



FBVA-BERICHT E Nr. 98/1997

Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien
Waldforschungszentrum

Mykosoziologische Studie über die Mykorrhizapilze der Zirbe

Artenspektrum und Sukzession in der hoch-
subalpinen Stufe der Tiroler Zentralalpen

Mycosociological study on mycorrhizal fungi of stone pine

*Species diversity and succession in the
high-subalpine zone of the Tyrolean Alps*

G. KELLER

FDK 181.351:174.7:(436)



Das Lebensministerium

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft

Empfohlene Zitierung:

Mykosoziologische Studie über die Mykorrhizapilze der Zirbe - Artenspektrum und Sukzession in der hochsubalpinen Stufe der Tiroler Zentralalpen / G. Keller. FBVA-Berichte; Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, 1997, Nr. 98, 74 S.

ISSN 1013-0713

Copyright 1997 by
Forstliche Bundesversuchsanstalt

Für den Inhalt verantwortlich :
Direktor HR Dipl. Ing. Friedrich Ruhm

Herstellung und Druck :
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Waldforschungszentrum
Seckendorff-Gudent Weg 8
A-1131 Wien

Anschrift für Tauschverkehr :
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Bibliothek
Seckendorff-Gudent Weg 8
A-1131 Wien

Tel. + 43-1-878 38 216
Fax. + 43-1-877 59 07

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	7
Abstract	7
1. Einleitung	7
1.1. Stand der Forschung über die Höheren Pilze in der subalpinen Stufe	7
1.2. Konzeption der Studie	8
1.3. Zielsetzung	9
2. Methodik	10
2.1. Beschreibung der Versuchsflächen	10
2.1.1. Geographische Lage, Wuchsgebiet und Topographie	10
2.1.2. Geologie und Böden	11
2.1.3. Waldtypen und Bestandesbeschreibungen	12
2.2. Klima und Witterungsverlauf	12
2.3. Methoden	12
2.3.1. Erhebungsmethoden	12
2.3.1.1. Versuchsanlage	12
2.3.1.2. Vegetation der mykosoziologisch bewerteten Flächen	13
2.3.1.3. Alterskategorien der Probestämme	13
2.3.1.4. Mykosoziologische Methoden	14
2.3.1.5. Typisierung der Kleinststandorte	14
2.3.1.6. Termine der mykosoziologischen Aufnahmen	15
2.3.2. Auswertungsmethoden	15
2.3.2.1. Begriffsbestimmungen	15
2.3.2.2. Identifizierung und Beschreibung der Pilzarten	16
2.3.2.3. Auswertung der erhobenen Daten	16
3. Ergebnisse	18
3.1. Böden	18
3.2. Bestandesbeschreibungen	18
3.2.1. Versuchsfläche Obere Issl	19
3.2.2. Versuchsfläche Wiesberg	19
3.2.3. Versuchsfläche Poschach-Kampfbzone	20
3.2.4. Versuchsfläche Poschach-Hochwald	20
3.2.5. Versuchsfläche Die Niggel	20
3.3. Vegetation in den mykosoziologisch bewerteten Flächen	21
3.4. Bodenfeuchte, Acidität und organische Substanz in den mykosoziologisch bewerteten Flächen	21
3.5. Liste der Ektomykorrhizapilze	22
3.6. Mykofloristischer Vergleich der Versuchsflächen	23
3.7. Abundanz	24
3.8. Produktivität	27
3.9. Abundanz und Produktivität nach Versuchsflächen	28
3.10. Stetigkeit der Fruktifikation	31
3.11. Phänologie der Fruktifikation	32
3.12. Fruktifikation und Kleinststandort	35
3.13. Fruktifikation im Stammbereich	36
3.14. Fruktifikation und Baumalter	36
3.15. Fruktifikation und Witterungsverlauf	40
3.16. Systematischer Teil - Beschreibung der Zirbenbegleiter mit Anmerkungen zur Taxonomie und Ökologie	41
4. Diskussion	50
4.1. Dominanz	50
4.2. Artenzusammensetzung, symbiontische Zuordnung, spatialer Aspekt der Fruktifikation	51
4.3. Potentielle Artenzahl	53
4.4. Stetigkeit und Phänologie	53
4.5. Fruktifikation und Witterungsverlauf	55
4.6. Fruktifikation und Kleinststandort	56
4.7. Fruktifikation und Baumalter	57
4.8. Spezifisches Sukzessionsverhalten häufiger Zirbenpilze	59
4.9. Weitere Aussagen zur Sukzession der Zirbenpilze	60
5.1. Zusammenfassung	62
5.2. Summary	62
6. Literatur	63
7. Anhang	66

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.	Geographische Lage der Versuchsflächen	11
Abbildung 2.	Schematische Darstellung der mykosoziologisch bewerteten Flächen	13
Abbildung 3.	Anzahl und jahreszeitliche Verteilung der 75 mykosoziologischen Aufnahmen auf Monatshälften (alle Versuchsflächen, 1991-94)	15
Abbildung 4.	Verteilung der Probestämme nach Altersklassen in den Versuchsflächen	19
Abbildung 5.	Verteilung der Funde (in %) nach Familien für alle Versuchsflächen im Beobachtungszeitraum 1991-94	24
Abbildung 6.	Abundanz (Fundanteile in %) nach Gattungen bzw. Untergattungen in den fünf Versuchsflächen	26
Abbildung 7.	Bereich der jährlichen und durchschnittlichen Abundanz pro Subplot im Beobachtungszeitraum 1991-94	26
Abbildung 8.	Bereich der jährlichen und durchschnittlichen Abundanz pro 100 m ² bewerteter Fläche im Beobachtungszeitraum 1991-94	27
Abbildung 9.	Bereich der jährlichen und durchschnittlichen Produktivität pro Subplot im Beobachtungszeitraum 1991-94	27
Abbildung 10.	Bereich der jährlichen und durchschnittlichen Produktivität pro 100 m ² bewerteter Fläche im Beobachtungszeitraum 1991-94	28
Abbildung 11.	Durchschnittliche Anzahl an Fruchtkörpern pro Fund unter Berücksichtigung aller in den jeweiligen Versuchsflächen nachgewiesenen Pilzarten	31
Abbildung 12.	Phänologie der Fruktifikation (Anzahl der Funde pro Aspekt) in den fünf Versuchsflächen (1991-94) ...	34
Abbildung 13.	Phänologie der Fruktifikation häufiger Mykorrhizapilze der Zirbe als prozentuelle Anteile der Funde pro Monatshälfte (alle Versuchsflächen, 1991-94)	34
Abbildung 14.	Primäre Ausprägung der Kleinststandorte häufiger Mykorrhizapilze der Zirbe (alle Versuchsflächen, 1991-94)	35
Abbildung 15.	Sekundäre Ausprägung der Kleinststandorte häufiger Mykorrhizapilze der Zirbe (alle Versuchsflächen, 1991-94)	35
Abbildung 16.	Beobachtete Fundverteilung (Funde in %) von häufigeren Mykorrhizapilzen der Zirbe in Abhängigkeit zum Baumalter (alle Versuchsflächen, 1991-94)	37
Abbildung 17.	Gewichtete Fundverteilung von häufigeren Mykorrhizapilzen der Zirbe für standardisierte Bestandsverhältnisse mit gleichen Kategorieanteilen für das Baumalter (alle Versuchsflächen, 1991-94) ..	37
Abbildung 18.	Beobachtete und gewichtete Abundanz für häufigere Mykorrhizapilze der Zirbe (jeweils Funde für 395 Subplots, alle Versuchsflächen, 1991-94)	38
Abbildung 19.	Abundanz und Produktivität von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe in der Versuchsfläche Obere Issl in Gegenüberstellung zum Witterungsverlauf in den Monaten Mai bis Oktober 1991-94	39
Abbildung 20.	Abundanz und Produktivität von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe in der Versuchsfläche Wiesberg in Gegenüberstellung zum Witterungsverlauf in den Monaten Mai bis Oktober 1991-94	39
Abbildung 21.	Abundanz und Produktivität von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe in der Versuchsfläche Poschach-Kampfbach in Gegenüberstellung zum Witterungsverlauf in den Monaten Mai bis Oktober 1991-94	39
Abbildung 22.	Abundanz und Produktivität von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe in der Versuchsfläche Poschach-Hochwald in Gegenüberstellung zum Witterungsverlauf in den Monaten Mai bis Oktober 1991-94	39
Abbildung 23.	Abundanz und Produktivität von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe in der Versuchsfläche Die Niggl in Gegenüberstellung zum Witterungsverlauf in den Monaten Mai bis Oktober 1991-94	39
Abbildung 24.	Korrelation zwischen der Abundanz von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe (monatliche Anzahl an Funden für August, September, bzw. Oktober) und Niederschlags- bzw. Temperaturwerten in den entsprechenden Vormonaten (alle Versuchsflächen, 1991-94)	40
Abbildung 25.	Korrelation zwischen der Produktivität von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe (monatliche Anzahl an Fruchtkörpern für August, September, bzw. Oktober) und Niederschlags- bzw. Temperaturwerten in den entsprechenden Vormonaten (alle Versuchsflächen, 1991-94)	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.	Standortangaben und allgemeine Charakterisierung der Versuchsflächen	11
Tabelle 2.	Anzahl der nach Alterskategorien bewerteten Versuchsbäume (Subplots) bzw. Größe der bewerteten Flächen an den fünf Versuchsstandorten	12
Tabelle 3.	Alterskategorien zur Typisierung der Prohebäume	14
Tabelle 4.	Liste der in der Studie berücksichtigten Pilzgattungen, die mykorrhizabildende, epigäisch und terricol fruktifizierende Arten enthalten	14
Tabelle 5.	Anzahl und Termine der mykosoziologischen Aufnahmen für alle Versuchsflächen im Untersuchungszeitraum 1991-94	15
Tabelle 6.	Charakterisierung der Böden in den fünf Versuchsflächen	17
Tabelle 7.	Acidität des Bodens in den Versuchsflächen gemessen in aqua dest. bzw. in 0,01 M CaCl ₂ -Lösung mit Differenzwerten	18
Tabelle 8.	Strukturanalytische Angaben zum Baumbestand in den untersuchten Versuchsflächen	19
Tabelle 9.	Dominanzeinheiten der Vegetation (Flächenanteile in m ² bzw. %) in den mykosoziologisch bewerteten Basisflächen der Versuchsflächen	20
Tabelle 10.	Acidität (pH _{H2O} , pH _{CaCl2}) mit Differenzwerten (ΔpH) und Bodenfeuchte (% Wassergehalt) in den mykosoziologisch bewerteten Flächen der untersuchten Versuchsflächen	21
Tabelle 11.	Organische Substanz (in % des Trockengewichtes) in den mykosoziologisch bewerteten Flächen der untersuchten Versuchsflächen	22
Tabelle 12.	Systematische Liste der im Untersuchungszeitraum 1991-94 in den jeweiligen Versuchsflächen nachgewiesenen Ektomykorrhizapilze	22
Tabelle 13.	Reihung der nachgewiesenen Mykorrhizapilzarten nach Mächtigkeit ihrer Verbreitung in den untersuchten Versuchsflächen und versuchsflächenspezifische Gruppenbildung	23
Tabelle 14.	Ähnlichkeitskoeffizienten in Prozent (nach CHRISTENSEN, 1981) für die Versuchsflächen hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung und für den Untersuchungszeitraum 1991-94	23
Tabelle 15.	Abundanz (Anzahl der Funde) der im Untersuchungszeitraum 1991-94 in den jeweiligen Versuchsflächen nachgewiesenen Ektomykorrhizapilze	25
Tabelle 16.	Produktivität (Anzahl der Fruchtkörper) der im Untersuchungszeitraum 1991-94 in den jeweiligen Versuchsflächen nachgewiesenen Ektomykorrhizapilze	29
Tabelle 17.	Reihung der Pilzarten nach Abundanz bzw. Produktivität für die fünf Versuchsflächen während des Beobachtungszeitraumes 1991-94	30
Tabelle 18.	Aspekte mit maximaler Abundanz (Anzahl der Funde) bzw. maximaler Produktivität (Anzahl der Fruchtkörper) im Untersuchungszeitraum 1991-94 für die jeweiligen Versuchsflächen mit absoluten und flächenbezogenen Kennwerten	30
Tabelle 19.	Versuchsflächenspezifische und gesamte Stetigkeit als aspektbezogene Nachweise der Pilzarten in den jeweiligen Versuchsflächen und im Untersuchungszeitraum 1991-94	31
Tabelle 20.	Spezifische Mächtigkeit der Abundanz für häufiger nachgewiesene Zirbenpilze (mit Stetigkeit > 3) als Quotient von Abundanz zu Stetigkeit über alle Versuchsflächen und für den Beobachtungszeitraum 1991-94 (75 Aspekte)	31
Tabelle 21.	Spezifische Mächtigkeit der Produktivität für häufiger nachgewiesene Zirbenpilze (mit Stetigkeit > 3) als Quotient von Abundanz zu Stetigkeit über alle Versuchsflächen und für den Beobachtungszeitraum 1991-94 (75 Aspekte)	32
Tabelle 22.	Phänologische Beurteilung (Sommer-, Herbstaspekt) der in allen Versuchsflächen und für den gesamten Untersuchungszeitraum (1991-94) identifizierten bzw. beschriebenen Taxa	33
Tabelle 23.	Phänologie der Fruktifikation für die nachgewiesenen taxonomischen Familien (> 5 Funde) mit Anzahl der Funde und gereiht nach prozentuellen Anteilen für den Sommer- bzw. Herbstaspekt (alle Versuchsflächen, Untersuchungszeitraum 1991-94)	34

Tabelle 24.	Charakterisierung der Kleinststandorte von Mykorrhizapilzen der Zirbe, die mit mehr als 20 Funden im Beobachtungszeitraum 1991-94 in den fünf untersuchten Versuchsflächen beobachtet werden konnten ..	36
Tabelle 25.	Liste der Pilzarten mit Fruktifikation (Anzahl der Funde) im direkten Bereich des Stammes bzw. von freiliegenden Hauptwurzelsätzen (alle Versuchsflächen, 1991-94)	36
Tabelle 26.	Präferenz der nachgewiesenen Zirbenpilzarten gegenüber dem Baumalter aufgrund der nach Alterskategorien gewichteten, prozentuellen Fundanteile (alle Versuchsflächen, 1991-94)	38
Tabelle 27.	Abschätzung der potentiellen Artenzahl. Nur identifizierte bzw. beschriebene Pilzarten einbezogen und ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Größen der Versuchsflächen	53
Tabelle 28.	Durch die Fruktifikation (Fundverteilung gegenüber Baumalterskategorien) angezeigte Entwicklungsschwerpunkte von ausgewählten hochsubalpinen Zirbenpilzen innerhalb typisierter Entwicklungsphasen von Zirbenbeständen und fallweiser Vergleich zur Entwicklung bei anderen Holzarten	61

Anhang Tabellenverzeichnis

Tabelle A1.	Strukturanalytische Daten zum Baumbestand in der Versuchsfläche Obere Issl, Lüsens, Sellrain	66
Tabelle A2.	Strukturanalytische Daten zum Baumbestand in der Versuchsfläche Wiesberg, Kühtai	67
Tabelle A3.	Strukturanalytische Daten zum Baumbestand in der Versuchsfläche Poschach-Kampfbzone, Ötztal	67
Tabelle A4.	Strukturanalytische Daten zum Baumbestand in der Versuchsfläche Poschach-Hochwald, Ötztal	68
Tabelle A5.	Strukturanalytische Daten zum Baumbestand in der Versuchsfläche Die Niggel, Kaunertal	68
Tabelle A6.	Liste der in der Versuchsfläche Obere Issl im Untersuchungszeitraum 1991-94 nachgewiesenen Arten mit Anzahl der Funde für die jeweiligen Aufnahmetermine	69
Tabelle A7.	Liste der in der Versuchsfläche Wiesberg im Untersuchungszeitraum 1991-94 nachgewiesenen Arten mit Anzahl der Funde für die jeweiligen Aufnahmetermine	70
Tabelle A8.	Liste der in der Versuchsfläche Poschach-Kampfbzone im Untersuchungszeitraum 1991-94 nachgewiesenen Arten mit Anzahl der Funde für die jeweiligen Aufnahmetermine	70
Tabelle A9.	Liste der in der Versuchsfläche Poschach-Hochwald im Untersuchungszeitraum 1991-94 nachgewiesenen Arten mit Anzahl der Funde für die jeweiligen Aufnahmetermine	71
Tabelle A10.	Liste der in der Versuchsfläche Die Niggel im Untersuchungszeitraum 1991-94 nachgewiesenen Arten mit Anzahl der Funde für die jeweiligen Aufnahmetermine	72
Tabelle A11.	Differenzierung der nachgewiesenen Ektomykorrhizapilze der Zirbe nach Alterskategorien der zugeordneten Versuchsbäume mit Anzahl der Funde (alle Versuchsflächen, 1991-94)	73
Tabelle A12.	Monatliche Wetterwerte (Niederschlag, mittlere Maximal-, Minimal- und Durchschnittstemperaturen) in den Vegetationsperioden 1991-94 für die Versuchsfläche Obere Issl (meteorologische Station Sankt Sigmund im Sellrain)	74
Tabelle A13.	Monatliche Wetterwerte (Niederschlag, mittlere Maximal-, Minimal- und Durchschnittstemperaturen) in den Vegetationsperioden 1991-94 für die Versuchsfläche Wiesberg (meteorologische Station Kühtai) ...	74
Tabelle A14.	Monatliche Wetterwerte (Niederschlag, mittlere Maximal-, Minimal- und Durchschnittstemperaturen) in den Vegetationsperioden 1991-94 für die Versuchsflächen Poschach-Kampfbzone und Poschach-Hochwald (meteorologische Station Obergurgl)	74
Tabelle A15.	Monatliche Wetterwerte (Niederschlag, mittlere Maximal-, Minimal- und Durchschnittstemperaturen) in den Vegetationsperioden 1991-94 für die Versuchsfläche Die Niggel (meteorologische Station Gepatsch Damm)	74

Mykosoziologische Studie über die Mykorrhizapilze der Zirbe

Artenspektrum und Sukzession in der hochsubalpinen Stufe der Tiroler Zentralalpen

G. KELLER

Institut für Forstökologie, Forstliche Bundesversuchsanstalt, 6460 Imst

Kurzfassung. Von 1991 bis 1994 wurde die symbiontische Mykoflora der Zirbe (*Pinus cembra* L.) in der hochsubalpinen Zirbenwaldstufe (*Rhododendro-Pinetum cembrae*) in den Tiroler Zentralalpen (Ötztaler Alpen, Stubai Alpen), Österreich, untersucht. An fünf geologisch, physiographisch, vegetationskundlich und pedologisch differenzierten Standorten (2010–2210 m) mit unterschiedlicher Bestandesstruktur wurden die epigäischen und terricolen Ektomykorrhizapilze (Macromycetes) erhoben, die innerhalb der Kronenprojektionsflächen (Basisflächen) von ausgewählten, einzeln stehenden Versuchsbäumen fruktifizierten. Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 75 mykosoziologische Aufnahmen in den Monaten Juli bis Oktober durchgeführt. Für jeden Einzelfund wurden die besonderen Vegetationsverhältnisse im Bereich der Fruktifikationsstelle (Kleinststandort) und die entsprechende Alterskategorie (Jungzirbe, mittlere Zirbe, Altzirbe) des jeweiligen Versuchshaumes erhoben. Die Auswertung der Funddaten führte zu einer Beurteilung der Abundanz, Dominanz, Produktivität, Stetigkeit und Phänologie der nachgewiesenen Pilzarten. Die häufiger beobachteten Zirbenpilze wurden nach ihren Präferenzen für bestimmte Kleinststandorte bewertet. Eine Gegenüberstellung der nach dem Baumalter differenzierten Funddaten zu den entsprechenden Waldentwicklungsphasen ermöglicht eine Beurteilung der Sukzession und des symbiontischen Stellenwertes von ausgewählten Zirbenpilzen in hochsubalpinen Zirbenwäldern.

Schlüsselworte: Ektomykorrhiza, Waldentwicklung, subalpin, *Pinus cembra*

Abstract. [Mycosociological study on mycorrhizal fungi of stone pine. Species diversity and succession in the high-subalpine zone of the Tyrolean Alps.] Sporocarps of epigeous macromycetes belonging to genera known to form ectomycorrhizae were identified and enumerated in sites of five pure stands of stone pine (*Pinus cembra* L.) in the high-subalpine zone (2010–2210 m asl) of the Tyrolean Alps during the 1991–1994 growing seasons. Site selection criteria included geology, elevation, physiography, vegetation, soil type, and age and structure of the stand. At each study site plots with 50 to 152 solitary trees were established. The basal area was selected as sampling unit and treated as a subplot. For each sampling microsite vegetation and tree age of individual host trees (young, middle-aged, old) were recorded. Fructification data were evaluated in respect to abundance, dominance, productivity, constancy and phenology of the species. Site preference relationships for fruiting were noted for the most common and abundant species. A comparison of tree age relationships with stand development provides a description of fungal succession and an evaluation of the symbiotic importance of selected ectomycorrhizal species in high-subalpine stands of *Pinus cembra*.

Keywords: ectomycorrhiza, forest stand development, subalpine, *Pinus cembra*

1. Einleitung

1.1. Stand der Forschung über die Höheren Pilze in der subalpinen Stufe

Unser heutiges Wissen über die subalpine Pilzflora in den Alpen stützt sich auf viele, aber meist kürzere Arbeiten, einzelne Fundmeldungen, Notizen bzw. auch auf floristische Studien, die neben anderen Vegetationsstufen und geographischen Bereichen

auch die subalpine Stufe einschließen. Die Zahl der Arbeiten, die sich ausschließlich und in einem monographischen Sinn mit der subalpinen Mykoflora beschäftigen, ist eher gering. Die Bedeutung dieser größeren Studien besteht darin, daß sie einen Überblick über die mykologischen Verhältnisse ermöglichen und entsprechende ökologische Zusammenhänge offenlegen.

Den Grundstein zur Erkundung der subalpinen (und alpinen) Mykoflora der Zentralalpen legte FAVRE (1955, 1960) mit seinen umfassenden und

großräumig im Bereich des Schweizer Nationalparks angelegten Studien. Sein Verdienst besteht in einer erstmaligen und grundlegenden Bearbeitung der subalpinen Pilze aus einem geographisch und ökologisch definierten Untersuchungsgebiet. FAVRE kann somit als Ersterkunder der subalpinen Pilzflora aufgefaßt werden, obwohl schon früher einige bemerkenswerte Arbeiten über subalpine Pilze erschienen waren (z. B. KÜHNER, 1947; SCHÄFFER, 1947).

Die Erforschung der pilzökologischen und -soziologischen Verhältnisse in der subalpinen Stufe beginnt in den Tiroler Zentralalpen mit den von FRIEDRICH (1940, 1942) im Larstig- und Ötztal (Österreich) durchgeführten Arbeiten. Es folgt eine kurze soziologische Studie durch MOSER (1959a), die über die Verhältnisse der Pilzvegetation an der Waldgrenze eines Zirben-Lärchenbestandes in den Ötztaler Alpen (Österreich) berichtet. Eine umfangreiche, pilzökologische, z. T. auch pilzsoziologische Arbeit legte HORAK (1963) mit seinen Untersuchungen in der subalpinen Stufe der Rätischen Alpen (Graubünden, Schweiz) vor. In einer weiteren pilzökologischen Studie berichtet HORAK (1985) über die Pilzflora in fünf verschiedenen Pflanzengesellschaften der montan-subalpinen Stufe des Unterengadins (Schweiz). Über die subalpinen Pilze im Bereich des Stubnerkogels (Hohen Tauern, Österreich) berichten RÜCKER & PEER (1988) in einer pilzsoziologischen Arbeit.

Einen wesentlichen Beitrag zur mykologischen und speziell auch pilzökologischen Erforschung der subalpinen Pilzflora in den Nördlichen Kalkalpen liefert SCHMID-HECKEL (1985) mit seinen Untersuchungen im Nationalpark Berchtesgaden (Deutschland), die den Bereich von der montanen bis zur alpinen Stufe berücksichtigen. In einer weiteren, in den Nördlichen Kalkalpen durchgeführten Studie berichten PEINTNER & MOSER (1995) über die Pilze des Achental (Tirol, Österreich) unter Einbeziehung vielfältiger pilzsoziologischer und -ökologischer Gesichtspunkte und mehrerer Waldtypen. Über die subalpine Mykoflora im Babia Góra Massiv der Karpaten berichtet BUJAKIEWICZ (1993).

1.2. Konzeption der Studie

In seinen grundlegenden Studien über den Stellenwert und die Klassifikation von Pilzgesellschaften legt ARNOLDS (1988) dar, daß Mykozönosen im Vergleich zu Phytozönosen wesentlich schwieriger zu

definieren, analysieren und klassifizieren sind. Die Konzepte der meisten vorliegenden mykosoziologischen Arbeiten gründen auf mehr oder weniger willkürlich ausgewählten Kriterien einer bestimmten Phytozönose und sind nicht abgrenzende Charakteristika der Mykozönose selbst. Somit beschreiben viele Großpilzstudien einen willkürlichen und künstlichen Teil einer Mykozönose und können deshalb auch nicht in ein formales System, ähnlich dem Braun-Blanquet'schen System, eingebracht werden.

Nach ARNOLDS (1988) entstehen auch schwerwiegende konzeptionelle Probleme bei der Untersuchung bzw. Beschreibung von (Groß-)Pilzgesellschaften, die jeweils als Teil einer Mykozönose mit einer spezifischen floristischen Zusammensetzung, mit einem besonderen Mikrohabitat oder mit einer besonderen Lebensform (Art und Weise der Habitaterschließung) aufgefaßt werden müssen. Die wissenschaftliche Beschreibung einer Pilzgesellschaft kommt nicht oder nur sehr unzureichend an ein Konzept heran, wie es in der Phytozönologie verstanden wird. Vielmehr werden ökologische Gruppen errichtet, deren Basis durch einen oder durch mehrere umweltabhängige Faktoren gebildet wird. Da solche ökologische Gruppen bei Großpilzen meist auf den Faktoren Substrat, Mikrohabitat und Lebensform beruhen, wurde von ARNOLDS (1988) der Begriff der „niche-substrate group“ vorgeschlagen.

Eine ökologische Betrachtung von Mykorrhizapilzen wird sich vorrangig auf dem Gesichtspunkt der Lebensform, also auf der symbiontischen Habitaterschließung, begründen, obwohl gesagt werden muß, daß einige Mykorrhizapilze, zumindest für eine gewisse Zeit, saprophytische oder parasitische Lebensformen haben können. Bei einer vorrangigen Berücksichtigung der mutualistischen, im Zusammenhang mit einer spezifischen Wirtspflanze stehenden Lebensform und unter Heranziehung nachgereifter, einer bestimmten Phytozönose zugehöriger Kriterien können ökologische Gruppen aufgestellt werden, für die der Begriff „niche-host group“ geeignet erscheint.

Die Beschreibung ökologischer Gruppen von Großpilzen im Sinne der „niche-substrate group“ bzw. „niche-host group“ stellt einen praktikablen Weg der Bearbeitung mykosoziologischer Fragestellungen dar. Wie von ARNOLDS (1988) vorgeschlagen, können diese Gruppen nicht nur untereinander verglichen und wissenschaftlich weiter bearbeitet werden, sie können auch in ein informelles

hierarchisches System eingebracht werden. Gerade im Falle der mykosoziologischen Untersuchung von Mykorrhizapilzen stellt die „niche-host group“ ein wertvolles Konzept dar.

Methodisch gesehen sollten in der vorliegenden Studie jene Pilze erfaßt werden, die einerseits zu den terricolen Großpilzen zählen und andererseits in einem symbiontischen Verhältnis zur Zirbe stehen und außerdem in der hochsubalpinen Stufe der Tiroler Zentralalpen vorkommen. Damit ist klar, daß die resultierende Gruppe der zu untersuchenden Organismen in keiner Weise als Mykozönose, sondern im Sinne von ARNOLDS (1988) als „niche-host group“ aufzufassen ist.

1.3. Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Arbeit war, neue Erkenntnisse über die mit der hochsubalpinen Zirbe der Tiroler Zentralalpen symbiontisch vergesellschafteten Pilze möglichst umfassend zu erarbeiten. Es bestand die Absicht folgende, oft miteinander verknüpfte Fragestellungen zu bearbeiten:

- (1) Welche Pilzarten sind mit der hochsubalpinen Zirbe vergesellschaftet bzw. welche Artenvielfalt im Sinne der pilzlichen Biodiversität ist im Untersuchungsgebiet gegeben?
- (2) Welche Pilzarten dominieren hinsichtlich Abundanz bzw. Produktivität im Untersuchungsgebiet?
- (3) Wie ist der phänologische bzw. witterungsbedingte Verlauf der Zirbenpilzfruktifikation in der hochsubalpinen Stufe?
- (4) Welche Präferenzen zeigen die Zirbenpilze in ihrer Fruktifikation gegenüber den Vegetationsverhältnissen im unmittelbaren Bereich ihrer Fundstellen? Lassen sich aus einem entsprechenden spezifischen Verhalten Rückschlüsse auf Reaktionen gegenüber bestimmten Bodenverhältnissen ziehen?
- (5) Können Präferenzen in der Fruktifikation der Zirbenpilze gegenüber dem Alter ihrer unmittelbaren Wirtsbäume erkannt werden? Lassen sich dabei Anhaltspunkte finden, die für eine pilzliche Sukzession gegenüber der Waldentwicklung sprechen?
- (6) Inwieweit lassen sich aus einer mykosoziologischen Untersuchung Kenntnisse über die Zirbenpilze gewinnen, die für *in vitro* Untersuchungen bedeutend sind?

- (7) In welchem Umfang können die angeführten Fragestellungen mit dem für diese Studie gewählten, neuen methodischen Ansatz beantwortet werden?

Obwohl einige Arbeiten über die mit der Zirbe in dieser Höhenstufe vergesellschafteten Pilze berichten (FAVRE, 1955, 1960; MOSER, 1959a; HORAK, 1963), so bestand doch ein wesentlicher Bedarf an zusätzlicher Information über das Spektrum, die Verbreitung und ökologischen Ansprüche der Arten. Die Mykorrhizapilze der Zirbe wurden deshalb untersucht, weil diese Baumart eine ökologisch und ökonomisch äußerst wichtiges Element in Waldbeständen der Zentralalpen ist. Die Zirbe hat nicht nur eine wichtige Funktion beim Schutz gegen Lawinen, Muren und Erosion, sondern spielt auch eine bedeutende Rolle hinsichtlich Wasserhaushalt, Flora und Fauna in subalpinen Wäldern. Nicht zuletzt zeichnen sich Zirbenwälder durch einen besonderen ästhetischen Wert aus.

Aus der Sicht der Mykosoziologie ist die symbiontische Pilzflora der Zirbe von Interesse, weil für sie durch den hochsubalpinen Lebensraum und durch die vorherrschenden Waldtypen besondere Vorausbedingungen herrschen. Gerade in der Übergangszone zwischen Wald und subalpiner Zwergstrauchheide kommt es zu speziellen Boden- und Humusbedingungen, sowie zu besonderen Nährstoffverfügbarkeiten. Auch aufgrund des hohen Anteils und der relativ großen Vielfalt an Pflanzen, die durch eine ericoide Mykorrhiza ausgezeichnet sind, sind die symbiontischen Zirbenpilze mit einem anderen Symbiosesystem konfrontiert. Gerade weil in der hochsubalpinen Stufe vielfältige Verhältnisse in der meist mosaikartig strukturierten Bodenvegetation vorherrschen, schien eine Untersuchung über die Zusammenhänge zwischen der Fruktifikation und der im Bereich der Fruktifikationsstelle vorherrschenden Bodenvegetation ein lohnendes Vorhaben zu sein. Mit einem speziellen methodischen Ansatz sollte untersucht werden, inwieweit sich die Zirbenpilze in ihren Fruktifikationspräferenzen gegenüber der Bodenvegetation charakterisieren lassen und in welchem Ausmaß daraus ökologische Schlußfolgerungen getroffen werden können.

Bisher sind keine Arbeiten bekannt, die die Frage nach der pilzlichen Dynamik in der subalpinen Stufe der Alpen zum Thema gehabt hätten. Über die Sukzession von Mykorrhizapilzen als abhängige Funktion gegenüber der Waldentwicklung (bzw. dem Baumalter) liegen schon mehrere Studien für

einige Baumarten (*Betula* spp.: MASON et al., 1982; *Pinus contorta*, *Picea sitchensis*: DIGHTON et al., 1986; *Pinus sylvestris*: TERMORSHUIZEN & SCHAFFERS, 1987; TERMORSHUIZEN 1991; *Pinus banksiana*: VISSER, 1995; *Quercus robur*: KEIZER & ARNOLDS, 1994) vor, dieses Phänomen ist aber bei der Zirbe bzw. anderen subalpinen Baumarten noch nicht genauer untersucht worden. Entsprechende Modelle zu Interpretation der Mykorrhizadynamik wurden von LAST et al. (1983, 1987) mit dem early/late-stage-Konzept und von KEIZER & ARNOLDS (1994) mit dem Konzept der Waldentwicklungsphasen vorgeschlagen. Da auch in Zirbenbeständen solche dynamische Prozesse anzunehmen sind, sollte auch diese forstökologisch wichtige Frage nach der Sukzession von hochsubalpinen Zirbenpilzen mit dem oben erörterten methodischen Ansatz untersucht werden.

Unser Wissen über die der Zirbe zuzuordnende Mykorrhizapilzflora in der subalpinen Stufe ist eine notwendige Voraussetzung, um im Rahmen der künstlichen Mykorrhizaimpfung im Forstgarten und anderer mit der Mykorrhiza in Verbindung stehender Maßnahmen bei der Aufforstung, Wiederbewaldung bzw. Schutzwaldsanierung in Hochlagen Erfolg zu haben (MOSER, 1956, 1963a, 1963b, 1964; GÖBL, 1979). Nur ein entsprechendes Wissen über die an den Mykorrhizen beteiligten Pilze kann gewährleisten, daß den subalpinen Forstgartenpflanzen (forst)ökologisch sinnvolle und die Pflanzentwicklung fördernde Symbiosepartner zugeführt werden. Für die praktische Anwendung der künstlichen Mykorrhizaimpfung muß nicht nur abgeklärt werden, welche Mykorrhizapilze bei einer bestimmten Baumart vorkommen, die in Frage kommenden Arten müssen auch nach entsprechenden, physiologischen und ökologischen Kriterien beurteilt und ausgewählt werden (MOSER, 1956; TRAPPE, 1977; MOSER & HASELWANDTER, 1983; DODD & THOMSON, 1994). In dieser Hinsicht stellen mykosoziologische Untersuchungen eine unentbehrliche Grundlage dar. Erst wenn entsprechende pilzsoziologische Informationen vorliegen, können wesentliche Fragen bei der Selektion der Pilze geklärt und ein Erfolg bei der künstlichen Mykorrhiza-induzierung wahrscheinlicher gemacht werden.

Außerdem erlangen mykosoziologische Studien nicht nur dann besondere Bedeutung, wenn im Zusammenhang mit grundsätzlichen forstökologischen Fragestellungen (z. B. Schutzwaldsanierung, Bestandesentwicklung, Baumartenwahl) die subalpinen Mykorrhizaverhältnisse zu beurteilen

sind, vielmehr werden sie auch vermehrt zu wichtigen Grundlagen für zukünftige Entscheidungen im Natur- und Landschaftsmanagement. Die Kenntnis der Mycofloren ist eine notwendige Voraussetzung, um auf entsprechende Veränderungen in unserem Lebensraum reagieren und ökologisch verantwortungsvolle Entscheidungen treffen zu können.

Eine weitere Intention dieser Studie bestand darin, Informationen über spezielle biologische Eigenschaften über die beobachteten Pilze zu gewinnen. Erkenntnisse über die Diversität, über die Produktivität der Pilze und über Zusammenhänge zwischen Fruktifikation und Bodenvegetation bzw. Witterungsverlauf scheinen für die forstliche Mykorrhizaforschung auf den ersten Blick von untergeordneter Bedeutung, tragen aber bei einer Gesamtbetrachtung der Ergebnisse ganz wesentlich zum Verständnis der Mykorrhiza bei. Gerade im Zusammenhang mit *in vitro* Versuchen an Pilzisolaten ist es besonders wichtig, die in Laborexperimenten erzielten Erkenntnisse mit Ergebnissen aus Freilandstudien vergleichen und unter Umständen korrelieren zu können. Mit einer derartigen, in der Mykorrhizaforschung schon lange geübten, zweifachen Forschungsstrategie sollte es möglich sein, ein weit umfassenderes wissenschaftliches Bild von der Biologie der für unsere Wälder so wichtigen Mykorrhizapilze zeichnen zu können, als dies Freiland- bzw. Laborforschung jeweils für sich allein vermögen.

2. Methodik

2.1. Beschreibung der Versuchsflächen

Tabelle 1 enthält allgemeine Daten über die fünf untersuchten Versuchsflächen. Umfassende Angaben zu zwei der berücksichtigten Versuchsflächen (Poschach-Hochwald, Poschach-Kampfzone), die im Bereich des Versuchsgeländes der Forstlichen Bundesversuchsanstalt bei Obergurgl liegen, finden sich in den Mitteilungen der FBVA (1963, Hefte 59, 60).

2.1.1. Geographische Lage, Wuchsgebiet und Topographie

Die ausgewählten Versuchsflächen liegen in mehr oder weniger reinen, hochsubalpinen Zirbenbeständen der Stubai- bzw. Ötztaler Alpen in einer Höhe zwischen 2010 und 2210 m über NN (vgl. Abb. 1). Sie befinden sich nach der forstlichen Naturraum-

Tabelle 1.
Standortangaben und allgemeine Charakterisierung der Versuchsflächen.

Standortseigenschaften	Versuchsfläche				
	Obere Issl	Wiesberg	Poschach - Kampfzone	Poschach - Hochwald	Die Niggl
Geographische Lage	11° 07' 35" O 47° 02' 38" N	11° 02' 04" O 47° 13' 06" N	11° 02' 57" O 46° 52' 49" N	11° 02' 54" O 46° 52' 53" N	10° 44' 10" O 46° 53' 24" N
Höhe [m über NN] Höhenbereich: Nennhöhe:	2020-2080 m 2060 m	2010-2040 m 2020 m	2150-2210 m 2180 m	2060-2075 m 2070 m	2075-2120 m 2100 m
Exposition	S bis SE (120°-190°)	NW (320°-340°)	NW (280°-290°)	NW (280°-310°)	NE bis W (40°-300°)
Geologischer Untergrund AULITZKY et al. (1961) INSTITUT F. LANDESKUNDE (1980)	Paragneis (Amphibolite)	Paragneis (nicht anstehend)	Paragneis (Biotitplagioklasgneis)	Paragneis (Biotitplagioklasgneis)	Paragneis (Biotitplagioklasgneis)
Geländeform	Mittelhang	Oberhang	Hang, Hangverstellung	Hangverebnung, Unterhang	Kuppe, Unterhang
Hangneigung (typisch)	32°-34°	22°-26°	36°	30°	28°-55°
Bodenvegetation (dominierend)	<i>Junipereto- Arctostaphyletum</i> , <i>Rhododendro ferruginei- Vaccinietum</i>	<i>Rhododendro ferruginei- Vaccinietum</i>	<i>Empetro- Vaccinietum</i> , <i>Loiseleurietum</i> , <i>Curvuletum</i>	<i>Rhododendro ferruginei- Vaccinietum</i>	<i>Empetro- Vaccinietum</i> , <i>Junipereto- Arctostaphyletum</i> , <i>Rhododendro ferruginei- Vaccinietum</i>

gliederung Österreichs in der kontinentalen Kernzone (Wuchsgebiet 1.1) bzw. im subkontinentalen Westteil (Wuchsgebiet 1.2) der Innentalen (MEYER et al., 1971; KILIAN et al., 1994). Die Untersuchungsflächen liegen topographisch betrachtet im Bereich von mehr oder weniger steilen Talflanken (mit Hangneigungen meist über 25°), die teils durch Verebnungen und Geländekuppen unterbrochen sind. Alle Expositionen konnten berücksichtigt werden.

2.1.2. Geologie und Böden

Die untersuchten Versuchsflächen befinden sich geologisch gesehen im Bereich der "Ötztaler Masse". Die angetroffenen Gesteine gehören zu den Paragneisen (Biotitplagioklasgneis, Amphibolite). Die Böden in den Versuchsflächen gehören nach der gültigen österreichischen Systematik zu den Eisenhumus-Podsolen bzw. podsoligen Braunerden (FINK, 1969). Innerhalb jeder Versuchsfläche wurden Proben aus jeweils zwei Bodenprofilen aus der Humusauf-lage (ohne Streu) und den geometrischen Horizonten 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm und 30-50 cm entnommen, bei Raumtemperatur

getrocknet und durch ein 2 mm Bodensieb gesiebt. Die Probennahmen erfolgten in gleichartiger Weise wie bei der österreichischen Waldbodenzustandsinventur. Die Acidität des Bodens wurde potentiometrisch in H₂O bzw. in 0,01 M CaCl₂ nach ÖNORM L 1083-89 gemessen. Die Laboranalysen erfolgten durch das Bodenkundliche Labor der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien (vgl. ENGLISCH et al., 1992).

Zusätzlich zu den angeführten Bodenanalysen wurden Acidität, Wassergehalt, Trockensubstanz und organische Substanz in der obersten Bodenschicht

Abbildung 1.
Geographische Lage der Versuchsflächen.



der Humusaufgabe (0-5 cm, "Fruchtifikationshorizont") innerhalb der mykosoziologisch bewerteten Basisflächen ("Subplots", vgl. 2.3.1.1.) bestimmt. Die Bestimmung der Acidität erfolgte nach ÖNORM L 1083-89, die des Wassergehalts und der Trockensubstanz nach SCHINNER et al. (1991) und die der organischen Substanz nach FIEDLER (1965).

2.1.3. Waldtyp und Bestandesbeschreibungen

Alle Versuchsflächen befinden sich in Wäldern, die nach OBERDORFER (1979) dem *Rhododendro-Pinetum cembrae* bzw. nach MAYER (1984) dem Silikat-Lärchen-Zirbenwald (*Larici-Pinetum cembrae*) zuzuordnen sind. In jeder Versuchsfläche wurden für je 15 zufällig ausgewählte Bäume bestimmte strukturanalytische Merkmale wie soziale Stellung, Alter, Höhe, Stammdurchmesser, Kronenradius und Kronenansatz ermittelt. Anhand dieser Daten und der durchgeführten Begehungen konnten Bestandesbeschreibungen verfaßt werden.

2.2. Klima und Witterungsverlauf

Die untersuchten Standorte liegen nach WALTER & LIETH (1960) in der borealen Hochalpenzone, die durch eine lange kalte, niederschlagsarme Jahreszeit, aber noch durch relativ warme, relativ niederschlagsreiche Sommer (Monatsmittel des wärmsten Monats $> 10^{\circ}\text{C}$) charakterisiert ist. Das Klima ist subkontinental bis kontinental, weil trotz der Höhenlage relativ niedrige jährliche Niederschlagsmengen zu verzeichnen sind.

Zur Dokumentation des Witterungsverlaufes während des Beobachtungszeitraumes 1991-94 wurden die entsprechenden Daten der den Versuchsflächen nächstgelegenen meteorologischen Stationen erhoben. Folgende Stationen wurden berücksichtigt (mit Distanz): St. Sigmund im Sellrain für die Versuchsfläche Obere Issl, Lüsens (10 km); Kühtai für die Versuchsfläche Wiesberg, Kühtai (2 km); Obergurgl für die Versuchsflächen Poschach-Kampfzone und Poschach-Hochwald (2 km); Gepatsch-Damm für die Versuchsfläche Die Niggl, Kaunertal (7 km). Aus den Wetterdaten täglicher Niederschlag, mittlere, maximale und minimale Tagestemperatur wurden die entsprechenden Gesamtsummen bzw. Mittelwerte für die Monate der Vegetationsperiode (Mai bis Oktober) berechnet und den Abundanz- und Produktivitätswerten gegenübergestellt. Mit Hilfe der Regressionsanalyse wurde die Korrelation der monatlichen Fruktifikationsdaten (Abundanz,

Produktivität) für August, September und Oktober gegenüber den Variablen Gesamtniederschläge bzw. durchschnittliche Tagestemperatur in den vorhergehenden Monaten (Mai bis zum jeweiligen Vormonat) untersucht. Die Berechnungen wurde mit Hilfe des SPSS - Statistikprogramms (SPSS, 1989-94) unter der Menüwahl „Regression“ durchgeführt.

2.3. Methoden

2.3.1. Erhebungsmethoden

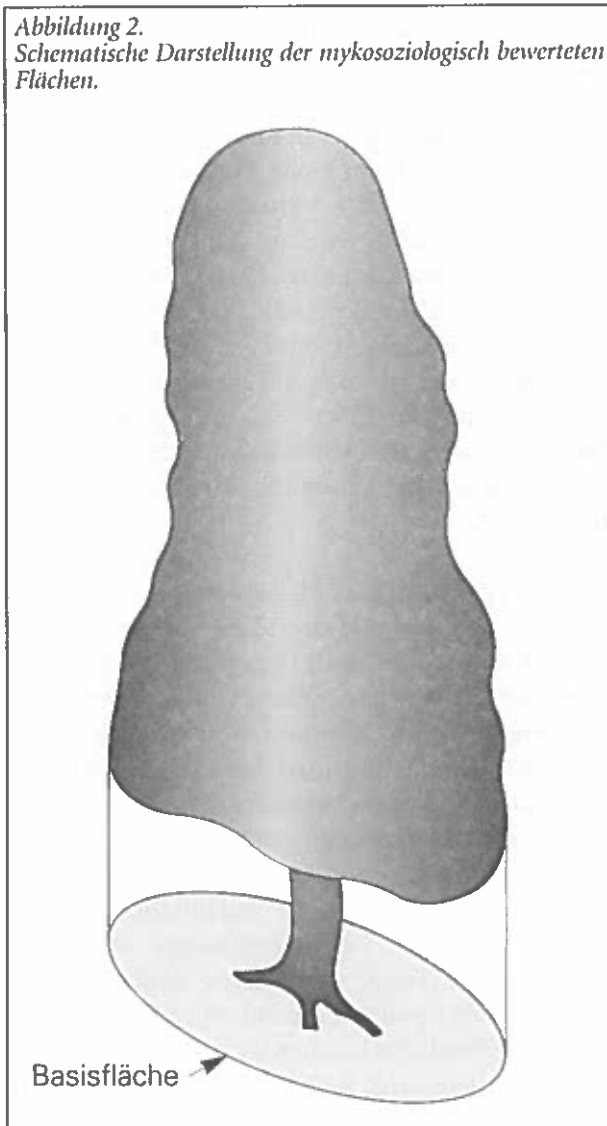
2.3.1.1. Versuchsanlage

Als Versuchsflächen wurden jeweils Zirbenbestände mit aufgelockerter und parkähnlicher Struktur ausgewählt. Innerhalb der Flächen wurden einzeln stehende Bäume mit mehr oder weniger regelmäßigem Wuchs und einer im ersten Versuchsjahr gegebenen Mindesthöhe von 1 m ausgewählt, gekennzeichnet und der entsprechenden Alterskategorie zugeordnet (vgl. 2.3.1.3.). Von jedem Versuchsbaum wurden die Kronenbreiten vierfach (Berg, Tal, links, rechts) gemessen, aus den gemittelten Wert die entsprechende Basisfläche als Kreisfläche (Fläche der Kronentraufenprojektion) ermittelt (vgl. Abb. 2) und in der Folge für die mykosoziologischen Untersuchungen berücksichtigt. Die bewertete Gesamtfläche eines Versuchsstandortes berechnet sich somit aus der Summe der Basisflächen aller Versuchsbäume. Jede spezifische Basisfläche wurde in der Folge als Untereinheit bzw. als

Tabelle 2.
Anzahl der nach Alterskategorien bewerteten Versuchsbäume (Subplots) bzw. Größe der bewerteten Flächen an den fünf Versuchsstandorten.

Parameter	alle Versuchsflächen	Versuchsfläche				
		Obere Issl	Wiesberg	Poschach - Kampfzone	Poschach - Hochwald	Die Niggl
Anzahl der bewerteten Bäume/Subplots	395	59	152	61	50	73
Jungzirben	160	4	108	36	0	12
mittlere Zirben	207	52	44	25	38	48
Altzirben	28	3	0	0	12	13
bewertete Gesamtfläche [m ²]	2226	478	250	201	644	653
durchschnittliche Fläche eines Subplots [m ²]	5,6	8,1	1,6	3,3	12,9	8,9

Abbildung 2.
Schematische Darstellung der mykosoziologisch bewerteten Flächen.



„Subplot“ zur gesamten Versuchsfläche behandelt. In Tabelle 2 sind Anzahl der bewerteten Bäume bzw. Subplots, die bewertete Gesamtfläche und die durchschnittliche Fläche eines Subplots für die Versuchsflächen angeführt.

Mit der mykosoziologischen Untersuchung der Kronenprojektionsfläche wurde ein methodischer Ansatz gewählt, der - meines Wissens nach - nicht nur neu ist, sondern unter den gegebenen Bedingungen der vorherrschenden Bestandesstruktur eine möglichst weitgehende und effiziente Annäherung an die gegebenen mykofloristischen Verhältnisse zuläßt. Ein wichtiger Vorteil der gewählten Methode besteht zweifellos darin, daß durch die räumliche Nähe zum Symbiosepartner eine weit verlässlichere symbiontische Zuordnung gewährleistet ist, als dies bei Erhebungen über die gesamten Versuchsflächen zu erwarten ist.

2.3.1.2. Vegetation der mykosoziologisch bewerteten Flächen

Als Grundlage zur Bewertung des Fruktifikationsverhaltens wurde eine Aufnahme der in der Basisfläche (Fläche innerhalb der Kronenprojektion) liegenden Bodenvegetation vorgenommen. Die Klassifikation der Bodenvegetation erfolgt nach den Prinzipien der nordamerikanisch-britischen bzw. skandinavischen Schule (WHITTAKER, 1978). Als Kriterium diente die Deckungsgraddominanz einer oder mehrerer steter Arten in der vorherrschenden Schicht der Bodenvegetation innerhalb der Kronenprojektion.

