

Mykorrhizen und Pilze der Hochlagenaufforstung Haggen

Mycorrhizae and Fungi of the High Altitude Afforestation Haggen

F. GÖBL
H. LADURNER

FDK 181.351:233:(23):(436)

Empfohlene Zitierung:

Mykorrhizen und Pilze der Hochlagenaufforstung Haggen. / Göbl, Friederike;
Ladurner, Heidi / Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, 2000,
Nr. 173, 99 S.

ISSN 0374-9037
ISBN 3-901347-20-8

Copyright 2000 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
URL: <http://www.fbva.bmlf.gv.at>

Anschrift für Tauschverkehr :
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Bibliothek
E-mail: gudrun.schmidberger@fbva.bmlf.gv.at
Seckendorff-Gudent Weg 8
A-1131 Wien

Tel. + 43-1-878 38 1216
Fax + 43-1-878 38 1250

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	7
Abstract	7
1 Einleitung	8
2 Problemstellung	9
2.1 Mykorrhiza	9
2.2 Pilze	10
3 Material und Methode	11
3.1 Das Probenahmegebiet Haggen	11
3.2 Mykorrhizauntersuchungen	12
3.2.1 Die Probestandorte	12
3.2.2 Vergleichsstandorte	13
3.2.3 Probenahme	13
3.2.4 Auswertung	13
3.2.4.1 Beurteilung im Gelände	13
3.2.4.2 Morphologische Typisierung	13
3.2.4.3 Bestimmung von Vitalität	14
3.2.4.4 Bewertung der Häufigkeit	14
3.2.5 Geräte	14
3.3 Untersuchungen des Pilzvorkommens	15
3.3.1 Die Probestandorte	15
3.3.2 Die Vergleichsstandorte	15
3.3.2.1 Benachbarte Gebiete	15
3.3.2.2 Entfernt liegende Gebiete	16
3.3.3 Probenahme	16
3.3.3.1 Qualitative Untersuchung	16
3.3.3.2 Quantitative Untersuchung	16
3.3.3.3 Erhebung der Biomasse	18
3.3.4 Auswertung	18
3.3.4.1 Im Gelände	18
3.3.4.2 Im Labor	18
3.3.5 Geräte	18
4 Die Ektomykorrhiza der Zirbe	19
4.1 Anzahl der Ektomykorrhiza-Typen	19
4.2 Verteilung der Ektomykorrhiza-Typen	22
4.3 Verteilung der Ektomykorrhiza-Typen in einzelnen Probestflächen	24

4.4	Häufigkeit der Ektomykorrhiza-Typen	24
4.5	Vitalität der Ektomykorrhiza	25
4.6	Myzel	25
4.7	Ektomykorrhiza-Ausbildung des Pflanzenmaterials	28
4.7.1	Herkunft geeigneter Pilze für die Ektomykorrhiza-Impfung	28
4.7.2	Anpassung geimpfter Pilze an den Hochlagenstandort	29
5	Die Ektomykorrhiza der Fichte	37
5.1	Anzahl der Ektomykorrhiza-Typen	37
5.2	Anzahl der Ektomykorrhiza-Typen von Vergleichsflächen	38
5.3	Verteilung der Ektomykorrhiza-Typen	38
5.4	Typenverteilung an unterschiedlichen Kleinstandorten einer Probestfläche	40
5.5	Häufigkeit der Ektomykorrhiza-Typen	40
5.6	Vitalität der Ektomykorrhiza	40
5.7	Ektomykorrhiza-Vitalität und Verpflanzchock bei Fichte	46
5.7.1	Beobachtungsergebnisse aus der Aufforstung Haggen	46
5.7.2	Beobachtungsergebnisse aus anderen Aufforstungen	48
5.7.3	Vergleich der Beobachtungsergebnisse	48
6	Die Ektomykorrhiza der Lärche	50
7	Die Ektomykorrhiza der Spirke	55
8	Die arbutoide Mykorrhiza von <i>Arctostaphylos uva ursi</i>	57
8.1	Verbreitung von <i>Arctostaphylos uva ursi</i> im subalpinen Areal	57
8.2	Vorkommen von Ektomykorrhiza-Pilzen in Beständen von <i>Arctostaphylos uva ursi</i>	57
8.3	Ausbildung der arbutoiden Mykorrhiza von <i>Arctostaphylos uva ursi</i>	58
8.4	Arbutoide Mykorrhiza der Probenstandorte Haggener Sonnberg	59
8.5	<i>Arctostaphylos uva ursi</i> -Bestände: ein natürliches Reservoir für Ektomykorrhiza-Pilze	59
9	Bindung der Ektomykorrhiza-Typen an die verschiedenen Symbiosepartner	61
9.1	Ektomykorrhiza in Bereich der Bäume	61
9.2	Arbutoide Mykorrhiza im Bereich der Bärentraubenheide	63
10	Untersuchung des Pilzvorkommens	66
10.1	Pilzfunde in der Aufforstung und ihre systematische Stellung	66
10.2	Ektomykorrhiza-Pilze in der Aufforstung und ihre Bindung an die verschiedenen Baumarten	66
10.2.1	Ektomykorrhiza-Pilze mit unspezifischer Bindung	68
10.2.2	Ektomykorrhiza-Pilze der Zirbe	68

10.2.3 Ektomykorrhiza-Pilze der Lärche	68
10.2.4 Ektomykorrhiza-Pilze der Fichte	70
10.2.5 Ektomykorrhiza-Pilze der Spirke	70
10.3 Sukzessionsverhalten von Ektomykorrhiza-Pilzen	70
10.4 Vergleich des Pilzvorkommens mit jenem benachbarter Vergleichstandorte	70
10.5 Das Pilzvorkommens der Aufforstung Haggen im Vergleich mit jenem der entfernt liegenden Vergleichsbestände	74
10.5.1 Die ökologischen Ansprüche der in Haggen und an den entfernt liegenden Vergleichsstandorten festgestellten Arten	75
10.6 Schlußfolgerungen aus dem Vergleich mit entfernt liegenden Standorten	75
10.7 Vergleiche der 1996/97 in der Aufforstung fruktifizierenden Arten mit dem früher erfaßten Pilzvorkommen dieses Arealis	76
10.8 Biomasseproduktion	77
11 Diskussion	80
11.1 Untersuchungsrahmen	80
11.2 Ektomykorrhiza-Besatz	80
11.3 Pilzvorkommen	82
11.4 Beurteilung von Ektomykorrhiza-Besatz und Ektomykorrhiza-Pilzvorkommen	84
11.5 Beurteilung der Nutzenanwendung	84
12 Zusammenfassung	85
13 Literatur	86
14 Anhang	93
Glossar	98

Mykorrhizen und Pilze der Hochlagenaufforstung Haggen

FRIEDERIKE GÖBL¹, HEIDI LADURNER²

¹Institut für Forstökologie, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Innsbruck

²Institut für Mikrobiologie, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

Kurzfassung: Die Hochlagenaufforstung Haggen befindet sich an einem lange Zeit entwaldetem SSW Hang in 1720 bis 2000 m Seehöhe im Sellraintal/Tirol/Zentralalpen.

Sie umfaßt nebeneinander liegende Parzellen von sechs- bis 34-jährigen Zirben (*Pinus cembra*), Fichten (*Picea abies*) und Lärchen (*Larix decidua*) als wichtigste Baumarten subalpiner Schutzwälder, zusätzlich Spirke (*Pinus uncinata*) und natürliche Vorkommen der Bärentraube (*Arctostaphylos uva ursi*).

Ektomykorrhiza-Typen (Ektomykorrhiza vergleichbarer morphologischen Ausbildung) sowie das Pilzvorkommen dieser Bestände wurden 1996/97 in Bezug auf Häufigkeit, Verteilung und sukzessive Abfolge registriert.

Insgesamt wurden 79 Ektomykorrhiza-Typen unterschieden, davon sind 61 an nur eine Baumart gebunden, während von 100 festgestellten Pilzarten 33 als Ektomykorrhiza-Bildner und nur zwölf davon als spezifisch für eine Baumart bekannt sind. Ihre Verteilung ist durch die Vegetation der Kleinstandorte und das Baumalter beeinflusst.

Aufgrund von Vergleichen mit Daten aus anderen Waldbeständen kann die Vielfalt der pilzlichen Komponente als hoch bewertet werden.

Bei Zirbe konnten sich die im Anzuchtgarten durch Impfung induzierten Knollenmykorrhizen der Zirbenröhrlinge ausbreiten. Diese haben mit 24% einen hohen Anteil an der pilzlichen Biomasse von durchschnittlich 260 g Trockengewicht(TG)/100 m².

Bestände der Bärentraube, in welchen sowohl Mykorrhizen als auch Fruchtkörper von Ektomykorrhiza-Pilzen festgestellt wurden, entsprechen einem Reservoir aus Zeiten früherer Bewaldung.

Schlagwörter: Zentralalpen, Hochlagenaufforstung, Ektomykorrhiza, Pilze

Abstract: [Mycorrhizae and Fungi of the High Altitude Afforestation Haggen.] The high altitude afforestation Haggen is located on an area that after the deforestation remained treeless for a long time. This afforestation is situated in 1720 to 2000 m a.s.l. with exposition SSW, in the Sellrain Valley/Tyrol/Central Alps.

The afforestation area contains side-by-side plots of six-year old to 34-year old *Pinus cembra*, *Picea abies*, and *Larix decidua* trees as the most important tree species of the subalpine barrier woodland. In addition *Pinus uncinata* and natural occurrences of bearberry (*Arctostaphylos uva ursi*) have to be mentioned. Ektomykorrhiza types (Ektomykorrhizae of comparable morphological structure) as well as the occurrence of fungi was studied in 1996/97 with respect to frequency, distribution and succession.

In total 79 Ektomykorrhiza types were distinguished, 57 of these were associated with only one tree species. 33 out of 100 fungal species found are known as Ektomykorrhiza forming and only twelve of these are known to form Ektomykorrhiza exclusively with one tree species. Their distribution is influenced by both small sites vegetation and the tree age.

On account of the comparison with the data from other forests, the variety of fungal components is evaluated as high.

Tubercle-like mycorrhizae of the specific *Suillus* sp. inoculated in the tree nursery expanded with *Pinus cembra*. This *Suillus* sp. produces about 24% of the average fungal biomass of 260 g dry weight/100 m²/year. Supplies of bearberry in which both arbutoid Mykorrhiza and fruiting bodies of Ektomykorrhiza fungi were found, correspond to a fungus' reservoir from times of former forestation.

Key words: central alps, high attitude afforestation, ectomykorrhizae, arbutoid mycorrhizae, fungi

1 Einleitung

Die geringe oder fehlende Bewaldung von Sonnenhängen in den Inneralpen hat in erster Linie anthropogene Ursachen (SCHIECHTL 1970) und ist auf Brandrodung (CZELL & NEUWINGER 1961) und intensive Holznutzung während einer Periode dichter Besiedelung im Mittelalter (GASSNER 1925) und seither andauernder Weidewirtschaft zurückzuführen. Als Folgegesellschaften haben sich auf den ausgedehnten Entwaldungsflächen dichte Zwergstrauchheiden entwickelt. Die Reduktion der Pflanzendecke hatte sowohl eine Verschlechterung der Standortverhältnisse als auch die Begünstigung von Lawinenabgängen zur Folge. Der Haggener Sonnberg sowie die anschließenden Hänge von Paida und des Obertaales sind dafür ein charakteristisches Beispiel.

Nach extremen Lawinenabgängen in den Wintern von 1951 bis 1955 wurden in Österreich als langfristige Umweltsicherung für besiedelte Alpentäler etwa ab 1960 großflächige Hochlagenaufforstungen begonnen. Nach ersten Mißerfolgen auf Grund von schlecht mykorrhiziertem Pflanzenmaterial (GÖBL 1963), vor allem bei Zirbe, beziehungsweise nach erstmaliger Verwendung von künstlich mykorrhizierten Pflanzen (MOSER 1958) wurde der Mykorrhiza vor allem bei Hochlagenaufforstungen erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt.

Seither ist weltweit durch Versuche und Projekte bestätigt, daß vitale Mykorrhizen eine wichtige biologische Starthilfe für junge Forstpflanzen sind und eine wesentliche Voraussetzung für das Gelingen von Aufforstungen, besonders an extremen Standorten, darstellen (PERRY et al. 1987). Mykorrhizen sind auch an der erfolgreichen Weiterentwicklung solcher Aufforstungen maßgeblich beteiligt.

Am Haggener Sonnberg erfolgten 1963 die ersten Pflanzungen, welche fortlaufend auf derzeit etwa 20 ha erweitert wurden. Die Aufforstung umfaßt in 1720 bis ca. 2000 m Seehöhe vorwiegend Parzellen von Zirbe, Fichte und Lärche, den natürlichen Baumarten subalpiner Wälder.

Bis Herbst 1997 war in den meisten der mittlerweile sechs bis 34-jährigen Pflanzungen der ursprüngliche Pflanzverband mit wenigen Ausnahmen belassen oder durch schonende Bewirtschaftung nur geringfügig verändert worden. Ab diesem Zeitpunkt sollten alle älteren, zum Teil sehr dichten Bestände, flächendeckend durchforstet werden.

Es wurde daher die Möglichkeit genutzt, vor diesem gravierenden Eingriff die Pilzkomponente der Aufforstung mit ihren wichtigsten Facetten Mykorrhiza, Myzel und Pilzfruchtkörper zu untersuchen. Ihre Prüfung auf Reichhaltigkeit und Vitalität sowie eine Rekonstruktion der bisherigen zeitlichen Entwicklung durch Vergleich verschieden alter Bäume sollten Aufschluß geben über den Gesundheitszustand, vor allem im Wurzelbereich der Bäume, über Besonderheiten bestimmter Bäume, Pflanzen und Pilze und über einen allgemeinen Entwicklungstrend, welcher auch für andere neu begründete Waldbestände in Hochlagen Gültigkeit hat.

Die Untersuchungen wurden 1996/1997 auf Initiative von Herrn HR. Dipl. Ing. F. Ruhm, Direktor der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien und von Herrn Univ. Prof. Dr. H. Aulitzky, dem früheren Leiter der Außenstelle für subalpine Waldforschung Innsbruck, durchgeführt.

2 Problemstellung

2.1 Mykorrhiza

Ektomykorrhiza-Pilze können in Böden von Standorten, welche jahrzehnte- bis jahrhundertlang entwaldet waren, nicht überleben, beziehungsweise sie verlieren ihre Fähigkeit, effiziente Ektomykorrhiza zu bilden (McCOMB 1938, ZERLING 1958, LOBANOW 1960 u.a.). Um das gute Gedeihen aufgeforsteter Pflanzen an solchen Standorten sicherzustellen, ist die Ausstattung ihrer Wurzeln mit geeigneten Ektomykorrhizen, welche sich weiter ausbreiten können, eine wesentliche Voraussetzung. Dabei handelt es sich einerseits um Pflanzen, welche bereits bei der Anzucht mit gezüchtetem Myzel Ektomykorrhiza-bildender Pilze geimpft werden (MARX 1985, GÖBL & HEUMADER 1990). Dabei verringert der Einsatz von Ballenpflanzen (HEUMADER 1994) nicht nur die Ausfälle, sondern dient auch als Schutz der Ektomykorrhiza vor Austrocknung. Andererseits besteht die Möglichkeit der Ansiedelung von Ektomykorrhiza-Pilzen am Hochlagenstandort durch Ektomykorrhizen der natürlichen Pilzpopulation von Anzuchtgärten, welche an den Wurzeln des Pflanzenmaterials übertragen werden. In der Pilzkomponente solcher Mykorrhizen können zusätzlich Myzelien verschiedener Ektomykorrhiza-Pilze in Spuren oder zu einem geringen Anteil vorhanden sein (AGERER 1990, MARKS 1991), welche erst am Aufforstungsstandort günstige Wachstumsbedingungen vorfinden. „Mischungen“ dieser Art konnten zum Beispiel durch molekularbiologische Methoden für etwa 30% von 300 Ektomykorrhiza-Proben aus einem subalpinen Fichtenbestand nachgewiesen werden (KUBICEK et al. 1998).

Eine Einwanderung verschiedener Pilzarten aus entfernten Waldbeständen aufgrund von Sporeneinträgen (TRAPPE 1988) ist ebenfalls möglich. Aufgrund eigener Beobachtungen und Literaturangaben (MEISTRİK & HADAC 1975) kann angenommen werden, daß bestimmte Zwergstraucharten ein Refugium für Ektomykorrhiza-Pilze darstellen.

Im Rahmen dieser Voraussetzungen sollten für die Aufforstung Haggen durch eine Inventur der Ektomykorrhizen von Zirbe (*Pinus cembra* L.), Fichte (*Picea abies* L.), Lärche (*Larix europea* L.), Spirke (*Pinus uncinata* L.) und Bärentraube (*Arctostaphylos uva ursi* L.) folgende Fragen geklärt werden:

- ▶ Typenvielfalt der Ektomykorrhiza der angeführten Bäume und Zwergsträucher
- ▶ Verteilung der Ektomykorrhiza an verschiedenen Kleinstandorten, auch unterschiedlicher Höhenlage
- ▶ Veränderung der Zusammensetzung der Ektomykorrhiza - Population mit zunehmendem Alter der Bäume
- ▶ Ähnlichkeiten zwischen Ektomykorrhiza von Bäumen der Aufforstungsstandorte und solchen des ursprünglichen Pflanzmaterials
- ▶ Vitalität des Ektomykorrhiza-Besatzes als Maß für seine Funktionsfähigkeit und somit den Gesundheitszustand der Bäume
- ▶ Bindungen von Ektomykorrhiza
- ▶ Rolle der Zwergsträucher

2.2 Pilze

Artenreiche Pilzgesellschaften sind essentiell für gesunde Waldökosysteme. Ihre Zusammensetzung beziehungsweise Gliederung in ökologische Gruppen ist unter anderem abhängig vom Bindungsgrad der verschiedenen Arten entweder zu Baumpartnern (Ektomykorrhiza-Pilze) oder zu bestimmten Substraten (Saprophyten). An Standorten im subalpinen Bereich, welche in der Regel durch extreme klimatische Bedingungen, eine kurze Vegetationsperiode und Nährstoffarmut der Böden charakterisiert sind, kommt den Ektomykorrhiza-bildenden Pilzen besondere Bedeutung für die Nährstoffversorgung sowohl von heranwachsenden Bäumen als auch von Schutzwäldern zu. Eine wichtige Rolle als vorübergehender Nährstoffspeicher spielt die produzierte Fruchtkörper-Biomasse. Wie eine Berechnung durch VOGT et al. (1982) für einen subalpinen *Abies amabilis* Bestand ergab, wird durch Fruchtkörper von Ektomykorrhiza-Pilzen doppelt soviel Stickstoff gespeichert und in den Boden rückgeführt, als dies durch Streufall geschieht.

Methodische Probleme erschweren häufig die Erfassung von Pilzgesellschaften:

- ▶ Die Häufigkeit des Auftretens von Fruchtkörpern verschiedener Pilze ist abhängig von Umweltfaktoren und besonders eng korreliert mit Bodentemperaturen und Bodenfeuchte, wodurch sich sogenannte „gute“ und „schlechte“ Pilzjahre ergeben
- ▶ Manche Arten fruktifizieren aus bisher ungeklärten Gründen nicht jedes Jahr
- ▶ Daraus läßt sich die Notwendigkeit von Langzeituntersuchungen ableiten, welcher in der Regel eine zeitliche Begrenzung der Untersuchung entgegensteht

Unter Berücksichtigung der angeführten Problematik wurde das Pilzvorkommen der Hochlagenaufforstung Haggen untersucht und Schwerpunkte auf folgende Fragestellungen gelegt:

- ▶ Quantitative und qualitative Erfassung der in der Hochlagenaufforstung fruktifizierenden Arten
- ▶ Erfassung der von Pilzen produzierten Biomasse
- ▶ Entwicklung des Artenspektrums in den Aufforstungsbereichen unterschiedlichen Alters
- ▶ Rekonstruktion der Veränderung des Artenspektrums basierend auf älteren Aufzeichnungen aus der Aufforstung
- ▶ Vergleich des festgestellten Artenspektrums mit jenem in benachbarten und entfernt liegenden Vergleichsbeständen

3 Material und Methode

3.1 Das Probenahmegebiet Haggen

Das Probenahmegebiet Haggener Sonnberg liegt im oberen Sellraintal im Gemeindegebiet St. Sigmund oberhalb des Weilers Haggen (47°13' N, 11° 06' E) in etwa 1720 bis 2000 m Seehöhe. Die Böden, welche der Podsolserie angehören, sind im allgemeinen nährstoffarm, für Nadelhölzer jedoch ausreichend versorgt. Als ursprüngliche Pflanzengesellschaften, welche im Bereich der jüngeren Pflanzungen noch erhalten sind, wurden vorwiegend *Calluna*-Heiden, fallweise *Arctostaphylos* Bestände und ein *Nardetum alpinum* ausgewiesen. Detaillierte Beschreibungen sowohl der Böden als auch der Vegetation liegen vor (NEUWINGER 1970, 1972). Klimaparameter wurden kontinuierlich während eines Zeitraumes von 20 Jahren erfaßt (KRONFUß 1997, Tab. 1). Die Aufforstung wurde von der Bezirksfortsinspektion Innsbruck begonnen und von den Bauleitungen Imst und Innsbruck der Wildbach- und Lawinenverbauung weitergeführt und betreut.

Tab. 1: Klimadaten der Aufforstung Haggen (KRONFUß 1997)

mittlerer Jahresniederschlag (1 m über Grund)	1020 mm
mittlerer Jahresniederschlag in der Vegetationsperiode (1 m über Grund)	579 mm
mittlere Jahrestemperatur	3,2 °C
mittlere Temperatur während der Vegetationsperiode (Mitte Mai bis September)	9 °C
mittlere Bodentemperatur während der Vegetationsperiode in einer Tiefe von 10 cm (unter <i>Calluna</i>)	8,7 °C

Das Pflanzenmaterial der Hochlagenaufforstung sowie der Versuchsaufforstungen von Vergleichsstandorten ist bezüglich seiner Herkunft nachweisbar für die Standorte geeignet.

3.2 Mykorrhizauntersuchungen

3.2.1 Die Probestandorte

Die Probestandorte für die Ektomykorrhizen der Bäume liegen ausschließlich auf einem SSW exponierten Hang mit einer Neigung von überwiegend 35-40° zwischen 1720 und 1940 Seehöhe innerhalb gezäunter Flächen.

Sie umfassen den Bereich der ältesten Aufforstungen sowie horizontal und vertikal anschließende jüngere Pflanzungen (Abb. 1).

Die Proben für arbutoide Mykorrhizen von *Arctostaphylos uva ursi* wurden 1979 an nicht aufgeforsteten Standorten auf einer Rippe (Steinlehner) im östlichen Teil der heutigen Aufforstung sowie oberhalb des Leckschrofens in 1820 bis 2000 m Seehöhe entnommen. Die Proben von 1997 stammen ebenfalls aus diesem Bereich sowie aus nicht aufgeforsteten Flächen bis in etwa 2000 m Seehöhe.

Abb. 1:

Hochlagenaufforstung Haggen, Oktober 1995

Eine 1963 angelegte Lärchenpflanzung entlang eines Zaunes trennt die in östlicher Richtung anschließende ältere Aufforstung von jüngeren Pflanzungen im Westen. In der Bildmitte links ist der „Leckschrofen“ erkennbar



3.2.2 Vergleichsstandorte

Für qualitative und quantitative Vergleiche von Ektomykorrhiza-Typen wurden verschiedene Aufforstungen und einige Bestände im Bereich der Waldgrenze herangezogen.

3.2.3 Probenahme

Ektomykorrhiza-Proben für die vorliegenden Untersuchungen wurden von August bis Oktober der Jahre 1996 und 1997 entnommen. Es wurden dazu Bodenziegel von ca. 20 mal 20 cm aus den bevorzugt durchwurzelter Auflagenhorizonten geschnitten (Göbl 1989b). Diese Methode erlaubt eine Beurteilung von Ausbildung und Verteilung der Ektomykorrhiza, ihrer Trägerwurzeln, des abstrahlenden Myzels sowie eventueller Schäden in ungestörter Lage. Die Zusammensetzung von Bodenvegetation und Streu wurde ebenfalls berücksichtigt.

Die Verteilung dieser Bodenziegel erfolgte im Bereich geschlossener Bestände oder größerer Baumgruppen einer bestimmten Baumart nach folgendem Schema: pro Fläche wurden 6 Proben im Abstand von etwa 2 m entnommen und untersucht.

Einzeln stehende Bäume junger Pflanzungen wurden nach demselben Schema, jedoch mit nur einer Probe pro Pflanze beprobt.

Bei Einzelpflanzen in geschlossenen Beständen einer anderen Baumart wurden die 6 Proben im Bereich der Streu dieser Bäume arrangiert.

An einem Standort im blockigem Gelände war es erforderlich die Proben - den Wurzeln folgend - in tieferen Bodenschichten an den Stoßflächen Boden/Stein zu entnehmen.

Die Probenahme von Zirbensämlingen, jungen Versuchspflanzungen der Fichte sowie der Wurzeln von *Arctostaphylos* mußte sich deren Standorten anpassen.

3.2.4 Auswertung

3.2.4.1 Beurteilung im Gelände

Die im Bodenziegel vorhandenen Ektomykorrhizen und Feinwurzeln wurden am Standort mit Pinsel und Pinzetten freigelegt. Die Farbe der Pilzmäntel, welche sich unter Einfluß von Wasser und Licht verändern kann, wurde möglichst rasch nach einer normierten FARBTAFEL (MUNSEL SOIL COLOR CHART) bestimmt. Weiters wurden die Vitalität von Ektomykorrhizen sowie Merkmale wie abstrahlendes Myzel, Rizomorphen und deren Dichte im Boden beurteilt. Die Ektomykorrhiza wurden nach vollständiger Präparation mit 10% EtOH in Wasser fixiert, charakteristische Komplexe wurden in Eprovetten mit einem Pfropfen von feuchtem Filterpapier versorgt um ein Austrocknen zu verhindern. Dieses Material wurde kühl gelagert und am nächsten Tag fotografiert.

3.2.4.2 Morphologische Typisierung

Die Beurteilung der Ektomykorrhiza basiert auf charakteristischen Merkmalen ihrer Wuchsform (Verzweigung, Struktur und Farbe des Pilzmantels), wobei Modifikationen als Folge der natürlichen Alterung sowie durch den Standort berücksichtigt werden.

Als Typen werden Ektomykorrhizen bezeichnet, welche in diesen charakteristischen Merkmalen übereinstimmen (GÖBL 1967).

Zur Beurteilung der Pilzmantelstruktur wurden Handschnitte verschiedener Schnittrichtung und aus verschiedenen Schichten angefertigt. Die Terminologie folgt dabei soweit als möglich AGERER (1991).

3.2.4.3 Bestimmung von Vitalität

Für eine Bewertung der Funktionsfähigkeit der Ektomykorrhizen und Feinwurzeln wird ihre Vitalität herangezogen (GÖBL 1989) und nach einer sechsteiligen Skala beschrieben, deren Kurzfassung im folgenden angeführt ist.

- | | |
|-----|--|
| I | gute Entwicklung und Regenerationsfähigkeit |
| II | erkennbare geringe Schäden |
| III | deutliche Schäden |
| IV | sehr deutliche Schäden, Regenerationsfähigkeit eingeschränkt |
| V | sehr deutliche Schäden, Regenerationsfähigkeit gering |
| VI | Ektomykorrhiza und Feinwurzeln zur Gänze abgestorben |

Am Beispiel der Aufforstung Haggen wird die Beziehung zwischen Vitalität von Ektomykorrhiza und dem Verpflanzchock bei Fichte dargestellt. Dazu werden neben Beobachtungsergebnissen der vorliegenden Studie auch solche aus früheren Perioden der Aufforstung Haggen sowie vergleichsweise aus anderen Aufforstungen herangezogen.

3.2.4.4 Bewertung der Häufigkeit

Die Häufigkeit einzelner Typen in bestimmten Stichproben wird nach folgendem Schema aufgenommen:

Die Dichte des Myzels beziehungsweise von Rhizomorphen wird für bestimmte Stichproben ebenfalls nach diesem Schema aufgenommen.

- | | |
|------|----------------|
| ++++ | überaus häufig |
| +++ | sehr häufig |
| ++ | häufig |
| + | mäßig |
| | gering |

3.2.5 Geräte

Die Begutachtung der Ektomykorrhiza erfolgte mit folgenden Geräten:

- Auflicht Präparationsmikroskop (REICHERT STEREOVAR WF) mit max. 20-facher Vergrößerung
- Phasenkontrastmikroskop (LEITZ LABOLUX)
- Fotomakroskop WILD 400

Molekularbiologische Methoden konnten für die Untersuchungen in der Aufforstung Haggen nicht eingesetzt werden.

3.3 Untersuchungen des Pilzvorkommens

3.3.1 Die Probestandorte

- Die qualitative Untersuchung (Erstellung von möglichst vollständigen Artenlisten) wurde im gesamten gezäunten Aufforstungsgebiet durchgeführt. Älteren Beständen mit Kronenschluß, in welchen das Spektrum der vorkommenden Pilzarten aufgrund des Bestandesalters und der weniger dichten Vegetationsdecke am stärksten differenziert war, standen Flächen mit jüngeren Pflanzungen gegenüber, welche aufgrund der dichten Vegetationsdecke keine so günstigen Bedingungen für die Fruktifikation von Großpilzen bieten. Letztere wurden zur möglichst vollständigen Erhebung der vorkommenden Arten punktuell erfaßt.

Die Liste der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfaßten *Ascomycetes* kann ebenso wie jene der *Aphylllophorales* keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Eine eingehende Behandlung dieser Gruppen war nicht in der Fragestellung enthalten. Für die Berechnung der Biomasse und des prozentuellen Anteils der Ektomykorrhiza-Pilze am Artenspektrum wurden nur Röhrlinge und Blätterpilze (*Agaricales* ss. lato) herangezogen. *Ascomycetes*, *Heterobasidiomycetes* und *Aphylllophorales* bilden zum einen sehr kleine Fruchtkörper, die die Biomassenproduktion nicht wesentlich beeinflussen, zum anderen sind innerhalb dieser Gruppen in Haggen keine Ektomykorrhiza-Pilz zu erwarten.

- Die quantitative Untersuchung (Aus zählen der Fruchtkörper sowie die Frucht-körperentnahme zur Bestimmung der Biomasse) wurde auf den älteren Teil der Aufforstung beschränkt.

3.3.2 Die Vergleichsstandorte

3.3.2.1 Benachbarte Gebiete

Haggen

Die nicht umzäunte Lärchennaturverjüngung und der angrenzende Lärchen-Fichten-Bestand am Gegenhang dienten als nächstliegende Vergleichsstandorte. Zum einen sollte beurteilt werden, ob sich dort die Beweidung feststellbar auf die Fruktifikation und das Artenspektrum Ektomykorrhiza-bildender Pilze auswirkt, zum anderen ob und welche Arten durch Sporenverdriftung eventuell aus diesen Waldbeständen in die Aufforstung eingewandert sein könnten.

Kühtai/Wieseberg

Aufforstungsparzelle mit Zirbe zwischen einzelnen älteren Bäumen (Bezirksforst-inspektion Silz, ab 1960), Schatthang, dichter Alpenrosenbestand. Entsprechend dem Ökogramm nach AULITZKY (1963) wurde an diesem, für Zirbe ungünstigen Standort, die Aufforstung seit Anlage durch Befall beziehungsweise Absterben der Pflanzen durch *Scleroderris lagerbergii* stark beeinträchtigt. Sie wurde in diesem Zusammen-

hang jahrelang für Dünge- und Fungizid-Versuche herangezogen (HENSLE, persönliche Mitteilung). Mykologische Untersuchungen in dieser Fläche wurden von KELLER (1997) durchgeführt.

3.3.2.2 Entfernt liegende Gebiete

Mykologische Untersuchungen einiger weiterer Wälder der subalpinen Zone (Tab. 2) wurden für die Beurteilung der Qualität und des Entwicklungstrends des Pilzvorkommens der Aufforstung in Haggen herangezogen. Unveröffentlichte Daten wurden freundlicherweise von Herrn Prof. Moser zur Verfügung gestellt.

