Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 92 (1987)

Artikel: Pilzökologische Untersuchungen in Wiesen und Brachland in der Nordschweiz (Schaffhauser Jura) = Myco-ecological investigations in meadows and fallow land in Northern Switzerland (Jurassic mountains near Schaffhausen)

Autor: Brunner, Ivano

Kapitel: 5: Diskussion

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308857

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: 13.07.2025

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

5. DISKUSSION

In dreijähriger Arbeit wurden im Schaffhauser Randen (N-Schweiz) verschiedene Wiesen- und Waldgesellschaften pilzökologisch untersucht (gedüngte, ungedüngte und verschieden bewirtschaftete Mähwiesen, Brachland, Föhrenforste, Buchenwälder). Dazu gehörte neben dem regelmässigen Beobachten und Sammeln der Makromyceten in den 15 Untersuchungsflächen (100-1000 m^2) das Betreuen mehrerer im Untersuchungsgebiet installierter Mikroklima-Stationen, um mögliche Einflüsse der meteorologischen Faktoren (Niederschlag, Temperatur) auf die Fruktifikation der Pilze zu erfassen.

5.1. STELLUNG DER MAKROMYCETEN IN DER BIOZOENOSE

Die Biozönose umfasst die Gesamtheit der Lebewesen, welche einen bestimmten Lebensraum (Biotop) besiedeln. Das gemeinsame Vorkommen ist durch ähnliche Umweltansprüche oder Abhängigkeiten bestimmt. Im Gegensatz zu den Produzenten (Phytozönose) zählen alle Pilze (Mykozönose) zu den Reduzenten. Die Makromyceten (Grosspilze) bilden nur einen Teil dieser Mykozönose.

Je nach Auffassung verschiedener Autoren sind Makromykozönosen Bestandteile der Phytozönosen (z.B. KALAMEES 1979). Oder sie werden als unabhängige Gesellschaft definiert (z.B. DARIMONT 1973), da bestimmten Umweltfaktoren (Substrat, Licht, Wasser) eine andere Gewichtung als bei grünen Pflanzen beigemessen wird. Eine Zusammenfassung der bestehenden Literatur geben WINTERHOFF (1984) und ARNOLDS (1981).

Makromyceten sind mehr oder weniger an bestimmte lebende oder tote Substrate gebunden. Diese Abhängigkeit bedingt ihre Verbreitung und ihre Stellung in der Biozönose. Grundsätzlich werden symbiontische und saprobe Pilze unterschieden (Tab. 12). Die Symbionten haben mutualistische (Ektomykorrhizen), antagonistische (Parasiten i.w.S.) und/oder neutrale Beziehungen zum Wirt. Saprobe Pilze sind entweder auf bestimmte Substrate spezialisiert (Exkremente, Holzkohle, Tannzapfen, Humus, etc.),

wobei der Grad der Substratbindung sehr unterschiedlich sein kann. Durch die verschiedenen Ernährungsansprüche sind Pilze substrats- oder wirtsbedingt vergesellschaftet und bewohnen bestimmte Mikrohabitate, die nach DARIMONT (1973) jeweils als "Pilzgemeinschaften" (Mykosynözien) bezeichnet werden. Es ist somit notwenig (?), die Gesamtheit der Pilzgemeinschaften (Mykozönose) in einer Pflanzengesellschaft im Zusammenhang zu studieren, um die zwischen ihnen bestehenden Wechselbeziehungen zu erkennen (WINTERHOFF 1984).

5.2. METHODIK ZUR ERFASSUNG DER MAKROMYCETEN

Die Makromyceten, deren Vertreter hauptsächlich zu den Basidiomyceten und zum Teil zu den Ascomyceten gehören, werden mit in der Botanik angewandten Methoden erfasst, d.h. mittels oberirdischer Fruchtkörper am Standort (Methodik und methodische Schwierigkeiten siehe Kap. 3.6).
In pilzsoziologischen Arbeiten werden in der Regel zusammenhängende Arealflächen benutzt. Ausnahmen bilden die Methodik des Transektes (PARKER-RHODES 1951, walisische Insel) oder der Verwendung mehrerer verteilter Einheitsquadrate (LANGE 1948a, Moorwiese ;PETERSEN 1977, arktische Tundra). Das Hauptkriterium für die Auswahl der Versuchsflächen sind möglichst homogene und gut definierte Pflanzengesellschaften.
Da die Mykozönose aus einer Vielzahl von Synözien besteht, die sowohl räumlich abgrenzbare Bestände bilden (z.B. Baumstrunk) als sich auch mosaikartig durchdringen und überlagern können (Ektomykorrhizapilze verschiedener Baumarten), ist die Homogenität der Phytozönose nicht analog; es bedarf infolgedessen grösserer Areale zur vollständigen quantitativen und qualitativen Erfassung. Die von den meisten Autoren gewählte Arealgrösse liegt in der Regel zwischen 100 und 1000 m^2. Nach WINTERHOFF 1975, 1984) und nach eigenen Beobachtungen sind Arealflächen von 1000 m^2 für Wiesenstandorte (noch) zu klein (vgl. Kap. 4.5.2). Die Ermittlung von Minimumarealen wurde wegen der enormen Schwierigkeiten (sporadische Fruktifikationen, Abhängikeit von meteorologischen Faktoren) bisher nur von WINTERHOFF (1975) durchgeführt.
In den meisten pilzsoziologischen Arbeiten wurden die Areale in der Regel nur während 2-4 Jahren untersucht. Diese kurze Beobachtungsdauer

dürfte aber an der unteren Grenze liegen. Ein Hinweis dafür lieferte KRIEGELSTEINER (1977); er stellte in Tannen-Mischwälder in Deutschland im 7. Jahr einen erneuten Pilzartenzuwachs von 15% fest. Bei längeren Beobachtungszeiten steigen neben der Artenzahl auch die Fundfrequenz und somit die Artendichte (vgl. Abb. 27).

5.3. MAKROMYCETEN DER UNTERSUCHTEN PFLANZENGESELLSCHAFTEN

Alle Makromyceten sind biologisch in Vorgänge des Austausches oder der Synthese (Symbionten) oder des Abbaus organischer Komponenten (Saprobe) verwickelt. Während die ersten nur einfache Zucker (Saccharose) verwerten können (vorwiegend Ektomykorrhizapilze), benützen letztere schwierig abzubauendes Lignin, Zellulose und/oder Hemizellulose als Nährstoffquelle (LINDEBERG 1944, 1946, HINTIKKA 1960).