Zur Differenzierung der Dominanzeinheiten der Bodenvegetation wurde folgende vereinfachte Vorgangsweise gewählt:

- (1) „Reintyp“: eine Art deckt mehr als 75 %
- (2) „Mischtyp“: keine Art deckt mehr als 75 %
Zur Klassifikation dienen stete Arten mit einem Deckungsgrad von mindestens 20 %, wobei einerseits eine einzige stete Art zwischen 40 und 75 % („Mischtyp mit einer Dominanten“) oder andererseits zwei stete Arten zusammen mehr als 40 % („Mischtyp mit zwei Dominanten“) des Bodens bedecken. Im letzteren Fall erfolgt die Bezeichnung des Mischtyps nach der Dominante mit dem höheren Deckungsgrad
- (3) „Vegetationslos“: mehr als 75 % der Fläche ohne Vegetation.

Die Dominanzeinheiten wurden entsprechend dem obigen Schema erhoben und ihr flächenmäßiger Anteil für jede der untersuchten Basisflächen geschätzt. Mit Hilfe der aus den Kronenradien berechneten Basisflächen wurden die Flächenanteile der Dominanzeinheiten für die jeweiligen Versuchsflächen bestimmt.

2.3.1.3. Alterskategorien der Probestämme

Um Aussagen über einen Zusammenhang zwischen dem Alter eines Baumes (bzw. dem in seinem Einfluß stehenden Boden) und der Fruktifikation eines bestimmten Mykorrhizapilzes treffen zu können, wurden die Bäume aller beprobten Subplots nach den in Tabelle 3 angeführten Kriterien den jeweiligen Kategorien „Jungzirbe“, „mittlere Zirbe“ und „Altzirbe“ zugeordnet. Aus den für die Probestämme strukturanalytisch erhobenen Daten (vgl. 2.1.3.) und weiteren Bestandsanalysen (SCHIECHTL & STERN, 1975) aus demselben Wuchsgebiet der Zirbe läßt sich für jede Alterskategorie ein approximativ Altersbereich angeben.

Tabelle 3.
Alterskategorien zur Typisierung der Probestämme.

Kategorie	Charakteristik (erhoben im Jahr 1991)	approx. Alter
Jungzirbe	Höhe von 1,0 bis 2,5 m	ca. 20 - 50 Jahre
mittlere Zirbe	Höhe größer 2,5 m, Stammdurchmesser (BHD*) bis 45 cm	ca. 50 - 100 Jahre
Altzirbe	Stammdurchmesser (BHD*) größer 45 cm	über 100 Jahre

*BHD: Brusthöhendurchmesser, 150 cm über Boden.

2.3.1.4. Mykosoziologische Methoden

Bei jeder Begehung einer Versuchsfläche wurden alle Basisflächen nach oberflächlich und terricol fruktifizierenden Mykorrhizapilzen (adulter Fruchtkörper > 1 cm) abgesucht. In Tabelle 4 sind jene epigäischen Gattungen aufgeführt, die nach den heutigen Erkenntnissen obligat oder fakultativ mykorrhizabildende Arten enthalten und in dieser Untersuchung berücksichtigt wurden. Für jeden Fund wurde die Identität der Art, die Anzahl der Fruchtkörper, der jeweilige Kleinststandort (vgl. 2.3.1.5.) und die entsprechende Baumkategorie (vgl. 2.3.1.3.) notiert.

Tabelle 4.
Liste der in der Studie berücksichtigten Pilzgattungen, die mykorrhizabildende, epigäisch und terricol fruktifizierende Arten enthalten.

Gattung		
• <i>Amanita</i>	• <i>Hebeloma</i>	• <i>Paxillus</i>
• <i>Chalciporus</i>	• <i>Hygrophorus</i>	• <i>Russula</i>
• <i>Chroogomphus</i>	• <i>Inocybe</i>	• <i>Suillus</i>
• <i>Cortinarius</i>	• <i>Laccaria</i>	• <i>Tricholoma</i>
• <i>Dermocybe</i>	• <i>Lactarius</i>	• <i>Xerocomus</i>
• <i>Entoloma</i>		

Konnte ein Pilzfund nicht angesprochen werden, so wurden einerseits schon im Feld entsprechende Notizen gemacht und andererseits die Fruchtkörper für eine spätere Bestimmung bzw. Beschreibung im Labor aufgesammelt. Außerdem wurde bei jeder Begehung die Zahl an Subplots mit Fruktifikation bzw. die Anzahl an Mehrfachfunden einer Pilzart innerhalb eines Subplots notiert.

Als Fund gewertet wurde eine Fruktifikation von einem oder mehreren Fruchtkörpern, die aufgrund ihres Verteilungsmusters als flächenbezogene Einheit aufzufassen waren. Konkret wurden alle Fruchtkörper einer Art, die weniger als 1,5 m voneinander entfernt waren, einer Fundeinheit hinzugezählt. Aufgrund der in der hochsubalpinen Stufe gegebenen mosaikartigen (Boden-) Vegetationsmuster, der meist offenen Bestandesstruktur und der

progressiven, meist zoochor bedingten Naturverjüngung muß eine progressive Mycel- bzw. genet-Fragmentierung bei den Mykorrhizapilzen angenommen werden. Mit der angegebenen Fundqualifikation sollte so eine, wenn auch nur grobe Annäherung an die im Boden mögliche Differenzierung in Myceleinheiten bzw. genets versucht werden (vgl. GRIFFITHS et al., 1996; DAHLBERG & STENLID, 1994, 1995).

Bei der Aufnahme der Funddaten wurde auch darauf geachtet, ob eine „stammnahe“ Fruktifikation zu verzeichnen war. Eine solche wurde dann als gegeben notiert, wenn zumindest ein Fruchtkörper eines Fundes im unmittelbaren Bereich des Stammes bzw. eines freiliegenden Hauptwurzelsatzes (0–5 cm) fruktifizierte.

2.3.1.5. Typisierung der Kleinststandorte

Für die Beschreibung der Kleinststandorte wurde eine Aufnahme der Bodenvegetation im unmittelbaren Bereich der Fruktifikationsstelle aller Funde vorgenommen. Als Kriterium diente die Deckungsgrad einer oder mehrerer vorherrschender und steter Arten bzw. bestimmte Eigenschaften (fehlende Vegetation, Streuauflage) in der vorherrschenden Schicht der Bodenvegetation. Bei jeder Fundaufnahme wurden die im Umkreis der fruktifizierenden Pilze vorherrschenden Dominanzeinheiten festgestellt. Die bewertete Fläche hatte einen Radius von ca. 10 cm um die jeweiligen Fruchtkörper eines Fundes.

Für jede Fundstelle konnten bis zu drei verschiedene vorherrschende Arten bzw. Artengruppen mit einem Deckungsgrad von mindestens 20 % festgestellt und nach ihrer Dominanz gereiht werden. Sinngemäß war somit jede Fundstelle durch eine primäre, sekundäre bzw. tertiäre Ausprägung des Kleinststandortes charakterisiert. In der Folge lassen Art und Verteilung der Dominanzeinheiten eine Charakterisierung des Kleinststandortes zu. Im Zuge der Auswertungen der erhobenen Daten wurden die Typisierung der Kleinststandorte aus praktischen Gründen auf die primäre und sekundäre Ausprägung beschränkt, weil einerseits eine dritte Dominanzeinheit wegen der kleinen Bewertungsflächen relativ selten notiert wurde und andererseits dadurch ein einfacheres und leichter lesbares Typenschema erarbeitet werden konnte. Bei Vorherrschen einer einzigen Dominanzeinheit ("Reintyp") wurden die Eigenschaften der primären Ausprägung fiktiv auf die sekundäre übertragen, um in der Gesamtschau der Ergebnisse den Flächenanteil (Deckungsgrad) einer bestimmten Dominanzeinheit besser berücksichtigen zu können. Bereiche mit Streuauflage am Kleinststandort wurden mit "auf

Erde bzw. Humus/vegetationslos" der primären Ausprägung und mit "mit Streu" der sekundären Ausprägung zugeordnet.

2.3.1.6. Termine der mykosoziologischen Aufnahmen
Nach mehreren Vorexkursionen begannen in der Vegetationsperiode 1991 die mykosoziologischen Untersuchungen, die bis in den Herbst 1994 andauerten. Insgesamt wurden 75 mykosoziologische Aufnahmen durchgeführt (Tabelle 5). Abgesehen vom Versuchsjahr 1993 mit Begehungen schon ab Ende Juni, wurden die Versuchsflächen nur in jener Phase der Vegetationszeit besucht, in welcher in dieser Höhenlage entsprechende Fruktifikationen zu erwarten waren (vgl. Abbildung 3). Jede der Versuchsflächen wurde somit von Ende Juli bis Ende Oktober in einen zeitlichen Abstand von etwa 4 Wochen besucht. Im Vergleich zu anderen mykosoziologischen Untersuchungen kann von einer mittleren Begehungsdichte gesprochen werden.

2.3.2. Auswertungsmethoden

2.3.2.1. Begriffsbestimmungen

Wichtige mykosoziologische und andere Begriffe in dieser Arbeit wurden mit folgenden Inhalten definiert:

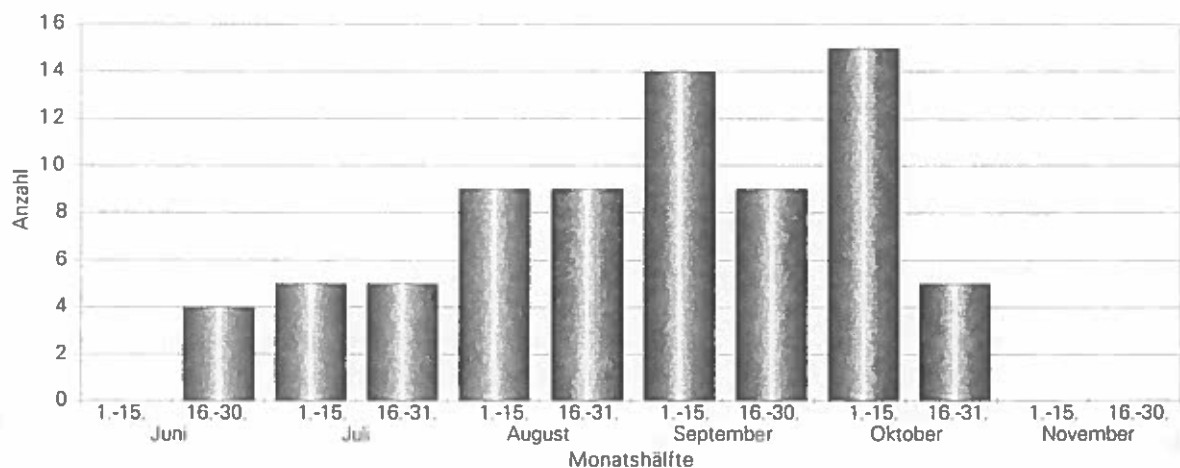
- Abundanz:** Häufigkeit einer Pilzart nach Funden in einer Versuchsfläche, ausgedrückt als Anzahl bzw. prozentueller Anteil an Funden.
- Aspekt:** Probe-, Aufnahmeterrain (i. e. S.), mykofloristische Situation zu einem gegebenen Zeitpunkt bzw. Zeitraum (i. w. S.).
- Aspektproduktivität:** Produktivität eines Pilzart für einen gegebenen Aspekt (Aufnahmeterrain).
- Basisfläche:** Fläche innerhalb der Kronentraufenprojektion eines Versuchsbaumes, vgl. 2.3.1.1.
- Baumkategorie:** Größen- bzw. Alterskategorie für die bewerteten Versuchsbäume, vgl. 2.3.1.3.
- Fund:** Spatial abgegrenzte Fruktifikation von einem oder mehreren Fruchtkörpern einer Pilzart, vgl. 2.3.1.4.
- Kleinststandort:** Vegetationsverhältnisse im unmittelbaren Bereich der Fruktifikation (im Umkreis der Fruchtkörper mit einem Radius von ca. 10 cm), vgl. 2.3.1.5.

Tabelle 5.
Anzahl und Termine der mykosoziologischen Aufnahmen für alle Versuchsflächen im Untersuchungszeitraum 1991-94.

Versuchsfläche	n*	Termine			
		1991	1992	1993	1994
Obere Issl	15	03.09., 19.09., 08.10.	11.08., 03.09., 01.10.	24.06., 29.07., 19.08., 23.09., 21.10.	05.07., 09.08., 01.09., 14.10.
Wiesberg	14	12.09., 26.09., 08.10.	11.08., 03.09., 01.10.	15.07., 09.08., 14.09., 12.10.	14.07., 18.08., 12.09., 20.10.
Poschach-Kampfzone	16	27.08., 06.09., 24.09., 10.10.	13.08., 07.09., 05.10.	29.06., 27.07., 23.08., 21.09., 19.10.	07.07., 11.08., 05.09., 12.10.
Poschach-Hochwald	15	27.08., 24.09., 10.10.	13.08., 07.09., 05.10.	29.06., 27.07., 23.08., 21.09., 19.10.	07.07., 11.08., 05.09., 12.10.
Die Nigg	15	21.08., 17.09., 03.10.	18.08., 09.09., 07.10.	21.06., 22.07., 11.08., 16.09., 14.10.	11.07., 16.08., 07.09., 18.10.

*Anzahl der mykosoziologischen Aufnahmen.

Abbildung 3.
Anzahl und jahreszeitliche Verteilung der 75 mykosoziologischen Aufnahmen auf Monatshälften (alle Versuchsflächen, 1991-94).



- Mykozönose:** Gesamtheit aller Pilze, die innerhalb einer bestimmten Phytocoenose und deren Lebensraum vorkommen.
- Phänologie (Fruchtifikation):** Zeitlicher Beginn, Dauer und Ausmaß der Fruchtifikation einer Pilzart während der Vegetationsperiode, in dieser Studie auf Basis der spezifischen Abundanzwerte kalkuliert.
- Pilzgesellschaft:** Teil einer Mykozönose mit einer spezifischen floristischen Zusammensetzung, einem speziellen Kleinhabitat und/oder einem besonderem Weg zur Habitaterschließung (z.B. Mykorrhizabeziehung).
- Produktivität:** Häufigkeit der von einer Pilzart gebildeten Fruchtkörper in einer bzw. über alle Versuchsflächen, ausgedrückt als Anzahl bzw. prozentueller Anteil an Fruchtkörpern.
- Stetigkeit:** Anteil (als Anzahl oder in %) an Aspekten mit Nachweis einer bestimmten Pilzart.
- Subplot:** Strukturelle bzw. flächenmäßige Untereinheit einer Versuchsfläche, in dieser Studie ident mit der Basisfläche eines Versuchsbaumes und deshalb von unterschiedlicher Größe.
- Versuchsfläche:** Lokalität bzw. Bereich, in dem die ausgewählten Subplots bzw. Versuchsbäume liegen.

2.3.2.2. Identifizierung und Beschreibung der Pilzarten

Die Bestimmung der vorgefundenen Pilze erfolgte nach MOSER (1983), JÜLICH (1984) und, wenn notwendig, unter Verwendung von Spezialliteratur. Von den meisten nachgewiesenen Arten wurden entsprechende Kollektionen beschrieben und einer genaueren mikroskopischen Untersuchung unterzogen. Außerdem wurden viele der Pilzfunde photographisch dokumentiert und in der Folge auch herbarisiert.

2.3.2.3. Auswertung der erhobenen Daten

Ausgehend von den erhobenen Daten wurden für jede Versuchsfläche und für jeden Erhebungstermin (Aspekt), für jede Vegetationsperiode bzw. für die gesamte Versuchsperiode folgende Auswertungen vorgenommen:

- Artenliste mit Abundanz
- Artenliste mit Produktivität
- Artenliste mit Frequenz
- Artenliste mit Kleinststandort
- Artenliste mit Baumkategorie

Weitere Auswertungen für die gesamte Versuchsperiode betreffen folgende Gesichtspunkte:

- Systematische Artenliste
- Ähnlichkeit der Versuchsflächen
- Abundanz nach Familien für alle Versuchsflächen
- Abundanz nach Gattungen/Untergattungen für jede Versuchsfläche

- Bereich der jährlichen und durchschnittlichen Abundanz pro Subplot bzw. Flächeneinheit für jede Versuchsfläche
- Bereich der jährlichen und durchschnittlichen Produktivität pro Subplot bzw. Flächeneinheit für jede Versuchsfläche
- Liste der häufigsten Pilzarten für jede Versuchsfläche
- Liste der produktivsten Pilzarten für jede Versuchsfläche
- Produktivität pro Fund für jede Versuchsfläche
- Stetigkeit der Fruchtifikation
- Phänologie der Fruchtifikation
- Fruchtifikation in Abhängigkeit zur Baumkategorie
- Fruchtifikation in Abhängigkeit zum Kleinststandort
- Fruchtifikation im Stammbereich
- Fruchtifikation in Abhängigkeit zum Witterungsverlauf

Ähnlichkeit der Versuchsflächen

Für die Berechnung der Ähnlichkeit zwischen den Versuchsflächen wird der Ähnlichkeitskoeffizient nach CHRISTENSEN (1981) herangezogen, der es erlaubt, die Artenliste der jeweiligen Versuchsflächen numerisch zu vergleichen. Der Ähnlichkeitskoeffizient S berechnet sich wie folgt:

$$S = (2c/a + b) * 100$$

wobei a die Zahl der in der ersten Versuchsfläche, b die Zahl der in der zweiten Versuchsfläche und c die Zahl der in beiden Versuchsflächen nachgewiesenen Taxa ist.

Gewichtete Fundverteilung und Abundanz

Für die Berechnung einer gegenüber dem Bestandesalter gewichteten Fundverteilung bzw. gewichteten Abundanz werden aus den Funddaten die kategorie-spezifische Abundanz A_k einer Art im Sinne der Anzahl der Funde pro 100 Bäume/Subplots einer Kategorie $K = J, M, A$ (J = Jungzirbe, M = mittlere Zirbe, A = Altzirbe) ermittelt. Diese berechnet sich aus dem Hundertfachen des Quotienten aus Fundzahl F_k einer Art für eine Baumkategorie durch Anzahl B_k der Bäume/Subplots einer Kategorie:

$$A_k = F_k / B_k * 100$$

Für die gewichtete Fundverteilung werden die prozentmäßigen Anteile P_k für jede Kategorie aus der Summe aller kategoriespezifischen Abundanzen (= 100 %) berechnet:

$$P_k = A_k / (A_J + A_M + A_A) * 100$$

Tabelle 6.
Charakterisierung der Böden in den fünf Versuchsflächen.

Parameter	*	Versuchsfläche									
		Obere Issl		Wiesberg		Poschach-Kampfzone		Poschach-Hochwald		Die Niggl	
		I*	II*	I	II	I	II	I	II	I	II
Kohlenstoff (org.) (%)	O	13,9	25,8	52,8	28,4	3,5	16,7	6,6	9,8	5,5	48,5
	A	4	4,8	8,9	4,3	2,0	1,3	6	3,1	4,5	8,2
	B	3,5	3,3	3,8	5,9	1,5	1,2	5,7	3,4	2,4	3,4
	C	3,6	3,3	3,7	6,2	1,2	0,9	3,3	6,8	0,5	3,1
	D	1,8	3,8	1,7	5,0	0,4	1,7	2,1	5,1	0,6	4,3
Stickstoff (Total) (%)	O	0,78	1,15	2,14	1,16	0,18	0,56	0,19	0,31	0,14	1,68
	A	0,21	0,23	0,25	0,13	0,13	0,07	0,18	0,10	0,14	0,12
	B	0,12	0,12	0,18	0,17	0,11	0,06	0,14	0,10	0,06	0,07
	C	0,08	0,10	0,08	0,16	0,09	0,06	0,10	0,18	0,01	0,06
	D	0,16	0,14	0,14	0,15	0,02	0,07	0,06	0,16	0,07	0,08
C:N Verhältnis	O	18	22	25	24	19	30	36	32	38	29
	A	20	21	36	32	15	19	32	30	33	67
	B	28	27	22	36	14	20	40	33	38	49
	C	44	32	45	39	13	15	32	37	50	52
	D	11	26	43	34	20	24	33	31	9	53
Phosphor (P ₂ O ₅) (mg/100 g)	O	137	112	128	91	70	83	65	37	19	89
	A	102	77	24	10	67	70	69	23	44	10
	B	105	70	67	23	78	72	67	20	34	7
	C	96	66	62	37	75	78	60	26	28	5
	D	93	66	53	39	94	63	69	29	25	9
Kalium (K ₂ O) (%)	O	0,11	0,09	0,08	0,12	0,37	0,19	0,27	0,20	0,08	0,10
	A	0,14	0,12	0,11	0,08	0,56	0,42	0,30	0,28	0,17	0,04
	B	0,12	0,17	0,13	0,11	0,65	0,43	0,30	0,18	0,21	0,09
	C	0,12	0,11	0,12	0,15	0,79	0,47	0,29	0,16	0,26	0,08
	D	0,13	0,11	0,17	0,18	0,38	0,46	0,30	0,28	0,25	0,06
Calcium (CaO) (%)	O	0,33	0,38	0,43	0,20	0,27	0,34	0,18	0,06	0,04	0,25
	A	0,43	0,22	0,10	0,08	0,18	0,17	0,15	0,04	0,06	0,01
	B	0,64	0,23	0,29	0,10	0,19	0,17	0,16	0,04	0,06	0,02
	C	0,48	0,29	0,27	0,16	0,19	0,19	0,13	0,03	0,10	0,01
	D	0,54	0,23	0,31	0,23	0,28	0,15	0,15	0,06	0,08	0,01
Magnesium (MgO) (%)	O	0,65	0,37	0,06	0,08	1,09	0,72	0,63	0,52	0,11	0,09
	A	0,68	0,62	0,18	0,10	1,22	1,00	0,71	0,49	0,66	0,01
	B	1,14	0,58	0,78	0,25	1,32	0,99	0,74	0,41	0,79	0,04
	C	0,80	0,51	0,72	0,58	1,56	1,10	0,75	0,35	0,87	0,07
	D	1,25	0,53	0,77	0,76	0,97	0,96	0,78	0,56	0,87	0,03
Eisen (Fe ₂ O ₃) (%)	O	2,52	2,18	0,46	0,59	3,05	2,14	1,97	1,99	1,72	0,43
	A	3,93	4,48	2,13	0,91	3,82	2,97	2,53	2,01	3,91	0,16
	B	3,67	3,87	3,57	2,56	4,36	2,96	2,79	1,96	3,48	0,26
	C	3,72	3,48	3,77	4,94	5,60	3,26	3,03	1,51	3,04	0,47
	D	3,44	3,70	2,51	4,63	2,98	3,15	3,09	2,11	3,12	0,46
Kationenaustauschkapazität (mmol leq/100 g)	A	6,6	4,2	9,4	5,3	2,5	2,5	5,7	5,9	1,6	6,3
	B	5,4	2,9	4,9	6,6	2,2	2,3	5,0	4,4	0,8	5,6
	C	6,3	2,5	4,2	6,1	1,9	1,4	2,9	5,7	0,5	6,0
	D	3,1	3,4	2,1	5,4	1,7	2,2	1,8	6,0	0,4	6,3
* Horizont: O = Auflagehumus, Mineralboden: A = 0 - 10 cm, B = 10 - 20 cm, C = 20 - 30 cm, D = 30 - 50 cm. * I = 1. Bodenprofil, II = 2. Bodenprofil.											

Zur Berechnung der gewichteten (Gesamt-) Abundanz A_{TOT} als Fundanzahl wird die Summe aller kategorie-spezifischen Abundanzen herangezogen und auf eine Gesamtzahl B_{TOT} von 395 Bäumen/Subplots kalkuliert, um einen Vergleich mit den tatsächlich beobachteten Funddaten zu ermöglichen:

$$A_{TOT} = (A_I + A_M + A_A) / 300 * B_{TOT}$$

Stetigkeit und Phänologie der Fruktifikation

Die Bewertung der Stetigkeit und die phänologische Auswertung richtet sich nach den von HORAK (1985) beschriebenen und für diese Arbeit geringfügig modifizierten Methoden. Die Stetigkeit wird als Anzahl der Aspekte mit einem für eine bestimmte Pilzart positiven Nachweis für die jeweiligen bzw. für alle Versuchsflächen angegeben. Die spezifischen Stetigkeiten werden auch als prozentuelle Werte über alle Versuchsflächen berechnet und absteigend gereiht. Für die phänologische Bewertung werden die Funddaten nach den Aspekten Frühling (Juni, 4 Exkursionen), Sommer (Juli-August, 28 Exkursionen) und Herbst (September-Oktober, 43 Exkursionen) differenziert. Zur Abschätzung der phänologischen Tendenz werden die Werte spezifisch für die nachgewiesenen Arten und die entsprechenden taxonomischen Familien (mit > 5 Funde) dargestellt. Bei Pilzarten mit einer Stetigkeit > 3 wird eine Abschätzung der spezifischen Mächtigkeit der Abundanz bzw. Produktivität innerhalb ihrer Fruktifikationszeit versucht. Die spezifische Mächtigkeit der Abundanz wird als Quotient aus Abundanz (Anzahl der Funde) zu Stetigkeit, jene der Produktivität als Quotient aus der Anzahl der Fruchtkörper in Relation zur Stetigkeit berechnet.

3. Ergebnisse

3.1. Böden

In Tabelle 6 sind für jede Versuchsfläche wichtige Parameter der Bodenanalyse für die jeweiligen Versuchsflächen angeführt. Das C:N Verhältnis in der Humusauflage bzw. in der Tiefenstufe 0-10 cm ist generell weit. Die Phosphorgehalte im Mineralboden zeigen ein uneinheitliches Bild und können bei einzelnen Profilen relativ gering sein. Die Kalium-, Calcium- Magnesium- und Eisengehalte zeigen - auch innerhalb einer bestimmten Versuchs-

fläche - recht unterschiedliche Verhältnisse an. Die Kationenaustauschkapazität ist für alle Versuchsflächen durchwegs als sehr niedrig zu bewerten.

Die Böden in den Versuchsflächen sind sauer und unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Acidität nur geringfügig (Tabelle 7). Die gemessene aktuelle Acidität liegt im Bereich von pH 4,7 bis 5,5. Die Humusauflage zeichnet sich durch noch niedrigere Werte aus. Die pH-Werte in CaCl_2 für die potentielle Acidität liegen mit pH-Werten zwischen 3,6 bis 4,6 im Aluminium- bzw. Austauscherpufferbereich und sind typisch für basenarmes Silikatgestein. Die Daten zeigen einen deutlichen Tiefengradienten mit den niedrigsten Werten in der Humusauflage.

Tabelle 7.
Acidität des Bodens in den Versuchsflächen gemessen in aqua dest. bzw. in 0,01 M CaCl_2 -Lösung mit Differenzwerten.

pH Bodenschicht	Versuchsfläche				
	Obere Issl	Wiesberg	Poschach-Kampzone	Poschach-Hochwald	Die Niggl
pH(H_2O)					
Humusauflage	4,4	4,1	4,5	4,4	4,3
0-10 cm	5,2	4,7	4,7	4,6	5,0
10-20 cm	5,4	4,9	4,8	4,8	5,3
20-30 cm	5,5	5,0	5,0	4,8	5,4
30-50 cm	5,4	5,1	5,1	4,5	5,5
pH(CaCl_2)					
Humusauflage	3,7	3,8	3,7	3,9	3,6
0-10 cm	4,3	3,9	3,9	4,3	4,3
10-20 cm	4,4	4,1	4,1	4,3	4,5
20-30 cm	4,4	4,2	4,1	4,5	4,5
30-50 cm	4,4	4,2	4,2	4,5	4,6
pH-Differenz					
Humusauflage	0,7	0,3	0,8	0,5	0,7
0-10 cm	0,9	0,8	0,8	0,3	0,7
10-20 cm	1,0	0,8	0,7	0,5	0,8
20-30 cm	1,1	0,8	0,9	0,3	0,9
30-50 cm	1,0	0,9	0,9	0,0	0,9

3.2. Bestandesbeschreibungen (von Peter Zwirger)

Anhand der strukturanalytischen Erhebungen (soziale Stellung, Alter, Höhe, Stammdurchmesser, Kronenradius und Kronenansatz; vgl. dazu Tabelle 8 und Abbildung 4) und der durchgeführten Begehungen konnten folgende Bestandesbeschreibungen verfaßt werden, wobei die gesamte waldbauliche Situation der Versuchsflächen berücksichtigt wurde:

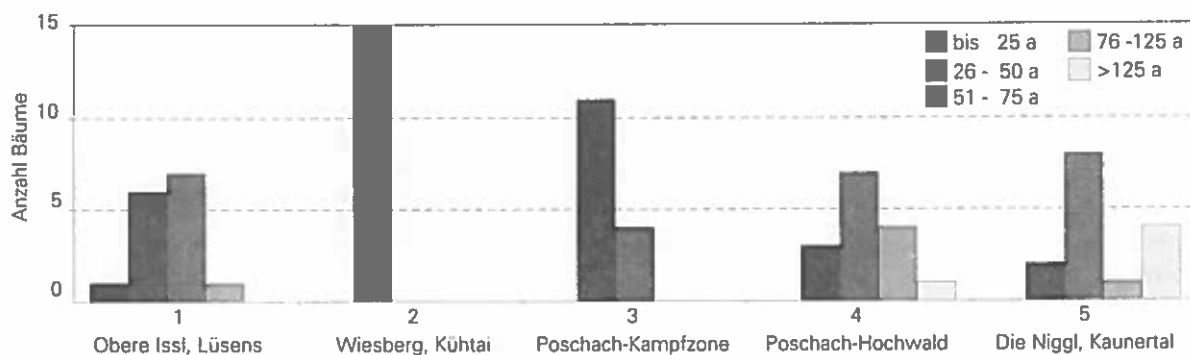
Tabelle 8.

Strukturanalytische Angaben zum Baumbestand in den untersuchten Versuchsflächen. Die Angaben beruhen auf Daten von jeweils 15 zufällig ausgewählten Bäumen. Die für die Versuchsfläche Wiesberg gezeigten Daten beschränken sich auf den aufgefórsteten Baumbestand.

Charakteristik	Versuchsfläche				
	Obere Issl	Wiesberg	Poschach - Kampfzone	Poschach - Hochwald	Die Niggl
Baumhöhe (m)					
Bereich	3,5 - 12,0	2,2 - 4,2	1,5 - 6,1	6,0 - 14,5	2,2 - 13,0
Mittelwert	6,6	3,2	3,4	9,7	7,1
Standardabweichung	2,3	0,5	1,3	2,6	3,5
Stammdurchmesser (BHD*, cm)					
Bereich	5,0 - 45,0	3,1 - 8,5	6,0 - 29,5	16,5 - 70,5	7,5 - 59,5
Mittelwert	23,2	5,5	14,8	39,1	29,5
Standardabweichung	10,7	1,4	6,7	16,2	20,6
Kronenradius (m)					
Mittelwert	1,5	0,6	1,1	2,4	1,7
Standardabweichung	0,5	0,1	0,5	0,8	0,8
Kronenansatz (m)					
Mittelwert	1,2	n. b.	0,8	n. b.	1,4
Standardabweichung	0,6	n. b.	0,2	n. b.	1,4
Alter (a)					
Bereich	27 - 121	39	29 - 57	42 - 370	45 - 547
Mittelwert	53,1	39	43,1	91,7	136,4
Standardabweichung	24,3	-	8,0	80,9	163,8

*BHD: Brusthöhendurchmesser, 150 cm über Boden

Abbildung 4.
Verteilung der Probestäume nach Altersklassen in den Versuchsflächen.



3.2.1. Versuchsfläche Obere Issl

Die Fläche liegt im Gebiet der Oberen Issl an der orographisch linken Flanke des Lüsenstales in den Stubaier Alpen. Es handelt sich um einen meist lichten Bestand mit einzelnen Zirben und Zirbengruppen (meist 2-15 Zirben) mit dichteren Bestandesteilen im Bereich von schrofigen Steilstufen. Die Bestandesfläche ist teilweise beweidet (Schafe, Rinder) und reicht bis zur Baumgrenze. Die meisten Zirben in diesem jungen Bestand sind unter 100 Jahre alt und bilden einen mehrstufigen Bestandaufbau (3-9 m). Einzelne ältere und größere Zirben stammen aus der Zeit der intensiven Almbewirtschaftung bzw. -

beweidung und sind der Ursprung des immer weiter und dichter werdenden Zirbenbestandes. In allen Bereichen stehen einzelne Zirbenverjüngungen verschiedener Altersklassen. Bei einer weiterhin rückläufigen Beweidung wird sich hier ein großflächiger geschlossener Zirbenbestand entwickeln.

3.2.2. Versuchsfläche Wiesberg

Die Versuchsfläche liegt im obersten Abschnitt des Sellraintales nahe dem Ort Kühtai in den Stubaier Alpen. Es handelt sich um eine ursprünglich weidebelastete, im Bereich der potentiellen Waldgrenze liegende Fläche, die im Jahr 1960 mit Zirbe

aufgeforstet wurde. Sie enthält auch noch wenige, etwas ältere Einzelzirben bzw. Zirbengruppen unterschiedlichen Alters (meist unter 100 Jahre alt) und einige junge Lärchen. Bei Anhalten der Aufforstungsmaßnahmen und der Verjüngungsleistungen wird sich hier ein Zirben-Lärchen-Mischbestand entwickeln.

3.2.3. Versuchsfläche Poschach-Kampfzone

3.2.4. Versuchsfläche Poschach-Hochwald

Die einander benachbarten Versuchsflächen liegen nordöstlich von Obergurgl an der orographisch rechten Seite des Gurgltales in den Ötztaler Alpen (hinteres Ötztal). Die Fläche Poschach-Kampfzone liegt im Baumgrenzbereich in einem reinen, streifenförmigen Zirbenbestand (meist Zirbenverjüngung), der sich über eine Geländerippe erstreckt. Die Fläche Poschach-Hochwald liegt im Bereich der Waldgrenze unter der Kante einer terrassenförmigen Geländeverflachung.

Im Bereich zwischen Waldgrenze und Baumgrenze (Kampfzone) beschränkt sich die Verbreitung der Zirbe vornehmlich auf Rippen, Grate und steile Felsstufen (Verbreitungsfaktoren sind Wind und Schnee). Die Zirben erreichen hier max. 4-6 m Höhe, die Zirbenverjüngung verläuft progressiv.

Unterhalb der Waldgrenze (Hochwald) besteht ein teilweise lichter Zirbenbestand mit sehr unterschiedlichem Lärchenanteil. Der nahezu einschichtige Bestand ist ca. 10-12 m hoch, wobei ältere Zirben und Lärchen auch Baumhöhen bis zu 16 m erreichen können. Aufgrund der Bestockung gibt es nur einzelne Zirbenverjüngungen in Bestandeslücken und an Bestandesrändern. Verjüngung von Lärche findet man nur in Lawinengassen. Die weitere Verbreitung und Entwicklung der Zirben im Baumgrenzenbereich ist abhängig von den zukünftigen klimatischen Bedingungen. Der geschlossene Zirben-Lärchenwald unterhalb der Waldgrenze wird sich großteils zu einem reinen Zirbenbestand entwickeln.

3.2.5. Versuchsfläche Die Niggl

Die Fläche liegt südlich des Gepatschspeichers auf einem Felskopf an der orographisch linken Seite des hinteren Kaunertales in den Ötztaler Alpen. Der Zirbenbestand besteht aus einzelnen sehr alten Zirben und lockeren Gruppen mit sehr unterschiedlichen Altersklassen (meist unter 100 Jahre). Die Altzirben erreichen Höhen bis zu 13 m. Die Zirbengruppen zeigen einen mehrschichtigen Aufbau zwischen 4-10 m. Die Naturverjüngung mit Zirbe

Tabelle 9.
Dominanzeinheiten der Vegetation (Flächenanteile in m² bzw. %) in den mykosoziologisch bewerteten Basisflächen der Versuchsflächen.

Dominanzeinheit	Flächenanteile für alle Versuchsflächen		spezifische Flächenanteile in % für die Versuchsflächen				
	in m ²	in %	Obere Issl	Wiesberg	Poschach-Kampfzone	Poschach-Hochwald	Die Niggl
Reintypen (RT)							
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> -RT	0,6	< 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Gras-RT	274,1	12,3	10,7	0,6	5,0	25,1	7,6
<i>Juniperus alpina</i> -RT	60,7	2,7	0,9	0,0	0,0	8,7	0,0
<i>Loiseleuria procumbens</i> -RT	1,6	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0
Moos-RT	5,2	0,2	0,3	0,1	1,7	0,0	0,0
<i>Rhododendron ferrugineum</i> -RT	606,0	27,2	24,4	56,6	2,3	29,8	23,2
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> -RT	6,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4
<i>Vaccinium myrtillus</i> -RT	126,1	5,7	0,0	16,5	12,2	0,0	9,2
<i>Vaccinium gaultheroides</i> -RT	32,0	1,4	0,0	0,3	13,1	0,0	0,7
Mischtypen (MT)							
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> -MT	27,2	1,2	0,0	0,0	0,6	0,0	4,0
Gras-MT	117,1	5,3	18,0	0,2	11,0	1,3	0,0
<i>Juniperus alpina</i> -MT	25,7	1,2	4,6	0,0	0,0	0,6	0,0
<i>Loiseleuria procumbens</i> -MT	2,2	0,1	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0
<i>Rhododendron ferrugineum</i> -MT	280,2	12,6	25,5	10,4	0,6	10,3	9,9
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> -MT	2,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
<i>Vaccinium myrtillus</i> -MT	143,4	6,4	0,0	12,5	7,2	0,0	14,9
<i>Vaccinium gaultheroides</i> -MT	100,9	4,5	0,0	1,0	31,1	0,0	5,5
ohne Vegetation:	414,7	18,6	15,6	1,8	13,2	23,3	24,4
Total	2226,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

verläuft progressiv, die überwiegende Zahl der Jungbäume ist 0,3-0,5 m hoch, die Verjüngung ist gesund und vital. Auf den unzugänglichen Standorten sieht man anhand der progressiven Naturverjüngung die rasche Entwicklung zum Zirbenbestand mit lockeren Großgruppen und geschlossenen Kleingruppen. Bei einer weiterhin rückläufigen Beweidung wird sich diese Bestandesreform im hinteren Kaunertal großflächig entwickeln können.

3.3. Vegetation in den mykosoziologisch bewerteten Flächen

Bei der Beurteilung der Vegetation in den Basisflächen (Tabelle 9) zeigte sich, daß generell die Dominanzeinheiten mit *Rhododendron ferrugineum*, Gras und *Vaccinium myrtillus* als Rein- bzw. Mischtyp die größten Flächenanteile aufweisen. Abweichend davon konnten in der Versuchsfläche Poschach-Kampfbzone der *Vaccinium gaultheroides* Rein- bzw. Mischtyp mit hohen Flächenanteilen festgestellt werden. Außerdem zeigte sich, daß mit Ausnahme der Auffortungsfläche Wiesberg große Teile der bewerteten Flächen ohne Vegetation sind.

3.4. Bodenfeuchte, Acidität und organische Substanz in den mykosoziologisch bewerteten Flächen

Die an mehreren Terminen ermittelten und in Tabelle 10 dargestellten Werte für die Bodenfeuchte im Fruktifikationshorizont der mykosoziologisch bewerteten Flächen zeigen, daß für die Versuchsflächen Wiesberg und Die Niggl ein Wassergehalt von 60% bis 70 % typisch ist. Die Werte für die Fläche Obere Issl liegen vergleichsweise etwas niedriger. Für die beiden Versuchsflächen in Poschach liegen die Werte für jeden Probenahmetermin unter 40%.

Die mykosoziologisch bewerteten Flächen an den fünf Untersuchungsstandorten unterscheiden sich nur geringfügig hinsichtlich der Acidität in der obersten Bodenschicht (0-5 cm, ohne Streuauflage) (Tabelle 10). Die Werte für die potentielle Acidität liegen zwischen pH 3,3 und 4,2, die der aktuellen Acidität zwischen pH 4,1 und 5,1. Sie unterscheiden sich damit kaum von den Werten der Bodenprofile für die Humusaufgabe (vgl. 3.1.).

Deutlich unterscheiden sich die Versuchsflächen im Fruktifikationshorizont des Bodens hinsichtlich des Anteils an organischer Substanz (Tabelle 11). Der höchste Wert kann für die Versuchsfläche Wiesberg bestimmt werden, wo rund 90 % der obersten Bodenschicht organisch sind. An den Standorten Obere Issl und Die Niggl liegen die entsprechenden

Tabelle 10.

Acidität (pH_{H_2O} , pH_{CaCl_2}) mit Differenzwerten (ΔpH) und Bodenfeuchte (% Wassergehalt) in den mykosoziologisch bewerteten Flächen der untersuchten Versuchsflächen. Die Angaben für einen Termin beruhen auf Daten von 10 Proben aus der obersten Bodenschicht (0-5 cm, ohne Streuauflage und Vegetation) bei zufällig ausgewählten Probebäumen.

Versuchsfläche	Termin	pH_{H_2O}		pH_{CaCl_2}		ΔpH		Bodenfeuchte in %	
		\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x
Obere Issl	09.06.1992	4,1	0,2	3,6	0,3	0,6	0,2	47,1	11,4
	01.10.1992	4,5	0,3	3,5	0,3	1,0	0,2	46,7	20,9
	24.06.1993	4,4	0,2	3,4	0,2	1,0	0,1	62,8	11,3
	21.10.1993	4,4	0,3	3,5	0,4	0,9	0,2	53,6	14,7
Wiesberg	23.06.1992	4,3	0,3	3,6	0,4	0,8	0,2	63,8	12,5
	12.11.1992	4,5	0,5	3,5	0,3	1,0	0,2	64,1	10,1
	15.07.1993	4,3	0,2	3,3	0,3	1,0	0,2	74,5	6,5
	12.10.1993	4,4	0,3	3,5	0,4	0,9	0,2	68,3	15,9
Poschach-Kampfbzone	09.07.1992	4,7	0,2	3,7	0,2	1,0	0,1	33,5	11,0
	05.10.1992	4,8	0,4	3,8	0,3	1,0	0,2	36,0	11,5
	29.06.1993	4,6	0,3	3,8	0,3	0,8	0,1	30,6	11,6
	19.10.1993	4,7	0,2	3,8	0,3	0,9	0,1	39,2	10,7
Poschach-Hochwald	29.06.1993	4,9	0,4	4,0	0,5	0,8	0,2	37,4	8,0
	19.10.1993	5,1	0,6	4,2	0,6	1,0	0,2	36,4	16,0
Die Niggl	07.07.1992	4,1	0,3	3,3	0,4	0,8	0,2	63,1	11,6
	07.10.1992	4,6	0,3	3,4	0,2	1,2	0,3	63,6	11,8
	21.06.1993	4,5	0,5	3,6	0,5	0,9	0,3	63,3	20,1
	14.10.1993	4,3	0,3	3,4	0,3	0,9	0,2	72,4	8,9

Tabelle 11.

Organische Substanz (in % des Trockengewichtes) in den mykosoziologisch bewerteten Flächen der untersuchten Versuchsflächen. Die Angaben beruhen auf Daten von 10 Einzelproben aus der obersten Bodenschicht (0-5 cm, ohne Streuauflage und Vegetation) bei zufällig ausgewählten Probestäumen.

Versuchsfläche	Termin der Probennahme	Organische Substanz (%)	
		\bar{x}	s_x
Obere Issl	24. 6. 1993	61,2	27,6
Wiesberg	15. 7. 1993	89,5	9,1
Poschach-Kampfbzone	29. 6. 1993	23,6	18,0
Poschach-Hochwald	29. 6. 1993	19,1	11,2
Die Niggl	21. 6. 1993	63,8	25,0

Werte bei 61,2 % bzw. 63,8 %, während für die beiden Untersuchungsflächen in Poschach mit 23,6 % für die Kampfbzone und 19,1 % für den Hochwald auffallend niedrige Werte festzustellen sind.

3.5. Liste der Ektomykorrhizapilze

Im Beobachtungszeitraum 1991-94 wurden 751 Pilzfunde registriert und ausgewertet. 702 Funde konnten identifiziert bzw. beschrieben werden. Bei den verbleibenden Funden war eine Bestimmung nur bis auf die Ebene der Gattung bzw. Untergattung

Tabelle 12.

Systematische Liste der im Untersuchungszeitraum 1991-94 in den jeweiligen Versuchsflächen nachgewiesenen Ektomykorrhizapilze.

Species	
Boletales Boletaceae <i>Chalciporus piperatus</i> (Bull. : Fr.) Bat. <i>Suillus placidus</i> (Bon.) Singer <i>Suillus plorans</i> (Roll.) Singer <i>Suillus sibiricus</i> Singer <i>Xerocomus spadiceus</i> (Fr.) Quél. Paxillaceae <i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr. Gomphidiaceae <i>Chroogomphus helveticus</i> (Singer) Moser ssp. <i>helveticus</i> Agaricales Hygrophoraceae <i>Hygrophorus camarophyllus</i> (Alb. & Schwein. : Fr.) Dumée et al. Tricholomataceae <i>Laccaria laccata</i> (Scop.: Fr.) Berk. & Broome <i>Laccaria montana</i> Singer <i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff. : Fr.) P. Kumm. <i>Tricholoma</i> sp. (94/15) <i>Tricholoma</i> sp. (94/43) Entolomataceae <i>Entoloma (Rhodophyllus) cucullatum</i> Favre <i>Entoloma cuneatum</i> (Bres.) Moser <i>Entoloma infula</i> (Fr.) Noord. <i>Entoloma mammosum</i> (Fr.) Hesler <i>Entoloma aff. porphyrophaeum</i> (Fr.) P. Karst. <i>Entoloma</i> sp. (93/13) Amanitaceae <i>Amanita muscaria</i> (L. : Fr.) Hook. Cortinariaceae <i>Cortinarius (Lep.)</i> sp. (92/5) <i>Cortinarius (Phl.) allutus</i> (Secr.) Fr. <i>Cortinarius (Phl.) latus</i> Fr. <i>Cortinarius (Phl.) multififormis</i> (Fr.) Fr. var. <i>coniferarum</i> Moser <i>Cortinarius (Phl.)</i> sp. (92/32) <i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i> (Fr. : Fr.) Fr. <i>Cortinarius (Ser.) aff. diabolicus</i> Fr. <i>Cortinarius (Tel.) acutus</i> Fr. <i>Cortinarius (Tel.) brunneus</i> (Pers. : Fr.) Fr. <i>Cortinarius (Tel.) aff. duracinus</i> Fr. var. <i>raphanicus</i> Moser	<i>Cortinarius (Tel.) ceraceus</i> (Moser) Moser <i>Cortinarius (Tel.) fasciatus</i> Fr. <i>Cortinarius (Tel.) aff. fasciatus</i> Fr. <i>Cortinarius (Tel.) flexipes</i> (Pers.: Fr.) Fr. ss. Kühner <i>Cortinarius (Tel.) fulvescens</i> Fr. ss. Favre <i>Cortinarius (Tel.) aff. laetissimus</i> R. Hry. <i>Cortinarius (Tel.) laetus</i> Moser <i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i> Fr. <i>Cortinarius (Tel.) privignorum</i> R. Hry. <i>Cortinarius (Tel.) aff. serratissimus</i> Moser <i>Cortinarius (Tel.) striaepilus</i> Favre <i>Cortinarius (Tel.)</i> sp. (92/10) <i>Cortinarius (Tel.)</i> sp. (94/14) <i>Cortinarius (Tel.)</i> sp. (94/40) <i>Cortinarius (Tel.)</i> sp. (94/42) <i>Dermocybe chrysolitus</i> (Kauff.) <i>Dermocybe cinnamomea</i> (L. : Fr.) Moser <i>Dermocybe crocea</i> (Schaeff.) Moser <i>Dermocybe luteomarginata</i> Moser (ined.) <i>Dermocybe aff. norvegica</i> (Hoil.) <i>Dermocybe pallidipes</i> Moser <i>Dermocybe sanguinea</i> (Wulfen : Fr.) Wünsche <i>Hebeloma mesophaeum</i> (Pers. : Fr.) Quél. <i>Hebeloma sinapizans</i> (Paulet : Fr.) Gillet <i>Hebeloma stenocystis</i> Favre <i>Hebeloma syrjense</i> P. Karst. <i>Hebeloma</i> sp. (92/27) <i>Inocybe brevispora</i> Huijsm. <i>Inocybe fuscidula</i> Velen. <i>Inocybe hirtella</i> Bres. <i>Inocybe lucifuga</i> (Fr.) Quél. fm. <i>gralla</i> Furrer <i>Inocybe aff. rhacodes</i> Favre <i>Inocybe subnudipes</i> Kühner <i>Inocybe aff. tenuicystidiata</i> Horak & Stangl Russulales/Russulaceae <i>Lactarius mitissimus</i> Fr. <i>Lactarius necator</i> (J. F. Gmel. : Fr.) Pers. <i>Lactarius rufus</i> (Scop. : Fr.) Fr. <i>Russula decolorans</i> (Fr.) Fr. <i>Russula emetica</i> Schaeff. : Fr. var. <i>silvestris</i> Singer <i>Russula aff. heterophylla</i> (Fr.) Fr. <i>Russula mustelina</i> Fr. <i>Russula nauseosa</i> (Pers.: Schwein.) Fr. ss. Bres.

Tabelle 13.
Reihung der nachgewiesenen Mykorrhizapilzarten nach Mächtigkeit ihrer Verbreitung in den untersuchten Versuchsflächen und versuchsflächenspezifische Gruppenbildung.

