

Zeitschrift: Mycologia Helvetica
Herausgeber: Swiss Mycological Society
Band: 4 (1990-1991)
Heft: 1

Artikel: Mykozenologische Untersuchungen in Fichtenwäldern im Bundesland Salzburg, Österreich
Autor: Rücker, T. / Wittmann, H. / Peer, T.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1036487>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.01.2025

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

Mykozoenologische Untersuchungen in Fichtenwäldern im Bundesland Salzburg, Österreich

T. Rucker², H. Wittmann² & T. Peer¹

¹Institut für Botanik, Universität Salzburg
Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg, Austria

²Institut für Ökologie, Haus der Natur
Arenbergstraße 10, A-5020 Salzburg, Austria

Manuskript erhalten am 12. 8. 1989

Zusammenfassung: In den Jahren 1987 und 1988 wurden in drei Fichtenwäldern des Bundeslandes Salzburg (Österreich) pilzsoziologische Untersuchungen anhand von Dauerbeobachtungsflächen durchgeführt. Zusätzlich wurden der Bodenzustand, die Gefäßpflanzen- und die Flechtenflora erhoben. Die Pilzassoziationen, die in allen Dauerbeobachtungsflächen wesentlich artenreicher sind als die der Gefäßpflanzen, entsprechen in ihrem ökologischen Verhalten und ihrer soziologischen Bewertung denen der höheren Pflanzen. Für die Ausbildung einer bestimmten Großpilzflora sind die Substratverhältnisse (Bodenchemismus, Streuangebot), die Baumartenzusammensetzung und das Baumalter entscheidend. Die Fruchtkörperproduktion wird vom Witterungsverlauf (v. a. Frühjahrstemperaturen, Niederschlagsverteilung in der Vegetationsperiode) bestimmt. Eine sichere Indikation der Immissionsauswirkungen auf die Makromycetenflora war nicht möglich.

Summary: Mycocoenological studies in spruce forests in the province of Salzburg, Austria. In 1987 and 1988 fungal ecological relationships were investigated in three spruce forests near Salzburg in Austria. In addition, soil characteristics and the lichen and vascular plant floras were recorded. Fungal associations correlated well with particular plant communities in terms of their ecological and sociological requirements. At all sites the number of fungal species observed exceeded the number of vascular plant species. Substrate conditions (quantity of leaf litter, soil chemistry), composition of the tree flora and tree age, all influenced the development of the fungal community. Carpophore production was influenced by climate (temperature and rainfall). The effects of air pollution on the macrofungal flora could not be determined.

Einleitung

Die große Bedeutung der Fichtenwälder im Ostalpenraum und der Mangel an pilzsoziologischen Arbeiten in diesen Waldökosystemen veranlassten uns im Jahre 1987 mit detaillierten mykozoenologischen Aufnahmen zu beginnen. Darüberhinaus wollten wir durch gezielte synökologische Untersuchungen Rückschlüsse über die Wirkung einzelner Faktoren auf die Mykoflora

erhalten. Die Arbeit schließt in ihrem methodischen Ansatz an vergleichbare Studien in diversen Rasengesellschaften an (Arnolds 1981, Brunner 1987, Brunner & Horak 1988, Senn-Irlet 1986).

Untersuchungsgebiet

Aus arbeitstechnischen Gründen konnten nur drei Fichtenstandorte näher untersucht werden, wobei auf eine für das Bundesland Salzburg typische Ausbildung geachtet wurde. An folgenden drei Standorten wurden Dauerbeobachtungsflächen (= Df) eingerichtet (Abb. 1):

Fürstenbrunn (Df 1): Nördliche Kalkalpen, Flachgau, Nordfuss des Untersberges südlich der Stadt Salzburg, oberhalb Latschenwirt, 630 msm, MTB 8243/4.

Gastein (Df 2): Zentralalpen, Pongau, Gasteinertal, Nordhang des Stubnerkogels. Vorderschneeberg, südlich Bahnstation Angertal, 1050 msm, MTB 8844/4.

Wolfbachtal (Df 3): Zentralalpen, Pinzgau, Wolfbachtal südwestlich von Taxenbach, nordöstlich Holzner-Alm, 1100 msm, MTB 8743/2.

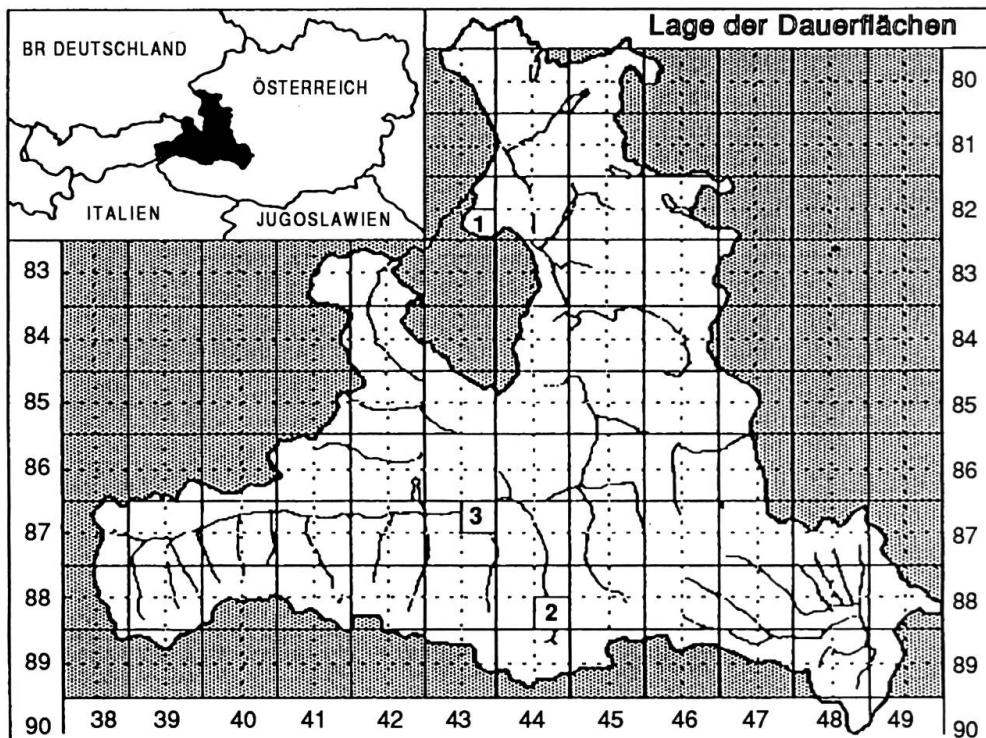


Abbildung 1: Geographische Lage der Dauerbeobachtungsflächen.

Figure 1: Geographical locations of the permanent observation plots.

Material und Methoden

Pilzsoziologie

Drei, je 1000 m² umfassende Untersuchungsflächen wurden während der Vegetationsperioden 1987 und 1988 in zweiwöchigen Intervallen begangen (insgesamt 59 Exkursionen). Aus Bearbeitungs- und Bewertungsgründen wurden nur Agaricales und Boletales berücksichtigt. Die vorhandenen Fruchtkörper wurden notiert und markiert. Im Gelände unbestimmbare Arten wurden gesammelt, dokumentiert und im Herbar der Universität Salzburg (SZU) hinterlegt. Unbestimmte Kollektionen erhielten provisorische Namen oder wurden mit Nummern versehen (Tab. 1). Die quantitative Auswertung erfolgte nach der Abundanz der Fruchtkörper, wobei für das Auswertungsverfahren, in Anlehnung an Darimont (1973), folgende Skala Verwendung fand:

+: 1 Fruchtkörper je 1000 m ²	3: 11-30 Fruchtkörper je 1000 m ²
1: 2-3 Fruchtkörper je 1000 m ²	4: 31-100 Fruchtkörper je 1000 m ²
2: 4-10 Fruchtkörper je 1000 m ²	5: über 100 Fruchtkörper je 1000 m ²

Die Nomenklatur der Grosspilze richtet sich hauptsächlich nach Moser (1983).

Böden

Unmittelbar neben den Df wurde im Sommer 1988 je ein Bodenprofil gegraben, und mittels genormter Stechzylinder wurden Proben aus verschiedenen Tiefen entnommen. Zusätzlich wurde innerhalb der Df an 3 verschiedenen Stellen Probenmaterial aus der Humusschicht gewonnen. Die Bodenanalysen wurden, sofern nicht anders erwähnt, nach Blum & al. (1986) durchgeführt und berücksichtigen folgende Parameter:

- pH-Wert: elektrometrisch in 0.01 M CaCl₂-Lösung.
- Karbonatgehalt, CaCO₃: gasvolumetrisch nach Scheibler.
- austauschbares Phosphat (P₂O₅) und Kali (K₂O): DL-Methode nach Egner-Riehm (modifiziert nach Alva). Extraktion mittels Calciumlaktat (pH: 3,8).
- Gesamtstickstoff, N_{ges} : nach Kjeldahl.
- organischer Kohlenstoff, C_{org}: durch Veraschen im Muffelofen bei 550°C.
- austauschbares Kalium, Calcium und Magnesium: Extraktion mittels ungepufferter 0,1 M BaCl₂-Lösung.
- komplexierbares Aluminium, Eisen und Mangan: EDTA-Auszug mittels 0,05 M Ethylendinitroltetraacetat.
- Gesamtgehalte von Blei und Cadmium: Königswasseraufschluss mit HNO₃ und HCl im Verhältnis 3:1.
- Raumgewicht, Dichte: durch Trocknung der Zylinderprobe bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz (Steubing 1965).

Gefäßpflanzensoziologie

In jeder Df wurden drei pflanzensoziologische Aufnahmen (Fläche ca. 15 × 15 m) nach dem Schema von Braun-Blanquet durchgeführt und nach floristischen Ähnlichkeiten geordnet (Tab. 3). Die Ziffern bedeuten die "Menge" (Artmächtigkeit) der betreffenden Art:

+: selten und wenig deckend	3: 25-50% der Fläche deckend
1: weniger als 5% der Fläche deckend	4: 50-75% der Fläche deckend
2: 5-25% der Fläche deckend	5: 75-100% der Fläche deckend

Ergänzend dazu wurden die Zeigerwerte nach Ellenberg (1979) für jede Aufnahme unter Berücksichtigung des Deckungswertes berechnet und anschließend gemittelt. Es bedeuten:

- L = Lichtzahl (1 = Tiefschattenpflanze, 9 = Vollichtpflanze)
- T = Temperaturzahl (1 = Kältezeiger, 9 = extremer Wärmezeiger)
- K = Kontinentalitätszahl (1 = euozeanisch, 9 = eukontinental)
- F = Feuchtezahl (1 = extremer Trockenzeiger, 12 = Wasserpflanze)
- R = Reaktionszahl (1 = Starksäurezeiger, 9 = Basen- und Kalkzeiger)
- N = Stickstoffzahl (1 = Zeiger stickstoffärmster Standorte, 9 = Zeiger übermäßig stickstoffreicher Standorte)

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach Ehrendorfer (1973).