Tab. 2: Entfernt liegende Vergleichsstandorte		
Standort	Bestandesbeschreibung	angewandte Untersuchungsmethode
Obergurgl - Poschach; Tirol, hinteres Ötztal	Zirbenalt- und Jungbestände mit Lärcheneinstreuungen; Waldgrenze	Kleinquadrate (MOSER 1955-1960, nicht veröffentlicht)
Dischmatal Schweiz, Rätische Alpen	Zirben-Lärchen-Bestand an der Waldgrenze; <i>Piceetum subalpinum</i>	Untersuchung in verschiedenen Geländeabschnitten (Versuchsfläche Stillberg der Schweizerischen Forstlichen Versuchsanstalt, Vergleichsflächen in verschiedenen Vegetationseinheiten des umschließenden Tals); (HORAK 1961)
Schulterberg und Christlum Höhenprofile Achenkirch, Nördliche Kalkalpen, Tirol	subalpiner Fichtenwald und Mischwald	Kleinquadrate (PEINTNER 1995)
Ampasser Kessel Tirol, Glungezergebiet	Zirbenaltbestand	Kleinquadrate (LADURNER 1996)

3.3.3 Probenahme

3.3.3.1 Qualitative Untersuchung

Diese beinhaltet die Anlage von Fundlisten, in denen für jeden Einzelfund neben Fundort und Datum auch eine genaue Beschreibung des Substrats bzw. der begleitenden Pflanzen aufgenommen wurden.

3.3.3.2 Quantitative Untersuchung

Diese erfolgte nach der Kleinquadratmethode nach MOSER (1957), welche häufig angewandt wird (u.a. SINGER 1971, TINHOFFER 1990, PEINTNER 1995, SASTAD 1995, LADURNER 1996). Dazu wurden Kleinquadrate von je 10 m² angelegt, welche zufällig im Auf-

Tab. 3:
Vergleichende Gegenüberstellung von Methoden zur Erfassung von Pilzvorkommen

	Großquadrate (z.B. ARNOLDS 1981, WINTERHOFF 1984, HORAK 1985)	Kleinquadrate (MOSER 1957, SINGER 1971, TINHOFER 1990, PEINTNER 1995, SASTAD 1995, LADURNER 1996)	„Basisflächen“ KELLER (1997)
Anzahl der Flächen pro Begehung	1 pro untersuchtem Vegetations-Typ	mindestens 20	willkürlich
Größe der Einzelflächen	1000-2500 m ²	10 m ²	entsprechend der Kronenprojektion
Ziel	Erfassung des (gesamten) Pilz-bestandes eines Vegetationstyps (z.B. beweidetes Grasland, homogener Fichtenwald)	Erfassung des (gesamten) Pilzbestandes eines Vegetationstyps (z.B. Zirbenbestand mit Calluna im Unterwuchs, Zirben-Lärchenmischbestände)	Erfassung der Ektomykorrhizapilze einer Baumart
Ansprüche an die Vegetationsdecke	möglichst einheitlich, bei großen Flächen meist problematisch	möglichst einheitlich, auf 10 m ² meist möglich	Arten der Basisfläche

forstungsgebiet verteilt wurden. Die Anzahl der Flächen pro Begehung wurde auf 20 beschränkt. Dies ergibt im Untersuchungszeitraum (Begehung einmal wöchentlich in den pilzarmen Zeiträumen der Vegetationsperiode, zur Zeit der Fruktifikationsmaxima zweimal wöchentlich) 720 ausgezählte Kleinquadrate, was einer Gesamtfläche von 7200 m² entspricht. Die Pilzfruchtkörper der *Agaricales ss. lato* (Röhrlinge und Blätterpilze) wurden in jeder Einzelfläche nach Arten getrennt ausgezählt. Ascomyzeten - mit Ausnahme der im ältesten Aufforstungsteil sehr häufigen *Spathularia flavida* - und aphylllophorale Pilze wurden aufgrund der Kleinheit ihrer Fruchtkörper bzw. der festen Verwachsung mit dem Substrat bei holzbesiedelnden Pilzen in die quantitative Untersuchung nicht mit einbezogen. Dies beeinflusst aufgrund der äußerst geringen Trockengewichte dieser Arten das Untersuchungsergebnis nicht maßgeblich.

Die Kleinquadratmethode bietet in Gebieten mit inhomogener Vegetationsdecke und Geländebeschaffenheit die Möglichkeit einer umfassenden Erhebung, da auch Pilzvorkommen kleiner Standortseinheiten differenziert werden können. Andere derzeit verwendete Aufnahmemethoden waren für den Standort Haggen nicht geeignet. Dazu gehören unter anderem Großquadrate (ARNOLDS 1991, WINTERHOFF 1994) mit Flächen von 1000-2500 m², welche sich in subalpinen Wäldern nur zur qualitativen, nicht jedoch zur quantitativen Erhebung des Pilzvorkommens eignen. KELLER (1997) verwendet für aufgelichtete, parkähnliche Zirbenbestände Aufnahme-flächen von sehr unterschiedlicher Größe, die der jeweiligen Kronenprojektion von Einzelbäumen verschiedenen Alters entsprechen („Basisflächen“) und somit die Bodenvegetation und das Wurzelsystem beschränken. Die Kleinquadrate tragen auch dem Umstand Rechnung, daß einige Ektomykorrhiza-bildende Pilzarten bevorzugt in etwas größerer Distanz zum Stamm des Baumpartners fruktifizieren. KUCERA L. et al.

1999 in prep. konnten bei Zirben mit einer Sproßhöhe von ca. 5,5 m eine seitliche Wurzelausbreitung von 17 m festgestellt. Für *Pinus pinea* wurden von FRATTEGANI (1992) für einen 24 beziehungsweise 128 Jahre alten Baum mit einer Stammhöhe von 1,38 beziehungsweise 14,27 m eine projizierte Kronenfläche von 0,52 m² beziehungsweise 56,65 m² erhoben, welche einer projizierten Wurzelfläche von 4,38 m² beziehungsweise 2228 m² entgegensteht. Bekanntlich ist die Hauptmasse Ektomykorrhiza tragender Feinwurzeln in den peripheren Wurzelbereichen zu finden.

3.3.3.3 Erhebung der Biomasse

Nach Abzählen der Fruchtkörper pro Kleinquadrat wurden von jeder der einzelnen Arten zehn bis 20 reife Fruchtkörper entnommen und anschließend getrocknet. Die Bewertung der Biomasseproduktion erfolgte durch Gegenüberstellung mit Erhebungen in Vergleichsbeständen.

3.3.4 Auswertung

3.3.4.1 Im Gelände

Zahlreiche Pilzarten konnten bereits vor Ort identifiziert werden. Zusätzlich wurden Notizen über die Verbreitung einzelner Arten im Bereich der Aufforstung gemacht und, unabhängig von den Zählungen, ihre Häufigkeiten geschätzt. Genaue Standortbeschreibungen wurden für die einzelnen Fundstellen der verschiedenen Arten angefertigt, um deren ökologische Ansprüche zu erfassen.

Bewertung der Häufigkeit im Gelände
Die Häufigkeit einzelner Arten wird nach folgendem Schema aufgenommen:

++++	ausgesprochen häufig
+++	verbreitet bis häufig
++	zerstreut
+	Einzelauftreten

3.3.4.2 Im Labor

Sämtliche Arten wurden mikroskopisch bestimmt oder überprüft und z.T. nachfolgend im Mykologischen Herbarium der Leopold Franzens Universität Innsbruck (Herbarium IB) hinterlegt (Bestimmungsliteratur siehe Literaturverzeichnis). Für die einzelnen Arten wurden Abundanz, Dominanz und Frequenz zu jedem Probenahmetermin berechnet. Nach Abwiegen von zehn bis 20 getrockneten Fruchtkörpern jeder Art wurde das mittlere Trockengewicht pro Fruchtkörper zur Berechnung der produzierten Biomasse pro Flächeneinheit herangezogen.

3.3.5 Geräte

- LEITZ DIALUX 20 110A Forschungsmikroskop mit eingebauter Meßskala
- PANASONIC VIDEO MONITOR WV - CM
- SONY VIDEO GRAPHIK PRINTER VP 850
- REICHERT AUSTRIA Forschungsmikroskop TYP 300108
- SARTORIUS RESEARCH Analysenwaage
- METTLER PM 460 DELTA RANGER Laborwaage mit METTLER LP 16 Trockenwaage

- Reagentien für die mikroskopische Untersuchung (nach MOSER 1983):
Ammoniaklösung 2 %, Baumwollblau, Brilliantkresylblau, KOH 3 %, Kongorot, Melzer's Reagens, Sulfovanilin
- Reagentien für makroskopische Reaktionen (nach MOSER 1983):
Ammoniaklösung 25%, Eisensulfat, Guaiak, KOH 3%, KOH 30%, Silbernitrat

4 Die Ektomykorrhiza der Zirbe

4.1 Anzahl der Ektomykorrhiza-Typen

In 95 Stichproben von 16 Probestandorten (Abb. 2, Tab. 4) wurden bisher insgesamt 35 Ektomykorrhiza-Typen unterschieden (Tab. 5).

Die Anzahl der Typen pro Probenfläche variiert zwischen eins und 14 (Tab. 6). Für Probestandflächen aus Beständen der älteren Aufforstung zeigt sich eine deutliche Konzen-

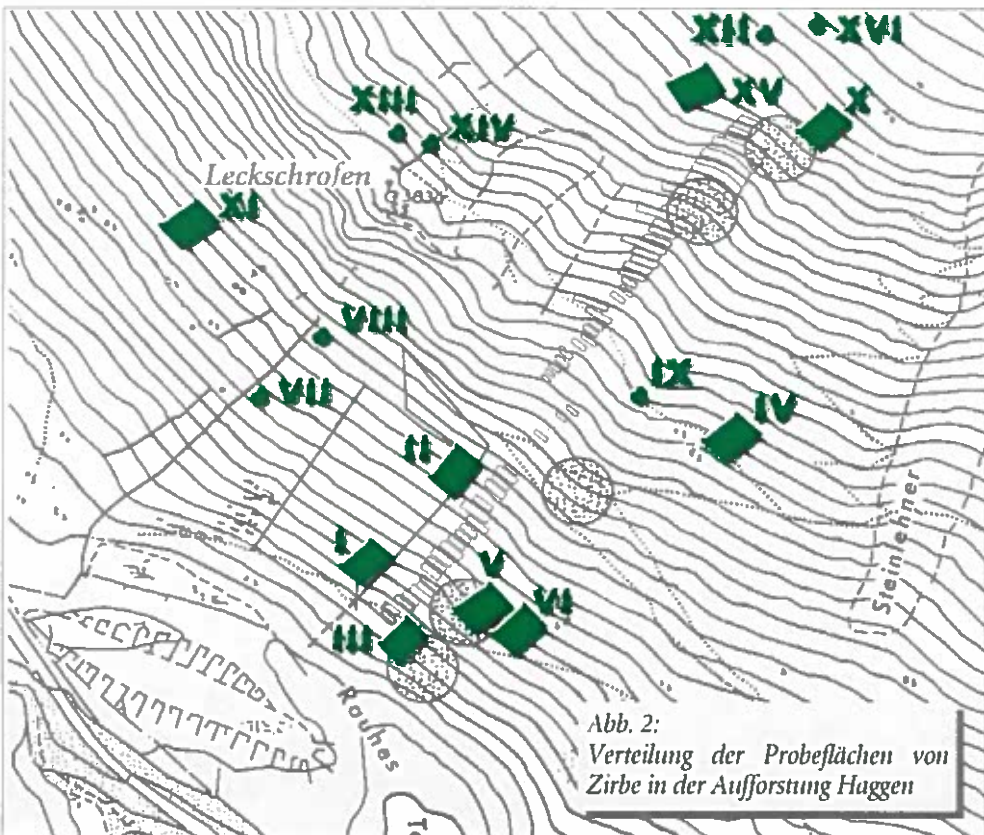




Abb. 3: Zirbe, weiße Knollenmykorrhiza (Typ 1)

Abb. 4: Zirbe, violetttrötliche Knollenmykorrhiza (Typ 2)





Abb. 5: Zirbe, koralloide Wuchsform, blaßgelb-blaßgrün (Typ 4)

Abb. 6: Zirbe, Wuchsform mit gebogenen Achsen und flächig abstrahlenden weißen Rhizomorphen (Typ 6); unter Fruchtkörpern von *Cortinarius anomalus*





Abb. 7: Zirbe, Wuchsform mit gebogenen Achsen und flächig abstrahlenden weißen Rhizomorphen (Typ 7); unter Fruchtkörpern von *Dermocybe cinnamomea*

tration bis zu 14 Typen pro Fläche, während bei gleich alten Einzelbäumen in Lärchenbeständen nur zwei bis sieben Typen gefunden wurden. Eine Abnahme der Typenzahl mit zunehmendem Kronenschluß (DIGITON & MASON 1985) war nicht festzustellen.

4.2 Verteilung der Ektomykorrhiza-Typen

Die Verteilung der 35 unterschiedlichen Typen in den Probenflächen ist heterogen (Tab. 6). 13 Typen kommen jeweils nur in einer, neun weitere Typen nur in je zwei Probenflächen vor. Auffallend ist das Vorkommen von weißen Knollenmykorrhizen (Typ 1, Tab. 5, Abb. 3) in allen 16 Probenflächen. Sie werden von den Zirbenröhrlingen *Suillus plorans* und *Suillus placidus* gebildet (MOSER 1963, GOBL 1963, TREU 1990) und sind an den Probenstandorten der jüngeren Pflanzungen als einziger Typ vertreten und üppig entwickelt.

Knollenmykorrhizen mit violetter Umhüllung (Typ 2, Tab. 5, Abb. 4) wurden hingegen an nur drei Standorten gefunden. Der Ektomykorrhiza-bildende Pilz *Suillus sibiricus* (TREU 1990) wird von MOSER (1963) als ein im Alpengebiet seltenerer Zirbenbegleiter beschrieben.

Weißer Ektomykorrhizen mit gebogenen Achsen und abstrahlenden Rizomorphen (Typ 6, Tab. 5, Abb. 6) sind in acht Flächen vertreten. Dieser Typ ist entsprechend den



Abb. 8: Zirbe, mehrfach verzweigte Gabelmykorrhiza, rot-rotbraun, Oberfläche rauh durch unregelmäßig geformte Hyphen (Typ 30)

Abb. 9: Zirbe, mehrfach verzweigte Gabelmykorrhiza, dunkelrotbraun, mit speckig glänzender Oberfläche (Typ 32)



morphologischen Merkmalen (AGERER 1991) sowie der biochemischen Identifizierung ähnlicher Wuchsformen (KUBICEK et al. 1998) den in der Aufforstung vorkommenden Arten von *Cortinarius* und *Telamonia* zuzuordnen.

4.3 Verteilung der Ektomykorrhiza-Typen in einzelnen Probeflächen

Die Verteilung der Ektomykorrhiza-Typen wurde für die Stichproben von sieben Probeflächen der älteren Bestände (I, II, III, IV, V, VI, X) bestimmt (Tab. 7).

Weißer Knollenmykorrhizen (Typ 1) sind in allen Flächen vorhanden. In solchen mit engem Standraum der Bäume und Bodenbedeckung mit dicker Streuauflage (I, II, IV, V) ist ihre Häufigkeit auffallend geringer als in Beständen mit relativ weitem Standraum und Bodenbedeckung vorwiegend durch Moose und Gräser (VI, X).

Mit Ausnahme der weißen Knollenmykorrhizen (Typ 1), des Typs mit den gebogenen Achsen und Rhizomorphen (Typ 6), welcher in sechs Flächen, sowie des Typs mit gelblichem Myzel und undifferenzierten Hyphensträngen (Typ 20), welcher in vier Flächen vorhanden war, weist der Ektomykorrhiza-Besatz der untersuchten Flächen nur eine geringe Ähnlichkeit auf. In jeder Fläche sind verschiedene Typen dominant, wobei deren Anzahl ein bis zwei Typen pro Fläche nicht übersteigt (z.B. Typ 4, vgl. Tab. 5, Abb. 5).

Besonders deutlich zu erkennen ist dieser Unterschied zwischen den Flächen V und VI, welche im geringen Abstand von 5 m angeordnet sind und die charakteristischen, bereits erwähnten Merkmale aufweisen, welche sich durch den unterschiedlichen Standraum der Bäume ergeben. In Fläche VI wurden in der schwach zersetzten Streu unter Moos, *Vaccinium vitis idaea* sowie Gräsern pro 100 ml Substrat zwischen 100 und 200 Knollenmykorrhizen gefunden, während in den Proben aus Fläche V unter dichter Zirbenstreu weiße Knollenmykorrhizen zwar präsent waren, die Hauptmasse der Ektomykorrhiza jedoch anderen Typen zuzuordnen war (z.B. Typ 7, 30, 32, vgl. Tab. 5, Abb. 7, 8, 9).

Die Konkurrenzkraft bestimmter Ektomykorrhiza-Pilze bzw. der von diesen gebildeten Ektomykorrhizen wird demnach deutlich von Standortsfaktoren beeinflusst.

Im Bereich von Probefläche III wurde 1995 anlässlich einer Durchforstung die Stammzahl des dichten Bestandes um etwa 50% reduziert. Diese Veränderung hat im Vergleich zu benachbarten und nicht durchforsteten Standorten (I, II, IV, V), entsprechend den Untersuchungsergebnissen von 1996, eine starke Reduktion des Ektomykorrhiza-Besatzes verursacht (GRIFFITH et al. 1996, HUTTON et al. 1997).

4.4 Häufigkeit der Ektomykorrhiza-Typen

Der Besatz der Feinwurzeln mit Ektomykorrhiza war in allen Stichproben der Probeflächen I bis XII mit sehr häufig bis überaus häufig zu bewerten. Dasselbe gilt auch für die Probeflächen XIII bis XV, wo jedoch ein relativ weiter Pflanzenverband von jungen Pflanzen gegeben war und somit ein direkter Vergleich der beiden Gruppen nicht möglich ist.

Entsprechend der Bodenvegetation und der Bodenstruktur liegt die Hauptmasse des einzigen Typs, also der weißen Knollenmykorrhizen, bei diesen Pflanzen entweder in der dichten Moosdecke (XIV), in der Streu eines dichten *Calluna*-Bestandes (XIII) oder zieht ausschließlich an der Stoßfläche von Steinen mit den Wurzeln in tiefere Bodenschichten (XV).

4.5 Vitalität der Ektomykorrhiza

Die Vitalität der Ektomykorrhiza war in den Probestflächen in Übereinstimmung mit der Bewertung der Häufigkeit als gut bis sehr gut (I-II) zu bewerten. Eine Ausnahme bildet Fläche III, in welcher die Vitalität auf ein schlechtes Niveau (IV) gesunken ist.

Ein Vergleich der Vitalität des in allen Probestflächen zwischen 1740 und 1940 m Seehöhe vorkommenden Typs der weißen Knollenmykorrhizen erbrachte keine Unterschiede in Bezug auf die Höhenlage. Es besteht auch keine Übereinstimmung mit einer Reduktion des Sproßwachstums welche nach KRONFUS (persönliche Mitteilung), für Pflanzungen ab etwa 1870 m Seehöhe charakteristisch sein soll.

An der Obergrenze des Aufforstungsareals Haggen wurden 1982 in reinen *Arctostaphylos*-Beständen Zirbensamen ausgebracht (Standort XVI). Überlebende Sämlinge, welche nicht von dichten Zwergstrauchpolstern überwachsen waren, wiesen 1997 Sproßlängen von etwa 15 cm, schwach entwickelte Wurzelsysteme und durchwegs auch einige zarte Ektomykorrhizen pro Pflanze auf. Es waren dies sowohl Knollenmykorrhizen (Typ 1) als auch ein zweiter Typ mit rotbraun-dunkelbraunem Pilzmantel (Typ 33). Es ist nicht auszuschließen, daß diese Ektomykorrhizen ihren Ursprung im „Myzel-Reservoir“ der *Arctostaphylos*-Bestände haben (Kapitel 9).

Ähnliche Ergebnisse sind für einen großflächigen Saatversuch in 2100 m Seehöhe aus dem Pitztal bekannt (GÖBL 1965), wo nur Gruppen von Sämlingen, welche weiße Knollenmykorrhiza ausbilden konnten, überlebt haben.

4.6 Myzel

Das Myzel als Gesamtheit aller von Ektomykorrhizen und Pilzfruchtkörpern abstrahlenden Elemente erfüllt verschiedene Funktionen:

- es ist am Abbau organischen Materials beteiligt
- es beeinflusst die Bodenentwicklung und prägt Bodenstrukturen („mykogener Humus“ NESTROY 1989)
- es verbessert die Aggregation des Bodens und vermindert somit das Erosionsrisiko auch in steilen Lagen (GRAF & GERBER 1997)
- durch Antransport von Wasser und Nährstoffen zu den mykorrhizierten Wurzeln der Bäume dient es deren Versorgung. Dabei wird durch Hyphenverbindungen auch ein Austausch zwischen verschiedenen Bäumen ermöglicht (FINLAY & READ 1986).



Abb. 10: Zirbe, Beispiel für sehr üppige Myzelentwicklung in einem Bestand mit dichtem Kronenschluß (Typ 7, 30,32)

Die Böden des Haggener Sonnberges sind nicht nur nährstoffarm, sie besitzen auch keine hohe Speicherkapazität für Nährstoffe (NEUWINGER 1970). Dem Myzel, welches sich in der Aufforstung zugleich mit den Ektomykorrhizen entwickelt, kommt somit eine zusätzliche bedeutende Funktion als Nährstoffspeicher zu (COLPAERT et al. 1992, EKBLAD et al. 1995).

20 von 35 unterschiedenen Typen der Zirbe weisen vom Pilzmantel abstrahlende Elemente wie Rhizomorphen, undifferenzierte Hyphenstränge, Zystiden oder loses Myzel auf (Tab. 5).

Ihre Formen sind vom Pilzpartner geprägt, vom Substrat des Standorts beeinflusst und weisen dementsprechend eine hohe Variation auf.

Für die Probenstandorte der Aufforstung sind zwei Formengruppen charakteristisch. In den älteren Beständen mit dichtem Baumbestand (I, II, IV, V) und Bodenbedeckung durch Streu ohne Bewuchs dominieren dichte, zusammenhängende, sehr üppige bis überaus üppige Myzelmatten, deren (Abb. 10) Zusammensetzung den in der Tab. 7 aufgeführten Typen entspricht.

In den jüngeren Pflanzungen (XIII, XIV, XV) und in älteren Beständen mit weitem Standraum der Bäume (VI) und Bodenbedeckung mit Moosen, Gräsern und Zwergsträuchern sind hingegen ausschließlich oder größtenteils weiße, kompakte Rizomorphen charakteristisch, welche aufgrund ihrer Struktur (TREFU 1990) den weißen Knollenmykorrhizen zuzuordnen sind. Solche Rhizomorphen, nicht aber die



Abb. 11: Zirbe, Beispiel für dichtes Netzwerk aus weißen Knollenmykorrhiza und deren Rhizomorphen (Typ 1)

Abb. 12: Zirbe, vierjährige Zirbenpflanze mit weißen knollenmykorrhizen (Typ 1, durch Myzelimpfung induziert) als Beispiel für das Ausgangsmaterial von Pflanzungen



Wurzeln einer Zirbe, wurden zum Beispiel 7 m entfernt von den zugehörigen, etwa 2 m hohen Bäumen von Standort XIII in einer Fichtenaufforstung (VIII) gefunden.

Entsprechend dem Ektomykorrhiza-Besatz der Probenstandorte V und VI (Tab. 7), welche in der geringen Entfernung von 5 m angeordnet sind, zeigen sich auch für die Myzelausbildung auffallende Unterschiede zwischen den dichten Myzelmatten von Fläche V und den vernetzten Strukturen der Rhizomorphen von Fläche VI (Abb. 11).

Am Standort III (Tab. 7) wurde im Jahr nach einer Durchforstung nicht nur eine auffallende Reduktion von Ektomykorrhiza, sondern auch eine überaus spärliche Myzelentwicklung beobachtet. Die dichten Myzeldecken, welche für die ungestörten Standorte charakteristisch sind, waren in Folge des gravierenden Eingriffs verschwunden. Nach READ & BIRCH (1988) kann durch unterschiedliche Resistenz von Pilzarten gegenüber solchen Störungen eine Änderung im Sukzessionsverlauf eintreten.

4.7 Ektomykorrhiza-Ausbildung des Pflanzenmaterials

4.7.1 Herkunft geeigneter Pilze für die Ektomykorrhiza-Impfung

Grundlage für die Ektomykorrhiza-Impfung (MOSER 1963, GÖBL 1975) und somit der Produktion vitaler Jungzirben (GÖBL & HEUMADER 1989) waren umfangreiche Untersuchungen in subalpinen Zirbenbeständen im Zeitraum zwischen 1960 und 1970. Sie haben gezeigt, daß weiße Knollenmykorrhizen bevorzugt an den Wurzeln von Jungzirben vorkommen (GÖBL 1967) und eine Fruktifikation der Ektomykorrhiza-bildenden Pilze *Suillus plorans* und *Suillus placidus* im Bereich der Waldgrenze häufiger erfolgt als bei älteren Bäumen geschlossener Bestände.

Für die Untersuchungsgebiete, welche im Bereich der angeführten Täler oder Bergmassive lagen, bestand diesbezüglich große Übereinstimmung:

Ötztal, Pitztal, Inntal, Lechtal, Zirbitzkogel, Dachstein,
Hohe Tauern, Dolomiten (I), Mt. Cenis, Col d'Izoard (F).

Pilzfruchtkörper, welche als Ausgangsmaterial einer Myzelproduktion für Impfungen, z.B. der Pflanzen für Haggen oder für nahegelegene Projektgebiete dienen sollten, wurden jeweils in Zirbenbeständen benachbarter Täler wie Ötztal oder Pitztal gesammelt und stammen somit von unterschiedlichen Standorten. Daher weist das für die Impfung verwendete Myzel ein breites Spektrum verschiedener Pilzstämmen auf.

Das Vorkommen von *Suillus sibiricus*, welcher in der Aufforstung Haggen violette Knollenmykorrhizen bildet, könnte im älteren Bestand auf eine Myzelkultur aus Obergurgl (2000 m Seehöhe, MOSER 1963), im jüngeren Bestand auf eine solche aus den Westalpen (Mt. Cenis 2100 m, GÖBL 1975), zurückzuführen sein. Diese Myzelkultur war sehr raschwüchsig und wurde daher mehrfach für Impfversuche verwendet.

4.7.2 Anpassung geimpfter Pilze an den Hochlagenstandort

Das Pflanzmaterial für die Aufforstung Haggen war durchwegs gut mykorrhiziert und wies als dominanten Typ die durch Impfung induzierten weißen Knollenmykorrhizen auf (Abb. 12). Dieser Ektomykorrhiza-Typ hat sich den Gegebenheiten des Hochlagenstandorts gut angepaßt und dessen Substrate ohne Verzögerung kolonisiert. Wenig dominante Typen, welche im Pflanzgarten fallweise vorhanden waren, kommen an neugebildeten Wurzeln nicht mehr vor. Dementsprechend wiesen die Pflanzen der jüngeren Aufforstungsflächen (XIII, XIV, XV) ausschließlich weiße Knollenmykorrhizen auf (Tab. 6). Der Ektomykorrhiza-Besatz geimpfter Zirben, welche in verschiedenen anderen Aufforstungen jeweils einige Jahre nach der Pflanzung kontrolliert wurden, bestand ausschließlich aus üppig entwickelten Knollenmykorrhizen.

Beispiele für entsprechende

Projektgebiete:

Fiss	(oberes Inntal)
Taschach	(Pitztal)
Lehner Joch	(Pitztal)
Pranter Alm	(Osttirol)
Predigtberg	(Pazaun)



Die bisher gewonnenen Erkenntnisse erlauben die Feststellung, daß die Aufforstung Haggen ein charakteristisches Beispiel dafür ist, daß bereits bei der Pflanzung die „first stage“ Mykorrhizierung und damit ein erstes Sukzessionsstadium eines aus natürlicher Verjüngung hervorgegangenen Zirbenbestandes nachvollzogen werden konnte (Abb. 13).

Abb. 13:
Zirbe, Zirbenaufforstung in ca. 1900 m Seehöhe mit Fruchtkörpern der geimpften Zirbenröhrlinge 7 Jahre nach der Pflanzung

Tab. 4:

Charakteristik der Probestflächen von Zirbe in der Aufforstung Haggen nach Seehöhe, Alter und Art des Bestandes, dominanter Arten der Bodenvegetation sowie Anzahl der Ektomykorrhiza-Typen

Probestfläche	Seehöhe/m	Aufforstungsperiode	Bestandesart	Dominante Arten der Bodenvegetation	Anzahl Ektomykorrhiza-Typen
I	1740	1965	Dichter Pflanzverband, 1975 durchforstet, jedoch dichter Kronenschluß	Streu ohne Bewuchs	13
II	1775	1970	Dichter Pflanzverband, dementsprechender Kronenschluß	Streu ohne Bewuchs	13
III	1730	1970	ursprünglich dichter Pflanzverband, Durchforstung 1995	<i>Deschampsia flexuosa</i> , <i>Potentilla erecta</i> , <i>Vaccinium vitis idaea</i> Deckung 10%	6
IV	1820	1970	Dichter Pflanzverband, dementsprechender dichter Kronenschluß	Streu ohne Bewuchs <i>Deschampsia flexuosa</i>	10
V	1750	1970	Sehr dichter Pflanzverband, dementsprechender dichter Kronenschluß	Streu ohne Bewuchs	14
VI	1750	1970	Lockerer Pflanzverband, dementsprechend Bäume breitkronig	<i>Deschampsia flexuosa</i> , <i>Vaccinium vitis idaea</i> , <i>Potentilla erecta</i> , <i>Rhytidium rugosum</i> , Deckung 20-35 %	6
VII	1765	1965	Einzelbaum in Lärchenbestand, Kronenschluß	Streu ohne Bewuchs	7
VIII	1780	1965	Einzelbaum in Lärchenbestand, Kronenschluß	Streu ohne Bewuchs	4
IX	1780	1970	Einzelbaum in Lärchenbestand, Kronenschluß	Streu ohne Bewuchs, <i>Deschampsia flexuosa</i> <5 %	2
X	1915	1982	Zirbenjungbestand, unterschiedlich dichter Pflanzverband	<i>Calamagrostis villosa</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , Moose	11
XI	1775	1982	Zirbenjungbestand, dichter Pflanzverband	<i>Calamagrostis villosa</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , Moose	4
XII	1925	1982	Spirkenbestand durchmischt mit Zirbe, dichter Pflanzverband	<i>Calamagrostis villosa</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , Moose, Deckung ca. 50%	2
XIII	1840	1986	Jungpflanzen, weiter Pflanzverband	<i>Calluna vulgaris</i> (dichter Bestand)	1
XIV	1840	1986	Jungpflanzen, weiter Pflanzverband	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Rhododendron ferrugineum</i> , <i>Hylocomium splendens</i>	1
XV	1890	1986	Jungpflanzen, weiter Pflanzverband	<i>Calluna vulgaris</i> , blockiges Gelände	1
XVII	1940	1982	Sämlinge	<i>Arctostaphylos uva ursi</i>	2

Tab. 5:

Ektomykorrhiza-Typen der Zirbe aus der Aufforstung Haggen. Kurzcharakteristik und Gruppierungen nach auffallenden Merkmalen.