Mesobrometum: Die vorwiegend saprobe Makromyceten-Gesellschaft der ungedüngten Mähwiese entspricht grösstenteils der der Trockenrasen (EINHELLINGER 1969, STANGL 1970, ROELLIN und MONTHOUX 1975, WINTERHOFF 1975, 1983). Typische Vertreter sind z.B. Agrocybe dura, A. vervacti, Camarophyllus niveus und Stropharia coronilla, sowie weitere Vertreter der Gattungen Agrocybe, Hygrocybe, Mycena und Hemimycena (vgl. Tab. 31). Allerdings fehlten in den Untersuchungsflächen an diesen Standorten sonst erwartungsgemäss häufig anzutreffende Agaricus- und Entoloma-Arten.

Carici - Fagetum: Charakteristische, in den UF 10 oder 11 ebenfalls beobachtete Ektomykorrhizapilze der Buchenwälder auf Kalk-Standorten sind unter anderem Hygrophorus cossus, Russula mairei und Boletus satanas (unmittelbar neben UF 10), sowie weitere Russula- und Lactarius-Arten. Die Tatsache, dass nur wenige Ektomykorrhizapilzarten gefunden wurden, kann auf eine zu geringe Arealgrösse, eine zu kurze Beobachtungsdauer oder ungünstige Wetter-Verhältnisse zurückgeführt werden. Saprobe Pilzarten auf Buchenholz oder -fruchtschalen (z.B. Oudemansiella mucida, Polyporus varius, Hypoxylon deustum, Mycena galericulata) sind typisch für diesen Waldstandort.

Brachypodio - Pinetum: Zahlreiche Ektomykorrhizapilze der Föhre (Pinus silvestris) kommen in verschiedenen Föhrenwälder und -forsten vor. Das trifft vor allem für die in den UF 12 oder 13 ebenfalls gefundenen

Taxa Chroogomphus rutilus, Tricholoma terreum und Lactarius deliciosus (unmittelbar neben UF 13) zu. Speziell auf Kalk-Standorten erscheint Suillus collinitus. In den Untersuchungsflächen wurden aber weitere Vertreter der Gattungen Cantharellus, Lactarius, Tricholoma und Suillus vermisst. Für die relative Artenarmut bzw. seltene Fruktifikation der Ektomykorrhizapilze gibt es folgende Erklärungen:

1) Die Föhrenforste stehen pflanzensoziologisch primär auf einem potentiellen Buchenstandort (KELLER 1976), der aber bereits 1680 (WYDER 1952; Peyer-Karte) als Acker und/oder Wiesenfläche genutzt wurde. Zur Zeit der Aufforstung vor ca. 100-120 Jahren dürften im Boden keine spezifischen Ektomykorrhizapilzmycelien vorhanden gewesen sein.
2) Natürlich vorkommende Föhrenwälder sind im Schaffhauser Randen selten und beschränken sich auf zwei Pflanzengesellschaften (ZOLLER 1954b), nämlich: Cytiso-Pinetum (südexponierte, trockene Kalkhänge) und Molinio-Pinetum (Mergelsteilhänge mit wechselfeuchter Unterlage). Der Zuflug von Ektomykorrhizapilzsporen von diesen Standorten dürfte gering sein.
3) Mit ca. 80-120 Jahren haben die Föhren ihre Umtriebszeit erreicht. Mit diesem Alter sind Vitalität und Abwehrkraft reduziert, das auch durch häufigen Borkenkäferbefall bestätigt wird. Welche Ektomykorrhizapilze mit alten Föhren noch eine Symbiose eingehen ist wenig erforscht.
4) Da in mit mehr oder weniger gleichaltrigen Bäumen bestockten Föhrenforsten die natürliche Verjüngung fehlt, fehlen heute auch die Ektomykorrhizapilze (Pionierpilze ?) früherer Sukzessionsstufen (vgl. auch RICEK 1981).

Die Mehrzahl der beobachteten Ektomykorrhizapilze fruktifizierten nicht im Föhrenforst selbst, sondern in Wiesen entlang des Waldrandes. Diese Beobachtung wurde auch schon von WINTERHOFF (1977) gemacht. Neben unterschiedlichen mikroklimatischen Verhältnissen am Waldrand im Vergleich zum Waldesinnern (vgl. Kap. 4.1.3) spielt gegenüber den Ektomykorrhizapilzen sicher die Konkurrenz der saproben Waldstreuepilzen sowie der Einfluss von Waldstreuextrakten auf das Mycelwachstum eine wichtige ökologische Rolle (MELIN 1946).

Die auf Föhrenholz, -streue und -zapfen typischen saproben Makromyceten (Mycena galopoda, M. zephirus, Hemimycena pseudogracilis, Galerina marginata, sowie Strobilurus stephanocystis und S. tenacellus) konnten während der dreijährigen Versuchsdauer häufig beobachtet werden.

5.4. MAKROMYCETEN DER UNTERSUCHTEN MESOBROMETEN

5.4.1. Gesellschaftstreue

Die Zusammensetzung der Pflanzendecke und die davon abhängende Streu- und Humuskomposition haben einen wesentlichen Einfluss auf das Pilzspektrum. Strenge Substratspezifitäten von Makromyceten sind aber eher die Ausnahme. Für Gymnopilus flavus (Syn. Flammula dactylidicola Lange) wird aufgrund von Beobachtungen eine gewisse Bindung mit Dactylis glomerata vermutet (MOSER 1983), so dass dadurch die Zahl der möglichen Pflanzengesellschaften eingeschränkt wird. WINTERHOFF (1975) fand diese Pilzart jedoch wiederholt an Horsten von Festuca lemani; nach eigenen Beobachtungen besteht eine Abhängigkeit mit Bromus erectus. Für den seltenen G. flavus muss angenommen werden, dass für diese Pilzart noch andere horstbildende Gräser als Substrat in Frage kommen und dass somit die Möglichkeit eines Vorkommens in weiteren Pflanzengesellschaften besteht. Tab. 31 und 32 zeigen, dass nur wenige Makromyceten (Stropharia coronilla, Agrocybe vervacti, Crinipellis stipitaria, Hemimycena mairei) mit Vorzug im Festuco - Brometea vorkommen, dass aber zahlreiche Makromyceten in sehr verschiedenen Pflanzengesellschaften festzustellen sind und ein breites "Vegetations-Spektrum" besitzen (z.B. Agrocybe semiorbicularis und Panaeolina foenisecii sowohl im Armerion maritimae als auch im Xerobromion; vgl. auch Kap. 4.5.8).