Species	Obere Issl	Wiesberg	Poschach-Kampfzone	Poschach-Hochwald	Die Niggl
<i>Chroogomphus helveticus</i>	+	+	+	+	+
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	+	+	+	+	+
<i>Dermocybe crocea</i>	+	+	+	+	+
<i>Suillus placidus</i>	+	+	+	+	+
<i>Suillus plorans</i>	+	+	+	+	+
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	+		+	+	
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	+		+	+	
<i>Laccaria montana</i>	+		+	+	
<i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i>	+			+	+
<i>Lactarius mitissimus</i>	+			+	+
<i>Lactarius rufus</i>	+			+	+
<i>Cortinarius (Phl.) allutus</i>		+		+	+
<i>Cortinarius (Tel.) brunneus</i>		+		+	+
<i>Entoloma cuneatum</i>	+	+			
<i>Cortinarius (Tel.) ceraceus</i>	+				+
<i>Cortinarius (Phl.) multiformis var. coniferarum</i>		+			+
<i>Dermocybe chrysotus</i>		+			+
<i>Entoloma infula</i>			+		+
<i>Chalciporus piperatus</i>	+			+	
<i>Cortinarius (Tel.) fulvescens</i>	+			+	
<i>Cortinarius (Tel.) striaepilus</i>	+			+	
<i>Laccaria laccata</i>	+			+	
<i>Suillus sibiricus</i>	+			+	
<i>Inocybe brevispora</i>				+	+
<i>Inocybe aff. rhacodes</i>				+	+
<i>Entoloma aff. porphyrophaeum</i>	+				
<i>Hebeloma sinapizans</i>	+				
<i>Inocybe hirtella</i>	+				
<i>Inocybe lucifuga fm. gralla</i>	+				
<i>Inocybe subnudipes</i>	+				
<i>Inocybe aff. tenuicystidiata</i>	+				
<i>Russula aff. heterophylla</i>	+				
<i>Russula mustelina</i>	+				
<i>Russula nauseosa</i>	+				
<i>Tricholoma terreum</i>	+				
<i>Cortinarius (Ser.) aff. diabolicus</i>		+			
<i>Cortinarius (Tel.) aff. duracinus var. raphanicus</i>		+			
<i>Cortinarius (Tel.) fasciatus</i>		+			
<i>Cortinarius (Tel.) aff. laetissimus</i>		+			
<i>Cortinarius (T.) aff. serratissimus</i>		+			
<i>Dermocybe pallidipes</i>		+			
<i>Entoloma (Rhodoph.) cucullatum</i>		+			
<i>Entoloma mammosum</i>		+			
<i>Hebeloma mesophaeum</i>		+			
<i>Hebeloma stenocystis</i>		+			
<i>Cortinarius (Tel.) flexipes</i>			+		
<i>Cortinarius (Tel.) privignorum</i>			+		
<i>Amanita muscaria</i>				+	
<i>Cortinarius (Phl.) latus</i>				+	
<i>Cortinarius (Tel.) acutus</i>				+	
<i>Cortinarius (Tel.) aff. fasciatus</i>				+	
<i>Cortinarius (Tel.) laetus</i>				+	
<i>Dermocybe luteomarginata</i>				+	
<i>Dermocybe sanguinea</i>				+	
<i>Hebeloma syrjense</i>				+	
<i>Inocybe fuscicula</i>				+	
<i>Hygrophorus camarophyllus</i>					+
<i>Lactarius necator</i>					+
<i>Paxillus involutus</i>					+
<i>Russula decolorans</i>					+
<i>Russula emetica var. silvestris</i>					+
<i>Xerocomus spadiceus</i>					+

möglich, weil meist entsprechende Stadien der Fruchtkörperentwicklung fehlten oder die Fruchtkörper in einem schlechten Zustand waren.

Im Verlauf der Untersuchung konnten aus den fünf Versuchsflächen insgesamt 73 verschiedene Ektomykorrhizapilze identifiziert bzw. beschrieben werden (Tabelle 12). Den größten Anteil an der systematischen Vielfalt bilden dabei die Taxa aus den Cortinariaceae. Vor allem konnten zahlreiche, oft sehr schwer zu bestimmende Arten aus der Untergattung *Telamonia* nachgewiesen werden. Überraschend groß war auch die Artenzahl für die Gattung *Dermocybe*, die in den Versuchsflächen mit 7 verschiedenen Taxa vertreten ist. Bemerkenswert ist außerdem der Nachweis von *Chalciporus piperatus* bei der hochsubalpinen Zirbe.

3.6. Mykofloristischer Vergleich der Versuchsflächen

Ein in Tabelle 13 dargestellter Vergleich der Artenzusammensetzung in den einzelnen Versuchsflächen zeigt, daß die Pilze hinsichtlich der Mächtigkeit ihrer Verbreitung in den Versuchsflächen differenziert werden können. Nur fünf Zirbenbegleiter waren in allen Versuchsflächen nachzuweisen. Für 20 Pilze konnte eine Verbreitung an zwei bzw. drei Versuchsstandorten festgestellt werden, während der überwiegende Teil der identifizierten Pilze (37 Taxa) jeweils nur in einer der Versuchsflächen aufgesammelt werden konnte. Ein in Tabelle 14 dargestellter, nach CHRISTENSEN (1981) durchgeführter Vergleich der Artenzusammensetzung in den einzelnen Versuchsflächen zeigt, daß die berechneten Ähnlichkeitskoeffizienten für die Versuchsflächenpaare zwischen 24 % (Obere Issl - Wiesberg) bis 50 % (Obere Issl - Poschach-Hochwald) liegen. Somit unterscheidet sich keine der Versuchsflächen im Sinne eines krassen „Outlier“ von allen anderen Probestandorten.

Tabelle 14.
Ähnlichkeitskoeffizienten in Prozent (nach CHRISTENSEN, 1981) für die Versuchsflächen hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung und für den Untersuchungszeitraum 1991-94. Alle identifizierten bzw. beschriebenen Taxa wurden berücksichtigt.

Versuchsfläche	Obere Issl	Wiesberg	Poschach-Kampfzone	Poschach-Hochwald
Wiesberg	24			
Poschach-Kampfzone	38	32		
Poschach-Hochwald	50	26	36	
Die Niggl	32	39	46	41

3.7. Abundanz

Die höchsten Abundanzen über alle Versuchsflächen hatten *Chroogomphus helveticus* ssp. *helveticus* mit 128, *Suillus plorans* mit 99, *Suillus placidus* mit 95, *Cortinarius* (Ser.) *anomalus* mit 61 und *Dermocybe crocea* mit 53 Funden (Tabelle 15). Diese Arten konnten außerdem in allen Versuchsflächen nachgewiesen werden. Von den verbleibenden Arten waren 9 in drei Versuchsflächen, 13 in zwei und 50 lediglich in einer Versuchsfläche mit meist wesentlich geringeren Abundanzen festzustellen. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß *Suillus sibiricus* als typischer Zirbenbegleiter nur mit vier Funden und lediglich in zwei Versuchsflächen notiert werden konnte. Außerdem fällt auf, daß die spezifischen Fundzahlen für die jeweiligen Versuchsflächen stark variieren und daß *Lactarius rufus* und *Russula decolorans* nicht in allen Versuchsflächen gefunden werden konnten, obwohl sie sich durch eine noch relativ hohe Gesamtabundanz auszeichnen.

Betrachtet man die prozentuellen Fundanteile nach den entsprechenden taxonomischen Familien (Abbildung 5), so wird evident, daß die Cortinariaceae mit 38 % am meisten zur Abundanz der Zirbenpilze beitragen. Hohe bzw. mittlere Abundanzen zeigen die Boletaceae mit 27 %, die Gomphidiaceae mit 17 % und die Russulaceae mit 11 % der Funde. Alle übrigen Familien erreichen zusammen nur 7 % der Funde. Differenziert man Fundanteile nach Gattungen bzw. Untergattungen (Abbildung 6), so erkennt man, daß die Arten aus *Suillus*, *Chroogomphus*, *Telamonia*,

Dermocybe, *Sericeocybe*, *Lactarius* und *Russula* den überwiegenden Teil der Funde stellen.

Ein Vergleich der jährlichen Abundanzen pro Subplot für die einzelnen Versuchsflächen ergibt (Abbildung 7), daß im Durchschnitt meist weniger als 1 Fund pro Subplot bzw. pro bewerteten Baum zu verzeichnen war. Besonders gering waren die Abundanzen für die Versuchsflächen Wiesberg und Poschach-Kampfbzone, wo durchschnittlich pro Jahr nur für jeden fünften bzw. dritten Baum ein Fund gezählt werden konnte. Außerdem zeigten sich vergleichsweise geringfügige Jahresschwankungen. Etwas höher waren die jährlichen Abundanzwerte für die Versuchsflächen Obere Issl und Die Niggel, die außerdem einer deutlichen Jahr zu Jahr Fluktuation unterlagen. In der Versuchsfläche Poschach-Hochwald waren durchwegs sehr hohe Abundanzen pro Subplot mit einer recht großen jährlichen Variabilität zu verzeichnen.

Betrachtet man die Jahresabundanzen pro Flächeneinheit (Abbildung 8), zeigt sich für die einzelnen Versuchsflächen, daß pro 100 m² bewerteter Fläche durchschnittlich etwa 5 bis 13 Funde zu verzeichnen waren. Hohe durchschnittliche Jahresabundanzen mit über 10 Funden pro 100 m² Fläche wurden in den Versuchsflächen Wiesberg und Poschach-Hochwald erzielt. Eine vergleichsweise niedrige Jahresabundanz ergab sich für die Fläche Die Niggel mit durchschnittlich 5 Funden pro Beobachtungsjahr. Die jährlichen Schwankungen waren, bis auf die Versuchsfläche Poschach-Kampfbzone, recht beträchtlich.

Abbildung 5.
Verteilung der Funde (in %) nach Familien für alle Versuchsflächen im Beobachtungszeitraum 1991-94).

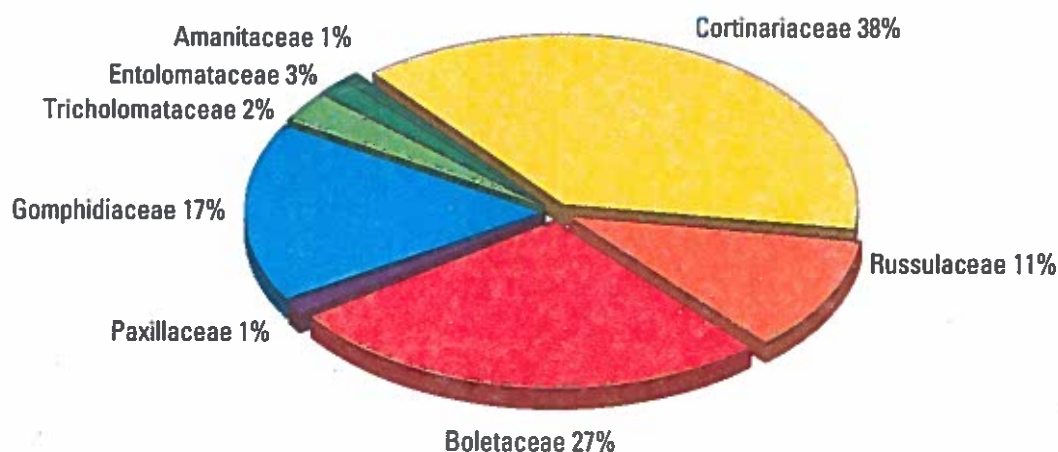


Tabelle 15.
Abundanz (Anzahl der Funde) der im Untersuchungszeitraum 1991-94 in den jeweiligen Versuchsflächen nachgewiesenen Ekomykorrhizapilze.

Species	Total (alle VF*)	Versuchsfläche				Total (alle VF*)	Species	Total (alle VF*)	Versuchsfläche				Die Nigl
		Obere Isst	Wiesberg	Poschach - Kampfzone	Poschach - Hochwald				Obere Isst	Wiesberg	Poschach - Kampfzone	Poschach - Hochwald	
<i>Amanita muscaria</i>	6	-	-	-	6	-	<i>Entoloma sp. (94/13)</i>	1	-	-	-	-	1
<i>Chalciporus piperatus</i>	3	1	-	-	2	-	<i>Entoloma sp.</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Chroogomphus helveticus</i>	128	18	17	41	46	6	<i>Hebeloma mesophaeum</i>	1	-	1	-	-	-
<i>Cortinarius (Lep.) sp. (92/5)</i>	1	-	-	-	1	-	<i>Hebeloma sinapizans</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Cortinarius (Phl.) alutus</i>	12	-	1	-	5	6	<i>Hebeloma stenocystis</i>	1	-	1	-	-	-
<i>Cortinarius (Phl.) latus</i>	1	-	-	-	1	-	<i>Hebeloma synense</i>	1	-	-	-	1	-
<i>Cortinarius (Phl.) multififormis var. coniferarum</i>	2	-	1	-	-	1	<i>Hebeloma sp. (92/27)</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Cortinarius (Phl.) sp. (92/32)</i>	1	-	-	-	1	-	<i>Hygrophorus camarophyllus</i>	1	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	61	15	27	5	8	6	<i>Inocybe brevispora</i>	2	-	-	-	1	1
<i>Cortinarius (Ser.) aff. diabolicus</i>	1	-	1	-	-	-	<i>Inocybe fuscidula</i>	1	-	-	-	1	-
<i>Cortinarius (Ser.) spp.</i>	4	2	1	-	1	-	<i>Inocybe hirtella</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Cortinarius (Tel.) acutus</i>	1	-	-	-	1	-	<i>Inocybe lucifuga fm. gralla</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Cortinarius (Tel.) brunneus</i>	4	-	1	-	1	-	<i>Inocybe aff. rhacodes</i>	4	-	-	-	1	3
<i>Cortinarius (Tel.) cerceus</i>	2	1	-	-	-	1	<i>Inocybe subnudipes</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Cortinarius (Tel.) aff. duracinus var. raphanicus</i>	1	-	1	-	-	-	<i>Inocybe aff. tenuicystidata</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Cortinarius (Tel.) fasciatus</i>	1	-	-	-	-	-	<i>Inocybe sp. (94/8)</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Cortinarius (Tel.) aff. fasciatus</i>	1	-	-	-	1	-	<i>Inocybe (Inocibium) spp.</i>	4	-	-	-	3	1
<i>Cortinarius (Tel.) flexipes</i>	1	-	-	-	-	-	<i>Laccaria laccata</i>	8	4	-	-	4	-
<i>Cortinarius (Tel.) fulvescens</i>	17	1	-	-	16	-	<i>Laccaria montana</i>	6	2	-	2	-	-
<i>Cortinarius (Tel.) aff. laetissimus</i>	1	-	1	-	-	-	<i>Lactarius mitissimus</i>	17	1	-	-	7	9
<i>Cortinarius (Tel.) laetus</i>	2	-	-	-	2	-	<i>Lactarius necator</i>	2	-	-	-	-	2
<i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i>	18	3	-	-	14	1	<i>Lactarius rufus</i>	31	6	-	-	22	3
<i>Cortinarius (Tel.) privignorum</i>	1	-	-	1	-	-	<i>Paxillus involutus</i>	7	-	-	-	-	7
<i>Cortinarius (Tel.) aff. serratisimus</i>	1	-	1	-	-	-	<i>Russula decolorans</i>	25	-	-	-	-	25
<i>Cortinarius (Tel.) striepilus</i>	5	3	-	-	2	-	<i>Russula emetica var. silvestris</i>	3	-	-	-	-	3
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (92/10)</i>	1	1	-	-	-	-	<i>Russula aff. heterophylla</i>	2	2	-	-	-	-
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (94/14)</i>	1	-	-	-	1	-	<i>Russula mustelina</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (94/40)</i>	2	-	-	-	-	2	<i>Russula nauseosa</i>	3	3	-	-	-	-
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (94/42)</i>	39	6	2	1	22	8	<i>Russula sp.</i>	1	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) spp.</i>	2	-	-	-	-	-	<i>Suillus placidus</i>	95	21	7	15	39	13
<i>Dermocybe chrysotus</i>	2	-	1	-	-	1	<i>Suillus plorans</i>	99	13	41	2	30	13
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	6	2	-	1	3	-	<i>Suillus sibiricus</i>	4	3	-	-	1	-
<i>Dermocybe crocea</i>	53	25	2	2	22	2	<i>Tricholoma terreum</i>	1	1	-	-	-	5
<i>Dermocybe luteomarginata</i>	9	-	-	-	1	-	<i>Tricholoma sp. (94/15)</i>	5	-	-	-	-	-
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	1	-	-	-	-	-	<i>Tricholoma sp. (94/43)</i>	1	-	-	-	1	-
<i>Dermocybe pallidipes</i>	11	-	11	-	-	-	<i>Xerocomus spadicus</i>	1	-	-	-	-	1
<i>Dermocybe sanguinea</i>	1	-	-	-	1	-	Anzahl der nachgewiesenen Taxa	78	34	22	12	36	29
<i>Entoloma (Rhodophyllus) cucullatum</i>	2	-	2	-	-	-	Anzahl der Funde	751	152	126	73	272	128
<i>Entoloma cuneatum</i>	3	1	2	-	-	-	Anzahl der identifizierten bzw. beschriebenen Taxa	73	31	20	11	33	26
<i>Entoloma infula</i>	2	-	-	1	-	1	Anzahl der Funde identifizierter bzw. beschriebener Taxa	702	143	123	72	246	118
<i>Entoloma mammosum</i>	3	-	3	-	-	-							
<i>Entoloma aff. porphyrophaeum</i>	1	1	-	-	-	-							

*VF = Versuchsflächen.

Abbildung 6.
Abundanz (Fundanteile in %) nach Gattungen bzw. Untergattungen in den fünf Versuchsflächen. Reihung nach Gesamtabundanz.

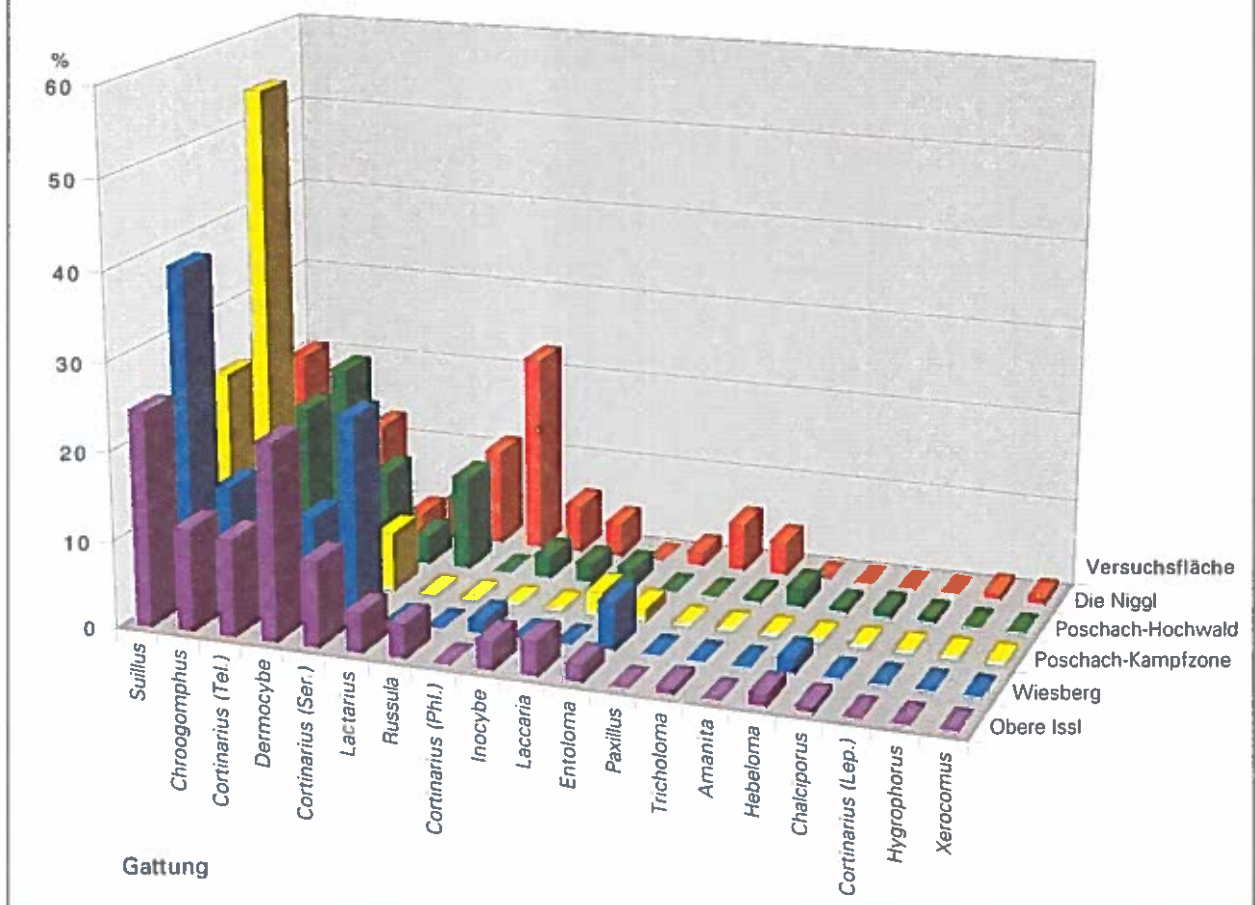


Abbildung 7.
Bereich der jährlichen und durchschnittlichen Abundanz pro Subplot im Beobachtungszeitraum 1991-94.

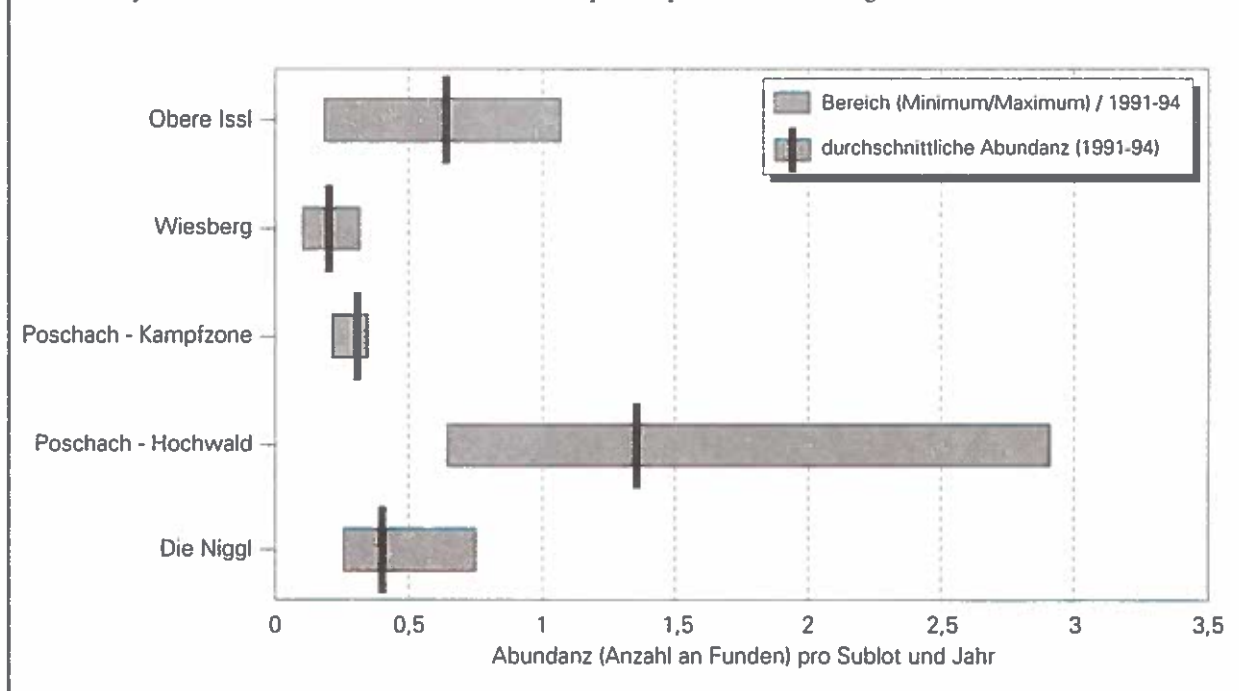
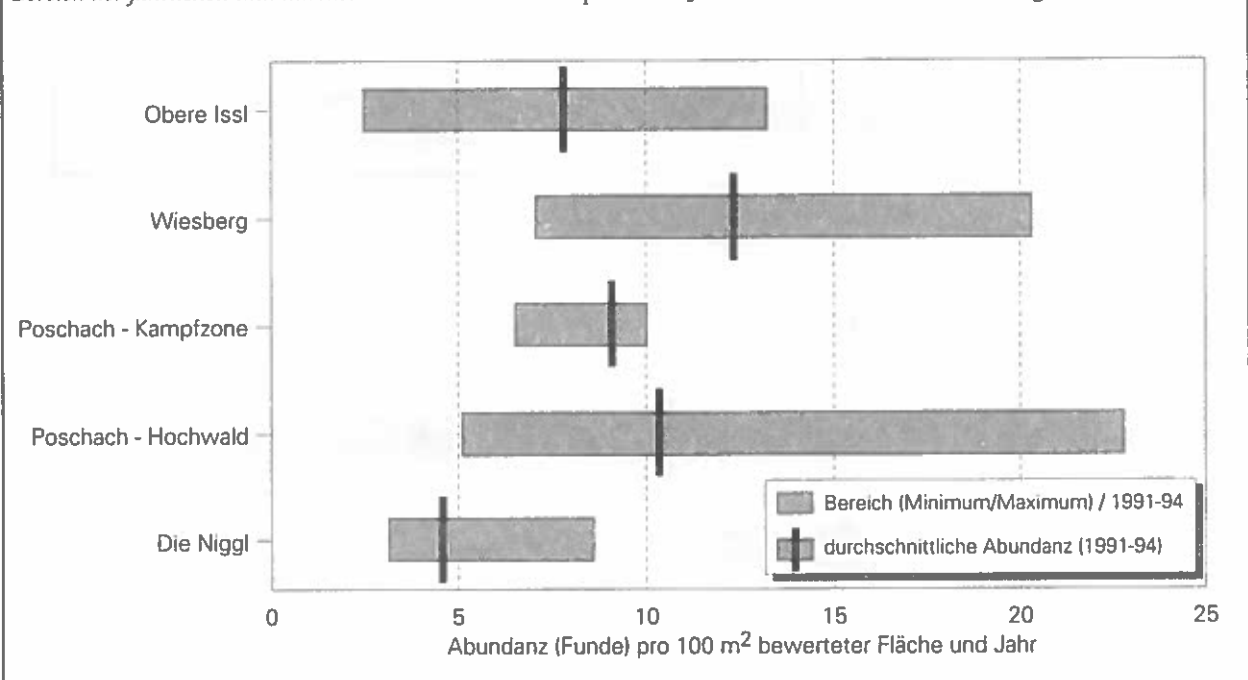


Abbildung 8.
Bereich der jährlichen und durchschnittlichen Abundanz pro 100 m² bewerteter Fläche im Beobachtungszeitraum 1991-94.



3.8. Produktivität

In Summe wurden über den Beobachtungszeitraum 1929 Fruchtkörper von vermuteten Mykorrhizapilzen gezählt (Tabelle 16). Berücksichtigt man alle Versuchsflächen, so zeigt *Suillus placidus* die höchste Produktivität, gefolgt von *Lactarius rufus*, *Suillus*

plorans, *Chroogomphus helveticus*, *Cortinarius* (Ser.) *anomalus*, *Dermocybe crocea* und *Lactarius mitissimus* mit ebenfalls recht hohen Fruchtkörperzahlen. Andere Arten, wie z. B. *Cortinarius obtusus*, *C. fulvescens*, *Dermocybe pallidipes*, *D. aff. norvegica*, *Russula decolorans*, und *Laccaria laccata* weisen mittlere Produktivitäten auf, während der überwiegende

Abbildung 9.
Bereich der jährlichen und durchschnittlichen Produktivität pro Subplot im Beobachtungszeitraum 1991-94.

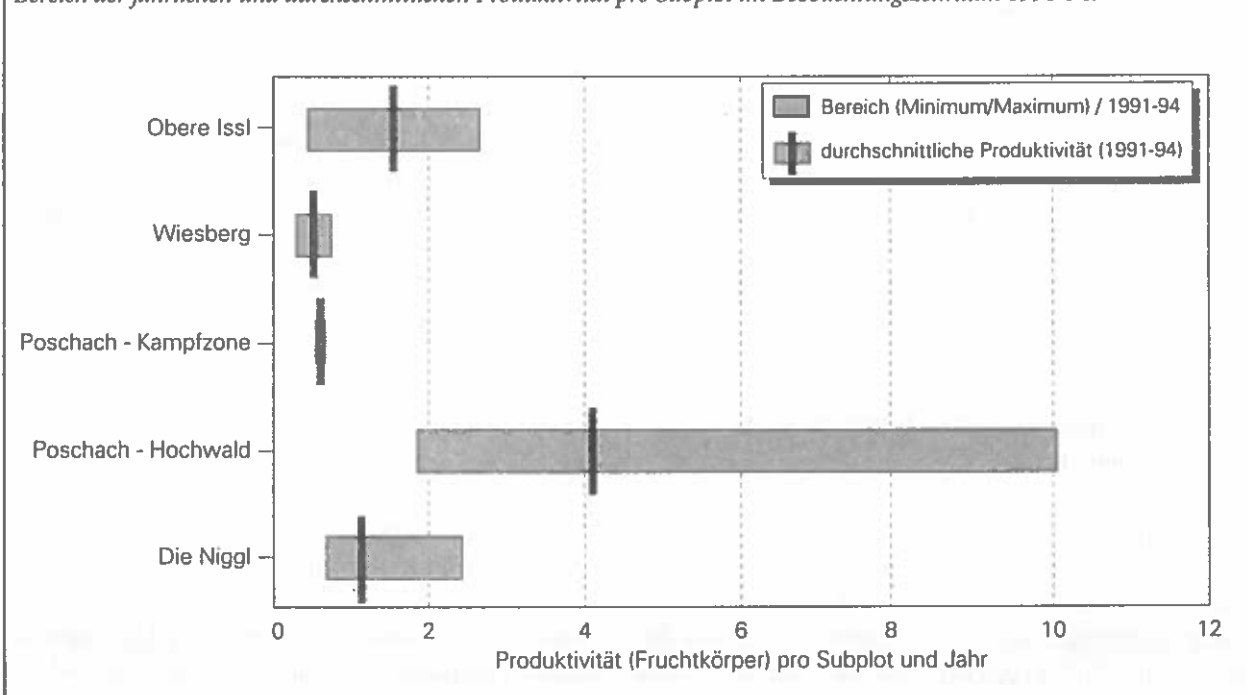
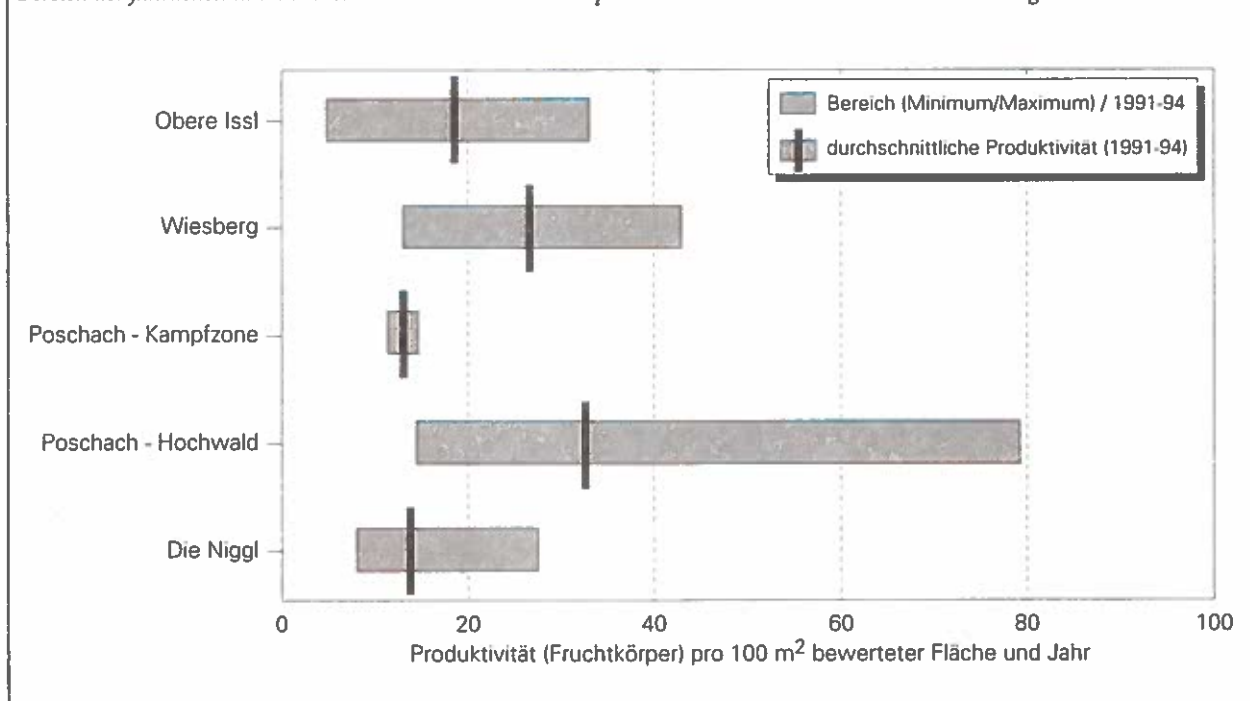


Abbildung 10.
Bereich der jährlichen und durchschnittlichen Produktivität pro 100 m² bewerteter Fläche im Beobachtungszeitraum 1991-94.



Teil der nachgewiesenen Taxa mit weit weniger, oft nur mit einem Fruchtkörper, notiert werden konnten. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß wenig fundabundante Arten wie z. B. *Lactarius rufus* und *L. mitissimus* Produktivitäten aufweisen, die mit jenen der häufigen Zirbenbegleiter (*Suillus placidus*, *S. plorans*, *Chroogomphus helveticus*) durchaus vergleichbar sind.

Eine Betrachtung der jährlichen Produktivität pro Subplot bzw. pro Flächeneinheit ergibt ein ähnliches Bild (Abbildung 9 und 10), wie es für die Jahresabundanzen bereits gezeigt worden ist (vgl. 3.7.). Die festgestellte durchschnittliche Jahresproduktivität liegt zwischen 0,4 und 4,0 Fruchtkörper pro Subplot bzw. 13,8 bis 32,1 Fruchtkörper pro 100 m². Bemerkenswert dabei sind die recht deutlichen Unterschiede in der durchschnittlichen Jahresproduktivität und Fluktuationsbreite, vor allem zwischen den Versuchsflächen Poschach-Kampfzone und Poschach-Hochwald.

3.9. Abundanz und Produktivität nach Versuchsflächen

Eine Reihung der jeweils fünf häufigsten bzw. produktivsten Arten für die Versuchsflächen zeigt, daß an jedem der fünf Standorte mehr oder weniger spezifische Verhältnisse vorliegen (Tabelle 17). Obwohl die typischen Zirbenbegleiter *Suillus placidus* und

S. plorans in jeder der Flächen zu den häufigen Arten zu zählen sind, werden diese meist von anderen Pilzen übertroffen. So zeigte *Dermocybe crocea* in der Fläche Obere Issl die höchste Abundanz. In den beiden Versuchsflächen Poschach-Kampfzone und Poschach-Hochwald war *Chroogomphus helveticus* am häufigsten und in der Fläche Die Niggl dominierte *Russula decolorans* nach Funden.

Auch hinsichtlich ihrer Produktivität werden die beiden *Suillus*-Arten von anderen Pilzen übertroffen. In der Fläche Obere Issl bzw. Poschach-Hochwald war *Lactarius rufus* am produktivsten, obwohl es sich hierbei um eine wenig abundante Art handelt. In der Fläche Die Niggl hatte *Russula decolorans* die höchste Produktivität, am Standort Poschach-Kampfzone produzierte *Chroogomphus helveticus* die meisten Fruchtkörper. Lediglich in der Aufforstungsfläche Wiesberg war *Suillus plorans* bezüglich Abundanz und Produktivität dominierend. Außerdem ist in diesem Zusammenhang bemerkenswert, daß *Cortinarius* (Ser.) *anomalus* als häufige Art für drei Versuchsflächen (Obere Issl, Wiesberg, Poschach-Kampfzone) und *Dermocybe pallidipes* als häufiger Pilz für die Fläche Wiesberg zu nennen ist.

In Tabelle 18 sind die absoluten und flächenbezogenen Kennwerte für die Aspekte mit maximaler Abundanz bzw. maximaler Produktivität für die jeweiligen Versuchsflächen aufgelistet. Die Versuchsflächen Poschach-Hochwald und Wiesberg zeichnen

Tabelle 16.
 Produktivität (Anzahl der Fruchtkörper) der im Untersuchungszeitraum 1991-94 in den jeweiligen Versuchsstellen nachgewiesenen Ektomykorrhizapilze.

Species	Total (alle VF*)	Versuchsfläche					Species	Total (alle VF*)	Versuchsfläche				
		Obere lssl	Wiesberg	Kampfzone	Poschach - Hochwald	Die Nigl			Obere lssl	Wiesberg	Kampfzone	Poschach - Hochwald	Die Nigl
<i>Amanita muscaria</i>	13	-	-	-	13	-	<i>Entoloma</i> sp. (93/13)	1	-	-	-	-	1
<i>Chalciporus piperatus</i>	3	1	-	-	2	-	<i>Entoloma</i> sp.	1	1	-	-	-	-
<i>Chroogomphus helveticus</i>	162	18	17	56	65	6	<i>Hebeloma mesophaeum</i>	1	-	1	-	-	-
<i>Cortinarius</i> (Lep.) sp. (92/5)	1	-	-	-	1	-	<i>Hebeloma sinapizans</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Cortinarius</i> (Phl.) alutus	15	-	1	-	5	9	<i>Hebeloma stenocystis</i>	6	-	6	-	-	-
<i>Cortinarius</i> (Phl.) latus	2	-	-	-	2	-	<i>Hebeloma syriense</i>	4	-	-	-	4	-
<i>Cortinarius</i> (Phl.) multififormis var. coniferarum	3	-	1	-	2	-	<i>Hebeloma</i> sp. (92/27)	2	2	-	-	-	-
<i>Cortinarius</i> (Phl.) sp. (92/32)	1	-	-	-	1	-	<i>Hygrophorus camarophyllus</i>	7	-	-	-	-	7
<i>Cortinarius</i> (Ser.) anomalus	135	33	69	9	10	14	<i>Inocybe brevispora</i>	4	-	-	-	3	1
<i>Cortinarius</i> (Ser.) aff. diabolicus	1	-	1	-	-	-	<i>Inocybe fuscidula</i>	1	-	-	-	1	-
<i>Cortinarius</i> (Ser.) spp.	7	3	1	-	3	-	<i>Inocybe hirtella</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Cortinarius</i> (Tel.) acutus	1	-	-	-	1	-	<i>Inocybe lucifuga</i> fm. <i>gralia</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Cortinarius</i> (Tel.) brunneus	7	-	3	-	1	3	<i>Inocybe</i> aff. <i>rhacodes</i>	7	-	-	-	1	6
<i>Cortinarius</i> (Tel.) ceraceus	2	1	-	-	-	1	<i>Inocybe subnudipes</i>	1	1	-	-	-	-
<i>Cortinarius</i> (Tel.) aff. <i>duracinus</i> var. <i>raphanicus</i>	1	-	1	-	-	-	<i>Inocybe</i> aff. <i>tenuicystidiata</i>	2	2	-	-	-	-
<i>Cortinarius</i> (Tel.) fasciatus	1	-	-	-	-	-	<i>Inocybe</i> sp. (94/8)	2	2	-	-	-	-
<i>Cortinarius</i> (Tel.) aff. <i>fasciatus</i>	1	-	1	-	-	-	<i>Inocybe</i> (Inocibium) spp.	30	-	-	-	27	3
<i>Cortinarius</i> (Tel.) flexipes	2	-	-	2	-	-	<i>Laccaria laccata</i>	32	11	-	-	21	-
<i>Cortinarius</i> (Tel.) fulvescens	32	1	-	-	31	-	<i>Laccaria montana</i>	9	2	-	5	2	-
<i>Cortinarius</i> (Tel.) aff. <i>laetissimus</i>	1	-	1	-	5	-	<i>Lactarius mitissimus</i>	102	2	-	-	81	19
<i>Cortinarius</i> (Tel.) laetus	5	-	-	-	-	-	<i>Lactarius necator</i>	2	-	-	-	-	2
<i>Cortinarius</i> (Tel.) obtusus	75	9	-	-	65	1	<i>Lactarius rufus</i>	236	58	-	-	168	10
<i>Cortinarius</i> (Tel.) privignorum	1	-	-	1	-	-	<i>Paxillus involutus</i>	19	-	-	-	-	19
<i>Cortinarius</i> (Tel.) aff. <i>seriatissimus</i>	15	12	1	-	3	-	<i>Russula decolorans</i>	58	-	-	-	-	58
<i>Cortinarius</i> (Tel.) <i>striaepilus</i>	3	3	-	-	-	-	<i>Russula emetica</i> var. <i>silvestris</i>	11	-	-	-	-	11
<i>Cortinarius</i> (Tel.) sp. (92/10)	9	-	-	-	9	-	<i>Russula aff. heterophylla</i>	5	5	-	-	-	-
<i>Cortinarius</i> (Tel.) sp. (94/14)	4	-	-	-	-	4	<i>Russula mustelina</i>	2	2	-	-	-	-
<i>Cortinarius</i> (Tel.) sp. (94/40)	31	-	-	-	-	-	<i>Russula nauseosa</i>	16	16	-	-	-	-
<i>Cortinarius</i> (Tel.) sp. (94/42)	76	9	4	1	51	11	<i>Russula</i> sp.	3	-	-	-	-	3
<i>Dermocybe chrysotus</i>	4	-	1	-	-	3	<i>Suillus placidus</i>	266	57	23	28	103	55
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	9	2	-	1	6	-	<i>Suillus plorans</i>	218	26	99	3	70	20
<i>Dermocybe crocea</i>	124	48	5	2	64	5	<i>Suillus sibiricus</i>	12	11	-	-	1	-
<i>Dermocybe luteomarginata</i>	1	-	-	-	1	-	<i>Tricholoma terreum</i>	2	2	-	-	-	-
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	26	21	-	2	3	-	<i>Tricholoma</i> sp. (94/15)	49	-	-	-	-	49
<i>Dermocybe pallidipes</i>	23	-	23	-	-	-	<i>Tricholoma</i> sp. (94/43)	1	-	-	-	1	-
<i>Dermocybe sanguinea</i>	1	-	-	-	1	-	<i>Xerocomus spadicus</i>	1	-	-	-	-	1
<i>Entoloma</i> (Rhodophyllus) <i>cutellatum</i>	3	-	3	-	-	-	Total Anzahl der Fruchtkörper (Anzahl der Funde)	1929	366	267	111	827	358
<i>Entoloma cuneatum</i>	3	1	2	-	-	-		751	152	126	73	272	128
<i>Entoloma infula</i>	4	-	-	1	-	3							
<i>Entoloma mammosum</i>	3	-	3	-	-	-							
<i>Entoloma aff. porphyrophaeum</i>	1	1	-	-	-	-							

*VF = Versuchsstellen

sich dabei durch eine maximale Abundanz von rund 12 Funden pro 100 m², die verbleibenden nur etwa mit der halben Fundhäufigkeit aus. Hinsichtlich der Aspekte mit maximaler Produktivität ergibt sich, daß 44 Fruchtkörper pro 100 m² in der Versuchsfläche Poschach-Hochwald, aber nur rund 10 pro 100 m² in der Fläche Poschach-Kampfbzone gezählt

werden konnten. Die Angaben für die verbleibenden Versuchsstandorte liegen zwischen diesen beiden Extremwerten.

Eine nach Versuchsflächen differenzierte Bewertung der durchschnittlichen Produktivität (Anzahl an Fruchtkörpern) pro Fund (Abbildung 11) zeigt, daß in den Versuchsflächen Poschach-Hochwald und

Die Niggl 3,0 bzw. 2,8 Exemplare pro Pilzfund gezählt werden konnten, während an den Standorten Obere Issl und Wiesberg nur 2,4 bzw. 2,1 Fruchtkörper pro Fund zu verzeichnen waren. Eine deutlich geringere fundspezifische Produktivität von durchschnittlich 1,5 Fruchtkörpern pro Kollektion konnte in der Kampfbzonenfläche in Poschach festgestellt werden. Der entsprechende Durchschnittswert für alle Versuchsflächen liegt bei 2,6. Die dargestellten Werte beziehen sich auf den gesamten Untersuchungszeitraum 1991-94.

Tabelle 17.
Reihung* der Pilzarten nach Abundanz bzw. Produktivität für die fünf Versuchsflächen während des Beobachtungszeitraumes 1991-94.

Reihung nach Abundanz	Zahl der Funde	Reihung nach Produktivität	Zahl der Fruchtkörper
Obere Issl			
1. <i>Dermocybe crocea</i>	25	1. <i>Lactarius rufus</i>	58
2. <i>Suillus placidus</i>	21	2. <i>Suillus placidus</i>	57
3. <i>Chroogomphus helveticus</i>	18	3. <i>Dermocybe crocea</i>	48
4. <i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	15	4. <i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	33
5. <i>Suillus plorans</i>	13	5. <i>Suillus plorans</i>	26
Wiesberg			
1. <i>Suillus plorans</i>	41	1. <i>Suillus plorans</i>	99
2. <i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	27	2. <i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	69
3. <i>Chroogomphus helveticus</i>	17	3. <i>Dermocybe pallidipes</i>	23
4. <i>Dermocybe pallidipes</i>	11	3. <i>Suillus placidus</i>	23
5. <i>Suillus placidus</i>	7	5. <i>Chroogomphus helveticus</i>	17
Poschach-Kampfbzone			
1. <i>Chroogomphus helveticus</i>	41	1. <i>Chroogomphus helveticus</i>	56
2. <i>Suillus placidus</i>	15	2. <i>Suillus placidus</i>	28
3. <i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	5	3. <i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	9
4. <i>Dermocybe crocea</i>	2	4. <i>Laccaria montana</i>	5
4. <i>Suillus plorans</i>	2	5. <i>Suillus plorans</i>	3
4. <i>Laccaria montana</i>	2		
Poschach-Hochwald			
1. <i>Chroogomphus helveticus</i>	46	1. <i>Lactarius rufus</i>	168
2. <i>Suillus placidus</i>	39	2. <i>Suillus placidus</i>	103
3. <i>Suillus plorans</i>	30	3. <i>Lactarius mitissimus</i>	81
4. <i>Dermocybe crocea</i>	22	4. <i>Suillus plorans</i>	70
4. <i>Lactarius rufus</i>	22	5. <i>Chroogomphus helveticus</i>	65
Die Niggl			
1. <i>Russula decolorans</i>	25	1. <i>Russula decolorans</i>	58
2. <i>Suillus placidus</i>	13	2. <i>Suillus placidus</i>	55
3. <i>Suillus plorans</i>	13	3. <i>Tricholoma sp.</i>	49
4. <i>Lactarius mitissimus</i>	9	4. <i>Cortinarius (Tel.) (94/42)</i>	31
5. <i>Paxillus involutus</i>	7	5. <i>Suillus plorans</i>	20

*jeweils die fünf häufigsten bzw. produktivsten Arten.

Tabelle 18.
Aspekte mit maximaler Abundanz (Anzahl der Funde) bzw. maximaler Produktivität (Anzahl der Fruchtkörper) im Untersuchungszeitraum 1991-94 für die jeweiligen Versuchsflächen mit absoluten und flächenbezogenen Kennwerten.

Versuchsfläche	maximale Abundanz			maximale Produktivität		
	Funde	Funde pro 100 m ²	Datum des Aspekts	Fruchtkörper	Fruchtkörper pro 100 m ²	Datum des Aspekts
Obere Issl	31	6,5	09.08.94	91	19,0	03.09.92
Wiesberg	32	12,8	12.09.94	74	29,6	12.09.94
Poschach-Kampfbzone	15	7,5	27.09.91	21	10,4	27.08.91
Poschach-Hochwald	77	12,0	05.09.94	284	44,1	05.09.94
Die Niggl	37	5,7	07.09.94	121	18,5	07.07.94

Abbildung 11.

Durchschnittliche Anzahl an Fruchtkörpern pro Fund unter Berücksichtigung aller in den jeweiligen Versuchsflächen nachgewiesenen Pilzarten.

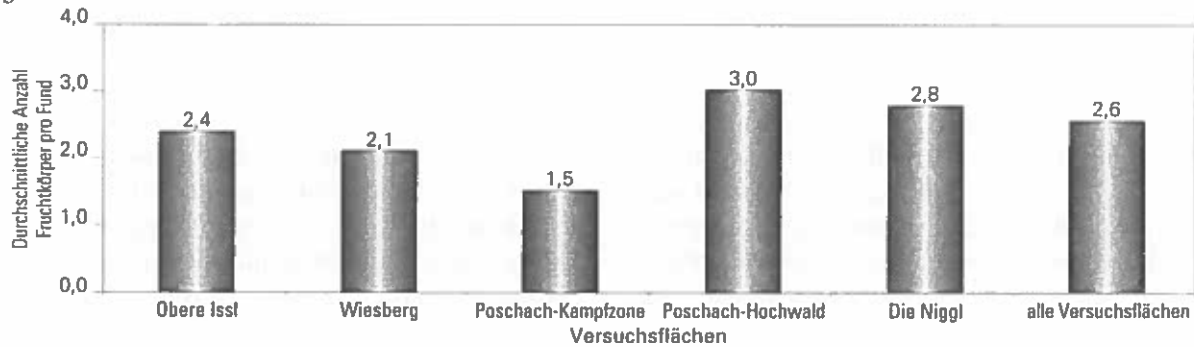


Tabelle 19.

Versuchsflächenspezifische und gesamte Stetigkeit als aspektbezogene Nachweise der Pilzarten in den jeweiligen Versuchsflächen und im Untersuchungszeitraum 1991-94. Absteigend gereiht nach Stetigkeit für alle Versuchsflächen.

