

**Mykosoziologie der Grauerlen- und Sanddorn-  
Auen ("Alnetum incanae, Hippophaëtum") am  
Hinterrhein (Domleschg, Graubünden, Schweiz)  
= Mycosociology of riverine "Alnus incana"  
and "Hippophaë" stand in the Upper Rhina  
Valley (Domleschg, Grisons, Switzerland)**

Autor(en): **Griesser, Bernard**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **109 (1992)**

PDF erstellt am: **30.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-308973>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

#### **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

**Mykosoziologie der Grauerlen- und Sanddorn-Auen  
(*Alnetum incanae*, *Hippophaëtum*) am Hinterrhein  
(Domleschg, Graubünden, Schweiz)**

Mycosociology of riverine *Alnus incana* and *Hippophaë*  
stands in the Upper Rhine Valley  
(Domleschg, Grisons, Switzerland)

Bernard GRIESSER



## INHALTSVERZEICHNIS

	Vorwort	5
<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>6</b>
1.1.	Projektbegründung und Problemstellung	6
1.2.	Grundlagen	7
1.2.1.	Die Grauerle [ <i>Alnus incana</i> (L.) Moench]	7
1.2.2.	Standortsfaktoren und Zonation der Pflanzengesellschaften in flussbegleitenden Auen der Schweiz	8
1.2.3.	Mykosoziologische Untersuchungen in Grauerlenwäldern und Auenwaldgesellschaften	11
<b>2.</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>12</b>
2.1.	Verwendete Abkürzungen	12
2.2.	Untersuchungsgebiet Rhäzünser Rheinauen (GR)	12
2.2.1.	Geographische Lage	12
2.2.2.	Klima	12
2.2.3.	Geologie	14
2.2.4.	Naturschützerische Bedeutung des Untersuchungsgebietes	15
2.3.	Versuchsflächen	15
2.4.	Vegetationskundliche Untersuchungen	16
2.4.1.	Waldbestandesaufnahmen und Pflanzensoziologie	16
2.4.2.	Auswertung pflanzenökologischer Zeigerwerte	16
2.4.3.	Belaubung und Laubfall im Grauerlenwald	17
2.5.	Mikroklimatische Untersuchungen	18
2.5.1.	Regenmessung	18
2.5.2.	Temperaturmessung (T-Extreme, T-Mittel)	18
2.6.	Bodenkundliche Untersuchungen	19
2.6.1.	Feldbeobachtungen und Probenentnahme	19
2.6.2.	Laboranalysen	20
2.7.	Schwermetallgehalte von Laubstreu und Pilzfruchtkörpern	21
2.8.	Mykologische Untersuchungen	22
2.8.1.	Problematik des Pilzarten-Nachweises	22
2.8.2.	Beobachtungsdauer und Exkursionsdaten	22
2.8.3.	Sammeln und Verarbeiten von Pilzfunden	23
2.8.4.	Untersuchte taxonomische Pilzgruppen	24
2.8.5.	Kartierung von Pilzfruchtkörpern	24
2.8.6.	Isolation und Reinkultur von Pilzmyzelien aus Fruchtkörpern	28
<b>3.</b>	<b>Resultate</b>	<b>29</b>
<b>3.1.</b>	<b>Standortsbedingungen der Versuchsflächen A-D (1986-1988)</b>	<b>29</b>
3.1.1.	Vegetation	29
3.1.1.1.	Flora und Pflanzensoziologie	29
3.1.1.2.	Ökologische Zeigerwerte der Pflanzengesellschaften	34
3.1.1.3.	Phänologie der Grauerle: Belaubung und Laubfall	37
3.1.2.	Witterungsverhältnisse und Mikroklima	39
3.1.2.1.	Niederschlag	39
3.1.2.2.	Temperatur	45
3.1.2.3.	Mikroklimatischer Vergleich der Versuchsflächen A-D	51
3.1.3.	Hochwasser: Auftreten und Einfluss	53
3.1.4.	Böden	54