Ein Vergleich der praticolen Makromyceten der vorliegenden Studie mit solchen in Trockenrasen Deutschlands (STANGL 1970, Augsburg, EINHELLINGER 1969, München) und der Schweiz (ROELLIN und MONTHOUX 1975, Genf) zeigt, dass 26, 16 bzw. 13 saprobe Pilzarten gemeinsam sind. Zwischen 13 und 16 in ungedüngten Mähwiesen des Untersuchungsgebietes registrierte Arten sind auch in Binnensanddünen-Rasengesellschaften SW-Deutschlands (WINTERHOFF 1975, 1983) gefunden worden.

Umso überraschender ist die Tatsache, dass 25 Pilzarten ebenfalls in einem Thero-Airion und 18 Arten in einem Arrhenatherion in der Nähe von Wijster in den Niederlanden (ARNOLDS 1981) vorkommen. Nicht weniger als 24 Taxa wurden von Favre (1960) auch in der subalpinen und 8 in der alpinen Zone (FAVRE 1955) des schweizerischen Nationalparks beobachtet, und 11 Makromyceten sind aus (sub-) arktischen Gebieten (Grönland: LANGE 1948b, 1955, 1957, PETERSEN 1977; Island: LANGE 1949) gemeldet.

Die Verbreitung von Bovista nigrescens und Mycenella salicina reicht in Europa von der temperierten bis in die arktisch-alpine Zone; das Vorkommen von Mycena epipterygia und Paxina acetabulum ist in Alaska (LAURSEN und CHMIELEWSKI 1982, MILLER 1982) und von Hygrocybe conica, Tubaria furfuracea, Psilocybe montana und Agrocybe semiorbicularis auch in der Subantarktis nachgewiesen (HORAK 1982).

5.4.2. Einfluss der Bewirtschaftungsformen

Mahd: Im Schaffhauser Randen ist zur Erhaltung der ungedüngte Mähwiesen ein jährlicher Schnitt der Vegetation im Juni/Juli die Regel. Die vorhandene Pilzflora ist vermutlich an diesen anthropogenen Eingriff adaptiert. Die einmalige Mahd kann die Fruktifikation der Makromyceten beeinflussen oder auslösen (vgl. auch RICEK 1981), denn durch das Mähen ändern sich abrupt die kleinklimatischen Bedingungen im Boden und auf der Erdoberfläche (Einstrahlung, Min-T, Max-T, Regulation der Wasserhaushaltes im Boden). Auch LANGE (1984) stellte eine Häufung von Fruchtkörperfunden nach der Mahd fest, welche sogar die Induktionswirkung kleiner Trockenperioden ersetzen konnte. Eigene Beobachtungen diesbezüglich konnten diese Feststellungen nicht unterstützen.

Brache: Durch die Brachlegung wird die jährlich anfallende oberirdische Biomasse nicht mehr dem Standort entzogen, so dass sich die physikalisch-chemisch-biologische Zusammensetzung und somit das Mikroklima der Streuschicht und des Bodens verändern (GISI und OERTLI 1981a-d). Wegen Wegfalls der Mahd vermag sich Brachypodium pinnatum dank der unterirdischen Ausläufer schnell auszubreiten; die Pflanze beginnt, die Brachflächen innerhalb weniger Jahre zu dominieren (vgl. Kap. 4.6.1). Durch die kontinuierliche Akkumulation der Streue wandern neue saprobe Makromyceten ein. Die Pilzartenzahl und -dichte nimmt (kurzfristig ?) zu und ist in Bracheflächen gegenüber regelmässig geschnittenen oder abgebrannten Wiesenflächen am höchsten (Tab. 28.1). Häufige Arten der Bracheparzellen und der 5-Jahres-Schnitt-Parzellen sind Crocicreas culmicola, Hemimycena crispata, Mycena epipterygia, Mycenella salicina, Galerina laevis und Hygrocybe reai.

Durch das Fehlen der Bewirtschaftung kann zudem bereits nach ca. 2-3 Jahren das spontane Auftreten von Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus, Pinus silvestris, Prunus avium und Prunus spinosa beobachtet

werden (vgl. Tab. 22). Die natürliche Verjüngung kann zur Folge haben, dass auch erste typische Ektomykorrhizapilze (Laccaria laccata, Hebeloma mesophaeum) von P. silvestris und Prunus spp., die am Anfang der Ektomykorrhizapilz-Sukzession stehen, in der Wiese gefunden werden können (FORD et al. 1980, RICEK 1981). In den untersuchten Wiesenstandorten wurden diese Pilzarten jedoch nie festgestellt (siehe auch Kap. 5.7).

Brand: Das jährliche Abbrennen der Vegetation im Frühling zeigt (noch ?) keinen registrierbaren negativen Effekt auf die Makromycetenflora. Einige nährstoffliebende Vertreter der Gattung Conocybe treten aber gehäuft in diesen Parzellen auf (Kap. 4.5.5.).

Düngung: Intensive Bewirtschaftungsformen mit Natur- und Kunstdünger, sowie die Bearbeitung mit schweren Maschinen, verdrängen am Standort vermutlich die gesamte vorhandene Pilzflora mit Ausnahme weniger kurzlebiger und nitrophiler Makromyceten (siehe Tab. 28.2).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass durch Brache und Brand in den wenigen Jahren der laufenden Untersuchungen eine Zunahme der Pilzflora und der Produktivität (Abb. 26.2) festzustellen ist. Nach vorliegenden Daten scheint der "Mäheffekt" für die Fruktifikation nicht besonders wichtig zu sein, denn sogar Fruchtkörper des typischen Wiesenpilzes Camarophyllus niveus sind am häufigsten in selten oder nicht gemähten Parzellen zu finden.