Typ Nr.	Beschreibung
Achsen gestaucht	
1 °	▶ Knollenmykorrhizen, in Kombination mit dicken, strukturierten Rhizomorphen
2 °	• weiß, mit zunehmender Alterung auch graubraune Töne (<i>Suillus plorans</i> , <i>Suillus placidus</i>)
3 °	• violettrotlich, äußere Hülle mit violettrotlichen Pigmenten, umhüllt ein weißliches koralloides System, Rhizomorphen mit violettrotlichen Pigmenten (<i>Suillus sibiricus</i>)
	▶ koralloide Formen
4 °	• blaßbraun, äußere Hülle fragmentarisch, verklebt mit Partikeln des Mineralbodens. Hartig'sches Netz mit typischer Radialstruktur einer Knollenmykorrhiza, demnach typische <i>Suillus</i> -Ektomykorrhiza aus Mineralboden
5 °	• blaßgrün - blaßgelb, äußere Hülle fragmentarisch, besteht aus zarten, runden Strängen, welche auch in das Substrat abstrahlen. Im Vergleich zu weißen Knollenmykorrhizen sehr zarte Systeme
6 °	• gelbbraun, Pilzmantel besteht aus einem mehrschichtigen, lockeren Netz sehr dicker Hyphen, welche geweihähnlich in dünnere Partien aufsplintern
Achsen gebogen, mit flächig abstrahlenden Rhizomorphen, Hyphen zartwandig mit Schnallen	
7 °	• weiß, vorwiegend an Standorten von <i>Telamonia</i> sp.
8 °	• blaßgelb, vorwiegend an Standorten von <i>Dermocybe cinnamomea</i>
9 °	• rostrot (rot - rotbraun), Schnallen vorwiegend an den Verzweigungsstellen der Hyphen
Achsen gerade oder unregelmäßig	
	▶ punktförmig abstrahlende runde Rhizomorphen
10 °	• grau - schwarz, Manteloberfläche mit derben, kurzen, reichlich pigmentierten Zystiden besetzt, Rhizomorphen einzeln, dick, splitten auf
11 °	• weißlich, Rhizomorphen zahlreich, dicht, struppig
12 °	• blaßbraun, Rhizomorphen einzeln
	▶ wolliges Myzel, Hyphen starr oder auffallend gewunden
13 °	• orangebraun, Hyphen blaß orangebraun, dick, mit Schnallen, strukturiert, lose Stränge
14 °	• weißlich hyalin, Rinde fallweise durchscheinend, Hyphen glatt, verzweigt
15 °	• gelbbraun, Hyphen glatt, Schnallen, rundliche gelbbraune Chlamydosporen
16 °	• gelb, Hyphen dick, strukturiert mit Schnallen
17 °	• schwarzbraun, Hyphen schwach strukturiert
18 °	• rosa, intensive Farbe am Standort, entfärbt sehr rasch (nur einmal gefunden)

Typ Nr.	Beschreibung
	► loses, watteartiges Myzel und undifferenzierte Hyphenstränge
18 °	• graubraun, Achsen verdickt, Pilzmantel mit Netzstruktur, Hyphen grau, schwach strukturiert
19 °	• weiß, watteartiges, dichtes Myzel, Hyphen kräftig, farblos, mit Schnallen
20 *	• gelblich, reichlich loses Myzel, Hyphen glatt, zahlreiche Schnallen (Anastomosen durch Schnallen geschlossen), Hyphenstränge von unterschiedlicher Dichte und Dicke, nicht strukturiert und ohne unmittelbaren Kontakt zum losen Hyphennetz der Manteloberfläche
	► starre Borsten, schwarz
21 *	• <i>Cenococcum geophilum</i>
	► ohne auffällige abstrahlende Elemente, Oberfläche körnig oder matt
22 *	• grau - dunkelgrau, Pilzmantel mit unregelmäßig geformten, dicken grauen Zystiden besetzt
23 °	• rotbraun, Pilzmantel vielschichtig, großlumiges Pseudoparenchym, von rotbraunen Hyphen überlagert (Netz)
24 °	• rotbraun - orangebraun, innere Mantelschicht epidermoid, äußere Schicht mit einfachen Zystiden besetzt, deren Spitzen sind abgerundet
25 °	• rotbraun, kleine Komplexe, Pilzmantel wenigsschichtig, Netzstruktur von Hyphennetz mit geweihähnlichen Formen überlagert
26 °	• weiß - grau, nicht schwärend, Pilzmanteloberfläche mit runden Zystiden besetzt
27 °	• weiß, Pilzmantel mit parallelen Hyphenpartien, Oberfläche mit Zystiden besetzt, welche an den Enden knopfartig verdickt sind
28 °	• rötlichgrau, robuste, kleine Komplexe, Pilzmantel besteht aus Netz zarter, farbloser Hyphen, welche in der äußeren Schicht sehr locker gelagert und verzweigt sind; Hyphen glatt, septiert, ohne Schnallen
29 °	• weiß - blaßrot - blaßviolett, Pilzmantel von zartem Hyphennetz überlagert
30 °	• rot - rotbraun, Pilzmantel mehrschichtig, mitlosem Netz unregelmäßig geformter Hyphen, mit Chlamydosporen
31 *	• gelb - gelbbraun, Pilzmantel in Aufsicht epidermoid, mit einfachen Zystiden besetzt, deren Spitzen abgerundet sind
	► Oberfläche glatt
32 °	• dunkel rotbraun, speckig glänzend, zum Teil große Komplexe; Pilzmanteloberfläche Pseudoparenchym aus eckigen Zellen, fallweise Flaum von glatten, braunen Hyphen mit Schnallen (unregelmäßig)
33 °	• rotbraun, dunkel rotbraun, Pilzmantel mit Netzstruktur, Zellen in gelatinöse Matrix eingebettet
34 *	• mittel - dunkelbraunviolett, Netz dicker, unregelmäßig geformter Hyphen als wenigsschichtiger Pilzmantel oder zwischen den äußeren Rindenzellen der Wurzel
35 °	• orange - rötlichbraun, Pilzmanteloberfläche Pseudoparenchym, mit Lactiferen (<i>Lactarius badiosanguineus</i> nach TREU)
° ...nur bei Zirbe * ...auch bei anderen Baumarten	

Tab. 6:
Verteilung der Ektomykorrhiza-Typen von Zirbe in der Aufforstung Haggen
Charakteristik und Lage der Probestflächen I bis XVI: Tab. 4, Abb. 2
Charakteristik und Reihung der Ektomykorrhiza-Typen 1 - 35: Tab. 5

Typ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+				+		+									
3		+		+												
4										+						
5	+	+														
6	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+				
7	+		+		+											
8	+	+														
9		+			+					+						
10				+												
11							+		+							
12										+						
13				+						+						
14	+															
15		+	+	+	+						+					
16			+		+	+										
17	+															
18					+	+										
19					+											
20	+			+	+		+	+		+	+					
21		+				+				+						
22	+		+		+					+						
23		+			+	+										
24		+		+						+						
25	+															
26	+	+														
27							+									
28		+		+												
29							+									
30					+											
31										+						
32	+	+			+											
33																+
34				+												
35								+		+						

Tab. 7:

Verteilung der Ektomykorrhiza Typen für die Stichproben in Probefläche I, II, III, IV, V, VI, X.

Probefläche I						Myzel überaus üppig
Typ Nr	Teilflächen					
	1 <i>Chroogomphus helveticus</i>	2 <i>Dermocybe crocea</i>	3 <i>Cortinarius anomalus</i>	4 <i>Cortinarius anomalus</i>	5 <i>Dermocybe crocea</i>	6 -----
1	+++	++				+++
2	+		++	+		+++
5	+	+			+	
6			++++	++++		+++
7		++++			++++	
8	+++	+				
14						+
17	+++	++				++
20	+			+		+
22					++	
25	+++	+				
26				+		
32			+			

Am Aufnahmetermin (10. September 1996) fruktifizierten die Pilzspezies *Chroogomphus helveticus* in der Teilfläche 1, *Cortinarius anomalus* in den Teilflächen 3 und 4 und *Dermocybe crocea* in den Teilflächen 2 und 5.

Probefläche II						Myzel überaus üppig
Typ Nr	Teilflächen					
	1	2	3	4	5	6
1	+		+			+
3				++	+++	
5		+	+	+		
6	+		+++			
8	+++					++
9	+++	++++	+++	++	+	+++
15	++	++++				
21				+		
23						++
24						+
26				++		
28	++		++	+		
32	+++			+	++	++

Probefläche V							Myzel überaus üppig
Typ Nr	Teilflächen						
	1	2	3	4	5	6	
1				+		+	
2						+	
6	+	++	+	+	+	+++	
7			+				
9	+				+		
15			+			+	
16				+		+	
18			+				
19				+			
20	+	+			+		
22	+						
23		+					
30	++++	++++	++	++++	++	++	

Probefläche IV							Myzel überaus üppig
Typ Nr	Teilflächen						
	1	2	3	4	5	6	
1	++		+	++	+	+	
3	++	++		+	++		
6	+	++		+		++	
10		+		+			
13			+		+		
15	+		+				
20	+	+			+		
24	++++	++++	+++	+++	++	++++	
28			++		++	++	
34	+	+	++	++		+	

Dichter Altbestand, Streu mit geringem Bewuchs (Deckung <5%)

Probefläche VI							Rhizomorphen überaus üppig, weiße Knollen und Rhizomorphen dominant
Typ Nr	Teilflächen						
	1	2	3	4	5	6	
1	++++	++++	++++	++	++++	++++	
6	++	+++		+++			
16	+						
18	+	+					
21		+					
23	+		+			+	

Probefläche X		Rhizomorphen und Myzel überaus üppig				
Typ Nr	Teilflächen					
	1 <i>Vaccinum vitis idaea</i>	2 <i>Calamagrostis villosa</i>	3 <i>Moose</i> (<i>Hylocomium splendens</i> , <i>Rhytidium rugosum</i>)	4 <i>Calamagrostis villosa</i>	5 <i>Streu</i>	6 <i>Calamagrostis villosa</i>
1	++++	+++	++	++++	++	++
4	+	+	+++++		++++	+
9		+				+
12		++++				
13		+				
20			++	++		
21		+				
22	+					
24		++++				++++
35	+					
31			+			

Probefläche III		Teilflächen				
Typ Nr	1	2	3	4	5	6
1	+		+		+	
6		++		+	+	+
7	+		+			+
15			+	+		
16	+					
22		+		+		

Fläche wurde im Jahr vor der Aufnahme durforstet!

5 Die Ektomykorrhiza der Fichte

5.1 Anzahl der Ektomykorrhiza-Typen

In 60 Stichproben von zwölf Probenstandorten (Abb. 14, Tab. 8) wurden bisher insgesamt 29 Ektomykorrhiza-Typen untersucht (Tab. 9).

Die Anzahl der Typen pro Probefläche variiert zwischen eins und 15. Für Probeflächen im Bereich älterer Bäume zeigt sich eine deutliche Abhängigkeit von der Bestandesstruktur. Während im Bereich der Baumgruppen (I,II,III) mit zehn bis 15 die höchsten Typenzahlen bestimmt wurden, waren diese bei Einzelbäumen vergleichbaren Alters, jedoch mit Standorten inmitten der Lärchen- und Zirbenbestände (IV,V), auf vier beziehungsweise eins beschränkt. Zwei bis acht Typen waren in jüngeren Aufforstungen (VI-X) in Probeflächen mit unterschiedlich dichter Bedeckung durch *Calluna vulgaris* vorhanden und 2 beziehungsweise 3 Typen an den Versuchspflanzen in 1890 m Seehöhe.

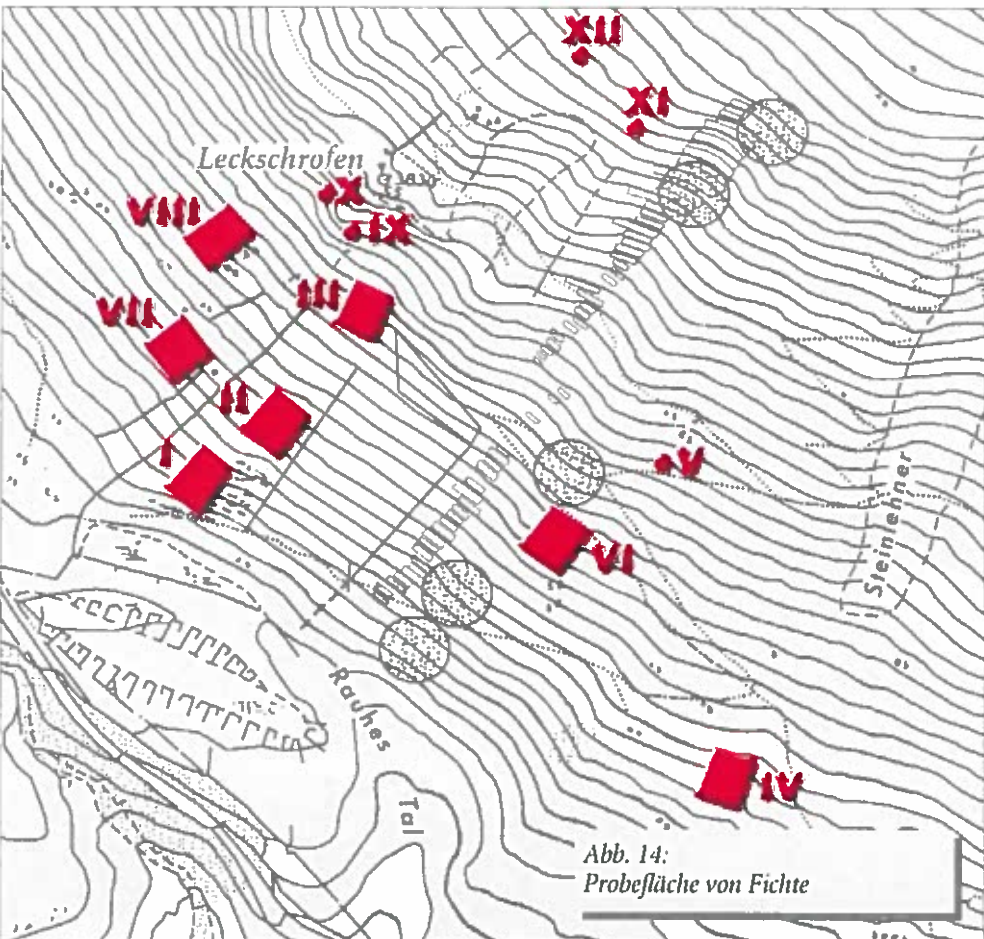


Abb. 14:
Probefläche von Fichte

5.2. Anzahl der Ektomykorrhiza-Typen von Vergleichsflächen

Für den Ektomykorrhiza-Besatz von Fichtenaufforstungen im subalpinen Bereich gibt es nur beschränkte Vergleichsmöglichkeiten. In einem Lawenstrich im Bereich des Bannwaldes von Paida (etwa 10 km östlich von Haggen) wurden für 30 18-jährige Fichtenpflanzen in drei Flächen zwischen 1715 und 1840 m Seehöhe insgesamt 22 Ektomykorrhiza-Typen unterschieden (GOBL 1980).

In einem über 160-jährigen, aufgelichteten Fichtenwald auf der Schulterbergkappe bei Achenkirch in 1640 m Seehöhe erbrachte die Inventur einer Fläche von 400 m² eine Typenzahl von 40 (KUBICEK et al. 1998). Der Ektomykorrhiza-Besatz des etwa 34-jährigen, neubegründeten Fichtenwaldes Haggener Sonnberg kann demnach mit insgesamt 29 Typen als artenreich eingestuft werden.

5.3. Verteilung der Ektomykorrhiza-Typen

Die Verteilung der 29 verschiedenen Typen in den Probestflächen ist heterogen (Tab. 10). 14 Typen kommen in je nur einer, 13 weitere Typen in nur je zwei bis vier Probestflächen vor.

Für diese Typen läßt sich kein deutlicher Verteilungstrend nach zunehmendem Alter der Bäume feststellen. Nur zwei Typen waren in zehn beziehungsweise acht

Abb. 15: Fichte, Wuchsform mit blaßbraunen, runden Rhizomorphen (Typ 5)





Abb. 16: Fichte, Wuchsform unregelmäßig pyramidal, gelbbraun, Cystidenbesatz an äußerer Spitze sichtbar (Typ 19)

Abb. 17: Fichte, Wuchsform unregelmäßig pinnat, dunkelbraun-dunkelrotbraun, Oberfläche speckig glänzend (Typ 25)



Probeflächen und somit auch bei jungen Bäumen verbreitet. Es handelt sich um Typ 23, welcher von *Lactarius deterrimus* (Abb. 21), und um Typ 14, welcher von einem derzeit unbekannten Basidiomyceten gebildet wird (Abb. 19). Beide Typen scheinen für die Fichten der Aufforstung Haggen von größter Bedeutung zu sein. Einigere seltenere Typen (Typ 5, 19, 25) veranschaulichen den Formenreichtum der Ektomykorrhiza von Fichte (Abb. 15, 16, 17).

5.4 Typenverteilung an unterschiedlichen Kleinstandorten einer Probefläche

Die Typenverteilung wurde im Bereich der größten Baumgruppe der älteren Pflanzung (II) bestimmt (Tab. 11). Stichproben aus dem Kronenbereich bei Bodenbedeckung durch Streu zeigen im Vergleich zu solchen, welche außerhalb des Kronenbereichs bei dichter Bodenbedeckung durch Pflanzenarten des *Callunetums* genommen wurden, einen deutlich unterschiedlichen Ektomykorrhiza-Besatz.

Auffallend ist das häufige Vorkommen von Typ 1, welcher der Artengruppe der Cortinarien zugeordnet wird, im Bereich der Streu, während die Typen 4, 23 (*Lactarius deterrimus*) und auch Typ 14 Kleinstandorte innerhalb des *Callunetums* bevorzugen.

Die Affinität dieser Typen zu unterschiedlichen Kleinstandorten zeigt sich sowohl in anderen Probeflächen mit älteren Bäumen (I, III), als auch in jüngeren Pflanzungen (VI, VII, VII, XI). Aufgrund der unregelmäßigen Bestandesstruktur war eine entsprechende Darstellung nicht möglich.

5.5 Häufigkeit der Ektomykorrhiza-Typen

Der Besatz der Feinwurzeln mit Ektomykorrhizen war in allen Stichproben der Probenfläche I bis IX durchwegs mit sehr häufig bis überaus häufig zu bewerten. Eine Ausnahme bildeten die Versuchspflanzen (XI, XII) welche nach sieben Jahren am Aufforstungsstandort nur einzelne Ektomykorrhiza aufweisen (siehe auch Vitalität).

5.6 Vitalität der Ektomykorrhiza

Die Vitalität der Ektomykorrhizen war in den Probeflächen I bis IX in Übereinstimmung mit der Bewertung der Häufigkeit sehr gut bis gut (Vitalität I, II), in der Probefläche X, wo die jüngeren Pflanzen geringe Zuwächse aufwiesen, hingegen nur mäßig (Vitalität III). Eine schlechte bis sehr schlechte Vitalität (IV-V) wurde Kurzwurzeln bzw. „Ektomykorrhiza“ von Versuchspflanzen zugeordnet, welche auf den Standorten XI und XII sieben Jahre nach der Pflanzung kaum Zuwächse sowie eine auffallende Nadelvergilbung aufwiesen.



Abb. 18: Fichte, dünne, lange Kurzwurzel von perl-schur-artiger Wuchsform mit minimaler Pilzkomponente, welche für eine mehrjährige Periode nach der Pflanzung typisch ist

Abb. 19: Fichte, Kolonisation einer der Abbildung 18 entsprechenden Kurzwurzel durch Myzel (Typ 14)



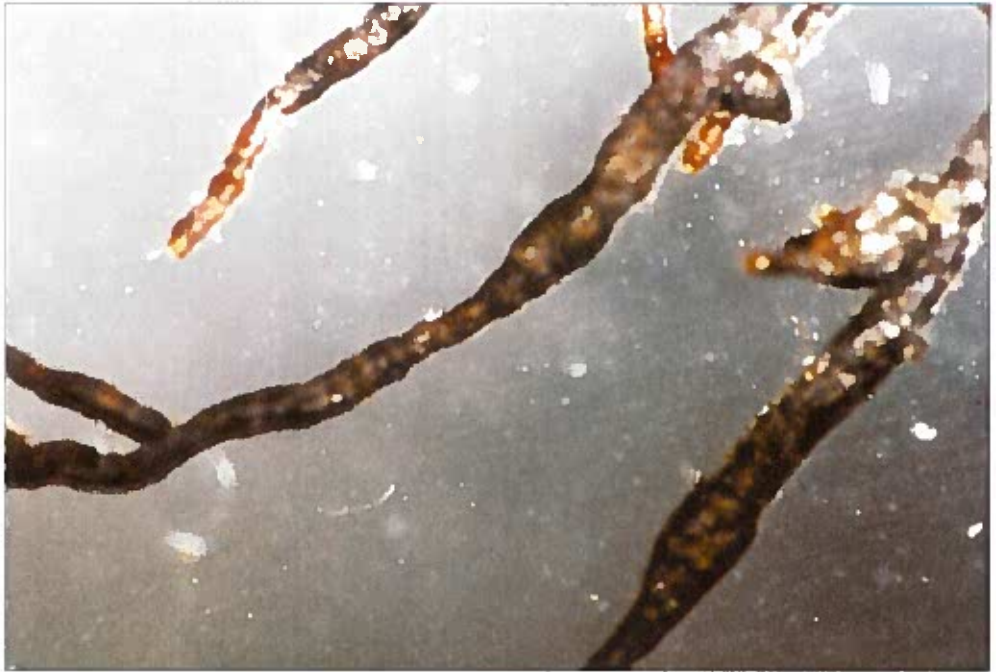


Abb.20: Fichte, Wuchsform unregelmäßig, Achsen sehr lang, in den verdickten Partien Befall durch intrazelluläre Hyphen (Typ 29)

Abb.21: Fichte, Wuchsform pinnat, Oberfläche gelbbraun-rotbraun, glatt (Typ 23, *Lactarius deterrimus*)



Tab. 8 :

Charakteristik der Probestflächen von Fichte in der Aufforstung Haggen nach Seehöhe, Alter und Art des Bestandes, dominanter Arten der Bodenvegetation sowie Anzahl der Ektomykorrhiza-Typen

Probe- fläche	See- höhe/m	Aufforstung- periode	Bestandesart	Dominante Arten der Bodenvegetation	Anzahl Ektomykorrhiza- Typen
I	1730	1963-1967	Baumgruppen, teilweise Kronenschluß	<i>Calluna vulgaris</i> <i>Vaccinium vitis idaea</i> <i>Vaccinium myrtillus</i> <i>Potentilla erecta</i> <i>Festuca sp.</i>	10
II	1770	1963-1967	Baumgruppen, teilweise Kronenschluß	<i>Calluna vulgaris</i> <i>Vaccinium vitis idaea</i> <i>Vaccinium myrtillus</i> <i>Potentilla erecta</i> <i>Festuca sp.</i>	15
III	1810	1963-1967	Baumgruppen, teilweise Kronenschluß	<i>Calluna vulgaris</i> <i>Vaccinium vitis idaea</i> <i>Juniperus nana</i>	11
IV	1750	1963-1967	Einzelbaum im lichten Lärchenbestand	Gräser	4
V	1770	1975	Einzelbaum im lichten Lärchenbestand	Streu (Zirbe, Lärche) ohne Bewuchs	1
VI	1810	1975	lockere Baumgruppe, kein Kronenschluß	<i>Calluna vulgaris</i> <i>Juniperus nana</i> <i>Vaccinium vitis idaea</i> Gräser	4
VII	1750	1980-1985	großflächige Aufforstung, Baumhöhe ca. 2 m	<i>Calluna vulgaris</i>	3
VIII	1770	1980-1985	großflächige Aufforstung, Baumhöhe ca. 5 m	<i>Calluna vulgaris</i> (sehr dichter Bestand)	8
IX	1820	1980-1985	großflächige Aufforstung, Einzelpflanze im Schutz von Altbestand, Baumhöhe ca. 1 -20 m	<i>Calluna vulgaris</i> Gräser	7
X	1820	1980-1985	großflächige Aufforstung, Baumhöhe ca. 0,5 m	<i>Calluna vulgaris</i> (Be- stand mit Barflecken)	2
XII	1890	1990	Versuchspflanzen Baumhöhe ca. 0.3 m	<i>Calluna vulgaris</i> Flechten	3

Tab. 9:

Ektomykorrhiza-Typen der Fichte aus der Aufforstung Haggen. Kurzcharakteristik und Gruppierungen nach auffallenden Merkmalen.

Art und Anzahl der Proben: 60 große Stichproben

Verteilung der Proben: entsprechend Abb. 14

Entnahmezeitraum: August und September 1996, 1997

Typ Nr.	Beschreibung
Achsen gebogen, mit flächig abstrahlenden Rhizomorphen, Hyphen zartwandig mit Schnallen	
1 *	• weiß, Rhizomorphen zart, schleierähnlich, Hyphen durch offene Anastomosen verbunden.
2 *	• rot-rotbraun, Rhizomorphen robust, Schnallen vorwiegend an Verzweigungsstellen der Hyphen.
Achsen gerade oder unregelmäßig	
3 °	▶ flächig abstrahlende Rhizomorphen • blaßbraun, zartes, schleierähnliches Myzel, zarte Rhizomorphen, welche schleierähnlich auffasern und die Grasstreu des Standortes durchsetzen. Hyphen im Bereich der Septen fallweise gebläht.
4 °	▶ drahtige, strukturierte Rhizomorphen • weiß, Pilzmantel mehrschichtiges Plektenchym, Hyphen zartwandig, ohne Schnallen, durch offene Anastomosen verbunden, fallweise gebläht.
5 *	▶ punktförmig abstrahlende Rhizomorphen • blaßbraun
6 °	• schwarzbraun, oberste Mantelschicht lockeres Netz stark pigmentierter Hyphen, Hyphen ohne Schnallen, mit auffallend geblähten Partien, auch im Bereich von Septen oder Verzweigungen.
7 °	▶ ungerichtet abstrahlende Hyphenbündel (struppige Oberfläche) • gelb - gelbbraun, wenige bis mehrere abstrahlende Hyphen durch offene Anastomosen, welche in kurzen Abständen auftreten, zu Bündeln verklebt.
8 °	• blaßbraun, Hyphen dickwandig, runde Chlamydosporen eingelagert.
9 °	▶ wolliges Myzel, Hyphen starr oder auffallend gewunden • dunkelbraun - schwarzbraun, Hyphen ohne Schnallen und Septen.
10 °	• rotbraun, Hyphen mit Schnallen.
11 °	• rötlichgelb, Hyphen ornamentiert (Stacheln), mit Schnallen.
12 °	• gelb, Hyphen glatt, mit Schnallen
13 °	• blaßbraun, Hyphen mit Schnallen

Typ Nr.	Beschreibung
	▶ loses oder watteähnliches Myzel und undifferenzierte Hyphenstränge
14 *	• gelblich, reichlich loses Myzel, Hyphen glatt, zahlreiche Schnallen (Anastomosen durch Schnallen geschlossen), Hyphenstränge von unterschiedlicher Dichte und Dicke, nicht strukturiert und ohne unmittelbaren Kontakt zum losen Hyphennetz der Manteloberfläche
15 °	• blaßgelb, Hyphen mit zarten Stacheln und Schnallen
16 °	• weißlich (hyalin), Hyphen glatt, gewunden, mit Schnallen
17 °	• graubraun, Hyphen graubraun, gewunden, mit Schnallen, abstrahlende Stränge bestehen vorwiegend aus parallel laufenden Hyphen. (Myzel ist sehr dicht).
	▶ starre Borsten, schwarz
18 *	• <i>Coenococcum geophilum</i>
	▶ ohne auffällige, abstrahlende Elemente, Oberfläche körnig oder matt
19 *	• gelbbraun, Pilzmantel in Aufsicht epidermoid, mit einfachen Zystiden besetzt, deren Spitze ist abgerundet.
20 *	• weißlich - dunkelgrau, mit zunehmender Alterung schwärend, Pilzmantel mit unregelmäßig geformten, derben Zystiden besetzt.
21 °	• gelbbraun, großlumiges Pseudoparenchym, überlagert von zartem Netz ungerichteter, verzweigter Zystiden.
22 °	• schwarz, Oberfläche mit warzenähnlichen Anhäufungen von Zellen.
	▶ Oberfläche glatt
23 °	• gelbbraun - rotbraun, mit zunehmender Alterung Grünspan - Tönung, mit Lactiferen (<i>Lactarius deterrimus</i>).
24 °	• dunkelbraun, eckiges, großlumiges Pseudoparenchym, sehr zart
25 °	• dunkelbraun - dunkelrotbraun, eckiges Pseudoparenchym, sehr zart, mit flaschenförmigen Zystiden besetzt. Oberfläche speckig glänzend.
26 °	• rotbraun, Pilzmantel vielschichtig, kleinumiges Pseudoparenchym.
27 °	• olivbraun - schwarzbraun, wenigsschichtiger Pilzmantel von Netz stark pigmentierter, dicker und unregelmäßig geformter Hyphen überlagert.
28 °	• rötlichgelb - rotbraun, Achsen unregelmäßig geformt, Pilzmantel mehrschichtiges Plektenchym, Hyphen verlaufen parallel, keine Lactiferen.
29 *	• dunkelgrau - schwärzlich mit wenig- bis mehrschichtigem farblosen Pilzmantel und vereinzelt abstrahlenden zarten Hyphen, mit Schnallen. Die auffallend langen Achsen sind vergleichsweise dick. Die Rinde ist stark verkorkt mit intrazellulärem Befall dunkler Hyphen, sowie Sporenbildung im Bereich der Verdickungen.

° ...nur bei Fichte

* ...auch bei anderen Baumarten

Tab 11:
Verteilung von Ektomykorrhiza-Typen der Fichte im Bereich der Probefläche II:

A: dichter Bestand mit Kronenschluß, Bodenbedeckung, Streu ohne Bewuchs
B: vergrastetes Callunetum außerhalb des Kronenbereichs, Bodenabdeckung 90-100% vorwiegend durch *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Potentilla erecta*, *Arnica montana*, u.a.

Typ Nr.	A						B					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	+++		++		++++	+		++			+	+
4								++	+++	+++		+
5		+		+++								
7	++	+++	++									
8							+++	++				
9						+++						
12		++		++++	+							
13						++						
14		++					+		+		+	++
17	+	++	++									
20	++		+		++	+						
21						+++	+++		+++	+	++	
23	++			+	+		++	++++	+++	+++++	+++++	+++++
25				+							+	
26			++++									
Myzel: überaus dicht Rhizomorphen: mäßig dicht bis dicht							Myzel: dicht Rhizomorphen: dicht					

und lange Zeit in entwaldeten, auch ursprünglich mit Fichten bestockten Gebieten nicht mehr aufgeforstet.

1970 wurde ein Versuch mit 400 vierjährigen, vertopften und geimpften Pflanzen angelegt (Anzucht: ungedüngtes Pflanzgartensubstrat/Gries im Sellrain, Impfung: *Amanita muscaria*/Herkunft Bannwald Paidä, 1800 m Seehöhe), welcher ähnliche Ergebnisse erbrachte (nicht publiziert). Am Aufforstungsstandort wurden während der ersten Vegetationsperiode die für den Verpflanzchock beschriebenen Symptome deutlich sichtbar und während der Folgejahre war kein Sproßwachstum festzustellen, bis 1978 drei dieser Pflanzen kräftige Zuwächse und sattgrüne Nadeln aufwiesen. Zusätzlich waren rund um die Bäumchen zahlreiche Fruchtkörper von *Lactarius deterrimus* (August/September) und an ihren Wurzeln die entsprechenden Ektomykorrhizen (Typ 23/Tab. 9) entwickelt. Zu diesem Zeitpunkt waren bei allen anderen Pflanzen Kurzwurzeln mit fehlender oder stark reduzierter Pilzkomponente (entsprechend der Beschreibung Typ 14) ausgebildet, während Ektomykorrhizen des geimpften Pilzes *Amanita muscaria* nicht vorhanden waren. Der „mißlungene“ Versuch konnte nicht weiter ausgewertet werden, da die Fläche mit raschwüchsigen Lärchen bepflanzt worden war.

1997 wurden am Standort XII in 1890 m Seehöhe an Versuchspflanzen, welche zur Klärung dieser Problematik eingebracht waren, Symptome beobachtet, welche den oben beschriebenen in jeder Weise entsprechen.

5.7.2 Beobachtungsergebnisse aus anderen Aufforstungen

- Bannwald Paida, 1800 m Seehöhe, Braunerde, *Callunetum*.

1963 wurden in einem Lawenstrich im Bereich des Bannwaldes Paida vierjährige Fichten aufgeforstet. 1967 war das dominante Merkmal der Sprosse starke Nadelvergilbung, das der Wurzeln die auffallende Reduktion der Pilzkomponente. 1977 waren an zehn Wurzelsystemen drei zusätzliche Ektomykorrhiza-Typen zu unterscheiden (GÖBL 1980).