3.1.4.1.	Morphologische Beschreibung der Bodenprofile	54
3.1.4.2.	Physikalische Bodeneigenschaften	56
3.1.4.3.	Chemische Bodeneigenschaften	60
3.1.4.4.	Bodenkundlicher Vergleich der Versuchsflächen A-D	62
3.1.4.5.	Vergleich der bodenkundlichen Kennwerte mit den pflanzen- ökologischen Zeigerwerten	63
3.1.5.	Schwermetallbelastung des Untersuchungsgebietes	64
<b>3.2.</b>	<b>Mykofloristisch-soziologische Resultate (Makromycetes)</b>	<b>67</b>
3.2.1.	Verwendete Bestimmungsliteratur	67
3.2.2.	Grosspilzflora der Rhäzünser Rheinauen	69
3.2.2.1.	Liste der Pilzarten aus den Versuchsflächen A-D	69
3.2.2.2.	Mykoflora der Grauerlenflächen (VF A-C, <i>Alnetum incanae</i> )	98
3.2.2.3.	Mykoflora der Sanddorn-Weiden-(Föhren)-Fläche (VF D, <i>Hippophao-Berberidetum</i> )	102
3.2.2.4.	Mykosoziologischer Vergleich der beiden Pflanzengesellschaften	103
3.2.3.	Mykosoziologie der Grauerle	104
3.2.3.1.	Stete Pilzarten des europäischen <i>Alnetum incanae</i>	104
3.2.3.2.	Potentielle Pilzarten des europäischen <i>Alnetum incanae</i>	109
<b>3.3.</b>	<b>Mykoökologische Resultate (Makromycetes)</b>	<b>114</b>
3.3.1.	Zeitliche Aspekte der Pilzfruktifikation	114
3.3.1.1.	Jahreszeitlicher Verlauf der Pilzsaison	114
3.3.1.2.	Dynamik der Pilzpopulation	116
3.3.1.3.	Fundhäufigkeiten und Fruchtkörper-Produktivität der Pilzarten	122
3.3.1.4.	Fruchtkörper-Phänologie (Periodizität) charakteristischer Pilzarten des Grauerlenwaldes	127
3.3.2.	Räumliche Aspekte der Pilzfruktifikation in den Sanktuarien	145
3.3.2.1.	Zwei- und dreidimensionale Fruchtkörper-Kartierungen der Ektomykorrhiza-Pilze des Grauerlenwaldes	145
3.3.2.2.	Standortstreue von Pilzfruchtkörpern	162
3.3.2.3.	Einfluss von Trittbelastung auf die Fruchtkörper-Produktivität	164
3.3.2.4.	Assoziationsanalysen für Pilzartenpaare bzw. Pilzgattungen	166
3.3.3.	Zusammenhang zwischen Witterungsverlauf und Pilzfruktifikation	175
3.3.3.1.	Niederschlagsfaktoren	188
3.3.3.2.	Temperaturfaktoren	192
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>196</b>
4.1.	Grösse der Versuchsflächen und Beobachtungsdauer	196
4.2.	Standortsbedingungen und Pilzflora	197
4.2.1.	Einfluss von Bodeneigenschaften und Vegetation	197
4.2.2.	Einfluss von Witterung und Hochwasser	201
4.3.	Mykosoziologische Charakterisierung der mitteleuropäischen Grauerlen-Auenwälder ( <i>Alnetum incanae</i> )	204
4.4.	Mykosoziologische Charakterisierung der Sanddorn-Weiden- (Föhren)-Auengebüsche ( <i>Hippophao-Berberidetum</i> ) im Domleschg	211
4.5.	Naturschutz: Bedeutung der Auenwälder aus mykologischer Sicht	214
4.6.	Fortsetzungsprojekte	217
	<b>Zusammenfassung - Summary</b>	<b>218</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>222</b>

## VORWORT

Die vorliegende Arbeit stellt ein ökologisches Teilprojekt des interdisziplinären Umwelt-Forschungsprojektes WaBoLu (Wasser-Boden-Luft) dar, an welchem verschiedene Institute der ETH Zürich unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. W. Stumm beteiligt waren.