5.4.3. Bedeutung der edaphischen Faktoren

Für die im Boden lebenden Mycelien spielen Korngrössenfraktion, verwertbares Wasser, Humus- und Nährstoffgehalt, sowie Acidität eine wichtige Rolle. Bereits BECKER (1956) beobachtete auf Böden mit hohem Stickstoff-Gehalt, einer der wichtigsten edaphischen Faktoren für Makromyceten, eine Häufung bestimmter Coprinus-, Panaeolus- und Stropharia-Arten. Auch LANGE (1984) stellte eine Nitrophilie gewisser Pilzarten, z.B. bei Panaeolina foenisecii, Conocybe mesospora, C. rickeniana und Stropharia albo-cyanea, fest.

Bodenphysikalische und -chemischen Untersuchungen im Schaffhauser Randen (vgl. Tab. 20) zeigten, dass die gemessenen Werte in einem relativ engen Bereich für Wiesen- und Waldstandorte liegen. Diese Daten sind somit für die dort gefundenen Pilzarten nicht absolut, sondern sie ergänzen vielmehr Resultate bereits vorliegender Untersuchungen.

ARNOLDS (1982) verfasste als Erster umfassende Studien zur "Autökologie der Makromyceten" in feuchten Wiesen und Heiden in Drenthe, Niederlande (pH-Bereich: 3-7, Kalkstandorte fehlen). In diesen Untersuchungen wurden besonders Bodenfeuchtigkeit, pH(H_2O), total extrahierbare Basen, Phosphatgehalt, Anteil an organischer Substanz und C/N-Verhältnis von Böden verschiedenster Pflanzengesellschaften berücksichtigt. So bevorzugen kosmopolitische Arten wie z.B. Agrocybe semiorbicularis einen pH-Bereich von 4.0-7.0, einen Feuchtigkeitsbedarf von mittel bis sehr trocken und einen Phosphatanspruch von sehr arm bis sehr reich auf. Häufige Arten haben demnach oftmals keine bestimmten edaphischen Ansprüche. Kalkliebende Taxa (z.B. Stropharia coronilla) konnten in diesem Zusammenhang nur ausnahmsweise berücksichtigt werden, da sie selten gefunden wurden. Die aus der Literatur bekannten pH-Bereiche oder C/N-Verhältnisse der folgenden Makromyceten können mit eigenen Angaben ergänzt werden:

Conocybe sienophylla:	pH-Bereich:	5.0- 6.5	(ARNOLDS 1982),	neu 7.0- 7.5
Psilocybe montana:	pH-Bereich:	4.0- 6.0	(ARNOLDS 1982),	neu 7.0- 7.5
Mycenella salicina:	pH-Bereich:	6.5- 6.9	(PETERSEN 1977),	neu 7.0- 7.5
Paxina acetabulum:	pH-Bereich:	8.0- 8.3	(PETERSEN 1982),	neu 7.0- 7.5
Clavaria vermicularis:	C/N-Verh.:	17.5-25.0	(ARNOLDS 1982),	neu 10.0-12.5
Camarophyllus niveus:	C/N-Verh.:	17.5-25.0	(ARNOLDS 1982),	neu 10.0-12.5

Durch die ca. 7-18-jährige Brachlegung der ehemaligen Mähwiesen (UF 01 und 03) steigt das C/N-Verhältnis um ca. 1.0. Die übrigen untersuchten Faktoren (Skelett, scheinbare Dichte, pH-Wert, organische Substanz, Stickstoff- und Phosphatgehalt, Kationenaustauschkapazität) veränderten sich nicht. Aufgrund dieser geringen Verschiebung und der Kenntnis der von Makromyceten bevorzugten Bodenwerte dürfte sich die bodenbewohnende saprobe Pilzflora im Untersuchungsgebiet durch die Verbrachung nicht verändert haben.

5.5. BEDEUTUNG METEOROLOGISCHER FAKTOREN FUER DIE FRUKTIFIKATION

5.5.1. Niederschläge

Da ein Makromyceten-Fruchtkörper zu 80-90% aus Wasser besteht, spielt dieser Faktor zumindest für dessen Wachstumsphase ein bedeutende Rolle.

Mit Ausnahme von sumpfigen, ufernahen oder Grundwasser-beeinflussten Standorten ist der Niederschlag in der Regel die einzige Wasserquelle. Die Verfügbarkeit des Wassers im Boden dauert oft nur kurze Zeit (Sickerung, Evaporation, Konkurrenz mit andern Organismen), so dass in der Regel Fruchtkörper mit kurzer Verzögerung nach dem Niederschlag erscheinen. LANGE (1948a) beobachtete in einem Moor in Dänemark die maximale Entwicklung der Pilzflora 2-3 Wochen nach Niederschlägen; nach HORAK (1963) setzte die Fruchtkörperbildung in der subalpinen Zone des Dischmatals (CH) schon nach ca. 5 Tagen ein. Im vorliegenden Untersuchungsgebiet war die Pilzflora bei idealen Bedingungen (41. Woche 1984) 3 Wochen nach der grössten Niederschlagsmenge maximal entwickelt, wobei aber der Pilzaspekt bereits während dieser Regenphase begann (vgl. Abb. 35.2, 36.2). Auch AGERER (1985) beobachtete ein schnelles Reagieren der saproben Makropilzflora auf erfolgte Niederschläge. Für Ektomykorrhizapilze stellten aber verschiedene Autoren eine mehr oder weniger verzögerte Reaktion fest (GUMINSKA 1962, AGERER und KOTTKE 1981). Bereits MOSER (1962) vermutete einen Einfluss (Anlage der Primordien ?) vorgängiger Niederschläge. Diese bezeichnete AGERER (1985) als "Vorausgangs-Niederschläge", welche 6-8 Wochen vor der eigentlichen Fruktifikation fallen.
Der Boden muss eine gewisse Durchfeuchtung haben, bevor ein Mycel zu fruktifizieren beginnt. FRIEDRICH (1940) stellte für Buchenwälder einen optimalen Pilzaspekt erst bei einem Wassergehalt des Bodens von 25-40% fest. Bei Werten zwischen 15 und 25% kommt es an diesen Standorten nur zu spärlichen Fruktifikationen. Dagegen beobachteten WILKINS und PATRICK (1940) und DUPPEREX (1963) das Erscheinen der Pilze in Wiesenstandorten bei mindestens 20% Boden-Wassergehalt.
Entscheidend für das Auslösen von Fruktifikationen ist vermutlich nicht nur die Menge, sondern auch der saisonale Zeitpunkt der Niederschläge (NS). Die NS-Jahresmittel der drei Untersuchungsjahre 1983-1985 lagen zwischen 2 und 19 mm unter dem 60-jährigen Mittel. Ein Blick auf die NS-Verteilung zeigt (Tab. 16), dass die NS der zweiten Jahreshälften nur im November 1983 und 1985, sowie im September 1984 über den langjährigen Monatsmitteln liegen. Dieses NS-Plus im September 1984 dürfte auch die Voraussetzung für die gute Pilzsaison dieses Jahres gewesen sein. Nach EINHELLINGER's (1969) Pilz-Beobachtungen in Bayern waren 1966 und 1967 die artenreichsten Jahre mit jeweils reichlichen NS zwischen August und Oktober. Die meisten Taxa wurden im September 1967 registriert, für den gleichzeitig die grösste monatliche NS-Menge in den vier Untersuchungs-