Species	Stetigkeit (Anzahl der Aspekte mit Nachweis)					
	Versuchsfläche					für alle VF*
	Obere Issl	Wiesberg	Poschach - Kampfzone	Poschach - Hochwald	Die Niggl	Anzahl in %
maximale Stetigkeit	(15)	(14)	(16)	(15)	(15)	(75) 100
<i>Chroogomphus helveticus</i>	9	7	8	7	4	35 47
<i>Suillus placidus</i>	6	4	5	6	6	27 36
<i>Suillus plorans</i>	5	7	2	7	5	26 35
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	7	7	2	2	2	20 27
<i>Dermocybe crocea</i>	7	2	2	6	2	19 25
<i>Lactarius rufus</i>	6	-	-	7	3	16 21
<i>Lactarius mitissimus</i>	1	-	-	4	4	9 12
<i>Cortinarius (Phl.) allutus</i>	-	1	-	4	3	8 11
<i>Cortinarius (Tel.) fulvescens</i>	1	-	-	5	-	6 8
<i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i>	2	-	-	3	1	6 8
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	2	-	1	3	-	6 8
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	4	-	1	1	-	6 8
<i>Laccaria laccata</i>	3	-	-	3	-	6 8
<i>Laccaria montana</i>	2	-	2	2	-	6 8
<i>Russula decolorans</i>	-	-	-	-	6	6 8
<i>Dermocybe pallidipes</i>	-	5	-	-	-	5 7
<i>Amanita muscaria</i>	-	-	-	4	-	4 5
<i>Paxillus involutus</i>	-	-	-	-	4	4 5
<i>Chalciporus piperatus</i>	1	-	-	2	-	3 4
<i>Cortinarius (Tel.) brunneus</i>	-	1	-	1	1	3 4
<i>Inocybe aff. rhacodes</i>	-	-	-	1	2	3 4
<i>Suillus sibiricus</i>	2	-	-	1	-	3 4
<i>Cortinarius (Phl.) multififormis</i> var. <i>coniferarum</i>	-	1	-	-	1	2 3
<i>Cortinarius (Tel.) ceraceus</i>	1	-	-	-	1	2 3
<i>Cortinarius (Tel.) laetus</i>	-	-	-	2	-	2 3
<i>Cortinarius (Tel.) striaeplius</i>	1	-	-	1	-	2 3
<i>Dermocybe chrysolitus</i>	-	1	-	-	1	2 3
<i>Entoloma cuneatum</i>	1	1	-	-	-	2 3
<i>Entoloma infula</i>	-	-	1	-	1	2 3
<i>Inocybe brevispora</i>	-	-	-	1	1	2 3
<i>Russula emetica</i> var. <i>silvestris</i>	-	-	-	-	2	2 3
<i>Tricholoma</i> sp. (K 94/15)	-	-	-	-	2	2 3
übrige Taxa	-	-	-	-	-	1 1

*VF = Versuchsflächen.

3.10. Stetigkeit der Fruktifikation

Eine Bewertung der Zirbenpilze hinsichtlich ihrer Stetigkeit im gesamten Untersuchungszeitraum für alle Versuchsflächen (Tabelle 19) macht deutlich, daß *Chroogomphus helveticus* durchschnittlich an jedem zweiten, *Suillus placidus* und *S. plorans* an jedem dritten und *Cortinarius (Ser.) anomalus* und *Dermocybe crocea* an jedem vierten Aspekt fruktifizieren. Geringere Stetigkeiten sind für *Lactarius rufus* mit 21 %, *L. mitissimus* mit 12 % und *Cortinarius (Phl.) allutus* mit 11 % gegeben. Alle verbleibenden Arten liegen unter 10 %; meist können sie, wie bereits erwähnt, überhaupt nur einmal nachgewiesen werden. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß sich die für die einzelnen Versuchsflächen ermittelten, artspezifischen Stetigkeiten in ihrer Größenordnung mehr oder weniger entsprechen. Ein Vergleich der Mächtigkeit der Fruktifikation, ausgedrückt als Quotient aus Abundanz (Anzahl der Funde) zu Stetig-

Tabelle 20.

Spezifische Mächtigkeit der Abundanz für häufiger nachgewiesene Zirbenpilze (mit Stetigkeit > 3) als Quotient von Abundanz zu Stetigkeit über alle Versuchsflächen und für den Beobachtungszeitraum 1991-94 (75 Aspekte).

Species	Abundanz (A)	Stetigkeit (C)	Quotient (A/C)
<i>Russula decolorans</i>	25	6	4,2
<i>Suillus plorans</i>	99	26	3,8
<i>Chroogomphus helveticus</i>	128	35	3,7
<i>Suillus placidus</i>	95	27	3,5
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	61	20	3,1
<i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i>	18	6	3,0
<i>Cortinarius (Tel.) fulvescens</i>	17	6	2,8
<i>Dermocybe crocea</i>	53	19	2,8
<i>Dermocybe pallidipes</i>	11	5	2,2
<i>Amanita muscaria</i>	6	3	2,0
<i>Lactarius rufus</i>	31	16	1,9
<i>Lactarius mitissimus</i>	17	9	1,9
<i>Paxillus involutus</i>	7	4	1,8
<i>Cortinarius (Phl.) allutus</i>	12	8	1,5
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	9	6	1,5
<i>Laccaria laccata</i>	8	6	1,3
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	6	6	1,0
<i>Laccaria montana</i>	6	6	1,0

keit (Tabelle 20), zeigt, daß bestimmte, auch weniger gesamtubundante Arten (z. B. *Russula decolorans*, *Cortinarius (Tel.) obtusus*, *C. (Tel.) fulvescens*) in der Zeit ihrer Fruktifikation mit relativ vielen Funden zu verzeichnen sind. Ein entsprechender Vergleich in Hinsicht der Produktivität führt zu einer anderen Rangordnung der Pilzarten (Tabelle 21). Bestimmte Zirbenpilze, wie etwa *Cortinarius (Tel.) obtusus* oder *Lactarius mitissimus*, können auch bei geringen Stetigkeiten hohe spezifische Produktivitäten aufweisen, während solche mit erheblicher Stetigkeit, wie beispielsweise *Chroogomphus helveticus*, mit geringen spezifischen Mächtigkeiten in ihrer Fruchtkörperbildung zu charakterisieren sind.

Tabelle 21.
Spezifische Mächtigkeit der Produktivität für häufiger nachgewiesene Zirbenpilze (mit Stetigkeit > 3) als Quotient von Abundanz zu Stetigkeit über alle Versuchsflächen und für den Beobachtungszeitraum 1991-94 (75 Aspekte).

Species	Produktivität (P)	Stetigkeit (C)	Quotient (P/C)
<i>Lactarius rufus</i>	236	16	14,8
<i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i>	75	6	12,5
<i>Lactarius mitissimus</i>	102	9	11,3
<i>Suillus placidus</i>	266	27	9,9
<i>Russula decolorans</i>	58	6	9,7
<i>Suillus plorans</i>	218	26	8,4
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	135	20	6,8
<i>Dermocybe crocea</i>	124	19	6,5
<i>Cortinarius (Tel.) fulvescens</i>	32	6	5,3
<i>Laccaria laccata</i>	32	6	5,3
<i>Paxillus involutus</i>	19	4	4,8
<i>Chroogomphus helveticus</i>	162	35	4,6
<i>Dermocybe pallidipes</i>	23	5	4,6
<i>Amanita muscaria</i>	13	3	4,3
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	26	6	4,3
<i>Cortinarius (Phl.) allutus</i>	15	8	1,9
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	9	6	1,5
<i>Laccaria montana</i>	9	6	1,5

3.11. Phänologie der Fruktifikation

Die Abbildung 12 zeigt den phänologischen Verlauf der Fruktifikation in den untersuchten Versuchsflächen über den Untersuchungszeitraum 1991-94. Die Fruktifikationsperiode beginnt etwa Mitte Juli, erreicht Mitte August bis Anfang September ihre Spitzenwerte und klingt bis Mitte Oktober relativ rasch ab. Außerdem zeigt sich, daß das Jahr 1994 gegenüber den vorhergehenden Untersuchungsjahren, vor allem in der Versuchsfläche Poschach-Hochwald, eine wesentlich stärkere, aber zeitlich nicht verlängerte Fruktifikation aufweist.

Eine phänologische Beurteilung der einzelnen nachgewiesenen Arten wird in Tabelle 22 unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Begehungsdichte versucht. Die in den Monaten Juli und August

gemachten Funde (56 %) wurden gemeinsam mit einem einzigen Fund für den Monat Juni (*Inocybe aff. rhacodes*) dem Sommeraspekt, die für den September und Oktober notierten Funde dem Herbstaspekt (44 %) zugeordnet. Bemerkenswert dabei ist, daß viele Arten aus den Cortinariaceen vorwiegend oder ausschließlich während der Herbstmonate gesammelt wurden, während dominante Zirbenbegleiter wie *Chroogomphus helveticus* und *Suillus placidus* eine ausgesprochene Sommerfruktifikation zeigen.

Wertet man die dargestellten Ergebnisse nach taxonomischen Familien aus (Tabelle 23), so können diese Gruppierungen hinsichtlich ihres phänologischen Verhaltens differenziert werden. Vor allem die Boletaceae, aber auch die Gomphidiaceae (nur mit *Chroogomphus helveticus*) und Paxillaceae (nur mit *Paxillus involutus*) zeichnen sich dadurch aus, daß die zugehörigen Pilze überwiegend in den Sommermonaten (Juli-August) fruktifizieren. Hingegen weisen die Tricholomataceae und im besonderen die Cortinariaceae eine klare phänologische Tendenz zur Fruktifikation in den Herbstmonaten (September/Okttober) auf. Bei den Entolomataceae, Russulaceae und Amanitaceae findet man eine über beide Aspektphasen annähernd gleichverteilte Fruktifikation vor.

Aufgrund der erhöhten Fundzahlen bei den häufigeren Zirbenbegleitern war es möglich, eine detailliertere phänologische Auswertung mit engeren Zeitintervallen vorzunehmen. In Abbildung 13 sind für diese Pilzarten die prozentuellen Anteile an Funden pro Monatshälfte dargestellt, aus welchen sich spezifische phänologische Verhaltensmuster ablesen lassen. Eine relativ kurze, jedoch kräftig einsetzende Fruktifikationsphase von Mitte August bis Ende September zeigt *Russula decolorans*, während bei allen übrigen Pilzen die Fruchtkörperbildung schon eher, d. h. in der zweiten Julihälfte oder ersten Augushälfte beginnt und mit 2 1/2 bis 3 Monaten auch länger andauert. Die beiden *Suillus*-Arten (*S. plorans*, *S. placidus*) und *Chroogomphus helveticus* zeichnen sich durch eine schlagartig einsetzende, und vorwiegend im August stattfindende Fruktifikation aus, die in den Herbstmonaten September bzw. Oktober ausklingt. Im Gegensatz dazu setzt die Fruktifikation bei *Cortinarius (Ser.) anomalus*, *Dermocybe crocea* und *Lactarius rufus* nur langsam ein, erreicht nach etwa 1 1/2 Monaten ein ausgeprägtes Abundanzmaximum, um dann innerhalb von weiteren 1 1/2 Monaten mehr oder weniger kontinuierlich abzunehmen. Die beiden Arten aus den Cortinariaceae tendieren dabei eher zu einer Herbstfruktifikation, *Lactarius rufus* hingegen fruktifiziert stärker in den Sommermonaten.

Tabelle 22.

Phänologische Beurteilung (Sommer-, Herbstaspekt) der in allen Versuchsflächen und für den gesamten Untersuchungszeitraum (1991-94) identifizierten bzw. beschriebenen Taxa. Primäre Reihung der Arten nach ihren prozentuellen Fundanteilen (gewichtet nach Abundanz pro Sommer- bzw. Herbstaspekt).

Species	Anzahl der Begehungen:		Anzahl der Funde pro Begehung		gewichtete Fundanteile in %		Anzahl der Begehungen:		Anzahl der Funde pro Begehung		gewichtete Fundanteile in %	
	Anzahl der Begehungen:		Anzahl der Funde pro Begehung		gewichtete Fundanteile in %		Anzahl der Begehungen:		Anzahl der Funde pro Begehung		gewichtete Fundanteile in %	
	Sommer	Herbst	Sommer	Herbst	Sommer	Herbst			Sommer	Herbst	Sommer	Herbst
<i>Inocybe aff. rhacodes</i>	0,14	0,00	100	0			<i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i>		0,00	0,42	0	100
<i>Suillus sibiricus</i>	0,14	0,00	100	0			<i>Cortinarius (Tel.) straeppilus</i>		0,00	0,12	0	100
<i>Entoloma cuneatum</i>	0,11	0,00	100	0			<i>Cortinarius (Tel.) brunneus</i>		0,00	0,09	0	100
<i>Russula nauseosa</i>	0,11	0,00	100	0			<i>Chalciporus piperatus</i>		0,00	0,07	0	100
<i>Lactarius necator</i>	0,07	0,00	100	0			<i>Entoloma marmosum</i>		0,00	0,07	0	100
<i>Russula aff. heterophylla</i>	0,07	0,00	100	0			<i>Russula emetica var. silvestris</i>		0,00	0,07	0	100
<i>Cortinarius (Lep.) sp. (92/5)</i>	0,04	0,00	100	0			<i>Cortinarius (Tel.) sp. (94/40)</i>		0,00	0,05	0	100
<i>Cortinarius (Phl.) latus</i>	0,04	0,00	100	0			<i>Cortinarius (Phl.) multifomis var. coniferarum</i>		0,00	0,05	0	100
<i>Cortinarius (Tel.) flexipes</i>	0,04	0,00	100	0			<i>Cortinarius (Tel.) ceraceus</i>		0,00	0,05	0	100
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (94/14)</i>	0,04	0,00	100	0			<i>Cortinarius (Tel.) laetus</i>		0,00	0,05	0	100
<i>Dermocybe luteomarginata</i>	0,04	0,00	100	0			<i>Cortinarius (Tel.) sp. (94/42)</i>		0,00	0,05	0	100
<i>Entoloma sp. (93/13)</i>	0,04	0,00	100	0			<i>Entoloma (Rhodophyllus) cucullatum</i>		0,00	0,05	0	100
<i>Hebeloma syrjense</i>	0,04	0,00	100	0			<i>Inocybe brevispora</i>		0,00	0,05	0	100
<i>Inocybe aff. tenuicystidiata</i>	0,04	0,00	100	0			<i>Cortinarius (Phl.) sp. (92/32)</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Inocybe fuscicula</i>	0,04	0,00	100	0			<i>Cortinarius (Ser.) aff. diabolicus</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Inocybe subnudipes</i>	0,04	0,00	100	0			<i>Cortinarius (Tel.) acutus</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Chroogomphus helveticus</i>	2,79	0,40	88	12			<i>Cortinarius (Tel.) aff. duracinus var. raphanicus</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Paxillus involutus</i>	2,68	1,23	68	32			<i>Cortinarius (Tel.) aff. fasciatus</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Russula decolorans</i>	0,14	0,07	67	33			<i>Cortinarius (Tel.) aff. laetissimus</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Lactarius rufus</i>	0,50	0,26	66	34			<i>Cortinarius (Tel.) aff. serraticornis</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Suillus plorans</i>	0,61	0,33	65	35			<i>Cortinarius (Tel.) privignorum</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Laccaria laccata</i>	1,79	1,14	61	39			<i>Cortinarius (Tel.) fasciatus</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Amanita muscaria</i>	0,11	0,09	61	39			<i>Cortinarius (Tel.) sp. (92/10)</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Dermocybe chrysolithus</i>	0,04	0,07	61	39			<i>Dermocybe sanguinea</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Entoloma infula</i>	0,04	0,02	61	39			<i>Entoloma aff. porphyrophaeum</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Tricholoma sp. (94/15)</i>	0,07	0,07	51	49			<i>Hebeloma mesophaeum</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Laccaria montana</i>	0,07	0,09	43	57			<i>Hebeloma sinapizans</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Cortinarius (Tel.) fulvescens</i>	0,18	0,28	39	61			<i>Hebeloma sp. (92/27)</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Dermocybe pallidipes</i>	0,11	0,19	37	63			<i>Hebeloma stenocystis</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	0,57	1,05	35	65			<i>Hygrophorus camarophyllus</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Dermocybe crocea</i>	0,43	0,95	31	69			<i>Inocybe hirtella</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Cortinarius (Phl.) allutus</i>	0,07	0,23	23	77			<i>Inocybe lucifuga fm. gralla</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	0,04	0,12	23	77			<i>Russula mustelina</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	0,04	0,19	16	84			<i>Tricholoma terreum</i>		0,00	0,02	0	100
<i>Lactarius mitissimus</i>	0,04	0,37	9	91			<i>Tricholoma sp. (94/43)</i>		0,00	0,02	0	100
							<i>Xerocomus spadicus</i>		0,00	0,02	0	100

Abbildung 12.

Phänologie der Fruktifikation (Anzahl der Funde pro Aspekt) in den fünf Versuchsflächen (1991-94).

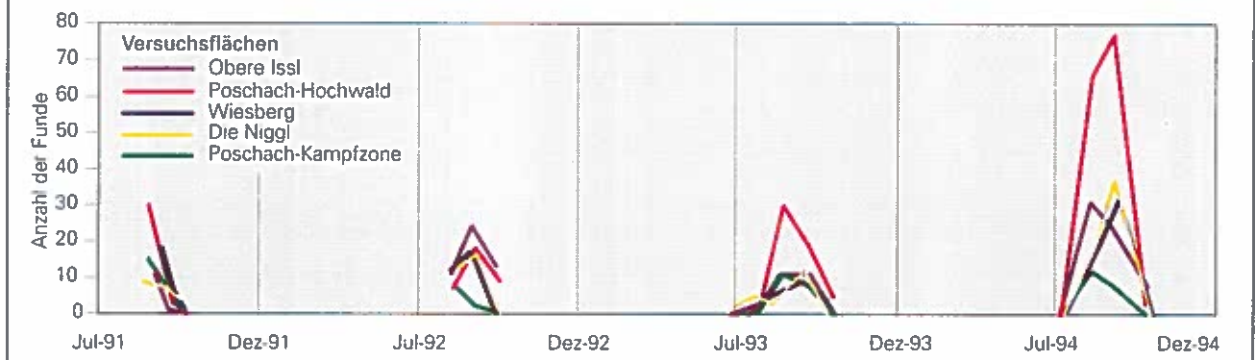


Abbildung 13.

Phänologie der Fruktifikation häufiger Mykorrhizapilze der Zirbe als prozentuelle Anteile der Funde pro Monatshälfte (alle Versuchsflächen, 1991-94).

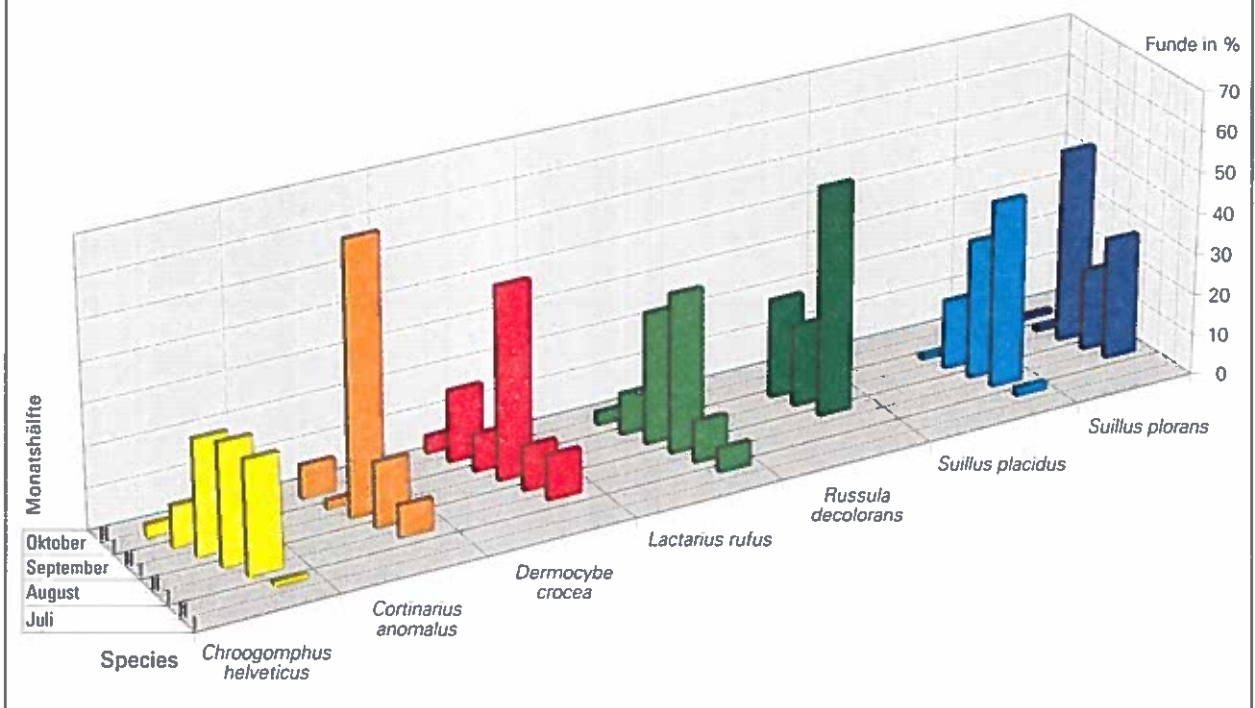


Tabelle 23.

Phänologie der Fruktifikation für die nachgewiesenen taxonomischen Familien (> 5 Funde) mit Anzahl der Funde und gereiht nach prozentuellen Anteilen für den Sommer- bzw. Herbstaspekt (alle Versuchsflächen, Untersuchungszeitraum 1991-94).

Familie	phänologische Tendenz	Aspekt			
		Sommer(Juli-August)		Herbst (September-Oktober)	
		Funde	in %	Funde	in %
Boletaceae	Sommeraspekt ↑ ↓ Herbstaspekt	132	65	70	35
Gomphidiaceae		75	59	53	41
Paxillaceae		4	57	3	43
Amanitaceae		3	50	3	50
Entolomataceae		6	46	7	54
Russulaceae		39	46	46	54
Tricholomataceae		8	38	13	62
Cortinariaceae		61	21	227	79

3.12. Fruktifikation und Kleinststandort

Eine Typisierung der Kleinststandorte der sieben häufigsten Zirbegleiter (Abbildung 14 und Tabelle 24) ergibt, daß die Funde der meisten Arten im Sinne der primären Ausprägung auf Erde/Humus oder im Gras und schon etwas seltener zwischen *Vaccinium* spp. gemacht wurden. Noch relativ häufig waren die Fruchtkörper von *Suillus plorans* und *Russula decolorans* im Moos bzw. von *Cortinarius anomalus* zwischen *Rhododendron ferrugineum* zu finden. Nur sehr selten konnten Kollektionen an Kleinststandorten mit Dominanzen von *Empetrum*

hermaphroditum, *Loiseleuria procumbens* oder *Juniperus alpina* notiert werden. An von *Loiseleuria procumbens* dominierten Kleinststandorten konnten nur *Suillus placidus*, *Dermocybe crocea* und *Chroogomphus helveticus* beobachtet werden.

Sekundär wurden die Kleinststandorte der meisten Pilze durch Bewuchs mit Gras bzw. mit *Vaccinium* spp. ergänzt (Abbildung 15). Lediglich *Chroogomphus helveticus* und *Cortinarius anomalus* hatten Fundstellen, die in der sekundären Ausprägung recht häufig durch fehlende Vegetation (jedoch mit deutlicher Streuauflage) und etwas seltener mit Gras bzw. *Vaccinium* spp. charakterisiert werden konnten.

Abbildung 14.
Primäre Ausprägung der Kleinststandorte häufiger Mykorrhizapilze der Zirbe (alle Versuchsflächen, 1991-94).

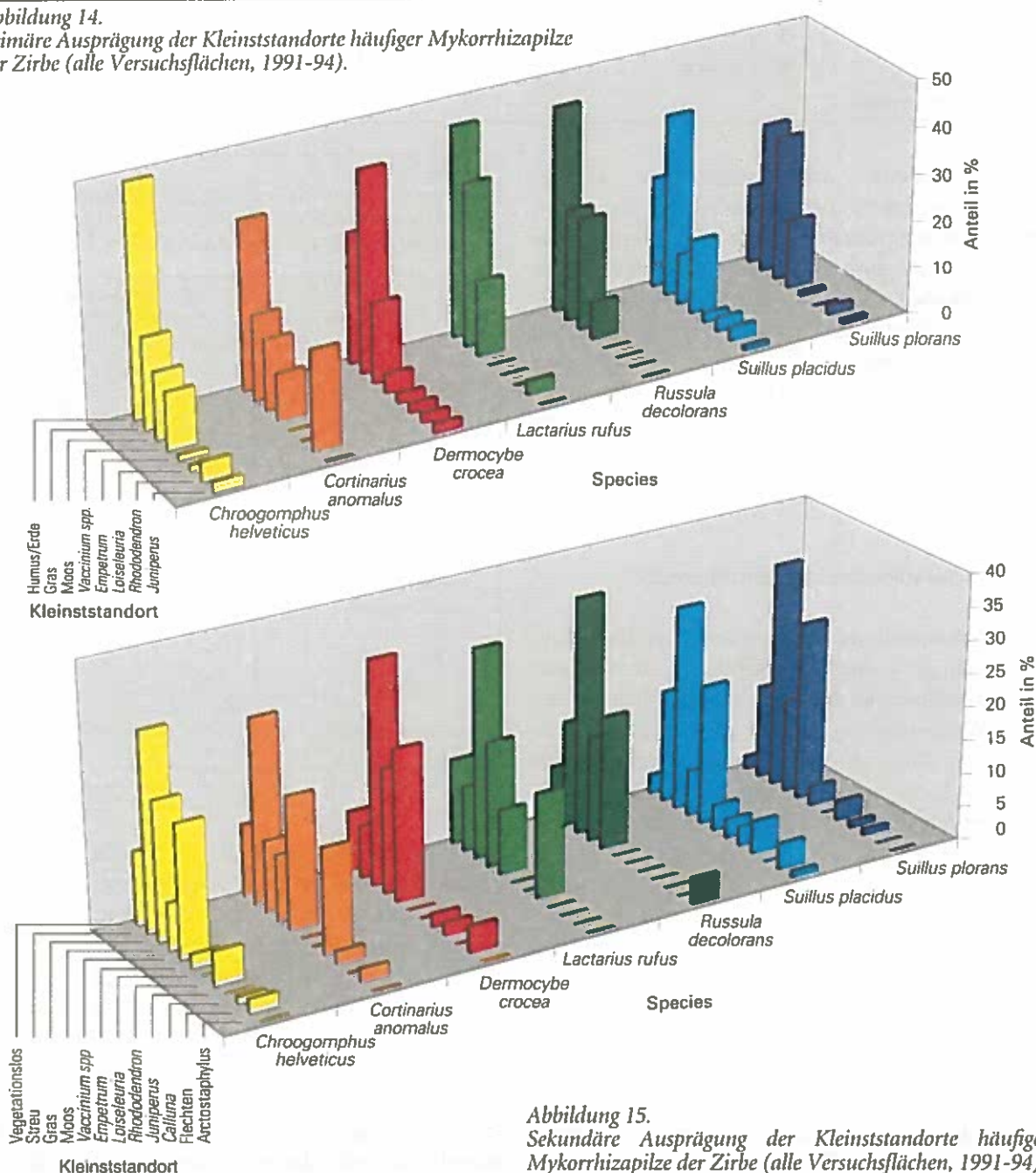


Abbildung 15.
Sekundäre Ausprägung der Kleinststandorte häufiger Mykorrhizapilze der Zirbe (alle Versuchsflächen, 1991-94).

Tabelle 24.

Charakterisierung der Kleinststandorte von Mykorrhizapilzen der Zirbe, die mit mehr als 20 Funden im Beobachtungszeitraum 1991-94 in den fünf untersuchten Versuchsflächen beobachtet werden konnten. Zur Typisierung der Kleinststandorte vgl. 2.3.1.5.

Species	Anzahl Funde Total	primäre Ausprägung				sekundäre Ausprägung			
		I. Rang		II. Rang		I. Rang		II. Rang	
		Typ	%*	Typ	%*	Typ	%*	Typ	%*
<i>Chroogomphus helveticus</i>	128	auf Erde/Humus	49	im Gras	19	mit Streu	31	mit Gras	21
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	61	auf Erde/Humus	36	zwischen <i>Rhododendron ferrugineum</i>	21	mit Streu	28	mit <i>Vaccinium</i>	20
<i>Dermocybe crocea</i>	53	im Gras	43	auf Erde/Humus	28	mit Gras	34	mit <i>Vaccinium</i>	23
<i>Lactarius rufus</i>	31	auf Erde/Humus	45	im Gras	36	mit Gras	32	mit Moos	20
<i>Russula decolorans</i>	25	auf Erde/Humus	44	im Gras im Moos	24 24	mit Gras	36	mit <i>Vaccinium</i>	20
<i>Suillus placidus</i>	95	im Gras	39	auf Erde/Humus	24	mit Gras	31	mit <i>Vaccinium</i>	21
<i>Suillus plorans</i>	98	im Gras	32	im Moos	31	mit Gras	34	mit <i>Vaccinium</i>	27

* Anteil an Funden in Prozent

Seltene sekundäre Ausprägungen an Kleinststandorten wurden durch Bewuchs mit *Empetrum hermaphroditum* (für *Chroogomphus helveticus*, *Suillus placidus*, *S. plorans*), *Loiseleuria procumbens* (für *Suillus placidus*), *Juniperus alpina* (für *Cortinarius anomalus*, *Dermocybe crocea*, *Suillus placidus*, *S. plorans*), *Calluna vulgaris* (für *Chroogomphus helveticus*, *Suillus plorans*), Flechten (für *Chroogomphus helveticus*, *Cortinarius anomalus*, *Dermocybe crocea*, *Suillus placidus*) und *Arctostaphylos uva-ursi* (für *Russula decolorans*, *Suillus placidus*) herbeigeführt.

3.13. Fruktifikation im Stammbereich

Bei der Fundaufnahme wurde protokolliert, für welche Aufsammlungen eine Fruktifikation im direkten Bereich des Stammes bzw. von oberflächlich verlaufenden Wurzelansätzen gegeben war (Tabelle 25). Es handelt sich dabei um ein seltenes Phänomen, denn nur bei 14 (2 %) von insgesamt 702 Funden konnte eine stammnahe Fruktifikation beobachtet werden. Unter Einbeziehung der Alterskategorie der zugehörigen Bäume zeigt sich, daß die 10 beteiligten, auch fundarme Pilzarten meist an mittleren und Altzirben fruktifizieren, nur *Dermocybe pallidipes* konnte direkt an einer Jungzirbe beobachtet werden.

3.14. Fruktifikation und Baumalter

In Abbildung 16 sind die gegenüber den Alterskategorien (vgl. 2.3.1.3.) beobachteten Fundanteile

Tabelle 25.

Liste der Pilzarten mit Fruktifikation (Anzahl der Funde) im direkten Bereich des Stammes bzw. von freiliegenden Hauptwurzelansätzen (alle Versuchsflächen, 1991-94).

Species	Funde Total	Anzahl der Funde		
		bei Altzirbe	bei mittlerer Zirbe	bei Jungzirbe
<i>Chroogomphus helveticus</i>	128	-	3	-
<i>Cortinarius (Phl.) allutus</i>	12	1	1	-
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	61	-	1	-
<i>Cortinarius (Tel.) brunneus</i>	4	-	1	-
<i>Dermocybe pallidipes</i>	11	-	-	1
<i>Inocybe brevispora</i>	2	1	-	-
<i>Lactarius necator</i>	2	1	-	-
<i>Lactarius rufus</i>	31	2	-	-
<i>Russula mustelina</i>	1	1	-	-
<i>Suillus plorans</i>	99	-	1	-
Total	702*	6	7	1
(prozentueller Anteil)	(100 %)	(0,9 %)	(1,0 %)	(0,1 %)

*Anzahl aller identifizierter und beschriebener Funde.

der häufiger, mit mehr als 25 Funden (Untersuchungszeitraum 1991-94) nachgewiesenen Zirbenpilze graphisch dargestellt. Von den für *Suillus plorans* notierten Funden konnten 33 % bei Jungzirben, 61 % bei mittleren und lediglich 6 % bei Altzirben nachgewiesen werden. Der überwiegende Teil (< 75 %) der Funde von *Cortinarius (Ser.) anomalus*, *Chroogomphus helveticus*, *Suillus placidus*, und vor allem von *Dermocybe crocea* wurde bei mittleren Zirben gemacht, wobei von den verbleibenden Anteilen jener für die Jungzirben gegenüber dem für

die Altzirben immer etwas höher war. Eine grundsätzlich andere Fundverteilung konnte bei *Russula decolorans* und *Lactarius rufus* beobachtet werden. Mehr als 80 % der Funde lagen im Bereich von Altzirben, die restlichen waren bei mittleren Zirben, aber keine bei Jungzirben zu finden.

Da keine gleichmäßige Verteilung der Kategorien für das Baumalter in und über alle Versuchsflächen gegeben war (vgl. Tabelle 2), wurde aus den beobachteten Daten eine gewichtete Fundverteilung für Bestandsverhältnisse mit einander entsprechenden Altersanteilen berechnet (Abbildung 17). Dabei ergibt sich, daß der berechnete Anteil für Pilzfunde bei Altzirben sich gegenüber jenen für Jung- und mittlere Zirben verschiebt. Für *Cortinarius (Ser.) anomalus*,

Chroogomphus helveticus, *Suillus placidus* und *Dermocybe crocea* liegen die berechneten Fundanteile für Altzirben deutlich höher als für Jungzirben, bei *Suillus plorans* liegt in dieser Hinsicht ein ausgewogenes Verhältnis vor. Für *Russula decolorans* und *Lactarius rufus* zeigt die Kalkulation noch deutlicher eine Bevorzugung der Fruktifikation bei Altzirben an.

Auch für die anderen, mit mehr als 3 Funden nachgewiesenen Zirbenpilze wurde eine Differenzierung nach dem Alter des in der jeweiligen Basisfläche stehenden Probebaumes unter Gewichtung auf gleiche Altersanteile hin versucht (Tabelle 26). Aufgrund der prozentuellen Fundanteile gegenüber den drei Alterskategorien können für diese und für die oben angeführten Pilzarten bestimmte

Abbildung 16.
Beobachtete Fundverteilung (Funde in %) von häufigeren Mykorrhizapilzen der Zirbe in Abhängigkeit zum Baumalter (alle Versuchsflächen, 1991-94).

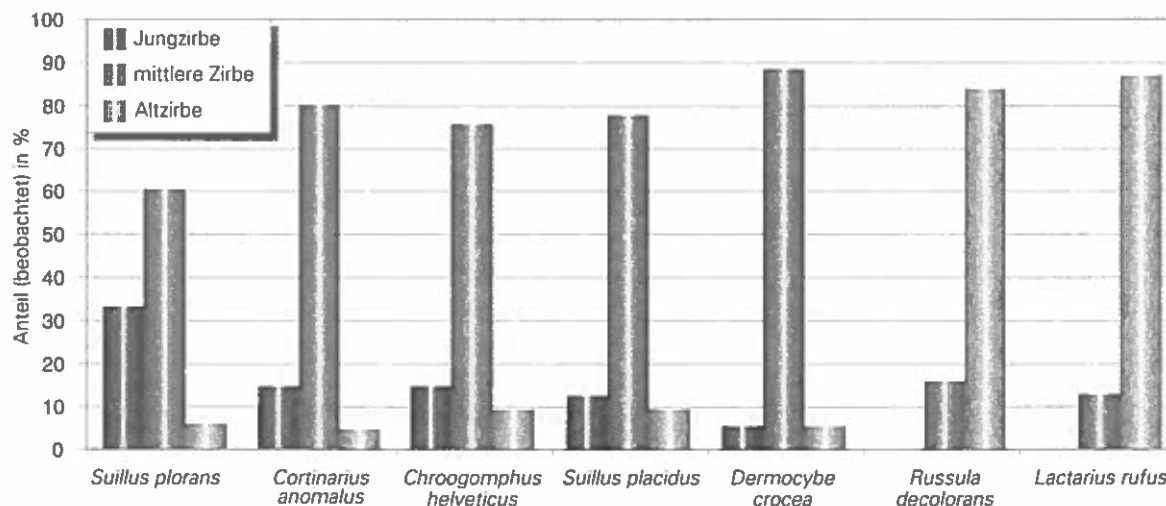


Abbildung 17.
Gewichtete Fundverteilung von häufigeren Mykorrhizapilzen der Zirbe für standardisierte Bestandsverhältnisse mit gleichen Kategorieanteilen für das Baumalter (alle Versuchsflächen, 1991-94).

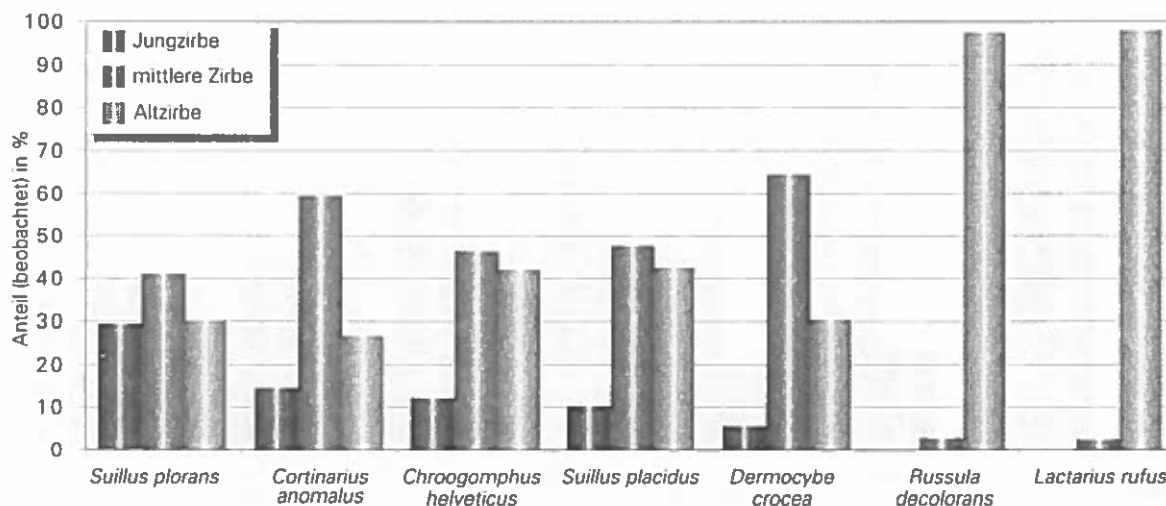


Tabelle 26.
Präferenz der nachgewiesenen Zirbenpilzarten gegenüber dem Baumalter aufgrund der nach Alterskategorien gewichteten, prozentuellen Fundanteile (alle Versuchsflächen, 1991-94). Nur identifizierte Arten mit mehr als 3 Funden berücksichtigt.

Präferenz/Species	Fd.* Total	Anteil (in %) an Funden		
		Jungzirbe (= 20 - 50 a)	mittlere Zirbe (= 50 - 100 a)	Altzirbe (> 100 a)
I. Präferenz für junge bis mittlere Zirben				
<i>Dermocybe pallidipes</i>	11	33	67	0
<i>Suillus plorans</i>	99	31	43	26
<i>Cortinarius (Tel.) brunneus</i>	4	30	70	0
II. Präferenz für mittlere Zirben				
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	61	14	59	27
<i>Chroogomphus helveticus</i>	128	12	46	42
<i>Suillus placidus</i>	95	10	47	43
<i>Dermocybe crocea</i>	53	5	64	30
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	9	0	100	0
<i>Inocybe aff. rhacodes</i>	4	0	100	0
<i>Suillus sibiricus</i>	4	0	100	0
III. Präferenz für mittlere bis alte Zirben				
<i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i>	18	0	40	60
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	6	0	40	60
<i>Laccaria montana</i>	6	0	40	60
<i>Cortinarius (Phl.) allutus</i>	12	0	29	71
<i>Laccaria laccata</i>	8	0	29	71
IV. Präferenz für Altzirben				
<i>Cortinarius (Tel.) cf. striaepilus</i>	5	0	17	83
<i>Cortinarius (Tel.) fulvescens</i>	17	0	16	84
<i>Paxillus involutus</i>	7	0	9	91
<i>Amanita muscaria</i>	6	0	3	97
<i>Russula decolorans</i>	25	0	3	97
<i>Lactarius rufus</i>	31	0	2	98
<i>Lactarius mitissimus</i>	17	0	2	98

*Fd. = Anzahl aller Funde einer Art

*Fd. = Anzahl aller Funde einer Art

Präferenzen genannt werden. Kein Zirbenbegleiter ist ausschließlich bei Jungzirben zu erwarten, lediglich *Dermocybe pallidipes*, *Suillus plorans* und *Cortinarius (Tel.) brunneus* mit Präferenzen für mittlere Zirben zeigen auch eine gewisse Tendenz zur Fruktifikation bei Jungzirben. Für die meisten der fundabundanten Arten (*Cortinarius (Ser.) anomalus*, *Chroogomphus helveticus*, *Suillus placidus*, *Dermocybe crocea*), aber auch für seltener erscheinende Zirbenbegleiter (*Dermocybe aff. norvegica*, *Inocybe aff. rhacodes*, *Suillus sibiricus*) ergibt sich eine Fruktifikation, überwiegend bei mittleren Zirben anzunehmen ist. Eine Präferenz für mittlere bis alte Zirben ergibt sich für *Cortinarius (Tel.) obtusus*, *C. (Phl.) allutus*, *Dermocybe cinnamomea* und beide *Laccaria*-Arten (*L. laccata*, *L. montana*). Die verbleibenden Arten, vor allem *Amanita muscaria*, *Russula decolorans* und die beiden *Lactarius*-Arten (*L. rufus*, *L. mitissimus*), zeigen eine eindeutige Präferenz für alte Zirben.

Aus den beobachteten, nach Baumkategorien qualifizierten Funddaten der mit mehr als 25 Funden nachgewiesenen Zirbenbegleiter wurde eine gewichtete (Gesamt-)Abundanz für Bestandesverhältnisse mit gleichen Kategorieanteilen für das Baumalter berechnet (Abbildung 18). Bei einer Gegenüberstellung der beobachteten und kalkulierten Fundzahlen zeigt sich, daß bei gleicher Berücksichtigung aller Kategorien für *Russula decolorans* und *Lactarius rufus* Fundzahlen zu erwarten sind, die den tatsächlich beobachteten Spitzenwerten von *Chroogomphus helveticus*, *Suillus plorans* und *S. placidus* entsprechen. Für die übrigen Arten verändern sich die Fundzahlen nur geringfügig.

Abbildung 18.

Beobachtete und gewichtete Abundanz für häufigere Mykorrhizapilze der Zirbe (jeweils Funde für 395 Subplots, alle Versuchsflächen, 1991-94).

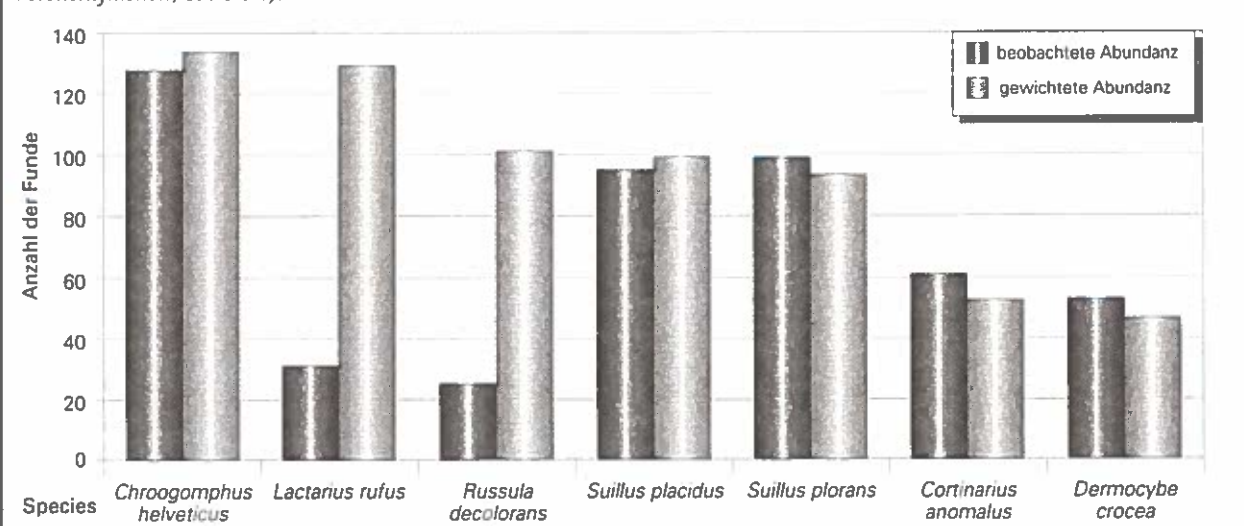


Abbildung 19. Abundanz und Produktivität von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe in der Versuchsfläche Obere Issl in Gegenüberstellung zum Witterungsverlauf in den Monaten Mai bis Oktober 1991-94

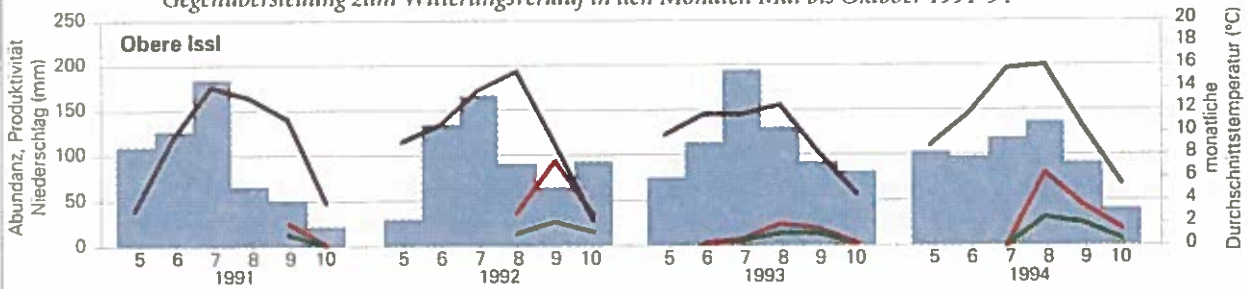


Abbildung 20. Abundanz und Produktivität von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe in der Versuchsfläche Wiesberg in Gegenüberstellung zum Witterungsverlauf in den Monaten Mai bis Oktober 1991-94

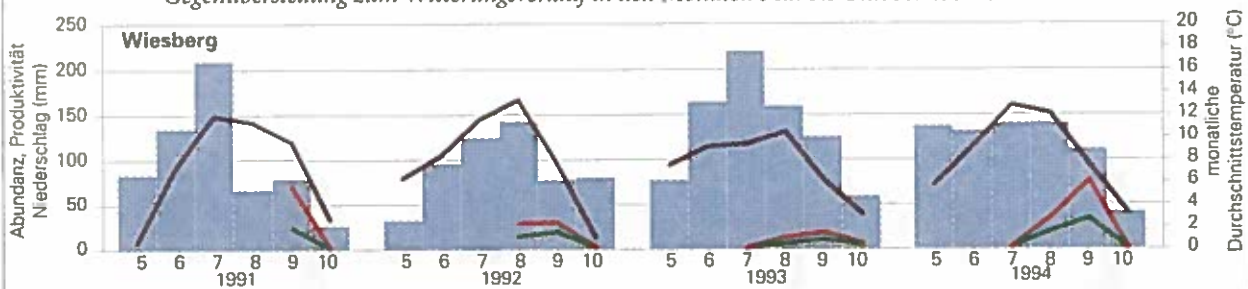


Abbildung 21. Abundanz und Produktivität von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe in der Versuchsfläche Poschach-Kampfbzone in Gegenüberstellung zum Witterungsverlauf in den Monaten Mai bis Oktober 1991-94

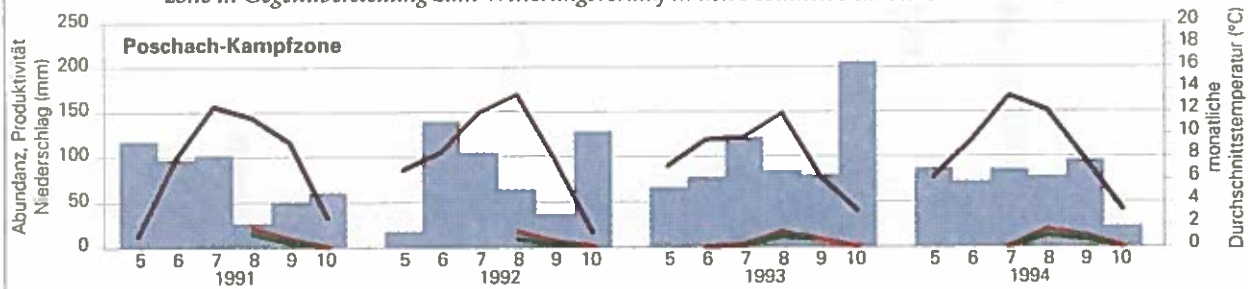


Abbildung 22. Abundanz und Produktivität von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe in der Versuchsfläche Poschach-Hochwald in Gegenüberstellung zum Witterungsverlauf in den Monaten Mai bis Oktober 1991-94

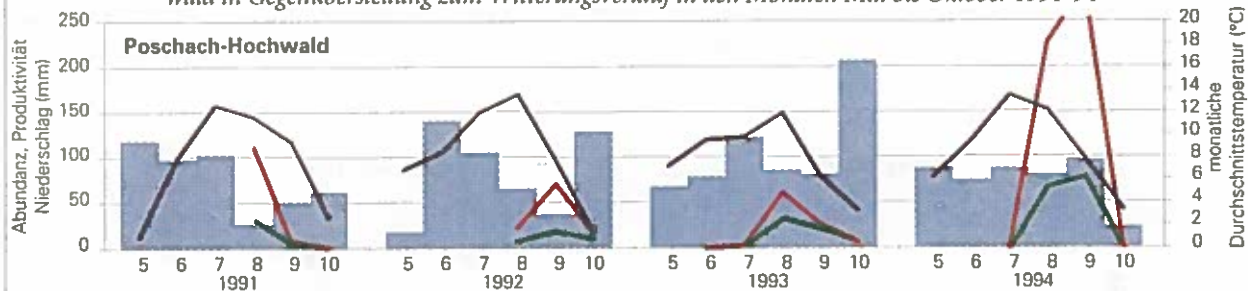
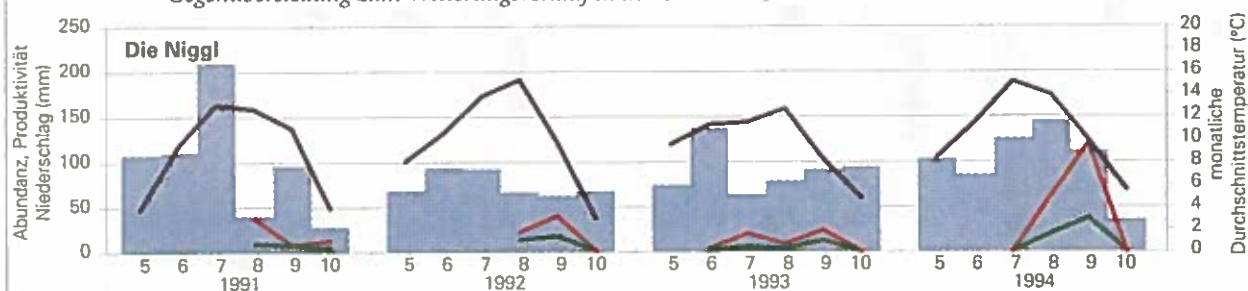


Abbildung 23. Abundanz und Produktivität von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe in der Versuchsfläche Die Niggel in Gegenüberstellung zum Witterungsverlauf in den Monaten Mai bis Oktober 1991-94



monatlicher Niederschlag monatliche Durchschnittstemperatur (°C) Abundanz (Anzahl der Funde) Produktivität (Anzahl der Fruchtkörper)

3.15. Fruktifikation und Witterungsverlauf

In den Abbildungen 19-23 sind die monatlichen Abundanzen bzw. Produktivitäten aus den fünf Versuchsflächen für die vier Untersuchungsperioden im Vergleich zu den monatlichen Niederschlags- bzw. durchschnittlichen Temperaturwerten dargestellt. In der Vegetationsperiode 1994 war generell

die stärkste Fruktifikation in Sinne der Abundanz und Produktivität zu verzeichnen. Vor allem in der Versuchsfläche Poschach-Hochwald kommt es in diesem Jahr zu einer gewaltigen Pilzfruktifikation, die sich in besonders hohen Produktivitäten in den Monaten August und September bemerkbar macht. Eine vergleichsweise starke Fruktifikation war noch in der Vegetationsperiode 1992 für die Versuchs-

Abbildung 24.