- Schulterbergwald bei Achenkirch, 1640 m Seehöhe

Zwischen 1991 und 1997 wurde im Waldweidegebiet Schulterberg die Ektomykorrhiza-Sukzession an drei Gruppen von Fichtenpflanzen untersucht, wobei Unterschiede bezüglich der Anzucht, der Pflanztechnik sowie der Mykorrhizierung zum Zeitpunkt der Pflanzung bestanden (Tab. 12). Die Ektomykorrhizen aus dem Pflanzgarten waren im Bereich der Weide nach drei Monaten abgestorben und die neugebildeten Kurzwurzeln waren nicht mykorrhiziert. Im Lauf der folgenden Jahre erfolgte eine langsame Besiedlung durch loses gelbes Myzel, beziehungsweise die Ausbildung von Ektomykorrhizen welche mit Typ 14 (Tab. 9) übereinstimmen. Ab 1996 wurden Ektomykorrhizen gebildet, welche dem Typ 23 entsprechend *Lactarius deterrimus* (Tab. 9) zuzuordnen waren. Bei den ursprünglich nicht mykorrhizierten Pflanzen war bis auf die Phase der Degeneration ein vergleichbarer Sukzessionsverlauf festzustellen. Im Gegensatz zu Standorten der Weide erfolgte im Bereich von Bäumen eine Mykorrhizierung der Pflanzen mit unterschiedlichen Pilzpartnern der jeweiligen Standorte bereits nach etwa drei Monaten.

5.7.3 Vergleich der Beobachtungsergebnisse

Der Vergleich von Sproß- und Ektomykorrhiza-Entwicklung junger Fichten zeigt für Pflanzungen an drei unterschiedlichen Hochlagenstandorten eine auffallende Übereinstimmung. In allen Fällen erfolgte unmittelbar nach der Pflanzung ein Absterben der Ektomykorrhiza und zwar unabhängig vom Ektomykorrhiza-Besatz, welchen die Pflanzen aus dem Aufzuchtgarten mitbrachten, von der Pflanzmethode oder der Bodenart und Pflanzengesellschaft des Aufforstungsstandortes. Neubildungen von Ektomykorrhiza am Aufforstungsstandort weisen charakteristische, sehr dünne und häufig perlschnurartige Wuchsformen auf. BESLOW et al. (1970) bringen derartige Wuchsformen mit Phosphormangel in Zusammenhang, GÖBL (1995) allgemein mit schlechter Standortsqualität.

Die Primärbesiedlung durch einen unbekannten ubiquitären Basidiomyceten mit gelblichen Hyphen (Typ 14) erfolgt langsam und über Jahre und wurde bisher kaum beachtet. Eine Differenzierung von Ektomykorrhiza anderer Pilzpartner erfolgt in der Regel erst mehrere Jahre nach der Pflanzung.

Lactarius deterrimus (Fichtenreizker), welcher zu den dominanten Ektomykorrhiza-Pilzen subalpiner Fichtenwälder - ungeachtet der geologischen Unterlage - gehört (PEINTNER 1995), spielt dabei als „first stage“-Ektomykorrhiza-Bildner eine bedeutende Rolle.

Die Nadelvergilbung kann als Symptom für den Vitalitätsverlust der Ektomykorrhiza als nährstoffaufnehmende Organe gewertet werden. Die Wachstumsdepression kann in Zusammenhang damit stehen, daß während einiger Jahre alle verfügbaren Nährstoffe für den Aufbau der Pilzkomponente verbraucht werden und der Pflanze nicht zur Verfügung stehen (COLPAERT et al. 1992).

Die Ursachen des Vitalitätsverlustes der Ektomykorrhiza und somit der Sprosse junger Fichten können derzeit nicht begründet werden; es wird ein Effekt mehrerer Faktoren angenommen.

AL ALBRAS et al. (1989) begründen eine Reduktion von Ektomykorrhiza nach der Verpflanzung generell durch Streß. POMPEL et al. (1973) konnten nachweisen, daß

Tab. 12:

Ektomykorrhiza-Bildung bei 3 Gruppen von Fichtenjungpflanzen im Weidebereich des Schulterbergwaldes bei Achenkirch (1640 m Seehöhe) in den ersten Jahren nach der Pflanzung auf Standorten mit *Rendsina* oder Braunlehm

Pflanztermin	1991 Mai	1991 Juni	1994 Juli
Anzuchtgarten und Habitus der Pflanzen	Amdorf 4 j verschult wurzel nackt	Kalwang (HIKO) 1 j Sämlinge Container	Arndorf 4 j verschult wurzel nackt
Mykorrhizierung zum Zeitpunkt der Pflanzung	sehr gut (<i>Amphinema byssoides</i> und Typ mit weißlichem Myzel)	keine	sehr gut (<i>Amphinema byssoides</i>)
Art der Pflanzung	Winkelpflanzung nach Wurzelschnitt	mit Pflanzrohr	sehr sorgfältige Lochpflanzung
Veränderung nach 3 Monaten	Ektomykorrhiza abgestorben Nadelvergilbung	Austrieb von Langwurzeln	Ektomykorrhiza abgestorben Nadelvergilbung
Veränderung nach 3 Jahren	Neubildung langer, dünner Kurzwurzeln von perlschnurartigem Wuchs, fragmentarische Pilzmantelbildung durch glatte gelbliche Hyphen mit Schnallen, einzelne lose Hyphenstränge. Starke Nadelvergilbung		
Veränderung nach 6 Jahren	Pilzmantel und Myzelstränge aus gelblichen Hyphen (mit Schnallen), deutliche Differenzierung von Ektomykorrhiza durch <i>Lactarius deterrimus</i> , vereinzelt Auftreten anderer Typen, beginnendes Sproßwachstum		—
Dokumentation	Beobachtungsergebnis GöBL (nicht publiziert)	KUBICEK ET AL. 1998	

Ektomykorrhiza der Anzuchtgärten, aus welchen nachweislich Pflanzmaterial für die Aufforstungen Haggen und Paida stammt, empfindlich auf Milieuveränderungen wie z.B. erhöhte oder unausgewogene Düngergaben reagiert. In beiden Fällen erfolgte jedoch nur eine Reduktion von Ektomykorrhiza.

MOSER (1958) weist darauf hin, daß Pilze beziehungsweise Pilzstämmen aus Hochlagen unempfindlicher gegenüber tiefen Temperaturen reagieren als solche aus Tallagen und diese Eigenschaft beibehalten, auch wenn die Aufzucht geimpfter Pflanzen in Tallagen erfolgt. Nach HUSTED & LAVENDER (1989) sind ursprüngliche Pilze eines Standortes gegenüber geimpften Pilzen bei tiefen Temperaturen für die Ektomykorrhiza-Bildung von Vorteil. Eine Mykorrhizierung junger Fichten mit bestimmten Pilzen von Hochlagenstandorten gelingt problemlos (nicht publiziert), eine Adaptierung solcher Ektomykorrhiza am Hochlagenstandort ist im Rahmen vertretbarer Kosten derzeit kaum realistisch. Da in den Fichtenpflanzungen kaum Ausfälle registriert wurden, sollte jedenfalls das Kosten-Nutzen-Verhältnis im Vergleich zu den natürlichen Ressourcen überprüft werden (KROPP & LANGLOIS 1990).

6 Die Ektomykorrhiza der Lärche

Pflanzungen mit Lärche wurden in der Aufforstung Haggen 1963 begonnen (HENSLE 1970) und laufend erweitert. Heute sind große Flächen der Aufforstung mit dieser Holzart bedeckt.

Der Anzuchtgarten für Lärchenpflanzen liegt inmitten eines Fichte-Lärchen-Mischwaldes (Klausboden, Pitztal). Als „first stage“-Ektomykorrhiza-Pilz (DIGHTON et al. 1986) von Lärchenpflanzen fruktifiziert *Suillus grevillei* sehr häufig in unmittelbarer Umgebung. Diese Pilzspezies bildet auch an den Wurzeln der jungen Lärchen im Pflanzgarten Ektomykorrhiza aus und wird auf diese Weise verbreitet (MELIN 1922). Eine erste Fruktifikation von *Suillus grevillei* wurde in der Aufforstung Haggen bereits nach 3 Jahren festgestellt und wird als Maß für eine gute Anpassung von Pflanze und Pilz an den Hochlagenstandort gewertet.

Es liegen Beobachtungen aus darauffolgenden Jahren vor, welche die Rekonstruktion einer Abfolge der Besiedelung durch andere Pilzarten erlauben:

1966	<i>Suillus grevillei</i>	sehr häufig	1972	<i>Hygrophorus lucorum</i>	sehr häufig
				<i>Hygrophorus speciosus</i>	einzel
1970	<i>Tricholoma imbricatum</i>	sehr häufig		<i>Suillus viscidus</i>	einzel
	<i>Tricholoma psammopus</i>	einzel	1979	<i>Russula nauseosa</i>	einzel
	<i>Gomphidius maculatus</i>	einzel		<i>Boletinus cavipes</i>	Einzelfund

Tab. 13:

Ektomykorrhiza der Lärche aus der Aufforstung Haggen. Kurzcharakteristik und Gruppierungen nach auffallenden Merkmalen.

Art und Anzahl der Proben: 52 große Stichproben

Verteilung der Proben: entsprechend Abbildung 22

Entnahmezeitraum: August und September 1997

Typ Nr.	Beschreibung
Achsen gebogen, mit flächig abstrahlenden Rhizomorphen, Hyphen zartwandig mit Schnallen	
1 *	weiß-weißlich, Rhizomorphen zart, Hyphen zart, Schnallen häufig an Verzweigungspunkten (<i>Telamonia</i> sp. nach TREU)
Achsen gerade oder unregelmäßig	
2 °	▶ flächig abstrahlende Rhizomorphen weißlich-orangebraun-dunkelbraun, abstrahlende Hyphen mit angelagerten Kristalloiden, bräunliche Pigmente, Rhizomorphen mit großlumigen zentralen Hyphen. (<i>Suillus grevillei</i> nach TREU)
3 °	weiß; gedrungene, dreieckige Wuchsform, kleine Komplexe, Rhizomorphen differenziert, Oberfläche filzig, mit Kristalloiden besetzt und gelbbraun gefleckt (<i>Boletinus cavipes</i> nach TREU)
4 *	▶ drahtige, strukturierte Rhizomorphen weiß; Oberfläche strähnig, Rhizomorphen strukturiert, splitten auf (<i>Tricholoma imbricatum</i> nach TREU)
5 °	▶ punktförmig abstrahlende Rhizomorphen grau-schwärzlich, Pilzmantel vielschichtig, Netzstruktur, Hyphen gewellt, ohne Schnallen, grau
6 °	▶ ungerichtet abziehende Hyphen gelbliche, einfache Ektomykorrhiza oder kleine Komplexe. Oberfläche des Pilzmantels pseudoparenchymatisch mit rundlichen bis länglichen Zellen, abziehende Hyphen kurz. (<i>Hygrophorus lucorum</i> nach TREU)
7 °	▶ Besatz von Zystiden dunkelbraun, Pilzmantel mehrschichtig, von einem Netz verzweigter Zystiden überlagert.
8 °	blaßbraun, Pilzmantel dicht mit rundlichen Zystiden besetzt.
9 *	▶ Starre Borsten, schwarz <i>Coenococcum geophilum</i>
10 *	▶ Oberfläche glatt orange-rotbraun, die Achsen auffallend lang, Pilzmantel mit Netzstruktur, etwas gelatinös, mit Lactiferen (<i>Lactarius porninsis</i> nach TREU).
°...nur bei Fichte *...auch bei anderen Baumarten	

Diese Artengarnitur von Ektomykorrhiza-Bildnern der Lärche aus der Aufforstung Haggen stimmt überein mit jener, welche 1978/79 in natürlichen Lärchenjungbeständen vergleichbaren Alters oberhalb der Waldgrenze bei Matrei/Osttirol gefunden wurde (anstelle von *Gomphidius maculatus* wurde an diesen Standorten *G. gracilis* gefunden).

In der Aufforstung Haggen wurden bis 1997 konstant die oben genannten Arten festgestellt. In Lärchenbeständen, welche nach 1963 begründet wurden, erfolgte ein vergleichbarer Verlauf der Sukzession von Ektomykorrhiza-Pilzen.

In 48 Stichproben von sechs Probeflächen (I, II, III, IV, V, VI) und zwei Einzelbäumen (VII, VIII) aus dem 30-jährigen Bestand mit Kronenschluß sowie vier weiteren Einzelproben aus jüngeren Pflanzungen (IX, X, XI, XII) wurden bisher mit *Coenococcum geophilum* 10 Ektomykorrhiza-Typen unterschieden (Tab. 13).

Ein Typ (2) ist dominant im Bereich der jüngeren Pflanzen (Abb. 22); er wurde *Suillus grevillei* zugeordnet und bereits eingangs erwähnt. Ein zweiter Typ (10, Abb. 23),

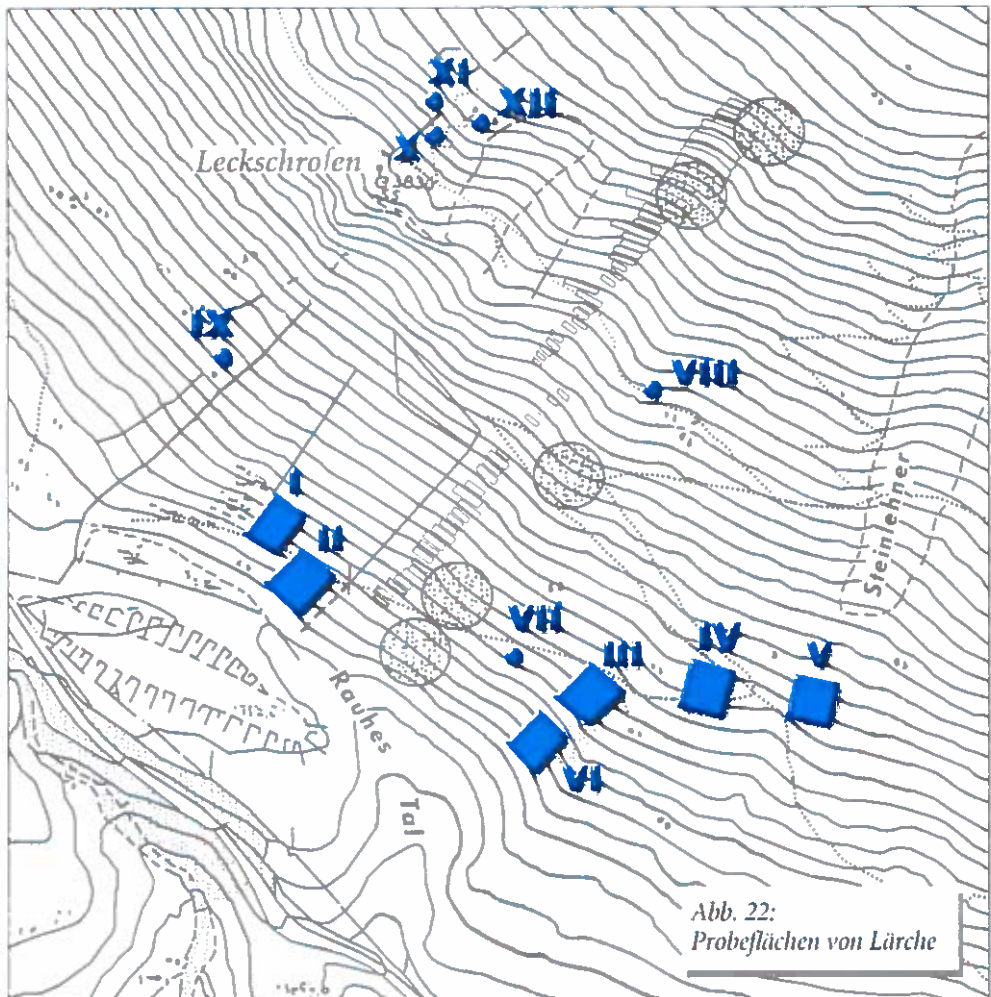


Abb. 22:
Probeflächen von Lärche

gebildet von *Lactarius porninisis*, tritt flächendeckend im Bereich der älteren Bestände auf und zeigt das Verhalten eines „late stage“-Ektomykorrhiza-Pilzes nach DIGHTON et al. (1986). Die übrigen Typen sind einzeln und diffus (6,8) oder in kompakten Gruppen (1, Abb. 24 oder 5, Abb. 25) angeordnet.

TREU (1990) hat Ektomykorrhiza-Typen der Lärche aus dem Nationalpark Berchtesgarden morphologisch auf der Basis von Myzelverbindungen zwischen Pilzfruchtkörpern und Ektomykorrhiza identifiziert. Von 12 Typen werden 10 einer Art, 1 einer Gattung zugeordnet und ein Typ ist spezifisch für Kalkstandorte.

Sechs dieser Typen zeigen eine weitgehende Übereinstimmung mit Typen aus der Aufforstung Haggen.

Der Ektomykorrhiza der Lärche wurde bisher von der forstlichen Praxis wegen der problemlosen Aufzucht der Pflanzen im Forstgarten sowie der guten Anwuchserfolge an Hochlagenstandorten geringe Beachtung geschenkt; daher gibt es wohl derzeit keine weiteren Vergleichsmöglichkeiten. Erwähnenswert ist eine mehr oder weniger starke, flächendeckende Schädigung der Lärchen durch den Schädling *Encoeliopsis laricina*, den Erreger des Lärchentriebsterbens, welcher normalerweise zwischen dem zehnten und dem zwanzigsten Jahr nach der Aufforstung massiv auftritt (DONAUBAUER 1980). Am Haggener Sonnberg kam es jedoch nicht zu einer großflächigen Epidemie, wohl aber zu deutlicher Schädigung in Teilflächen. Mit zunehmendem Schaden am Baum wurde ein Rückgang der Fruktifikationsrate von Pilzen sowie das Unterbleiben der Neubildung von Ektomykorrhiza beobachtet (LAST & FLEMING 1985). Diese Symptome wurden quantitativ nicht erfaßt, da vollkommen gesunde Referenzflächen nicht vorhanden waren.



Abb. 23:
Lärche, Wuchsform mit langen
Achsen (Typ 10, *Lactarius porninisis*,
nach TREU)



Abb. 24: Lärche, Wuchsform mit gebogenen Achsen und flächig abstrahlenden weißen Rhizomorphen (Typ 1, vermutlich *Telamonia*, nach TREU)

Abb. 25: Lärche, Wuchsform mit geraden Achsen und drahtigen Rhizomorphen (Typ 5, vermutlich *Tricholoma imbricatum*, nach TREU)





Abb. 26: Spirke, Gabelmykorrhizen mit zartem, blaßgelben Myzel (Typ 3)

7 Die Ektomykorrhiza der Spirke

Versuchspflanzungen mit Spirke wurden 1980 auf begrenzten Flächen in sehr engem Pflanzverband angelegt. Über den Anzuchtgarten der Pflanzen und ihre ursprüngliche Mykorrhizierung ist nichts bekannt.

In einer Fläche in etwa 1770 m Seehöhe, welche ausschließlich mit Spirke bestockt ist, wurde nur ein Ektomykorrhiza-Typ (Typ 3, Abb 26) mit blaßgelbem,losem, schleierartigem Myzel in üppiger Ausbildung gefunden (Abb. 26, Tab. 14). Seine Verbreitung deckt sich mit der Parzellenfläche sowie mit dem Vorkommen des für 2-nadelige Kiefern typischen *Suillus luteus*.

In einem zweiten Bestand in etwa 1920 m Seehöhe, welcher mit Zirben durchmischt und von *Arctostaphylos* begrenzt ist, war die Typenzahl mit fünf etwas höher. An den Wurzeln der Spirke wurden die typischen weißen Knollenmykorrhizen der Zirbe nicht gefunden. Ein Typ mit koralloider Wuchsform mit einer unvollständigen äußeren Umhüllung (Typ 1) weist jedoch Strukturen einer *Suillus*-Ektomykorrhiza auf.

Der Typ mit schleierähnlichen Rhizomorphen und mit zartwandigen, vorwiegend an den Verzweigungsstellen Schnallen tragenden Hyphen (Typ 2) findet sich in etwas unterschiedlicher Wuchsform an benachbarten Wurzeln der Zirbe (entsprechend der

Tab. 14:

Ektomykorrhiza-Typen der Spirke aus der Aufforstung Haggen. Kurzcharakteristik und Gruppierungen nach auffallenden Merkmalen.

Art und Anzahl der Proben: 6 große Stichproben

Entnahmezeitraum: August und September 1997

Typ Nr.	Beschreibung
Achsen gestaucht	
1 *	▶ koralloide Formen • weiß, äußere Hülle fragmentarisch, mit zarten abstrahlenden Strängen. Pilzmantel der Einzelachsen mehr- bis vielschichtig, löst sich in äußere, lockere Schicht mit eingelagerten Pigmenten auf. Hartig'sches Netz mit deutlicher Radialstruktur. Vermutlich <i>Suillus</i> sp.
Achsen gebogen, mit flächig abstrahlenden Rhizomorphen, Hyphen zartwandig mit Schnallen	
2 °	• weißlich - weiß, auffallend langgezogene Achsen mit unregelmäßig gegabelten Spitzen, Rhizomorphen schleierähnlich, Hyphen zartwandig, zahlreiche Schnallen, bevorzugt an den Verzweigungspunkten. Jung auch etwas rosa.
Achsen gerade oder unregelmäßig	
3 °	▶ loses oder watteähnliches Myzel und undifferenzierte Hyphenstränge • blassgelb, abstrahlendes, schleierartiges Myzel, Hyphen mit reichlich Schnallen, Pilzmantel wenigsschichtig, löst sich auf in Myzel und zarte Rhizomorphen. Hartig'sches Netz mit nicht sehr deutlicher Radialstruktur. Vermutlich <i>Suillus luteus</i>.
4 *	• gelblich, reichlich loses Myzel, Hyphen glatt, zahlreiche Schnallen (Anastomosen durch Schnallen geschlossen), Hyphenstränge von unterschiedlicher Dichte und Dicke, nicht strukturiert und ohne unmittelbaren Kontakt zum losen Hyphennetz der Manteloberfläche
5 *	▶ starre Borsten, schwarz • <i>Coenococcum geophilum</i>
°...nur bei Fichte *...auch bei anderen Baumarten	

Typengruppe Zirbe Typ 6) und an den Wurzeln von *Arctostaphylos* (Typ 9), was auf Hyphenverbindungen zwischen den 3 Symbiosepartnern schließen läßt.

Fruchtkörper von *Suillus luteus* in dichtem *Arctostaphylos* Bestand und in etwa 6 m Entfernung von den Bäumen lassen solche Verbindungen auch bei anderen Pilzarten vermuten. Ein eindeutiger Nachweis war im Rahmen dieser Untersuchung jedoch nicht möglich.

8 Die arbutoide Mykorrhiza von *Arctostaphylos uva ursi*

8.1 Verbreitung von *Arctostaphylos uva ursi* im subalpinen Areal

Arctostaphylos uva ursi, die Bärentraube, zählt als einziger immergrüner Vertreter einer artenreichen, vorwiegend in Amerika beheimateten Gattung zu den bestandesbildenden Arten der subalpinen Zwergstrauchheiden.

Das zentralalpine Areal umfaßt unter anderem Standorte von Aufforstungen und solche früherer Waldrodungen. *Arctostaphylos uva ursi* bevorzugt hier besonnte Standorte mit mineralreichen Böden (Podsolige Braunerde, Brauner Ranker), relativ geringen Schneehöhen und dementsprechend starker Bewindung. Bisher wurde diese Pflanze im Rahmen von Aufforstungsprojekten zur Bewertung der Standortqualität herangezogen (AULITZKY 1963, NEUWINGER 1970, 1980).

Am Haggener Sonnberg finden sich derzeit ausgedehnte Bestände von *Arctostaphylos* ab einer Seehöhe von etwa 1800 m.

8.2 Vorkommen von Ektomykorrhiza-Pilzen in Beständen von *Arctostaphylos uva ursi*

1979 wurden im Bereich einer steinigen Rippe („Steinlehner“, Abb. 27) in einem lockeren *Arctostaphylos*-Bestand zwischen 1820 und 2000 m Seehöhe zahlreiche Fruchtkörper verschiedener Pilzspezies gefunden.

Es handelt sich vorwiegend um Ektomykorrhiza-Pilze von Fichte und Kiefer (Latsche), deren Vorkommen nur aus entfernt liegenden Waldbeständen, zum Beispiel dem Bannwald von Paida, bekannt war.

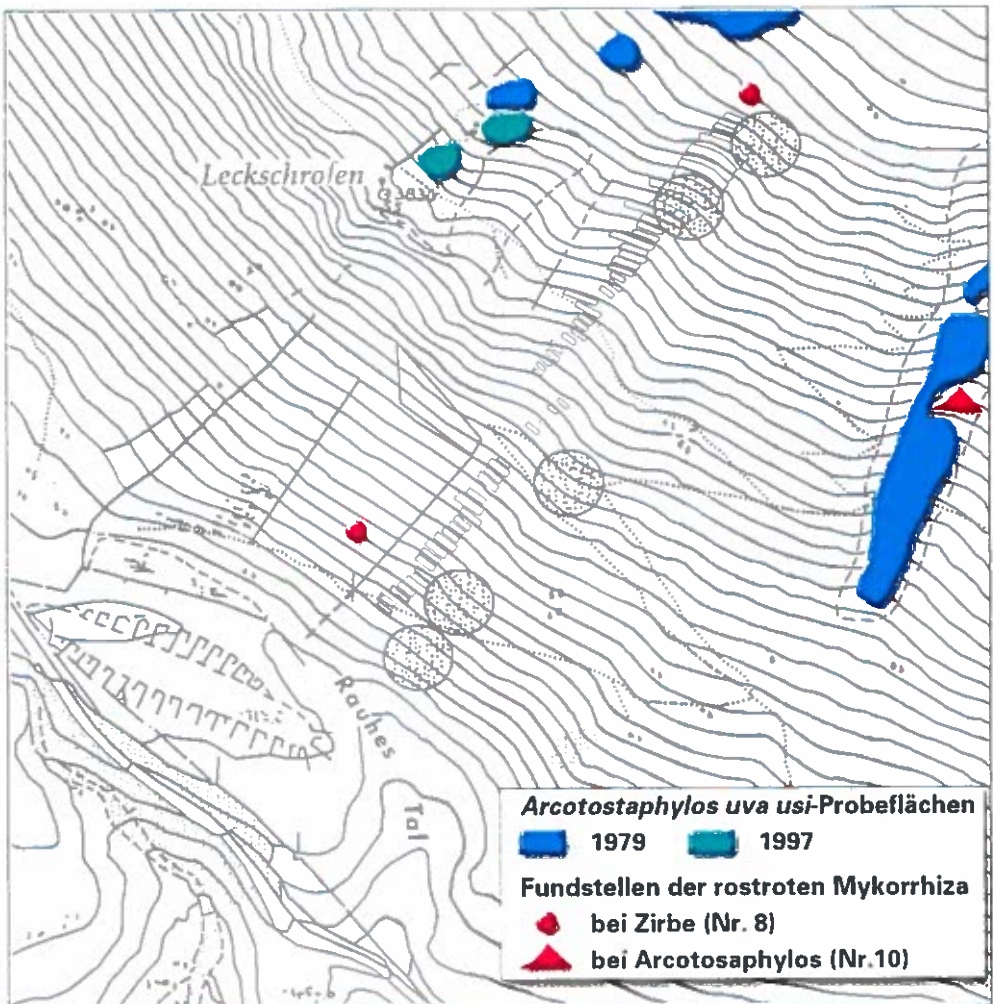
An Probenstandorten oberhalb des „Leckschrofens“ (Abb. 27) wurden sowohl 1979 als auch 1997 Fruchtkörper von Ektomykorrhiza-Pilzen gefunden, jedoch in nur geringer Anzahl. Dieser Unterschied wird auf die größere Dichte und Höhe der Zwergstrauchdecke und damit auch Überdeckung von Fruchtkörpern an diesen wenig strukturierten Standorten zurückgeführt. Die Probenstandorte „Steinlehner“ wurden 1980 aufgeforstet. Mit fortschreitender Entwicklung der Bäume und dementsprechender Standortsveränderung wurden die 1979 untersuchten *Arctostaphylos*-Bestände völlig verdrängt und die Fruktifikation der erwähnten Pilze zumeist unterdrückt.

Beobachtungen bezüglich des Vorkommens einzelner Ektomykorrhiza-Pilze aus reinen *Arctostaphylos*-Beständen sind auch aus anderen Gebieten wie Pitztal und Ötztal bekannt (MOSER, NEUWINGER, persönliche Mitteilungen).

8.3 Ausbildung der arbutoiden Mykorrhiza von *Arctostaphylos uva ursi*

Die Mykorrhizen von *Arctostaphylos uva ursi* werden aufgrund ihrer Struktur (z.B. apikale Dichotomie) derzeit der Gruppe der arbutoiden Mykorrhizen zugeordnet (MARKS 1991). Sie sind im Vergleich zu Ektomykorrhizen von Waldbäumen wesentlich zarter und besiedeln häufig nur bestimmte Bereiche der Feinwurzeln ihres Symbiosepartners (MEJSTRÍK & HADAC 1975). Ähnlich wie Ektomykorrhizen weisen diese eine deutliche Umhüllung von Pilzgewebe (Abb. 28) sowie deutlich verschiedene Wuchsformen auf, welche von den jeweiligen Symbiosepartnern beeinflusst und geprägt werden (MASSICOTE et al. 1993).

Abb. 27: Probefläche von *Arctostaphylos uva ursi* im Bereich der Aufforstung



8.4 Arbutoide Mykorrhiza der Probenstandorte Haggener Sonnberg

Am Haggener Sonnberg konnten trotz der relativ geringen Anzahl von 20 Stichproben bisher 14 arbutoide Mykorrhiza-Typen von *Arctostaphylos uva ursi* unterschieden werden (Tab. 15), welche ausgedehnte, zusammengesetzte Komplexe bilden können. Häufig wurde ein üppiges Vorkommen von abstrahlendem Myzel und Rhizomorphen beobachtet, welchem dieselbe Funktion bezüglich Wasser-Nährstoffverorgung und Bodenverfestigung wie bei den Ektomykorrhiza der Bäume zukommen dürfte. Für einen Typ (Typ 9, Tab. 15) und die Ektomykorrhiza Typ 2 (Tab. 14) aufgeforsteter Spirken sowie Typ 6 an Zirbe (Tab. 5) konnte an einem Standort in 1920 m Seehöhe eine große morphologische Übereinstimmung in Bezug auf Pilzmantelstruktur sowie abstrahlende Hyphen festgestellt werden, was auf großräumige Hyphenverbindungen zwischen diesen Pflanzen hinweist. Ein anderer Typ, welcher durch eine rostrote Färbung der Hyphen und das Vorkommen von Schnallen an deren Verzweigungsstellen leicht zu erkennen ist, wurde an entfernten Stellen sowohl bei *Arctostaphylos* (Typ 10, Tab. 15) in 1850 m Seehöhe als auch bei Zirbe (Typ 8, Tab. 5) in 1750 m Seehöhe gefunden (Abb. 27). Eine Identifizierung von Ektomykorrhiza/arbutoide Mykorrhiza durch Hyphenverbindungen zu Fruchtkörpern war im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Ebenso kann bisher die Vermutung nicht eindeutig bewiesen werden, daß an extremen Standorten, wie das für die Flächen mit *Arctostaphylos*-Bewuchs zutrifft, eine Lockerung der spezifischen Bindung von Ektomykorrhiza-Pilzen und Symbiosepartner erfolgt.

Ein Auftreten intrazellulärer Hyphen, welches in der Literatur erwähnt wird (MARKS 1991), konnte an den Ektomykorrhizen des Haggener Sonnberges in keinem Fall beobachtet werden.