jahren (1964-1967) vermerkt wurde. Auch STANGL (1970) stellte die höchste Zahl der Pilzarten in einem Jahr fest (1968), in dem die Monate August bis Oktober NS-reicher als in den Vergleichsjahren 1967 und 1969 waren. Ein kalter und feuchter August und September sollen nach PARKER-RHODES (1953) die Voraussetzung für einen guten Pilzaspekt im Herbst sein.

Andererseits gibt es auch Fälle, die die oben formulierten Bedingungen nicht erfüllen. BOND (1981) verfolgte die Entwicklung der Pilzflora während mehrerer Jahre in einem englischen Park. 1973 war das beste Pilzjahr, obwohl die NS-Menge im August und Oktober unter, im September nur knapp über dem langjährigen Mittel lag. Die NS-Situation der folgenden Jahre war am gleichen Standort gleich oder scheinbar günstiger: 1974-August und September über dem Mittel; 1975-September über dem Mittel; 1976-September und Oktober über dem Mittel. Trotzdem erreichten diese drei Pilzsaisons jeweils die Arten- und Fruchtkörperzahl von 1973 nicht mehr. Nach ARNOLDS (1981) wurden in Wiesenstandorten 1976 die meisten Taxa gefunden, obwohl die NS-Mengen der Monate August, September und Oktober unter dem langjährigen Monatsmittel lagen. 1974 waren alle drei Monate, 1975 der September über dem Monatsmittel; trotzdem wurden in diesen zwei Untersuchungsjahren weniger Taxa als 1976 festgestellt.

Aus diesen divergierenden Resultaten ist ersichtlich, dass Niederschläge nicht allein, sondern dass zusätzlich weitere meteorologische Faktoren wie Trockenperioden, Frost oder Temperatursummen für die Induktion der Fruktifikation ausschlaggebend sein müssen.

5.5.2. Trockenperioden

LANGE (1984) fand in Wiesenstandorten regelmässig viele Makromyceten zu Beginn der Saison oder nach langen Trockenperioden. Nach kurzen Trockenperioden oder nach dem Schnitt der Wiese traten hingegen weniger Fruchtkörper auf. Er vermutet, dass das Mycel durch die Trockenperiode eine gewisse "Reifung" erfährt. Eigene Beobachtungen verzeichneten mehrere Trockenperioden (wöchentliche Niederschläge unter 10 mm) in Wiesenstandorten: 1983: 27, 28, 31, 34, 39, 40 Woche; 1984: 27-29, 34, 35 Woche; 1985: 27, 28, 30, 35, 37-43. Woche. Nach jeweiligen Trockenperioden in der 34. oder 35. Woche (Ende August/Anfang September) begannen 1983 und 1985 kleine, nach zwei Wochen Trockenzeit (34./35. Woche) 1984 die

grösste und nach der 39./40. Woche 1983 (Beginn Oktober) eine mittlere Anzahl von Pilzfunden (vgl. Abb. 35 und 36). Wichtig für die Fruktifikation der Makromyceten sind nach vorliegenden Daten zweiwöchige Trockenperioden Ende August bis Beginn September. Trockenheit zu einem früheren oder späteren Zeitpunkt bewirkte nicht denselben günstigen Fruktifikationseffekt.
Dass das Pilzmycel auch nach längeren Trockenperioden nicht stirbt, bewiesen Versuche von BOHUS (1956), wobei im Labor noch nach 8 Monaten ein Wachstum von verschiedenen lufttrockenen Mycelien (z.B. Morchella esculenta, Stropharia coronilla) festgestellt wurde. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass in der Natur auch mit überdauernden Sporen zu rechnen ist, die zu einem Mycel auskeimen können.

5.5.3. Temperaturen

Von verschiedenen Autoren wird angenommen, dass gewisse Makromyceten Frost als eine Bedingung zur Auslösung des Fruchtkörperwachstums benötigen. LANGE (1984) stellte ein Fruktifizieren unter anderem von Stropharia albo-cyanea erst nach Einsetzen der Herbstfröste fest. Gemäss eigenen Beobachtungen fruktifizierte dieser Makromycet nach Minimum-T -1.3 bis -6.5 °C (Tab. 35). Zu dieser psychrophilen Gruppe können noch weitere Arten, z.B. Hygrocybe reai, H. fornicata, Pseudoclitocybe obbata, Crinipellis stipitaria, Hemimycena cucullata, Camarophyllus niveus und Mycena pseudopicta gezählt werden (vgl. Tab. 33-35). Im Frühling fruktifizierten die zwei Föhrenzapfen-bewohnenden Strobilurus-Arten (S. stephanocystis und S. tenacellus) ebenfalls noch bei Frost, wobei S. stephanocystis früher erscheint und die Min-T zu diesem Zeitpunkt 0.5-1.0 °C tiefer als bei ersten Funden von S. tenacellus ist (vgl. auch unten).
MOSER (1958) wies für den Wiesenpilz Camarophyllus niveus sogar eine Frostresistenz nach, weil Mycelwachstum in vitro nach einer Gefrierperiode von 2 Monaten bei ca. -10 °C möglich war. Bei gleichen Bedingungen wuchsen die Mycelien von Agrocybe dura und Stropharia aeruginosa noch nach einem Monat und ein aktives Wachstum war selbst bei Temperaturen (T) zwischen -2 und 4 °C möglich.
Mycelwachstum bei tiefen Temperaturen (5-7 °C) von verschiedenen Wiesenpilzen (z.B. Tubaria furfuracea, Stropharia coronilla, Morchella es-