Korrelation zwischen der Abundanz von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe (monatliche Anzahl an Funden für August, September, bzw. Oktober) und Niederschlags- bzw. Temperaturwerten in den entsprechenden Vormonaten (alle Versuchsflächen, 1991-94).

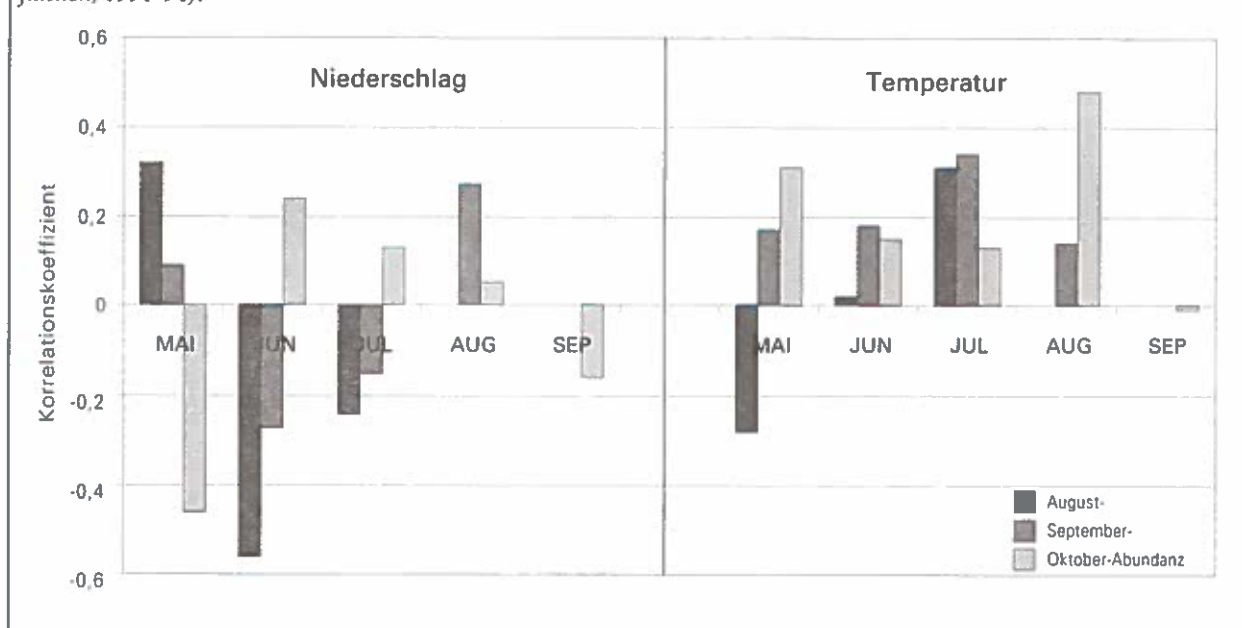
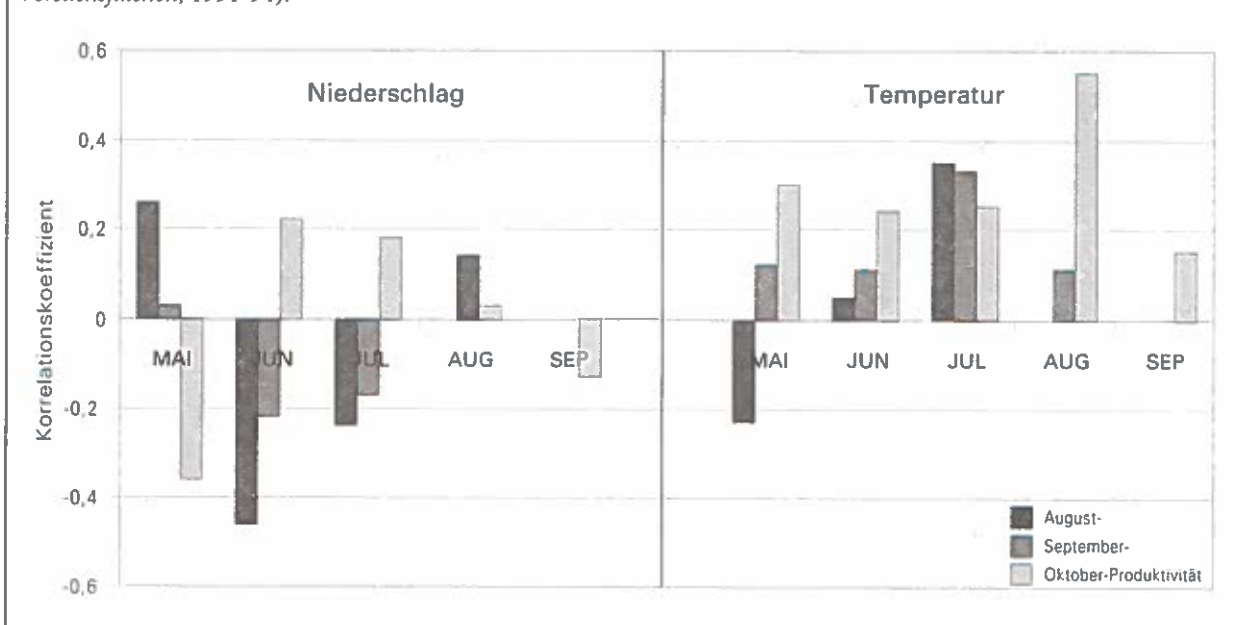


Abbildung 25.

Korrelation zwischen der Produktivität von Ektomykorrhizapilzen der Zirbe (monatliche Anzahl an Fruchtkörpern für August, September, bzw. Oktober) und Niederschlags- bzw. Temperaturwerten in den entsprechenden Vormonaten (alle Versuchsflächen, 1991-94).



fläche Obere Issl zu verzeichnen. Geringe quantitative Unterschiede im jährlichen Fruktifikationsverlauf können für die Untersuchungsfläche Poschach-Kampfzone angegeben werden.

Eine Regressionsanalyse der monatlichen geordneten Fruktifikationsdaten (Abundanz, Produktivität) für August, September und Oktober gegenüber den Gesamtniederschlägen bzw. durchschnittlichen Tagestemperaturen in den vorhergehenden Monaten läßt erkennen, daß sich die Niederschläge unterschiedlich auswirken, während höhere Temperaturen generell zu einer gesteigerten Fruktifikation führen dürften (Abbildungen 24, 25). Auffallend dabei ist, daß ausschließlich die Maitemperaturen zur Augustfruktifikation negativ korreliert sind. Zwei hohe, negativ gerichtete Korrelationen ergeben sich für die Fruktifikation mit Niederschlagswerten in den Monaten Mai (für Oktoberfruktifikation) und Juni (für Septemberfruktifikation), während die Wechselbeziehungen Augustfruktifikation zu Mainiederschlägen bzw. Septemberfruktifikation zu Augustniederschlägen doch deutlich positiv gerichtet sind.

3.16. Systematischer Teil - Liste der Zirbenbegleiter mit Anmerkungen zur Taxonomie und Ökologie

Im folgenden werden kurze Notizen über die nachgewiesenen Zirbenbegleiter gegeben und Anmerkungen zur Taxonomie, Ökologie und Verbreitung gemacht. Die angeführten makro- und mikroskopischen Merkmale ergeben sich aus Fundbeschreibungen von Kollektionen aus den Versuchsflächen. Die ökologischen Angaben zur Fruktifikation beziehen sich sinngemäß auf die Bewertung der primären Ausprägung des Kleinststandortes (vgl. 2.3.1.5.) bzw. auf die Alterskategorisierung der Probestämme (2.3.1.3). Außerdem werden Hinweise, auch solche anderer Autoren, auf die subalpine Verbreitung der angeführten Arten gegeben. Die Listung der Arten erfolgt taxonomisch nach Familien, innerhalb der Familien werden Gattungen und Arten alphabetisch geordnet.

Abkürzungen:		für die Versuchsflächen, bei den Fundnennungen:	
Bem.	Bemerkungen	OI	Obere Issl
Ch.	Charakterisierung	WB	Wiesberg
Fd.	Funde	PK	Poschach-Kampfzone
Ökol.	Ökologie	PH	Poschach-Hochwald
Syn.	Synonyme		
Vbr.	Verbreitung	DN	Die Niggl

Boletales:

Boletaceae:

Chalciporus piperatus (Bull. : Fr.) Bat.

Ch.: Durch den brennend scharfen Geschmack und die leuchtend schwefelgelbe Farbe im Stiel (vor allem gegen die verjüngte Stielbasis hin) gut charakterisiert. Sporen 8,6-11,4/3,6-4,1 µm.

Fd.: OI 1.9.94 (in mit Humus gefüllter, von Zirbe durchwurzelter Felskluft), PH 21.9.93, PH 5.9.94.

Ökol.: Dieser Pilz wurde in zwei Versuchsflächen (Obere Issl, Poschach-Hochwald) unter mittleren Zirben gefunden. Er fruktifizierte auf relativ trockenen Stellen im Übergangsbereich vom Hochwald zum gelichteten Wald auf ca. 2030 bzw. 2060 m Höhe, wurde aber nicht in der Kampfzone beobachtet. *Ch. piperatus* kann als xerophiler Mykorrhizapilz eingestuft werden, der in Beständen mit hochwaldartiger Struktur bis zur Waldgrenze vordringt (vgl. dazu FRIEDRICH, 1936, HORAK, 1963). Nach HORAK (1985) streng an Fichte gebunden.

Vbr.: Von HORAK (1963) im Dischmatal, Graubünden, Schweiz, auffällig häufig, und oft in zahlreichen Exemplaren bei *Picea abies*, jedoch nicht unter *Pinus cembra* festgestellt. Von ENGEL & FRIEDRICHSEN (1974) und SCHMID-HECKEL (1985) in den Nördlichen Kalkalpen bei Fichten bzw. Buchen beobachtet und von SCHMID-HECKEL (1985) nur bis in eine Höhe von 940 m gefunden.

Suillus placidus (Bon.) Singer

Ch.: Weißlicher bis elfenbeinfarbener Röhrling mit zahlreichen, rötlichen bis dunkelbraunen Drüsenpunkten am Stiel und deutlich verjüngter, oft gelb gefärbter Stielbasis. Hutfleisch über dem Hymenium gelb gefärbt. Sporen 8,1-10,0/2,7-3,2 µm.

Fd.: Zahlreich in allen Versuchsflächen. Insgesamt mit 95 Funden nachgewiesen.

Ökol.: Vielfältige Kleinststandorte (vgl. 3.12.) Fruktifikation bei Zirben aller Alterskategorien mit Schwerpunkt bei mittleren und Altzirben (vgl. 3.14.). Weit verbreiteter und häufiger Zirbenbegleiter mit großer ökologischer Amplitude in der hochsubalpinen Stufe mit Fruktifikation auch noch an stark windexponierten Stellen in 2210 m im Bereich von „Windecken“ des *Loiseleuria Alectorietum ochroleucae* bei obersten Zirben (Krummholz) der Kampfzone (Poschach).

Vbr.: Nachweise in den Zirbenbeständen der Alpen durch HORAK (1963) und GERHOLD (1992). Begleitpilz auch von anderen 5-nadeligen Kiefern (*Pinus strobus*).

Suillus plorans (Roll.) Singer

Ch.: Pilz mit variabler Hutfarbe (gelbbraun bis schokoladebraun) und mit gelbem bis orangebraunem, zylindrischem Stiel und fruchtigem Geruch. Mit rotbräunlichen Drüsenpunkten am Stiel. Sporen 8,6-10,0/4,1-5,0 µm.

Fd.: Zahlreich in allen Versuchsflächen. Insgesamt mit 99 Funden nachgewiesen.

Ökol.: *S. plorans* fruktifiziert gerne an grasigen oder moosigen Stellen, aber auch noch auf blankem Humus oder zwischen *Vaccinium spp.* Selten stamminahe Fruktifikation. Ein Nachweis an stark windbeeinflussten Stellen konnte nicht erbracht werden (vgl. 3.12.). Fruktifikation im Bereich von Zirben aller Alterskategorien und im Vergleich mit anderen häufigen Zirbenbegleitern mit hohem Anteil bei Jungzirben nachgewiesen (vgl. 3.14.). Ähnlich wie *Suillus placidus* ist *S. plorans* in der Versuchsflächen ein weit verbreiteter und häufiger Mykorrhizapilz der Zirbe. Mit zahlreichen Funden in der Aufforstungsfläche Wiesberg nachgewiesen.

Vbr.: In den Zirbenbeständen der Alpen weit verbreitet (FAVRE, 1960; GERHOLD, 1992; HORAK, 1963; SCHMID-HECKEL, 1985). In Form der Knöllchenmykorrhiza (vgl. KELLER, 1992) an Sämlingen (Zapfenkeimung) in den Ötztaler Alpen noch in einer Höhe von 2400 m nachgewiesen.

Suillus sibiricus Singer

Ch.: Durch Velum bzw. Velumreste am Hutrand und Ring am Stiel gut charakterisierter, bräunlich- bis strohgelber Röhrling. Sporen 8,1-11,4/3,6-4,6 µm.

Fd.: OI 11.8.92 (2 Funde), OI 9.8.94, PH 23.8.93.

Ökol.: Unter mittleren Zirben, auf Humus (± Streu) oder im Gras. Im Vergleich zu *Suillus placidus* und *S. plorans* mit lediglich 4 Funden eine relativ selten fruktifizierende Art.

Vbr.: Aufgrund der charakteristischen Mykorrhiza als stärker verbreiteter Zirbenröhrling erkannt. Von SINGER (1938) aus Rußland beschrieben und im sibirischen Zirbenareal anscheinend häufiger fruktifizierend (MOSER, 1963a). Nachweise dieser relativ selten fruktifizierenden Art aus dem Verbreitungsgebiet der Zirbe in den Alpen durch FAVRE (1960), GERHOLD (1992), HORAK (1963), KÜHNER (1947), MOSER (1983), RICEK (1989), SCHMID-HECKEL (1985) und TREU (1990).

Xerocomus spadiceus (Fr.) Quél.

Ch.: Fund aufgrund der Farbreaktion mit NH₃ (Huthaut eindeutig blaugrün) dieser Art zugeordnet. Fruchtkörper jedoch mit olivlichen Tönen am Hut und im Hymenium. Sporen relativ breit (wie *X. subtomentosus*), 10,0-15,0/5,0-6,0 µm.

Fd.: DN 7.9.94.

Ökol.: Auf Humus (mit Streu), unter mittlerer Zirbe.

Vbr.: Von HORAK (1963) im Dischmatal, Graubünden, Schweiz, in der hochsubalpinen Stufe unter *Pinus cembra* (und *Betula*) nachgewiesen.

Bem.: Einzige Art der Gattung *Xerocomus*, die bei Zirbe beobachtet werden konnte. Nur in der Versuchsfläche Die Niggl nachgewiesen. Nach HORAK (1985) Mykorrhizapilz der Fichte.

Paxillaceae:

Paxillus involutus (Batsch) Fr.

Ch.: Hut feinfilzig bis kahl, olivlich braun, kaum schmierig, Hutrand lange eingerollt, Lamellen gelblich, Druckstellen rasch braunfleckig. Sporen 8,6-9,6/5,5-5,9 µm.

Fd.: DN 21.8.91, DN 18.8.92, DN 16.8.94 (2 Funde), DN 7.9.94 (3 Funde).

Ökol.: Zwischen *Vaccinium myrtillus*, auf Humus (mit Nadelstreu) bzw. zwischen Moos. Unter mittleren und Altzirben. Mit 7 Funden nur in der Versuchsfläche Die Niggl nachgewiesen.

Vbr.: Von MOSER (1958, 1959b) als (möglicher) Mykorrhizapilz der Zirbe angeführt. Nachweise in der subalpinen Stufe der Alpen durch HORAK (1963, 1985). Von HORAK (1963) in der subalpinen Stufe der Rätischen Alpen (Dischmatal, Graubünden, Schweiz) unter verschiedenen Holzarten (*Picea*, *Larix*, *Pinus mugo*, *Betula*, *Alnus*), jedoch nicht unter *Pinus cembra* nachgewiesen.

Gomphidiaceae:

Chroogomphus helveticus (Singer) Moser ssp. *helveticus*

Ch.: Hut selten etwas schmierig, meist filzig und meist mit Papille oder Buckel. In allen Fruchtkörperteilen schön orange gefärbt. Sporen 16,4-20,0/5,9-7,3 (-8,6) µm.

Fd.: Bis auf die Probestfläche Die Niggl (nur 7 Funde) in allen anderen Versuchsflächen mit insgesamt 128 Funden sehr verbreitet.

Ökol.: *Chroogomphus helveticus* ssp. *helveticus* ist in dieser Studie der nach Funden häufigste Mykorrhizapilz der Zirbe. Er hat eine weite ökologische Amplitude, fruktifiziert bei Zirben aller Altersklassen, meist bei mittleren und Altzirben (vgl. 3.14.). Die Art bevorzugt eher vegetationsarme Kleinstandorte, die im Bereich vom Hochwald bis in die windbeeinflusste Kampfzone liegen können (vgl. 3.12.). Fruktifiziert meist nur mit einem Fruchtkörper pro Fund. Auch stamminahe Fruktifikation beobachtet.

Vbr.: Subalpine Nachweise der Subspecies *helveticus* in den Alpen durch SINGER & KUTHAN (1976) und SCHMID-HECKEL (1985) unter besonderer Berücksichtigung der Sporengröße. Subalpine Fundmeldungen aus dem *Pinetum mughii carpaticum* des Babia Góra Massiv der Karpaten durch BUJAKIEWICZ (1993).

Agaricales:**Hygrophoraceae:*****Hygrophorus camarophyllus* (Alb. & Schwein. : Fr.) Dumée et al.**

Ch.: Hut rußig graubraun, Lamellen weißlich mit blaßen Grautönen, Stiel dem Hut gleichfarbig und mit spindelig verjüngter Basis. Sporen 8,2-10,0/5,9-6,8 µm.

Fd.: DN 7.9.94.

Ökol.: Ein einziger Fund zwischen *Vaccinium myrtillus* und *V. gaultheroides*, unter mittlerer Zirbe.

Vbr.: Nachweis für die Nördlichen Kalkalpen durch ENGEL & FRIEDERICHSEN (1974).

Bem.: Nach MOSER (1983) in sauren Nadelwäldern (Kiefer, Fichte), meist im tiefen Moos. Es sind keine Literaturangaben über mögliche Mykorrhizabindung mit *Pinus cembra* bekannt.

Tricholomataceae:***Laccaria laccata* (Scop. : Fr.) Berk. & Broome**

Ch.: Relativ große Fruchtkörper mit fleischbräunlichen Farben. Sporen 7,0-8,1/6,3-7,2 µm, Ornamente 0,5 µm.

Fd.: OI 1.10.92 (2 Funde), OI 23.9.93, OI 1.9.94, PH 27.8.91 (2 Funde), PH 23.8.93, PH 11.8.94.

Ökol.: Beobachtete Kleinststandorte mit Gras (5 Funde) bzw. mit Humus (± Streuauflage, 3 Funde). Meist im Bereich von mittleren Zirben (6 Funde), seltener unter Altzirben (2 Funde).

Vbr.: Subalpine Nachweise in den Alpen durch HORAK (1963, 1985) und SCHMID-HECKEL (1985). Steigt bis in die subnivale Stufe (FAVRE, 1955; HORAK, 1985).

Bem.: In der montanen bis alpinen Stufe mit weitem Wirtsspektrum (*Picea*, *Pinus*, *Larix*, *Alnus*, *Dryas*, *Loiseleuria*) verbreitet.

***Laccaria montana* Singer**

Ch.: Kleine bis mittelgroße Fruchtkörper mit relativ kurzen Stielen (unter 15 x länger als dick) und mit 4-sporigen Basidien. Sporen rundlich, 8,0-10,0 µm, Ornamente meist um 0,5 - 0,7 µm.

Fd.: OI 3.9.92, OI 14.10.94, PH 7.9.92, PH 11.8.94, PK 23.8.93, PK 21.9.93.

Ökol.: Meist auf blankem Humus fruktifizierend, nur jeweils ein Fund im Moos (*Hylocomium* sp.) bzw. im Gras. Ein Fund unter Altzirbe, alle anderen im Bereich von mittleren Zirben.

***Tricholoma terreum* (Schaeff. : Fr.) P. Kumm.**

Ch.: Hut graubraun, filzig angedrückt schuppig, Lamellen weiß bis schmutzig weißlich. Sporen 7,7-9,1/4,5-5,5 µm.

Fd.: OI 3.9.92.

Ökol.: Auf Erde mit Nadelstreu, unter mittlerer Zirbe.

Vbr.: Subalpine Nachweise durch HORAK (1985) und SCHMID-HECKEL (1985).

Bem.: Nach HORAK (1985) und SCHMID-HECKEL (1985) in der montanen Stufe hauptsächlich unter *Picea*, in der subalpinen Zone (bis zur Waldgrenze) mit *Pinus cembra* und *P. mugo*.

***Tricholoma* sp. (K 94/43)**

Ch.: Fruchtkörper mit blaß tonfarbenem, schmutzig weißlichem Hut und gleichfarbigem bis olivlich gelben Lamellen. Sporen 5,9-7,3/4,6-5,5 µm.

Fd.: PH 5.9.94.

Ökol.: Im Gras, unter mittlerer Zirbe.

***Tricholoma* sp. (K 94/15)**

Ch.: Mittelgroße Fruchtkörper mit gelbbraunem bis rostig braunem Hut, olivlich gelben Lamellen und gelbem bis orangegelbem Stiel. Sporen 4,0-5,5/2,7-3,6 µm.

Fd.: DN 16.8.94 (2 Funde), DN 7.9.94 (3 Funde).

Ökol.: Alle Funde zwischen *Vaccinium myrtillus*. Unter mittleren Zirben (4 Funde) bzw. unter Altzirbe (1 Fund).

Entolomataceae:***Entoloma (Rhodophyllus) cucullatum* (Favre)**

Ch.: Hut kegelig, dünnfleischig, dunkelgraubraun bis graubraun, Lamellen dünn, breit, blaß tongrau mit rosa Tönen. Sporen meist 4- bis 5-eckig, glatt, 9,0-12,7/6,4-9,1 µm, Basidien viersporig.

Fd.: WB 12.10.93, WB 12.9.94.

Ökol.: Auf Humusboden bzw. zwischen Moos, im Bereich von Jungzirben.

***Entoloma cuneatum* (Bres.) Moser**

Ch.: Hut kegelig bis kegelig-konvex, blaß ockergelblich bis blaß ockerbraun, Stiel ± gleichfarbig, Lamellen tongraubraun. Sporen vieleckig, glatt, Apiculus deutlich, 10,0-11,8/7,7-9,1 µm, Basidien viersporig.

Fd.: OI 19.8.93, WB 9.8.93, WB 14.7.94.

Ökol.: Fruktifikation auf Humusboden bzw. zwischen Moos und *Vaccinium myrtillus*. Zwei Funde unter Jungzirben, ein Fund bei einer mittleren Zirbe.

***Entoloma infula* (Fr.) Noord.**

Ch.: Hut mit deutlicher Papille, mit bräunlichen Farben, deutlich gerieft, Lamellen weißlich bis blaß graubraun. Sporen vieleckig, 10-11/7-8 µm, Basidien viersporig.

Fd.: PK 21.9.93, DN 22.7.93.

Ökol.: Im Gras und zwischen *Empetrum hermaphroditum*. Je ein Fund unter mittlerer bzw. Altzirbe.

Vbr.: Nach HORAK (1985) in und außerhalb des montan-subalpinen Nadelwaldes der Rätischen Alpen (Schweiz), meist in sumpfigen Wiesen. Nachweis durch FAVRE (1960) bis 1820 m Seehöhe.

Entoloma mammosum (Fr.) Hesler

Ch.: Hut deutlich spitzbuckelig, dunkelbraun, Lamellen grau, Stiel wie Hut gefärbt, Geruch gurkenartig. Mit Cheilocystiden. Sporen 9,1-11,0(-12,0)/6,0-8,0 µm.

Fd.: WB 12.9.94 (3 Funde).

Ökol.: Ein Fund direkt zwischen *Rhododendron ferrugineum*, sonst im Gras. Im Bereich mittlerer bzw. Jungzirben.

Entoloma aff. porphyrophaeum (Fr.) P. Karst.

Ch.: Vom Habitus her wie *Entoloma porphyrophaeum*, jedoch Sporen kleiner, 7,3-8,6/5,4-5,9 µm.

Fd.: OI 1.9.94.

Ökol.: Mit grasigem Kleinststandort nahe *Rhododendron ferrugineum*. Unter mittlerer Zirbe.

Entoloma sp. (K 93/13)

Ch.: Mittlere Art mit blaß gelblichen bis gelbbraunen Farben und ohne auffälligen Geruch. Sporen sechseckig, glatt, mit deutlichem Appendix, 9,1-12,3/7,7-8,6 µm, Basidien viersporig.

Fd.: DN 22.7.93.

Ökol.: Im Moos, unter Altzirbe.

Bem.: Könnte eventuell als *E. pallescens* aufzufassen sein.

Amanitaceae:

Amanita muscaria (L. : Fr.) Hook.

Ch.: Sporen 10,9-12,7/7,3-8,6 µm.

Fd.: PH 27.8.91 (2 Funde), PH 5.10.92, PH 23.8.93, PH 5.9.94 (2 Funde).

Ökol.: Meist unter Altzirbe (5 Funde), nur ein Fund bei mittlerer Zirbe. Kleinststandort auf Humus (\pm Streu) oder im Gras. Nur in der Versuchsfläche Poschach-Hochwald und somit nur bis in eine Höhe von 2075 m beobachtet.

Vbr.: Durch HORAK (1963) im Dischmatal, Graubünden, Schweiz, als relativ seltener Pilz (wahrscheinlich witterungsbedingt) bis 1800 m gemeldet. Nach HORAK (1985) überall im subalpinen Nadelwald der Rätischen Alpen (Schweiz) häufig.

Bem.: Die untersuchten Kollektionen zeichnen sich durch große Sporen aus. Funde aus einem der Versuchsfläche Die Niggl benachbarten Bereich besitzen ebenfalls relativ große Sporen. Es wäre zu überprüfen, ob es sich um ein konstantes Merkmal für die mit Zirbe assoziierte (subalpine) *A. muscaria*-Sippe handelt. Die vorliegenden Fundmeldungen bestätigen die durch MOSER (1956, 1958) bzw. FAVRE (1960) angegebene Mykorrhizabindung von *A. muscaria* mit *Pinus cembra*.

Cortinariaceae:

Cortinarius:Untergattung *Leprocye*:*Cortinarius* (Lep.) sp. (K 92/5)

Ch.: Pilz mit relativ kleinem, \pm braunem Hut, weißlichem Stiel und im UV-Licht gelbgrüner Fluoreszenz. Sporen 9,6-10,5/4,6-5,5 µm.

Fd.: PH 13.8.92.

Ökol.: Zwischen Nadelstreu auf Erde, unter mittlerer Zirbe.

Untergattung *Phlegmacium*:*Cortinarius* (Phl.) *allutus* (Secr.) Fr.

Ch.: Hut mittelgroß, mit ocker-, löwengelben bis orangefuchsigem Farben, Lamellen weißlich bis blaß tonfarben, Stiel weißlich, mit meist deutlich gerandeter Knolle. Sporen kaum warzig, 8,6-10,5/5,0-6,0 µm.

Fd.: WB 12.9.94, PH 27.8.91, PH 21.9.93, PH 11.8.94, PH 5.9.94 (2 Funde), DN 9.9.92, DN 16.9.93 (4 Funde), DN 7.9.94.

Ökol.: Kleinststandorte recht vielfältig (auf Humus, zwischen *Vaccinium myrtillus*, zwischen Moos, im Gras, zwei Funde mit stammnaher Fruktifikation). Im Bereich von (auch schon eher jüngeren) mittleren bis alten Zirben, jedoch nicht unter Jungzirben beobachtet.

Vbr.: Von HORAK (1963) im Dischmatal, Graubünden, Schweiz, unter *Pinus cembra* in 2090 m Höhe nachgewiesen.

Cortinarius (Phl.) *latus* Fr.

Ch.: Hut semmelbraun, Hutmitte fuchsig, Lamellen milchkaffeebraun, Stiel weißlich, Velum weiß. Sporen 10,0-11,8/6,4-7,3 µm.

Fd.: PH 27.8.91.

Ökol.: Im Gras, unter mittlerer Zirbe.

Cortinarius (Phl.) *multiformis* (Fr.) Fr. var. *coniferarum* Moser

Ch.: Hut semmel- bis löwengelb, bis 9 cm breit, Lamellen bräunlich, Stiel weiß, mit Knolle. Sporen relativ stark warzig, 9,0-11,0/5,5-6,5 µm.

Fd.: WB 12.9.94, DN 7.9.94.

Ökol.: Zwischen *Vaccinium myrtillus* bzw. auf Humus, unter mittleren Zirben.

Cortinarius (Phl.) sp. (K 92/32)

Ch.: Hut dunkelbraun bis fuchsigbraun, Lamellen ockerbraun mit grünlicher Komponente, Stiel ockerbraun bis braungrau, mit Knolle, Stielbasis mit zitronengelbem Mycel. Sporen 10,5-12,0/6,0-7,5 µm.

Fd.: PH 5.10.92.

Ökol.: Auf Humus zwischen Nadelstreu, unter Altzirbe.

Bem.: Eventuell als *C. scaurus* Fr. zu identifizieren.

Untergattung *Sericeocybe*:***Cortinarius (Ser.) anomalus* (Fr. : Fr.) Fr.**

Ch.: Fruchtkörper mit dunkelbraunem bis violettlich graubraunem Hut, Lamellen violettlich tonfarben, alt milchkaffeebraun, Stiel zylindrisch, mit keuliger Basis, blaß violettlich bis fast weißlich, von Velum überfaser, Stielspitze violettlich bis grau-violettlich. Sporen rundlich, feinwarzig, 7,5-9,1/6,0-7,2 µm (ev. auch größersporige Sippe).

Fd.: Insgesamt 61 Funde aus allen Versuchsflächen.

Ökol.: Zirbenbegleiter mit weiter ökologischer Amplitude in der subalpinen Stufe. Kann im Vergleich zu anderen Zirbenbegleitern oft an Kleinststandorten beobachtet werden, die durch eine Dominanz von *Rhododendron ferrugineum* geprägt sind (vgl. 3.12.). Fruktifiziert bei Zirben aller drei Altersklassen (vgl. 3.14.).

Vbr.: Weite Verbreitung von der montanen bis in die alpine Zone der Alpen und mit *Picea*, *Pinus cembra*, *Salix*, *Dryas*, *Sesleria* (?) vergesellschaftet (ENGEL & FRIEDERICHSEN, 1974; HORAK, 1963, 1985; SCHMID-HECKEL, 1985). Steigt bis in eine Höhe von 2550 m (FAVRE, 1955).

***Cortinarius (Ser.) aff. diabolicus* Fr.**

Ch.: Hut eher blaß tongraubraun, Lamellen fahl milchkaffeebraun, Stiel weißlich bis blaß cremefarben, Stielspitze schwach violettlich. Sporen 8,6-10,0/6,4-7,7 µm.

Fd.: WB 1.10.92.

Ökol.: Auf Humus (kaum Vegetation), unter mittlerer Zirbe

Untergattung *Telamonia*:***Cortinarius (Tel.) acutus* Fr. (ss. Fr., Favre, non Lge.)**

Ch.: Blaß ockerfarbener, kleiner *Cortinarius* mit spitzer Papille. Sporen 8,6-10,5/5,0-5,9 (-6,4) µm.

Fd.: PH 19.10.93.

Ökol.: Zwischen Moos, mit *Rhododendron ferrugineum*, unter mittlerer Zirbe.

Vbr.: Subalpiner Nachweis durch SCHMID-HECKEL (1985).

***Cortinarius (Tel.) brunneus* (Pers. : Fr.) Fr.**

Ch.: Fleischige *Telamonia* mit ± schwarzbraunen Farben und weißen Velumzonen am Stiel, Hut ohne auffallende rotbraune Töne. Sporen 9,6-11,0(-11,8)/5,5-6,4(-7,3) µm.

Fd.: WB 26.9.91, PH 5.9.94, DN 16.9.93 (2 Funde).

Ökol.: Auf Humus bzw. zwischen *Vaccinium myrtillus*, auch stammnahe Fruktifikation, unter mittleren Zirben.

Vbr.: Nachweise für die hochmontane bzw. subalpine Stufe durch HORAK (1963, 1985) und SCHMID-HECKEL (1985).

***Cortinarius (Tel.) ceraceus* (Moser) Moser**

Ch.: Hell ockergelber Pilz, Stiel ± gleichfarbig, Velum ocker. Sporen 8,2-10,0/5,0-5,9 µm.

Fd.: OI 1.9.94, DN 7.9.94.

Ökol.: Beide Funde auf Humus, nahe einer Wurzel, unter mittleren Zirben.

***Cortinarius (Tel.) aff. duracinus* Fr. var. *raphanicus* Moser**

Ch.: Mitteltgroße, rötlichbraune *Telamonia* mit weißlich überfaserem Stiel und starkem Rettichgeruch. Sporen 9,6-11,4/6,4-7,3 µm (relativ breit).

Fd.: WB 8.10.91.

Ökol.: Im Moos, mit *Vaccinium vitis-idaea*, unter mittlerer Zirbe.

***Cortinarius (Tel.) fasciatus* Fr.**

Ch.: Mit fuchsig-gelbbraunem Hut, Stiel in der oberen Hälfte wie Hut gefärbt, Basis mit flaumigem, weißem Mycel. Sporen 7,3-9,6/4,5-5,5 µm.

Fd.: WB 12.10.93.

Ökol.: Zwischen *Vaccinium myrtillus*, mit *Vaccinium vitis-idaea* und Moos, unter mittlerer Zirbe.

***Cortinarius (Tel.) aff. fasciatus* Fr.**

Ch.: Kleinere *Telamonia* mit braunem Hut und ± gleichfarbigem und an der Basis von weißen Fasern überzogenem Stiel. Sporen 7,7-9,6/5,0-6,0 µm.

Fd.: PH 19.10.93.

Ökol.: Zwischen Moos, unter mittlerer Zirbe.

***Cortinarius (Tel.) flexipes* (Pers. : Fr.) Fr. ss. Kühner**

Ch.: Kleine, rötlichbraune *Telamonia* mit weißlichen Velumresten an Hut und Stiel. Sporen 8,2-9,1/5,5-6,0 µm.

Fd.: PK 27.7.93.

Ökol.: Zwischen Moos (*Hylocomium*), auf sehr humösem Boden, unter mittlerer Zirbe.

Bem.: Nach HORAK (1985) im sauren bzw. *Sphagnum*-reichen Nadelwald. Nach FAVRE (1960) auch bei *Pinus mugo* bis in 1850 m Höhe.

***Cortinarius (Tel.) fulvescens* Fr. ss. Favre**

Ch.: Kleine gelb- bis kupferrötlichbraune *Telamonia* mit bräunlichen Velumfasern am Stiel. Sporen lang ellipsoidisch bis subzylindrisch, 8,6-10,5 (-11,0)/5,0-6,0 µm.

Fd.: OI 23.9.93, PH 27.7.93, PH 21.9.93 (4 Funde), PH 11.8.94 (4 Funde), PH 5.9.94 (6 Funde), PH 12.10.94.

Ökol.: Überwiegende Zahl der Funde im Gras, etwas seltener auf Humus (in der sekundären Ausprägung auch oft mit Gras). Zu gleichen Teilen unter mittleren bzw. Altzirben gefunden.

Cortinarius (Tel.) aff. laetissimus R. Hry.

Ch.: Ockerfarbiger Pilz mit gelblichbraunen Lamellen.
Sporen 7,7-9,1/6,0-7,3 µm.

Fd.: WB 14.9.93.

Ökol.: Im Nadelstreu, auf Humus, unter Jungzirbe.

Cortinarius (Tel.) laetus Moser

Ch.: Hut gewölbt, rötlichbraun, Lamellen zimtbraun,
Stiel ockergelblich, mit brl. gelben Velum über-
fasert. Sporen 10,0-12,0/5,5-6,4 µm.

Fd.: PH 19.10.93, PH 5.9.94.

Ökol.: Im Streu, auf Humus bzw. im Gras, unter mittleren
Zirben.

Cortinarius (Tel.) obtusus Fr.

Ch.: Kleine *Telamonia* mit gelb- bis rötlichbraunen
Farben und ± starkem Rettichgeruch. Ohne
Cheilocystiden. Sporen 8,6-10,0/4,5-5,5 µm (bei
manchen Funden auch breiter, bis 6,5 µm).

Fd.: OI 1.9.94, OI 14.10.94 (2 Funde); PH 24.9.91, PH
5.9.94 (12 Funde), PH 12.10.94, DN 17.9.91.

Ökol.: Meist im Gras, seltener auf Humus oder im Moos,
aber auch ein Fund direkt zwischen *Rhododendron*
ferrugineum. Meist unter mittleren, selten bei
Altzirben gefunden.

Vbr.: Nachweis in der subalpinen Zone der Rätischen
Alpen (Schweiz) bei *Pinus mugo* durch HORAK
(1963) und im hochmontanen Fichtenwald der
Nördlichen Kalkalpen durch SCHMID-HECKEL
(1985).

Cortinarius (Tel.) privignorum R. Hry.

Ch.: Entspricht makroskopisch eher *C. privignus*, besitzt
jedoch kleinere Sporen, 6,4-7,3/4,1-4,6 µm.

Fd.: PK 21.9.93.

Ökol.: Auf Humus, bei mittlerer Zirbe.

Cortinarius (Tel.) aff. serratissimus Moser

Ch.: Diese Art schlüsselt mit MOSER (1983) auf
C. serratissimus auf, hat jedoch deutlich kleinere
Sporen, 7,3-8,6/4,6-5,0 µm.

Fd.: WB 12.10.93.

Ökol.: Zwischen *Empetrum hermaphroditum*, bei Jungzirbe.

Cortinarius (Tel.) striaepilus Favre

Ch.: Kleine *Telamonia* mit rotbraunem, durch
scheinend gerieftem Hut und ockerlichem Stiel.
Sporen 9,0-10,0/5,5-6,3 µm.

Fd.: OI 1.10.92 (3 Funde), 5.10.92 (2 Funde).

Ökol.: Auf Humus bzw. im Gras, unter mittleren bzw.
Altzirben

Cortinarius (Tel.) sp. (K 92/10)

Ch.: Sporen rundlich, beinahe etwas nierenförmig, 8,0-
9,0/6,3-7,2 µm.

Fd.: OI 3.9.92.

Ökol.: im Nadelstreu, mit etwas Gras, unter mittlerer Zirbe

Cortinarius (Tel.) sp. (K 94/14)

Ch.: Sporen 8,0-10,0/4,5-5,5 µm.

Fd.: PH 11.8.94.

Ökol.: Im Gras, bei mittlerer Zirbe.

Bem.: Diese *Telamonia* entspricht in vielen Merkmalen
Cortinarius rigidus Fr. ss. Fr., Lge., unterscheidet sich
jedoch durch den fehlenden Erdgeruch und durch
die andere Wirtsbeziehung.

Cortinarius (Tel.) sp. (K 94/40)

Ch.: Hut gelbbraun mit olivlichem Ton, auch rötlich
braun, Lamellen brl. gelb bis zimtgelb, Stiel bräun-
lich gelb bis rötlich braun. Ohne *Leprocye-*
typischer Fluoreszenz. Sporen 9,6-10,5/4,6-5,5 µm.

Fd.: DN 7.9.94.

Ökol.: Zwischen Streu auf Erde, unter mittlerer Zirbe.

Cortinarius (Tel.) sp. (K 94/42)

Ch.: Gelbbraune bis fuchsig braune *Telamonia*. In der
Gruppe der *Duracini*. Sporen 7,7-9,6/5,5-6,8 µm.

Fd.: DN 7.9.94 (2 Funde).

Ökol.: Zwischen Streu, auf Humus, unter Altzirben

Dermocybe chrysolitus (Kauff.)

Syn.: *Dermocybe palustris* (Moser) Moser non ss. Moser 1983.

Ch.: Gesamter Fruchtkörper mit olivgrünlichem Ton.
Junge Lamellen eindeutig olivgrün. Sporen 9,0-
10,0/5,5-6,4 µm (relativ groß).

Fd.: WB 11.8.92, DN 9.9.92.

Ökol.: Auf Erde bzw. im Gras, mit *Vaccinium myrtillus*
(eher untypisch), unter Jung- bzw. mittlerer Zirbe.

Vbr.: In der subalpinen Stufe der Ötztaler Alpen, beson-
ders an moosigen und moorigen Standorten,
verbreitet.

Dermocybe cinnamomea (L.: Fr.) Moser

Ch.: Hut hasel- bis umbrabraun, Lamellen orange bis
zimtorange, mit grünlichgelbem Stielfleisch.
Sporen 6,5-8,0/4,0-5,0 µm.

Fd.: OI 23.9.93, OI 1.9.94, PH 24.9.91, PH 23.8.93, PH
21.9.93, PK 21.9.93.

Ökol.: Vielfältige Kleinststandorte mit Fruktifikation auf
Humus, zwischen Moos bzw. im Gras. Bei Zirben
aller Alterskategorien beobachtet. Steigt bis in die
höchsten Bereiche der hochsubalpinen Kampfzone.

Dermocybe crocea (Schaeff.) Moser

Syn.: *Dermocybe cinnamomeolutea* (Orton) Moser ss.
Moser, Horak, non Orton.

Ch.: Lamellen jung ausgesprochen gelb, später gelb-
braun, safran, Stiel gelb, rettichartiger Geruch
(zumindest im Schnitt), Sporen 7,0-8,0(-9,0)/4,5-
5,5 µm. Auch Kollektionen mit etwas größeren
Sporen (8,6-9,6/5,0-6,0 µm) beobachtet.

Fd.: Insgesamt 53 Funde gezählt. Ein in den Versuchs-
flächen Obere Issl und Poschach-Hochwald
häufiger Pilz.

Ökol.: Es handelt sich bei dieser *Dermocybe* um einen Zirbenbegleiter mit relativ großer ökologischer Amplitude in der hochsubalpinen Stufe mit vielfältigen Kleinststandorten (vgl. 3.12.). Die Art fruktifizierte auch noch im obersten Bereich der Kampfzone, jedoch an windgeschützten Stellen. Für Zirben aller Altersklassen nachgewiesen, meist jedoch unter mittleren Zirben notiert (vgl. 3.14.).

Vbr.: Weite Verbreitung in der subalpinen Stufe der Alpen. Von HORAK (1963) im Dischmatal, Graubünden, Schweiz, in zahlreichen Formen bis auf 2250 m unter *Pinus cembra* beobachtet.

Dermocybe luteomarginata Moser (ined.).

Syn.: = *Dermocybe crocifolia* Peck ss. Moser 1978.

Ch.: Hut zimtbraun, mit gelbem Rand, Lamellen orange, Stiel gelb, Sporen 6,0-7,0/4,0-5,0 µm.

Fd.: PH 23.8.93.

Ökol.: Im Gras, unter mittlerer Zirbe.

Vbr.: Selten. Aus dem subalpinen Fichtenwald der Zentralalpen beschrieben (MOSER, ined.).

Dermocybe aff. norvegica (Høil.)

Ch.: Fruchtkörper relativ klein, Hut rötlich braun, Lamellen jung stumpf zimtorange, alt zimtbraun. Sporen 6,4-8,6/4,1-5,0 µm.

Fd.: OI 19.8.93, OI 23.9.93 (2 Funde), OI 1.9.94 (3 Funde), OI 14.10.94, PK 5.9.94, PH 5.9.94.

Ökol.: Vielfältige Kleinststandorte mit Fruktifikationen auf Humus, im Gras, zwischen Moos bzw. zwischen *Vaccinium myrtillus* beobachtet. Nur unter mittleren Zirben gefunden. Mehrfach in der Versuchsfläche Obere Issl, aber auch noch mit je einem Fund in den Versuchsflächen in Poschach nachgewiesen.

Bem.: Bei den Aufsammlungen handelt es sich um einen Hautkopf, der der von HØILAND (1983) beschriebenen *D. norvegica* nahestehen dürfte. Die vorliegenden Pilzfunde unterscheiden sich gegenüber *D. norvegica* (bei *Betula* und *Salix*) in ihren ökologischen Ansprüchen. Eine Abschätzung der Verbreitung dieser Sippe in der subalpinen Stufe kann erst nach einer taxonomischen Absicherung erfolgen.

Dermocybe pallidipes Moser

Syn.: ? = *D. semisanguinea* var. *alpina* Horak.

Ch.: Rotlamellige *Dermocybe*, mit blaß ockergelblichem Stiel. Sporen 7,3-8,2/4,6-5,0 µm (im Vergleich zu MOSER (1974) eher breit).

Fd.: WB 11.8.92, WB 3.9.92 (3 Funde), WB 14.9.93, WB 18.8.94 (2 Funde), WB 12.9.94 (4 Funde).

Ökol.: Fruktifikation überwiegend im Moos, aber auch auf Humus (± Streu), im Gras oder auch zwischen Flechten (*Peltigera aphthosa*) und stammnahe. Die meisten Funde unter mittleren Zirben, zwei Funde bei Jungzirben notiert.

Vbr.: Nach MOSER (1974, 1983) und nach eigenen Beobachtungen besonders im subalpinen Nadelwald bis in die Zwergstrauchheide verbreitet.

Dermocybe sanguinea (Wulfen : Fr.) Wünsche

Ch.: In allen Teilen blutrot gefärbter Hautkopf. Sporen 7,3-8,6/4,6-5,5 µm.

Fd.: PH 21.9.93.

Ökol.: Zwischen Nadelstreu, unter mittlerer Zirbe.

Vbr.: Von HORAK (1963) subalpin im Dischmatal, Graubünden, Schweiz, unter *Pinus mugo* in 2045 m Höhe nachgewiesen. Funde (meist bei Fichte) durch SCHMID-HECKEL (1985) im Nationalpark Berchtesgaden (Nördliche Kalkalpen) bis in die subalpine Zone (1710 m).

Hebeloma mesophaeum (Pers. : Fr.) Quéf.

Ch.: Hut schmierig, mit schokoladebrauner Scheibe und mit weißlich, wollig-faserig überzogenem Rand. Sporen 9,1-11,4/5,0-6,4 µm.

Fd.: WB 14.9.93.

Ökol.: Im Gras, unter mittlerer Zirbe.

Vbr.: Weite Verbreitung in der subalpinen Stufe (FAVRE, 1960; HORAK, 1963; SCHMID-HECKEL, 1985). Alpin bis in eine Höhe von 2650 m Höhe nachgewiesen (FAVRE, 1960).

Bem.: Fruktifiziert besonders häufig in Forstgärten bei Jungpflanzen (MOSER, 1983).

Hebeloma sinapizans (Paulet : Fr.) Gillet

Ch.: Relativ robuste, fleischige Art, mit starkem Rettichgeruch. Sporen 10,0-11,4/6,4-7,3 µm.

Fd.: OI 3.9.92.

Ökol.: Auf Humus, unter mittlerer Zirbe.

Hebeloma stenocystis Favre

Ch.: Kleinerer, blaß tonfarbener bis braungrauer Fälbling. Cheilocystiden zylindrisch, sehr lang, 68-100/5,5-6,0 µm, Sporen 10,9-11,4/5,9-6,4 µm.

Fd.: WB 26.9.91.

Ökol.: Im Moos, unter Jungzirbe.