Auf eine detaillierte Angabe der Moostaxa wurde verzichtet, lediglich die Gesamtdeckung der Mooschicht fand Berücksichtigung.

Flechtenindikation

Die immissionsökologische Situation wurde anhand des Flechtenbewuchses nach den bei Wittmann & Türk (1988) verwendeten Kriterien beurteilt. Sie umfassen Artengarnitur, Deckungsgrad der Blatt- und Strauchflechten, Thalluslängen bzw. -durchmesser, soziologische Zusammensetzung der Flechtensynusien und charakteristische Schadbilder der einzelnen Arten. Die Berücksichtigung dieser Faktoren erlaubt auch in großräumigen, nicht direkt emittentenbezogenen Gebieten, die Einteilung in 5 verschiedenen belastete Zonen: unbelastet, schwach belastet, mittel belastet, stark belastet und sehr stark belastet. Zur Beurteilung wurden pro Df ca. 30, über 25 cm dicke Nadelbäume in der Df und deren näheren Umgebung herangezogen. Die Nomenklatur der Flechten richtet sich nach Wirth (1987).

Witterung

Während der Nordalpenbereich auf Grund der häufigen Nordwestwetterlagen ein relativ niederschlagsreiches Klima aufweist (10-jähriges Mittel Salzburg: 8.1°C, 1278 mm NS), sind die Täler in den Zentralalpen trockener und kühler (10-jähriges Mittel Badgastein: 5.3° C, 1145 mm NS). Auf Grund

der Daten der Wetterdienststellen Salzburg (für Df 1) und Badgastein (für Df 2 und 3) kann der Witterungsverlauf folgendermassen charakterisiert werden:

1987: kühles, mäßig feuchtes Frühjahr (Mai sehr kalt mit hohem Niederschlagsaufkommen); temperierter, niederschlagsreicher Sommer; warmer Herbst (September) mit einer Trockenperiode von Mitte September bis Mitte Oktober.

1988: temperiertes, mäßig feuchtes Frühjahr (hohe Temperaturen im Mai); Sommer wie 1987 mit hohem Niederschlagsanteil Mitte Juli, September deutlich kühler als 1987; Herbst ähnlich wie 1987 mit einer Trockenperiode Anfang Oktober. Der Ablauf des Witterungsgeschehens ist in allen Df ähnlich.

Ergebnisse

Makromycetenflora

In der Df 1 wurden 103, in der Df 2 96 und in der Df 3 91 Species vorgefunden, insgesamt 196 verschiedene Taxa (Tab. 1). In allen drei Df besitzen die ektotrophen Mykorrhizapilze der Fichte (z.B. *Amanita porphyria*, *Hygrophorus olivaceoalbus*, *Cortinarius brunneus* und *Russula puellaris*) den größten Anteil, Lärchenbegleiter (*Hygrophorus lucorum*, *Lactarius porninsis*, *Suillus*-Arten) kommen sowohl in der Df 1 und 2, Birkenbegleiter (*Russula aeruginea*) nur in der Df 2 und Buchenbegleiter (*Lactarius pallidus*, *Russula romelii* u.a.) nur in der Df 1 vor. Außer den Mykorrhizapilzen, die in den Df die größte Gruppe darstellen, sind noch zahlreiche saprotrophe Arten wie z.B. *Collybia butyracea* var. *asema*, *Cystoderma carcharias*, *Entoloma cetratum*, *E. conferendum*, *Mycena galopus*, *M. rubromarginata*, *M. sanguinolenta* und *Rickenella fibula* vertreten. Unter ihnen befinden sich einige Erstbesiedler von Laub- bzw. Nadelstreu (*Marasmius androsaceus*, *M. bulliardii* und *Mycena rorida*). Ferner wurden auch einige bryophile Arten wie *Galerina calyptrata* und *Hypoholoma polytrichi* notiert. Lignicol-saprobe Arten spielen in allen drei Df nur eine untergeordnete Rolle. Fichtenstubben verschiedener Destruktionsstadien bevorzugen u. a. folgende Arten: *Galerina marginata*, *Gymnopilus sapineus*, *Hypholoma capnoides*, *Mycena galericulata*, *Tricholomopsis rutilans* und *Xeromphalina campanella*. *Mycena alphitophthora* und *M. pseudocorticola* wurden an einer bemoosten Ahornborke, *Paxillus panuoides* an einer Fichtenzaunlatte beobachtet. Das Verhältnis der Mykorrhizapilze zu den terricol- und lignicol-saprogen Arten beträgt in Df 1 46:40:14, in Df 2 61:26:13 und in Df 3 64:28:8.

Während die Artengarnitur zwischen der Df 2 und 3 relativ ähnlich ist, weist die Df 1 die meisten eigenständigen Arten auf (Tab. 1). Unter Berücksichtigung der drei ökologischen Hauptgruppen (Mykorrhizapilze, Streu- und Holzersetzer) wird die Diversität der drei Df noch deutlicher (Abb. 2): Von den insgesamt 108 Mykorrhizapilzen kommen nur 11 Arten (= 10%) in allen drei Df vor und zwar: *Amanita rubescens*, *Boletus edulis*,

Cortinarius obtusus, *C. palaeaceus*, *Inocybe boltonii*, *Laccaria amethystea*, *L. laccata*, *Lactarius picinus*, *L. rufus*, *Russula nauseosa* und *Xerocomus badius*. Die Df 2 und 3 besitzen 45% gemeinsame Mykorrhizapilze, von denen jedoch nur *Hygrophorus olivaceoalbus*, *Russula emetica* var. *silvestris* und mit Einschränkungen, *Russula ochroleuca* und *Xerocomus badius* in beiden Df abundant fruchten. Häufiger sind jene Arten, die nur in einer Df sehr produktiv sind, wie *Lactarius rufus*, *Russula ochroleuca*, *Paxillus involutus* und *Dermocybe sanguinea* in der Df 2 oder *Russula cyanoxantha*, *R. consobrina* und *Laccaria laccata* in der Df 3. Abundanzzahlen von 4 und 5 werden nur in der Df 2 erreicht, die insgesamt die höchste Produktivität aufweist. Zwischen den Df 1 und 2 bzw. 1 und 3 treten lediglich 18% gemeinsame Mykorrhizapilzarten auf.

Die terricol-saprophytischen Pilze sind mit 63 Arten durchwegs schwächer vertreten als die ektotroph mykorrhizierten Arten. In allen drei Df kommen nur 17% gemeinsame Arten vor. Dabei zeichnen sich folgende Arten durch

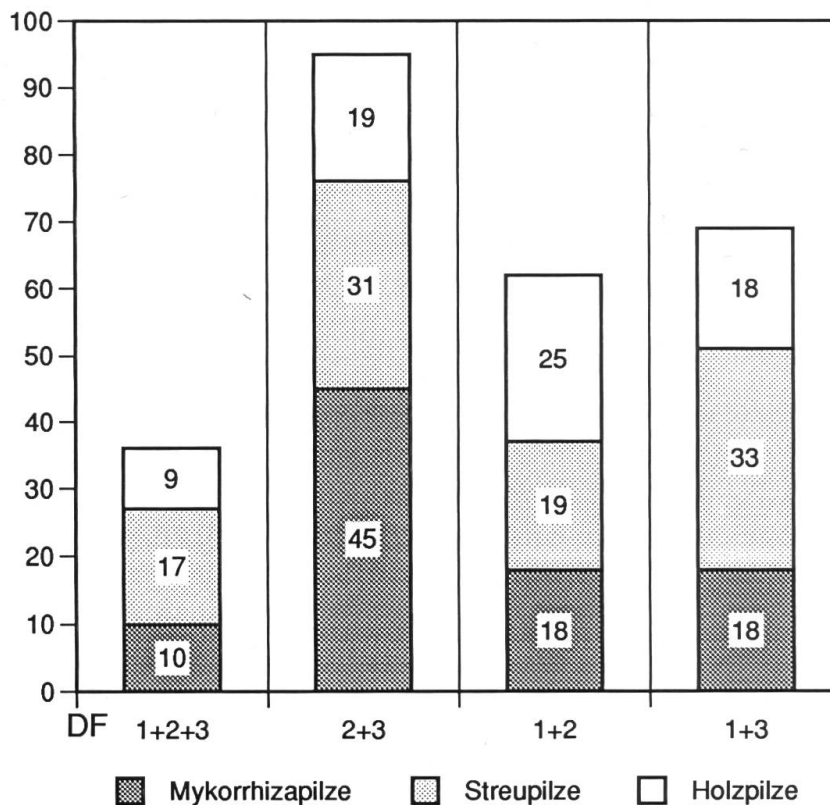


Abbildung 2: Ähnlichkeitsverhältnisse in Prozenten der Makromyceten in den Dauerbeobachtungsflächen unter Berücksichtigung der ökologischen Hauptgruppen.

Figure 2: Similarities of the observation plots, expressed as percentages of main ecological groups of macrofungi.

eine hohe Fruchtkörperproduktion aus: *Marasmius androsaceus*, *Mycena galopus*, *M. sanguinolenta* und - mit Abstrichen - *Collybia butyracea*, *Galerina calyptrata* und *Mycena rorida*. Es fällt auf, dass der Anteil der gemeinsamen Arten zwischen den Df 2 und 3 bzw. 1 und 3 mit über 30% deutlich höher ist als jener zwischen den Df 1 und 2 mit 19% gemeinsamen Arten.

Die Zahl der lignicol-saprogenen Pilze ist mit insgesamt 23 Arten gering. Durch hohe Fruchtkörperzahlen zeichnen sich u. a. *Galerina marginata*, *Hypholoma capnoides*, *Xeromphalina campanella* und *Mycena rorida* aus, wobei aber nur letztgenannte Art in allen drei Df vorkommt. Der Anteil der gemeinsamen Species beträgt in allen drei Df 9%, der zwischen je zwei Df beträgt ca. 20 %.