culenta) ist seit den Studien von BOHUS (1957) erwiesen. Im weiteren haben Wachstumsversuche kultivierter Myelien von verschiedenen Strobilurus-Arten gezeigt, dass S. stephanocystis bei 5 °C nach 9 Tagen auf Malzagar einen mittleren Durchmesser von 12.7 mm gegenüber S. tenacellus von 10.7 mm aufweist (LIEBENDOERFER 1983).
PETERSEN (1977) vermutet für den speziellen Standort der arktischen Tundra, dass für die Fruktifikationen nicht allein Niederschläge, sondern die Temperatursumme auslösend ist. Durch die Kombination hohe Einstrahlung, starker Wind und hohe Max-T auf der Erdoberfläche werden die Streueschicht und die obersten Erdschichten extrem schnell ausgetrocknet, so dass diese Faktoren an diesen Standorten das Fruchtkörperwachstum regulieren dürften.

5.6. NATUERLICHE VERJUENGUNG UND EKTOMYKORRHIZEN VON PINUS SILVESTRIS

Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchungen bildete die Abklärung der Rolle der Makromyceten, insbesondere der Ektomykorrhizapilze in Wiesenstandorten, bei der natürlichen Verbuschung und Wiederbewaldung des Brachlandes. Dazu wurden aus Fruchtkörpern von Ektomykorrhizapilzen der Waldföhre (Pinus silvestris) Kulturen hergestellt und diese unter sterilen Bedingungen mit Föhren-Keimlingen zusammengebracht. Die Ektomykorrhizen an den Wurzeln einjähriger, sowohl von in vitro-ektomykorrhizierter als auch von natürlich in Wiesenstandorten verjüngter, Föhren-Keimlinge wurden untersucht und miteinander verglichen.

5.6.1. Natürliche Verjüngung

Die Waldföhre verjüngt sich in den untersuchten, alten, hochstämmigen Föhrenforsten nicht, da die Keimlinge für ihre Entwicklung Licht benötigen. Ihre Verjüngung konnte jedoch in den Wiesen-Standorten am Waldrand beobachtet werden (Kap. 4.6.1). Im Wiesenboden (bis 10 cm Tiefe) sind "uf der Gräte" nach RYSER und GIGON (1985) ca. 10 keimfähige Föhrensamen pro m^2 vorhanden. Nach eigenen Beobachtungen wurden 5-10-einjährige Keimlinge pro m^2 in Parzellen der UF 01 mit Schnitt

jedes Jahr, sowie 2-4 in Parzellen mit Schnitt jedes zweite Jahr und mit jährlichem Brand gefunden (Tab. 36). In den Parzellen mit Schnitt nur jedes 5. Jahr und ohne Bewirtschaftung sank die Zahl der Keimlinge auf höchsten 1 Sämling pro m^2.
Die Altersstruktur von Jungföhren in einer seit 8 Jahren brachliegenden Fläche oberhalb UF 01 zeigte, dass 4-7-jährige häufig, aber 1-3-jährige Föhren selten sind (Tab. 37). Vermutlich ist diese Situation eng mit der Tatsache verbunden, dass an diesen Standorten die Deckung von Brachypodium pinnatum von ca. 7% auf ca. 45% zugenommen hat (vgl. Kap. 4.6.1). Durch den Wegfall der Bewirtschaftung akkumuliert sich die Streue. Dadurch reduzieren sich die "regeneration niches" (offene Stellen in der Vegetation), die für die Erneuerung und Verjüngung der Wiesenpflanzen eine wichtige Rolle spielen (MERZ 1986). Der unter der Streuschicht herrschende akute Lichtmangel verhindert zusätzlich den Aufwuchs bereits vorhandener Föhrensamen.

5.6.2. Analyse der Ektomykorrhizen

Lediglich 29% aller einjährigen Föhrenkeimlinge in der UF 01 "uf der Gräte" waren ektomykorrhiziert (Kap. 4.6.2). Von den untersuchten Kurzwurzeln wiesen nur ca. 4% eine Mykorrhizierung desselben Typs (Ba) auf (vgl. Tab. 39.1). In einer Waldrandwiese im "Grätental" hatten dagegen alle einjährigen Keimlinge Ektomykorrhizen mit 69% ektotrophen Kurzwurzeln (Tab. 39.2), die sich morphologisch drei verschiedenen Typen (Ga: 61%, Ic: 22%, Hb: 1%) zuordnen liessen. 16% der infizierten Kurzwurzeln waren Pseudomykorrhizen (Tab. 40). Von allen natürlich vorkommenden Ektomykorrhizen konnte einzig der Typ Ga als die kosmopolitische schwarze Ektomykorrhiza von Cenococcum graniforme identifiziert werden.
Die in vitro-Synthese mit Föhrenkeimlingen und Kulturen von den im Untersuchungsgebiet gefundenen Ektomykorrhizapilzen Suillus collinitus, Hebeloma cf. circinans, Tricholoma terreum und Rhizopogon luteolus ergaben, mit Ausnahme von R. luteolus (keine Infektion), den Mykorrhizatyp Aa (vgl. Kap. 4.6.4.2).
Morphologisch-anatomische Vergleiche der Ektomykorrhizen natürlich verjüngter und in vitro-beimpfter Keimlinge ergaben keine Uebereinstimmung. Es muss angenommen werden, dass andere als die in Wiesen- und Föhrenforst-Standorten gefundene und getestete Makromyceten für die Mykorrhi-