8.5 *Arctostaphylos uva ursi*-Bestände: ein natürliches Reservoir für Ektomykorrhiza-Pilze

Nach bisherigen Ergebnissen kann angenommen werden, daß *Arctostaphylos*-Bestände im subalpinen Aufforstungsbereich ein Reservoir für Ektomykorrhiza-Pilze darstellen, welches mit großer Wahrscheinlichkeit als Relikt früherer Waldbestände (MEJSTRIK & HADAC 1975) angesehen werden kann. Es besteht Übereinstimmung mit Ergebnissen, welche vorwiegend auf Synthese-Experimenten basieren (ZACK 1976, MOLINA & TRAPPE 1982, MOLINA 1997, DANIELSON R.M 1984) und eindeutig beweisen, daß *Arctostaphylos uva ursi* die Fähigkeit besitzt, eine Symbiose mit verschiedenen Ektomykorrhiza-Pilzen verschiedener Baumarten einzugehen.

MOLINA & TRAPPE (1982), AMARANTHUS & PERRY (1989) sowie VISSER (1995) erwähnen eine gewisse Resistenz von *Arctostaphylos* (und damit ein Überleben ihrer arbutoide Mykorrhiza-Pilze) gegen Feuer, etwa entsprechend den Brandrodungen des Mittelalters im Alpenraum.

Tabelle 15:

Arbutoide Mykorrhiza-Typen von *Arctostaphylos uva ursi* im Bereich der Aufforstung Haggen. Kurzcharakteristik und Gruppierungen nach auffallenden Merkmalen.

Art und Anzahl der Proben: 20 große Stichproben

Verteilung der Proben: entsprechend Abbildung 27

Entnahmezeitraum: September 1979 und 1997

Typ Nr.	Beschreibung
Büschelförmig, deutliche apikale Dichotomie von Einzelachsen	
1	• weiß, Pilzmantel mit Netzstruktur und abstrahlenden, kurzen verzweigten Hyphen
2	• weiß - weißlichgrau, Pilzmantel mit deutlicher Netzstruktur, abstrahlende runde Rhizomorphen mit großlumigen, zentralen Hyphen, angelagerte Pigmente
3	• weiß - weißlichgrau, Pilzmantel glatt, Pseudoparenchym, Zellen in gelatinöser Matrix eingebettet
4	• gelbbraun - graubraun, Pilzmantel glatt, Pseudoparenchym mit eckigen Zellen
5	• blaßbraun, Pilzmantel mit Netzstruktur, abstrahlendes loses Myzel, Hyphen blaßbraun mit zahlreichen Schnallen
6	• dunkelbraun, Pilzmantel kompakt, innere Mantelschicht Pseudoparenchym mit rundlichen Zellen, geht über in Netz mit locker abstrahlenden, etwas gebogenen, pigmentierten Hyphen mit Schnallen
7	• gelbbraun, mit wolligem, gelbbraunen Myzel, mit Schnallen (nur 1 Komplex gefunden)
8	• schwarz, mit Borsten, <i>Coenococcum geophilum</i> auch Sekundärbefall verschiedener Typen
Langgezogene Systeme, apikale Dichotomie von Einzelachsen nur fallweise	
▶ Achsen gebogen	
9	• weiß - weißlich, Pilzmantel mit Netzstruktur, abstrahlendes, flaumiges Myzel, Hyphen zart, mit sehr zahlreichen Schnallen und Kontaktanastomosen
10	• rostrot (rot - rotbraun), Pilzmantel mit Netzstruktur, zahlreiche abstrahlende Hyphenstränge, Schnallen vorwiegend an Verzweigungsstellen der pigmentierten Hyphen
▶ Achsen unregelmäßig oder gerade	
11	• weißlich - gelblich, Pilzmantel kompakt mit abstrahlenden Strängen aus parallel laufenden Hyphen, mit Schnallen
12	• weißlich - blaßgelb, mit losem Myzel, Hyphen mit lichtbrechendem Granulat gefüllt, mit Schnallen
13	• weißlich, Pilzmantel mit Netzstruktur, Hyphen zart, dicht mit Kristalloiden besetzt, ohne Schnallen
14	• weißlich, einzelne, sehr zarte Rhizomorphen, Hyphen zart, glatt, ohne Schnallen, im Bereich der Septen gebläht

9 Bindung der Ektomykorrhiza-Typen an die verschiedenen Symbiosepartner

9.1 Ektomykorrhiza in Bereich der Bäume

Ektomykorrhiza-Typen wurden im Bereich der Aufforstung Haggen für die Baumarten Zirbe, Fichte, Lärche und Spirke getrennt aufgenommen, um nicht nur ihre Vielfalt und den Verlauf der Sukzession, sondern auch ihre Bindung an die einzelnen Symbiosepartner entsprechend zuordnen zu können.

Weltweit haben Beobachtungen in Waldbeständen und Aufforstungen gezeigt, daß zahlreiche Pilzarten und damit die von ihnen gebildeten Ektomykorrhiza-Typen eine unterschiedlich starke Bindung an verschiedene Baumarten aufweisen. Die im folgenden angeführten Beispiele für solche Kombinationen sind entsprechend dem Ektomykorrhiza-Typen-Spektrum von Haggen gewählt.

I. enge Bindung an eine Baumart

<i>Suillus grevillei</i>	<i>Larix decidua</i>	(MELIN 1922)
<i>Suillus plorans</i>	<i>Pinus cembra</i>	(MOSER 1963, TREU 1990)

II. weniger enge Bindung an eine Baumart

<i>Suillus placidus</i>	<i>Pinus cembra</i> , <i>Pinus strobus</i>	(MOSER 1963, SMITH A.H. 1971)
<i>Lactarius badiosanguineus</i>	<i>Pinus cembra</i> , <i>Picea excelsa</i>	(TREU 1990)

III. breites Spektrum von Symbiosepartnern und weltweite Verbreitung

<i>Coenococcum geophilum</i>	zahlreiche Gattungen von Bäumen und Sträuchern	(TRAPPE 1971)
------------------------------	--	---------------

In Tab. 16 sind die Bindungen der dominanten Ektomykorrhiza-Typen aus der Aufforstung Haggen nach diesem Schema dargestellt.

- Zu Gruppe I zählen Typen, welche von *Suillus* und *Lactarius*-Arten gebildet werden, die in der Aufforstung weit verbreitet und regelmäßig auch bei gutwüchsigen Jungpflanzen vorhanden sind. Das Verhalten von *Lactarius deterrimus* und *Lactarius porninsis* entspricht Angaben von TYLER (1992), wonach zu den wenigen Pilzarten mit hoher Affinität für nur eine Baumart auch Vertreter der Gattung *Lactarius* zählen. Die Übereinstimmung zwischen häufiger Fruktifikation von „first stage“ Ektomykorrhiza Pilzen und häufigem Vorkommen dazugehöriger Ektomykorrhiza, welche von GARDES & BRUNS (1996) für *Pinus uncinata* Bestände festgestellt wurde, kann in der Aufforstung Haggen für die unterschiedene Gruppe I der Pilzarten mit Bindung an nur eine Holzart bestätigt werden.
- Für Gruppe II ist der fallweise häufige Typ mit drahtigen Rhizomorphen charakteristisch, welcher *Tricholoma imbricatum* zugeordnet und sowohl bei Fichte als auch

bei Lärche gefunden wird. Ebenfalls in diese Gruppe gehört der nicht identifizierte Typ mit dem auffallend speckig glänzenden Pilzmantel.

- Gruppe III erweist sich als heterogen; sie umfaßt den als ubiquitär bekannten Typ von *Coenococcum geophilum* sowie den nicht identifizierten und wenig bekannten Typ mit losem gelblichen Myzel, welcher bei jungen, aufgeforsteten Fichten als

Tab. 16:
Bindung dominanter Ektomykorrhiza-Typen an die verschiedenen Baumarten der Aufforstung Haggen sowie ihre Zuordnung zu bekannten Pilzsymbionten

Ektomykorrhiza-Typ	Pilzsymbiont	Baumart			
		Zirbe	Fichte	Lärche	Spirke
I. Bindung an eine Baumart					
weiße Knollen, in Verbindung mit Rhizomorphen, mit <i>Suillus</i> Kristalloiden;	<i>Suillus plorans</i> <i>Suillus placidus</i>	+			
weißlich-orangebraun, wollige Oberfläche, unregelmäßig pinnat, mit <i>Suillus</i> Kristalloiden;	<i>Suillus grevillei</i>			+	
blaßgelbes, loses Myzel, zarte Stränge, <i>Suillus</i> Kristalloide Gabelbüschel	<i>Suillus luteus</i>				+
gelbbraun - rotbraun, Pilzmantel glatt, mit Lactiferen, plectenchymatisch, mit Alterung mehr grünspanfarbig	<i>Lactarius deterrimus</i>		+		
gelbbraun, Pilzmantel plectenchymatisch, etwas gelatinös, mit Lactiferen, Achsen derb	<i>Lactarius porninsis</i>			+	
II. Bindung an zwei Baumarten					
dunkelbraun, dunkelrotbraun, eckiges Parenchym, Oberfläche speckig glänzend	nicht identifiziert	+	+		
weiß, mit drahtigen, strukturierten Rhizomorphen	<i>Tricholoma imbricatum</i>		+	+	
III. Bindung nicht spezifisch					
gelblich, mit losem Myzel und undifferenzierten Hyphensträngen. Hyphen glatt, mit zahlreichen Schnallen	nicht identifiziert	+	+	+	+
weiß-weißlich, gebogene Achsen, flächig abstrahlende, zarte Rhizomorphen	<i>Telamonia</i> sp.	+	+	+	+
schwarz, Oberfläche mit starren Borsten besetzt	<i>Coenococcum geophilum</i> *	+	+	+	+
* in Haggen verbreitet, jedoch nicht häufig					

Initialbesiedler der Wurzeln eine bedeutende Rolle spielt (Kapitel 6.7). Weiters ist die Typengruppe mit gebogenen Achsen und zarten Rhizomorphen, welche *Telamonia*-Arten zugeordnet wird (als „late stage“ Typ), in Parzellen mit Kronenschluß der Bäume verbreitet.

Alle anderen beschriebenen, jedoch weniger häufigen und heterogen verteilten Ektomykorrhiza-Typen wurden entsprechend ihrem Vorkommen bei einzelnen (Gruppe I) oder bei mehreren Baumarten (Gruppe II und III) aufgelistet und zusammen mit den dominanten Typen in Tabelle 17 zahlenmäßig dargestellt. Einen Überblick über die Bindung aller Typen an die jeweiligen Baumarten gibt Tab. 18.

Von den insgesamt 79 für alle Baumarten beschriebenen Ektomykorrhiza-Typen wurden insgesamt 57 bei jeweils nur einer Baumart gefunden. Der Anteil dieser spezifischen Typen betrug für die einzelnen Baumarten durchwegs 70 - 80 Prozent.

Die Anzahl von 35 Typen bei Zirbe - wovon 28 spezifisch an diese Baumart gebunden sind - beträgt weniger als 50% der gesamten beschriebenen Typen. Hiermit ist der Nachweis erbracht, daß die Ektomykorrhiza-Typen-Vielfalt für den aufgeforsteten Mischbestand des Haggener Sonnberges wesentlich größer ist, als dies bei Anwendung von nur einer Baumart der Fall wäre (HESLIN et al. 1992).

Tab. 17:

Verteilung der beschriebenen Ektomykorrhiza Typen aus der Aufforstung Haggen entsprechend ihrer Bindung an eine oder an mehrere Baumarten (Zuordnung der Einzeltypen: Tab. 5, 9, 13, 14)

	Baumart				
	Zirbe	Fichte	Lärche	Spirke	alle Baumarten
artspezifische Verzweigung der Ektomykorrhiza	dichotom (Knollen)	pinnate-pyramidal	pinnate-pyramidal	dichotom	
Gesamtzahl der beschriebenen Ektomykorrhiza-Typen	35	29	10	5	79
davon Anzahl mit Bindung an nur eine Baumart	28	21	7	1	57
davon Anzahl mit Bindung an mehrere Baumarten	7	8	3	4	22

9.2 Arbutoide Mykorrhiza im Bereich der Bärentraubenheide

Das Areal der Bärentraube (*Arctostaphylos*) und jenes der aufgeforsteten Baumarten überschneiden sich am Haggener Sonnberg etwa ab einer Seehöhe von 1800 m. Ab diese Höhe schaffen Klimafaktoren wie erhöhte Windgeschwindigkeit (KRONFUS 1998) und verkürzte Vegetationszeit eine Verschlechterung der Wachstumsbedingungen für die Bäume, während die Entwicklung der Bärentraube (*Arctostaphylos*) begünstigt wird.

Tab 18:
Überblick über die Bindung aller Typen an die jeweiligen Baumarten

Typencharakteristik		Nr.	Zirbe	Nr.	Fichte	Nr.	Lärche	Nr.	Spirke
weiße	Knollen	1	+						
violette		2	+						
blaßbraun	koralloid	3	+					1	+
blaßgrün		4	+						
gelbbraun		5	+						
weiß	Achsen gebogen	6	+	1	+	1	+	2	+
blaßgelb		7	+						
rostrot		8	+	2	+				
grau	punktförmige Rhizomorphen	9	+						
weiß		10	+						
struppig		11	+	5	+				
orange	wolliges Myzel	12	+						
weißhyalin		13	+						
gelbbraun		14	+						
gelb, Hyphen strukturiert		15	+						
schwarz, Hyphen strukturiert		16	+						
rosa		17	+						
graubraun	loses Myzel	18	+			10	+	4	+
weiß		19	+						
gelblich mit Strängen		20	+	14	+				
blaßgelb (<i>Suillus luteus</i>)	loses Myzel, zarte Stränge							3	
schwarze Borsten	Coenococcum	21	+	18	+			5	
grau mit Zystiden	Oberfläche matt	22	+	20	+				
rotbraun mit Netz		23	+						
rotbraun mit zylindrischen Zyst.		24	+						
rotbraun mit fingerförmigen Zyst.		25	+						
weißgrau mit abgerundeten Zyst.		26	+						
weiß, Zystiden mit Köpfchen		27	+						
rötlichgrau, mit Netz		28	+						
blaßviolett mit Netz		29	+						
rotbraun		30	+						
gelb, Pilzmantel zellig, zuspitzende Zyst.		31	+		+				
dunkelrotbraun	Oberfläche glatt	32	+						
rotbraun, gelatinös		33	+						
dunkelbraun-violett		34	+	29	?				
orange mit Lactiferen		35	+						
blaßbraun (im Gras)	Achsen gerade Rhizomorphen flächig			3	+				
weiß	drahtig			4	+	4	+		
schwarzbraun gelblich	punktförmige Rhizomorphen			6	+				
gelb, mit Anastomosen	struppig			7	+				
mit Chlamydosporen				8	+				

Typencharakteristik		Nr.	Zirbe	Nr.	Fichte	Nr.	Lärche	Nr.	Spirke
dunkelbraun rotbraun rötlich-gelb mit Stacheln gelb mit glatten Hyphen blaßbraun	wollig, starr			9	+				
				10	+				
				11	+				
				12	+				
				13	+				
blaßgelb mit Stacheln weiß, mit gewundenen Hyphen graubraun, mit gewundenen Hyphen	loses Myzel			15	+				
				16	+				
				17	+				
<i>Lactarius deterrimus</i> dunkelbraun, eckiges Parenchym speckig glänzend rotbraun, kleinumiges Parenchym dunkelbraun olive dunkelrotbraun, Plektenchym dunkelrotbraun, Hyphen mit Schnallen	Oberfläche matt			23	+				
				24	+				
				25	+				
				2	+				
					+				
weiß -orangebraun weiß	Rhizomorphen, mit Kristalloiden					2	+		
						3	+		
grau, Hyphen gewellt	punktförmige Rhizomorphen					5	+		
gelblich	Hyphen ungerichtet					6	+		
dunkelbraun blaßbraun	Zystiden					7	+		
						8	+		
<i>Lactarius porninsis</i>	Lactiferen					9	+		

Abb. 28: Bärentraube, Arbutoide Mykorrhiza Büschel mit der typischen apikalen Dichotomie. Pilzmantel dunkelbraun mit zarten abstrahlenden Hyphen (Typ 6)



In diesem Bereich verändert sich offensichtlich die Wertigkeit der Bindung zwischen Pilz und Symbiosepartner. Ein deutlicher Hinweis für ihre Lockerung sind einerseits die morphologischen Ähnlichkeiten von Ektomykorrhiza-Typen der Bäume und der arbutoiden Mykorrhiza von *Arctostaphylos* (vgl. Kapitel), andererseits das Vorkommen von Ektomykorrhiza-Pilzen, welche als spezifisch für bestimmte Baumarten angesehen werden, in reinen *Arctostaphylos*-Beständen. Es sind dies u.a. *Suillus luteus* und *Suillus grevillei*, welche unter normalen Bedingungen 2-nadeligen Kiefern bzw. Lärchen zugeordnet werden, in Versuchen jedoch auch zur Synthese mit sogenannten unspezifischen Baumarten veranlaßt werden konnten (DUDDRIDGE et al. 1986, für *Suillus grevillei* RIETVELD et al. 1989). Es liegt demnach die Vermutung nahe, daß bestimmte Standortbedingungen, zum Beispiel solche extremer Bereiche der subalpinen Aufforstungszone, die Bindung von Pilz und Symbiosepartner beeinflussen können.

10 Untersuchung des Pilzvorkommens

10.1 Pilzfunde in der Aufforstung und ihre systematische Stellung

Während der Vegetationsperioden 1996/97 wurden 100 Pilzarten aus verschiedenen systematischen Gruppen festgestellt (Tab. 19). Die Auflistung der einzelnen Arten erfolgt in Tab. 24 (Anhang).

Die höchste Anzahl an Arten entfällt auf die Familie der Tricholomataceae mit 34 Arten, gefolgt von den Cortinariaceae mit 13 Arten und den auf Totholz wachsenden Corticiaceae mit 12 Arten. Boletaceae und Hygrophoraceae sind mit je sieben und sechs und weitere zehn Familien mit nur je einer Art vertreten. Bei dieser Verteilung der Arten dürfte es sich nicht um ein Ungleichgewicht aufgrund der Neubesiedelung des entwaldeten Standortes Haggen handeln. Vergleichsweise bilden Vertreter der beiden erstgenannten Familien im subalpinen Fichtenwald Schulterberg und im Ampasser Kessel (Tab. 2) ebenfalls die größte Gruppe von Arten (PEINTNER 1995, 1996, LADURNER 1996).

10.2 Ektomykorrhiza-Pilze in der Aufforstung und ihre Bindung an die verschiedenen Baumarten

Nach bisherigen Kenntnissen bezüglich symbiontischer Beziehungen zwischen bestimmten Pilz- und Baumarten (BREITENBACH & KRÄNZLIN 1991, 1995, MOSER 1983, GERHART 1995 u.a.) zählen 33 der in der Aufforstung gefundenen Pilzarten zu den Ektomykorrhiza-Bildnern (siehe Fundliste Anhang). Im folgenden wird auf die Bindung der häufigsten dieser Ektomykorrhiza-Pilze an eine oder mehrere Baumarten des neubegründeten Mischbestandes eingegangen.

Tab. 19: Aufgliederung der Pilzfunde nach Ordnungen, Familien und Gattungen (Nomenklatur nach DENNIS 1978, MOSER 1983 und JÜLICH 1984)

Ascomyzeten					
	Helotiales	Geoglossaceae	Spathularia	(1 Art)	
		Hyaloscyphaceae	Lachnellula	(1 Art)	
		Orbiliaceae	Orbilia	(1 Art)	
	Phacidiales	Hypodermataceae	Naemacyclus	(1 Art)	
Basidiomyzeten					
Heterobasidiomyzeten					
	Tremellales	Tremellaceae	Exidia	(1 Art)	
			Tremella	(1 Art)	
	Dacrymycetales	Dacrymycetaceae	Dacrymyces	(1 Art)	
	Auriculariales	Auriculariaceae	Achroomyces	(1 Art)	
	Tulasnellales	Tulasnellaceae	Tulasnella	(3 Arten)	
	Exobasidiales	Exobasidiaceae	Exobasidium	(2 Arten)	
Holobasidiomyzeten					
	Aphyllorphorales	Corticaceae ss. lato	Aleurodiscus	(1 Art)	
			Amylostereum	(1 Art)	
			Athelia	(2 Arten)	
			Fibulomyces	(1 Art)	
			Hyphoderma	(2 Arten)	
			Hypochnidium	(1 Art)	
			Phlebia	(1 Art)	
			Sistotrema	(1 Art)	
			Stereum	(1 Art)	
			Trechispora	(1 Art)	
		Polyporaceae ss. lato	Leptoporus	(1 Art)	
			Skeletokutis	(1 Art)	
	Agaricales ss. lato	Boletales	Boletaceae	Suillus	(5 Arten)
			Gomphidiaceae	Gomphidius	(1 Art)
				Chroogomphus	(2 Arten)
				Agaricales	Hygrophoraceae
			Hygrocybe		(1 Art)
			Tricholomataceae	Camarophyllus	(1 Art)
				Clitocybe	(4 Arten)
				Collybia	(6 Arten)
				Laccaria	(2 Arten)
				Marasmius	(1 Art)
				Mycena	(15)
				Panellus	(1 Art)
				Tricholoma	(4 Arten)
				Tricholomopsis	(1 Art)
			Cortinariaceae	Cortinarius	(7 Arten)
				Dermocybe	(2 Arten)
				Galerina	(3 Arten)
				Inocybe	(3 Arten)
			Entolomataceae	Entoloma	(1 Art)
			Amanitaceae	Amanita	(1 Art)
			Agaricaceae	Cystoderma	(4 Arten)
			Strophariaceae	Hypholoma	(1 Art)
			Stropharia	(1 Art)	
	Russulales	Russulaceae	Lactarius	(3 Arten)	
Russula			(1 Art)		

10.2.1 Ektomykorrhiza-Pilze mit unspezifischer Bindung

Drei Viertel in der Hochlagenaufforstung festgestellten Ektomykorrhiza-Pilze sind entweder unspezifisch für *Pinus*-Arten, allgemein für Nadelhölzer oder gleichermaßen für Nadel- und Laubholzarten zu bewerten. Dazu zählen unter anderem *Chroogomphus helveticus* und *Cortinarius anomalus*. *A. muscaria* ist eine häufig mit Fichte oder Birke vergesellschaftete Art, welche von Favre (1960), MOSER 1955-1960 (unveröffentlicht) und KELLER (1997) für *Pinus cembra* erwähnt wird.

Diese Ektomykorrhiza-Pilzart bietet ein gutes Beispiel für die Schwierigkeit der exakten Einstufung dieser sogenannten unspezifischen Ektomykorrhiza-Bildner. Von KELLER (1997) wird *Amanita muscaria* als Ektomykorrhiza-Pilz der „abschließenden Phase der Zirbenwaldentwicklung“ bewertet, in der Aufforstung Haggen fruktifiziert die Art seit etwa 25 Jahren, also auch bei sehr jungen Zirben. Darüberhinaus sind am Haggener Sonnberg Vorkommen in reinen *Arctostaphylos*-Beständen bekannt (Beobachtungsergebnisse 1979, Kapitel 11.7).

Einige unspezifische Ektomykorrhiza-Pilzarten zeigen jedoch eine deutliche Affinität zu einer der am Haggener Sonnberg gepflanzten Baumarten, obwohl diese in Waldbeständen des Tales nicht zu erkennen ist. Als Beispiel sei *Cortinarius brunneus* und Zirbe genannt. Bezüglich dieser Affinität besteht Übereinstimmung mit KELLER (1997).

10.2.2 Ektomykorrhiza-Pilze der Zirbe

Suillus plorans, *Suillus placidus* (Abb. 29) und *Suillus sibiricus* (Abb. 30) kommen ausschließlich mit *Pinus cembra* vergesellschaftet vor. Beobachtungsergebnissen entsprechend sind die drei Arten in natürlichen Zirbenwäldern mit regional unterschiedlicher Häufigkeit verbreitet. In der Aufforstung Haggen ist *Suillus placidus* in allen Aufforstungspartellen von Zirbe der häufigste Zirbenbegleitpilz. *Suillus placidus* fruktifiziert dort auch an Jungzirben, was möglicherweise auf eine positive Kompatibilität von geimpften Stämmen dieser Pilzart zurückzuführen ist. *Suillus plorans* fruktifizierte ebenso wie *Suillus sibiricus* nur vereinzelt im älteren Aufforstungsbereich.

10.2.3 Ektomykorrhiza-Pilze der Lärche

In der Haggener Hochlagenaufforstung erscheinen folgende an die Lärche gebundene Ektomykorrhiza-Pilze: *Lactarius porninsis*, *Russula nauseosa*, *Gomphidius maculatus*, *Suillus grevillei*, *Suillus viscidus*, *Hygrophorus lucorum*, *Hygrophorus speciosus* und *Tricholoma psammopus*. *Suillus grevillei* und *Lactarius porninsis* treten bereits im Frühsommer aspektbildend auf, während *Hygrophorus lucorum* und *Hygrophorus speciosus* erst im Herbst zum Fruktifikationsmaximum gelangen, dann aber als dominante Arten vor allem in den ältesten Aufforstungsteilen erscheinen. Diese Arten sind allgemein in subalpinen Lärchenwäldern und bei Einzelbäumen weit verbreitet (MOSER 1955-1960, TINHOFFER 1990). Im Aufforstungsbereich konnten 1996/97 keine Fruchtkörper von *Boletinus cavipes* gefunden werden, wohl aber wurden die entsprechenden Ektomykorrhiza an Lärchenwurzeln festgestellt.



Abb. 29: Fruchtkörper von *Suillus placidus* (Elfenbeintröhrling). Auch junge Fruchtkörper ohne Velum

Abb. 30: Fruchtkörper von *Suillus sibiricus* (Sibirischer Zirbenröhrling). Am jungen Fruchtkörper deutlich sichtbares Velum, welches die Art eindeutig von *Suillus plorans* trennt



10.2.4 Ektomykorrhiza-Pilze der Fichte

Unter Fichten konnten in der Aufforstung Haggen Fruchtkörper folgender Ektomykorrhiza-Pilze gesammelt werden: *Lactarius deterrimus*, *Lactarius volemus*, *Hygrophorus piceae*, *Tricholoma saponaceum* und *Tricholoma vaccinum*. Von diesen angeführten Arten spielt *Lactarius deterrimus* eine ganz besondere Rolle für das Aufkommen von Fichtenjungpflanzen (vgl. Kapitel Ektomykorrhiza-Vitalität und Verpflanzschock bei Fichte).

10.2.5 Ektomykorrhiza-Pilze der Spirke

Als einziger streng an 2-nadelige *Pinus* Arten gebundene Ektomykorrhiza-Pilz konnte in der Aufforstung *Suillus luteus* festgestellt werden. Unter Spirke wurden ansonsten nur unspezifische Ektomykorrhiza-Bildner gefunden.

10.3 Sukzessionsverhalten von Ektomykorrhiza-Pilzen

Durch Vergleiche verschieden alter Pflanzungen der dominanten Baumarten Zirbe, Fichte und Lärche läßt sich für Ektomykorrhiza-Pilze ein bestimmtes Sukzessionsmuster erkennen.

Das erste Auftreten von Fruchtkörpern erfolgt, bedingt durch das rauhe Klima, erst mehrere Jahre nach der Pflanzung. Es handelt sich dabei durchwegs um wenige „first stage“ Arten mit enger Bindung an eine Baumart. Für Zirbe sind dies *Suillus placidus* und *Suillus plorans*, für Lärche *Suillus grevillei* (vgl. Kapitel 11.2.1). Bei Fichte spielt *Lactarius deterrimus* eine wichtige Rolle (vgl. Kapitel 4.7).

Mit zunehmendem Alter der Pflanzungen (DIGHTON et al. 1986, NATARAYAN et al. 1992) verändert sich bei Zirbe und Fichte das Spektrum der Ektomykorrhiza-Pilze in Richtung höherer Artenzahlen und Dominanz unspezifischer „late stage“ Arten; Kronenschluß, Streufall und Bodenvegetation spielen dabei eine maßgebliche Rolle. Bei Lärche findet zwar eine entsprechende Veränderung statt, sie unterscheidet sich von Fichte und Zirbe jedoch in zwei Punkten: zu einen sind auch die meisten später auftretenden Arten eng an diese Baumart gebunden, zum anderen fruktifiziert der für die Initialphase typische *Suillus grevillei* auch in älteren Beständen.

10.4 Vergleich des Pilzvorkommens mit jenem benachbarter Vergleichsstandorte

Haggen

Am Gegenhang konnten folgende Ektomykorrhiza-Bildner festgestellt werden, welche auch in der Aufforstung fruktifizierten:

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| • <i>Dermocybe cinnamomea</i> | • <i>Lactarius porninsis</i> |
| • <i>Hygrophorus lucorum</i> | • <i>Russula nauseosa</i> |
| • <i>Hygrophorus speciosus</i> | • <i>Suillus grevillei</i> |
| • <i>Laccaria laccata</i> | • <i>Suillus viscidus</i> |

Eine Einwanderung der genannten Arten aus diesem Bestand in die Aufforstung scheint hiermit möglich, insofern sie nicht mit dem Pflanzgut aus Pflanzgärten eingebracht wurden (Kapitel 4.7.1).

In der Aufforstung nicht festgestellt werden konnten folgende, vermutlich den „late stage“ Ektomykorrhiza-Bildnern zuzuordnenden Arten:

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| • <i>Amanita submembranacea</i> | • <i>Russula emetica</i> |
| • <i>Boletinus cavipes</i> | • <i>Russula favrei</i> |
| • <i>Russula decolorans</i> | • <i>Lactarius picinus</i> |

Mit einem Auftreten dieser Arten in der Aufforstung zu einem späteren Zeitpunkt kann mit hoher Wahrscheinlichkeit gerechnet werden. Auch wurden in der Aufforstung Ektomykorrhiza einer *Lactarius*-Art (Typ 35 bei Zirbe) gefunden, welche aufgrund ihrer Merkmale dem in den umliegenden Wäldern häufigen *Lactarius badiosanguineus* zuzuordnen sind (nach TREU 1990). Es kann daher davon ausgegangen werden, daß diese Art bereits in die Aufforstung eingewandert, jedoch bisher nicht zur Fruktifikation gelangt ist.

Nachteilige Auswirkungen der Beweidung konnten betreffend Fruchtkörperzahlen und Artenspektrum nicht festgestellt werden.

Kühtai/Wiesberg

Die von KELLER (1997) in einer vierjährigen Untersuchung erhobenen 20 Ektomykorrhiza-Pilzarten konnten teilweise auch in der Aufforstung erhoben werden. Dazu gehören vorwiegend Arten mit in Relation hohen Abundanzen an beiden Standorten: *Chroogomphus helveticus*, *Cortinarius anomalus*, *Suillus placidus* und *Suillus plorans*. In Haggen nicht festgestellt wurden *Cortinarius allutus*, *Cortinarius multififormis* var. *coniferarum*, *Cortinarius fasciatus*, *Dermocybe chrysolitus*, *Dermocybe pallidipes*, *Entoloma cucullatum*, *Entoloma cuneatum*, *Entoloma mammosum*, *Hebeloma mesophaeum*, *Hebeloma stenocystis*, welche auch am Wiesberg vorwiegend als Einzel-funde erfaßt wurden.