Vbr.: Von FAVRE (1955) aus der subalpinen Stufe der Alpen beschrieben. Nach MOSER (1983) ein Pilz der subalpinen Zone, der bei *Pinus cembra* und *P. mugo* vorkommt. Von BUJAKIEWICZ (1993) in der subalpinen Stufe der Karpaten (Babia Góra Massiv) nachgewiesen.

Hebeloma syrjense P. Karst.

Syn.: *H. subsaponaceum* P. Karst.

Ch.: Gelb- bis ockerbräunlicher Pilz, Sporen relativ groß, 9,6-11,8/5,5-6,4 µm.

Fd.: PH 27.8.91.

Ökol.: Zwischen Streu, unter mittlerer Zirbe.

Vbr.: Nach HORAK (1985) in den Rätischen Alpen (Schweiz) montan-subalpin verbreitet und an Fichte gebunden, nach FAVRE (1960) auch mit *Pinus sylvestris* assoziiert.

Hebeloma sp. (K 92/27)

Ch.: Mittelgroße Hebeloma mit mittelbraunem, weißlich überfasertem Hut, blaß tongrauen Lamellen und keuligem Stiel. Sporen 6,5-7,2/4,5-5,0 µm.

Fd.: OI 1.10.92.

Ökol.: Auf Humus, unter mittlerer Zirbe.

Inocybe brevispora Huijsm.

Ch.: Rußgrauer bis dunkel graubrauner Rißpilz, Lamellen blaß gelblich bis olivlich-sonnenfarbig. Sporen höckerig, mit auffallend wenigen Ecken, 6,4-7,7/4,5-5,5 µm.

Fd.: PH 5.9.94, DN 7.9.94.

Ökol.: Auf Humus bzw. zwischen Moos, ein Fund mit stammnaher Fruktifikation, unter Altzirben.

Inocybe fuscidula Velen.

Syn.: *I. virgatula* Kühner.

Ch.: Rißpilz mit braunem, kegeligem Hut, blaß graubraunen Lamellen und weißlichem Stiel. Sporen 10,0-11,4/5,0-6,0 µm.

Fd.: PH 11.8.94.

Ökol.: Im Weidegras, unter mittlerer Zirbe.

Vbr.: Nachweise in der subalpinen Stufe durch FAVRE (1960) und SCHMID-HECKEL (1985).

Inocybe hirtella Bres.

Ch.: Strohgelber Rißpilz, mit Bittermandelgeruch. Sporen 8,2-10,0/5,5-6,3 µm.

Fd.: OI 23.9.93.

Ökol.: Auf Humus, zwischen Nadelstreu, unter mittlerer Zirbe.

Inocybe lucifuga (Fr.) Quél. *fm. gralla* Furrer

Ch.: Cheilocystiden 64-82/13,0-14,5 µm. Sporen 8,0-10,0/5,0-6,0 µm.

Fd.: OI 1.9.94.

Ökol.: Auf Humus (zwischen Streu), unter mittlerer Zirbe.

Inocybe aff. *rhacodes* Favre

Ch.: Dunkelbrauner Rißpilz, Hut grobfaserig-rissig, Stiel mit kleiner prägnanter Knolle, Stielspitze nicht violettlich. Sporen 11,4-13,2/5,0-6,4 µm.

Fd.: PH 27.7.93, DN 21.6.93, DN 11.8.93 (2 Funde).

Ökol.: Drei Funde dieses Pilzes fruktifizierten auf Humus (im Bereich eines alten Wurzelstockes), ein Fund im Gras. Unter mittleren Zirben bzw. bei einer Altzirbe festgestellt. Trotz gründlicher Überprüfung keine Zwergweiden im Bereich der Fruktifikationsstellen festgestellt.

Bem.: Die Pilzfunde entsprechen in vielen Merkmalen *Inocybe rhacodes*, einem aus der alpinen Zone bei Zwergweiden nachgewiesenen Pilz, der durch etwas größere Sporen (Sporenlänge) charakterisiert ist (FAVRE, 1955).

Inocybe subnudipes Kühner

Ch.: Ockerlich getönter, mittelgroßer Rißpilz, mit spindeligen Zystiden, 60-70/13-16 µm. Sporen 8,6-9,6/5,9-6,8 µm.

Fd.: OI 19.8.93.

Ökol.: Auf Humus, zwischen Nadelstreu, unter mittlerer Zirbe.

Inocybe aff. *tenuicystidiata* Horak & Stangl

Ch.: Mit langen, phioloiden Zystiden, 72-75/14-16/7-8 µm. Sporen 10,0-11,0(-12,3)/6,4-7,7 µm.

Fd.: OI 29.7.93.

Ökol.: Auf Humus, unter mittlerer Zirbe.

Inocybe sp. (K 94/8)

Ch.: Mittelbraune *Inocybe* mit prägnanter Papille und weißlich bereiftem Stiel. Sporen glatt, 9,1-11,0(-11,8)/5,9-6,4(-7,3) µm.

Fd.: OI 9.8.94.

Ökol.: Auf Humus, unter mittlerer Zirbe.

Bem.: Erinnt im Habitus an *I. friesii*.

Russulales:

Russulaceae:

Lactarius mitissimus Fr.

Ch.: Mittelgroßer, einheitlich orangefarbener Milchling, mit weißer Milch, mild. Sporen rundlich, stark ornamentiert, 8,5-9,5/7,5-8,5 µm.

Fd.: OI 3.9.92, PH 7.9.92 (2 Funde), PH 5.10.92, PH 21.9.93 (2 Funde), PH 5.9.94 (2 Funde), DN 17.9.91 (2 Funde), DN 3.10.91 (2 Funde), DN 16.8.94, DN 7.9.94 (4 Funde).

Ökol.: Fruktifikation meist im Gras oder auf Humus (± Streu), nur ein Fund im Moos. Etwa zu gleichen Teilen unter mittleren bzw. Altzirben notiert.

Vbr.: Von HORAK (1963, 1985) als (typischer) Mykorrhizapilz der subalpinen Fichte in den Rätischen Alpen (Schweiz) berichtet. Steigt nach FAVRE (1960) dort bis in 2200 m Seehöhe auf.

Lactarius necator (J. F. Gmel. : Fr.) Pers.

Ch.: Dunkel olivbrauner Milchling, mit gelblichen, bräunenden Lamellen, Stiel grün. Sporen 6,8-8,2/5,9-7,3 µm.

Fd.: DN 18.8.92 (2 Funde).

Ökol.: Auf Humus (mit Nadelstreu) mit etwas Gras, stammnahe (1 Fund), unter Altzirben.

Vbr.: Keine Fundmeldungen durch HORAK (1963, 1985).

Bem.: Von MOSER (1983) als Zirbenbegleiter auf kalkarmen Böden angeführt.

Lactarius rufus (Scop. : Fr.) Fr.

Ch.: Mit rotbraun gefärbtem, spitz gebuckeltem Hut, Stiel heller rotbraun, Milch weiß, unveränderlich, scharf. Sporen 8,2-10,5/7,2-8,6 µm.

Fd.: OI 3.9.91, OI 3.9.92 (Fund mit 43 Fruchtkörpern), OI 1.10.92, OI 29.7.93, OI 9.8.94, OI 1.9.94, PH 27.8.91 (5 Funde), PH 13.8.92 (2 Funde), PH 7.9.92 (3 Funde), PH 23.8.93, PH 21.9.93 (2 Funde), PH 11.8.94 (6 Funde), PH 5.9.94 (3 Funde), DN 9.9.92, DN 22.7.93, DN 7.9.94.

Ökol.: Kleinststandort meist auf blankem Humus (± Streu) oder im Gras, seltener im Moos und nur ein Fund zwischen *Rhododendron ferrugineum* (vgl. 3.12.). Ein Fund mit stammnaher Fruktifikation. Fruktifiziert meist unter Altzirben, seltener unter mittleren Zirben. Nicht im Bereich von Jungzirben beobachtet (vgl. 3.14.).

Vbr.: Von HORAK (1963, 1985) in seinen Studien über die Pilzflora in den Rätischen Alpen (Schweiz) als individuenreichste Art auf allen Standorten von der Talsohle bis zu den höchsten Einzelbäumen an der Baumgrenze und als Mykorrhizapilz bei *Picea*, *Pinus cembra* und *P. mugo* angeführt. Weitere subalpine Nachweise durch FAVRE (1960), SCHMID-HECKEL (1985) und RÜCKER & PEER (1988).

Bem.: Von MOSER (1958) als Mykorrhizapilz der Zirbe angeführt.

Russula decolorans (Fr.) Fr.

Ch.: Großer, oranger bis orangeroter Täubling mit grauendem, kräftigem Stiel und mit mildem Geschmack. Sporen 9,0-12,0/8,0-10,0 µm.

Fd.: DN 21.8.91 (2 Funde), DN 17.9.91 (3 Funde), DN 18.8.92 (6 Funde), DN 9.9.92 (5 Funde), DN 16.8.94 (6 Funde), DN 7.9.94 (3 Funde).

Ökol.: Nur in der Versuchsfläche Die Niggl nachgewiesen. Bevorzugt eher vegetationslose, humöse bzw. grasige und moosige Kleinststandorte, seltener zwischen *Vaccinium spp.* beobachtet. Ein Nachweis an windbeeinflussten Stellen („Windecken“) oder im Bereich von reinen *Rhododendron ferrugineum*-Beständen konnte nicht erbracht werden (vgl. 3.12.). Fruktifikation überwiegend im Bereich von Altzirben (vgl. 3.14.).

Vbr.: Von FAVRE (1960) im Schweizerischen Nationalpark bis in eine Höhe bis 2000 m gefunden. Von HORAK (1963, 1985) als häufige und individuenreiche Art von der montanen Stufe bis in die Kampfzone (Baumgrenze) der Rätischen Alpen (Schweiz) unter *Picea*, *Pinus mugo* und *P. cembra* nachgewiesen. Nachweis für die subalpine Stufe der Karpaten (Babia Góra Massiv) durch BUJAKIEWICZ (1993).

Russula emetica Schaeff. : Fr. var. *silvestris* Singer

Ch.: Kleinere, lebhaft rothütige *Russula* mit weißen Lamellen, weißem Stiel und scharfen Geschmack. Sporen 8,2-11,8/7,3-9,6 µm.

Fd.: DN 3.10.91 (2 Funde), DN 7.9.94.

Ökol.: Auf Humus bzw. im Gras, unter Altzirben.

Vbr.: Fund außerhalb der Versuchsflächen: Schöntal, Lüsens, Sellrain, Tirol, 3.9.91. Von HORAK (1963) als Charakterart für das *Piceetum subalpinum myrtilletosum* im Dischmatal, Graubünden, Schweiz, angeführt. Von FAVRE (1960) im Schweizer Nationalpark nur selten beobachtet. Weitere Nachweise aus der subalpinen Stufe durch HINKOVA (1958) und HORAK (1985).

Russula aff. heterophylla (Fr.) Fr.

Ch.: Hut mit grüner Grundfarbe, Huthaut nicht felderig-rissig, Lamellen cremefarben, Sporenpulverfarbe weiß. Sporen 7,7-9,6/6,4-7,7 µm.

Fd.: OI 9.8.94.

Ökol.: Im Gras, unter Altzirbe.

Russula mustelina Fr.

Ch.: Milder Täubling mit dunkelbraunem bis olivbraunem Hut. Sporenpulver weiß. Sporen 7,3-9,6/6,4-7,7 µm, Cystiden lanzettlich, zahlreich, sehr lang, 72-78/10,0-11,0 µm.

Fd.: OI 1.9.94.

Ökol.: Auf Humus, mit Streu, stammnahe, unter Altzirbe.

Vbr.: Nach HORAK (1963, 1985) als charakteristische Art der montanen bis subalpinen Nadelwälder (*Picea*, *Larix*) in den Rätischen Alpen (Schweiz) verbreitet.

Russula nauseosa (Pers. : Schwein.) Fr. ss. Bres.

Ch.: Mitteltgroßer, milder Täubling mit weinvioletten Tönen und gelber Sporenpulverfarbe. Fleisch mit FeSO₄ (10 %) rosa. Sporen 9,6-11,0(-11,8)/7,3-9,1 µm.

Fd.: OI 9.8.94 (3 Funde).

Ökol.: Im Moos bzw. Gras, unter mittleren Zirben. Nur in der Versuchsfläche Obere Issl nachgewiesen.

Vbr.: Subalpiner Nachweis durch SCHMID-HECKEL (1985).

Bem.: Aufsammlungen mit auffallend weinvioletten Tönen in der Fruchtkörperfärbung und mit früher Fruktifikation (Anfang August).

4. Diskussion

4.1. Dominanz

Als wesentliche Schlußfolgerung aus den Ergebnissen dieser Studie kann gesagt werden, daß die symbiontische Mykoflora der hochsubalpinen Zirbe vor allem durch Arten aus den Cortinariaceae, Boletaceae und Gomphidiaceae begründet wird (vgl. Abbildung 5) und relativ wenige Arten zu der in dieser Studie erfaßten Gesamtabundanz beitragen. Bei Berücksichtigung aller Versuchsflächen sind die Cortinariaceae mit 38 % der Funde jene taxonomische Gruppe, die über den vierjährigen Beobachtungszeitraum den größten Anteil an der Abundanz haben. Zweitwichtigste taxonomische Gruppierung sind die Boletaceae mit einem Fundanteil von 27 %, der überwiegend durch *Suillus plorans* und *S. placidus* begründet wird. An dritter Stelle steht *Chroogomphus helveticus* ssp. *helveticus* als ein Vertreter der Gomphidiaceae, der mit 17 % der Funde einen doch überraschend hohen Abundanzwert besitzt. Relativ hoch ist noch die Fruktifikation durch die Russulaceae mit einem Abundanzwert von 11 %, alle anderen taxonomischen Gruppierungen besitzen einen Wert von jeweils unter 3 %. Eine Differenzierung der Fundzahlen nach Gattungen bzw. Untergattungen zeigt, daß 83 % der notierten Funde lediglich sechs taxonomischen Gruppierungen (*Suillus*, *Chroogomphus*, *Telamonia*, *Dermocybe*, *Sericeocybe*, *Lactarius*) zuzuzählen sind. Eine Betrachtung der Fundzahlen auf *species*-Ebene macht deutlich, daß 58 % der Funde durch *Chroogomphus helveticus*, *Suillus plorans*, *S. placidus*, *Cortinarius* (Ser.) *anomalus* und *Dermocybe crocea* herbeigeführt werden.

In einer Studie über die Mykoflora in der subalpinen Stufe der Rätischen Alpen (Dischmatal, Graubünden, Schweiz) führt HORAK (1963) für die Zirbe mit zwölf Pilzarten in der hochsubalpinen Versuchsfläche (Stillberg) ein ebenfalls recht enges Mykorrhizapilzspektrum an. Bei einer Bewertung der Abundanz im Sinne der Anzahl von Pilzstandorten in dieser Untersuchungsfläche war der als *Dermocybe semisanguinea* var. *alpestris* (? = *Dermocybe pallidipes* Moser) neu beschriebene Hautkopf am verbreitetsten, gefolgt von *Dermocybe cinnamomeolutescens* (Hry.) Moser (= *D. crocea* (Schaeff.) Moser.) und *Suillus plorans*. Deutlich weniger Fundstellen konnten bereits für *Gomphidius helveticus* (= *Chroogomphus helveticus*), *Myxium salor* (= *Cortinarius* (Myx.)

salor) und *Phlegmacium anomalum* (= *Cortinarius* (Phl.) *anomalus*) notiert werden. Vergleicht man trotz methodischer Unterschiede die durch HORAK (1963) dokumentierten mykofloristischen Verhältnisse in den Rätischen Alpen mit jenen der vorliegenden Arbeit, so findet man hinsichtlich der Rangordnung der dominierenden Baumbegleiter eine Variabilität vor, wie sie auch zwischen den einzelnen Versuchsflächen dieser Studie nachzuweisen ist. Man kann annehmen, daß die standörtlichen Verhältnisse sowohl in der Versuchsfläche Stillberg als auch in jenen dieser Studie zu mehr oder weniger spezifischen Dominanzreihen führen.

Betrachtet man die häufigsten Arten der einzelnen Untersuchungsflächen (vgl. Tabelle 17), so wird klar, daß eine relativ beschränkte Zahl an Zirbenpilzen in den standortsspezifischen Dominanzreihen aufscheinen. Aufgrund einer gewissen Stetigkeit der Arten in den spezifischen Ranglisten einerseits und einer gewissen Mächtigkeit der Abundanz in einer Versuchsfläche andererseits läßt sich eine übergeordnete Gruppe von dominanten Zirbenbegleitern formulieren. Zu einer derartigen Gruppe wären *Chroogomphus helveticus*, *Suillus plorans*, *S. placidus*, und *Cortinarius* (Ser.) *anomalus* zu zählen, wenn man Arten berücksichtigt, die in mindestens zwei der Versuchsflächen nachzuweisen sind und mit einem Mindestanteil von 10 % an den Gesamtfunden einer bestimmten Versuchsfläche beitragen.

Als weiteren Schritt lassen sich die standortspezifischen Dominanzreihen unter Einbeziehung geographischer Gegebenheiten auch für eine Abschätzung der dominanten Zirbenbegleiter innerhalb eines größeren Areals heranziehen. Aufgrund der gegebenen geographischen Lageverteilung der Versuchsflächen dieser Studie können die oben angeführten vier Zirbenpilze als dominante Elemente für die gesamten hochsubalpinen Zirbenbestände der Stubai- und Ötztaler Alpen postuliert werden, was gewiß mit den Erfahrungen aus der mykologischen Erkundung dieses Gebiets übereinstimmt.

Eine weitergehende Extrapolation der Ergebnisse auf einen noch größeren geographischen Bereich - etwa im Ausmaß der hochsubalpinen Zirbenbestände der Ostalpen - scheint jedoch nicht zulässig. Aussagen über die Gruppe der dominanten Zirbenbegleiter für ein solch großes Gebiet sind meiner Einschätzung nach kaum vertrauenswürdig, weil eine entsprechende Einheitlichkeit der einbezogenen Bestände durch zahlreiche, sich ändernde Standortfaktoren nicht mehr gewährleistet ist. Eine derartig weitläufige Abschätzung der dominanten Baum-

begleiter wäre mit zu vielen Unsicherheiten belastet und sollte durch ähnliche Parallelstudien in den noch nicht erkundeten Wuchsräumen der betreffenden Baumart erfolgen.

Anhaltspunkte für eine variierte Dominanzreihe der Zirbenbegleiter liefert SCHMID-HECKEL (1985) in seiner umfangreichen Studie über die Pilze in den Nördlichen Kalkalpen (Nationalpark Berchtesgaden). Im Untersuchungsgebiet war für die Zirbe mit *Suillus plorans*, *S. sibiricus* und *Chroogomphus helveticus* ein sehr beschränktes Spektrum an obligaten Mykorrhizapilzen festzustellen. Bemerkenswert dabei ist, daß in diesem durch Kalk beeinflussten Bereich weder *Suillus placidus* noch *Cortinarius (Ser.) anomalus* bei der Zirbe nachzuweisen waren. Wenn auch die Zirbe ihr Hauptverbreitungsgebiet in den kontinentalen geprägten Innenalpen hat und im Kalk innerhalb des Karbonat-Lärchen-Zirbenwaldes gegenüber der Lärche deutlich zurücktritt, so überrascht es doch, daß diese in den Öztaler und Stubai Alpen dominanten Zirbenbegleiter im Bereich des Nationalparks Berchtesgaden nach langjähriger und intensiver Erkundung nicht gefunden werden konnten. Damit deutet sich für die Zirbe auf Kalkstandorten ein Unterschied bei den dominanten Mykorrhizapilzen an.

Wie für die hochsubalpine Zirbe der Zentralalpen kann das Phänomen der begrenzten Zahl an dominierenden Mykorrhizabegleiter auch bei anderen Baumarten beobachtet werden. Eine durch BRUNNER & HORAK (1990) durchgeführte mykoökologische Analyse der von FAVRE (1960, unpubl.) in der montan-subalpinen Zone der Schweizer Zentralalpen (Schweizer Nationalpark) festgestellten Erlenbegleiter ergibt, daß in Beständen mit *Alnus viridis* bzw. *Alnus incana* nur drei bzw. nur eine einzige dominierende ektomykorrhizierende Pilzart nachzuweisen waren. Entsprechende Verhältnisse beschreiben BRUNNER *et al.* (1992) in einer Studie über die Mykoflora in Erlenbeständen in Alaska, wo für *Alnus tenuifolia* bzw. *A. crispa* nur zwei bis drei dominante Mykorrhizabegleiter und wenige weitere Symbiosepartner im Verlauf einer Vegetationsperiode nachzuweisen waren.

Wesentlich vielfältigere mykofloristische Verhältnisse sind dagegen für die montan-subalpine Fichte bekannt. HORAK (1985) konnte 132 verschiedene, mit dieser Baumart in Symbiose anzunehmende Makromyceten nachweisen. 22 dieser Mykorrhizapilze können als häufige Arten angeführt werden, wenn man eine Stetigkeit (max. 24) von mehr als 25 % als Kriterium der Dominanz heranzieht. Bei

Berücksichtigung aller Versuchsflächen erfüllen in der vorliegenden Studie nur fünf Zirbenpilze dieses Stetigkeitsmoment (Stetigkeit max. 75). Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß die durch HORAK (1985) untersuchten Fichtenbestände gegenüber den Zirbenbeständen dieser Studie doch deutlich tiefer in einer Meereshöhe zwischen 1080 und 1200 m liegen und zumindest teilweise bereits durch montane Verhältnisse geprägt sind. Aus diesem Sachverhalt eröffnet sich die interessante Fragestellung nach den mykofloristischen Verhältnissen bei jenen Zirben, die sich in der tiefsubalpinen, oder auch noch in der hochmontanen Nadelwaldstufe befinden. Hier ist gewiß mit einer größeren Vielfalt und unter Umständen auch mit umfangreicheren Dominanzreihen an Mykorrhizapilzen der Zirbe zu rechnen. Es kann jedoch vermutet werden, daß eine derart hohe mykofloristische Diversität, wie sie z. B. bei den durch HORAK (1985) für montane Fichtenbestände beschrieben wurde, nicht gegeben sein dürfte.

4.2. Artenzusammensetzung, symbiontische Zuordnung, spatialer Aspekt der Fruktifikation

Ein Vergleich der Artenzusammensetzungen in den einzelnen Versuchsflächen dieser Studie (vgl. Tabellen 13, 15) zeigt, daß viele der vorgefundenen Mykorrhizapilze oft nur in einer der Versuchsflächen und meist nur mit einem einzigen Fund nachzuweisen waren. Ein floristischer Vergleich der Artenlisten zeigt, daß die auf Basis des Index nach CHRISTENSEN (1981) für die Versuchsflächenpaare berechneten Ähnlichkeitskoeffizienten überraschend niedrig sind (vgl. Tabelle 14). Damit wird offenkundig, daß die Artenlisten der einzelnen Versuchsflächen nur einen beschränkten Einblick in das potentielle Artenspektrum der Zirbenpilze gewähren und somit weitere Mykorrhizapilze für die hochsubalpine Zirbe in dieser Region (Stubai, Öztaler Alpen) zu erwarten sind. Gleichzeitig wird damit klar, daß die Anzahl der Versuchsflächen (5) und das Ausmaß der bewerteten Gesamtfläche (2226 m²) zu einer möglichst vollständigen Erfassung der Arten nicht ausreichen. Trotzdem kann gesagt werden, daß neben einer recht sicheren Feststellung der dominanten Mykorrhizapilze gewiß ein Großteil der untergeordneten und eher seltenen Arten erfaßt wurde, nicht zuletzt deshalb, weil in den bewerteten Flächen (Kronenprojektionsflächen) mehr Mykorrhiza-

pilzfunde zu erwarten waren, als in den freien Flächen, die meist mosaikartig mit Zwergsträuchern (*Vaccinium*), Almrosengebüsch und Gras besetzt sind. Obwohl die Fruktifikation außerhalb der Basisflächen nicht erhoben wurde, so konnte man doch bei den Begehungen den Eindruck gewinnen, daß im baumfreien Bereich der subalpinen Zwergstrauchheide flächenspezifisch weniger Mykorrhizapilze fruktifizierten. Daß die Basisflächen einen vorrangiger Lebensbereich von Mykorrhizapilzen darstellen, zeigt sich in Studien durch GRIFFITHS et al. (1995, 1996), in welchen nicht nur nachgewiesen wird, daß die Mycelmatten (ectomycorrhizal mats) von Ektomykorrhizapilzen vermehrt im Nahbereich von Stämmen der Begleitbäume vorzufinden sind, sondern daß auch noch eine Abhängigkeit ihrer Inzidenz zur Baumgröße besteht. Bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse bleibt jedoch zu berücksichtigen, daß die Vegetationsverhältnisse in den Basisflächen zumindest in ihrer quantitativen Zusammensetzung nicht oder nur teilweise jenen der gesamten Versuchsflächen entsprechen.

Eine Interpretation der ökologischen Ansprüche der nachgewiesenen Zirbenbegleiter auf der Basis ihres Vorkommens in den fünf verschiedenen Versuchsflächen scheint nur mit Einschränkungen möglich (vgl. Tabelle 13). Dies gilt im besonderen für die seltenen Pilzarten, weil aufgrund weniger oder eines einzelnen Fundes keine entsprechenden Aussagen getroffen werden können. Deutliche Hinweise auf eine pilzspezifisches Verhalten gegenüber bestimmten pedologischen Eigenschaften können nicht erkannt werden, weil sich einerseits aufgrund der geologischen Ausgangslage (metamorphe Gesteine) viele der Bodenmerkmale in den fünf Versuchsflächen entsprechen und andererseits durch die mosaikartige Vegetations- bzw. Bodengestaltung an jedem Versuchsstandort ein höchst vielfältiger pilzlicher Lebensraum gegeben ist. Aufgrund der versuchsflächenspezifischen Fundlisten läßt sich aber doch ableiten, daß in klimatologischer Hinsicht mit einer bestimmten Mykoflora in jeweils äquivalenten Gebieten zu rechnen ist. So kann man von den in der Versuchsfläche Poschach-Kampfzone festgestellten Pilzarten annehmen, daß sie gemeinhin in der Kampfzone vorkommen und gegenüber den auf den Hochwald beschränkten Arten klimatisch extremere Bedingungen tolerieren können. Erwähnenswert dabei ist, daß alle jene Pilzarten, die in der Gesamtheit aller Versuchsflächen am häufigsten waren, auch in die obersten Bereiche der hochsubalpinen Stufe vordringen können.

Eine wirtsspezifische Zuordnung der in den Basisflächen nachgewiesenen Mykorrhizapilzarten zur Zirbe scheint weitgehend gerechtfertigt. Vor allem durch die Auswahl von möglichst reinen Zirbenbeständen und durch die Bewertung wurzelnaher Flächenbereiche (Kronenprojektionsflächen) ist eine Assoziation mit der Zirbe mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen. Potentielle symbiontische Wirtspflanzen für ektotrophe Pilze in hochsubalpinen Höhenstufe sind vor allem die Baumarten *Larix decidua*, *Picea abies*, *Pinus mugo*, *Alnus viridis* und *Betula spp.*, Zwergweiden (*Salix spp.*), aber auch krautige Pflanzen. Von den genannten Holzpflanzen konnten in den Basisflächen jedoch keine oder sehr selten Sämlinge bzw. Naturverjüngungen beobachtet werden, weil Licht-, und Bodenverhältnisse, sowie Konkurrenz ein Keimen bzw. Anwachsen der erwähnten Pflanzen weitgehend verhindern. So konnten bei der Erhebung der Vegetationsverhältnisse an den Kleinststandorten der Funde niemals Zwergweiden notiert werden. Wie gering die Wahrscheinlichkeit eines Nachweises von nicht mit der Zirbe assoziierten Mykorrhizapilzen sein dürfte, zeigt auch der Umstand, daß im Laufe der Untersuchung mit insgesamt 75 Begehungen von den für die Frühphase (Aufforstung, Naturverjüngung) typischen subalpinen Lärchenbegleitern (*Gomphidius maculatus*, *Tricholoma psammopus*, *Suillus grevillei*, KELLER-DILITZ, pers. Mitteil.) nur ein einziger Fund des Lärchenröhlings im Randbereich einer bewerteten Basisfläche beobachtet werden konnte (Versuchsfläche Wiesberg, mit einzelnen Lärchen). Typische subalpine Erlenbegleiter (*Naucoria spp.*, *Paxillus filamentosus*) konnten ebenfalls nicht nachgewiesen werden. Unberührt davon bleibt, daß die in den Basisflächen nachgewiesenen Pilze ein nicht nur auf die Zirbe beschränktes Wirtsspektrum haben müssen, sondern natürlich auch mit anderen (hochsubalpinen) Pflanzen eine Mykorrhiza eingehen können.

Eine wesentliche Bedeutung für eine umfassende Registrierung der Mykorrhizapilze könnten spezifische räumliche (spatiale) Fruktifikationsmuster haben, ähnlich wie sie von MASON et al. (1982) für Mykorrhizapilze der Birke (*Betula pendula*) in der frühesten Kolonisierungsphase (Innovationsphase) beobachtet wurden. Die Autoren konnten in ihrer Studie beobachten, daß die allerersten Symbionten an der Peripherie des Wurzelsystems und die nachfolgenden Arten im Bereich des Stammes fruktifizierten. Über ein vergleichbares räumliches Verhalten bei Begleitpilzen der Eiche (*Quercus robur*)

berichten KEIZER & ARNOLDS (1994), wobei gezeigt werden konnte, daß bestimmte Pilze des Bestandeschlusses (canopy closure phase) weiter vom jeweiligen Baumstamm entfernt fruktifizierten als Arten der biostatistischen Phase (biostatic phase). Obwohl in der Konzeption der vorliegenden Untersuchung keine Messungen der Abstände zwischen Stamm und Fruchtkörper eines Fundes vorgesehen waren, konnten räumliche Muster der Fruktifikation - wenn auch nur sehr grob und andeutungsweise - erkannt werden. Bei der Registrierung der Funde wurde protokolliert, für welche Aufsammlungen eine Fruktifikation im direkten Bereich des Stammes bzw. von oberflächlich verlaufenden Wurzelansätzen gegeben war (vgl. Tabelle 25). Es handelt sich dabei um ein seltenes Phänomen, das aber ein spezifisches spatiales Verhalten erkennen läßt, wenn man bedenkt, daß gerade fundarme Arten stammnahe fruktifizierten, aber sehr häufige Pilze (z. B. *Suillus placidus*) nicht oder selten mit solchen Fundstellen notiert werden konnten. Zweifellos wird ein derartiges spatiales Verhalten der Pilze durch die mosaikartige Gliederung der Bodenvegetation und der mit ihr in Verbindung stehenden Bodenverhältnisse stark beeinflusst, sodaß mit sehr komplexen und schwer erkennbaren räumlichen Fruktifikationspräferenzen zu rechnen ist. Die komplexen Vegetations- und Bodenbedingungen führen aber auch dazu, daß ein hoher Anteil der mit der Zirbe vergesellschafteten Pilze auch innerhalb der bewerteten Basisflächen erwartet werden darf.

4.3. Potentielle Artenzahl

Aus methodischen Gründen war es nicht möglich, aus einer Relation der Anzahl der Arten zur Anzahl der Subplots bzw. zur Untersuchungsfläche (minimum area curve, species - area curve) die Mindestfläche für einen erschöpfenden Nachweis bzw. die potentielle Anzahl der vorkommenden Mykorrhizapilze zu bestimmen. Die potentielle Artenzahl läßt sich jedoch grob abschätzen, wenn die Versuchsflächen nach ihrer Mächtigkeit und nach ihrem Beitrag zur Artenzahl gereiht werden, wie dies in Tabelle 27 dargestellt ist. Ausgehend von der Versuchsfläche Poschach-Hochwald mit der höchsten Anzahl von 34 nachgewiesenen Arten können die weiteren Versuchsflächen Obere Issl mit 15, Die Niggl mit 13, Wiesberg mit 10 und schließlich die Versuchsfläche Poschach-Kampfzone mit nur noch 2 zusätzlich hinzukommenden Arten gereiht werden. Damit wird deutlich, daß unter den

Tabelle 27.
Abschätzung der potentiellen Artenzahl. Nur identifizierte bzw. beschriebene Pilzarten einbezogen und ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Größen der Versuchsflächen.

Versuchsflächen	hinzukommende Anzahl an Arten	kumulierende Anzahl an Arten
+ Poschach-Hochwald	34	34
Poschach-Hochwald, + Obere Issl	15	49
Poschach-Hochwald, Obere Issl, + Die Niggl	13	62
Poschach-Hochwald, Obere Issl, Die Niggl, + Wiesberg	10	72
Poschach-Hochwald, Obere Issl, Die Niggl, Wiesberg, + Poschach-Kampfzone	2	74

Bedingungen dieser Studie eine potentielle Artenzahl von etwa 80 bis 100 verschiedenen Mykorrhizapilzen im untersuchten Gebiet bei der hochsubalpinen Zirbe zu erwarten ist. Gleichzeitig muß aber darauf hingewiesen werden, daß die tatsächliche Anzahl symbiontischer Zirbenbegleiter wesentlich höher anzusetzen ist, nicht nur weil ein spezifischer Vegetationsbereich (Kronenprojektionsflächen) berücksichtigt wurde, sondern auch deswegen, weil die nicht (oder nur äußerst selten) fruktifizierenden Mykorrhizapilze, sowie die lignicolen (z. B. *Amphinema byssoides*, *Piloderma croceum*) bzw. die hypogäischen Symbionten (z. B. *Rhizopogon spp.*) nicht registriert wurden.

4.4. Stetigkeit und Phänologie

Die Bewertung der Fruktifikation nach dem Gesichtspunkt ihrer Stetigkeit zeigt ein den Abundanzen mehr oder weniger entsprechendes Bild. Setzt man die Abundanzwerte in Relation zur Stetigkeit, so erhält man Anhaltspunkte über die spezifische Abundanz innerhalb der Fruktifikationsdauer. Diese Mächtigkeit der Abundanz in Abhängigkeit zur zeitlich eingegrenzten Fruktifikationphase kann schon als phänologisches Merkmal angesehen werden und läßt sich zu einer Differenzierung der häufigeren Arten heranziehen. Wie zu erwarten, sind die entsprechenden Werte für die abundanten Arten (*Suillus plorans*, *S. placidus*, *Chroogomphus*

helveticus) hoch, aber auch Arten mit geringeren Gesamtabundanzen (vor allem *Russula decolorans*, *Cortinarius spp.*) zählen zur Gruppe der Pilze mit hoher Abundanzmächtigkeit.

Setzt man die Produktivität (Fruchtkörperanzahl) in gleicher Weise in Relation zur Stetigkeit, ergeben sich spezifische Mächtigkeiten, die sich in ihrer Rangordnung deutlich von jener der Abundanz unterscheiden. *Lactarius rufus*, *Cortinarius (Tel.) obtusus* und *Lactarius mitissimus* sind dabei jene Pilze, die innerhalb ihrer Fruktifikationsphasen die eindeutig höchsten Produktivitäten aufweisen. Hingegen liegt z. B. *Chroogomphus helveticus*, als höchst abundante Art mit hoher Stetigkeit, hinsichtlich seiner phasenspezifischen Produktivität deutlich niedriger. Aufgrund der geschilderten Attribute können unterschiedliche Vorausbedingungen und Strategien für die Sporenverbreitung angenommen werden. Beispielsweise ist *Lactarius rufus* als Pilzart im Bereich älterer Zirben durch eine mittlere Stetigkeit mit eher eingeschränkter Abundanz charakterisiert, wenn aber Fruktifikation vorliegt, erreicht diese höchste Produktivitäten. Eine andere Strategie der Sporenbereitstellung dürfte bei *Chroogomphus helveticus* bestehen, der mit relativ wenigen Fruchtkörpern über große Zeiträume hinweg sporuliert. Weiters können Arten wie z. B. *Cortinarius (Phl.) allutus* oder *Laccaria montana* erkannt werden, bei welchen zeitlich punktuelle Fruktifikationen mit geringen Produktivitäten zur Sporenverbreitung anscheinend ausreichen. Die beobachteten phänologischen Merkmale und jene der Fruchtkörperproduktion lassen erkennen, daß die nachgewiesenen Zirbenpilze unterschiedliche Sporulations- und Verbreitungsstrategien besitzen müssen, um ihren Bestand und ihre genetische Vielfalt im Verbreitungsgebiet sichern zu können. Außerdem wird erkennbar, daß numerische und im Sinne der Biomasse quantitative Fruchtkörpererhebungen mäßig geeignete Parameter dafür sein dürften, um die Vorgänge der Sporulation adäquat beschreiben zu können.

Wie die Fundfrequenzen für die einzelnen Vegetationsperioden belegen (vgl. Abbildung 12), setzt die Fruktifikation der Zirbenpilze Ende Juni ein, findet ihr Maximum Ende August und ist Mitte Oktober bereits beendet. Die Zeit, in der Fruchtkörper gebildet werden, beträgt somit lediglich knapp vier Monate und ist im Vergleich zu Fruktifikationsphasen in tieferen Lagen (kolline, montane Höhenstufe) relativ kurz. Das ist auch der Grund dafür, daß eine phänologische Differenzierung nach Jahreszeiten schwierig wird. Durch das späte Einsetzen der

Fruktifikation kann keine der nachgewiesenen Arten als typischer Frühjahrspilz angesprochen werden. Am ehesten wäre dies noch für einen Rißpilz möglich, der *Inocybe rhacodes* nahestehen dürfte und als einziger an einem der Juni-Termine des Jahres 1993 aufgesammelt wurde. Ein weitgehendes Fehlen einer Fruktifikation während des Frühlingsaspekts konnte HORAK (1985) auch für die Mykorrhizapilze der Fichte in schon deutlich tiefer liegenden (1080–1200 m), montan-subalpinen Beständen im Unterengadin der Schweiz beobachten. Die Fruktifikation endet in diesen Versuchsflächen in der ersten Oktoberhälfte. Ende September oder Anfang Oktober auftretende Frostperioden, meteorologisch definiert auf Basis der 7 Uhr-Lufttemperaturwerte unter 0 °C, scheinen dabei eine eher untergeordnete Rolle bei der Beendigung der Fruktifikation zu spielen. Wie AGERER (1985) diskutiert, kommt viel eher jenes Frostgeschehen bei der Beendigung der Fruktifikation zu tragen, welches sich in den jeweiligen Boden- bzw. Bodenvegetationsschichten der Bestände ereignet. Als ein wichtiger und bestimmender Faktor für Fruktifikationsphase, vor allem hinsichtlich auf das Einsetzen der Fruchtkörperbildung von Mykorrhizapilzen, muß der zeitliche Verlauf der Assimilation der Wirtspflanzen angenommen werden (indirekte klimatologische Kondition).

Eine einfache phänologische Differenzierung in Sommer- und Herbstpilze bringt jedoch recht interessante Einblicke in das Fruktifikationsgeschehen der einzelnen Arten und auch auf Ebene der taxonomischen Familien. Obwohl einzelne Arten aus bestimmten Familien zeitlich unterschiedlich fruktifizieren können, lassen sich für die jeweiligen Familien doch bestimmte phänologische Gesetzmäßigkeiten angeben. Zum Beispiel zeigen die Boletaceae mit den fundreichen Arten *Suillus plorans* und *S. placidus* eindeutig eine Tendenz zur Sommerfruktifikation (65 % der Funde), während die Fruchtkörper der Cortinariaceae meist (79 % der Funde) im Herbst erscheinen. Eine überwiegend im Herbst stattfindende Fruktifikation (67 % der Fundfrequenz) der Cortinariaceae konnte auch in den im Unterengadin liegenden, durch HORAK (1985) untersuchten Fichtenbeständen festgestellt werden. Die in diesem Untersuchungsgebiet mit der Fichte vergesellschafteten Boletaceae zeigen eine über beide Aspekte mehr oder weniger gleich verteilte Fruktifikation, wobei zu berücksichtigen ist, daß die involvierten Arten mit vergleichsweise geringen Fundfrequenzen nachzuweisen waren.

Die phänologische Fundanalyse der häufigeren Zirbenbegleiter auf Basis von halbmonatlichen Zeitintervallen zeigt spezifische phänologische Fruktifikationsmuster auf, wobei neben den erwähnten, grob formulierten Sommer- und Herbsttendenzen auch feinere quantitative Aspekte der Fruktifikation differenziert werden können (vgl. Abbildung 13). Einerseits sind stark einsetzenden Fruktifikationen bei *Suillus placidus*, *S. plorans*, *Chroogomphus helveticus* und *Russula decolorans* klar zu erkennen, andererseits wird bei *Cortinarius* (Ser.) *anomalus*, *Dermocybe crocea* und *Lactarius rufus* eine Phänologie offenkundig, die sich durch relativ flache Pro- bzw. Retrogradationen und durch zeitlich deutlich begrenzte Maxima in den Fruktifikationen auszeichnet.

4.5. Fruktifikation und Witterungsverlauf

Die Einflüsse der meteorologischen bzw. klimatologischen Variablen (Temperatur, Frost, Niederschlag, Schnee, Luftfeuchte, etc.) auf die Fruktifikation von Ektomykorrhizapilzen sind äußerst vielfältig und komplex (vgl. AGERER, 1985). Um einigermaßen verlässliche Aussagen über witterungsbedingte Effekte auf Pilzfruktifikationen, auch von einzelnen Arten, machen zu können, bedarf es deshalb sehr aufwendiger Versuchsansätze, komplexer Auswerteverfahren und meist sehr langer Untersuchungszeiträume (OHENOJA, 1993). Diese Voraussetzungen sind für die vorliegende Arbeit nicht gegeben, weil ihre primäre Zielsetzung nicht darin bestand, meteorologische Einflüsse auf die Fruktifikation zu untersuchen, doch lassen die erhobenen Daten Aussagen über gewisse Zusammenhänge zwischen Fruchtkörperbildung und Wetterablauf zu.

Die Regressionsanalyse für Abundanz und Produktivität bringt einander mehr oder weniger entsprechende Korrelationswerte (vgl. Abbildungen 24, 25). Aus der Auswertung der Niederschlagswerte wird ganz klar ein reziprokes Korrelationsschema zwischen früher und später Fruktifikation erkennbar. Das kann dahingehend gedeutet werden, daß vermehrte Niederschläge im Mai zu einer verstärkten, solche im Juni und Juli zu einer verminderten Fruktifikation im August führen dürften, während Niederschläge im Juni und August eine Oktoberfruktifikation eher fördern. Bemerkenswert ist außerdem der positive Einfluß der Augusttemperaturen auf die Oktoberfruktifikation. Auch die Temperaturwerte der Monate Mai bis Juli korrelieren positiv mit der späten Frukti-

kation (phänologisch nur bis Mitte Oktober), jedoch kann kein statistischer Zusammenhang mit den Septemberwerten entdeckt werden. Das kann dahingehend interpretiert werden, daß ein warmer Frühling bzw. Sommer (bes. August) eine verstärkte Fruktifikation im späten (subalpinen) Herbst bewirken. Ähnliches kann auch für die Septemberfruktifikation gesagt werden. Die Augustfruktifikation hingegen korreliert negativ mit den Maitemperaturen, positiv mit den Juliwerten und kaum mit jenen für den Juni. Anscheinend verschiebt sich die Fruktifikation bei einem warmen Mai jahreszeitlich nach hinten, was durch die positiven Korrelationen für die September- und noch deutlicher für die Oktoberfruktifikation abgelesen werden kann. Bei einer Bewertung der summierten Abundanzen für die Monate August bis Oktober, einem wesentlichen Teil der Gesamt-abundanz, zeigt die Regressionsanalyse, daß die Temperaturwerte des Mai und Juni schwach und die des Juli etwas stärker positiv korrelieren, während sich für die Niederschlagswerte des Mai schwach positive und für die des Juni und Juli aber markant negative Korrelationswerte berechnen lassen.

Wie aus der Studie von OHENOJA (1993) hervorgeht, nehmen wesentlich mehr meteorologische Variablen, auch solche des vorhergehenden Herbstes und Winters, Einfluß auf die Fruktifikation. Außerdem reagieren bestimmte Pilzarten ganz unterschiedlich auf die entsprechenden Wetterfaktoren. Aber es scheint, daß von OHENOJA (1993) erarbeitete, allgemeine Tendenzen in der Fruktifikation auch auf diese Studie, zumindest teilweise übertragen werden können. Beispielsweise konnte die Autorin auch eine negative Korrelation der Maitemperaturen mit der Gesamtfruktifikation von Mykorrhizapilzen feststellen.

Außerdem soll darauf hingewiesen werden, daß die jeweiligen, auf monatliche Ereignisse hin kalkulierten Korrelationswerte in ihrer seriellen Abfolge in Mächtigkeit und Trend über die gesamte Vegetationsperiode verlaufende Entwicklungen im Fruktifikationsgeschehen andeuten. Mehrere Autoren haben in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung der Primordienentwicklung und die an sie anschließenden Entwicklungen (z. B. „Verzögerung der Fruktifikationsmaxima“) hingewiesen (MOSER, 1962; HORAK, 1963; AGERER, 1985). Möglicherweise wären die gewählten Zeitstaffeln, vor allem auch bei mykosoziologischen Parametern (Abundanz, Produktivität, etc.), ein probates Mittel, diese über die Vegetationsperiode verteilten Entwicklungen der Fruktifikation mit Hilfe der Regressionsanalyse in speziell dafür angelegten Studien zu erkunden.

4.6. Fruktifikation und Kleinststandort

Eine Beurteilung der Vegetationsverhältnisse im unmittelbaren Bereich der Fruktifikationsstelle der Funde gestattet wesentliche Einblicke in die Lebensweise der nachgewiesenen Pilzarten. Mit der Bewertung der Kleinststandorte können spezifische standörtliche Ansprüche der Zirbenpilze beurteilt werden. Im Bereich der Waldgrenze finden wir ein buntes, reliefabhängiges Mosaik aus verschiedensten Vegetationseinheiten, welches in einem sehr engen Zusammenhang mit spezifisch ausgeprägten Bodenverhältnissen steht. Diese ausgeprägten und vielfältigen Zusammenhänge der hochsubalpinen (Boden-) Vegetation mit dem darunterliegenden Boden sind durch die richtungsweisenden Untersuchungen von NEUWINGER (1963, 1967) und NEUWINGER & CZELL (1961), und auch anhand von kartographischen Darstellungen, besonders anschaulich dokumentiert worden. Unter diesem Gesichtspunkt wird klar, daß die Angaben über den Kleinststandort nicht nur eine vegetationskundliche, sondern auch eine bodenbezogene Tragweite haben.

Eine Interpretation der Daten über den Kleinststandort muß im Konnex mit den Vegetationsverhältnissen in den mykosoziologisch bewerteten Flächen erfolgen. Die entsprechenden Erhebungen in den Basisflächen zeigen (vgl. Tabelle 9), daß vielfältige und in ihren Anteilen recht unterschiedliche Vegetationseinheiten gegeben sind. Damit wird es möglich, die spezifischen Fundanteile für bestimmte Kleinststandorte, vor allem unter dem Gesichtspunkt der primären Ausprägung (vgl. Abbildung 14), in Relation zum flächenmäßigen Anteil eines Vegetationstyps in den Basisflächen zu stellen, obgleich die methodischen Unterschiede bei der Vegetationsbeurteilung zu berücksichtigen sind.

Für die häufigen Zirbenpilze kann gesagt werden, daß deren Fruktifikation primär auf Humus (\pm Streu) und nachgereiht im Gras, im Moos bzw. zwischen *Vaccinium* spp. erfolgt. Die Fruchtkörperbildung erfolgt somit in entsprechenden Vegetationsbereichen, die innerhalb der Basisflächen als Rein- und Mischtypen bis auf eine Ausnahme beträchtliche Anteile haben. Hingegen ist Moos jedoch flächenmäßig recht selten als Dominanzeinheit vorzufinden. Daraus kann für die betreffenden Zirbenpilze eine ausgeprägte Präferenz für moosige Fruktifikationsstellen abgeleitet werden.

Eine Gegenüberstellung Kleinststandort - Bodenvegetation zeigt außerdem das etwas überraschende Phänomen, daß die Fruktifikation der häufigeren

Zirbenpilze - mit Ausnahme von *Cortinarius* (Ser.) *anomalus* - sehr selten an durch *Rhododendron ferrugineum* beeinflussten Stellen erfolgt, obwohl die Almrose mit 27 % (als Reintyp) bzw. 13 % (als Mischtyp) den größten Anteil an der Bodenvegetation der Basisflächen hat. Es scheint, daß die innerhalb von *Rhododendron* gegebenen Bedingungen für die Zirbenpilze, zumindest für ihre Fruktifikation, ungünstig sind. Dies trifft auch auf viele der selteneren Zirbenpilze zu. Lediglich *Cortinarius* (Ser.) *anomalus* und im beschränkten Maße auch noch *Lactarius rufus* fruktifizieren in unmittelbarer Nähe von *Rhododendron ferrugineum* und zeigen damit ihre Anwesenheit in einem Bodenbereich an, der einerseits dem Eisenhumuspodsol (meist mit starker Trockentorfaufage) zuzuordnen ist und andererseits durch die an der Almrose herrschende ericoide Mykorrhiza beeinflusst wird. Weitere Untersuchungen könnten klären, ob das Spektrum an Zirbenpilzen innerhalb von *Rhododendron* gegenüber anderen Bodenbereichen tatsächlich eine qualitative Veränderung erfahren oder ob spezifische Faktoren (Kleinklima) vorherrschen, die eine Fruktifikation der entsprechenden Pilze verhindern. Gezielte Wurzeluntersuchungen könnten so klären, ob die Mykorrhizierung im Bereich der Almrosengebüsche fehlt oder reduziert ist oder ob es nur zu einer Inhibierung der Fruktifikation kommt.