Böden (Tabelle 2)

Df 1: Braunlehm aus umgelagertem Reliktbodenmaterial.

O_{f+1} 1-0 cm: weitgehend unzersetzte Nadel- und Laubstreu.

A 0-8/10 cm: sandiger Schluff, stark humos (Feinmoder), undeutlich feinkrümelig, feinporös, locker, schwarzbraun, stark durchwurzelt, wellig übergehend.

B_{rel} 8/10-35/40 cm: schluffiger Lehm, schwach humos, scharfkantig-blockig, schwach porös, plastisch, klebrig, skelettreich, ockerfarbig, mäßig durchwurzelt (Grobwurzeln), taschenförmig übergehend.

B_{rel} Cv 35/40-80/90 cm: Kalkschotter, durchmischt mit hellbraunem, dispergiertem, tonigem Material (LT), undeutlich blockig, relativ locker und porös, gute Drainage, schwach durchwurzelt, taschenförmig absetzend.

D 80/90-120 cm: Grob- und Feinschotter, sehr kalkreich, locker, Einzelkorngefüge, Wurzeln auslaufend.

Der ziemlich dichte, stark saure und extrem basenarme Lehmhorizont in 10 bis 40 cm Tiefe behindert eine gleichmässige Tiefendurchwurzlung. Er schafft aber im Oberbodenbereich ein ausgeglichenes Durchfeuchtungsmilieu und damit recht gute Zersetzungsbedingungen für die Mikroorganismen. Für eine Mullbildung dürften die Verhältnisse zu sauer sein; auch das C:N-Verhältnis spricht eher für einen Feinmoder. Unter dem Lehmhorizont herrschen im alluvial verlagerten und mit dispergierten, tonreichen Komponenten durchsetzten Kalkschotter, gute Durchlässigkeit sowie hohe Basensättigung. Von den Schwermetallen fällt vor allem Cadmium durch teilweise sehr hohe Gehalte im Oberboden (3 Proben über 1.00 mg/kg TM) auf und dürfte, so wie Blei, hauptsächlich atmosphären Ursprungs sein.

Df 2: Vergleyter Semipodsol

- 0_{f+1} 8-3 cm: lockerer, torfig vernetzter Grobmoder, durchmischt mit Fichtennadelstreu (unter Heidelbeersträuchern: dichter Wurzelfilz), hellbraun, mäßig feucht bis trocken, absetzend.
- 0_h 3-0 cm: Feinmoder, dunkelbraun, feucht, schmierig, leicht verfestigt, gut durchwurzelt, wellig übergehend.
- A 0-5 cm: lehmiger Sand, dunkelbraun bis schwarz, extrem humos (schmieriger Feinmoder), feucht, leicht verfestigt, gut durchwurzelt, mäßig absetzend.
- A_g 5-16/18 cm: lehmiger Sand, humos (Humusperkolate), undeutlich rund und feinblockig, leicht plattig, porös, steinig, grau- und braunfleckig, vereinzelt Fe-Konkretionen, gut durchwurzelt, absetzend.
- B_{hs} 16/18-60/70 cm: grusig sandiger Lehm, schwach humos, steinig, undeutlich blockig, marmoriert, hellbraun bis tief ockerbraun, dazwischen Fahlflecken mit vereinzelt Fe-Konkretionen, porös, mäßig trocken, vereinzelt Grobwurzeln, übergehend.
- BCv ab 60/70 cm: grusig lehmiger Sand, sehr steinig (Gneise), grobschuttreich, keine ausgeprägte Struktur, zerfallend, geringe Feuchtigkeit.

Während der Abbau im Grobmoder vorwiegend durch Pilze erfolgt (eumycetische Humusbildung), sind im Feinmoder Arthropoden beteiligt, die trotz saurer Verhältnisse auch höhermolekulare Huminstoffe produzieren. Diese Zone ist besonders reich an verfügbarem Phosphor und Kali (überdurchschnittlich hohe Gehalte) sowie an organisch gebundenem Stickstoff. Damit sind gute Voraussetzungen für die Durchwurzlung gegeben. Die Mineralhorizonte weisen eine starke Entbasung auf, erst in 50 cm Tiefe kommt es wieder zu einer geringfügigen Ca-Anreicherung und pH-Erhöhung. Als hydromorphe Erscheinungen können die fleckenhafte Ausbleichung im A_g -Horizont sowie die Fe-Konkretionen angesehen werden. Eisen und Aluminium haben die Eluviation nur teilweise mitvollzogen, hingegen wurde Mangan im Zuge der Podsolierung weitgehend ausgewaschen. Der relativ hohe Anteil an austauschbarem Aluminium (Ca:Al unter 0,1) könnte ein Indiz dafür sein, daß sich der Boden bereits im Al-Pufferbereich befindet. Cadmium entspricht den üblichen Gehalten in Waldböden (Husz 1986). Blei besitzt einen "Ausreißer" in 20-40 cm Tiefe, wofür eventuell geogene Ursachen (Vererzung) in Frage kommen, aber auch ein atmogener Einfluß ist nicht auszuschließen (Rücker & Peer 1988).

Df 3: Podsolige, unten schwach vergleyte Braunerde.

- 0_{f+1} 4-2 cm: stark verpilzter Grobmoder, dunkelbraun, faserig, dichter Wurzelfilz, mäßig feucht, schwach absetzend.

- O_h 2-0 cm: Feinmoder, stark verpilzt, schwarzbraun, krümelig, z. T. etwas faserig, schmierig, gut durchwurzelt, mäßig feucht, übergehend. A 0-2 cm: grusig lehmiger Sand, stark humos (mullartiger Moder) schwarzbraun, undeutlich krümelig, feinblockig, porös, leicht verfestigt, gut durchwurzelt, übergehend.
- AE 2-13/15 cm: grusig lehmiger Sand, humos (Humusperkolate), hellbraun, Fahlflecken, undeutlich blockig, steinig, porös, Grobwurzeln, wellenförmig übergehend.
- B_v 13/15-40/45 cm: stark sandiger Schluff, zahlreiche grusige Verwitterungsnester, sehr steinig, schwach humos (zersetzte Wurzelröhren, Humusnester), undeutliche Struktur (schwach blockig, z. T. körnig), porös, z. T. leicht verdichtet, marmoriert (dunkelrotbraun - rotbraun - graubraun), vereinzelt Grobwurzeln, taschenförmig übergehend.
- $B_v C_v$ 40/45-80/90 cm: sandiger Schluff, sehr steinig, locker, ohne deutliche Struktur, leicht zerfallend, bunt marmoriert (dunkelrotbraun - hellbraun - grau), mit zunehmender Tiefe heller werdend, vereinzelt Fe-Konkretionen und Fe-Überzüge, Wurzeln auslaufend.

Die Auflageschicht besteht, so wie in der Df 2, aus nur wenig zersetztem Pilzmoder, der nach unten in einen Arthropodenmoder übergeht. Allerdings dürften die Zersetzungsbedingungen, nach dem engeren C:N-Verhältnis zu schliessen, etwas günstiger sein. Sicherlich spielt dabei auch der höhere Basenanteil eine Rolle. Sowohl Phosphor als auch Kalium sind in dieser Zone reichlich verfügbar. Bereits in 15 cm Tiefe steigt der pH-Wert deutlich an und erreicht in 40 cm Tiefe 6,0. Damit verbunden sind eine erhöhte Calcium- und Magnesiumverfügbarkeit. Die Podsolierungstendenz kommt in dem sehr tonarmen Eluvialhorizont und in den erhöhten Gehalten von Eisen Aluminium und Mangan im B-Horizont zum Ausdruck. Der geringere Säuregrad im Unterboden hat zu einer Wiederausfällung des unspezifisch gebundenen Mangans geführt. Möglicherweise hat aber auch periodischer Wasserstau mitgewirkt (Fe-Konkretionen und Fe-Überzüge). Die Schwermetallbelastung ist in allen Horizonten gering, lediglich eine Humusprobe weist einen etwas höheren Bleiwert auf, was die für alle Standorte geltende Inhomogenität des Substrates unterstreicht.

Gefässpflanzen

Die Df 1 befindet sich in einer Höhenstufe, die ursprünglich von einem Buchen- bzw. Buchen-Tannenwald (mit maximal 30% Fichtenanteil) bestockt war. Heute dominiert hier *Picea abies* mit *Larix decidua*, *Fagus sylvatica* und *Acer*

pseudoplatanus als Begleiter. Trotz der anthropogen stark veränderten Baumschicht, weist der Unterwuchs mit *Cyclamen purpurascens*, *Vincetoxicum hirsutinaria* und *Polygala chamaebuxus* auf einen ehemals thermophilen und basiphilen Waldtyp hin. Pflanzensoziologisch läßt sich diese "naturfremde Forstgesellschaft" (Mayer 1974) gut in die bei Strobl (1989) angeführte *Hepatica nobilis*-Ausbildung" der Fichtenforste des Untersberg-Gebietes einordnen. Das Alter des gleichförmigen Bestandes beträgt ca. 80 Jahre.

Durchschnittliche Zeigerwerte: L=4,0 T=5,0 K=3,2 F=5,3 R=6,4 N=5,8
Gesamtartenzahl: 42 Gefäßpflanzen

Die Df 2 befindet sich in der montanen Nadelwaldstufe mit der Fichte als Hauptbaumart (Mayer 1974). *Fagus sylvatica*, die noch am Eingang des Gasteinertales vorkommt, dürfte in diesem Bereich des Tales klimatisch auszuschließen sein. *Larix decidua* tritt in mehreren adulten Exemplaren auf, *Acer pseudoplatanus* ist in der Df als Jungwuchs vorhanden. Pflanzensoziologisch ist der Bestand als bodensaure Ausbildung eines Luzulo-Piceetum einzustufen, charakterisiert durch Säurezeiger, wie *Vaccinium myrtillus*, *Oxalis acetosella* und *Avenella flexuosa*. Die Bestockung der Fläche ist weitgehend einheitlich und weist ein Alter von ca. 90 Jahren auf.