Die mykosoziologischen Untersuchungen wurden von Herrn PD Dr. E. Horak kompetent und mit viel Zeitaufwand betreut. Speziell möchte ich mich für die Unterstützung bei der Bestimmung der Pilzarten und für die kritische Durchsicht der Manuskripte bedanken. Herrn Prof. Dr. E. Landolt gebührt für die vegetationskundlichen Anregungen und die zusätzliche Betreuung der Arbeit ebenfalls grosser Dank. Zahlreiche Hinweise zu den mykosoziologischen Untersuchungen wurden von Herrn Prof. Dr. M. Moser beigeleitet. Frau Prof. Dr. D. Lamoure (*Clitocybe*), Herr Prof. Dr. E. Müller (Ascomycetes) und Herr PD Dr. A. Baici (Aphylophorales) gewährten mir wertvolle Hilfe bei der Bestimmung kritischer Makromyceten. Für die Kontrolle von Belegen aus den pflanzensoziologischen Aufnahmen bedanke ich mich bei Herrn Dr. M. Baltisberger und Herrn Dr. W. Huber (Phanerogamen) sowie bei Herrn Dr. E. Urmi (Bryophyta). Frau C. Angehrn-Bettinazzi vom Anorganisch-Chemischen Institut der Universität Zürich sei an dieser Stelle für die Schwermetallanalysen von Laubstreu und Pilzfruchtkörpern gedankt.

Die technischen Mitarbeiter des Geobotanischen Institutes der ETH Zürich unterstützten mich tatkräftig bei meiner Arbeit. Insbesondere möchte ich Herrn E. Schäffer und seinen Laboranten für die fachkundige Leitung und Mithilfe bei den bodenkundlichen Untersuchungen danken. Frau A. Honegger (EDV, Redaktion) war bei der Bewältigung von Computerproblemen stets hilfsbereit. Die Korrekturen der englischen Texte übernahmen Frau A. Siegwolf und Herr PD Dr. E. Horak in verdankenswerter Weise.

Das Projekt wurde durch einen Forschungskredit der ETH Zürich (Kreditnr. 0.330.086.49/7) finanziert.

## 1. EINLEITUNG

### 1.1. PROJEKTBEGRÜNDUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die Erle (*Alnus* sp.) ist in Europa und Nordamerika Gegenstand intensiver forstwirtschaftlicher und mikrobiologischer Forschung (TRAPPE et al. 1968), da sie aufgrund einer Doppelsymbiose mit Ektomykorrhiza-Pilzen (BRUNNER et al. 1990, MOLINA 1981) und Actinorrhiza-Bakterien (*Frankia*; ACKERMANS et al. 1984, PRAT 1989) gegenüber anderen Baumarten ökologisch wesentlich begünstigt ist. Von den drei in der Schweiz verbreiteten Erlenarten *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *A. incana* (L.) Moench und *A. viridis* (Chaix) DC. weist *A. incana* die weiteste ökologische Amplitude bezüglich der Zeigerwerte nach LANDOLT (1977) auf. Sie könnte deshalb bei fortschreitender Waldzerstörung aufgrund ihres ökologischen Potentials eine Lückenbüsserfunktion auf degradierten Standorten übernehmen. Grauerlenaufforstungen zum Schutz vor Erosion und Hochwasser und zur Hangsicherung (TARRANT und TRAPPE 1971) lassen sich im Sinne einer gezielten Starthilfe mit spezifischen Erlenmykorrhiza-Pilzen aus Laborkulturen durchführen (MOSER 1958a, 1958b, 1959). Diese forstwirtschaftliche Anwendung wird durch die Tatsache erschwert, dass die Taxonomie und Biologie vieler Makromyceten des Grauerlenwaldes nicht oder erst lückenhaft bekannt sind. Das Vorkommen von Taxa mit kleinen Fruchtkörpern (z.B. bei *Coprinus*, *Hemimycena*, *Mycena*) und fehlende systematische Spezialliteratur für zahlreiche Pilzgattungen führen zu Identifikationsproblemen.