Interessante Schlußfolgerungen lassen sich ziehen, wenn man die Ergebnisse für die Kleinststandorte in den Basisflächen seltenen Vegetationseinheiten von *Loiseleuria procumbens*, *Juniperus alpina* und *Empetrum hermaphroditum* gegenüberstellt. Die Fruktifikation bei *Loiseleuria procumbens* zeigt z. B. an, daß bestimmte Arten auch an stark wind- und kältebeeinflussten Stellen vorkommen und die dort herrschenden Umweltbedingungen ertragen können. Eine Fruktifikation im Bereich von *Juniperus alpina* kann als Indikation dafür gewertet werden, daß die betreffenden Arten auch in Bereichen mit erhöhter Sonnen- bzw. Wärmeeinstrahlung existieren können. In diesem Sinne kann für *Suillus placidus*, *S. plorans*, *Dermocybe crocea* und *Chroogomphus helveticus* eine erweiterte ökologische Amplitude angenommen werden, weil sie auch in diesen Vegetationseinheiten, bezeichnenderweise bis in die Kampfzone, notiert wurden. Im Gegensatz dazu sind *Lactarius rufus* und *Russula decolorans* mit einem eher eingeschränkten Spektrum an Kleinststandorten beobachtet worden. Beide Arten fruktifizieren meist im Hochwald bzw. im Bereich von Altzirben und befinden sich damit in einem Bereich

eingeschränkter Vegetationsvielfalt. Offen bleibt in diesem Zusammenhang die interessante Frage, ob klimatologische oder pedologische Faktoren eine ökophysiologische Eingrenzung herbeiführen.

4.7. Fruktifikation und Baumalter

Die in dieser Studie vorgenommene Alterskategorisierung der Probebäume soll Einblicke über die Wechselbeziehungen der fruktifizierenden Mykorrhizapilze mit ihren Wirtspflanzen ermöglichen. Weil die Bestandesentwicklung der hochsubalpinen Zirbenwälder in der subalpinen Stufe meist keinen typischen Entwicklungsverlauf im Sinne von seriell aufeinander folgenden Phasen zeigt (LEIBUNDGUT, 1986; SCHIECHTL & STERN, 1975), scheint das methodische Konzept der bewerteten Basisfläche mit einer entsprechenden Alterskategorisierung ein gangbarer Weg zum Studium der Dynamik der Mykorrhizaflora. Wie bei einer einheitlichen, „phasenreinen“ Waldentwicklung (bes. in der montanen Stufe, vgl. MAYER, 1976; OLDEMAN, 1990) müssen wir aber auch bei den subalpinen Einzelzirben von einer altersbedingten Vegetations- und Bodenentwicklung innerhalb ihres Wirkungsbereiches (= Basisfläche) ausgehen.

Eine Differenzierung der Pilzfunde kann nicht in einen alleinigen und ursächlichen Zusammenhang mit dem physiologischen Alterszustand der Bäume gebracht werden, wie dies von GIBSON & DEACON (1988) vorgeschlagen wurde. *In vitro* Syntheseveruche durch HUTCHISON & PICHÉ (1995) mit early- bzw. late-stage-Pilzen und Sämlingen zeigen, daß bei der Entstehung und Etablierung von Mykorrhizen komplexe physiologische Prozesse ablaufen, die nicht unbedingt mit dem Baumalter zusammenhängen, sondern auch durch pilzliche Inhaltsstoffe, also von Seite des Mycobionten her gesteuert sein könnten. Aus mykosoziologischen Studien über die Pilzsukzession bei anderen Baumarten und auch aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeit müssen für die Pilzsukzession komplexe Zusammenhänge angenommen werden, die sich vor allem aus den Boden- und nicht zuletzt aus den Vegetationsbedingungen ergeben, welche im Wirkungsbereich eines Baumes bzw. Baumbestandes herrschen. Zweifellos wird auch ein altersbedingter Einfluß auf den Boden durch die Physiologie der Baumwurzeln gegeben sein, doch dürfen weitere Bodenfaktoren wie Struktur, Nährstoffvorrat (inorganic/organic pool), Streuauflage, Durchlüftung, Wärmehaushalt,

Wassergehalt, Allelopathie, etc. nicht außer Acht gelassen werden. Ihr Einfluß auf die Präsenz oder Absenz von bestimmten Bodenorganismen, wie es Mykorrhizapilze eben sind, ist gewiß gegeben.

Das Konzept der early/late-stage-Pilze, wie es ursprünglich von LAST *et al.* (1983, 1987) vorgeschlagen wurde, gründet sich primär auf den physiologischen Eigenschaften der direkt an der Symbiose beteiligten Partner. Es ist zweifellos ein brauchbares Modell zum Verständnis der symbiontischen Wechselbeziehungen in den frühesten Phasen der Waldsukzession. Wie aber KEIZER & ARNOLDS (1994) in einer Studie über die Begleitpilze der Eiche im Bereich von Grünstreifen an nordholländischen Freilandstraßen darlegen, reicht dieses nicht aus, um die Sukzession von Mykorrhizapilzen unter Freilandbedingungen und über längere Entwicklungsphasen beschreiben zu können. Gegen die Anwendung des early/late-stage-Konzeptes führen die holländischen Autoren folgende Gründe an: (1) Einige early-stage-Pilze persistieren auch am Wurzelsystem älterer Bäume, (2) einige late-stage-Pilze können bereits bei jungen Bäumen beobachtet werden, (3) Sämlinge im Bereich adulter Bäume können von late-stage-Pilze besiedelt werden und (4) late-stage-Pilze sind während etwa 90-95 % der gesamten Lebenszeit eines Baumes präsent, was eine Gliederung in Untergruppen erforderlich macht. KEIZER & ARNOLDS (1994) schlagen deshalb für die Mykorrhizapilze eine andere schematische Einteilung vor, die sich nach der Fruktifikation in den verschiedenen Waldentwicklungsphasen richtet und damit das gesamtökologische Geschehen eines Bestandes, das auf die Mykorrhizaflora wirkt und an dem sie teilnimmt, besser berücksichtigt.

Eine auf das Baum- bzw. Bestandesalter hin bezogene Evaluierung der Mykorrhizadynamik bzw. Pilzsukzession über die Funddaten dieser Studie ist aus den oben angeführten Gründen mit dem early/late-stage-Konzept und mit dem Konzept der Waldentwicklungsphasen nicht oder nur sehr schwer möglich. Einerseits wurde die früheste Baumentwicklungsphase (Naturverjüngung) zu einer möglichen Abklärung der early-stage-Pilze nicht berücksichtigt, weil in der hochsubalpinen Stufe bei Sämlingen bzw. Jungzirben (bis ca. 20 Jahre) in dieser extremen Höhenlage Pilzfruktifikationen - im besonderen von Mykorrhizapilzen - sehr selten beobachtet werden kann. Vom methodischen Gesichtspunkt her gesehen könnte eine Erhebung der early-stage-Pilze mit *in situ* Mykorrhiza-Untersuchungen durchgeführt werden. Abgesehen von (vielen noch

relativ jungen) Aufforstungen gibt es andererseits in der hochsubalpinen Stufe selten Zirbenbestände, die durch eine einheitliche, synchronisierte Waldentwicklung charakterisiert sind. Aus diesem Grund und auch wegen anderer, methodischer Voraussetzungen (reine Bestände, Erreich- und Begehrbarkeit, etc.) ist eine streng waldphasenorientierte Evaluierung der Mykorrhizapilzsukzession im Sinne von KEIZER & ARNOLDS (1994) nicht möglich. Die in dieser Studie vorgenommene Zuordnung der Pilzfunde zu den Alterskategorien der einzelnen Versuchsbäume zeigt aber eindeutig, daß ein spezifisches Verhalten der Pilze gegenüber dem Parameter Baumalter gegeben ist. Aufgrund der festgestellten Präferenzen muß angenommen werden, daß auch bei einer uneinheitlichen Entwicklung der Bestände (Versuchsflächen) zweifelsfrei Pilzsukzessionen ablaufen, wie sie sowohl für das early/late-stage-Konzept und als für das Modell der Waldphasenentwicklung beschrieben wurden. Als generelle und wesentliche Schlußfolgerung kann somit gesagt werden, daß im typischen hochsubalpinen Zirbenwald auf engstem Raum verschieden weit fortgeschrittene, pilzliche Sukzessionsphasen existieren.

Offen bleibt damit aber immer noch die Frage nach den eigentlichen Ursachen für eine baumaltersabhängige Sukzession der Mykorrhizapilze. Gewiß wird das Alter eines Baumes eine Rolle für die physiologische Attraktivität bzw. für eine unter Umständen genetisch bedingte Kompatibilität (etwa vergleichbar mit der phytopathologischen Phänomen der Altersresistenz bzw. einem entsprechendem reversen Verhalten der late-stage-Pilze) mit bestimmten Symbiosepartnern spielen, aber gerade stark dürften solche aussondernde Mechanismen nicht sein, wenn man bedenkt, daß doch fünf von sieben der häufigeren Pilzarten im Bereich von Bäumen aller Altersklassen zu finden sind. Ein aus dem Baum selbst begründeter Mechanismus müßte sich auch bei diesen Arten doch wesentlich prägnanter äußern und zu schärfer abgegrenzten altersabhängigen Gruppierungen führen.

Gerade die Präferenz zur Fruktifikation an bestimmten Kleinststandorten deutet aber an, daß die Vegetation und die mit ihr in einem sehr engen Zusammenhang stehenden Bodenbedingungen wesentlichen Einfluß auf die räumliche Verteilung der Mykorrhizapilze haben. Diese Schlußfolgerung wird vor allem durch die bereits erwähnten Untersuchungen von NEUWINGER (1963, 1967) und NEUWINGER & CZELL (1961) in der subalpinen Stufe gestützt, welche das Phänomen des mit der Boden-

vegetation korrespondierenden Bodentyps anschaulich demonstrieren. Der unterhalb eines bestimmten Vegetationstyps bzw. bei unterschiedlich alten Zirben gegebene Boden ist entsprechend mannigfaltig ausgebildet und kann als ursächliche Matrix für eine bestimmte Präferenz einer Pilzart angesehen werden. Man kann also annehmen, daß die Mykorrhizadynamik primär, aber gewiß nicht ausschließlich, durch die baumaltersabhängigen Bodenbedingungen beeinflusst wird. Die Interpretation des pilzlichen Verhaltens gegenüber dem Baumalter führt somit zur begründeten Annahme einer bodenabhängigen Pilzsukzession in hochsubalpinen Zirbenwäldern. Die komplexen Vorgänge der Bodenbildung, die selbst einer Sukzession unterliegen, können als grundlegende Vorausbedingung für die Pilzentwicklung angesehen werden. Offensichtlich steht die Pilzsukzession mit den Phasen der Bodenbildung in einem engen Zusammenhang. Auch BAAR und Mitarbeiter (1995, 1996) kommen aufgrund ihrer Untersuchungen über die Mykorrhizaentwicklung bei Kiefern (*Pinus sylvestris*) unter unterschiedlichen Bodenbedingungen zur Schlußfolgerung, daß nicht das Altern des Baumbestandes selbst, sondern vielmehr jenes des Waldbodens als wesentlicher und entscheidender Faktor der Mykorrhizierung anzusehen ist.

Unter dem Blickwinkel der Bodensukzession kann auch das von KEIZER & ARNOLDS (1994) vorgeschlagene Konzept zur Mykorrhizadynamik von Eichenpilzen interpretiert werden. Wie bereits erwähnt, korrelieren die Autoren das Fruktifikationsgeschehen mit den durch OLDEMAN (1990) beschriebenen (typischen) Waldentwicklungsphasen, die sich nicht nur auf das Bestandesalter, sondern auch generelle Änderungen in der Waldstruktur (forest architecture) beziehen. Als mögliche, bestimmende Kriterien der Pilzsukzession führen sie nicht nur Bestandesstruktur und Baumalter an, sondern benennen weitere Faktoren, wie etwa Bodenbedingungen, Baumart, frühere Nutzungsformen an. Bei letzteren handelt es sich zweifellos um meist strukturelle und stoffliche Faktoren, die in die Matrix des Bodens eingehen und zu ureigenen Bodenparametern werden. Damit postulieren KEIZER & ARNOLDS (1994) indirekt eine weitgehend pedologische Beeinflussung der Pilzdynamik, auch wenn sie eine Gliederung der Pilzsukzession nach Waldentwicklungsphasen vornehmen.

Jene Faktoren, die auf Pilzsukzessionen wirken, aber nicht dem Boden zugehören, können in ihrer Tragweite auf die Dynamik von Mykorrhizapilzen

ohne entsprechende Untersuchung nur schwer beurteilt werden. Möglich ist, daß klimatische Faktoren wie Wärmeeinstrahlung, Windverhältnisse oder Interzeption einen spezifischen Einfluß auf die Mykorflora ausüben. Solche Faktoren könnten gerade auch in ganz bestimmten Waldentwicklungsphasen wirksam werden, wenn man z. B. bedenkt, daß sich die Einstrahlungs- und Temperaturverhältnisse vor und nach einem Bestandeschluß gerade in der subalpinen Stufe sehr unterscheiden (TURNER, 1958; AULITZKY, 1961, 1962). In ihrer Kausalität wären solche Faktoren sehr wohl durch das Baumalter bzw. Bestandsalter begründet. Außerdem ist immer in Betracht zu ziehen, daß solche Faktoren lediglich auf die Fruktifikation wirken und z. B. eine Fruchtkörperbildung verhindern, obgleich ein Mykorrhizapilz im Boden des betreffenden Bestandes präsent ist. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob das mykosoziologisch festgestellte, enge Mykorrhizapilzspektrum in der Versuchsfläche Poschach-Kampfzone die tatsächlichen Mykorrhiza-verhältnisse im Boden widerspiegelt, oder ob die extremen klimatischen Bedingungen in diesem Bereich zu einer Unterdrückung der Fruktifikation von bestimmten Symbionten führt.

4.8. Spezifisches Sukzessionsverhalten häufiger Zirbenpilze

Eine Gegenüberstellung von pilzlicher Fruktifikation zum Baumalter und zu einer „typischen“ Entwicklung von (hoch-)subalpinen Zirbenwäldern im Sinne von MAYER (1976) bringt interessante Einblicke in das Sukzessionsverhalten der Pilze. Eine derartige Beurteilung bei den häufigen Zirbenmykorrhizapilzen (> 25 Funde) zeigt das bemerkenswerte Phänomen, daß lediglich *Suillus plorans* eine gewisse Tendenz zur Fruktifikation bei Jungzirben zu erkennen gibt, obgleich die meisten Funde dieses Pilzes bei mittleren Zirben notiert wurden. Berücksichtigt man speziell die gewichtete Altersklasseneinteilung, so wird zudem offensichtlich, daß *Suillus plorans* bei der Mykorrhizierung von Altzirben auch einen erheblichen Stellenwert haben dürfte. Aus zahlreichen Beobachtungen an Naturverjüngungen und durch Untersuchungen an Forstgartenpflanzen wissen wir, daß dieser Zirbenröhrling Mykorrhizen schon mit Pflanzen des frühesten Sämlingsstadium bildet, also auch in einer Phase, die nach dem Konzept von LAST *et al.* (1983, 1987) als early stage gilt. Somit deckt diese häufige Art im

Grunde alle Baumalters- bzw. Waldentwicklungsphasen ab und kann als multistage-Pilz bzw. als persistenter Zirbenbegleiter bezeichnet werden, wenngleich gesagt werden muß, daß der Schwerpunkt seiner Mykorrhizierungsaffinität bei jungen bis mittleren Zirben liegt und sich waldentwicklungsmäßig gesehen von der Initial- über die Optimal- bis zum Beginn der Terminalphase erstreckt. Damit wird auch eine große symbiontische Bedeutung des Zirbenröhrlings offenkundig, und zwar in Bestandesentwicklungsphasen, die gerade in der hochsubalpinen Stufe kritisch verlaufen können.

Von den beobachteten Funddaten her finden vier der häufigen Zirbenbegleiter ihre optimale Mykorrhizaentwicklung eindeutig bei mittleren Zirben. Vor allem *Dermocybe crocea*, aber auch *Cortinarius (Ser.) anomalus*, sind jene zwei Zirbenbegleiter, die mit einem Anteil von mehr als 80 % bei dieser Alterskategorie angetroffen wurden und auch bei einer gegenüber den Alterskategorien erfolgten Gewichtung der Funddaten diese Tendenz aufzeigen. Die optimale Entfaltung der Mykorrhizatätigkeit dieser beiden Arten aus den *Cortinariaceae* kann somit in der Initial- und Optimalphase der Waldentwicklung angenommen werden. *Chroogomphus helveticus* und *Suillus placidus*, ebenfalls dominant bei mittleren Zirben, deuten aber mit ihren Fundanteilen auch eine gewisse Tendenz zur Fruktifikation bei Altzirben an und können damit als Pilze der Optimalphase eingestuft werden. Damit bestätigt sich die von MOSER (1961) für *Suillus placidus* getroffene Einschätzung eines Zirbenbegleiters „dichter Waldbestände“ und auch jene für *Suillus plorans* als Pilz der „dünn bestandenen Kampfzone“. Bemerkenswert ist außerdem das parallele Auftreten von *Chroogomphus helveticus* mit *Suillus placidus* in der Initial- bzw. Optimalphase, wenn man bedenkt, daß die beiden Pilze mit der Zirbe eine durch AGERER (1990) erstmals beschriebene Triple-Beziehung eingehen können. Auch die optimalen Entwicklungsphasen von *Suillus plorans* korrespondieren weitgehend mit jener von *Chroogomphus helveticus*. Dies mag als Indiz dafür gewertet werden, daß die Fruktifikation einen verlässlichen Indikator für die Mykorrhizaentfaltung darstellt, weil anzunehmen ist, daß derartige, genetisch fein abgestimmte Dreifachbeziehungen Bedingungen des synchronen und optimalen Mykorrhizawachstums voraussetzen.

Russula decolorans und *Lactarius rufus* können aufgrund ihrer hohen Fundanteile (> 80 %) bei Altzirben als Pilze der Terminalphase in hochsub-

alpinen Zirbenwäldern bezeichnet werden, die aber schon in der Optimalphase und auch in der Zerfallphase am Mykorrhizierungsgeschehen Anteil nehmen dürften. In einer durch KEIZER & ARNOLDS (1994) ausgeführten Analyse der durch HINTIKKA (1988) vorgelegten Funddaten ektomykorrhizabildender Pilze in finnischen Kiefernwäldern (*Pinus sylvestris*) wird für *Russula decolorans* eine analoge Sukzession mit Entwicklungsschwerpunkt in der Terminalphase („biostatic phase“) offenkundig, während für den ebenfalls analysierten *Lactarius rufus* keine Präferenz für eine bestimmte Baumalterklasse bzw. Waldentwicklungsphase zu erkennen ist. Dies könnte dahingehend interpretiert werden, daß die (Boden-) Bedingungen in diesen Kiefernwäldern eine Mykorrhizierung bzw. Fruktifikation von *Lactarius rufus* in allen bewerteten Phasen der Waldentwicklung (5 bis > 70 Jahre) zulassen.

4.9. Weitere Aussagen zur Sukzession der Zirbenpilze

Für die weniger häufigen bzw. nur mit Einzelfunden nachgewiesenen Zirbenpilze ist eine Beurteilung ihres Sukzessionsverhaltens nur bedingt bzw. gar nicht möglich. Für die in Tabelle 28 zusammen mit den häufigen Arten aufgelisteten Zirbenpilze können Aussagen nur mit Vorbehalt getroffen werden, aber im Vergleich zu anderen Untersuchungen (HINTIKKA 1988; TERMORSHUIZEN, 1990, 1991; KEIZER & ARNOLDS, 1994) doch bemerkenswerte Schlüsse gezogen werden. Dabei müssen jedoch die von Autor zu Autor methodisch unterschiedliche Alterskategorisierung und die Probleme bei der Abschätzung einer typisierten Waldphasenentwicklung berücksichtigt werden.

Cortinarius (Tel.) *brunneus* und *Dermocybe pallidipes* sind als typische Zirbenpilze der Initialphase aufzufassen. Ein derartiger Stellwert wurde auch von HINTIKKA (1988) und TERMORSHUIZEN (1991) für die in Kiefernwäldern auftretende und von JANSEN (1991) bei der Douglasie untersuchte *Dermocybe semisanguinea* angeführt, einem Hautkopf dem *D. pallidipes* sehr nahe steht. *Suillus sibiricus*, *Dermocybe* aff. *norvegica* und *Inocybe* aff. *rhacodes* können der Optimalphase zugeordnet werden, wobei jedoch eine in eine weitere Waldentwicklungsphase reichende Mykorrhizaentfaltung durch die geringen Fundzahlen unter Umständen verdeckt bleibt. Gerade aus Impfversuchen mit *S. sibiricus* wissen wir, daß dieser Röhrling im Forst-

garten und Aufforstungen bzw. in entsprechenden Substraten eine weitgehende Mykorrhizierung von Zirbenjungpflanzen herbeiführen kann. Die Art konnte auch, wenn auch nur sporadisch, in der Kampfzone, also in initialäquivalenten Beständen, gerade auch im Bereich der Versuchsfläche Poschach-Kampfzone beobachtet werden (MOSER, pers. Mitteil.). Weiters berichtet RICEK (1989) über *S. sibiricus*-Fruchtifikationen in jungen, aber tiefer (tiefsubalpin) gelegenen Zirbenbeständen, die der Initialphase zuzuordnen sein dürften. Somit kann vermutet werden, daß der beringte Zirbenröhrling auch in der Jungwuchs- und Initialphase bei Mykorrhizierung von Jungzirben einen Beitrag leistet. Obwohl recht weit verbreitet, zeichnet sich aber diese Art, zumindest in den Ostalpen, durch eine recht eingeschränkte Fruktifikation aus.

Für mehrere der nachgewiesenen Cortinarien kann der durch die Fruktifikation angezeigte Schwerpunkt der Mykorrhizaentwicklung im Bereich der Optimal- und Terminalphase erwartet werden. Aufgrund der Fundverteilung zwischen mittleren und Altzirben können *Cortinarius* (Tel.) *obtusius*, *C. (Phl.) allutus*, *Dermocybe cinnamomea*, *Laccaria montana* und *L. laccata* schwerpunktmäßig eher der Optimalphase, *Cortinarius* (Tel.) *striaepilus*, *C. fulvescens* und *Paxillus involutus* eher der Terminalphase zugeordnet werden. Überraschend synchron liegen die durch KEIZER & ARNOLDS (1994) vorgenommenen Einstufungen von *Cortinarius* (Tel.) *obtusius*, *Cortinarius* (Tel.) *striaepilus*, *Paxillus involutus* und *Laccaria laccata* für die Eichenwaldentwicklung und auch die aufgrund der Daten aus HINTIKKA (1988) für *Paxillus involutus* vorgenommene Qualifikation in der Kiefernwaldsukzession. Lediglich *Laccaria laccata* scheint sich bereits in frühen Phasen der untersuchten Kiefernwälder zu entfalten, ähnlich wie es KEIZER & ARNOLDS (1994) für *Laccaria proxima* bei der Eiche nachweisen konnten. Ganz im Widerspruch stehen die vorliegenden Ergebnisse jedoch zu einer Studie von DIGHTON et al. (1986), in der *Laccaria laccata* als early-stage Pilz im Sinne von LAST et al. (1983, 1987) angeführt wird. In diesem Zusammenhang ist es nicht auszuschließen, daß diese taxonomisch schwer zu bewertende Art in verschiedenen physiologischen Sippen bzw. Varietäten existiert (vgl. GARDES et al., 1990). Sollten sich solche physiologische Sippen finden, so ließe sich daraus auch ablesen, daß der physiologische Alterszustand des Baumes nicht der alleinige und ausschließliche Faktor für waldphasenspezifische Beeinflussung der Pilzsukzession sein kann.

Tabelle 28.

Durch die Fruktifikation (Fundverteilung gegenüber Baumalterskategorien) angezeigte Entwicklungsschwerpunkte von ausgewählten hochsubalpinen Zirbenpilzen innerhalb typisierter Entwicklungsphasen (vgl. MAYER, 1976; OLDEMAN, 1990) von Zirbenbeständen und fallweiser Vergleich zur Entwicklung bei anderen Holzarten (Daten für *Pinus sylvestris* aus HINTIKKA (1988) und TERMORSHUIZEN (1990), für *Quercus robur* aus KEIZER & ARNOLDS (1994)). Jungwuchsphase bei *Pinus cembra* ohne Beurteilung. Zeitliche Eingrenzung (approx.) der Waldentwicklungsphasen für *Pinus sylvestris* und *Quercus robur* durch KEIZER & ARNOLDS (1994).

Symbole: ♦ = starke, ♦♦ = optimale Entfaltung der Mykorrhizalaktivität zu erwarten. (?) = zeitliche Grenze unklar. *Abk. = Abkürzung.

Species / Waldtyp mit:		Waldentwicklungsphasen mit approx. zeitlichem Bereich				
	Abk.*	Jungwuchsphase	Initialphase	Optimalphase	Terminalphase	Zerfallsphase
<i>Pinus cembra</i>	Pc	1 - 20	20 - 100	100 - 200	200 - 400	> 400
<i>Pinus sylvestris</i>	Ps	1 - 5	5 - 15	15 - 40	40 - 100	> 100
<i>Quercus robur</i>	Qr	1 - 10	10 - 20	25 - 50	50 - 150 (?)	> 150 (?)
<i>Dermocybe pallidipes</i>	Pc		♦♦	♦♦		
<i>Dermocybe semisanguinea</i>	Ps			♦♦	♦	
<i>Cortinarius (Tel.) brunneus</i>	Pc		♦♦	♦♦		
<i>Suillus plorans</i>	Pc		♦♦	♦♦	♦	
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	Pc		♦	♦♦		
	Qr			♦	♦	
<i>Chroogomphus helveticus</i>	Pc		♦	♦♦		
<i>Gomphidius roseus</i>	Ps		♦	♦♦		
<i>Suillus placidus</i>	Pc		♦	♦♦		
<i>Dermocybe crocea</i>	Pc		♦	♦♦		
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	Pc			♦♦		
<i>Inocybe aff. rhacodes</i>	Pc			♦♦		
<i>Suillus sibiricus</i>	Pc			♦♦		
<i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i>	Pc			♦♦	♦	
	Qr				♦♦	
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	Pc			♦♦	♦	
<i>Laccaria montana</i>	Pc			♦♦	♦	
<i>Cortinarius (Phl.) allutus</i>	Pc			♦♦	♦	
	Ps			♦♦	♦	
<i>Laccaria laccata</i>	Ps	♦♦	♦	♦		
	Qr		♦	♦♦	♦♦	
<i>Cortinarius (Tel.) striaeplius</i>	Pc			♦	♦♦	
	Qr			♦	♦♦	
<i>Cortinarius (Tel.) fulvescens</i>	Pc			♦	♦♦	
	Ps			♦	♦♦	
<i>Paxillus involutus</i>	Ps		♦	♦♦	♦	
	Qr			♦	♦♦	
<i>Amanita muscaria</i>	Pc				♦	♦
	Ps			♦♦	♦	
	Qr			♦♦		
<i>Russula decolorans</i>	Pc				♦	♦
	Ps				♦	♦
<i>Lactarius rufus</i>	Pc				♦	♦
	Ps	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Lactarius mitissimus</i>	Pc				♦	♦

Amanita muscaria und *Lactarius mitissimus* sind wie die bereits diskutierten Arten (*Russula decolorans*, *Lactarius rufus*) eindeutig den abschließenden Phasen der Zirbenwaldentwicklung zuzuordnen. Obwohl methodisch eine Differenzierung nach Terminal- und Zerfallsphase der bei Altzirben gemachten Funde nicht vorgesehen war, handelt es sich bei den wenigen Probestämmen, in deren Basisflächen die Funde der oben angeführten Arten gemacht wurden, eindeutig um sehr alte Exemplare (meist „Wetterzirben“), wie sie für eine abgeschlossene Waldentwicklung typisch sind.

KEIZER & ARNOLDS (1994) erzielen aufgrund ihrer eigenen und der durch HINTIKKA (1988) durchgeführten Untersuchungen eine gleichartige Bewertung für *Russula decolorans* in finnischen Kiefernwäldern, dagegen führen sie für *Amanita muscaria* einen Entfaltungsschwerpunkt in der Optimalphase der Kiefern- und Eichenwaldentwicklung an und *Lactarius rufus* charakterisieren sie, wie bereits erwähnt, als multistage-Pilz der Kiefer (*Pinus sylvestris*). Der Grund für ein unterschiedliches Verhalten ein und derselben Pilzart gegenüber dem Alter der Begleitbäume bzw. der Waldentwicklung von verschiedenen

Holzarten, kann darin bestehen, daß z. B. bei einer offensichtlichen Präferenz für jüngere Bäume die für eine Mykorrhizaentfaltung (Fruktifikation) günstigen Bodenbedingungen früher herbeigeführt werden oder die herrschende Baumart früher eine entsprechende physiologische Konstitution erreicht.

5.1. Zusammenfassung

Die vorliegende Studie hatte die Zielsetzung, die wesentlichen Elemente der symbiontischen Mykoflora der Zirbe in den Tiroler Zentralalpen zu bestimmen und neue ökologische Einblicke über die Zirbenbegleiter zu gewinnen.

- Im Untersuchungszeitraum 1991-94 wurden in fünf verschiedenen hochsubalpinen Versuchsflächen (2010-2210 m) die epigäischen und terri-colen Ektomykorrhizapilze erhoben, die innerhalb der Kronenprojektionsflächen von ausgewählten, einzeln stehenden Versuchsbäumen fruktifizierten. Die Auswertung der Funddaten führte zu einer Beurteilung der Abundanz, Dominanz, Produktivität, Stetigkeit und Phänologie der nachgewiesenen Pilzarten. Insbesondere wurde das Fruktifikationsverhalten gegenüber der Bodenvegetation (Kleinststandort) und dem Baumalter (Jungzirbe, mittlere Zirbe, Altzirbe) untersucht.
- Von den insgesamt 78 vorgefundenen Pilztaxa konnten 73 identifiziert bzw. beschrieben werden. Der überwiegende Teil der Pilzarten (68 %) konnte nur in jeweils einer der untersuchten Versuchsflächen nachgewiesen werden. Die nach CHRISTENSEN (1981) für die Versuchsflächenpaare berechneten Ähnlichkeitswerte liegen im Bereich von 24 bis 50 %. In den Versuchsflächen mit einem vermehrten Anteil an Altbäumen waren eine höhere Artenvielfalt und eine größere Fruchtkörperproduktivität zu beobachten. In allen Versuchsflächen verbreitete bzw. abundante Pilze waren *Chroogomphus helveticus* ssp. *helveticus*, *Suillus plorans*, *S. placidus*, *Cortinarius* (Ser.) *anomalus* und *Dermocybe crocea*. In jeder Versuchsfläche dominierte nur eine begrenzte Anzahl an Pilzen und die entsprechenden Dominanzreihen variierten von Versuchsfläche zu Versuchsfläche. Als Elemente einer regionalen Dominanzreihe konnten *Chroogomphus helveticus* ssp. *helveticus*, *Suillus plorans*, *S. placidus*, und *Cortinarius* (Ser.) *anomalus* evaluiert werden.
- Die Mykorrhizapilze fruktifizierten in der Zeit von Anfang Juli bis Mitte Oktober. Die größte Frukti-

kation war in der Zeit von Mitte August bis Mitte September zu beobachten. In einer phänologischen Beurteilung konnten die Pilzarten nach dem Sommer- bzw. Herbstaspekt differenziert werden. Abundanz und Produktivität der Pilzarten unterlagen einer jährlichen, von Niederschlag und Temperatur abhängigen Variabilität.

- Die häufigeren Zirbenbegleiter wurden nach ihren Präferenzen für bestimmte Kleinststandorte differenziert. Die Fruktifikation dieser Pilze erfolgte primär auf Humus und - nachgereiht - im Gras, im Moos bzw. zwischen *Vaccinium* spp., jedoch selten zwischen *Rhododendron ferrugineum*.
- Bei einer Auswertung der Funddaten unter dem Gesichtspunkt des Baum- bzw. Bestandesalters konnten für die Zirbenpilze spezifische Fruktifikationsmuster im Sinne von mehr oder weniger ausgeprägten Präferenzen für die jeweiligen Alterskategorien der beprobten Versuchsbäume festgestellt werden. Eine Gegenüberstellung der nach dem Baumalter differenzierten Funddaten zu den entsprechenden Waldentwicklungsphasen ermöglicht eine Beurteilung der Sukzession und des symbiontischen Stellenwertes von ausgewählten Zirbenpilzen in hochsubalpinen Zirbenwäldern. Es wird angenommen, daß wesentliche, die Sukzession der Mykorrhizapilze bestimmende Faktoren in den Bodenbedingungen gegeben sind, während der physiologische Alterszustand der Wirtsbäume dabei eine untergeordnete Rolle spielen dürfte.

5.2. Summary

The purpose of this study was to identify and gather information about the occurrence, distribution, and ecological factors associated with ectomycorrhizal fungi of stone pine in the central Alps of Tyrol.

- During the 1991-94 growing seasons sporocarps of epigeous macromycetes belonging to genera known to form ectomycorrhizae were identified and enumerated in sites of five pure stands of *Pinus cembra* L. in the high-subalpine zone (2010-2210 m asl). At each study site plots with 50 to 152 solitary trees were established. The basal area was selected as sampling unit and treated as a subplot. Fructification data were evaluated in respect to abundance, dominance, productivity, constancy and phenology of the species. In particular, fructification was assessed in relation to microsite vegetation and tree age.
- In total, more than 78 ectomycorrhizal taxa were observed and 73 were identified or described. Of the

fungus taxa encountered over four years, most of them (68 %) occurred exclusively in one of the study sites. Similarity in mycorrhizal species composition was calculated according to CHRISTENSEN (1981) and ranged from 24 to 50 % among study sites. Species diversity and sporocarp productivity was greater where the stands contained a greater number of older trees. Common and abundant species for all study sites in decreasing order were *Chroogomphus helveticus* ssp. *helveticus*, *Suillus plorans*, *S. placidus*, *Cortinarius* (*Sericeocybe*) *anomalous* and *Dermocybe crocea*. At each study site only a restricted number of species dominated the mycoflora and the groups of dominating species varied from study site to study site. *Chroogomphus helveticus* ssp. *helveticus*, *Suillus plorans*, *S. placidus* and *Cortinarius* (*Sericeocybe*) *anomalous* were the overall dominant elements of the region.

- Fruitifications of mycorrhizal fungi appeared from the beginning of July to mid October. The most abundant fruiting occurred in the period from the end of August to mid September. A phenological assessment differentiated to groups of fungi, summer and autumn species. Abundance and productivity of species varied from year to year, apparently in response to rainfall and temperature.
- Types of microsite vegetation were evaluated and site preference relationships for fruiting were noted for the most common and abundant species. Fruitification occurred primarily on humus and subsequently in grass, in moss and among *Vaccinium* spp., but rarely among *Rhododendron ferrugineum*.
- There were clear quantitative relationships between host tree age and fruiting of ectomycorrhizal fungi. A comparison of tree age relationships with stand development provides a description of fungal succession and an evaluation of the symbiotic importance of selected ectomycorrhizal species in high-subalpine stands of *Pinus cembra*. It was concluded that the succession of mycorrhizal fungi is not primarily influenced by tree age, but rather by changes in the soil.

Danksagung

Mein Dank gilt Dr. E. Ohenoja (Oulu), Dr. W. Kilian (Wien), Dr. Dr. h.c. M. Moser (Innsbruck) und Dr. A. Termorshuizen (Wageningen) für die kritische Durchsicht des Manuskripts bzw. für vielfältige Literaturhilfe, Mag. A. Klebelsberg (Innsbruck) für die Überlassung meteorologischer Daten, Ing. P. Zwerger (Innsbruck) für die Durchführung der Strukturana-

lysen, Dr. F. Mutsch (Wien) für die Bodenanalysen, Dipl. Ing. H. Kronfuß (Innsbruck) für die Überlassung strukturanalytischer Daten, G. Heiß (Imst) für die Mithilfe bei der Auswertung der Ergebnisse, S. Lindner (Innsbruck) für die Hilfe in Computerangelegenheiten und allen anderen Kolleginnen und Kollegen, die durch ihr Interesse und mit hilfreichen Diskussionen zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

6. Literatur

- AGERER, R. 1985: Zur Ökologie der Mykorrhizapilze. *Bibl. Mycologica* 97: 1-160.
- AGERER, R. (Hrsg.) 1987-1995: *Colour atlas of ectomycorrhizae*. 1st - 9th ed. Schwäbisch Gmünd, Einhorn-Verlag Eduard Dietenberger.
- AGERER, R. 1990: *Studies on ectomycorrhizae XXIV. - Ectomycorrhizae of Chroogomphus helveticus and Ch. rutilus (Gomphidiaceae, Basidiomycetes) and their relationships to those of Suillus and Rhizopogon*. *Nova Hedwigia* 50: 1-63.
- ARNOLDS, E. 1981: *Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. Part 1. Introduction and Synoecology*. *Bibl. Mycologica* 83: 1-407.
- ARNOLDS, E. 1988: *Status and classification of fungal communities*. In: BARKMAN, J. J. & SYKORA, K. V. (Hrsg.): *Dependent Plant Communities*. The Hague, SPB Academic Publishing, pp. 153-165.
- AULITZKY, H. 1961: *Die Bodentemperaturverhältnisse an einer zentralalpiner Hanglage beiderseits der Waldgrenze. I. Teil Die Bodentemperatur oberhalb der zentralalpiner Waldgrenze*. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie B* 10: 445-532.
- AULITZKY, H. 1962: *Die Bodentemperaturverhältnisse an einer zentralalpiner Hanglage beiderseits der Waldgrenze. II. Teil Die Bodentemperatur im subalpinen Zirben-Lärchenwald*. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie B* 11: 301-362.
- AULITZKY, H., CZELL, A., FROMME, G., NEUWINGER, I., SCHIECHTL, H. M. & STERN, R. 1963: *Beschreibung des Gurglertales (hinterstes Ötztal in Nordtirol)*. *Mitteil. der Forstl. Bundesversuchsanstalt, Mariabrunn*, 60: 33-52.
- BAAR, J. & ELFERINK, M. O. 1996: *Ectomycorrhizal development on Scots pine (Pinus sylvestris L.) seedlings in different soils*. *Plant and Soil* 179: 287-292.
- BAAR, J. & DE VRIES, F. W. 1995: *Effects of manipulation of litter and humus layers on ectomycorrhizal colonization potential in Scots pine stands of different age*. *Mycorrhiza* 5: 267-272.
- BRUNNER, I., BRUNNER, F. & LAURSEN, G. A. 1992: *Characterization and comparison of macrofungal communities in an Alnus tenuifolia and an Alnus crispa forest in Alaska*. *Can. J. Bot.* 70: 1247-1258.
- BRUNNER, I. & HORAK, E. 1990: *Mycoecological analysis of Alnus-associated macrofungi in the region of the Swiss National Park as recorded by J. Favre (1960)*. *Mycol. Helv.* 4: 111-139.

- BUJAKIEWICZ, M. 1993: *Fungi of the alpine and subalpine zones of the Babia Góra massif*. In: PEGLER, D. N., BODDY, L., ING, B. & KIRK, P. M. (Hrsg.): *Fungi of Europe: Investigation, recordings and conservation*. Kew, Royal Botanic Gardens, pp. 115-120.
- CHRISTENSEN, M. 1981: *Species diversity and dominance in fungal communities*. In: WICKLOW, D. T. & CARROLL, G. C. (Hrsg.): *The fungal community*. New York, Marcel Dekker Inc., pp. 201-232.
- DAHLBERG, A. & STENLID, I. 1994: *Size, distribution and biomass of genets in populations of Suillus bovinus (L.: Fr.) Roussel revealed by somatic incompatibility*. New Phytol. 128: 225-234.
- DAHLBERG, A. & STENLID, I. 1995: *Spatiotemporal patterns in ectomycorrhizal populations*. Can. J. Bot. 73 (Suppl. 1): S1222-S1230.
- DIGHTON, J., POSKITT, J. M. & HOWARD, D. M. 1986: *Changes in occurrence of basidiomycete fruit bodies during forest stand development; with specific reference to mycorrhizal species*. Trans. Br. Mycol. Soc. 87: 163-171.
- DODD, J. C. & THOMSON, B. D. 1994: *The screening and selection of inoculant arbuscular-mycorrhizal and ectomycorrhizal fungi*. Plant and Soil 159: 149-158.
- ENGEL, H. & FRIEDERICHSEN, I. 1974: *Der Aspekt der Großpilze um Mitte September im Nadelwaldgürtel der Nördlichen Kalkalpen in Tirol. II. Die Artenliste*. Zeitschr. f. Pilzk. 40: 25-68.
- ENGLISCH, M., KARRER, G. & MUTSCH, F. 1992: *Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Teil I: Methodische Grundlagen*. Mitteil. der Forstl. Bundesversuchsanstalt, Wien, 168/I: 5-21.
- FAVRE, J. 1955: *Les champignons supérieurs de la zone alpine du parc national suisse*. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark 33, Band 5 (N.F.): 1-212.
- FAVRE, J. 1960: *Catalogue descriptif des champignons supérieurs de la zone subalpine du parc national suisse*. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark 42, Band 6 (N.F.): 321-610.
- FIEDLER, H. J. 1965: *Die Untersuchung des Bodens. Band 2*. Dresden, Leipzig, Verlag Theodor Deinkopf.
- FINK, J. 1969: *Nomenklatur und Systematik der Bodentypen Österreichs*. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., Heft 13, pp. 1-94.
- FRIEDRICH, K. 1936: *Zur Ökologie der höheren Pilze*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 54: 386-393.
- FRIEDRICH, K. 1940: *Untersuchungen zur Ökologie der höheren Pilze*. Pflanzenforsch. 22: 1-52.
- FRIEDRICH, K. 1942: *Pilzökologische Untersuchungen in den Ötztaler Alpen*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 60: 218-231.
- GERHOLD, N. 1992: *Beitrag zur Großpilzkartierung in Österreich 1991 (Macromycetes)*. Ber. nat.-med. Verein Innsbruck 79: 13-31.
- GIBBSON, F. & DEACON, J. W. 1988: *Experimental study of establishment of ectomycorrhizas in different regions of birch root systems*. Trans. Br. Myc. Soc. 91: 239-251.
- GOBL, F. 1979: *Erfahrungen bei der Anwendung von Mykorrhiza-Impfmaterial (I. Zirbe)*. Cbl. ges. Forstwes. 96: 30-43.
- GRIFFITHS, R. P., BRADSHAW, G. A., MARKS, B. & LIENKAEMPER, G. W. 1996: *Spatial distribution of ectomycorrhizal mats in coniferous forests of the Pacific Northwest, USA*. Plant and Soil 180: 147-158.
- GRIFFITHS, R. P., CHADWICK, A. C., ROBATZEK, M., SCHAUER, K. & SCHAFFROTH, K. A. 1995: *Association of ectomycorrhizal mats with Pacific yew and other understory trees in coniferous forests*. Plant and Soil 173: 343-347.
- HINKOVA, Z. 1958: zitiert in HORAK (1963): *Über die Verbreitung der Höheren Pilze im östlichen Rilagebirge (Vurchu razprostranieneto na vissite gubi v Iztočna Rila)*. Izvest. na botan. inst. BAN 6: 131.
- HINTIKKA, V. 1988: *On the macromycete flora in oligotrophic pine forests of different ages in South Finland*. Acta Bot. Fenn. 136: 89-94.
- HÖILAND, K. 1983: *Cortinarius subgenus Dermocybe*. Opera Botanica 71: 1-113.
- HORAK, E. 1963: *Pilzökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe (Piceetum subalpinum und Rhododeto-Vaccinietum) der Rätischen Alpen (Dischmatal, Graubünden)*. Mitteil. der Schweiz. Anst. für das Forstl. Versuchswesen 39: 1-112.
- HORAK, E. 1985: *Die Pilzflora (Macromyceten) und ihre Ökologie in fünf Pflanzengesellschaften der montan-subalpinen Stufe des Unterengadins (Schweiz)*. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark, Band 12 (6. Lieferung): C337-C476.
- HUTCHISON, L. J. & PICHÉ 1995: *Effects of exogenous glucose on mycorrhizal colonization in vitro by early-stage and late-stage ectomycorrhizal fungi*. Can. J. Bot. 73: 898-904.
- INSTITUT FÜR LANDESKUNDE 1980: *Geologische Übersichtskarte für Tirol*. Innsbruck, Universitätsverlag Wagner.
- JANSEN, A. E. 1991: *The mycorrhizal status of Douglas fir in the Netherlands: its relation with stand age, regional factors, atmospheric pollutants and tree vitality*. Agriculture, Ecosystems and Environments 35: 191-208.
- JULICH, W. 1984: *Die Nichtblätterpilze, Gallertpilze und Bauchpilze. Aphyllophorales, Heterobasidiomycetes, Gastromycetes*. Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag, 626 pp.
- KEIZER, P. J. & ARNOLDS, E. F. 1994: *Succession of ectomycorrhizal fungi in roadside verges planted with common oak (Quercus robur L.) in Drenthe, The Netherlands*. Mycorrhiza 4: 147-159.
- KELLER, G. 1992: *Isozymes in isolates of Suillus species from Pinus cembra L.* New Phytol. 120: 351-358.
- KILIAN, W., MÜLLER, F. & STARLINGER, F. 1994: *Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten*. FBVA Berichte 82: 1-60.
- KÜHNER, R. 1947: *Un bolet nouveau pour la France: Ixocomus sibiricus Singer*. Bull. Soc. Linn. Lyon 7: 137.
- LAST, F. T., DIGHTON, J., WILSON, J. & DEACON, J. W. 1983: *Fine roots and sheathing mycorrhizas: their formation, function and dynamics*. Plant and Soil 71: 9-21.

- LAST, F. T., DIGHTON, J. & MASON, P. A. 1987: *Successions of sheathing mycorrhizal fungi*. Trends Ecol. & Evol. 2: 157-161.
- LEIBUNDGUT, H. 1986: *Unsere Gebirgswälder. Natur - Zustand - Bewirtschaftung*. Bern, Stuttgart, Verlag Paul Haupt.
- MASON, P. A., LAST, F. T., PELHAM, J. & INGLEBY, K. 1982: *Ecology of some fungi associated with an ageing stand of Birches (Betula pendula and B. pubescens)*. Forest Ecology and Management 4: 19-39.
- MAYER, H. 1976: *Gebirgswaldbau - Schutzwaldpflege. Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz*. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag. 436 pp.
- MAYER, H. 1984: *Wälder Europas*. Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag, 691 pp.
- MAYER, H., ECKHART, G., NATHER, J., RACHOY, W. & ZUKRIGL, K. 1971: *Die Waldgebiete und Wuchsbezirke Österreichs*. Cbl. ges. Forstwes. 88: 129-164.
- MOSER, M. 1956: *Die Bedeutung der Mykorrhiza für Aufforstungen in Hochlagen*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 75: 8-18.
- MOSER, M. 1958: *Die künstliche Mykorrhizaimpfung an Forstpflanzen*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 77: 32-40.
- MOSER, M. 1959a: *Pilz und Baum*. Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde 37: 37-53.
- MOSER, M. 1959b: *Beiträge zur Kenntnis der Wuchsstoffbeziehungen im Bereich ectotropher Mycorrhizen* I. Archiv für Mikrobiologie 34: 251-269.
- MOSER, M. 1961: *Soziologische und ökologische Fragen der Mykorrhiza-induzierung*. Proceedings, IUFRO Congress, September 1961, Vienna, Volume 1 of Part 2, no. 24-2.
- MOSER, M. 1962: *Die Rolle der Wassers im Leben der Höheren Pilze*. Schweiz. Zeitschr. f. Pilzk. 40: 129-141.
- MOSER, M. 1963a: *Förderung der Mykorrhizabildung in der forstlichen Praxis*. Mitteil. der Forstl. Bundesversuchsanstalt, Mariabrunn, 60: 691-720.
- MOSER, M. 1963b: *Die Bedeutung der Mykorrhiza bei Aufforstungen unter besonderer Berücksichtigung der Hochlagen*. In: Mykorrhiza - Internationales Mykorrhizasymposium, Weimar, 1960. Jena, VEB Gustav Fischer Verlag, pp. 407-424.
- MOSER, M. 1964: *Die Mykorrhizafrage bei der Anzucht von Forstpflanzen für das Hochgebirge*. In: SCHMIDT-VOGT, H., (Hrsg.): *Forstsamengewinnung und Pflanzenanzucht für das Hochgebirge*. München, BLV Verlagsgesellschaft, pp. 225-231.
- MOSER, M. 1974: *Die Gattung Dermocybe (Fr.) Wünsche (Die Hautköpfe)*. Schweiz. Z. f. Pilzk. 52: 129-142.
- MOSER, M. 1983: *Die Röhrlinge und Blätterpilze*. Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag, 533 pp.
- MOSER, M. & HASELWANDTER, K. 1983: *Ecophysiology of mycorrhizal symbioses*. Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, 12C: 391-421.
- NEUWINGER, I. 1963: *Beziehungen zwischen Relief, Pflanzendecke und Boden an der Obergrenze des Zirben-Lärchenwaldgürtels. Ein Beitrag zu Vegetationsaufnahmen in subalpinen Aufforstungsgebieten Tirols*. Ber. nat.-med. Vereins Innsbruck 53: 143-156.
- NEUWINGER, I. 1967: *Zum Nährstoffhaushalt in Vegetationseinheiten der subalpinen Entwaldungszone*. Mitteil. der Forstl. Bundesversuchsanstalt, Mariabrunn, 75: 269-303.
- NEUWINGER, I. & CZELL, A. 1961: *Böden in den Tiroler Zentralalpen*. Mitteil. der Forstl. Bundesversuchsanstalt, Mariabrunn, 59: 371-410.
- OBERDORFER, E. 1979: *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. 4. Aufl. Stuttgart, Eugen Ulmer Verlag, 997 pp.
- OHENOJA, E. 1993: *Effect of weather conditions on the larger fungi at different forest sites in Northern Finland in 1976-1988*. Acta Univ. Oul. A243: 1-69, Appendix: 28 pp.
- OLDEMAN, R. A. A. 1990: *Forests: elements of silviculture*. Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag.
- ÖSTERREICHISCHES NORMUNGsinstitut (Hrsg.) 1989: *ÖNORM L 1083 - Bestimmung der Acidität*.
- PEINTNER, U. & MOSER, M. 1995: *Artenvielfalt und Abundanz von Basidiomyceten im Projektgebiet Achenkirch*. FBVA-Berichte Nr. 87: 69-93.
- RICEK, E. W. 1989: *Die Pilzflora des Attergaus, Hausruck- und Kobernausserwaldes*. Abh. Zool.-Bot. Ges. Österr. 23: 1-439.
- RÜCKER, T. & PEER, T. 1988: *Pilzsoziologische Untersuchungen am Stubnerkogel (Gasteiner Tal, Salzburg, Österreich) unter Berücksichtigung der Schwermetallsituation*. Nova Hedwigia 47: 1-38.
- SCHÄFFER, J. 1947: *Beobachtungen an oberbayerischen Blätterpilzen*. Ber. Bay. Bot. Ges. 27: 201-225.
- SCHIECHTL, H. M. & STERN, R. 1975: *Die Zirbe in den Ostalpen*. I. Teil. Angew. Pflanzensoziologie 22: 1-83.
- SCHINNER, F., ÖHLINGER, R. & KANDELER, E. 1991: *Bodenbiologische Arbeitsmethoden*. Berlin, Springer-Verlag. 213 pp.
- SCHMID-HECKEL, H. 1985: *Zur Kenntnis der Pilze in den Nördlichen Kalkalpen. Mykologische Untersuchungen im Nationalpark Berchtesgaden*. Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsberichte 8: 1-201.
- SINGER, R. 1938: *Sur les genres Ixocomus, Bolctinus, Phylloporus, Gyrodon et Gomphidius*. Revue Mycol. 3: 45-53, 157-177.
- SPSS Inc. 1989-94: *SPSS for Windows, Version 6.9.1. (2.5.1994): Base System Users's Guide Release 6.0*.
- STRULLU, D. G. 1985: *Les Mycorrhizes*. Berlin, Stuttgart, Gebrüder Borntraeger. 198 pp.
- TERMORSHUIZEN, A. J. 1990: *Decline of carpophores of mycorrhizal fungi in stands of Pinus sylvestris*. Thesis, Agricultural University Wageningen. 128 pp.
- TERMORSHUIZEN, A. J. 1991: *Succession of mycorrhizal fungi in stands of Pinus sylvestris in the Netherlands*. J. Veg. Science 2: 555-564.
- TERMORSHUIZEN, A. J. & SCHAFFERS, A. P. 1987: *Occurrence of carpophores of ectomycorrhizal fungi in selected stands of Pinus sylvestris in the Netherlands in relation to stand vitality and air pollution*. Plant and Soil 104: 209-217.
- TRAPPE, J. M. 1977: *Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation in nurseries*. Ann. Revue Phytopathol. 15: 203-222.
- TREU, R. 1990: *Charakterisierung und Identifizierung von Ektomykorrhizen aus dem Nationalpark Berchtesgaden*. Bibl. Mycologica 134: 1-196.