Durchschnittliche Zeigerwerte: L=4,5 T=3,9 K=3,9 F=5,6 R=3,1 N=4,7
Gesamtartenzahl: 23 Gefäßpflanzen

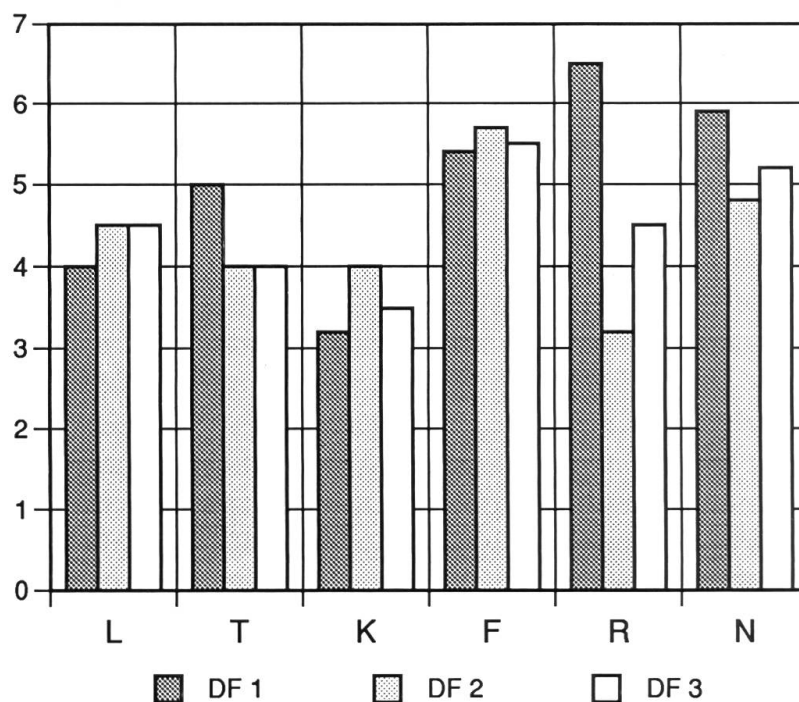


Abbildung 3: Vergleich der durchschnittlichen Zeigerwerte der einzelnen Dauerbeobachtungsflächen.

Figure 3: Comparison of the mean indicator values of the permanent observation plots.

Obwohl forstlich genutzt, vermittelt der Fichtenbestand in der Df 3 einen recht naturnahen Eindruck. Mögliche Ursachen dafür sind, daß er sich im natürlichen Fichtenareal befindet und daß das relativ hohe Alter der Bäume (ca. 120 Jahre) für einen Fichtenforst heutzutage schon eine Ausnahme bedeutet. Phytozoenologisch entspricht der Bestand einem Luzulo-Piceetum, wobei sowohl bodensaure als auch bodenbasische Arten vorkommen. Im Vergleich mit der Df 2 ist der geringe Anteil an Zwergsträuchern auffällig.

Durchschnittliche Zeigerwerte: L=4,5 T=3,9 K=3,5 F=5,5 R=4,5 N=5,1

Gesamtartenzahl: 53 Gefäßpflanzen

Hinsichtlich der durchschnittlichen Zeigerwerte stehen sich Df 2 und Df 3 am nächsten (Abb. 3). Die Krautschicht ist in der Df 1 etwas stärker beschattet (Lichtzahl 4) und ist - in Übereinstimmung mit den Klimadaten thermophiler und ozeanischer. Die Feuchtezahlen der drei Df sind nahezu identisch, allerdings ist die Df 1, wahrscheinlich aufgrund des wasserzügigen Kalkschotterkörpers, etwas trockener. Deutliche Unterschiede weisen die Reaktions- und Stickstoffzahlen auf. So besteht ein pH- und N-Gradient von Df 1 (basisch, stickstoffreich) über Df 3 zu Df 2 (sauer, stickstoffarm; Abb.3).

Die Lichtzahlen der vorkommenden Arten schwanken in allen drei Df zwischen 1 und 7, die Stickstoffzahlen reichen in der Df 1 von 3 bis 8, in den Df 2 und 3 von 2 bis 8. Die Variabilität der Temperatur-, Kontinentalitäts- und Feuchtezahlen der einzelnen Arten ist in den drei Df gering. Während die Reaktionszahlen in der Df 2 bei allen Arten unter 5 liegen kommen in der Df 1 und 3 sowohl Gefäßpflanzen mit einer Reaktionszahl von 2 als auch von 8 vor. Insgesamt wurden 89 Gefäßpflanzenarten festgestellt. Von diesen treten jedoch nur 5 (*Picea abies*, *Oxalis acetosella*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia*, *Dryopteris dilatata*) in allen Df auf (Tab. 2). Trotz einer recht ähnlichen Baumartenzusammensetzung der Df 1 und 2 (lediglich *Fagus sylvatica* fehlt in Df 2) stimmen diese beiden Df in nur 6 Arten überein. Dies kommt daher, daß die Krautschicht der Df 1 nicht der eines Fichtenwaldes, sondern noch teilweise der einer ursprünglichen Buchenwald-Gesellschaft entspricht. Erwartungsgemäß zeigen die Df 2 und 3 im natürlichen Fichtenareal die größten floristischen Ähnlichkeiten.

Flechtenindikation

Die vorherrschende Flechtengesellschaft in der Umgebung der Df 1 ist ein degradiertes *Pseudevernetum furfuraceae*. Durch länger anhaltenden Schadstoffeinfluß blieb von den typischen Arten nur mehr die toxtolerante *Hypogymnia physodes* mit einigen wenigen resistenten Begleitarten (*Scolio-sporium chlorococcum*, *Lecanora conizaeoides*, *Haematomma elatinum*, *Chaenotheca chrysocephala*) übrig. Bartflechten, die in diesem Gebiet noch vor wenigen Jahrzehnten reichlich vorhanden waren und auch die namensgebende *Pseudevernia furfuracea* fehlen heute völlig (vgl. Wittmann & Türk 1988). Die

Thalli von *Hypogymnia physodes* erreichen maximal 4 cm Durchmesser, was in dieser niederschlagsreichen Lage sicherlich nicht als Optimum zu bezeichnen ist; auch sind die Lobenenden dieser Art leicht ausgebleicht. Nach der fünfteiligen Bewertungsskala ist die Flechtenvegetation in der Df 1 als Zone 3 (mittel belastet) einzustufen. Sie liegt in einem Gebiet mit einem ausgeprägten Gradienten des Schadstoffeintrages, das sich vom sehr stark belasteten Zentrum der Landeshauptstadt bis zu den unbelasteten Gipfelbereichen des Untersberges über 1700 msm erstreckt (vgl. Wittmann & Türk 1988).

Auch in der Df 2 ist die dominierende Flechtengesellschaft ein Pseudevernetium furfuraceae. Im Gegensatz zur Df 1 sind die typischen Arten wie *Pseudevernia furfuracea*, *Hypogymnia physodes*, *H. farinacea*, *Cetraria chlorophylla* und *C. pinastri* vertreten. Ausserdem kommen Elemente von Bartflechtenvereinen (*Bryoria fuscescens*, *B. nadvornikiana*, *Usnea filpendula*) vor. Aus der Sicht der Artenzusammensetzung und des Deckungsgrades entsprechen diese Synusien völlig jener Flechtenvegetation, wie sie von Natur aus in dieser Region der Alpen zu erwarten ist. Auch die Thalluslängen von 7-10 cm bei *Bryoria*- und *Usnea*-Arten sind weitgehend als unbeeinflusste Normalausbildung zu betrachten. Einzig die Thallusspitzen weisen deutlich sichtbare Verbraunungen und unnatürliche Krümmungen auf, weshalb das Gebiet als Zone 2 (schwach belastet) eingestuft wurde.

Das weitere Umfeld der Dauerbeobachtungsfläche ist bereits im Rahmen zweier Studien (Türk 1982, Wittmann & Türk 1988) immissionsökologisch mit Hilfe von Flechten untersucht worden. Daraus geht hervor, daß vor allem der Talabschnitt zwischen Bad Gastein und Bockstein stark belastet ist. Hangaufwärts nehmen die Schäden an Flechten rasch ab und sind in der Df 2 nur mehr in geringem Ausmaß feststellbar.

Die dominante Flechtengesellschaft in der Df 3 ist ein Usneetum filipendulae, eine Assoziation, die für montane Bergwälder in Reinluftgebieten charakteristisch ist. Sie ist vor allem in höheren Stammabschnitten reich und in Optimalausbildung vertreten. Lokal gesellen sich zu dieser Synusie Elemente des Evernetium divaricatae. Der Deckungsgrad, der Artenreichtum (*Usnea filipendula*, *Bryoria fuscescens*, *B. nadvornikiana*, *B. capillaris*, *Evernia divaricata* und andere sehr empfindliche Lichenen), die festgestellten Thalluslängen (bis 15 cm) und das Fehlen jeglicher Schadbilder indizieren die Df 3 - aus Sicht der Flechten - als frei vom Eintrag sauer reagierender Luftschadstoffe.

Aufgrund der Bioindikation mittels Flechten ergibt sich eine Zunahme der Immissionskonzentration der sauer reagierenden Luftschadstoffe von Df 3 (unbelastet) über Df 2 (schwach belastet) zu Df 1 (mittel belastet). Dieses Ergebnis wird durch die bisher vorliegenden Luftgütemessungen und durch Schwefelanalysen in Fichtennadeln bestätigt (Amt der Salzburger Landesregierung 1975, 1982, 1983, Pollanschütz & Neumann 1987).

