. recurvum*) beteiligt. Die weißen Mycel-Flocken in den oberen Schichten des Moosfenns gehören überwiegend zu *Penicillium*-Arten.

REUTHER (1957) untersuchte die Wechselbeziehungen zwischen Bakterien und mehreren Pilz-Stämmen, darunter auch *Cladosporium*-Symbionten, die aus Hochmoor-Ericaceen isoliert wurden. Die mehr oder weniger stäbchenförmigen Bakterien waren alle fakultativ anaerob; sie wurden durch *Penicillium* und den *Cladosporium*-Symbionten mehr oder weniger stark gefördert. Die Forderung beruht auf einem Stoff mit den Eigenschaften eines Biokatalysators, der bei Raumtemperatur stabil ist und bei 80 °C inaktiviert wird. Die Bakterien ihrerseits hemmten die meisten Pilzformen mehr oder weniger stark; fast alle Pilz-Stämme konnten ihre Entwicklungs-Hemmung mit der Zeit überwinden. Nach Beobachtungen im Hochmoor entsteht der Melanin-Humus im unteren Teil der aeroben Zone, wobei die biologische Aufarbeitung der aus dem Abbau der *Sphagnum* entstehenden Substanzen zu Humussäure berücksichtigt werden muß. KOX (1954) beschäftigte sich mit dem Cellulose- und Pectin-Abbau in bayerischen Hochmooren. *Sphagnum*-Arten sind reich an Pectin, enthalten aber auch viel Cellulose, wenn auch von etwas anderer Art als bei höheren Pflanzen. Alle 15 aus Ericaceae isolierten Pilze konnten Cellulose zerstören, wenn auch nicht immer gleich stark. Die gleichen Pilze wurden auch auf den Pectinase-

Abbau geprüft; sieben Ericaceae-Symbionten zeigten eine deutliche pectolytische Aktivität, ferner auch zwei Stämme von *Verticillium*. *Mortierella*- und *Penicillium*-Arten griffen Pectin nicht an. WOLF (1954) untersuchte ebenfalls in bayerischen Hochmooren die zu den Phycomycenten gehörende Gattung *Mortierella*; der Autor hat mit Sicherheit nachgewiesen, daß *Mortierella*-Arten zur Symbiose mit Ericaceae-Wurzeln fähig sind, während *Penicillium* und *Verticillium* das nicht tun.

4. Standortfaktoren und Kiefern-Wachstum

Die Wuchsformen der Kiefer gehen im Moosfenn nicht auf verschiedene Mycorrhiza-Bildungen zurück; demgegenüber erweist sich der Gehalt an Mineralstoffen, der mit dem Bakterien-Gehalt und über diesen mit den Zersetzungsprodukten des Moossubstrates in engem Zusammenhang steht, als ein wichtiger Faktor.

MALMSTRÖM (1935) kam durch seine Experimente zur Schlußfolgerung, daß die Zugabe von Holzasche zum Moorboden von größter Bedeutung sein kann. In unserer Uliginosa-Zone ist ein höherer Mineralstoff-Gehalt, besonders an Phosphat vorhanden; außerdem reichen die Wurzeln mancher Kiefern z.T. 3-4 m weit in die Flachmoor-Zone hinein. In der Turfosa-Zone mit ihrem erheblich schlechteren Wachstum von *Pinus sylvestris* besteht ein ungünstigerer Phosphat-Gehalt als in der Uliginosa-Zone, jedoch ein doppelt so hoher als im zentralen Hochmoor. Es drängt sich der Gedanke auf, ob vielleicht der Ausbreitungsmöglichkeit der Wurzeln Bedeutung zukommt; es konnte der Sauerstoff-Gehalt sein, der hierbei eine Rolle spielt. Die Wurzeln der Kiefern sind immer gezwungen, nach oben zu wachsen, um in den O₂-haltigen Schichten zu bleiben, wobei die älteren Teile immer tiefer in die anaerobe Zone versinken; dadurch kommt es zur Rückbildung der Mykorrhiza und die Kurzwurzeln sterben ab. Den Kiefern steht nur der obere aerobe Raum mit den darin enthaltenen Nährstoffen zur Verfügung. Rechnet man die lebende (grüne) *Sphagnum*-Decke ab, so können die Kiefern im zentralen Teil nur eine Bodenschicht von etwa 4 cm, in der Turfosa-Zone von etwa 9 cm und in der Uliginosa-Zone von 13 cm mit den Wurzeln durchdringen und die darin enthaltenen Nährstoffe ausnutzen.