Tabelle A2.
Strukturanalytische Daten zum aufgeforsteten Baumbestand in der Versuchsfläche Wiesberg, Kühtai, erhoben im Herbst 1994.

Stamm-Nr.	Soz.-St.*	Alter	Höhe	Stammdurchmesser [cm]		Kronenradius [m]				Kronenansatz [m]			
		[a]	[m]	1*	2*	Berg	Tal	Links	Rechts	Berg	Tal	Links	Rechts
4	1	30	3,1	4,2	4,1	0,4	0,5	0,4	0,5				
5	1	30	3,2	5,5	5,5	0,4	0,4	0,5	0,5				
24	1	30	3,3	6,2	6,1	0,7	0,7	0,5	0,6				
25	1	30	3,7	7,1	6,8	0,8	0,7	0,7	0,7				
28	1	30	3,1	5,6	5,7	0,8	0,8	0,8	0,7				
29	1	30	2,2	3,0	3,1	0,6	0,6	0,5	0,5				
30	1	30	2,6	4,0	3,9	0,6	0,6	0,7	0,5				
31	1	30	3,1	4,5	4,6	0,8	0,5	0,8	0,8				
32	1	30	2,8	4,6	4,7	0,5	0,6	0,5	0,5				
33	1	30	3,2	4,9	5,1	0,5	0,6	0,5	0,5				
34	1	30	2,9	4,3	4,3	0,5	0,4	0,5	0,4				
37	1	30	3,7	6,8	7,1	0,5	0,6	0,5	0,5				
38	1	30	2,9	6,3	6,5	0,8	0,8	0,7	0,8				
39	1	30	3,4	6,3	6,5	0,7	0,8	0,7	0,7				
40	1	30	4,2	8,3	8,6	0,8	0,8	0,6	0,8				
Bereich						0,4-0,8	0,4-0,8	0,4-0,8	0,4-0,8				
	1	30	2,2-4,2	3,0-8,3	3,1-8,6	0,4-0,8							

* Soziale Stellung. *Stammdurchmesser (BHD): 1 = horizontal, 2 = vertikal zur Hangrichtung.

Tabelle A3.
Strukturanalytische Daten zum Baumbestand in der Versuchsfläche Poschach-Kampzone, Ötztal, erhoben am 22. 6. 1994.

Stamm-Nr.	Soz.-St.*	Alter	Höhe	Stammdurchmesser [cm]		Kronenradius [m]				Kronenansatz [m]			
		[a]	[m]	1*	2*	Berg	Tal	Links	Rechts	Berg	Tal	Links	Rechts
22802	1	36	1,5	6,0	6,0	0,6	0,7	0,2	0,4	1,0	0,3	0,5	0,5
22803	2	39	1,8	9,0	8,0	0,3	0,4	0,6	0,3	1,5	0,5	0,7	1,2
22804	1	44	2,1	13,0	13,5	0,6	1,2	1,3	0,7	1,0	0,5	0,5	1,0
22807	1	40	2,9	14,0	13,5	0,8	0,9	1,0	0,6	0,5	0,8	0,4	0,8
22808	1	51	2,5	10,0	10,0	0,5	0,5	0,6	0,4	1,0	0,5	0,5	1,5
22809	1	40	4,5	16,5	17,0	1,8	1,3	2,1	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5
22810	2	33	3,0	14,0	15,0	1,3	0,9	1,1	0,9	0,5	1,0	1,0	1,5
22811	1	46	2,8	11,0	10,0	0,8	0,9	0,9	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5
22812	1	42	3,0	9,5	10,0	1,0	1,0	1,3	1,2	0,5	0,5	0,5	1,0
22813	1	37	4,5	22,0	21,5	1,6	1,2	1,8	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
22816	1	57	4,0	22,0	23,0	1,8	2,1	2,0	1,4	1,0	1,0	0,5	2,0
22818	2	48	2,9	7,5	7,5	0,6	0,5	0,7	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
22819	1	29	3,5	15,5	16,0	1,0	1,1	1,4	0,7	1,0	0,5	0,5	1,0
22820	1	52	6,1	30,0	29,0	2,4	1,7	2,4	1,2	1,0	0,5	0,5	1,0
22821	1	53	5,5	21,5	22,5	1,6	1,4	1,7	1,1	0,5	0,5	0,5	1,0
Bereich						0,3-2,4	0,4-2,1	0,2-2,4	0,3-1,4	0,5-1,5	0,3-1,0	0,4-1,0	0,5-2,0
	1-2	29-57	1,5-6,1	6-30,0	6-29,0	0,2-2,4				0,3-2,0			

* Soziale Stellung. *Stammdurchmesser (BHD): 1 = horizontal, 2 = vertikal zur Hangrichtung.

Tabelle A4.
Strukturanalytische Daten zum Baumbestand in der Versuchsfläche Poschach-Hochwald, Ötztal, erhoben am 21. 6. 1994.

Stamm-Nr.	Soz.- St.*	Alter	Höhe	Stammdurch- messer [cm]		Kronenradius [m]				Kronenansatz [m]			
		[a]	[m]	1♦	2♦	Berg	Tal	Links	Rechts	Berg	Tal	Links	Rechts
23761	1	67	8,0	31,0	29,0	2,0	3,0	2,5	2,0				
23762	2	67	9,0	35,0	34,0	2,0	2,5	2,5	2,0				
23763	3	51	6,0	21,0	22,0	1,4	0,8	1,9	1,5				
23764	1	87	10,5	47,0	46,0	2,4	2,9	2,9	2,5				
23765	2	102	9,5	38,0	39,0	2,3	2,1	2,6	2,0				
23766	1	65	9,0	41,0	40,0	1,9	2,4	2,8	2,1				
23767	1	49	7,5	24,0	23,0	1,5	1,6	1,8	1,3				
23768	1	60	10,5	34,0	34,0	1,9	2,2	2,2	2,0				
23769	2	59	7,5	17,0	16,0	1,5	1,3	1,4	0,8				
23770	1	69	11,0	58,0	60,0	3,0	3,2	3,0	2,8				
23771	1	124	14,5	68,0	73,0	3,0	4,5	4,5	3,5				
23772	1	116	13,0	54,0	51,0	2,8	3,3	3,8	2,8				
23773	1	370	14,5	64,0	64,0	3,4	5,0	4,0	1,6				
23774	1	48	7,0	26,0	27,0	1,5	2,2	1,8	1,7				
23775	1	42	8,0	28,0	28,0	2,0	2,2	2,4	1,8				
Bereich						1,4-3,4	0,8-5,0	1,4-4,5	0,8-3,5				
	1-3	42-370	6-14,5	17-68	16-73	0,8-5,0							

* Soziale Stellung. ♦Stammdurchmesser (BHD): 1 = horizontal, 2 = vertikal zur Hangrichtung.

* Soziale Stellung.

*Stammdurchmesser (BHD): 1 = horizontal, 2 = vertikal zur Hangrichtung.

Tabelle A5.
Strukturanalytische Daten zum Baumbestand in der Versuchsfläche Die Niggel, Kaunertal, erhoben am 23. 6. 1994.

Stamm-Nr.	Soz.- St.*	Alter	Höhe	Stammdurch- messer [cm]		Kronenradius [m]				Kronenansatz [m]			
		[a]	[m]	1*	2*	Berg	Tal	Links	Rechts	Berg	Tal	Links	Rechts
22921	1	128	7,5	37,5	37,0	2,1	2,2	2,3	2,3	0,5	1,0	0,5	1,0
22922	1	64	4,0	12,0	12,5	0,9	0,9	0,9	1,0	0,5	0,5	1,0	0,5
22923	1	45	2,2	7,0	7,5	0,6	0,8	0,6	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0
22924	1	547	13,0	57,0	62,0	3,0	1,4	3,4	3,6	7,0	3,0	0,5	5,0
22925	1	65	4,5	12,0	13,5	1,0	1,1	1,2	1,2	0,5	0,5	0,5	0,5
22926	1	71	8,5	32,0	30,0	1,7	1,7	1,9	2,0	1,5	0,5	1,0	0,5
22927	1	520	12,5	80,0	75,0	2,6	3,9	2,2	4,0	5,0	5,0	8,0	4,0
22928	1	58	6,5	20,0	21,0	1,4	1,0	1,1	1,6	1,1	2,0	2,0	1,0
22929	1	138	12,5	56,0	58,0	2,9	2,5	3,2	3,2	1,5	1,0	1,5	2,0
22930	1	66	5,5	21,0	21,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5
22931	1	73	6,5	26,0	26,0	1,7	1,5	1,8	1,8	0,5	0,5	0,5	0,5
22932	1	48	4,0	15,0	15,0	1,2	1,2	1,2	1,4	0,5	0,5	0,5	0,5
22933	1	51	5,0	14,5	15,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
22934	1	58	4,0	16,0	14,5	1,0	1,2	1,2	0,9	1,0	1,0	0,5	1,0
22935	1	114	10,0	34,0	36,0	1,4	1,3	2,3	2,3	1,0	0,5	2,0	0,5
Bereich						0,6-3,0	0,8-3,9	0,6-3,4	0,5-4,0	0,5-7,0	0,5-5,0	0,5-8,0	0,5-5,0
	1	45-547	2,2-13	7,0-80	7,5-75	0,5-4,0				0,5-8,0			

* Soziale Stellung.

*Stammdurchmesser (BHD): 1 = horizontal, 2 = vertikal zur Hangrichtung.

Tabelle A6.
Liste der in der Versuchsfläche Obere Issl im Untersuchungszeitraum 1991-94 nachgewiesenen Arten mit Anzahl der Funde für die jeweiligen Aufnahmeterminen (Aspekte).

Species	Aspekt															Total
	1991			1992			1993					1994				
	3. 9.	19. 9.	8. 10.	11. 8.	3. 9.	1. 10.	24. 6.	29. 7.	19. 8.	23. 9.	21.10.	5. 7.	9. 8.	1. 9.	14.10.	
<i>Chalciporus piperatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Chroogomphus helveticus</i>	1	1	-	1	3	3	-	1	1	-	-	-	5	2	-	18
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	1	-	-	1	4	-	-	-	2	-	-	-	3	3	1	15
<i>Cortinarius (Ser.) sp.</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Cortinarius (Tel.) ceraceus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) fulvescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3
<i>Cortinarius (Tel.) striaepilus</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (92/10)</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) sp.</i>	1	-	-	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	6
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2
<i>Dermocybe crocea</i>	-	-	-	3	4	3	-	-	2	4	-	-	-	6	3	25
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	3	1	7
<i>Entoloma cuneatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Entoloma aff. porphyrophaeum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Entoloma sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Hebeloma sinapizans</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Hebeloma sp. (92/27)</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Inocybe hirtella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Inocybe lucifuga fm. gralla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Inocybe subnudipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Inocybe aff. tenuicystidiata</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Inocybe sp. (94/8)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Laccaria laccata</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	1	-	4
<i>Laccaria montana</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
<i>Lactarius mitissimus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Lactarius rufus</i>	1	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	1	1	-	6
<i>Russula aff. heterophylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
<i>Russula mustelina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Russula nauseosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3
<i>Suillus placidus</i>	3	-	-	2	2	-	-	-	2	-	-	-	11	1	-	21
<i>Suillus plorans</i>	4	-	-	2	3	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	13
<i>Suillus sibiricus</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3
<i>Tricholoma guttatum</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	11	1	-	12	25	14	-	3	11	11	-	-	31	25	8	152

Tabelle A7.
Liste der in der Versuchsfläche Wiesberg im Untersuchungszeitraum 1991-94 nachgewiesenen Arten mit Anzahl der Funde für die jeweiligen Aufnahmetermine (Aspekte).

Species	Aspekt														Total
	1991			1992			1993				1994				
	12. 9.	26. 9.	8. 10.	11. 8.	3. 9.	1. 10.	15. 7.	9. 8.	14. 9.	12.10.	14. 7.	18. 8.	12. 9.	20.10.	
<i>Chroogomphus helveticus</i>	-	3	-	2	4	-	-	-	2	-	-	5	1	-	17
<i>Cortinarius (Phl.) allutus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Phl.) multiformis var. coniferarum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	-	-	-	1	3	-	-	1	3	-	-	5	14	-	27
<i>Cortinarius (Ser.) aff. diabolicus</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Ser.) sp.</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) brunneus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) aff. duracinus var. raphanicus</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) fasciatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) aff. laetissimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) aff. serratissimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) sp.</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
<i>Dermocybe chrysolutus</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Dermocybe crocea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	2
<i>Dermocybe pallidipes</i>	-	-	-	1	3	-	-	-	1	-	-	2	4	-	11
<i>Entoloma (Rhodoph.) cucullatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	2
<i>Entoloma cuneatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2
<i>Entoloma mammosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Hebeloma stenocystis</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Suillus placidus</i>	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	7
<i>Suillus plorans</i>	17	-	-	5	7	-	-	3	1	-	-	4	4	-	41
Total	18	6	1	13	18	1	-	5	9	4	1	18	32	-	126

Tabelle A8.
Liste der in der Versuchsfläche Poschach-Kampfszone im Untersuchungszeitraum 1991-94 nachgewiesenen Arten mit Anzahl der Funde für die jeweiligen Aufnahmetermine (Aspekte).

Species	Aspekt															Total
	1991			1992			1993					1994				
	27. 8.	6. 9.	24. 9.	13. 8.	7. 9.	5. 10.	29. 6.	27. 7.	23. 8.	21. 9.	19.10.	7. 7.	11. 8.	5. 9.	12.10.	
<i>Chroogomphus helveticus</i>	11	3	-	2	2	-	-	-	7	4	-	-	9	3	-	41
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	2	-	5
<i>Cortinarius (Tel.) flexipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) privignorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) sp.</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Dermocybe crocea</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Entoloma infula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Laccaria montana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	2
<i>Suillus placidus</i>	3	1	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	15
<i>Suillus plorans</i>	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Total	15	5	-	9	3	1	-	1	11	8	-	-	12	8	-	73

Tabelle A9.

Liste der in der Versuchsfläche Poschach-Hochwald im Untersuchungszeitraum 1991-94 nachgewiesenen Arten mit Anzahl der Funde für die jeweiligen Aufnahmetermine (Aspekte).

Species	Aspekt															Total
	1991			1992			1993					1994				
	27. 8.	24. 9.	10.10.	13. 8.	7. 9.	5. 10.	29. 6.	27. 7.	23. 8.	21. 9.	19.10.	7. 7.	11. 8.	5. 9.	12.10.	
<i>Amanita muscaria</i>	2	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	2	-	6
<i>Chalciporus piperatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2
<i>Chroogomphus helveticus</i>	4	-	-	-	3	1	-	-	6	3	-	-	19	10	-	46
<i>Cortinarius (Lep.) sp. (92/5)</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Phl.) allutus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2	-	5
<i>Cortinarius (Phl.) latus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Phl.) sp. (92/32)</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	7	-	8
<i>Cortinarius (Ser.) sp.</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) acutus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) brunneus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) aff. fasciatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) fulvescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	4	6	1	16
<i>Cortinarius (Tel.) laetus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	2
<i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	1	14
<i>Cortinarius (Tel.) striaepilus</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (94/14)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) spp.</i>	-	1	-	-	2	1	-	-	3	4	-	-	-	10	1	22
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	3
<i>Dermocybe crocea</i>	-	-	-	-	2	1	-	-	4	-	2	-	3	10	-	22
<i>Dermocybe luteomarginata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Dermocybe sanguinea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Hebeloma syrjense</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Inocybe brevispora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Inocybe fuscidula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Inocybe aff. rhacodes</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Inocybe (Inocibium) sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	3
<i>Laccaria laccata</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	4
<i>Laccaria montana</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
<i>Lactarius mitissimus</i>	-	-	-	-	2	1	-	-	-	2	-	-	-	2	-	7
<i>Lactarius rufus</i>	5	-	-	2	3	-	-	-	1	2	-	-	6	3	-	22
<i>Suillus placidus</i>	9	-	-	3	2	-	-	-	7	-	-	-	14	4	-	39
<i>Suillus plorans</i>	5	-	-	2	3	1	-	-	3	-	-	-	15	1	-	30
<i>Suillus sibiricus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Tricholoma sp. (94/43)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Total	30	3	-	8	19	10	-	2	30	19	5	-	66	77	3	272

Tabelle A10.

Liste der in der Versuchsfläche Die Niggl im Untersuchungszeitraum 1991-94 nachgewiesenen Arten mit Anzahl der Funde für die jeweiligen Aufnahmetermine (Aspekte).

Species	Aspekt															Total
	1991			1992			1993				1994					
	21. 8.	17. 9.	3. 10.	18. 8.	9. 9.	7. 10.	21. 6.	22. 7.	11. 8.	16. 9.	14. 10.	11. 7.	16. 8.	7. 9.	18. 10.	
<i>Chroogomphus helveticus</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	1	2	-	6
<i>Cortinarius (Phl.) allutus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-	6
<i>Cortinarius (Phl.) multiformis</i> var. <i>coniferarum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	6
<i>Cortinarius (Tel.) brunneus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
<i>Cortinarius (Tel.) ceraceus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (94/40)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (94/42)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
<i>Cortinarius (Tel.) spp.</i>	-	-	-	-	4	1	-	-	-	2	-	-	-	1	-	8
<i>Dermocybe crocea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2
<i>Dermocybe syrjense</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Entoloma infula</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Entoloma sp. (93/13)</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Hygrophorus camarophyllus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Inocybe brevispora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Inocybe aff. rhacodes</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	3
<i>Inocybe (Inocibium) sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Lactarius mitissimus</i>	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	9
<i>Lactarius necator</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Lactarius rufus</i>	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	3
<i>Paxillus involutus</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	7
<i>Russula decolorans</i>	2	3	-	6	5	-	-	-	-	-	-	-	6	3	-	25
<i>Russula emetica</i> var. <i>silvestris</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3
<i>Russula sp.</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Suillus placidus</i>	5	-	-	2	-	-	-	2	1	1	-	-	2	-	-	13
<i>Suillus plorans</i>	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	-	13
<i>Tricholoma sp. (94/15)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	5
<i>Xerocomus spadiceus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Total	9	7	4	13	17	1	1	5	3	12	-	-	19	37	-	128

Tabelle A11.
Differenzierung der nachgewiesenen Ektomykorrhizapilze der Zirbe nach Alterskategorien der zugeordneten Versuchsbäume mit Anzahl der Funde (alle Versuchsflächen, 1991-94).

Species	Alterskategorie			Total	Species	Alterskategorie			Total
	Jungzirbe	mittlere Zirbe	Altzirbe			Jungzirbe	mittlere Zirbe	Altzirbe	
<i>Amanita muscaria</i>	-	1	5	6	<i>Entoloma mammosum</i>	2	1	-	3
<i>Chalciporus piperatus</i>	-	1	2	3	<i>Entoloma aff. porphyrophaeum</i>	-	1	-	1
<i>Chroogomphus helveticus</i>	19	97	12	128	<i>Entoloma sp. (93/13)</i>	-	-	1	1
<i>Cortinarius (Lep.) sp. (92/5)</i>	-	1	-	1	<i>Entoloma sp.</i>	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Phi.) alutus</i>	-	9	3	12	<i>Hebeloma mesophaeum</i>	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Phi.) latus</i>	-	1	-	1	<i>Hebeloma sinapians</i>	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Phi.) multiformis var. confiferarum</i>	-	1	1	2	<i>Hebeloma stenocystis</i>	1	-	-	1
<i>Cortinarius (Phi.) sp. (92/32)</i>	-	1	-	1	<i>Hebeloma syrjense</i>	-	-	1	1
<i>Cortinarius (Ser.) anomalus</i>	9	49	3	61	<i>Hebeloma sp. (92/27)</i>	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Ser.) aff. diabolicus</i>	1	-	-	1	<i>Hygrophorus camarophyllus</i>	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Ser.) spp.</i>	1	2	1	4	<i>Inocybe brevispora</i>	-	2	-	2
<i>Cortinarius (Tel.) acutus</i>	-	1	-	1	<i>Inocybe fuscidula</i>	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) brunneus</i>	1	3	-	4	<i>Inocybe hirtella</i>	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) ceraceus</i>	1	1	-	2	<i>Inocybe lucifuga fm. gralla</i>	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) aff. duracinus var. raphanicus</i>	-	1	-	1	<i>Inocybe aff. rhacodes</i>	-	4	-	4
<i>Cortinarius (Tel.) fasciatus</i>	-	1	-	1	<i>Inocybe subnudipes</i>	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) aff. flexipes</i>	-	1	-	1	<i>Inocybe aff. tenuicystidiata</i>	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) flexipes</i>	-	10	7	17	<i>Inocybe sp. (94/8)</i>	-	-	-	-
<i>Cortinarius (Tel.) fulvescens</i>	-	-	-	-	<i>Inocybe (Inocibium) spp.</i>	-	2	15	17
<i>Cortinarius (Tel.) aff. laetissimus</i>	1	-	-	1	<i>Laccaria laccata</i>	-	2	2	4
<i>Cortinarius (Tel.) laetus</i>	-	2	-	2	<i>Laccaria montana</i>	-	5	1	6
<i>Cortinarius (Tel.) obtusus</i>	-	15	3	18	<i>Lactarius mitissimus</i>	-	2	-	2
<i>Cortinarius (Tel.) cf. privignorum</i>	-	1	-	1	<i>Lactarius necator</i>	-	-	2	2
<i>Cortinarius (Tel.) aff. serratisimus</i>	1	-	-	1	<i>Lactarius rufus</i>	-	4	27	31
<i>Cortinarius (Tel.) straeplius</i>	-	3	2	5	<i>Paxillus involutus</i>	-	3	4	7
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (94/14)</i>	-	1	-	1	<i>Russula decolorans</i>	-	4	21	25
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (92/10)</i>	-	1	-	1	<i>Russula emetica var. silvestris</i>	-	-	3	3
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (94/40)*</i>	-	1	1	2	<i>Russula aff. heterophylla</i>	-	-	2	2
<i>Cortinarius (Tel.) sp. (94/42)</i>	-	2	-	2	<i>Russula mustelina</i>	-	1	-	1
<i>Cortinarius (Tel.) spp.</i>	2	28	9	39	<i>Russula nauseosa</i>	-	3	-	3
<i>Dermocybe chrysosolus</i>	1	1	-	2	<i>Russula sp.</i>	-	1	-	1
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	-	5	1	6	<i>Suillus placidus</i>	12	74	9	95
<i>Dermocybe crocea</i>	3	47	3	53	<i>Suillus plorans</i>	33	60	6	99
<i>Dermocybe luteomarginata</i>	-	1	-	1	<i>Suillus sibiricus</i>	-	4	-	4
<i>Dermocybe aff. norvegica</i>	-	9	-	9	<i>Tricholoma terreum</i>	-	1	-	1
<i>Dermocybe pallidipes</i>	3	8	-	11	<i>Tricholoma sp. (94/15)</i>	-	4	1	5
<i>Dermocybe sanguinea</i>	-	-	1	1	<i>Tricholoma sp. (94/43)</i>	-	1	-	1
<i>Entoloma (Rhodophyllus) cucullatum</i>	1	1	-	2	<i>Xerocomus spadiceus</i>	-	1	-	1
<i>Entoloma cuneatum</i>	2	1	-	3	Total	95	501	155	751
<i>Entoloma infula</i>	1	1	-	2	(in %)	(12,6)	(66,7)	(20,6)	(100,0)

Tabelle A12.

Monatliche Wetterwerte (Niederschlag, mittlere Maximal-, Minimal- und Durchschnittstemperaturen) in den Vegetationsperioden 1991-94 für die Versuchsfläche Obere Issl (meteorologische Station Sankt Sigmund im Sellrain).

Jahr	Monat	Nieder- schlag (mm)	mittlere Maximal- temperatur (°C)	mittlere Minimal- temperatur (°C)	mittlere Durch- schnitts- temperatur (°C)
1991	Mai	106,8	7,9	-0,1	3,1
	Juni	123,9	14,9	5,2	9,4
	Juli	181,3	19,7	9,6	13,9
	August	63,4	19,4	8,6	12,9
	September	48,6	17,5	7,3	11,0
	Oktober	19,7	9,6	0,6	3,7
1992	Mai	27,5	15,5	4,0	9,0
	Juni	130,7	16,1	6,1	10,5
	Juli	163,1	19,6	9,3	13,6
	August	86,6	21,7	10,6	15,2
	September	62,0	15,9	3,2	8,8
	Oktober	90,0	6,5	-1,1	2,2
1993	Mai	72,2	16,0	4,8	9,5
	Juni	110,5	17,4	6,6	11,3
	Juli	190,4	16,8	7,1	11,3
	August	126,8	18,1	8,0	12,1
	September	89,1	13,2	4,6	7,9
	Oktober	78,6	9,4	1,1	4,3
1994	Mai	100,0	13,8	3,5	8,7
	Juni	94,8	16,6	6,4	11,5
	Juli	115,4	20,9	10,0	15,5
	August	133,5	19,8	11,7	15,8
	September	88,2	14,5	6,1	10,3
	Oktober	38,7	9,3	1,4	5,4

Tabelle A14.

Monatliche Wetterwerte (Niederschlag, mittlere Maximal-, Minimal- und Durchschnittstemperaturen) in den Vegetationsperioden 1991-94 für die Versuchsflächen Poschach-Kampfzone und Poschach-Hochwald (meteorologische Station Obergurgl).

Jahr	Monat	Nieder- schlag (mm)	mittlere Maximal- temperatur (°C)	mittlere Minimal- temperatur (°C)	mittlere Durch- schnitts- temperatur (°C)
1991	Mai	116,4	5,1	-2,1	1,0
	Juni	95,9	13,1	3,6	7,8
	Juli	100,5	18,2	7,8	12,4
	August	26,3	17,6	7,3	11,4
	September	49,3	15,1	5,5	9,2
	Oktober	60,1	7,9	-0,5	2,6
1992	Mai	17,2	12,0	2,6	6,8
	Juni	138,5	13,1	4,3	8,3
	Juli	102,9	17,5	7,1	11,8
	August	63,4	19,5	9,2	13,4
	September	36,2	13,5	4,0	7,6
	Oktober	126,7	5,6	-1,7	1,3
1993	Mai	65,3	12,2	2,9	7,1
	Juni	76,3	14,5	4,9	9,4
	Juli	119,0	14,9	5,3	9,6
	August	83,6	16,7	6,8	11,7
	September	78,8	10,8	3,2	6,2
	Oktober	203,8	7,6	0,3	3,2
1994	Mai	85,5	11,0	2,1	6,1
	Juni	71,5	14,5	4,9	9,3
	Juli	84,6	19,5	8,8	13,3
	August	77,3	18,1	8,1	12,0
	September	94,4	13,0	4,5	7,7
	Oktober	22,0	8,7	0,1	3,3

Tabelle A13.

Monatliche Wetterwerte (Niederschlag, mittlere Maximal-, Minimal- und Durchschnittstemperaturen) in den Vegetationsperioden 1991-94 für die Versuchsfläche Wiesberg (meteorologische Station Kühtai).

Jahr	Monat	Nieder- schlag (mm)	mittlere Maximal- temperatur (°C)	mittlere Minimal- temperatur (°C)	mittlere Durch- schnitts- temperatur (°C)
1991	Mai	82,1	4,1	-2,2	0,6
	Juni	132,9	11,7	3,7	7,2
	Juli	207,2	16,6	7,9	11,8
	August	65,5	15,9	7,7	11,2
	September	77,2	14,1	6,0	9,4
	Oktober	25,1	7,0	-0,1	2,6
1992	Mai	31,1	10,7	2,5	6,2
	Juni	94,7	12,5	4,7	8,2
	Juli	120,5	16,2	7,7	11,4
	August	140,8	18,3	9,3	13,1
	September	76,0	12,4	4,4	7,5
	Oktober	78,4	4,6	-1,6	1,0
1993	Mai	75,3	11,8	3,0	7,4
	Juni	162,3	13,6	5,1	9,0
	Juli	217,3	13,8	5,5	9,2
	August	157,6	15,1	6,9	10,3
	September	123,6	10,1	3,1	6,0
	Oktober	57,5	7,1	0,2	3,0
1994	Mai	135,3	10,1	2,0	5,6
	Juni	129,9	13,5	5,3	9,0
	Juli	138,0	17,3	9,0	12,6
	August	138,7	16,6	8,5	11,9
	September	109,3	11,8	4,5	7,4
	Oktober	39,9	7,6	0,3	3,1

Tabelle A15.

Monatliche Wetterwerte (Niederschlag, mittlere Maximal-, Minimal- und Durchschnittstemperaturen) in den Vegetationsperioden 1991-94 für die Versuchsfläche Die Niggel (meteorologische Station Gepatsch Dammb).

Jahr	Monat	Nieder- schlag (mm)	mittlere Maximal- temperatur (°C)	mittlere Minimal- temperatur (°C)	mittlere Durch- schnitts- temperatur (°C)
1991	Mai	108,0	8,4	0,8	3,8
	Juni	110,5	15,0	5,4	9,5
	Juli	209,8	19,6	8,8	13,1
	August	39,7	18,6	8,9	12,7
	September	96,4	16,9	7,3	11,0
	Oktober	27,4	8,3	1,0	3,9
1992	Mai	68,0	13,8	3,9	8,1
	Juni	93,8	16,2	6,4	10,6
	Juli	92,4	20,3	9,4	13,8
	August	66,4	22,0	11,0	15,3
	September	62,2	15,8	5,8	9,8
	Oktober	67,3	7,0	0,2	3,0
1993	Mai	74,0	16,2	5,1	9,6
	Juni	137,0	17,5	6,9	11,3
	Juli	62,9	17,4	7,4	11,5
	August	78,9	18,9	8,9	12,7
	September	91,3	13,2	5,1	8,3
	Oktober	94,2	9,1	1,9	4,8
1994	Mai	103,0	14,3	4,4	8,4
	Juni	85,4	17,6	7,2	11,5
	Juli	125,5	22,4	10,7	15,1
	August	144,4	20,4	10,0	13,9
	September	111,4	15,2	6,6	9,9
	Oktober	34,8	10,6	2,5	5,5

FBVA-Berichte
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien

			Preis in ÖS
1953	1	Forstliche Arbeitslehre und Menschenführung. Referate von der GEFFA-Tagung 1952 in Ort bei Gmunden (Oberösterreich). 137 Seiten	vergriffen
1954	2	FRAUENDORFER, R. Forstliche Hilfstafeln. 167 Seiten	vergriffen
1955	3	LOHWAG, K. Erkenne und bekämpfe den Hausschwamm und seine Begleiter! 61 Seiten	vergriffen
1955	4	GRÜLL, H.; TRAUNINGER, W. Neuzeitliche Forstsaatguterzeugung in Pfropfplantagen. I. Teil, Plusbaumauswahl und Pfropfung. 73 Seiten	20.—
1956	5	HAFNER, F.; HEDENIGG, W. Planiergerät im forstlichen Straßen- und Wegebau. 75 Seiten	20.—
1957	6	FRAUENDORFER, R. Planung und Durchführung von Stichprobenahmen. 65 Seiten	vergriffen
1958	7	FRAUENDORFER, R. Betriebswirtschaftliche Untersuchungen im steirischen Bauernwald. (Gemeinde Haslau 1955). 157 Seiten	50.—
1985	8	POLLANSCHÜTZ, J. Waldzustandsinventur 1984. Ziele - Inventurverfahren - Ergebnisse. 29 Seiten	vergriffen
1985	9	GLATTES, F.; SMIDT, S.; DRESCHER, A.; MAJER, C.; MUTSCH, F. Höhenprofil Zillertal. Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden. Einrichtung und Ergebnisse 1984. 81 Seiten	vergriffen
1985	10	MERWALD, I. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1974/75, 1975/76 und 1976/77. 76 Seiten	80.—
1986	11	STAGL, W.; DRESCHER, A. Wild - Vegetation - Forstschäden. Vorschläge für ein Beurteilungsschema. 19 Seiten	30.—
1986	12	NATHER, J. Proceedings of the International Symposium on Seed Problems under Stressfull Conditions, Vienna and Gmunden, Austria June 3.-8. 1985. 287 Seiten	vergriffen
1986	13	SMIDT, S. Bulkmessungen in Waldgebieten Österreichs. Ergebnisse 1984 und 1985. 32 Seiten	vergriffen
1986	14	EXNER, R. Die Bedeutung des Lichtfaktors bei Naturverjüngung. Untersuchungen im montanen Fichtenwald. 48 Seiten	vergriffen
1986	15	MERWALD, I. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1977/78, 1978/79 und 1979/80. 81 Seiten	90.—
1986	16	HAUK, E.; HÖLLER, P.; SCHAFFHAUSER, H. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1984/85 und 1985/86. 90 Seiten	90.—

1987	17	MERWALD, I. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1980/81 und 1981/82. 74 Seiten	80.—
1987	18	EXNER, R. Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen. Strukturanalysen im subalpinen Fichtenwald (Niedere Tauern, Radstadt/Salzburg). 102 Seiten	100.—
1987	19	HAUPOLTER, R. Baumsterben in Mitteleuropa. Eine Literaturübersicht. Teil I: Fichtensterben. KREHAN, H.; HAUPOLTER, R. Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-1988. Kiefernbestände - Bucklige Welt.. 73 Seiten	vergriffen
1987	20	GLATTES, F.; SMIDT, S. Höhenprofil Zillertal. Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden. Ergebnisse von Luft-, Niederschlags- und Nadelanalysen 1985. 65 Seiten	vergriffen
1987	21	RUETZ, W.; NATHER, J. Proceedings of the IUFRO Working Party on Breeding Strategy for Douglas-Fir as an Introduced Species. Working Party: S2.02-05. Vienna, Austria June 1985. 300 Seiten	300.—
1987	22	JOHANN, K. Standraumregulierung bei der Fichte. Ausgangsbaumzahl - Stammzahlreduktion - Durchforstung - Endbestand. Ein Leitfaden für den Praktiker. 66 Seiten	60.—
1987	23	POLLANSCHÜTZ, J.; NEUMANN, M. Waldzustandsinventur 1985 und 1986. Gegenüberstellung der Ergebnisse. 98 Seiten	100.—
1987	24	KLAUSHOFER, F.; LITSCHAUER, R.; WIESINGER, R. Waldzustandsinventur Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesrändern. 94 Seiten	100.—
1988	25	JOHANN, K. Ergebnisse einer Rotfäuleuntersuchung in sehr wüchsigen Fichtenbeständen. 88 Seiten	90.—
1988	26	SMIDT, S.; GLATTES, F.; LEITNER, J. Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1986. Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen. 114 Seiten	120.—
1988	27	SMIDT, S. Messungen der nassen Deposition in Österreich. Meßstellen, Jahresmeßergebnisse, Literatur. 72 Seiten	80.—
1988	28	Forum Genetik - Wald - Forstwirtschaft. Bericht über die 5. Arbeitstagung von 6. bis 8. Oktober 1987. Kongresshaus Innsbruck. 192 Seiten	200.—
1988	29	KRISSL, W.; MÜLLER, F. Mischwuchsregulierung von Fichte und Buche in der Jungwuchsphase. 52 Seiten	50.—
1988	30	MARCU, GH.; TOMICZEK, C. Eichensterben und Klimastress. Eine Literaturübersicht. 23 Seiten	30.—
1988	31	KILIAN, W. Düngungsversuche zur Revitalisierung geschädigter Fichtenbestände am Ostrong. 50 Seiten	50.—
1988	32	SMIDT, S.; GLATTES, F.; LEITNER, J. Höhenprofil Zillertal, Meßbericht 1987. 234 Seiten	250.—
1988	33	ENK, H. 10 Jahre Kostenuntersuchung bei Tiroler Agrargemeinschaften und Gemeindewäldern. 124 Seiten	130.—

1988	34	KREHAN, H. Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-1988. Teil II: Fichtenbestände im Ausserfern (Tirol) und im grenznahen Gebiet des Mühl- und Waldviertels. 60 Seiten	60.—
1988	35	SCHAFFHAUSER, H. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1986/87. 138 Seiten	145.—
1989	36	Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (8). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen. 128 Seiten	130.—
1989	37	RACHOY, W.; EXNER, R. Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen. 100 Seiten	105.—
1989	38	MERWALD, I. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1982/83, 1983/84. 92 Seiten	100.—
1989 Sonderheft		SCHNEIDER, W. Verfahren, Möglichkeiten und Grenzen der Fernerkundung für die Inventur des Waldzustandes. 118 Seiten	200.—
1989	39	KREHAN, H. Das Tannensterben in Europa. Eine Literaturstudie mit kritischer Stellungnahme. 58 Seiten	60.—
1989	40	KRISSL, W.; MÜLLER, F. Waldbauliche Bewirtschaftungsrichtlinien für das Eichen-Mittelwaldgebiet Österreichs. 134 Seiten	140.—
1990	41	KILLIAN, H. Bibliographie zur Geschichte von Kloster, Forstlehranstalt und Forstlicher Versuchsanstalt Mariabrunn - Schönbrunn. 162 Seiten	165.—
1990	42	JEGUTSCH, F. Wildbachereignisse in Österreich 1974 - 1976 und Kurzfassung der Wildbachereignisse in Österreich in den Jahren 1974 - 1987. 98 Seiten	100.—
1990	43	Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (9). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen. 80 Seiten	80.—
1990	44	SMIDT, S.; HERMAN, F.; LEITNER, J. Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988. Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen. 33 Seiten	35.—
1990	44A	SMIDT, S.; HERMAN, F.; LEITNER, J. Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988 (Anhang). Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen. 230 Seiten	280.—
1990 Sonderheft		KILIAN, W.; MAJER, C. Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Anleitung zur Feldarbeit und Probenahme. 58 Seiten	70.—
1990	45	NEUMANN, MARKUS; SCHADAUER, K. Waldzustandsinventur. Methodische Überlegungen und Detailauswertungen. 88 Seiten	90.—
1990	46	Zusammenkunft der Deutschsprachigen Arbeitswissenschaftlichen und Forsttechnischen Institute und Forschungsanstalten. Bericht über die 18. Zusammenkunft vom 18.-20. April 1990. 286 Seiten	340.—
1991	47	SMIDT, S. Beurteilung von Ozonmeßdaten aus Oberösterreich und Tirol nach verschiedenen Luftqualitätskriterien. 87 Seiten	90.—
1991	48	ENGLISCH, M.; KILIAN, W.; MUTSCH, F. Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Erste Ergebnisse. 75 Seiten	80.—
1991	49	Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem. Ziele, Methoden und erste Ergebnisse. 128 Seiten	130.—

1991	50	SMIDT, S. Messungen nasser Freilanddepositionen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt. 90 Seiten	90.—
1991	51	HOLZSCHUH, C. Neue Bockkäfer aus Europa und Asien, I. 33 neue Bockkäfer aus der palaearktischen und orientalischen Region (Coleoptera, Cerambycidae). 75 Seiten	200.—
1991	52	FÖRST, A. Der forstliche Teil der Umgebungsüberwachung des kalorischen Kraftwerkes Dürnrohr. Ergebnisse von 1981 bis 1990. 42 Seiten	45.—
1991	53	JEGLITSCH, F. Wildbachereignisse in Österreich 1977-1979. 80 Seiten	80.—
1991	54	JEGLITSCH, F. Wildbachereignisse in Österreich 1980-1982. 78 Seiten	80.—
1991	55	WIESINGER, R.; RYS, J. Waldzustandsinventur: Untersuchung der Zuwachsverhältnisse an Wald- und Bestandesrändern. 60 Seiten	60.—
1991	56	RACHOY, W.; EXNER, R. Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen. 60 Seiten	95.—
1991	57	SMIDT, S.; HERMAN, F.; LEITNER, J. Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1989/90. 28 Seiten	30.—
1991	58	STAGL, W.; HACKER, R. Weiden als Prosshölzer zur Äsungsverbesserung. 56 Seiten	60.—
1991	59	HOLZER, K.; OHENE-COFFIE, F.; SCHULTZE, U. Vegetative Vermehrung von Fichte für Hochlagenaufforstungen. Physiologische und phänologische Probleme der Anpassung. 73 Seiten	75.—
1991	60	HOLZSCHUH, C. Neue Bockkäfer aus Asien II. 63 neue Bockkäfer aus Asien, vorwiegend aus China und Thailand, (Coleoptera: Disteniidae und Cerambycidae). 71 Seiten	140.—
1992	61	STAGL, W. Auswertung der "Trakte" zum Staatsvertrag "Vereinbarung zwischen Bund und dem Land Kärnten über gemeinsame Maßnahmen zur Sicherung eines ausgewogenen Verhältnisses von Wald und Wild". 62 Seiten	105.—
1992	62	JEGLITSCH, F. Wildbachereignisse in Österreich 1983-1985. 72 Seiten	75.—
1992	63	FÖRST, A. Blatt- und nadelanalytische Untersuchungen im Rahmen des Waldschaden Beobachtungssystems. Ergebnisse 1989. 37 Seiten	40.—
1992 Sonderheft 1		DRAGOVIC, N. Terminologie für die Wildbachverbauung. Fachwörterbuch deutsch - serbokroatisch. Terminologija Uredjenja Bujicnih Tokova. Recnik Strucnih Termina Srpskohrvatsko - Nemacki. 43 Seiten	50.—
1992	64	JEGLITSCH, F. Wildbachereignisse in Österreich 1986-1988. 91 Seiten	95.—
1992	65	NATHER, J. (HRSG.) Proceedings of the meeting of IUFRO - WP S2.02-21 on "Actual problems of the legislation of forest reproductive material and the need for harmonization of rules at an international level". Gmunden / Vienna - Austria, June 10. - 14. 1991. 180 Seiten	200.—
1992	66	JEGLITSCH, F. Wildbachereignisse in Österreich 1989. 60 Seiten	60.—

1992	67	Ökosystemare Studien in einem inneralpinen Tal. Ergebnisse aus dem Projekt "Höhenprofil Zillertal". 152 Seiten	180.—
1992	68	LUZIAN, R. Lawineneignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1987/88, 1988/89, 1989/90, 1990/91. 188 Seiten	200.—
1992	69	HOLZSCHUH, C. Neue Bockkäfer aus Asien III. 57 neue Bockkäfer aus Asien. Vorwiegend aus China, Thailand und Vietnam (Coleoptera, Cerambycidae). 63 Seiten	120.—
1992	70	Ökosystemare Studien im Kalkalpin. Erste Ergebnisse aus dem Projekt "Höhenprofile Achenkirch". 103 Seiten	100.—
1992	71	Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem. Beiträge zum WBS-Seminar vom 23. April 1992. 111 Seiten	115.—
1992	72	VOSHMIGIR, D. (BEARB.). Das Schrifttum der Forstlichen Bundesversuchsanstalt. Teil IV: 1974 bis 1990. 115 Seiten	80.—
1993	73	MÜLLER, F. Auswahl und waldbauliche Behandlung von Gen-Erhaltungswäldern. 24 Seiten	25.—
1993	74	Lawinenbericht 1991/92. Dokumentation und Fachbeiträge. 110 Seiten	80.—
1993	75	HOLZSCHUH, C. Neue Bockkäfer aus Europa und Asien IV. 60 neue Bockkäfer aus Asien, vorwiegend aus China und Thailand (Coleoptera: Cerambycidae). 63 Seiten	100.—
1994	76	SCHADAUER, K. Baumartenatlas für Österreich. Die Verbreitung der Baumarten nach Daten der Österreichischen Waldinventur. 160 Seiten	200.—
1994	77	KAISER, A. Projekt "Höhenprofil Zillertal" Analyse der vertikalen Temperatur- und Windstruktur und ihr Einfluß auf die Immissionskonzentrationen. 95 Seiten	80.—
1994	78	HERMAN, F.; SMIDT, S. Ökosystemare Studien im Kalkalpin. Höhenprofil Achenkirch. Ergebnisse aus dem Bereich Phyllosphäre. 134 Seiten	120.—
1994	79	FORST, W.; JOHANN, K. Modellkalkulationen zum Naturverjüngungsbetrieb. 53 Seiten	55.—
1994	80	ANDRECS, P. Schadensereignisse in Wildbacheinzugsgebieten Österreichs 1990 und 1991. 47 Seiten	50.—
1994	81	GEBUREK, T.; MÜLLER, F.; SCHULTZE, U. Klimaänderung in Österreich. Herausforderung an Forstgenetik und Waldbau. 113 Seiten	100.—
1994	82	KILIAN, W.; MÜLLER, F.; STARLINGER, F. Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs Eine Naturgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. 60 Seiten	70.—
1995	83	JOHANN, K. Ergebnis der Großdüngungsversuche St. Martin und Flachau Ertragskundlicher Abschlußbericht. 102 Seiten	100.—
1995	84	HOLZSCHUH, C. Beschreibung von 65 neuen Bockkäfern aus Europa und Asien, vorwiegend aus Thailand und China (Coleoptera: Disteniidae und Cerambycidae). 63 Seiten	60.—
1995	85	KRISTÓFEL, F.; POLLANSCHÜTZ, J. Entwicklung von Fichtenpflanzen nach Triebbrückschnitten. 17 Seiten	20.—
1995	86	CECH, T.; TOMICZEK, C. Forstpathologische Erhebungen im Gebiet Achenental. 46 Seiten	50.—
1995	87	HERMAN, F., SMIDT, S. Ökosystemare Studien im Kalkalpin - Bewertung der Belastung von Gebirgswäldern, Schwerpunkt Rhizosphäre. 288 Seiten	450.—

1995	88	CECH, T.; PERNY, B.; DONAUBAUER, E. Wipfelsterben an Jungfichten in Österreich und beteiligte Mikropilze. 32 Seiten	50.—
1995	89	MARKART, G.; KOHL, B. Starkregensimulation und bodenphysikalische Kennwerte als Grundlage der Abschätzung von Abfluß- und Infiltrationseigenschaften alpiner Boden- / Vegetationseinheiten. Ergebnisse der Beregnungsversuche im Mustereinzugsgebiet Löhnersbach bei Saalbach in Salzburg. 38 Seiten	60.—
1995	90	LANG, E. Starkregensimulation - Ein Beitrag zur Erforschung von Hochwasserereignissen 70 Seiten	100.—
1995	91	LUZIAN, R.; RAMMER, L.; SCHAFFHAUSER, H. Lawinenbericht 1992/93 - Dokumentation und Fachbeiträge 52 Seiten	80.—
1995	92	SCHIELER, K.; BÜCHSENMEISTER, R.; SCHADAUER, K. Österreichische Forstinventur - Ergebnisse 1986/90 262 Seiten	250.—
1996	93	NEUMANN, M. (Hrsg.) Österreichisches Waldbeobachtungssystem Beiträge zum 4. WBS-Seminar in Wien am 23. November 1995 177 Seiten	260.—
1996	94	HERMAN, F.; SMIDT, S. Ökosystemare Studien im Kalkalpin Abschätzung der Gefährdung von Waldökosystemen 291 Seiten	350.—
1997	95	MÜLLER, F. Waldbau an der unteren Waldgrenze 129 Seiten	190.—
1997	96	LANG, E.; STARY, U.; KOHL, B.; MARKART, G.; PROSKE, H.; TRINKAUS, P.; ANDRECS, P.; GOTTSCHLING, H. Beiträge zur Wildbachforschung 51 Seiten	80.—
1997	97	RASCHKA, H.-D. Forstliche Biomasseproduktion im Kurzumtrieb 29 Seiten	50.—
1997	98	KELLER, G. Mykosoziologische Studie über die Mykorrhizapilze der Zirbe - Artenspektrum und Sukzession in der hochsubalpinen Stufe der Tiroler Zentralalpen 74 Seiten	110.—