Diskussion

Beziehungen zwischen Boden, Pflanzen und Makromyceten

Auf Grund ihrer symbiotischen Lebensweise sind vor allem die ektotroph mykorrhizierten Arten für die ökologische Bewertung eines Standortes geeignet (vgl. Nespiak 1971). Dies gilt besonders für den pH-Wert des Bodens, der für die Streubewohner eine geringe und für die Holzbewohner überhaupt keine Rolle spielt (Haas 1971). Bei der Durchsicht der Artenliste fällt auf, daß die Df 1 aufgrund der höheren Kalziumsättigung im Boden durch besonders viele "Kalkzeiger" gekennzeichnet ist (*Inocybe bongardii*, *Lactarius scrobiculatus*, *Mycena aurantiomarginata*, *Russula queletii* und *Suillus tridentinus*) während in der Df 2 acidophile Taxa (*Cortinarius brunneus*, *Hygrophorus olivaceoalbus*, *Russula consobrina* und *R. puellaris*) dominieren (pH-Einstufung nach Arnolds 1982, Bohus 1984, Einhellinger 1985, Krieglsteiner 1984 u.a.). Wie fein manche Pilze auf bodenchemische Unterschiede reagieren, wird in der Df 3 deutlich, in der neben typischen Säurezeigern auch kalkholde Taxa vorkommen. Für dieses Phänomen, das bei den Gefäßpflanzen in gleicher Weise auftritt, sind eingestreute Kalklinsen verantwortlich, die in den tieferen Horizonten des Bodens durch einen höheren pH-Wert und einen höheren Karbonatanteil angezeigt werden (vgl. Tab. 2). Die Karbonatabhängigkeit der terricol-saprogenen Arten kommt darin zum Ausdruck, daß die Zahl der gemeinsamen Arten in den Df 1 und 3 höher ist als in den Df 1 und 2, d. h. zwischen der "basischen" und der "sauren" Untersuchungsfläche bestehen die größten Unterschiede.

Außer dem Säuregrad des Bodens, kommt auch dem Stickstoffgehalt erhöhte Bedeutung zu (Kuyper 1989, Kuyper & De Vries 1989). So fruchten in der Df 1 einige nitrophile Arten wie *Macrolepiota mastoidea*, *Melanophyllum echinatum* und *Volvariella murinella*, die in den anderen Df mit Ausnahme von *Paxillus involutus* fehlen. Dies entspricht dem Humusbefund, der sich im Zustand der Humusdisintegration durch eine erhöhte Stickstoffverfügbarkeit (engeres C:N Verhältnis) auszeichnet. Auch in der Zeigerwertanalyse der Gefäßpflanzen kommt der N-Reichtum der Df 1 deutlich zum Ausdruck (Abb.3).

Ein weiterer Grund für die Ausnahmestellung der Df 1 ist durch das zusätzliche Auftreten der Buche mit ihren entsprechenden Mykorrhizabegleitern gegeben. Auch die große Zahl von saprogenen Arten ist auf das wesentlich vielfältigere Substratangebot (Laubstreu der Buche) zurückzuführen (vgl. Engel & Friedrichsen 1971, 1974).

Auswirkungen des Baumalters auf die Mykozoenosen werden in den Df 2 und 3 deutlich. Die Tatsache, daß im jüngeren Fichtenbestand der Df 2 wesentlich mehr Fruchtkörper auftreten als im 30 bis 40 Jahre älteren Fichtenwald der Df 3 ist, in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Höfler (1955) und Ricek (1981), auf die Unterschiede im Bestandesalter zurückzuführen.

Nach Dörfelt (1981) ist die Zahl der gesellschafts- und bodenvagen Pilzarten wesentlich größer als die der sogenannten Kennarten. Dies gilt auch für die von uns untersuchten Waldgesellschaften, die auch hinsichtlich der Gefäßpflanzenvegetation keine echten Charakterarten besitzen. So ist bei anthropogen stark geprägten Forsten (Df 1) das Auftreten von Kennarten a priori auszuschließen und auch das Luzulo-Piceetum, der montane Fichtenwald (Df 2 und Df 3), ist nach Mayer (1969) "negativ charakterisiert", d. h. er ist durch das Fehlen echter Charakterarten gekennzeichnet.

Als Beispiel für einen gesellschaftsvagen Pilz sei *Chalciporus piperatus* erwähnt, dessen Hauptverbreitung in montanen sauren Fichtenwäldern liegt. Während wir diesen Pilz nur in der buchenfreien Df 2 vorfanden, geben Jahn et al. (1967) auch Vorkommen in Buchenwäldern an. Bäßler (1944) beobachtete sogar eine Vergesellschaftung mit *Castanea sativa*. Allerdings sind unseres Wissens nach symbiontische Beziehungen dieser Art zu Waldbäumen noch nicht eindeutig nachgewiesen. Andere Arten sind in verschiedenen Gesellschaften unterschiedlich produktiv! So erreicht *Lactarius rufus*, der als Masserpilz in Fichten- (Höfler 1955) wie in Kiefernbeständen (Kalamees & Silver 1988, Sammler 1988) angegeben wird, nur in der Df 2 eine hohe Produktivität. Einen großen Anteil (nach Bohus 1984 ca. 25% der gesamten Flora) haben jene Arten, die weder an bestimmte Symbiosepartner gebunden sind, noch besondere Substratansprüche stellen. Dies gilt z. B. für den in allen drei Df fruchtenden "Kahlen Krempling" (*Paxillus involutus*), der nach Kuyper (1989) eine nitrophile Art darstellt und sogar in der Dünenvegetation Südnorwegens (Høiland & Elven 1980) nachgewiesen wurde.

Die Ergebnisse unserer Df-Untersuchungen haben in Übereinstimmung mit Senn-Irlet (1987) gezeigt, daß einzelne Lebensräume mykologisch charakterisiert werden können und einige Standortparameter anhand der Pilzflora recht gut zu erfassen sind. Dennoch ist, wie bereits von Horak (1985) betont wurde, bei der Auswahl von "Pilz-Charakterarten" große Zurückhaltung angebracht. Zwar steht die Mykozoenose stets in engem Zusammenhang mit der Phytozoenose (vgl. Barkman 1976, Kalamees 1979), doch sind Vergleiche der Makromycetenflora mit jener in anderen Regionen in zweierlei Hinsicht problematisch: Einerseits sind syntaxonomisch gleich benannte Waldgesellschaften aus geographisch verschiedenen Gebieten selten "identisch", andererseits werden unterschiedliche mykozoenologische Aufnahmemethoden angewendet (vgl. Winterhoff 1984). Die Gegenüberstellung der beiden Luzulo-Piceeten in Df 2 und 3 mit ihren doch recht unterschiedlichen Artengarnituren, deutet auf diese Problematik hin. Noch kritischer werden die Verhältnisse, wenn einer mykozoenologischen Charakterisierung nur der Begriff "Fichtenwald" zugrunde gelegt wird.

Beim Vergleich der Artenlisten unserer Df mit methodisch ähnlich untersuchten Fichtenwäldern (Agerer & Kottke 1981, Bieri & Lussi 1989, Ricek 1981, Schmid-Heckel 1985, Senn-Irlet 1987, Smarda 1973), finden sich nur maximal 40% gleiche Arten. Das Verhältnis der ökologischen Hauptgruppen entspricht hingegen der für Fichtenwälder üblichen Relation (Agerer 1985, Engel & Friedrichsen 1974, Horak 1985). So weisen die "natürlichen" Fichtenstandorte (Df 2, 3) einen Anteil von über 60% ektotroph mykorrhizierten Taxa auf; das entspricht den Relationen bei Smarda (1973) und Meisel-Jahn (1955). Hingegen fruchten auf dem ehemaligen Buchenwaldstandort der Df 1 nur etwa 45% Mykorrhizapilze. Auch von Schmid-Heckel (1985) wurden auf vergleichbaren Standorten derartige Verhältnisse vorgefunden.

Auswirkungen der Witterung auf die Makromyceten

Die Artensukzession und vor allem die Produktivität der einzelnen Species wird in hohem Maße durch den Witterungsablauf geprägt (Agerer & Kottke 1981, Moser 1962 u. a). Nach einem Frühlingsaspekt, in dem ektotrophe Pilzarten weitgehend fehlen, nimmt im Laufe des Sommers ihre Anzahl mehr oder weniger rasch zu und erreicht im Herbst ihr Maximum. Anschließend erfolgt meist ein abrupter Rückgang. Dieser jahreszeitliche Verlauf ist in allen Untersuchungsflächen ähnlich. Das Jahr 1988 war mykologisch gesehen

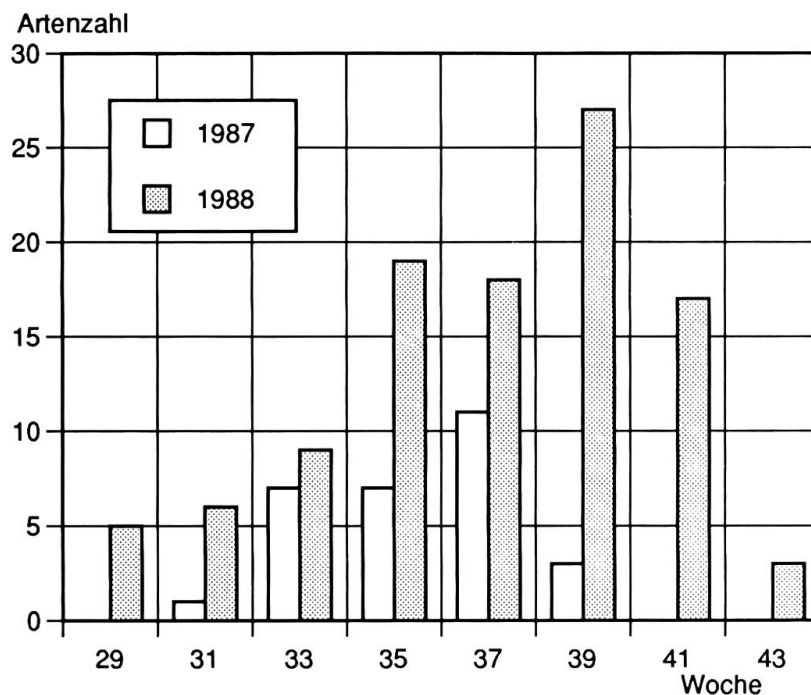


Abbildung 4: Vergleich der Produktivität der Mykorrhizapilze in der Dauerbeobachtungsfläche 1 in den Jahren 1987 und 1988.

Figure 4: Comparison of the productivity of mycorrhizal fungi in permanent plot number 1 in 1987 and 1988.

wesentlich produktiver als das Jahr 1987. So waren bei den ektotroph mykorrhizierten Arten im zweiten Untersuchungsjahr sowohl die Arten- als auch die Fruchtkörperzahlen deutlich höher. In der Df 1 konnte sogar ein Artenzuwachs von über 50% verzeichnet werden (siehe Abb. 4). Für die Zunahme der Mykorrhizapilzarten sind neben den höheren Voraussgangsniederschlägen vor allem die höheren Frühjahrstemperaturen im Jahre 1988 verantwortlich (vgl. Agerer 1985). Bei den saprotrophen Organismen ist die Fruchtkörperbildung positiv mit dem Niederschlagsaufkommen korreliert (vgl. Meyer 1986). Der Artenzahlverlauf ist in beiden Jahren durch mehrere Teilmaxima, die v. a. durch Niederschläge ausgelöst wurden, gekennzeichnet. Der rasche Artenrückgang fast aller Makromyceten im Spätherbst beruht meist auf tiefen Temperaturen (Nachtfröste), welche die Fruchtkörperproduktion unterbinden (Brunner & Horak 1988, Horak & Griesser 1987).