Tab. 20:

Verteilung der Arten, welche sowohl in der Hochlagenaufforstung als auch zumindest an einem der entfernt liegenden Vergleichsstandort festgestellt wurden

Tab. a: Ektomykorrhiza-Pilze mit unspezifischer Bindung					
Art	Mögliche Baumsymbionten	Haggen	Obergurgl	Dischmatal	Ampass
<i>Amanita muscaria</i>	vor allem <i>Picea</i> , <i>Pinus</i> , <i>Betula</i>	+	+	nb	
<i>Chroogomphus helveticus</i>	<i>Picea</i> , 2-nadelige <i>Pinus</i> -Arten, in Haggen unter <i>Pinus cembra</i>	+++	+++	++O	++
<i>Chroogomphus rutilus</i>	2-nadelige <i>Pinus</i> -Arten, in Haggen unter <i>Pinus cembra</i>	+		+O	
<i>Cortinarius anomalus</i>	Laub- und Nadelbäume	++	+++	+O	
<i>Cortinarius brunneus</i>	Nadelbäume	+	++	nb	+
<i>Cortinarius obtusus</i>	vor allem Nadelbäume	+		nb	
<i>Dermocybe cinnamomea</i>	Laub- und Nadelbäume	+	+		+
<i>Dermocybe crocea</i>	Laub- und Nadelbäume	++	+++	++O	
<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i>	Nadelbäume			nb	++
<i>Laccaria laccata</i>	Laub- und Nadelbäume	+++	+	++	
<i>Mycena pura</i>	Laub- und Nadelbäume	+++	+	nb	
<i>Russula nauseosa</i>	vor allem <i>Larix</i>	+	+++	nb	
<i>Suillus luteus</i>	2-nadelige <i>Pinus</i> -Arten, in Haggen bei Spirke	+		nb	
<i>Tricholoma imbricatum</i>	<i>Pinus</i> -Arten, laut Göbl in Haggen immer mit Fichte und Lärche	++		nb	
<i>Tricholoma saponaceum</i>	Laub- und Nadelbäume	+		nb	
Tab. b: Ektomykorrhiza-Pilze der Zirbe					
<i>Suillus placidus</i>	<i>Pinus cembra</i>	++++	++	b	
<i>Suillus plorans</i>	<i>Pinus cembra</i>	+	++	+O	+++
<i>Suillus sibiricus</i>	<i>Pinus cembra</i>	+		O	
Tab. c: Ektomykorrhiza-Pilze der Zirbe					
<i>Gomphidius maculatus</i>	<i>Larix</i>	+	+		
<i>Hygrophorus lucorum</i>	<i>Larix</i>	++++		nb	
<i>Lactarius porninsis</i>	<i>Larix</i>	++++	++++	++O	
<i>Suillus grevillei</i>	<i>Larix</i>	++++		+++O	
<i>Suillus viscidus</i>	<i>Larix</i>	+		nb	
<i>Tricholoma psammopus</i>	<i>Larix</i>	+		nb	

Tab. d: Ektomykorrhiza-Pilze der Fichte					
Art	Mögliche Baumsymbionten	Haggen	Obergurgl	Dischmatal	Ampass
<i>Hygrophorus piceae</i>	<i>Picea</i>	+		nb	
<i>Tricholoma vaccinum</i>	<i>Picea</i>	+		nb	
Tab. e: Saprophytische Arten					
Art	Substrat	Haggen	Obergurgl	Dischmatal	Ampass
<i>Camarophyllus pratensis</i>	Erde	+		nb	
<i>Clitocybe cf. dealbata</i>	Erde	+		nb	
<i>Clitocybe cf. diatreta</i>	Erde	+	++		
<i>Clitocybe fragans</i>	Erde	+		nb	
<i>Collybia asema</i> var. <i>asema</i>	Erde	+	+	nb	
<i>Collybia dryophila</i>	Erde	++	+++	nbO	++
<i>Collybia tuberosa</i>	Erde oder Pilzresten	+	++	nb	++++
<i>Cystoderma amianthimum</i>	Erde	+	++	nbO	
<i>Cystoderma carcharias</i>	Erde	++	++	nbO	
<i>Cystoderma fallax</i>	Erde	+	+		
<i>Cystoderma granulorum</i>	Erde	+	+++	nb	
<i>Entoloma cetratum</i>	Erde	+			++
<i>Galerina badipes</i>	Nadelstreu	+		nb	
<i>Galerina marginata</i>	Totholz	+		+O	
<i>Hygrocybe conica</i>	Erde	+		nb	
<i>Hypholoma capnoides</i>	Totholz	+		nb	
<i>Inocybe soluta</i>	Erde	+		nb	
<i>Marasmius androsaceus</i>	Nadeln	+	+++	+O	++++
<i>Mycena citrinomarginata</i>	Streu	+	+		
<i>Mycena epipterygia</i> var.	Streu	+++	+	+O	
<i>Mycena filipes</i>	Streu	+	+		++
<i>Mycena flavoalba</i>	Streu	+			+
<i>Mycena leptcephala</i>	Streu	+	+		
<i>Mycena metata</i>	Streu	+			++
<i>Mycena rubromarginata</i>	Totholz	+	+	nb	++
<i>Mycena urania</i>	Streu	+	+	nb	++
<i>Stropharia aeruginosa</i>	Erde	+		nb	
<i>Tricholomopsis rutilans</i>	auf Holz	+	+	nb	
nb = nicht bewertet O = Dischmatal + = fruktifiziert auch in der Versuchsfläche Stillberg					

10.5 Das Pilzvorkommens der Aufforstung Haggen im Vergleich mit jenem der entfernt liegenden Vergleichsbestände

Der Vergleich des Pilzvorkommens der Aufforstung Haggen mit jenem der Vergleichsstandorte Dischmatal (HORAK 1963), Obergurgl (MOSE 1955-1960) und Ampasser Kessel (LADURNER 1996), ergibt für die Ektomykorrhiza-Pilze und saprophytischen Pilze dieser Gebiete eine Gesamtzahl von 331 in den Aufnahmejahren erfaßten Blätterpilz- und Röhrlingsarten. Davon kamen nur acht Arten in allen vier untersuchten Gebieten vor (2,5 %). Dabei handelt es sich zum einen um in Nadelwäldern ubiquitäre Saprophyten wie *Collybia dryophila*, *Collybia tuberosa*, *Marasmius androsaceus*, *Mycena rubromarginata* und *Mycena urania*, zum anderen um Arten, welche unspezifisch Ektomykorrhiza mit *Pinus cembra* ausbilden. Zu diesen gehörten in allen untersuchten Gebieten *Cortinarius brunneus* und *Croogomphus helveticus*. Als spezifisch an die Zirbe gebundener Ektomykorrhiza-Pilz trat in allen untersuchten Gebieten *Suillus plorans* auf. 16 Arten wurden an drei Vergleichsstandorten festgestellt (4,8%), 31 Arten an zwei Vergleichsstandorten (9,4%). 276 Arten konnten für die untersuchten Vegetationsperioden nur an je einem Vergleichsstandort gesammelt werden (83,4%).

Berücksichtigt man, daß im Ampasser Kessel keine Lärchen bzw. Fichten in der Untersuchungsfläche standen und daß in Obergurgl die Fichte fehlt, verschieben sich oben genannte Verhältnisse geringfügig: die Anzahl der an allen Vergleichsstandorten erhobenen Arten erhöht sich damit auf zwölf (3,6%). Tab. 20 a-e gibt eine Übersicht über die Verteilung der sowohl in der Hochlagenaufforstung als auch zumindest in einem der drei vergleichbaren Gebiete festgestellten Arten und deren Häufigkeit.

Tab 21:

Ektomykorrhiza-Pilze der Aufforstung Haggen und der Vergleichsbestände Obergurgl, Stillberg (Dischmatal), Ampasser Kessel, nach Gesamtzahl und Anzahl übereinstimmender Arten sowie deren Bindungen

	Haggen	Obergurgl	Stillberg (Dischmatal)	Ampasser Kessel
Gesamtzahl der Ektomykorrhiza-Bildner	33	37	27 (89)	19
übereinstimmende Arten mit enger Bindung				
Zirbe	3	3	2 (3)	1
Lärche	6	3	2 (5)	—
Fichte	3	—	— (2)	—
übereinstimmende Arten mit weiter Bindung	15	9	4 (14)	4
Gesamtzahl der Ektomykorrhiza-Bildner welche zumindest an 2 verglichenen Standorten (an allen Vergleichsstandorten) fruktifizierten	27 (10 Arten, davon 7 Arten mit weiter Bindung, 1 Art mit enger Bindung an Zirbe, 2 Arten mit enger Bindung an Lärche)			

Vergleicht man die in der Aufforstung festgestellten Ektomykorrhiza-Pilzarten hinsichtlich ihrer Bindung mit jenen der Vergleichstandorte, so wird für Haggen der hohe Anteil der Arten mit enger Bindung ersichtlich (Tab. 21).

Sowohl im Ampasser Kessel, in Obergurgl als auch im Dischmatal unter Zirbe, Fichte und Lärche festgestellte Arten, die in der Aufforstung nicht gefunden werden konnten, sind die unspezifischen Ektomykorrhiza-Bildner *Lactarius aurantiacus* ss. *lato*, *Lactarius rufus* und *Russula decolorans*.

Innerhalb der Ascomyzeten dürfte *Spathularia flavida* (saprophytisch auf Pflanzendetritus) eine in subalpinen Wäldern weit verbreitete Art sein. Ebenso häufig ist in *Pinus cembra*-Beständen an toten Zirbenästchen *Lachnellula sueica*.

Tab. 22:
Vergleich der Artenverteilung (*Agaricales* ss. *lato*) auf ökologische Gruppen

Ökologische Gruppe	Hochlagen-aufforstung	Dischmatal	Gurgl	Ampasser Kessel
Ektomykorrhiza-Pilzarten	45 %	31 %	41 %	26 %
Saprophyten	insgesamt	55 %	67 %	59 %
	davon terricole	51 %	65 %	54 %
	davon lignicole	4 %	2 %	5 %
lichenisierte Pilze	0 %	2 %	0 %	6 %
Gesamtzahl Arten	74	256	90	66

10.5.1 Die ökologischen Ansprüche der in Haggen und an den entfernt liegenden Vergleichsstandorten festgestellten Arten

Vergleicht man die Verteilung von Röhrlings- und Blätterpilzarten auf ökologische Gruppen in den drei Untersuchungen (Tab. 22), ergibt sich der hohe prozentuelle Anteil von 45 % von Ektomykorrhiza-Bildner für die Aufforstung Haggen auf. Nur 26 % bzw. 31 % der im Ampasser Kessel bzw im Dischmatal gefundenen Blätterpilz- und Röhrlingsarten konnten dieser Gruppe zugeordnet werden. In Gurgl konnten 41 % der festgestellten Arten den Ektomykorrhiza-Bildnern zugeordnet werden.

10.6 Schlußfolgerungen aus dem Vergleich mit entfernt liegenden Standorten

Die Einbeziehung von Vergleichsflächen macht für die Aufforstung Haggen folgende Merkmale deutlich:

- hoher Artenreichtum
- hohe Anzahl von Ektomykorrhiza-Pilzen
- hohe Anzahl von spezifischen Ektomykorrhiza-Pilzen
- Übereinstimmung der spezifischen Ektomykorrhiza-Pilze für Zirbe (*Suillus plorans*, *Suillus placidus*, *Suillus sibiricus*), Lärche (*Lactarius porninsis*, *Suillus grevillei*, *Suillus viscidus*, *Gomphidius maculatus*, *Hygrophorus lucorum*) und Fichte (*Tricholoma vaccinum*, *Lactarius deterrimus*, *Hygrophorus piceae*)
- Weiters hat sich gezeigt, daß das Artenspektrum große Unterschiede aufweist. Diese können sowohl mit den jeweiligen Standortsfaktoren als auch mit der Bestandesstruktur und dem Areal der Pilzarten in Zusammenhang stehen. Sie könnten auch als Hinweis darauf gewertet werden, daß vorhandene unspezifische Ektomykorrhiza-Pilze eine Affinität zu verfügbaren Baumarten entwickeln können.

10.7 Vergleiche der 1996/97 in der Aufforstung fruktifizierenden Arten mit dem früher erfaßten Pilzvorkommen dieses Areals

Bereits in den späten Siebziger-Jahren wurde eine Pilzliste für die Aufforstung erstellt (Göbl., unpubliziert). In dieser Aufstellung kommen folgende im Zeitraum 1996 - 1997 nicht mehr zur Fruktifikation gelangten Pilze vor:

- *Boletus edulis* (Fichtenaufforstung über 2000 m Seehöhe zwischen *Calluna* und *Arctostaphylos* und etwa in Höhe von Probefläche 2/Fichte, Abb. 14)
- *Suillus granulatus*
- *Hebeloma mesophaeum*
- *Leccinum vulpinum*
- *Tricholoma pessundatum*
- *Inocybe margaritispora*
- *Boletinus cavipes*
- *Cortinarius cf. varicolor*
- *Russula sp.*

Ein Massenaufreten der auch gegenwärtig noch fruktifizierenden *Tricholoma imbricatum* konnte 1979 im Bereich der älteren Lärchen entlang des Zaunes beob-

achtet werden. Dort erkrankten die Lärchen 1977 auch nicht an *Eucaeliopsis loricina*, den Erreger des Lärchentriebsterbens (DONAUBAUER 1980).

Besonderes Augenmerk wurde im Rahmen jener Untersuchung auf die deutlich verschiedene Artenzusammensetzung in einem *Arctostaphylos*-Bestand (Abb. 27) gelegt, nachdem in den Bereichen mit reinem *Calluna*-Bestand in einer Seehöhe zwischen 1850 und 1900 m bis gegen den Bannwald von Paida hin keine Pilzfruchtkörper festgestellt werden konnten. Im mit *Arctostaphylos* durchsetzten *Calluna*-Bestand fruktifizierten:

- *Boletus edulis*
- *Cortinarius cf. variegatus*
- *Cortinarius cf. latobalteatus*
- *Cortinarius cf. claricolor*
- *Hebeloma cf. mesopheum* (einmaliges Auftreten) bei einer Spirke in 1800 m Seehöhe, Fruchtkörperbildung nur im ersten Jahr nach der Pflanzung
- *Cantarellus cibarius*
- *Xerocomus subtomentosus* in 1760 m Seehöhe
- *Amanita muscaria* in 1905 m Seehöhe
- *Leccinum vulpinum*
- *Suillus granulatus*
- *Suillus placidus*
- *Tricholoma inodermium var. amarum*
- *Tricholoma pessundatum*
- *Dermocybe cinnamomea*
- *Suillus grevillei*

Abgesehen von *Suillus placidus*, der in der ganzen Aufforstung aspektbildend auftritt, einigen Vorkommen von *Dermocybe cinnamomea* und einer Fundstelle von *Amanita muscaria* konnte keine dieser Arten in der Vegetationsperiode 1996/97 festgestellt werden.

10.8 Biomasseproduktion

Im Zuge der quantitativen Erhebung konnte für die Haggener Aufforstung in der Vegetationsperiode 1997 eine Produktivität von 260 g Trockengewicht/100m² erhoben werden. (Dies entspricht dem Trockengewicht von ca. 120 Fruchtkörpern von *Suillus placidus*). Im Vergleich dazu konnte im Ampasser Kessel (Vegetationsperiode 1995) eine Biomasseproduktion von nur 54 g/100m² erhoben werden. PEINTNER (1995, 1996) konnte im Rahmen einer dreijährigen Untersuchung im Projektgebiet Achenkirch im subalpinen Fichtenwald am Schulterberg eine mittlere Produktivität

von 664 g Trockengewicht/100m², an anderen Standorten des Höhenprofils Achenkirch (Mischwald) abhängig von der Probenfläche mittlere Werte zwischen 110 g Trockengewicht/100m² und 218 g Trockengewicht/100m² erheben. Berücksichtigt man die unterschiedliche Anzahl der an der Biomasseproduktion beteiligten Arten, so läßt sich für jeden der zum Vergleich herangezogenen Standorte die mittlere Produktivität pro Art errechnen (siehe Tab. 23). Diese liegt in der Hochlagenaufforstung bei 3,5 g Trockengewicht/100m²/Art. Die produktivsten Arten in der Hochlagenaufforstung Haggen sind Ektomykorrhiza-Pilze; neben *Suillus grevillei* mit 61 g Trockengewicht/100 m² (27% der produzierten Biomasse) und *Suillus placidus* mit 55 g Trockengewicht/100 m² (24% der produzierten Biomasse) sind auch *Lactarius porsinis* (22 g Trockengewicht/100 m² bzw. 10% der produzierten Biomasse) und *Chroogomphus helveticus* (15 g Trockengewicht/100 m² bzw. 7% der produzierten Biomasse) zu nennen (vgl. Graph 1-4). Insgesamt werden 238 g Trockengewicht/100 m² (92%) der Biomasse von Ektomykorrhiza-Pilzen gebildet. Im Vergleich erreichten die Vertreter der artenreichsten Gattung *Mycena* mit 77 Fruchtkörpern/100 m² hohe Abundanzen, produzierten aber aufgrund der kleinen Fruchtkörper nur 0,56 g Trockengewicht/100 m² (0,25% der Gesamtbiomasse).

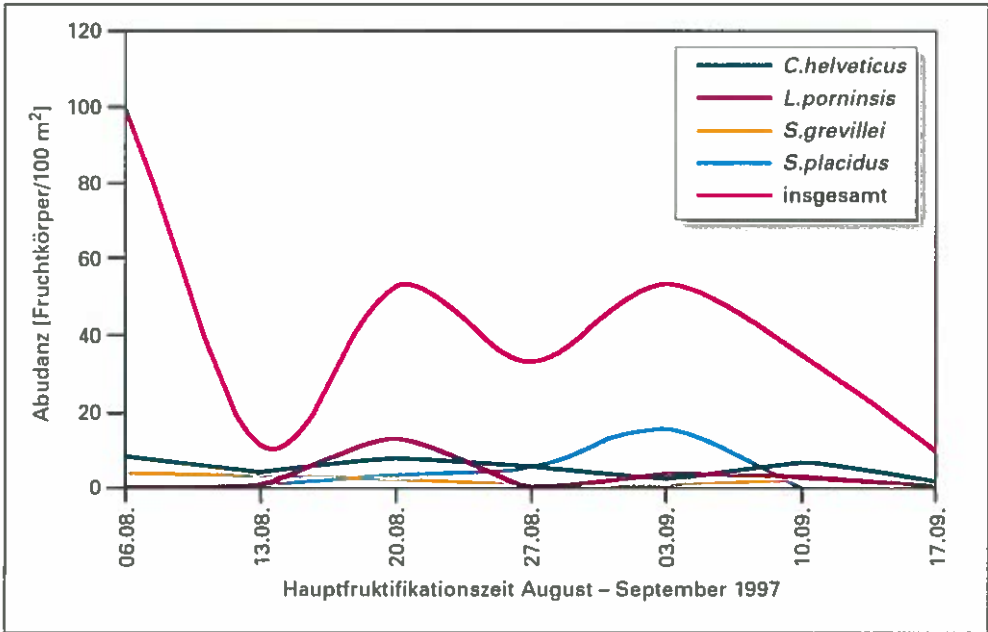
Der für die Hochlagenaufforstung in Haggen in der Saison 1997 erhobene Wert darf aufgrund der in ganz Mitteleuropa vorherrschenden trockenen Witterung als deutlich unter dem Durchschnitt liegend betrachtet werden, womit für dieses Gebiet in besseren Pilzjahren eine beträchtliche Produktivität an pilzlicher Biomasse zu erwarten ist. Unter Berücksichtigung der relativ niederen an der Biomassenproduktion maßgeblich beteiligten Artenzahl ergibt sich für jede einzelne Art eine durchschnittliche Produktivität von 3,5 g Trockengewicht/100 m², ein Wert der sich in guten Pilzjahren beträchtlich erhöhen dürfte.

Im Vergleich zur Aufforstung konnte für den nach Aufforstungsrichtlinien (AULITZKY 1963) ungünstigen Standort Wiesberg nur eine Biomasseproduktion von ca. 40 g Trockengewicht/100m²/Jahr errechnet werden.

Tab. 23:

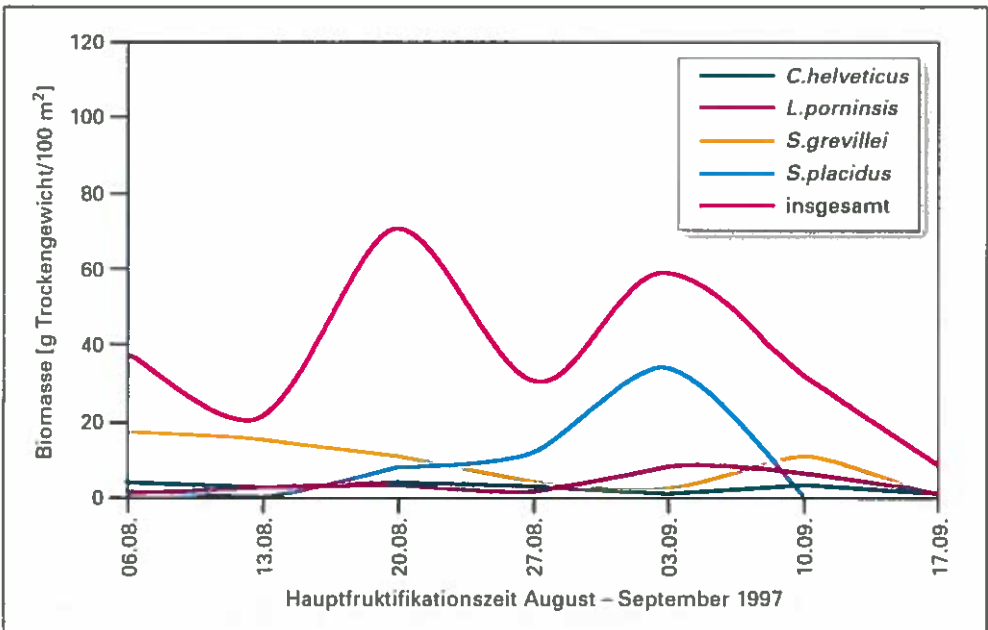
Vergleichende Gegenüberstellung der erfaßten Biomasseproduktion (*Agaricales* ss. lato) in der Hochlagenaufforstung Haggen, im Ampasser Kessel und in Achenkirch (*Christlum* beziehungsweise *Schulterberg*)

		Arten	g Trockengewicht/100 m ² Mittel (Min.-Max.)	g Trockengewicht/100 m ² /Art
Hochlagenaufforstung Haggen		74	260	3,5
Ampasser Kessel		70	54	0,8
Achenkirch	Christlum S1	128	218 (200- 614)	1,7
	S4	141	117 (17- 413)	0,83
	S5	211	110 (22- 423)	0,52
	Schulterberg	300	664 (256-1195)	2,21

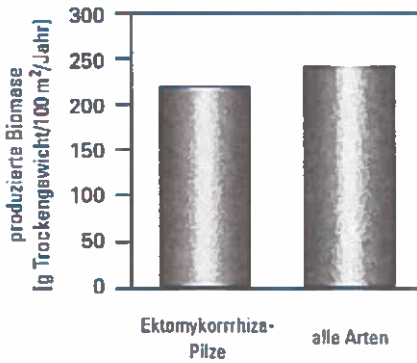


Graph 1:
Gegenüberstellung Gesamtabundanz und Abundanz der produktivsten Ektomykorrhiza-Pilzarten

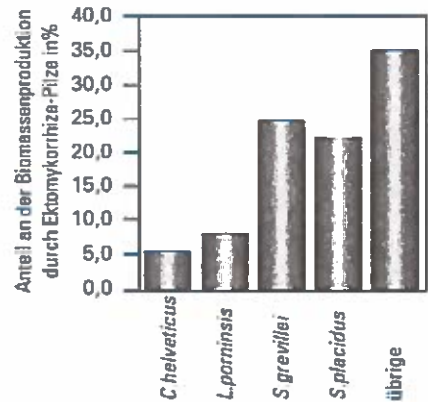
Graph 2:
Gegenüberstellung Gesamtbiomasseproduktion und Biomasseproduktion der produktivsten Ektomykorrhiza-Pilzarten



Graph 3:
Vergleich der Biomasseproduktion Ektomykorrhiza-Pilze mit der gesamten Biomasseproduktion



Graph 4:
Prozentueller Anteil der produktivsten Ektomykorrhiza-Pilzarten an der Gesamtbiomasseproduktion



11 Diskussion

11.1 Untersuchungsrahmen

Die vorliegenden Ergebnisse wurden in einem für mykologische Untersuchungen sehr kurzem Zeitraum von zwei Vegetationsperioden erarbeitet. Das unterschiedliche Alter der Pflanzungen am Haggener Sonnberg, welche seit 1963 kontinuierlich durchgeführt wurden, bot jedoch die Möglichkeit, den Sukzessionsverlauf sowohl für den Ektomykorrhiza-Besatz als auch für die Pilzgesellschaft der heranwachsenden Bestände darzustellen.

Die Untersuchung wurde für Ektomykorrhizen und Pilze getrennt durchgeführt, um Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten der beiden Pilzkomponenten aufzuzeigen.

11.2 Ektomykorrhiza-Besatz

Ektomykorrhizen mit übereinstimmenden morphologischen Merkmalen werden als Typen bezeichnet. Insgesamt wurden in der Aufforstung bisher 79 Ektomykorrhiza-Typen für die bestandesbildenden Baumarten Zirbe (35), Fichte (29), Lärche (10) sowie die begrenzt vorkommende Spirke (5) unterschieden. Dazu kommen 14 arbutoide Mykorrhiza-Typen der Bärentraube.

Diesen Zahlen ist zu entnehmen, daß die Typenvielfalt im Mischbestand deutlich höher ist als dies bei nur einer Baumart der Fall wäre. Die derzeitige Kenntnis über die

Vielfalt vergleichbarer, definierter Standorte beschränkt sich - vermutlich aus methodischen Gründen - auf sehr wenige, weit gestreute und daher unterschiedliche Waldgebiete. Ein vorsichtiger Vergleich solcher Zahlen erlaubt die Einschätzung für jene der Aufforstung Haggen als hoch.

Die artspezifische Verzweigung der Ektomykorrhiza der verschiedenen Baumarten der Aufforstung ermöglicht ihre problemlose Zuordnung. Von den festgestellten 79 Ektomykorrhiza-Typen war ein überraschend hoher Anteil von 57 Typen an nur eine Baumart gebunden, während die restlichen 18 Typen diese enge Bindung nicht aufweisen. Bei Zirbe beträgt das Verhältnis 35:28, bei Fichte 29:21 und bei Lärche 10:7.

Myzelien von Ektomykorrhiza-Pilzen sind Voraussetzungen für die Ektomykorrhiza-Bildung an den Wurzeln des Baumsymbionten und die Grundlage für dessen Gedeihen. Nach einer Anpassungsphase kann die Ausbildung entsprechender Fruchtkörper erfolgen.

Bei Zirbe und Lärche beginnt die Kolonisation des Aufforstungsstandortes durch wenige „first stage“ Ektomykorrhiza-Typen unmittelbar nach der Pflanzung. Die entsprechenden Pilzmyzelien werden an den Wurzeln der Pflanzen aus dem Anzuchtgarten mitgebracht. Die „first stage“ Ektomykorrhiza der Lärche von *Suillus grevillei* sind natürlicher Herkunft, während jene der Zirbe durch Impfung von *Suillus placidus*, *Suillus plorans* und *Suillus sibiricus* induziert wurden. Bei Fichte findet eine Mykorrhizierung durch *Lactarius deterrimus* nach mehrjähriger Verzögerung (Verpflanzchock) und Differenzierung eines wenig effizienten Übergangstyps statt.

Ektomykorrhizen von „first stage“ Pilzen sind in den jüngsten Pflanzungen sehr häufig. Das könnte auf ihre besondere Eignung zur Nährstoffaufnahme aus den ursprünglichen Böden des Standortes zurückzuführen sein.

Mit zunehmendem Alter der Bäume steigt die Anzahl der Ektomykorrhiza-Typen mit Dominanz von „late stage“ Typen. Es besteht eine deutliche Abhängigkeit dieser Typen von bestimmten Standortsfaktoren. Dies sind insbesondere Bodenvegetation (Moose, Gräser), Licht (Kronenschluß) und Boden (Streuansammlungen). Eine Variation der Verteilungsmuster war durchwegs vorhanden.

Die Vielfalt der Ektomykorrhiza-Typen in der Aufforstung führt zu der Annahme, daß sie ihren Ursprung nicht allein im Ektomykorrhiza-Besatz des Pflanzenmaterials hat. Einerseits kann sie durch Einwanderung neuer Pilzarten aus nahegelegenen Fichten-Lärchenwäldern erklärt werden. Andererseits gibt es deutliche Hinweise, daß Ektomykorrhiza-bildende Pilze an den Wurzeln der Bärentraube angesiedelt sind und als Reservoir aus Zeiten früherer Bewaldung angesehen werden können.

Im Mittelalter waren Brandrodungen von Wäldern im subalpinen Bereich die beste Methode zur Gewinnung von Weideland. In diesem Zusammenhang sind Untersuchungen von Waldbrandflächen im amerikanischen Areal der Bärentraube von Interesse, wonach Myzel von Ektomykorrhiza-Pilzen in den Wurzeln dieser Pflanze solche Katastrophen überleben kann.

Die Vitalität der Ektomykorrhiza ist durchwegs gut bis sehr gut. Veränderungen typischer Wuchsformen, welche auf eine Belastung des Ökosystems durch Schadstoffe

jeglicher Art hinweisen, wurden nicht festgestellt. Die überaus große Dichte von abstrahlendem Myzel oder Rhizomorphen und allgemein von Myzeldecken erweist sich als Zeiger für eine hohe Bodenstabilität.

Eine Stammreduktion von etwa 50% wie das in einer Zirbenparzelle der Fall war, hatte in kurzer Zeit eine drastische Reduktion pilzlicher Biomasse und damit eine Verschlechterung der Ektomykorrhiza-Vitalität zur Folge. Dies kann allgemein als Hinweis für Durchforstungsmaßnahmen und die Bewirtschaftung von Schutzwäldern in Hochlagen geben.

11.3 Pilzvorkommen

Aufgrund ihrer Fruchtkörperproduktion konnten bisher insgesamt 100 Pilzarten festgestellt werden. 33 Arten sind nach bisherigen Erkenntnissen Ektomykorrhiza-Bildner; 12 davon sind an nur eine Baumart gebunden und werden als spezifisch bewertet. Diese zählen im Bereich der Aufforstung Haggen zu den „first stage“ Ektomykorrhiza-Pilzen und weisen in deren jüngeren Beständen allgemein hohe Abundanzen auf.

Die sukzessive Entwicklung der Ektomykorrhiza-Pilzpopulation verläuft entsprechend der Bestandesentwicklung in Richtung höherer Artenzahlen und Dominanz von „late stage“ Ektomykorrhiza Pilzarten mit geringerer Spezifität.

Einige dieser Arten wie *Mycena pura* weisen eine diffuse Verteilung in älteren Beständen auf. Andere zeigen zwar eine hohe Affinität zu Kleinstandorten, können jedoch für die Baumart dieser Standorte nicht als spezifisch bewertet werden. So fruktifizierten *Cortinarius anomalus* oder *Chroogomphus helveticus* bevorzugt in den Zirbenparzellen mit dichtem Kronenschluß. Die erstgenannte Art fruktifiziert am Haggener Sonnberg ebenso in den Beständen der Bärentraube. *Chroogomphus helveticus* wurde vor 1986 in der Aufforstung nicht gefunden. Diese Art fruktifiziert sowohl im Bereich des Bannwaldes von Paida (Fichte) - dort auch bei Jungfichten in einem *Callunetum* - als auch in der Aufforstung Kühtai/Wiesberg bei Zirbe. Die Annahme einer Einwanderung aus diesen Beständen erscheint realistischer als ein Transfer an Wurzeln von 1965 aufgeforsteten Zirbenpflanzen.

Amanita muscaria fruktifiziert in der Aufforstung seit 25 Jahren nahe einer Zirbe. Während dieser Zeit hat sich weder die Ausdehnung dieses Vorkommens noch die geringe jährliche Fruchtkörperproduktion von zwei bis fünf Exemplaren verändert. *Amanita muscaria* war im Bereich der Bestände von Bärentraube in den 70er Jahren am Haggener Sonnberg sehr häufig und wurde vom heranwachsenden Wald verdrängt. Als derzeit nächstgelegener Standort ist der Bannwald von Paida (Fichte) zu nennen.

Cortinarius brunneus kommt in der Aufforstung in Parzellen mit Zirbe häufig vor, ist jedoch in einem Fichtenbestand des Gegenhangs ebenso häufig und zudem für eine weite Verbreitung bei verschiedenen Baumarten bekannt.

Die pilzliche Biomasse wurde 1997 und damit für ein „schlechtes“ Pilzjahr bestimmt. Der Wert von 260 g Trockengewicht/100 m²/Jahr für 75 ausgewählte Arten entspricht vergleichsweise immerhin ca. 120 Fruchtkörpern von Zirbenröhrlingen/100 m²/Jahr.

Verfügbare Daten eines Vergleichsbestandes (Schulterberg) lagen für „schlechte“ Pilzjahre in etwa demselben Bereich, für ein „gutes“ Pilzjahr waren sie um das fünffache erhöht. Unter günstigen Bedingungen ist dementsprechend in der Aufforstung Haggen eine höhere Produktivität zu erwarten.