zierung einjähriger Föhren verantwortlich sind. Die Suche in der Literatur, inklusiv der Vergleich mit den Ektomykorrhizen häufiger Pionierpilze (siehe unten) in Aufforstungen (in vitro-Synthese von Pinus silvestris mit Laccaria laccata und Hebeloma spp.; PACHLEWSKI und PACHLEWSKA 1974), ergab keine befriedigenden Resultate. Der Typ Ba, mit intensiver Kristallbildung auf der Manteloberfläche, könnte von einem Vertreter der Gattung Inocybe gebildet werden, da diese im Fruchtkörper der meisten Taxa Kalziumoxalat-Aussscheidungen aufweisen (Zystiden mit Kristallschopf). Der Nachweis für diese Hypothese ist jedoch praktisch unmöglich, da diese Gruppe von Pilzen nicht kultivierbar ist.
GARBAYE et al. (1986) verglichen die Ektomykorrhizen an den Wurzeln junger Bäume gegenüber der Fruchtkörpergarnitur in unmittelbarer Umgebung und erhielten eine ziemlich gute Uebereinstimmung. Diese Tatsache beweist, dass Fruchtkörper, zumindestens bei Jungbäumen, eine repräsentative Aussage über deren Ektomykorrhizaverhältnisse an den Wurzeln ermöglichen.

5.7. EKTOMYKORRHIZAPILZE VON JUNGBAEUMEN

Fruchtkörper von Ektomykorrhizapilzen wurden nie unmittelbar neben Jungföhren beobachtet, jedoch öfters in Wiesenstandorten in der Nähe von Waldrändern mit Föhren (Suillus collinitus, Chroogomphus rutilus, Rhizopogon luteolus, Tricholoma terreum, Inocybe spp., vgl. Tab. 28.3). Diese Pilze dürften in Kontakt mit alten Föhrenwurzeln stehen, die zum Teil mehr als 10 m weit unterirdisch in die Wiese hinausreichen.
Die Ektomykorrhizapilze von Jungbäumen in der bestehenden Literatur wurden im wesentlichen von Aufforstungen studiert. Die mit einem Alter von 3-4 Jahren zu Aufforstungszwecken verwendeten Jungbäume sind an den Wurzeln in der Regel bereits mit Ektomykorrhizapilzen aus dem Forstgarten besetzt. Nach RICEK (1981) sind bei Picea diese Pionierarten vor allem Hebeloma mesophaeum und Inocybe spp. Nach der Anpflanzung ist die Ausfallquote in den folgenden zwei Jahren in der Regel sehr hoch. Durch die im Aufforstungsgelände adversen physikalisch-chemischen Eigenschaften und veränderten Nährstoffbedingungen des Bodens, werden vermutlich die vorhandenen Ektomykorrhizen an den Wurzeln in ihrer Entwicklung gestört

bzw. zerstört. Bei den überlebenden Jungpflanzen setzt anschliessend eine Neuinfektion durch lokale Ektomykorrhizapilze ein. Bei verschiedenen Wirten (Betula spp.: FORD et al. 1980, MASON et al. 1982; Quercus spp.: GARBAYE et al. 1986; Pinus spp.: CHU-CHOU 1979, DIGHTON et al. 1986; Picea spp.: RICEK 1981, DIGHTON et al. 1986) sind die diesbezüglichen Pioniere Laccaria laccata, sowie diverse Hebeloma-Arten (H. crustuliniforme, H. sacchariolens, H. mesophaeum). Daneben sind, je nach Baumart, regelmässig Telephora terrestris und Inocybe spp. zu finden.
Mit dem zunehmenden Alter der Bäume verändert sind in der Folge die Pilzflora sukzessiv. Bei Quercus spp. stellen sich nach dem 10. Jahr vermehrt Arten der Gattungen Cortinarius, Lactarius und Russula (GARBAYE et al. 1986) und bei Pinus radiata überwiegend Suillus und Amanita (CHU-CHOU 1979) ein. Bei Picea excelsa wurden nach dem 25. Jahr besonders Cortinarius, Russula und Hygrophorus gefunden (RICEK 1981).

5.8. WECHSELWIRKUNGEN DER EKTOMYKORRHIZEN UND IHRE ANWENDUNGEN

Ektomykorrhizapilze fehlen in primär waldlosen Zonen wie z.B. Steppen oder Prärien (WILDE 1954, GOSS 1960, MIKOLA 1953). Eine Aufforstung solcher Standorte gelingt in der Regel nicht ohne Zugabe der Pilzsymbionten, da die Jungbäume z.B. an Chlorose oder mangelnder Wasserversorgung eingehen. Auch MOSER (1963) stellte in Forstgärten auf ehemaligen Ackerflächen eine schlechte Entwicklung der Jungbäume fest, die der Autor auf einen eindeutigen Mangel an Ektomykorrhizapilzen im Boden zurückführt. Die Ektomykorrhizen verbessern Wachstum und Vitalität der Wirtspflanzen durch das in der Rhizospäre vorhandene Mycel (BERGEMANN 1953, BJOERKMAN 1970). Auch in den vorliegenden Untersuchungen förderten die Ektomykorrhizapilze in vitro das Wachstum der Föhrenkeimlinge gegenüber der nicht inokulierten Kontrollpflanzen (Kap. 4.6.3). Die gewählte Pilzart kann dabei eine wichtige Rolle spielen; so ermöglichten bei Pinus radiata z.B. Suillus granulatus und Rhizopogon luteoulus ein besseres Wachstum als S. luteus und Cenococcum graniforme (THEODOROU und BOWEN 1970).
Die Ektomykorrhiza begünstigt nicht nur das Wachstum des oberirdischen Sprosses. Ein ökologisch wichtigerer Effekt ist der Schutz der Wurzeln

vor pathogenen Organismen, wie z.B. Phytophthora, Pythium, Rhizoctonia und Fusarium (MARX 1973). KRUPA und NYLUND (1972) zeigten, dass von Ektomykorrhizen gebildete Monoterpene das vegetative Wachstum von Phytophthora cinnamomi und Heterobasidion annosum inhibitierten.