Auswirkungen von Immissionen auf die Makromyceten

Der Einfluß von Immissionsbelastungen wurde in mykosoziologischen Studien v. a. anhand des Artenreichtums und dem Verhältnis der ökologischen Hauptgruppen bewertet (Arnolds 1988, Derbsch & Schmidt 1987, Dörfelt & Braun 1980, Schlechte 1986). Höher belastete Flächen wiesen stets weniger Arten und ein geringeres Verhältnis von Mykorrhizapilzen zu saprotrophen Arten auf. Bemerkenswerterweise ist in unseren Untersuchungen einerseits jene Df, für die der Flechtenzustand, die Luftmessdaten und die Schwermetallgehalte im Boden die höchste Immissionsbelastung indizieren (Df 1), die artenreichste. Andererseits entspricht das Verhältnis der Mykorrhizapilze zu den saprotrophen Arten in den drei Df dem Grad der Immissionsbelastung: Die mittelbelastete Df I weist 46%, die schwach belastete Df 2 61% und die unbelastete Df 3 64% ektotroph mykorrhizierte Arten auf. Während der Unterschied der beiden Untersuchungsflächen im natürlichen Fichtenareal (Df 2 und 3) gering ist und im normalen Schwankungsbereich der Pilzflora dieser Waldökosysteme liegt, könnte das deutlich niedrigere Verhältnis in der Df 1 auf Immissionsbelastungen hindeuten. Allerdings zeigen die Untersuchungen von Schmid-Heckel (1985) im weniger belasteten Nationalpark Berchtesgaden in Fichtenforsten auf ehemaligen Buchenstandorten vergleichbar niedrige Verhältnisse zwischen Mykorrhizapilzen und saprotrophen Arten, wie in der Df 1. Die abweichenden ökologischen Parameter (Bodendaten, Gefäßpflanzenvegetation bzw. Baumartenzusammensetzung und klimatische Verhältnisse) zwischen den Df in den Hohen Tauern (Df 2 und Df 3) und der Df 1 legen nahe, daß der niedrige Anteil an Mykorrhizapilzen zumindest nur zum Teil durch den Eintrag von Luftschadstoffen bedingt ist. Eine Abschätzung der Größenordnung dieses Einflusses erscheint derzeit nicht möglich.

Dank

Für freundlich gewährte Hilfe beim Bestimmen schwieriger Arten gilt unser Dank den Herren Dkfm. A. Hausknecht (Wien), Dr. E. Herches (Wien), Dr. T. W. Kuyper (Wijster), Prof. Dr. M. Moser, Dr. R. Pöder (beide Innsbruck) und M. Van Vuure (Lochem). Außerdem danken wir dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Projekt 6253 B) für die finanzielle Unterstützung.

Literatur

- Agerer, R., 1985: Zur Ökologie der Mykorrhizapilze. *Bibliotheca Mycologica* 97: 1-159.
- Agerer, R., & I. Kottke, 1981: Sozio-ökologische Studien an Pilzen von Fichten- und Eichen-Hainbuchen-Buchen-Wäldern im Naturpark Schönbuch. *Z. Mykol.* 47/1:103-122.
- Amt der Salzburger Landesregierung, 1975: Die Belastung der Luft durch SO₂ und Staub im Land Salzburg. - Luft - Ergebnisse der Luftgüteuntersuchung 1973/74: 1-132.
- , 1982: Luftgüteuntersuchungen mit Bioindikatoren im Land Salzburg, Ergebnisse der Untersuchungen 1975-1981. - Schriftenreihe Luftgüteuntersuchungen 1982: 1-141.
- , 1983: Jahresbericht über die Messungen der Luftschadstoffe im Land Salzburg, Ergebnisse der Luftgüteuntersuchungen 10. 1981 bis 9. 1982. Schriftenreihe Luftgüteuntersuchung, 1983:1-138.
- Arnolds, E., 1981: Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. Vol. 1. *Bibliotheca Mycologica* 83: 1-407.
- , 1982: Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. Vol. 2 & 3. *Bibliotheca Mycologica* 90: 1-501.
- , 1988: The changing of Macromycete Flora in the Netherlands. *Trans. Br. mycol. Soc.* 90: 391-406.
- Bäßler, K., 1944: Untersuchungen über die Pilzflora der Pfälzer Kastanienvälder. *Mitt. Pollichia N. F.* 13: 3-86.
- Barkman, J. J., 1976: Algemene inleiding tot de oecologie en sociologie van macrofungi. *Coolia* 19: 57-66.
- Bieri, Ch. & S. Lussi, 1989: Synökologie der Mykorrhizapilze in wichtigen Waldgesellschaften des Berner Mittellandes. Diplomarbeit Univ. Bern, 1-233.
- Blum, W. E. H., O. H. Danneberg, G. Glatzel, H. Grall, W. Kilian, F. Mutsch & D. Stohr, 1986: Waldbodenuntersuchung. *Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges.* 31:1-59.

- Bohus, G., 1984: Studies on the pH requirement of soil-inhabiting mushrooms: the R-spectra of mushroom assemblages in deciduous forest communities. *Acta Botanica Hungarica* 30: 155-171.
- Brunner, I. , 1987: Pilzökologische Untersuchungen in Wiesen und Brachland der Nordschweiz (Schaffhauser Jura). Veröff. ETH Stiftung Rübel Zürich, 92:1-214.
- Brunner, I. & E. Horak , 1988: Zur Ökologie und Dynamik praticoler Agaricales in Mesobrometen der Nordschweiz. *Mycol. Helvetica* 3: 1-26.
- Derbsch, H. & J. A. Schmitt , 1987: Atlas der Pilze des Saarlandes. Teil 2: Nachweise, Ökologie, Vorkommen und Beschreibungen. Aus Natur und Landschaft im Saarland. Sonderband 3.
- Darimont, F. , 1973: Recherches mycologiques dans les forets de Haute Belgique. Essay sur les fondements de la sociologie des champignons supérieurs. *Inst. R. Sci. Nat. Belg. Mem.* 170:1-220.
- Dörfelt, H , 1981: Charakteristische Pilze verbreiteter Pflanzengesellschaften. In Michael, E., B. Hennig & H. Kreisel: *Handbuch für Pilzfreunde Band IV*. 2. Auflage Gustav Fischer, Jena, 77-88.
- Ehrendorfer, F. , 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. G. Fischer, Stuttgart, 1-310.
- Einhellinger, A. , 1985: Die Gattung *Russula* in Bayern. *Hoppea Denkschr. Regensb. Bot. Ges.* 43:1-286.
- Ellenberg, H. , 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas, 2. Aufl. - *Scripta Geobot.* 9:1-122.
- Engel, H. & I. Friedrichsen , 1971: Der Aspekt der Grosspilze um Mitte September im Nadelwaldgürtel der nördlichen Kalkalpen in Tirol I. Die Artenzahlen und ihre Veränderungen. *Z. Pilzk.* 37: 61-73.
- , 1974: Der Aspekt der Großpilze um Mitte September im Nadelwaldgürtel der nördlichen Kalkalpen in Tirol II: Die Artenliste. *Z. Pilzk.* 40: 25-68.
- Haas, H. , 1971: Makromycetenflora und Kernfäulebefall älterer Fichtenbestände auf der Schwäbischen Alb. *Mitt.Ver. Forstl. Standortskde. und Forstpflanzenzüchtung* 20: 49-59.
- Höfler, K. , 1955: Zur Pilzvegetation aufgeforsteter Fichtenwälder. *Sydowia* 9: 246-255.
- Høiland, K. & R. Elven , 1980: Classification of fungal synedria on coastal sand dunes at Lista, south Norway, by divisive information analysis. *Norw. J. Bot.* 27: 23-29.
- Horak, E. , 1985: Die Pilzflora (Macromyceten) und ihre Ökologie in fünf Pflanzengesellschaften der montan-subalpinen Stufe des Unterengadins (Schweiz). *Ergeb. wissenschaftl. Unters. Schweiz. Nationalpark* 12 C: 337-476.

- und E. Griesser , 1987: Über zwei neue Arten von *Psathyrella* aus Grauerlenwäldern Graubündens (Schweiz). Beitr. Kennt. Pilze Mitteleuropas 3: 265-274.
- Husz, G. , 1986: Lebensraum Vorarlberg. Band 2 Bodenzustandserhebung Vorarlberg 1986. Amt der Vorarlberger Landesregierung. 1-112.
- Jahn, H., A. Nespiak & R. Tüxen , 1967: Pilzsoziologische Untersuchungen in Buchenwäldern des Wesergebirges. Mitt. Flor.- soz. Arbeitsgem. N. F. 11/12:159-197.
- Kalamees, K. , 1979: The role of fungal groupings in the structure of ecosystems. *Biologia* 28: 206-213.
- & S. Silver , 1988: Fungal productivity of pine heaths in North-West Estonia. *Acta Bot. Fennica* 136: 95-98.
- Krieglsteiner, G. J. , 1984: Verbreitung und Ökologie 250 ausgewählter Blätterpilze in der BR Deutschland. *Beih. Z. Mykol.* 5:1-302.
- Kuyper, T. W. , 1989: Auswirkungen der Walddüngung auf die Mycoflora. *Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropas* 5: 5-20.
- W. L. De Vries , 1989: Effects of fertilisation on the Mycoflora of a pine forest. In R. A. A. Oldenman, P. Schmidt, E. J. M. Arnolds & F. Staudt (Eds.), *Forest Ecosystems and their Components*, Wageningen (in press).
- Mayer, H., 1969: Die Rolle der Charakterarten bei der Beurteilung fichtenreicher Wälder der Alpen. - *Vegetatio* 19: 220-239.
- , 1974: Wälder des Ostalpenraumes. - Verl. G. Fischer, Stuttgart, 1-344.
- Meisel-Jahn, S. & W. Pirk, 1955: Über das soziologische Verhalten von Pilzen in Fichten-Forstgesellschaften. *Mitt. Flor.- soz. Arbeitsgem. N. F.* 5: 59-63.
- Meyer, F. H., 1986: Pilze im Hainsimsenbuchenwald. In Ellenberg, H., R. Mayer und R. Schauer mann (Hgb.) , 1986: *Ökosystemforschung*. Eugen Ulmer Stuttgart, 304-308.
- Moser, M. , 1962: Die Rolle des Wassers im Leben der höheren Pilze. *Schweiz. Z. Pilzk.* 40(9):129-141.
- , 1983: Die Röhrlinge und Blätterpilze in Gams H.: *Kleine Kryptogamenflora* Iib/2. 5.Auflage, G. Fischer-Verlag.
- Nespiak, A. , 1971: Die Pilze im Piceetum hercynicum in Karkonosze. *Acta Mycologica* 7: 87-98.
- Pollanschütz, J. & M. Neumann, 1987: Waldzustandsinventur 1987 - Erhebung Sommer 1987. - *Forstl. Bundesversuchsanst. Wien*, 1-40. & Tab.
- Ricek, E. W. , 1981: Die Pilzgesellschaften heranwachsender Fichtenbestände auf ehemaligen Wiesenflächen. *Z. Mykol.* 47, 1:123-148.
- Rücker, T. & T. Peer , 1988: Pilzsoziologische Untersuchungen am Stubnerkogel (Gasteiner Tal, Salzburg, Österreich) unter Berücksichtigung der Schwermetallsituation. *Nova Hedw.* 47, 1- 2:1-38.