1997 wurde in der Aufforstung höchste Produktivität für *Suillus grevillei*, *Suillus placidus*, *Lactarius porninsis* und *Chroogomphus helveticus* bestimmt. Zwischen 1970 und 1980 konnte mehrmals ein Massenaufreten von *Suillus placidus*, *Suillus grevillei*, *Tricholoma imbricatum*, im begrenzten Bereich der Spirke auch von *Suillus luteus* beobachtet werden. Als Ursache für diese Abfolgen werden eine Veränderung von Konkurrenzverhältnissen sowie spezifisch günstige Bedingungen angenommen.

Der Anteil der Ektomykorrhiza-Pilze am gesamten Pilzvorkommen der Aufforstung betrug 1997 33 Arten von insgesamt 100 festgestellten Pilzarten. Bezogen auf die 74 Blätterpilz- und Röhrlingsarten entspricht dies einem Anteil von 45% und wird als hoch bewertet. Die entsprechenden Anteile von Ektomykorrhiza-Pilzen an den Pilzvorkommen von Vergleichsbeständen sind mit 41% (Obergurgl/Poschach), 31% (Dischmatal) und 29% (Ampasser Kessel) ähnlich oder niedriger. Bei deren Bewertung war eine durch Bestandesalter, Bestandeszusammensetzung und Witterung bedingte Streuung zu berücksichtigen.

Die saprobe Pilzpopulation der Aufforstung setzt sich aus insgesamt 54 Arten zusammen, deren Besiedelungsabfolge nicht im Detail bekannt ist. Die Gattung *Mycena* ist sowohl zahlen- als auch mengenmäßig mit 15 Arten dominant. Diese sind in subalpinen Wäldern verbreitet und in der Aufforstung im Zusammenhang mit dem hohen Streuanfall und dessen Abbau in den dichten Beständen von Bedeutung. Der Besatz durch die zarten Fruchtkörper dieser Arten kann bis zu 77 Exemplare/100 m²/Jahr betragen.

Vergleiche von Artzusammensetzung und Artenhäufigkeit bestimmter Standorte mit solchem der Aufforstung erbrachten Informationen zu aktuellen Problemen.

Beweidung zeigt im etwa gleich alten Lärchenbestand des Gegenhangs keine deutlich erkennbare Veränderung des Artenspektrums oder der Produktivität. Zu berücksichtigen ist allerdings, daß Ektomykorrhiza-Pilze der Lärche bevorzugt an Störpunkten der Bodenoberfläche fruktifizieren.

Für einen nach Aufforstungsrichtlinien (Ökogramm) ungünstigen Standort (Kühtai/Wiesberg) wurden in einem aufgelockerten Bestand etwa gleich alter Zirben zwar „late stage“ Ektomykorrhiza-Pilze festgestellt, die hochgerechnete Biomasseproduktion beträgt jedoch nur ca. 40 g Trockengewicht/100 m²/Jahr. Dem gegenüber steht die sechsfache Jahresproduktion von 260 g Trockengewicht/100 m²/Jahr in der Aufforstung Haggen, welche sowohl als Maß für die bessere Standortsqualität als auch für eine gute Vitalität der Bäume gewertet werden kann.

11.4 Beurteilung von Ektomykorrhiza-Besatz und Ektomykorrhiza-Pilzvorkommen

Übereinstimmung besteht bezüglich der Initialbesiedelung von Aufforstungsstandorten durch dominante „first stage“ Ektomykorrhiza und die einige Jahre danach einsetzende Fruktifikation der entsprechenden Pilze. Für Zirbe nehmen die Zirbenröhrlinge den Rang sowohl von „first stage“ Ektomykorrhiza-Bildnern als auch von spezifischen Arten ein. Die bezüglichen Ergebnisse der vorliegenden Studie können als Bestätigung für das zwischen 1960 und 1970 aufgrund von Beobachtungsergebnissen erstellte Impfkonzzept angesehen werden, welches mit diesen Pilzen zur Begründung einer erfolgreichen Zirbenanzucht geführt hat.

Die sehr gute Vitalität der Ektomykorrhiza, der hohe Anteil von 45% Ektomykorrhiza-Pilze am gesamten Blätterpilz- und Röhrlingsvorkommen und deren hoher Anteil von 92% an der Gesamtbiomasse können übereinstimmend als Kriterien für einen guten Gesundheitszustand der Bestände gewertet werden.

Unterschiede ergeben sich mit zunehmendem Alter der Bäume sowohl für das Ektomykorrhiza-Typenspektrum als auch für das Ektomykorrhiza-Pilzartenspektrum. Zum Zeitpunkt der Untersuchung wurde das sehr weite Verhältnis 79 Ektomykorrhiza-Typen und 33 fruktifizierende Ektomykorrhiza-Pilzarten festgestellt. Gründe für die wesentlich höhere Anzahl von Ektomykorrhiza-Typen sind darin zu sehen, daß manche Ektomykorrhiza-bildenden Myzelien aufgrund ihrer systematischen Stellung, bestimmter Konkurrenzverhältnisse oder witterungsbedingt das Potential für eine Fruchtkörperentwicklung nicht erreichen konnten.

Von großem Interesse ist die Tatsache, daß der hohen Anzahl spezifischer Ektomykorrhiza-Typen von 61 die kleine Gruppe spezifischer fruktifizierender Ektomykorrhiza-Pilze von 12 gegenübersteht. Diese auffallende Verhältnis zwischen zahlreichen spezifischen Ektomykorrhiza-Typen und unspezifischen Ektomykorrhiza-Pilzen kann nur als Anpassung einer Vielzahl Ektomykorrhiza-bildender Pilzmyzelien an die wenigen Baumarten subalpiner Wälder gewertet werden.

11.5 Beurteilung der Nutzenanwendung

Die Pilzkomponente der Aufforstung Haggen weist sowohl für den Ektomykorrhiza-Besatz als auch für das Pilzvorkommen in Bezug auf Vielfalt, Häufigkeit, Vitalität und Biomasseproduktion alle Merkmale eines gesunden, natürlichen Schutzwaldes auf. Sie ist gleichzeitig die wesentliche Voraussetzung für seine Weiterentwicklung. Die Reichhaltigkeit von Ektomykorrhiza-Besatz und Pilzvorkommen kann als Indikator für einen guten Waldzustand gewertet werden. Die Nutzenanwendung der dargestellten Ergebnisse für die Forstpraxis stellt sich dar als Summe aller Maßnahmen, welche der Förderung und Schonung der pilzlichen Komponente und damit der Stabilisierung subalpiner Waldökosysteme dienen.

12 Zusammenfassung

Die Mykorrhizierung junger Forstpflanzen mit geeigneten Ektomykorrhiza-Pilzen ist an unbewaldeten Aufforstungsstandorten zunächst für ihre Anpassung und in der Folge für ihre Weiterentwicklung von grundlegender Bedeutung.

Die Hochlagenaufforstung Haggen (Sellraintal/Tirol/Zentralalpen) hat durch das Nebeneinander von neu angelegten bis maximal 34-jährigen Pflanzungen von Zirbe, Fichte und Lärche als Hauptbaumarten subalpiner Wälder alle Voraussetzungen um einen Überblick über die Entwicklung ihrer Ektomykorrhiza und Pilzgesellschaften zu gewinnen.

Der Ektomykorrhiza-Besatz der Bäume wurde an vier Probestandorten durch Präparation von 198 Stichproben (Bodenziegel 20 x 20 cm) erhoben, jener der im Areal der Bärentraube (arbutoide Mykorrhiza) durch zusätzliche 20 Proben. Ektomykorrhiza beziehungsweise arbutoide Mykorrhiza mit übereinstimmenden morphologischen Merkmalen sind als Typen bezeichnet.

Insgesamt wurden 79 Ektomykorrhiza-Typen festgestellt, davon waren 57 nur an eine der genannten Baumarten gebunden.

Bei Jungpflanzen dominieren zunächst nur wenige Ektomykorrhiza-Typen aus dem Pflanzgarten, welche bei Zirbe durch Impfung mit Zirbenröhrlingen induziert sind.

Mit zunehmendem Alter der Bestände steigt ihre Anzahl bis auf maximal 15 pro Probestandort.

Die Verteilung der Typen ist durch die Vegetation beeinflusst. Die sehr gute Vitalität der Ektomykorrhiza kann als Maß für ihre Funktionsfähigkeit gewertet werden. Es ergab sich kein Hinweis auf eine Belastungssituation, jedoch hatte die drastische Durchforstung einer Parzelle eine rasche Verschlechterung der Ektomykorrhiza-Vitalität und Ektomykorrhiza-Häufigkeit zur Folge. Am Beispiel der Ektomykorrhiza-Entwicklung konnte eine Erklärung für den Verpflanzschock bei Fichte gefunden werden.

Bestände der Bärentraube entsprechen offensichtlich einem Reservoir für Ektomykorrhiza-Pilze aus Zeiten früherer Bewaldung. Bisher wurden im Aufforstungsbereich an den Wurzeln dieses Zwergstrauches 14 arbutoide Mykorrhiza-Typen unterschieden.

Die Erfassung der Pilzgesellschaft wurde mittels Kleinquadraten (10 m²) durchgeführt. Diese sind zufällig in der Aufforstung verteilt und bedecken insgesamt 7200 m².

Vorkommende Pilzarten wurden bestimmt und ausgezählt. Insgesamt fruktifizierten 100 Pilzarten verschiedener systematischer Gruppen. 33 sind nach derzeitigen Kenntnissen Ektomykorrhiza-Bildner und 12 davon spezifisch für eine Baumart. Diese fruktifizieren als „first stage“ Arten bevorzugt bei jungen Bäumen und sind im Allgemeinen auch deren Ektomykorrhiza-Bildner.

Die übrigen Ektomykorrhiza-Pilze sind ubiquitär. Sie sind offensichtlich aus Pflanzgärten und Wäldern der Umgebung eingewandert und haben sich dem Hochlagenstandort angepaßt oder sie waren latent an den Wurzeln der Bärentraube vorhanden.

Eine sukzessive Veränderung des Pilzspektrums mit zunehmendem Baumalter und Kronenschluß war deutlich.

Anhand des durchschnittlichen spezifischen Trockengewichts pro Fruchtkörper und der Abundanz der einzelnen Arten wurde die von Pilzen produzierte Biomasse von 260 g Trockengewicht/100 m² errechnet. Sie entspricht für ein europaweit als ungünstig ausgewiesenes Fruktifikationsjahr vergleichsweise 120 Fruchtkörpern des Zirbenröhrlings auf 100 m².

Daten aus einigen nahe beziehungsweise entfernt liegenden subalpinen Waldgebieten wurden für Vergleiche von Typen- und Artenzahlen, Prozentanteilen von Ektomykorrhiza-Pilzen sowie der Biomasse herangezogen.

Nach vorliegenden Ergebnissen und aufgrund dieser Vergleiche kann für die Pilzkomponente der Aufforstung Haggen sowohl ihre bisherige Entwicklung als auch die derzeitige Situation als Grundlage für ihr Heranwachsen zu einem naturnahen Schutzwald als sehr gut bezeichnet werden.

Die Untersuchungen wurden während der Vegetationsperioden 1996 und 1997 durchgeführt.

13 Literatur

- AGERER R. 1990: *Studies on ectomycorrhizae XXIV. Ectomycorrhizae of Chroogomphus helveticus und C. rutilus (Gomphidiaceae, Basidiomycetes) and their relationship to those of Suillus and Rhizopogon*. Nova Hedwigia 50 (1 - 2): 1 - 63.
- AGERER R. 1991: *Characterization of ectomycorrhizae*. In: Norris N. R., Read D. S. and Varma A. K. (eds.): *Methods in Microbiology*, 23: 25 - 73.
- AL ALBRAS K., LE TACON F., LAPÉRIE F. 1989: *Ectomycorrhizas stress during forest trees transplantation ascertained by radiorespirometry and protein electrophoresis*. Agriculture, Ecosystems and Environment 28: 9-12.
- AMARANTHUS M. P. & PERRY D. A. 1989: *Interaction effects of vegetation type and Pacific madrone soil inocula on survival, growth and mycorrhiza formation of Douglas - fir*. Can. Journ. of Forest research 19: 550 - 556.
- ARNOLDS E. 1992: *The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi*. Fungi in Vegetation Science: 7-47.
- AULITZKY H. 1963: *Das vorläufige Wind - Schnee - Ökogramm zur Hochlagenaufforstung*. Beilage zu „Ökologischen Untersuchungen in der subalpinen Stufe zum Zwecke der Hochlagenaufforstung, Teil II“. Mitt. Forstl. BVA Wien 60.
- BAUMÖLLER A. 1996: *Hochlagenaufforstungskontrolle am Beispiel der Waldbrandfläche Telfes*. Tiroler Forstdienst 39 (2): 17-18.
- BENDINGS G.D., READ D.J. 1995: *The structure and function of the vegetative mycelium of ectomycorrhizal plants*. The foraging behaviour of ectomycorrhizal mycelium and the translocation of nutrients from exploited organic matter. New Phytol. 130: 401-409.
- BRADBURY S. M., DANIELSON R. M., VISSER S. 1998: *Ectomycorrhizas of regenerating stands of lodgepole pine (Pinus contorta)*. Can. J. Bot. 76: 218-227.

- BRANDENBURGER W. 1985: *Parasitische Pilze an Gefäßpflanzen in Europa*. Gustav Fischer Verlag-Stuttgart-New York.
- BREITENBACH J., KRÄNZLIN F. 1981: *Pilze der Schweiz*. Band 1: Ascomyceten, Verlag Mycologia, Postfach 165, CH-6000 Luzern 9.
- 1986: *Pilze der Schweiz*. Band 2: Nichtblätterpilze, Verlag Mycologia, Postfach 165, CH-6000 Luzern 9.
- 1991: *Pilze der Schweiz*. Band 3: Röhrlinge und Blätterpilze 1. Teil, Verlag Mycologia, Postfach 165, CH-6000 Luzern 9.
- 1995: *Pilze der Schweiz*. Band 4: Blätterpilze 2. Teil, Verlag Mycologia, Postfach 165, CH-6000 Luzern 9.
- BRESADOLA J. 1927-1960: *Iconographia Mycologica I-XXVIII*. Societa' Botanica Italiana, Museo Civico di Storia Naturale di Trento.
- BUTIN H. 1989: *Krankheiten der Wald- und Parkbäume*. Georg Thieme Verlag Stuttgart-New York.
- CETTO B. 1978/1979/1980/1984: *Pilze nach der Natur*. Band 1-4. Arti grafiche Saturnia Trento.
- CETTO B. 1989/1990/1993: *I Funghi dal vero*. Band 5-7. Arti grafiche Saturnia Trento.
- CLEMENCON H. 1982: *Kompodium der Blätterpilze, europäische omphaloide Tricholomataceae*. Z. Mykol. 48 (2):195-237.
- COLPAERT J.V., VAN ASSCHE J.A., JUITENS K. 1992: *The growth of extramatrical Mycelium of ectomycorrhizal fungi and the growth response of Pinus sylvestris L.* New Phytol. 120: 127-135.
- DÄHNKE R. M. 1993: *1200 Pilze in Farbfotos*. AT Verlag Aarau/Schweiz.
- DANIELSON R.M. 1984: *Ectomycorrhizal associations in jack pine stands in northeastern Alberta*. Can. J. Bot. 62: 932-939.
- DIETRICHSON J., HØYDAHL 1984: *Taksonomisk undersøkelse av slekten GALERINA earle (Basidiomycetes, Agaricales) fra lavlandet i Norge (Schlüssel)*. Cand. scient. oppgave i spesiell botanikk Det Matematiske-naturvitenskapelige fakultet Universitetet i Oslo.
- DIGHTON J., POSKITT J. M., HOWARD D. M. 1986: *Change in occurrence of basidiomycete fruit bodies during forest stand development with specific reference to mycorrhizal species*. Trans. Br. Mycol. Soc. 87: 168-171.
- DONAUBAUER E. 1980: *Über die Pilzkrankheiten in Hochlagenaufforstungen*. Mitt. Forstl. BVA Wien 129: 51-62.
- DUDDRIDGE J.A. 1986: *The developmental and ultrastructure of ectomycorrhizas: Compatible and incompatible interactions between Suillus grevillei (Klotzsch.) Sing. and 11 species of ectomycorrhizal hosts in vitro in absence of exogenous carbohydrates*. New Phytol. 103: 457-464.
- ERIKLAD A., WALLANDER H., CARLSSON R., HUSS-DANELL K. 1995: *Fungal Biomass in roots and extramatrical mycelium in relation to macronutrients and plant biomass of ectomycorrhizal Pinus sylvestris and Alnus incana*. New Phytol. 131: 443-451.
- FAVRE J. 1960: *Catalogue descriptif des champignons supérieurs de la zone subalpine du parc national suisse*. Ergebnisse der Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark 42 (6) (N.F.): 321-610.
- FINLAY R.D., READ D.J. 1986: *The structure and function of the vegetative Mycelium of ectomycorrhizal plants II. The uptake and distribution of phosphorus by mycelium interconnecting host plants*. New Phytologist 103: 157-165.
- FRATTEGANI M., MENCUCINI M., MERCURIO R., PROFILI W. 1992: *First observations on Stone Pine (Pinus pinea L.) root systems*. Root Ecology and its Practical Application. 3 ISST Symp. Wien, Univ. Bodenkultur 1991, L. KUTSCHERA, E. HÜBL, E. LICHTENEGGER, H. PERSSON, M. SOBOTIK (EDS.) 1992 - (Verein für Wurzelforschung Klagenfurt): 699-702.
- GARDES M., BRUNS T.D. 1996: *Community structure of ectomycorrhizal fungi in a Pinus muricata forest: above- and below- ground views*. Can. J. Bot. 74: 1572-1583.

- GASSNER M. 1925: *Beiträge zur Siedlungs- und Wirtschaftsgeschichte des inneren Sellraintales*. Veröff. Museum Ferdinandeum H. 4: 1-79.
- GERHART E. 1995: *BLV Handbuch Pilze*. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, Zürich, Wien.
- GÖBL F. 1963: *Die Zirbenmykorrhiza in Pflanzgärten*. Cbl. f. d. ges. Forstwesen 80 (1): 20-30.
- 1965: *Die Zirbenmykorrhiza im subalpinen Aufforstungsgebiet*. Cbl. f. d. ges. Forstwesen 82 (2): 89-100.
 - 1967: *Mykorrhizauntersuchungen in subalpinen Wäldern*. Mitt. Forstl. BVA Wien 75: 335 - 356.
 - 1975: *Erfahrungen bei der Anzucht von Mykorrhizaimpfmaterial*. Cbl. f. d. ges. Forstwesen 92 (4): 227-237.
 - 1979: *Erfahrungen bei der Anwendung von Mykorrhiza - Impfmaterial*. Cbl. f. d. ges. Forstwesen 96 (1): 30-43.
 - 1980: *Mykorrhizauntersuchungen in einer Fichtenaufforstung im Sellraintal*. Mitt. Forstl. BVA Wien 129: 41-50.
 - 1989a: *Mykorrhiza- und Feinwurzeluntersuchungen im Waldschadensgebiet Gleingraben und Gleinalpe (Stmk.). Zustandserhebung in der Probefläche „Hexenkreuzung“ 1986*. Mitt. Forstl. BVA Wien 163 (1): 171-195.
 - 1989b: *Mykorrhiza- und Feinwurzeluntersuchungen im Waldschadensgebiet Gleingraben und Gleinalpe (Stmk.). Zustandserhebung im Gesamtareal*. Mitt. Forstl. BVA Wien 163 (1): 197-220.
- GÖBL F., HEUMADER J. 1989: *Biologische Forstpflanzenzucht*. ÖFZ 12: 104 - 109.
- GRAF F., GERBER W. 1997: *Einfluß von Mykorrhizapilzen auf die Bodenstruktur und deren Bewertung für den Lebendverbau*. Schweiz. Zeitschrift für Forstw. 11.
- GRIFFITHS R.P., BRADSHAW G.A., MARKS B., LIENKAEMPER G. W. 1996: *Spatial disturbance of ectomycorrhizal mats in coniferous forests of the Pacific Northwest, USA*. Plant Soil 180: 147 - 158.
- GULDEN G. 1980: *Alpine Galerinas (Basidiomycetes, Agaricales) with special references to their occurrence in South Norway at Finse on Hardangervidda*. Norw. J. Bot. 27: 219-253.
- 1987: *The Genus Galerina on Svalbard. From Arctic and Alpine Mycology II*, edited by C. A. Laursen, J.F. Ammirati and S.a. Redhead. Plenum Publishing Corporation, Oslo.
- GULDEN G., JENSSEN K.J., STORDAL J. 1985: *Arctic and Alpine fungi-1. Soppkonsulenten*. Gulden, Jenssen, Stordal, Oslo.
- 1988: *Arctic and Alpine fungi-2. Soppkonsulenten*. Gulden, Jenssen, Stordal, Oslo.
- GULDEN G., JENSSEN K.J., STORDAL J., SENN-IRLET B. 1990: *Arctic and Alpine fungi-3. Soppkonsulenten*. A/S. Oslo.
- HENSLE W. 1970: *Bisherige Erfahrungen bei der Aufforstung Haggen*. Allg. Forstzeitung 81: 328-330.
- 1972: *Erfahrungen bei der Hochlagenaufforstung Haggen*. Mitt. Forstl. BVA Wien 96: 209 - 219.
- HESLIN M.C., BLASIU D., MC ALHINNAYC, MITCHELL D.T. 1992: *Mycorrhizal and associated fungi of Sitka spruce in Irish forest mixed stands*. Euro. J. For. Path. 22: 46-57.
- HEUMADER J. 1994: *Cultivation of Cembran pine plants for high elevation afforestation*. Proceedings - international Workshop on subalpine stone pines and their environment: the status of our knowledge. St. Moritz 1992. Schmid W, C., Holtmeier F. K. comps.: 298-301.
- HIJRTSTAM K., LARSON K.H., RYVARDEN L. 1988, *The Corticiaceae of North Europe*, 1-8.
- HÖFLER K. 1954: *Über Pilzaspekte*. Organe officiel de l' association international de Phytosociologie. 5-6: 373-380.
- 1955: *Über Pilzsoziologie*. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, Sonderdruck aus Band 95, 1955.

- HORAK E. 1963: *Pilzökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe (Picetum subalpinum und Rhodoreto-Vaccinietum) der Rätischen Alpen*. Mitteilungen der schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen 39 (1).
- HUTTON B. S., DIXON K. W., SIVASITHAMPARAM K., PATE J. S. 1997: *Effect of Habitat disturbance on inoculum potential of ericoid endophytes of Western Australian heaths (Epacridaceae)*. New. Phyt. 135: 739-744.
- JAHN H. 1963: *Mitteuropäische Porlinge (Polyporaceae ss. lato) und ihr Vorkommen in Mitteleuropa*. Westfälische Pilzbriefe 4: 1-143.
- JAHN H. 1979: *Pilze die an Holz wachsen*. Büssesche Verlagshandlung, Herford.
- JOLICH W. 1989: *Guida alla determinazione dei funghi*. Vol. 2: Aphyllophorales, Heterobasidiomycetes, Gastromycetes. Arti Grafiche Saturnia s.a.s.-Trento
- JOLICH W. 1984: *Die Nichtblätterpilze, Gallertpilze und Bauchpilze*. Kleine Kryptogamenflora II b/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- KELLER G. 1997: *Mykosoziologische Studie über die Mykorrhizapilze der Zirbe*. Artenspektrum und Sukzession in der hochsubalpinen Stufe der Tiroler Zentralalpen. FBVA-Berichte 98.
- KONRAD P., MAUTBLANC A. 1924-1930: *Icones selectae Fungorum 1-6*. Paul Lechevalier Editeur, 12 Rue de Tournon, Paris.
- KOST G. 1984: *Moosbewohnende Basidiomyceten I. Morphologie, Anatomie, und Ökologie von Arten der Gattung Rickinella Raithelh.*: Rickinella fibula (Bull. : Fr.) Raithelh., R. aulacomniophila nov. spec., R. swartzii (Fr. : Fr.) Kuyp.
- 1992: *Macrofungi on soil in coniferous forests*. Editor W. Winterhoff, Fungi in Vegetation Science: 79-111.
- KOWALSKY T. 1988: *Zur Pilzflora toter Fichtenmadeln*. Zeitschrift für Mykologie, Band 54 (2), 1988. Einhorn-Verlag, Schwäbisch Gmünd.
- KRIEGELSTEINER G.J. 1982: *Verbreitung und Ökologie 200 ausgewählter Röhren-, Blätter-, Poren- und Rindenpilzen in der Bundesrepublik Deutschland (Mitteleuropa)*. Beiheft zur Zeitschrift für Mykologie 4: 1-270.
- KRONFUB H 1997: *Das Klima einer Hochlagenaufforstung in der subalpinen Höhenstufe (Haggen im Sellraintal bei St. Sigmund, Tirol 1975-1994)*. Berichte Forstl.-BVA Wien 100.
- KROPP B.R., LANGLOIS CH-G. 1990: *Ectomycorrhizae in reforestation*. Can. J. For. Res. 20: 438-415.
- KUBICEK C. P., GRILLENBERGER S., GOBL F. 1998: *Bestandesaufnahme mykorrhizabildender Pilze im Untersuchungsgebiet Achenkirch unter Verwendung molekularbiologischer Untersuchungsmethoden*. Endbericht (GZ 56 - 840 / 50 - VA 26 / 96).
- KÖHNER R. 1935: *Le Genre Galera (Fries) Que'let*. Paul Lechevalier Editeur, Prais, Rie de Tournon 12.
- 1938: *Le Genre Mycena (Fries)*. Encyclopedie Mycologique Paul Lechevalier, Editeur, Rue de Tournon 12, Paris.
- KÖHNER R., ROMAGNESI H. 1978: *Flore Analytique des Champignons supérieurs*. Masson et Cie, Editeurs. (Paris New York Barcelona Milan).
- LAMOURE MILLE D. 1974: *Agaricales de la zone alpine, Genre Omphalina 1^o partie*. Extrait de Travaux Scientifiques du Parc National de la Vanoise 5.
- LAMOURE MILLE D. 1975: *Agaricales de la zone alpine, Genre Omphalina 2^o partie*. Extrait de Travaux Scientifiques du Parc National de la Vanoise 6.
- LANGE J.E. 1935: *Flora Agaricina danica*. Published under the auspices of the society for the advancement of mycology in denmark and the danish botanical society.
- LAST F.T., FLEMING L.V. 1985: *Factors affecting the occurrence of fruitbodies forming sheathing (ecto-) mycorrhizas with roots of trees*. Proc. Ind. Acad. Sci (Plant Sci) 94 (2-3): 111-127.

- LOBANOW N. W. 1960: *Mykorrhizie der Holzpflanzen*. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- MAAS GEESTERANUS R.A. 1992: *Mycenas of the Northern Hemisphere I: Studies in Mycenas and other papers*. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen Verhandelingen, Afd. Natuurkunde, Tweede Reeks, deel 90, North-Holland, Amsterdam/Oxford/New York/Tokio.
- 1992: *Mycenas of the Northern Hemisphere II: Conspectus of the Mycenas of the northern Hemisphere*. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen Verhandelingen, Afd. Natuurkunde, Tweede Reeks, deel 90, North-Holland, Amsterdam/Oxford/New York/Tokio.
- MARKS G. C. 1991: *Causal morphology and evolution of mycorrhizas*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 35: 89-104.
- MARX D. H. 1985: *Trials and tribulations of an ectomycorrhizal fungus inoculation program*. In: proceedings of the 6th North American Conference of Mycorrhizae (ed. R. Molina). Forest Research Laboratory, Corvallis, Oregon, USA. 62-63.
- MASSICOTE H. B., MELVILLE L. H., MOLINA R., PETERSON R. L. 1993: *Structure and histochemistry of mycorrhizae synthesized between Arbutus menziesii (Ericaceae) and two basidiomycetes: Pisolithus tinctorius (Pisolithaceae) and Piloderma bicolor (Corticaceae)*. Mycorrhiza 3: 1-11.
- MCCOMB A. L. 1938: *The relation between mycorrhizae and the development and nutrient absorption of pine seedlings in a prairie misery*. Journal of Forestry 35: 1148-1154.
- MEISTRICK V. K. & HADAC F. 1975: *Mykorrhiza of Arctostaphylos uva ursi*. Pedobiologia 15: 336-342.
- MELIN E. 1922: *Untersuchungen über die Larix Mykorrhiza. I - Synthese der Mykorrhiza in Reinkultur*. Svensk Botanisk Tidskrift 16 (2): 161 - 196.
- MICHAEL E., HENNING B., KREISEL H. 1978: *Handbuch für Pilzfreunde*, Band I. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- 1981: *Handbuch für Pilzfreunde*, Band IV. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
 - 1983: *Handbuch für Pilzfreunde*, Band V. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- MIKOLA P. 1969: *Mycorrhizal fungi of exotic trees*. Karstenia 10: 169-176.
- MOLINA R. & TRAPPE J. M. 1982: *Lack of mycorrhizal specificity in the ericaceous hosts Arbutus menziesii and Arctostaphylos uva ursi*. New Phytologist 90: 495-509.
- MOLINA R., SMITH J. E., MCKAY D., MELVILLE L. H. 1997: *III Influence of cocultured conifer species on mycorrhizal specificity with the arbutoid hosts Arctostaphylos uva ursi and Arbutus menziesii*. New Phytol. 137: 519-528.
- MOSER M. 1958 a: *Die künstliche Mykorrhizierung an Forstpflanzen I. Erfahrungen bei der Reinkultur von Mykorrhizapilzen*. Forstwissenschaftliches Zentralblatt 77.: 32-40.
- 1958 b: *Der Einfluß tiefer Temperaturen auf das Wachstum und die Lebenstätigkeit höherer Pilze mit spezieller Berücksichtigung von Mykorrhizapilzen*. Sydowia 11: 386-399.
 - 1963: *Förderung der Mykorrhizabildung in der forstlich Praxis*. Mitt. Forst. BVA Wien 60: 691-720.
 - 1959: *Pilz und Baum*. Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde, Sondernummer 30.
 - 1963: *Ascomyceten (Schlauchpilze)*. Kleine Kryptogamenflora Band Ia, Gustav Fischer Verlag Stuttgart.
 - 1964: *Transpirationsschutz bei höheren Pilzen*. Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde, Sondernummer 53, April 1964: 50-55.
 - 1982: *Mycoflora of the transitional Zone from subalpine Forests to Alpine Tundra*. Arctic and alpine Mycology, The First International Symposium on Arcto-Alpine Mycology: 371-389. University of Washington Press, Seattle and London.
 - 1983: *Die Röhrlinge und Blätterpilze*. Kleine Kryptogamenflora Band IIb/2, Gustav Fischer Verlag Stuttgart.