Das rückgängige Wachstum der Kiefern kann nach MALMSTRÖM (1935) darauf beruhen, daß Mineralstoffe dem Torf entzogen und im Holz festgelegt werden; das hat eine zunehmende Verarmung zur Folge, da die Nährstoffe auf Jahre hinaus der Remineralisierung entzogen werden; aus dem gleichen Grund ist auch eine Moordüngung zur Holzerzeugung nicht von anhaltender Wirkung. Jedoch kann auch eine Vernässung, die eine Verdünnung der Mineralstoffe bewirkt, den gleichen Effekt auslösen. Es kann auch über eine Beschränkung

des O₂-Anteils, die eine Rückbildung der Mycorrhiza zur Folge hat, die gleiche Erscheinung hervorrufen. Das ist wohl weniger im zentralen Teil der Fall, als vielmehr am Rand des Moosfenns, denn diese Teile heben sich bei steigendem Wasser nicht im gleichen Maß, da sie gewissermaßen am Rande festhängen. Weitere Arbeiten über Pilzflora der Hochmoore und Mycorrhiza der Kiefer und Birke stammen von SCHAEDE (1948), SCHENNIKOW (1953) und RAWALD (1958).

5. Literatur

- BJÖRKMAN, E., 1942: Über die Bedingungen der Mycorrhizabildung bei Kiefer und Fichte. Symb. Bot. upsalienses (Uppsala) 6. 2: 1-190.
- BURGEFF, H., 1956: Mikrobiologie des Hochmoores, mit besonderer Berücksichtigung der Ericaceen-Pilzsymbionten. Ber. dtsh. bot. Ges. (Stuttgart) 69: 257-262.
- FAVRE, J. 1950: Les associations fongiques des hauts-marais Jurassiens et de quelques regions viosins. Matér. Flore Cryptog. Suisse, 10, Fasc. 3; Bern.
- GAMS, H. & S. RUOFF, 1929: Geschichte, Aufbau und Pflanzendecke des Zehlauerbrüches. Schr. phys.-ökon. Ges. Königsberg, 66: 1-192.
- KOX, E., 1954: Der durch Pilze und Bakterien veranlaßte Pectin- und Cellulose-Abbau im Hochmoor unter besonderer Berücksichtigung des *Sphagnum*-Abbaus. Archiv Mikrobiol., 20: 111-140.
- KREISEL, H., 1953-1954: Beobachtungen über die Pilzflora einiger Hoch- und Zwischenmoore Ost-Mecklenburgs. Wiss. Z. Univ. Greifswald, mathem.-naturw. Reihe; 3: 291-300.
- KREISEL, H., 1987: Pilzflora der Deutschen Demokratischen Republik. Basidiomycetes (Gallert-, Hut- und Bauchpilze). 281 S. (VEB G. Fischer) Jena.
- LOBANOW, N. W., 1960: Mykotrophie der Holzpflanzen. (Dtsch. Verl. Wiss.) Berlin.
- MALMSTRÖM, C., 1935: Über die Bedeutung der Nährstoffbedingungen für das waldproduktive Vermögen der Torfböden. Medd. stat. Skogsförsöksanst. (Stockholm) 28: 571-650.
- MICHAEL, E. & B. HENNIG, 1964-1971: Handbuch für Pilzfreunde. Begründet von E. MICHAEL, hrsg. von B. HENNIG, 1 (1968), 2 (1971), 3 (1964), 4 (1967), 5 (1970). (VEB G. Fischer) Jena.
- MICHAEL, E., HENNIG, B. & H. KREISEL, 1975: Handbuch der Pilzfreunde. Weitergeführt von H. KREISEL. 6 (VEB G. Fischer) Jena.
- MODESS, O., 1941: Zur Kenntnis der Mycorrhizabildner von Kiefer und Fichte. Symb. Bot. upsalienses (Uppsala) 5, 1: 1-146.
- MÜLLER-STOLL, W. R. & K. GRUHL, 1959: Das Moosfenn bei Potsdam. Vegetationsmonographie eines Märkischen Naturschutzgebietes. Wiss. Z. pädagog. Hochsch. Potsdam, mathem.-naturw. Reihe, 4: 151-180.
- NIETHAMMER, A., 1949: Die Gattung *Penicillium* LINK. Stuttgart.
- RAWALD, W., 1958: Die physiologische und ökologische Bedeutung der Mycorrhiza. Z. Pilzk. 24: 1-9
- REUTHER, G., 1957: Die Wechselbeziehungen zwischen Bakterien und Pilzen des Hochmoores. Arch. Mikrobiol. 26: 93-131.
- SCHAEDE, R., 1948: Die pflanzlichen Symbiosen. (VEB G. Fischer) Jena.

- SCHENNIKOW, A. P., 1953: Pflanzenökologie. 380 S. (Dtsch. Bauern-Verl.) Berlin.
- SCHUBERT, R. , HANDKE, H. H. & H. PANKOW, 1983: Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD, begründet von W. ROTHMALER, Bd. 1 (Niedere Pflanzen - Grundbd.). 811 S. (Volk & Wissen, VE-Verlag) Berlin.
- WOLF, E., 1954: Beitrag zur Systematik der Gattung *Mortierella* und der *Mortierella*-Arten als *Mykorrhizapilze* der Ericaceen. Zbl. Bakt. usw., Abt. II (Jena) 107: 523-548.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Wolfgang R. Müller-Stoll
Am Drachenberg 1
O-1570 Potsdam

Prof. Dr. Jürgen Overbeck
Rodomstor-Straße 76
W-2320 Plön/Holstein

Dr. Manfred Naumann
Wins-Straße 64
O-1055 Berlin