- Sammler, P. , 1988: Die Pilzflora sandiger Kiefernforste in der Beelitzer und Fresdorfer Heide. *Gleditschia* 16(2): 223-240.
- Schlechte, G. , 1986: Zur Mykorrhizapilzflora in geschädigten Forstbeständen. *Z. Mykol.* 52, 1: 225-232.
- Schmid-Heckel, H. , 1985: Zur Kenntnis der Pilze in den Nördlichen Kalkalpen. *Forschber. Nationalpark Berchtesgaden* 8:1-201.
- Senn-Irlet, B., 1986: Ökologie, Soziologie und Taxonomie alpiner Makromyceten (Agaricales, Basidiomycetes) der Schweizer Zentralalpen. Diss. Univ. Bern. 1-252.
- , 1987: Macromycetes as an element of forest structure in the region of Bern (Switzerland). In Pacioni, G. (Ed.) *Studies on Fungal communities*. L'Aquila. 195-219.
- Smarda F. , 1973: Die Pilzgesellschaften einiger Fichtenwälder Mährens. *Acta Sci. Nat. Acad. Sci. Bohemoslovaca*e Brno, 7: 1- 44.
- Steubing, L. , 1965: Pflanzenökologisches Praktikum. Paul Parey, Hamburg, Berlin.
- Strobl, W. , 1989: Die Waldgesellschaften des Salzburger Untersberggebietes zwischen Königsseeache und Saalach. - *Stapfia* 21:1-144, 7 Tab.
- Türk, R , 1982: Flechtenkartierung im Raum Bad Gastein - Bockstein. In: Amt der Salzburger Landesregierung , 1982: 26-29.
- Winterhoff, W. , 1984: Analysis of fungi in plant communities especially of macromycetes. In Knapp, R. (Ed.) *Sampling Methods and Taxon Analysis in Vegetation Science*. Junk, The Hague, 227-248.
- Wirth, V. , 1987: Die Flechten Baden-Württembergs. - Verl. E. Ulmer, Stuttgart, 1-552.
- Wittmann, H. & Türk, R, 1988: Immissionsbedingte Flechtenzonen im Bundesland Salzburg (Österreich) und ihre Beziehungen zum Problemkreis "Waldsterben". - *Berichte der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege Laufen / Salzach* 12: 247-258.

Tabelle 1: Verteilung der beobachteten Arten unter Berücksichtigung der maximalen Abundanz in beiden Untersuchungsjahren. # = Ektomykorrhizapilz, P = Parasitischer Pilz, L = Lichernisierter Pilz

Table 1: Distribution of the observed species, and maximum abundances during the two years of observation. # = ectomycorrhizal fungus, P = parasitic fungus, L = lichenized fungus.

	Dauerfläche				Dauerfläche		
	1	2	3		1	2	3
in DF 1, DF 2 und DF3:				nur in DF 2 und DF 3:			
<i>Amanita rubescens</i> #	1	1	2	<i>Amanita porphyria</i> #	-	1	2
<i>Armillaria mellea</i> P	1	3	4	<i>Amanita umbrinolutea</i> #	-	2	+
<i>Boletus edulis</i> #	+	+	+	<i>Cortinarius brunneus</i> #	-	2	2
<i>Collybia butyracea</i> var. <i>asema</i>	2	2	4	<i>Cortinarius gentilis</i> #	-	2	+
<i>Cortinarius obtusus</i> #	3	3	1	<i>Cortinarius rigidus</i> #	-	2	3
<i>Cortinarius palaeaceus</i> #	2	2	3	<i>Dermocybe sanguinea</i> #	-	4	2
<i>Cystoderma amiantinum</i>	2	2	3	<i>Entoloma lanuginosipes</i>	-	1	2
<i>Cystoderma carcharias</i>	2	1	2	<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i> #	-	4	3
<i>Entoloma cetratum</i>	1	3	2	<i>Hygrophorus capnoides</i>	-	5	2
<i>Entoloma conferendum</i>	2	2	+	<i>Hypholoma polytrichi</i>	-	1	+
<i>Galerina calyptata</i>	2	3	2	<i>Inocybe napipes</i> #	-	1	1
<i>Inocybe boltonii</i> #	1	1	1	<i>Lactarius lignyotus</i> #	-	+	1
<i>Laccaria amethystea</i> #	2	2	3	<i>Lactarius necator</i> #	-	4	3
<i>Laccaria laccata</i> #	1	1	3	<i>Lactarius theiogalus</i> #	-	1	3
<i>Lactarius picinus</i> #	2	+	2	<i>Lactarius trivialis</i> #	-	1	1
<i>Lactarius rufus</i> #	+	5	+	<i>Paxillus involutus</i> #	-	3	1
<i>Marasmius androsaceus</i>	5	5	5	<i>Russula atrorubens</i> #	-	2	+
<i>Mycena galopus</i>	3	5	4	<i>Russula consobrina</i> #	-	1	3
<i>Mycena rorida</i>	3	4	2	<i>Russula decolorans</i> #	-	2	1
<i>Mycena rubromarginata</i>	3	3	2	<i>Russ. emetica</i> var. <i>silvestris</i> #	-	3	3
<i>Mycena sanguinolenta</i>	4	5	5	<i>Russula mustelina</i> #	-	3	2
<i>Mycena viridimarginata</i>	1	2	1	<i>Russula ochroleuca</i> #	-	5	2
<i>Russula nauseosa</i> #	+	2	1	<i>Russula puellaris</i> #	-	2	2
<i>Xerocomus badius</i> #	1	3	2	<i>Russula vesca</i> #	-	2	2
nur in DF 1 und DF 2:				<i>Russula vinosa</i> #	-	2	1
<i>Amanita muscaria</i> #	+	+	-	<i>Russula xerampelina</i> agg. #	-	2	+
<i>Cortinarius anomalus</i> #	3	3	-	<i>Tricholoma inamoenum</i> #	-	1	1
<i>Dermocybe crocea</i> #	+	3	-	<i>Xerocomus subtomentosus</i> #	-	2	1
<i>Marasmius scorodoni</i>	3	3	-	nur in DF 1:			
<i>Mycena galericulata</i>	1	2	-	<i>Clitocybe candicans</i>	2	-	-
<i>Mycena leptcephala</i>	2	1	-	<i>Clitocybe diosma</i>	2	-	-
<i>Suillus grevillei</i> #	1	2	-	<i>Clitocybe</i> sp.	+	-	-
<i>Tricholoma vaccinum</i> #	+	1	-	<i>Clitopilus hobsonii</i>	2	-	-
<i>Xeromphalina campanella</i>	4	3	-	<i>Conocybe mesospora</i>	1	-	-
nur in DF 1 und DF 3:				<i>Coprinus</i> sp.	+	-	-
<i>Inocybe acuta</i> #	1	-	2	<i>Cortinarius infractus</i> #	2	-	-
<i>Inocybe cincinnata</i> #	1	-	2	<i>Cortinarius lividoviolaceus</i> #	2	-	-
<i>Inocybe geophylla</i> #	2	-	2	<i>Cortinarius nanciensis</i> #	1	-	-
<i>Marasmius bulliardii</i>	5	-	5	<i>Cortinarius venetus</i> #	+	-	-
<i>Mycena aurantiomarginata</i>	1	-	2	<i>Cortinarius</i> (Tel.) sp. #	1	-	-
<i>Mycena pura</i>	2	-	2	<i>Cortinarius</i> (Tel.) 413-88 #	2	-	-
<i>Mycena stylobates</i>	3	-	3	<i>Cystolepiota seminuda</i>	3	-	-
<i>Mycena vulgaris</i>	3	-	3	<i>Entoloma rhodopolium</i> (nid.)	3	-	-
<i>Mycena zephrus</i>	4	-	4	<i>Entoloma venosum</i>	4	-	-
<i>Russula cyanoxantha</i> #	1	-	4	<i>Entoloma</i> (Nolanea) sp.	+	-	-
<i>Russula nigricans</i> #	+	-	2	<i>Galerina</i> cf. <i>unicolor</i>	2	-	-
<i>Russula queletii</i> #	1	-	+	<i>Galerina</i> sp.	1	-	-
				<i>Hebeloma</i> sp. #	+	-	-