- MOSER M., JÜLICH W. 1989: *Farbatlas der Basidiomyceten - Colour Atlas of Basidiomycetes I-VII*. Gustav Fischer Verlag Stuttgart.
- MÜLLER S., GERHART A. 1994: *Untersuchungen zu Vorkommen und Ökologie von Großpilzen im Raum Bielefeld. Teil 1: Artenspektrum und Artenzuordnung zu ökologischen Gruppen*. Zeitschrift für Mykologie, Band 60(2).
- 1995: *Untersuchungen zu Vorkommen und Ökologie von Großpilzen im Raum Bielefeld. Teil 2: Das Artvorkommen und seine Abhängigkeit von abiotischen Faktoren*. Zeitschrift für Mykologie, Band 61(1).
 - 1995: *Untersuchungen zu Vorkommen und Ökologie von Großpilzen im Raum Bielefeld. Teil 3: Zur Methodik ökologischer orientierter mykologischer Freilandarbeit*. Zeitschrift für Mykologie, Band 61(2).
- NATARAYAN K., MOHAN V., INGLBEY 1992: *Correlation between basidiomata production and ectomycorrhizal formation in Pinus pertula plantations*. Soil Biol. Biochem. 24 (3): 279-280.
- NESTROY O. 1989: *Stand der Beratungen über die Neufassung der Österreichischen Bodensystematik*. Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges. 56: 79-95.
- NEUWINGER I. 1970: *Einfluß von Entwaldung und Wind auf die Bodenbildung am Paider- und Haggener Sonnberg*. Allgemeine Forstzeitung 81: 326-328.
- 1972: *Standortsuntersuchungen am Sonnberg im Sellrainer Obertal*. Mitt. Forstl. BVA Wien 96: 177-208.
 - 1979: *Einfluß von Entwaldung und Wind auf die Bodenbildung am Paider- und Haggener Sonnberg*. Allg. Forstzeitung 81: 326-330.
 - 1980: *Erwärmung, Wasserrückhalt und Erosionsbereitschaft subalpiner Böden*. Mitt. Forstl. BVA Wien 129: 123-144.
- NEUWINGER I., CZELL A. 1961: *Böden in den Tiroler Zentralalpen*. Mitt. Forstl. BVA Wien 59: 371 - 410.
- NOORDELOS M.E. 1992: *Entoloma s.l.. Fungi Europaei*, Libreria editrice Giovanna Biella, Saronno.
- PEINTNER U. 1995: *Mykosoziologische Untersuchungen im Projektgebiet Achenkirch unter besonderer Berücksichtigung von Schadstoffeinträgen*. Dissertation, Leopold - Franzens - Universität Innsbruck.
- PEINTNER U., MOSER M. 1996: *The mycobiota (Basidiomycetes) in an alpine Tyrolean Valley*. Phytion (Horn Austria), Special issue „Achenkirch II“, 36 (4): 65-82.
- PERRY D. A., MOLINA R., AMARANTHUS M. P.. 1987: *Mycorrhizae, Mycorrhizaspheres and reforestation: current knowledge and research needs*. Can. J. For. Res. 929 - 940.
- POMPEL B., GOBL F., TRANQUILLINI W. 1973: *Wachstum, Mykorrhiza und Frostresistenz von Fichtenjungpflanzen bei Düngung mit verschiedenen Stickstoffgaben*. Europ. J. For. Path. 5: 83-97.
- READ D.J., BIRCH C.P.D. 1988: *The effects and implications of disturbance of mycorrhizal Mycelial Systems*. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh 94 B, 13-24.
- RICKEN A. 1915: *Die Blätterpilze*. Band I und II. Verlag von Theodor Oswald Weisel, Leipzig.
- RUNGE A. 1978: *Pilzsukzession an Kiefernstümpfen*. Zeitschrift für Mykologie, Band 44 (2).
- 1986: *Pilzsukzession an Kiefernstümpfen II*. Zeitschrift für Mykologie, Band 52 (2).
- RYVARDEN L. 1976: *The Polyporaceae of North Europe*. Vol. I. Fungiflora Oslo.
- SASTAD S.M. 1995: *Fungi-vegetation relationships in a Pinus sylvestris forest in central Norway*. Can. J. Bot. 73: 807-816.
- SCHÄFFER J. 1952: *Russula Monographie*. Verlag Julius Klinkhardt. Bad Heilbrunn, Oberbayern.
- SIMARD S. W., JONES M. D., DURALL D. M., PERRY D.A., MYROLD D.D., MOLINA R. 1997: *Reciprocal transfer of carbon isotopes between ectomycorrhizal Betula papyrifera und Pseudotsuga menziesii*. New. Phytol. 137: 529-542.
- SCHIECHTL H. 1970: *Zur Frage der Wiederaufforstung von Sonnenhängen in den Hochlagen der Inneralpen*. Allg. Forstzeitung 81: 312-314.

- SMITH A.H. 1971: *Taxonomy of Ectomycorrhiza-Forming Fungi*. Mykorrhizae-Proceedings of the First North American Conference on Mycorrhizae: 1-8.
- TINHOFFER I. 1990: *Soziologische Untersuchungen der Pilzvegetation in Beständen von Larix decidua*. Diplomarbeit.
- TRAPPE J.M. 1971: *Mycorrhiza-Forming Ascomycetes*. Mykorrhizae-Proceedings of the First North American Conference on Mycorrhizae: 19-37.
- TRAPPE J.M. 1988: *Lessons from alpine fungi*. Mycologia 80: 1-10.
- TREU R. 1990: *Charakterisierung und Identifizierung von Ektomycorrhizen aus dem Nationalpark Berchtesgaden*. Bibl. Mycol. 134: 1 - 196.
- TYLER G. 1992: *Tree species affinity of decomposer and ectomycorrhizal macrofungi in beech (Fagus sylvatica L.) and hornbeam (Carpinus betulus.) forests*. Forest Ecology and Management 47: 269-284.
- VISSER S. 1995: *Ectomycorrhizal fungal succession in jack pine stands following wildfire*. New Phytol. 129: 389-401.
- VOGT A.A., GRIER C.C., EDMONDS R. L., MEIER C.E. 1982: *Mycorrhizal role in net primary production and nutrient cycling in Abies amabilis (Dougl.) Forbes ecosystems in western Washington*. Ecology. 63: 370-380.
- VON ALTEN H., FISCHER B. 1987: *Mycorrhization of spruce in Forest Diedack stands in West Germany*. Mycorrhiza in the next Decade 107.
- ZAK B. 1976: *Pure culture synthesis of bearberry mycorrhizae*. Canad. Jotn. of. Bot. 54: 1297-1305.
- ZERLING G. A. 1958: *Die Mykorrhizen der Lärche und ihre Wirkung auf das Wachstum und den Zustand der Sämlinge in Karbonat - Tschernosem - Böden des Transwolga - Gebietes*. Mikrobiologija 12 (4): 450-459.

Verfasser: HR. Dr. Friederike Göbl
Schneeberggasse 43 a
6020 Innsbruck

Mag. Heidi Ladurner
Institut für Mikrobiologie
Leopold-Franzens-Universität Innsbruck
Technikerstr. 25
6020 Innsbruck
eMail: HEIDI.LADURNER@uibk.ac.at
<http://www.uibk.ac.at>

Fundliste			
Tab. 24	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Ökologische Ansprüche
Basidiomyceten		Ständerpilze	
Agaricales		Blätterpilze	
Hygrophoraceae			
<i>Cantharellus pratensis</i> (Pers.: Fr.) Kummer		Wiesenellerling	Saprophyt (Erde)
<i>Hygrocybe conica</i> (Quel.) Kühner		Schwärzender Safling	Saprophyt (Erde)
<i>Hygrophorus lucorum</i> Kalkbr. *		Lärchenschneckenling	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Lärche
<i>Hygrophorus olivaceodilvus</i> (Fr.: Fr.) Fr.		Natterstieler Schneckenling	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe
<i>Hygrophorus picene</i> Kühn.		Fichtenschneckenling	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Fichte
<i>Hygrophorus speciosus</i> Peck *		Orangegeßer Schneckenling	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Lärche
Tricholomataceae			
<i>Clitocybe cf. dealbata</i> (Sow.: Fr.) Kummer		Rinnigbereifter Trichterling	Saprophyt (Erde)
<i>Clitocybe cf. diatreta</i> (Fr.: Fr.) Kummer		— — —	Saprophyt (Erde)
<i>Clitocybe fragans</i> (With.: Fr.) Kumm.		Weißer Anstrichterling	Saprophyt (Erde)
<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.: Fr.) Kummer		Gelbbräuner Trichterling	Saprophyt (Erde)
<i>Collybia asena</i> var. <i>asena</i> (Fr.: Fr.) Kummer		Horngrauer Butterröbling	Saprophyt (Erde)
<i>Collybia cirrata</i> (Schum.: Fr.) Kumm.		Gelbkolliger Sklerotienröbling	Saprophyt (Erde u. faule Pilzfruchtkörper)
<i>Collybia dryophila</i> (Bull.: Fr.) Kummer *		Waldfreundröbling	Saprophyt (Erde)
<i>Collybia maculata</i> (A. & S.: Fr.) Quel		Gefleckter Röbling	Saprophyt (Erde)
<i>Collybia putilla</i> (Fr.) Sing.		— — —	Saprophyt (Erde)
<i>Collybia tuberosa</i> (Bull.: Fr.) Kummer		Braunkolliger Sklerotienröbling	Saprophyt (Erde u. faule Pilzfruchtkörper)
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.: Fr.) Bk. & Br. *		Rötlicher Lacktrichterling	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe
<i>Laccaria proxima</i> (Boud.) Pat.		— — —	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe
<i>Marasmius androsaceus</i> (L.: Fr.) Fr. *		Roßhaarschwindling	Saprophyt (auf Koniferennadeln)

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Ökologische Ansprüche
<i>Mycena aetiles</i> (Fr.) Quel.	Adlerfarbiger Helmling	Saprophyt (auf Streu)
<i>Mycena citrinonurginata</i> Gillet	Gelbschneidiger Helmling	Saprophyt (auf Streu)
<i>Mycena epipterygia</i> var. <i>epipterygia</i> (Scop.: Fr.) Gray	Dehnbarer Helmling	Saprophyt (auf Streu)
<i>Mycena epipterygia</i> var. <i>epipterygioides</i> (Pearson) Kühn.	— — —	Saprophyt (auf Streu)
<i>Mycena filipes</i> (Bull.: Fr.) Kummer	Zerbrechlicher Fadenhelmling	Saprophyt (auf Streu)
<i>Mycena flavovulva</i> (Fr.) Quel.	Zitronengelber Helmling	Saprophyt (auf Streu)
<i>Mycena galericulata</i> (Scop.: Fr.) S. F. Gray	Rosablättriger Helmling	Saprophyt (auf Streu)
<i>Mycena leptoccephala</i> (Pers.: Fr.) Gill.	Grauer Nitrathelmling	Saprophyt (auf Streu)
<i>Mycena metata</i> (Fr.) Kummer	Kegeliger Helmling	Saprophyt (auf Streu)
<i>Mycena niveipes</i> (Murr.) Murr.	— — —	Saprophyt (auf Streu)
<i>Mycena pura</i> (Pers.) Kummer	Reitichhelmling	Mykorrhizabildner, in Haggen unspezifisch
<i>Mycena rubromarginata</i> (Fr.: Fr.) Kummer	Rotschneidiger Helmling	Saprophyt (auf Totholz)
<i>Mycena sanguinolenta</i> (A. & S.: Fr.) Kummer	Purpurschneidiger Helmling	Saprophyt (auf Streu)
<i>Mycena stipitata</i> M. Geest. & Schwöbl	Viersporiger Nitrathelmling	Saprophyt (auf Streu)
<i>Mycena urania</i> (Fr.: Fr.) Quel.	— — —	Saprophyt (auf Streu)
<i>Panellus mitis</i> (Pers.: Fr.) Sing.	Milder Muschelseitling	Saprophyt (auf Holz)
<i>Tricholoma imbricatum</i> (Fr.: Fr.) Kummer	Feinschuppiger Ritterling	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Fichte und Lärche
<i>Tricholoma psammopus</i> (Kalchbr.) Quel. *	Lärchenritterling	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Lärche
<i>Tricholoma saponaceum</i> (Fr.) Kummer	Seifenritterling	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Fichte
<i>Tricholoma vaccinum</i> (Pers.: Fr.) Kummer	Zottiger Ritterling	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Fichte
<i>Tricholomopsis rutilans</i> (Schff. ex Fr.) Sing.	Purpurfilziger Holzritterling	Saprophyt (auf Holz)
Entolomataceae		
<i>Entoloma cetratum</i> (Fr.: Fr.) Mos. *	Scherbengelber Rölling	Saprophyt (auf Erde)
Amanitaceae		
<i>Amanita muscaria</i> (L.: Fr.) Hooker	Fliegenpilz	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Ökologische Ansprüche
Agaricaceae		
<i>Cystoderma amianthinum</i> (Scop.: Fr.) K. & M. *	Amiant-Körnchenschirmling	Saprophyt (auf Erde)
<i>Cystoderma carcharius</i> (Pers.) Konr. & Maubl.	Starkkriechender Körnchenschirmling	Saprophyt (auf Erde)
<i>Cystoderma fallax</i> Smith & Sing.	—	Saprophyt (auf Erde)
<i>Cystoderma granulatum</i> (Batsch : Fr.) Kühn.	Rostroter Körnchenschirmling	Saprophyt (auf Erde)
Strophariaceae		
<i>Hypoholoma capnoides</i> (Fr.) ex Fr. Kummer	Rauchblättriger Schwefelkopf	Saprophyt (auf Holz)
<i>Stropharia aeruginosa</i> (Curt.: Fr.) Quel.	Grünspanträuschling	Saprophyt (auf Erde)
Cortinariaceae		
<i>Cortinarius</i> (Telamonia) sp.	—	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe
<i>Cortinarius</i> (Telamonia) sp.	—	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe
<i>Cortinarius</i> (Telamonia) sp.	—	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe
<i>Cortinarius anomalus</i> (Fr.: Fr.) Fr.	Braunvioletter Dickfuß	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe
<i>Cortinarius brunneus</i> Fr.	Dunkelbrauner Gürtelfuß	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe
<i>Cortinarius cf. decipiens</i> Fr.	Liliastieliger Wasserkopf	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe
<i>Cortinarius obtusus</i> Fr.	Jodoform Wasserkopf	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe, Lärche
<i>Dermocybe cinnamomea</i> (L.: Fr.) Wünsche *	Zimt-Hautkopf	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe
<i>Dermocybe crocea</i> (Schff.) Mos. var.	Gelbblättriger Hautkopf	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Zirbe
<i>Galerina badipes</i> (Fr.) Kühn.	—	Saprophyt (auf Streu)
<i>Galerina marginata</i> (Fr.) Kühn.	Gifthäubling	Saprophyt (an Holz)
<i>Inocybe appendiculata</i> Kühner	—	Saprophyt (auf Erde)
<i>Inocybe napipes</i> (Lge.)	Napfknolliger Rißpilz	Saprophyt (auf Erde)
<i>Inocybe soluta</i> Vel.	Kurzsporiger Rißpilz	Saprophyt (auf Erde)
Russulales		
<i>Lactarius deterrimus</i> Groeger	Täublinge und Milchlinge	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Fichte
<i>Lactarius pominis</i> Roll. *	Fichtenreizker Lärchenreizker	Mykorrhizabildner, in Haggen bei Lärche

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Ökologische Ansprüche
<i>Lactarius volenus</i> Fr.	Brätling	Mykorrhizabildner
<i>Russula nausosa</i> (Pers. ex Schw.) Fr. ss. Bres. *	Geriefter Weichtäubling	Mykorrhizabildner, in Hagen bei Lärche
Boletales	Röhlingsartige	
Gomphidiaceae		
<i>Gomphidius maculatus</i> Fr.	Fleckender Schmierling	Mykorrhizabildner, in Hagen bei Lärche
<i>Chroogomphus helveticus</i> (Sing.) Mos.	Kupferroter Gelbfuß	Mykorrhizabildner, in Hagen bei Zirbe
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Schff.: Fr.) O.K. Miller	Filziger Gelbfuß	Mykorrhizabildner, in Hagen bei Zirbe
Boletaceae		
<i>Suillus grevillei</i> (Klotzsch) Sing. *	Goldröhrling	Mykorrhizabildner, in Hagen bei Lärche
<i>Suillus placidus</i> (Bon.) Sing.	Elfenbeinröhrling	Mykorrhizabildner, in Hagen bei Zirbe
<i>Suillus plorans</i> (Roll.) Sing.	Dunkler Zirbenröhrling	Mykorrhizabildner, in Hagen bei Zirbe
<i>Suillus sibiricus</i> Sing.	Sibirischer Zirbenröhrling	Mykorrhizabildner, in Hagen bei Zirbe
<i>Suillus viscidus</i> (Fr. & Hök.) Rauschert *	Grauer Lärchenröhrling	Mykorrhizabildner, in Hagen bei Lärche
Aphyllophorales	Nichtblätterpilze	
Corticaceae ss. lato		
<i>Anhylostereum areolatum</i> (fr.) Boid.	Braunfilziger Schichtpilz	Saprophyt (in Hagen auf Zirbenholz)
<i>Hyphoderma praeterissimum</i> (Karst.) Erikss. & Srid	Dünnfleischiger Rindenpilz	Saprophyt (in Hagen auf Zirbenholz)
<i>Hyphoderma setigerum</i> (Fr.) Donk.	Feinborstiger Rindenpilz	Saprophyt (in Hagen auf Zirbenholz)
<i>Fibulomyces mutabilis</i> (Bres.) Jül.	Veränderliche Gewebehaut	Saprophyt (in Hagen auf Zirbenholz)
<i>Phlebia cornica</i> (Bourd. & Galz.) John Erikss.	Horniger Kammpliz	Saprophyt (in Hagen auf Zirbenholz)
<i>Sisiotrema octosporium</i> (Schroet. ex Hochm. & Litsch.) Hallenb.	Achtsporiger Vielsporrindenpilz	Saprophyt (in Hagen auf Zirbenholz)
<i>Trechispora farinacea</i> (Pers.: Fr.) Liberta	Mehliger Stachelsporling	Saprophyt (in Hagen auf Zirbenholz)
<i>Athelia bombacina</i> Pers.	Seidig-Weiße Gewebehaut	Saprophyt (in Hagen auf Zirbenholz)
<i>Athelia fibulata</i> ss. lato	Schnallentragende Gewebehaut	Saprophyt (in Hagen auf Zirbenholz)
<i>Alcurodiscus inviduoerulens</i> (Karst.) Lemke	—	Saprophyt (in Hagen auf Zirbenholz)
<i>Stereum sanguinolentum</i> (Alb. & Schwein.: Fr.) Fr.	Blutender Schichtpilz	Saprophyt (in Hagen auf Zirbenholz)
<i>Hypocnium geogenium</i> (Bres.) John Erikss.	Strohweißer Rindenpilz	Saprophyt (in Hagen auf Zirbenholz)

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Ökologische Ansprüche
Polyporaceae ss. lato		
<i>Leptoporus mollis</i> (Pers. : Fr)	Rötender Saftporling	Saprophyt (in Haggen auf Zirbenholz)
<i>Skeletocutis kuehneri</i> David	Kuehners Weichporling	Saprophyt (in Haggen auf Zirbenholz)
Dacrymycetales		
<i>Dacrymyces stillatus</i> Nees : Fr.	Zerfließende Gallerträne	Saprophyt (auf Holz)
Tremellales		
<i>Tremella encephala</i> Pers. ex. Pers.	Weißkerniger Zitterling	Saprophyt (in Haggen auf Zirbenholz)
<i>Exidia saccharina</i> (Alb. & Schw.) ex Fr.	Kandisfarbener Drüseling	Parasit (auf Stereum)
Tulasnellales		
<i>Tulasnella eichleriana</i> Bres.	---	Saprophyt (in Haggen auf Zirbenholz)
<i>Tulasnella violacea</i> (J. Olsen in Bref.) Juel.	Violette Wachskruste	Saprophyt (in Haggen auf Zirbenholz)
<i>Tulasnella violae</i> (Quel.) Bourd. & Galz	Lilafarbene Wachskruste	Saprophyt (in Haggen auf Zirbenholz)
Exobasidiales		
<i>Exobasidium rhododendri</i> (Fuckel) Gram.	Alpenrosen-Apfel	Parasit (auf <i>Rhododendrum</i> sp.)
<i>Exobasidium vaccinii</i> (Fuckel) Woronin	Preiselbeer-Nachtsbasidie	Parasit (auf <i>Vaccinium</i> sp.)
Auriculariales		
<i>Achroomyces peniophorae</i> (Bourd. & Galz.) Wojcivoda	---	Parasit (auf <i>Corticaceae</i>)
Ascomyceten	Schlauchpilze	
<i>Lachnellula suecica</i> (de Bary ex Fuck.) Nannf. *	Rundsporiges Föhrenhaarbecherchen	Saprophyt (in Haggen auf Zirbenholz)
<i>Orbilia coccinella</i> (Somm.) Karst. ss. Moser	Scharlachrotes Knopfbecherchen	Saprophyt (auf Erde)
<i>Naenacyclus minor</i> Butin	Naenacyklus-Nadelschütte	Parasit, in Haggen auf Spirke
<i>Spathularia flavidia</i> Pers. : Fr.	Gelber Spatelring	Saprophyt (auf Streu)

* fruktifizieren auch am Gegenhang

Glossar

- Abundanz:** Anzahl der Fruchtkörper pro Flächeneinheit
- Anastomosen:** Hyphenverbindungen zwischen verschiedenen Hyphen
- Ascomyzeten:** Schlauchpilze. Dazu gehören z.B. Morchel, Kronenbecherling, aber auch der Erreger des Lärchenkrebses, etc.
- Agaricales ss. lato:** Röhrlinge (*Boletales*), Blätterpilze (*Agaricales ss. stricto*) und Täublinge/ Milchlinge (*Russulales*)
- Aphyllophorales ss. lato:** alle zu den Basidiomyceten gehörenden „Nicht-Blätterpilze“. Beeinhalten unter anderem alle Porlinge (z.B. Rotrandiger Fichtenporling, Zunderschwamm, Birkenporling, etc.)
- Basidiomyceten:** Ständerpilze. Dazu gehören z.B. Fliegenpilz, Zirbenröhrlinge, Pfifferling
- Chlamydosporen:** Asexuell, in diesem Fall im Pilzmantel gebildete Vermehrungseinheiten
- Cystide:** Hyphe begrenzter Länge und charakteristischer Form
- First stage:** Bezeichnung für Mykorrhizatypen oder Pilzarten, welche (vorwiegend) in Kombination mit jungen Bäumen auftreten
- Late stage:** Bezeichnung für Mykorrhizatypen oder Pilzarten, welche (vorwiegend) in älteren Beständen mit Kronenschluß auftreten
- gelatinös:** Hyphenzellen in gelatinöse Substanz eingebettet
- Hartig'sches Netz:** Hyphennetz, welches sich zwischen den Rindenzellen der Wurzel ausbreitet
- Impfung:** Einbringen von Myzelien bestimmter Mykorrhizapilze an die Wurzeln von jungen Pflanzen („manipulierte Symbiose“)
- Intrazelluläre Hyphen:** Hyphen, welche die Zellwände der Rindenzellen der Wurzel durchdringen und in die Zelle einwachsen.
- Lactiferen:** Hyphen, welche mit milchartiger Substanz (Latex) gefüllt sind; charakteristisch für *Lactarius*-Arten
- Mykorrhiza:** Symbiose zwischen Pilz und Wurzeln von Pflanzen allgemein. Der Begriff ist in der Forstlichen Praxis gebräuchlich für die Bezeichnung der Symbiose zwischen (Mykorrhiza-) Pilzen und den Wurzeln der Waldbäume
- Ektomykorrhiza: Ausbildung eines Pilzmantels sowie eines interzellulären Hyphennetzes, bei Gymnospermen und Angiospermen (nach MARKS 1991). Ektomykorrhizen sind charakteristisch für die bestandesbildenden Waldbäume der gemäßigten Zone
 - Arbutoide Mykorrhiza: Ausbildung eines Pilzmantels, eines interzellulären Hyphenmantels sowie intrazellulärer Hyphen. Wirtsspektrum begrenzt auf Ericales (Nach MARKS 1991)

▶ Mykorrhizatypen:	Mykorrhizen welche sich durch charakteristische morphologische Merkmale (Verzweigung, Form und Farbe des Pilzmantels) unterscheiden und danach erkennbar sind Art der Verzweigung: • dichotom (Gabeln, Knollen, koralloide Formen), beschränkt auf Pinus-Arten • pinnat (federförmig) • arbutoid: pinnat-pyramidel mit dichotomen Strukturen am apikalen Ende Abhängig von Pflanzenart
▶ Mykorrhizaspektrum:	Gesamtheit der Mykorrhiza-Typen einer Standortseinheit
▶ Myzel:	Gesamtheit der abstrahlenden, mehr oder weniger losen Hyphen
▶ Myzelkultur:	Gewebekultur eines bestimmtem Mykorrhizapilzes zum Zweck der Myzelgewinnung.
▶ Pilzmantel:	Schicht mehr oder weniger dicht gelagerter Hyphen, welche die Wurzel umhüllen • Struktur: Anordnung der Hyphenzellen in charakteristischen Mustern (z.B. netzförmig, eckig, epidermoid). Abhängig von der Pilzart • Abstrahlende Elemente: unterschiedlich geformte und angeordnete Pilzzellen, welche von der Manteloberfläche abstrahlen (z.B. Rhizomorphen, loses Myzel, lose Hyphennetze, Cystiden). Abhängig von Pilzart
▶ Rhizomorphen:	Anordnung von Pilzhypen, welche über eine größere Distanz durch charakteristische Strukturen verbunden sind
▶ Saprophyten:	Nutzen „totes“ organisches Material (z.B. Totholz, Humus, etc.) als Energiequelle • terricole Saprophyten: wachsen auf Erde • lignicole Saprophyten: besiedeln Holz und bauen dieses ab (Erreger verschiedener Fäulen)
▶ Schnallen:	Hyphenverbindung zwischen Hyphenzellen einer Hyphe
▶ Sklerotien:	Dauerformen mit kompakter Hyphenstruktur
▶ Sporen:	Vermehrungseinheit bei Pilzen
▶ Suillus-Kristalloide:	Lichtbrechende Partikel an den Hyphen von Suillus - Arten angelagert
▶ Symbionten:	Leben in Gemeinschaft mit einem anderen Organismus, wobei dieses Zusammenleben beiden Vorteile bietet • Mykorrhizapilze: leben in Symbiose an und in den Wurzeln höherer Pflanzen (vgl. Mykorrhiza) • lichenisierte Pilze: leben in Symbiose mit Algen und bilden so Flechten aus. Der Pilzpartner kann dabei am Flechtenthallus Fruchtkörper ausbilden

Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien

Preis in ÖS

1983	Nr. 150	SMIDT, STEFAN: Untersuchungen über das Auftreten von Sauren Niederschlägen in Österreich. (88 Seiten)	150.—
1983	Nr. 151	Forst- und Jagdgeschichte Mitteleuropas. Referate der IUFRO-Fachgruppe S6.07-00 Forstgeschichte, Tagung in Wien vom 20.-24. September 1982. (134 Seiten)	150.—
1983	Nr. 152	STERBA, HUBERT: Die Funktionsschemata der Sortentafeln für Fichte in Österreich. (63 Seiten)	100.—
1984	Nr. 153	Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (5). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen. (224 Seiten)	250.—
1985	Nr. 154/I	Österreichische Forstinventur 1971-1980. Zehnjahresergebnis. (Seite 1-216)	220.—
1985	Nr. 154/II	Österreichische Forstinventur 1971-1980. Inventurgespräch. (Seite 219-319)	100.—
1985	Nr. 155	BRAUN, RUDOLF: Über die Bringungslage und den Werbungsaufwand im österreichischen Wald. (243 Seiten)	vergriffen
1985	Nr. 156	Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (6). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 (Wildbäche, Schnee und Lawinen). Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen. (247 Seiten)	vergriffen
1986	Nr. 157	Zweites österreichisches Symposium Fernerkundung. Veranstaltet von der Arbeitsgruppe Fernerkundung der Österreichischen Gesellschaft für Sonnenenergie und Weltraumfragen (ASSA), 2.-4. Oktober 1985 in Wien. (220 Seiten)	250.—
1987	Nr. 158/I	MERWALD, INGO E.: Untersuchung und Beurteilung von Bauweisen der Wildbachverbauung in ihrer Auswirkung auf die Fischpopulation. (Seite 1-196)	250.—
1987	Nr. 158/II	MERWALD, INGO E.: Untersuchung und Beurteilung von Bauweisen der Wildbachverbauung in ihrer Auswirkung auf die Fischpopulation. (Seite 196-364)	250.—
1988	Nr. 159	Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (7). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 (Wildbäche, Schnee und Lawinen). Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen. (410 Seiten)	420.—
1988	Nr. 160	MÜLLER, FERDINAND: Entwicklung von Fichtensämlingen (Picea abies (L.) Karst.) in Abhängigkeit von Ernährung und sechöhenangepasster Wachstumsdauer im Versuchsgarten Mariabrunn. (256 Seiten)	260.—
1988	Nr. 161	KRONFELLNER-KRAUS, GOTTFRIED; NEUWINGER, IRMENTRAUD; RUF, GERHARD; SCHAFFHAUSER, HORST: Über die Einschätzung von Wildbächen - Der Dürnbach. (264 Seiten)	300.—

1988	Nr. 162	Recent Research on Scleroderris Canker of Conifers. IUFRO Working Party S2.06-02 - Canker Disease-Scleroderris. Proceedings of Meetings in Salzburg/Austria and Ljubljana/Yugoslavia, September 1986. (172 Seiten)	180.—
1989	163 /I	Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet. (Seite 1-224)	300.—
1989	163 /II	Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet. (Seite 225-422)	300.—
1990	163 /III	Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet. (98 Seiten)	180.—
1990	164 /I	KILLIAN, HERBERT: Der Kampf gegen Wildbäche und Lawinen im Spannungsfeld von Zentralismus und Föderalismus. Historische Grundlagen. (167 Seiten)	180.—
1990	164 /II	KILLIAN, HERBERT: Der Kampf gegen Wildbäche und Lawinen im Spannungsfeld von Zentralismus und Föderalismus. Das Gesetz. (183 Seiten)	190.—
1990	164 /III/2	KILLIAN, HERBERT: Der Kampf gegen Wildbäche und Lawinen im Spannungsfeld von Zentralismus und Föderalismus. Die Organisation. (211 Seiten)	220.—
1990	164 /III/2	KILLIAN, HERBERT: Der Kampf gegen Wildbäche und Lawinen im Spannungsfeld von Zentralismus und Föderalismus. Die Organisation. (133 Seiten)	140.—
1990	164 /IV/1	KILLIAN, HERBERT: Dokumente und Materialien zur Geschichte der Wildbach- und Lawinenverbauung in Österreich. Teil 1. (184 Seiten)	190.—
1990	164 /IV/2	KILLIAN, HERBERT: Dokumente und Materialien zur Geschichte der Wildbach- und Lawinenverbauung in Österreich. Teil 2. (118 Seiten)	120.—
1990	165	KARRER, GERHARD; KILIAN, WALTER: Standorte und Waldgesellschaften im Leithagebirge. Revier Sommerein. Mit einem waldbaulichen Beitrag von Kriszl, Wolfgang; Müller, Ferdinand. (245 Seiten)	265.—
1991	163 /IV	Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet. (190 Seiten)	230.—
1991	166	Zusammenfassende Darstellung der Waldzustandsinventur. (265 Seiten)	300.—
1991	167 /I	STROHSCHNEIDER, ILSE: Mittelfristige Veränderungen des Bodenzustandes auf Exaktdüngungs- versuchsflächen der FBVA. I. Teil: Unbehandelte Parzellen. (200 Seiten)	200.—
1992	167 /II	STROHSCHNEIDER, ILSE: Mittelfristige Veränderungen des Bodenzustandes auf Exaktdüngungs- versuchsflächen der FBVA. II. Teil: Gedüngte Parzellen und Vergleich gedüngter mit unbehandelten Parzellen. (111 Seiten)	115.—
1992	168	Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Ergebnisse. Band I und II (247 Seiten)	250.—
1995	163 /V	Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet. (143 Seiten)	145.—
1995	169	POLLANSCHÜTZ, JOSEF: Bewertung von Verbiß- und Fegeschäden Hilfsmittel und Materialien (146 Seiten)	150.—

1996	170	ANDRECS, PETER: Analyse und statistische Auswertungen von Hochwassermeldungen 1972-1993 – Grundlagen für die Beurteilung von Gefährdungen durch Wildbäche (143 Seiten)	190.—
1999	171	SCHADAUER, KLEMENS Oberhöhenbonität und Standort der Fichte nach Daten der Österreichischen Forstinventur – Abdruck der im Juni 1997 approbierten Dissertation (135 Seiten)	180.—
1999	172	NEUMANN, MARKUS; STEFAN, KLAUS; FÜRST, ALFRED; JANDL, ROBERT; KILIAN, WALTER; ENGLISCH, MICHAEL; MUTSCH, FRANZ: Das „Diagnoseprofil“ – Veränderungen in Waldökosystemen während einer 10jährigen Beobachtung (227 Seiten)	300.—
000	173	GOBL, FRIEDERIKE; LADURNER, HEIDI: Mykorrhizen und Pilze der Hochlagenaufforstung Haggeng (99 Seiten)	130.—