Zusammenfassend gibt es verschiedene Ektomykorrhiza-abhängige Mechanismen, welche für den Schutz der Wurzeln verantwortlich sind (MARX 1973):

- Ein grosser Teil der Ektomykorrhiza-Pilzpartner produzieren Antibiotika sowohl in Reinkultur als auch in der Symbiose mit den Wirten.
- Der Pilzmantel wirkt als physikalische Barriere gegenüber pathogenen Bodenpilzen und verhindert deren Penetration in das Wurzelgewebe.
- Der Pilzsymbiont verwendet Wurzelexudate (Carbohydrate, Aminosäuren, Vitamine) zu eigenen Zwecken und scheidet seinerseits neue Substanzen aus, die eine spezifische Rhizosphären-Flora und -Fauna bedingen.
- Diese Rhizospärenpopulation zeigt ebenfalls nachweislich eine Schutzwirkung via Antibiotikaproduktion gegenüber pathogenen Organismen.
- Die interzelluläre Infektion der Wurzeln durch den Pilzsymbionten löst beim Wirt die Bildung von Phenolen, Chinonen, Phytoalexinen, etc. aus, die gleichzeitig die Wurzeln vor weiteren Infektionen aus der Rhizosphäre schützen.

Bei der Wiederbepflanzung sekundär waldloser Gebiete (Moore, Aecker, Heiden, Alpweiden) ohne Zugabe der Pilzpartner muss mit einer relativ hohen Ausfallquote in den ersten zwei Jahren gerechnet werden (RICEK 1981). Dazu kommt, dass in Mitteleuropa Fichten (Picea excelsa) bei Erstaufforstungen auf ehemaligen Ackerflächen, insbesondere auf sauren Böden, obligat von der Rotfäule (Heterobasidion annosum) befallen werden (HAAS 1971). Bei Aufforstungen in Hochlagen mit Arven (Pinus cembra) in Hochlagen über 2000 m.ü.M. wurde durch direkte Beimpfung am Standort die Ausfallquote (vierjährige Untersuchungen) von 57% auf 37% vermindert; gleichzeitig war der Zuwachs der beimpften Pflanzen grösser als bei unbeimpften (MOSER 1963).

Aus den oben genannten Gründen erhält die künstliche Beimpfung der Jungbäume, besonders in Grenzlagen (Brachland, subalpine Zone) immer mehr Beachtung. Weitere Anwendungsbereiche sind z.B. die Aufforstung auf Abraumhalden, Schlackenbergen oder mit Fungiziden behandelter Gebiete (vgl. auch MOSER und HASELWANDTER 1983).

Folgende Techniken der künstlichen Beimpfung kommen in der Praxis zur Anwendung (MIKOLA 1973):

- Einsetzen von im Pflanzgarten mykorrizierten Jungpflanzen

- Zugabe von Waldboden mit natürlich vorkommenden Ektomykorrhizapilz-Mycelien bzw. -Sporen oder -Fruchtkörpern (Gefahr des Importes saprober oder parasitischer Organismen)
- Zugabe von mit Reinkultur beimpfter Erde.

Folgerungen:

- Die in den Wiesenstandorten natürlich verjüngten einjährigen Föhrenkeimlinge ("uf der Gräte") sind an den Wurzeln nur gering ektomykorrhiziert.
- Die dort an Föhrenkeimlingen gefundenen Ektomykorrhiza-Typen bzw. deren Pilzpartner lassen sich nur zum Teil identifizieren.
- Ektomykorrhizen an den Wurzeln von Jungbäumen fördern das Wachstum des Sprosses und schützen die Wurzeln vor pathogenen Organismen.

In den untersuchten Wiesenstandorten wäre deshalb für eine erfolgreiche Aufforstung mit Föhren eine gezielte Beimpfung mit Ektomykorrhizapilz-Mycel zu empfehlen.

5.9. ASPEKTE DES NATURSCHUTZES

Der seit etwa 10 Jahren beobachtete Rückgang der Makropilzflora hat zur Folge, dass vielerorts Sammelverbote erlassen und gewisse Pilzarten unter Schutz gestellt wurden. Allerdings dürfte für den Artenrückgang nicht nur das Sammeln allein, sondern eine Reihe von Ursachen verantwortlich sein. Als kausal wichtige Faktoren werden die Veränderung und Zerstörung von Biotopen, der Gebrauch von Pestiziden, die zunehmende Umweltbelastung durch Immissionen oder die chronische Trophierung durch Stickstoff angegeben (WINTERHOFF und KRIEGELSTEINER 1984).
Als besonders bedrohte unbewaldete Pflanzengesellschaften gelten heute Moore, Streuwiesen oder Magerrasen. Sie sind vor allem durch Entwässerung, Torfabbau, Aufforstung, Düngung oder Brache gefährdet.
Die Schutzwürdigkeit von Makromyceten ist unbestritten, weil sie als Symbionten und Saprobe eine entscheidende Rolle in den meisten Oekosystemen haben. Vom forstlichen Standpunkt aus hätte die Ausrottung oder Dezimierung der Ektomykorrhizapilze fatale Folgen. In diesem Zusammenhang muss als Beispiel auf die subalpinen Nadelwälder hingewiesen wer-

den, bei deren Ausfall die Bergregionen durch Erosion, Erdrutsche und Lawinen bedroht sind.

Gemäss der Roten Liste ("Grosspilze") des benachbarten Deutschen Bundeslandes Baden-Württemberg (WINTERHOFF und KRIEGELSTEINER 1984) werden die folgenden in den UF nachgewiesenen Pilzarten in Merishausen als gefährdet bezeichnet:

		Gefährdungskategorien
Ascomycetes:	Geoglossum cookeianum	2
	Trichoglossum hirsutum	3
Basidiomycetes:	Boletus satanas	3 (neben UF 10)
	Camarophyllus fuscescens	3
	Dermoloma atrocinereum	2
	Hygrocybe fornicata	3
	Hygrocybe reai	3
	Hygrotrama atropunctata	4
	Mycena pseudopicta	3
	Rhodocybe popinalis	3
	Stropharia albo-cyanea	3

Gefährdungskategorien: 0: Ausgerottet, ausgestorben; 1: Vom Aussterben bedroht; 2: Stark gefährdet (seltene Arten in seltenen Biotopen); 3: Gefährdet (Arten in seltenen Biotopen); 4: Potentiell durch Seltenheit gefährdet.

Zu den gefährdeten Pilzarten müssen Clavaria incarnata, Entoloma costatum, Psathyrella phaseolispora und Agrocybe gibberosa, die in der Baden-Württemberg'schen Liste fehlen, gezählt werden. Es handelt sich dabei um äusserst seltene Arten, deren Verbreitung und Oekologie nur fragmentarisch bekannt sind.