Fortsetzung Tabelle 1
Table 1 continued

<i>Hemimycena gracilis</i>	2	-	-	<i>Cortinarius</i> (Tel.) sp.409-88 #	-	2	-
<i>Hygrophorus lucorum</i> #	1	-	-	<i>Crepidotus cesatii</i>	-	1	-
<i>Hygrophorus</i> cf. <i>leucophaeus</i> #	1	-	-	<i>Dermocybe malicoria</i> #	-	1	-
<i>Inocybe bongardii</i> #	1	-	-	<i>Dermocybe semisanguinea</i> #	-	2	-
<i>Inocybe phaeocomis</i> #	1	-	-	<i>Galerina ampullaceocystis</i>	-	1	-
<i>Inocybe fuscidula</i> #	1	-	-	<i>Galerina sideroides</i>	-	1	-
<i>Inocybe fibrosa</i> #	1	-	-	<i>Galerina</i> sp.	-	1	-
<i>Inocybe mixtilis</i> #	2	-	-	<i>Gymnopilus sapineus</i>	-	3	-
<i>Inocybe nitidiuscula</i> #	3	-	-	<i>Hebeloma stenocystis</i> #	-	3	-
<i>Inocybe umbrina</i> #	1	-	-	<i>Hebeloma</i> sp. #	-	+	-
<i>Inocybe</i> sp. 248-88 #	2	-	-	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	-	3	-
<i>Inocybe</i> sp. 252-87 #	1	-	-	<i>Hygrophorus pustulatus</i> #	-	2	-
<i>Lactarius badiusanguineus</i> #	1	-	-	<i>Micromphale perforans</i>	-	4	-
<i>Lactarius deterrimus</i> #	2	-	-	<i>Mycena amicta</i>	-	1	-
<i>Lactarius pallidus</i> #	2	-	-	<i>Mycena metata</i>	-	1	-
<i>Lactarius piperatus</i> #	2	-	-	<i>Mycena</i> sp. 307-88	-	2	-
<i>Lactarius porninensis</i> #	2	-	-	<i>Mycena</i> sp. 269-88	-	1	-
<i>Lactarius scrobiculatus</i> #	3	-	-	<i>Omphalina ericetorum</i> L.	-	+	-
<i>Lepiota fulvella</i>	+	-	-	<i>Paxillus panuoides</i>	-	1	-
<i>Lepiota perplexa</i>	+	-	-	<i>Pluteus plautus</i>	-	+	-
<i>Macrolepiota mastoidea</i>	+	-	-	<i>Russula aeruginea</i> #	-	2	-
<i>Marasmius cohaerens</i>	1	-	-	<i>Russula helodes</i> #	-	2	-
<i>Melanophyllum echinatum</i>	+	-	-	<i>Tricholomopsis rutilans</i>	-	1	-
<i>Mycena alphetophthora</i>	2	-	-	<i>Tricholoma portentosum</i> #	-	+	-
<i>Mycena cinerella</i>	3	-	-	<i>Tricholoma viridilutescens</i> #	-	2	-
<i>Mycena epipterygia</i>	3	-	-				
<i>Mycena flavoalba</i>	2	-	-	nur in DF 3:			
<i>Mycena</i> cf. <i>hiemalis</i>	1	-	-	<i>Amanita crocea</i> #	-	-	+
<i>Mycena pseudocorticola</i>	3	-	-	<i>Amanita virosa</i> #	-	-	1
<i>Mycena vulgaris</i>	2	-	-	<i>Clitocybe fragrans</i>	-	-	1
<i>Mycena</i> sp. 484-87	2	-	-	<i>Cortinarius acutovelatus</i> #	-	-	3
<i>Mycena</i> sp.	1	-	-	<i>Cortinarius</i> (Tel.) sp. #	-	-	1
<i>Mycena</i> sp.	+	-	-	<i>Entoloma byssisedum</i>	-	-	2
<i>Pluteus tricuspidatus</i>	+	-	-	<i>Entoloma rhodocylix</i>	-	-	1
<i>Rickenella fibula</i>	4	-	-	<i>Galerina marginata</i>	-	-	3
<i>Russula aurata</i> #	+	-	-	<i>Galerina</i> sp.	-	-	1
<i>Russula densifolia</i> #	3	-	-	<i>Hypholoma radicosum</i>	-	-	3
<i>Russula romellii</i> #	1	-	-	<i>Inocybe casimiri</i> #	-	-	2
<i>Suillus laricinus</i> #	2	-	-	<i>Inocybe lanuginosa</i> #	-	-	2
<i>Suillus tridentinus</i> #	+	-	-	<i>Inocybe rimosa</i> #	-	-	1
<i>Volvariella murinella</i>	1	-	-	<i>Inocybe striata</i> #	-	-	2
				<i>Lactarius mitissimus</i> #	-	-	3
nur in DF 2:				<i>Lactarius uvidus</i> #	-	-	1
<i>Chalciporus piperatus</i> #		2	-	<i>Lepiota ventriosospora</i>	-	-	+
<i>Clitocybe vibecina</i>	-	3	-	<i>Mycena rosella</i>	-	-	2
<i>Collybia cookei</i>	-	4	-	<i>Mycena viscosa</i>	-	-	1
<i>Collybia maculata</i>	-	2	-	<i>Mycena</i> sp.	-	-	+
<i>Collybia ocior</i>	-	3	-	<i>Mycena</i> sp.	-	-	1
<i>Cortinarius allutus</i> #	-	1	-	<i>Porphyrellus porphyrosporus</i> #	-	-	1
<i>Cortinarius</i> cf. <i>armeniacus</i> #	-	2	-	<i>Rozites caperata</i> #	-	-	3
<i>Cortinarius</i> cf. <i>flexipes</i> #	-	2	-	<i>Russula albomigra</i> #	-	-	+
<i>Cortinarius fulvescens</i> #	-	2	-	<i>Russula integra</i> #	-	-	2
<i>Cortinarius varicolor</i> #	-	1	-	<i>Russula laurocerasi</i> #	-	-	2
<i>Cortinarius</i> (Tel.) sp. #	-	1	-	<i>Stropharia caerulea</i>	-	-	+

Tabelle 2: Analysenwerte der Böden der Dauerflächen. (n.b. = nicht bestimmt)**Table 2: Analytical data for the soils in the three permanent observation plots. (n.b. = not measured)**

		pH (CaCl ₂)	CaCO ₃ %	P20s mg/100g	K20 mg/100g	N %	C %	C:N	Dichte, g/cm ³	
DF 1										
	O I	4.6	0.0	2.5	4.2	0.33	10.9	33.0	0.71	
	O II	4.5	0.0	5.0	8.3	0.52	23.0	44.2	0.51	
	OIII	4.7	0.1	3.5	8.2	0.43	19.4	45.1	0.61	
Profil										
	0-10 cm	4.9	0.1	2.5	H.2	0.55	22.6	41.1	0.55	
	10-30 cm	4.3	0.0	2.0	8.2	0.29	16.5	56.9	0.69	
	30-60 cm	6.6	2.1	1.7	4.3	0.08	5.4	67.5	1.00	
	60-80 cm	6.8	7.2	0.5	1.2	0.07	5.0	71.4	1.10	
DF 2										
	O I	3.2	0.0	23.0	82.6	1.62	80.9	49.9	0.18	
	O II	2.9	0.0	22.5	35.4	1.59	88.7	55.8	0.15	
	OIII	3.0	0.0	29.0	34.4	1.42	71.8	50.6	0.22	
Profil										
	0-10 cm	2.8	0.0	16.5	41.4	1.23	54.8	44.5	0.37	
	10-20 cm	2.9	0.0	6.0	13.0	0.68	27.2	40.0	0.66	
	20-50 cm	3.7	0.0	2.0	3.0	0.16	7.4	46.2	0.98	
	50-80 cm	4.6	0.0	1.	0.2	0.06	4.5	75.0	1.10	
DF 3										
	O I	3.2	0.0	23.5	36.9	1.33	72.6	54.6	0.23	
	O II	3.1	0.0	19.	66.7	1.34	90.1	67.2	0.10	
	OIII	3.0	0.0	15.5	37.1	1.35	85.4	63.2	0.22	
Profil										
	0-5 cm	3.6	0.0	9.5	30.6	0.88	37.8	42.9	0.48	
	5-15 cm	3.6	0.0	1.0	2.5	0.16	9.3	35.8	0.82	
	15-40 cm	4.5	0.0	0.5	4.7	0.09	7.1	78.9	1.05	
	40-70 cm	6.0	0.2	0.1	3.7	0.07	4.0	57.1	1.15	
		K	Ca	Mg	S-Wert	Al	Fe	Mn	Pb	Cd
		----- mval/100g -----			----- mg/kg TM -----			g/kg TM		
		B-Auszug			EDTA					
DF 1										
	O I	0.1	25.0	2.9	28.0	45.8	1169	310.0	66.7	0.78
	O II	0.2	13.5	3.7	17.4	57.0	1348	230.0	76.5	0.60
	OIII	0.2	26.0	2.7	28.9	49.2	1263	430.0	83.0	1.02
Profil										
	0-10 cm	0.2	20.0	6.9	27.1	46.2	1147	910.0	69.7	2.25
	10-30 cm	0.1	2.4	3.1	5.6	165.0	976	340.5	77.0	1.25
	30-60 cm	0.0	42.5	3.5	46.0	152.5	144	250.0	20.0	0.50
	60-80 cm	0.0	40.8	3.2	44.0	25.0	160	220.5	23.7	0.18
DF 2										
	O I	1.2	9.1	2.6	12.9	71.3	1770	250.0	63.7	0.31
	O II	0.8	12.5	3.6	16.9	n.b.	n.b.	n.b.	55.0	0.23
	OIII	0.9	10.2	3.3	14.4	65.7	1842	95.5	69.2	0.35
Profil										
	0-10 cm	0.9	8.5	2.8	12.2	77.6	2014	98.0	69.0	0.41
	10 20 cm	0.3	2.5	0.4	3.2	183.0	1185	3.0	67.2	0.12
	20-50 cm	0.1	0.7	0.1	0.9	203.5	2761	40.0	130.2	0.07
	50-80 cm	0.0	1.2	0.0	1.2	135.3	1195	20.5	27.7	0.19
DF 3										
	O I	0.9	16.0	3.0	19.9	41.3	958	96.0	53.0	0.25
	O II	1.3	12.5	2.3	16.1	n.b.	n.b.	n.b.	49.2	0.23
	OIII	0.8	12.5	2.1	15.4	53.5	617	20.0	81.2	0.57
Profil										
	0-5 cm	0.6	15.9	1.6	18.1	44.9	1348	465.0	45.2	0.20
	5-15 cm	0.1	0.8	0.2	1.1	167.9	922	21.5	46.2	0.30
	15-40 cm	0.0	0.9	0.1	1.0	190.6	1884	210.0	27.5	0.23
	40-70 cm	0.0	6.7	0.5	7.2	8.6	1122	385.0	23.7	0.15