Die Grauerle ist massgeblich am Aufbau der flussbegleitenden Auenwälder beteiligt. Diese Biotope mit ihrer Mykoflora sind durch Gewässerkorrekturen, Kiesausbeutung, landwirtschaftliche Meliorationen und forstliche Pflanzungen flächenmässig stark zurückgegangen. Die heute noch naturnahen Auenlandschaften gelten als gefährdet (AMIET 1980, GERKEN 1988, KUHN und AMIET 1988a, KUHN et al. 1984). Zahlreiche Pilztaxa der Grauerlenwälder stehen auf "Roten Listen" für bedrohte Grosspilze in Mitteleuropa (Dänemark: VESTERHOLT und KNUDSEN 1990; Deutschland: DERBSCH und SCHMITT 1984, LETTAU 1982, RUNGE 1986, WINTERHOFF 1984a, WINTERHOFF und KRIEGLSTEINER 1984, WÖLDECKE 1987; Niederlande: ARNOLDS 1988a; Österreich: KRISAI 1986).

Das vorliegende Projekt stellt einen Ansatz zur Erforschung der Mykosoziologie der Grauerle dar. Von 1986 bis 1988 wurden während dreier Vegetationsperioden systematisch-ökologische Untersuchungen in den Rhäzünser

Rheinauen (Kanton Graubünden, Schweiz) durchgeführt. Durch regelmässige Feldbegehungen in ein- bis zweiwöchentlichen Intervallen wurde eine lückenlose Erfassung der mit Grauerle vergesellschafteten Makromycetenflora angestrebt. Dabei wurden sowohl die für ein vitales Wachstum der Wirtsbäume obligaten Ektomykorrhiza-Pilzarten (HARLEY und SMITH 1983, MOSER und HASSELWANDTER 1983) als auch saprobe und parasitische Grosspilze (Basidiomyceten und Ascomyceten) berücksichtigt, welche für den Nährstoffkreislauf am Standort grosse Bedeutung haben. Neben dem Artennachweis als eigentlichem Untersuchungsschwerpunkt wurden Fruchtkörper-Dynamik und Periodizität der einzelnen Pilzarten festgehalten sowie der Zusammenhang zwischen Fruchtkörper-Produktion und Witterungsverlauf bzw. Mikroklima untersucht. Die Kartierung der Pilzfunde in permanenten Kernzonen (Sanktuarien) innerhalb der Versuchsflächen widerspiegelt die räumliche Dispersion der produzierten Pilzfruchtkörper und ermöglicht eine Aussage über die Verbreitung des Myzels im Boden. Aus Fruchtkörper-Gewebe und Sporen wurden von für den Grauerlenwald charakteristischen Pilzarten Reinkulturen gewonnen, welche für die Inokulation von Erlensämlingen und für physiologische Tests Verwendung finden könnten.

## 1.2. GRUNDLAGEN

### 1.2.1. Die Grauerle [*Alnus incana* (L.) Moench]

Die Gattung *Alnus* Miller gehört systematisch zur Familie der *Betulaceae*. Die Erle unterscheidet sich von den anderen Birkengewächsen durch die verholzten, zapfenartigen Fruchtstände, welche nach der Fruchtreife entleert am Baum hängen bleiben (HESS et al. 1976).

Die Grauerle besiedelt kalk- und stickstoffhaltige, kiesig-sandige bis lehmige Böden, welche wechselfeucht, gut durchlüftet und nicht staunass sind und in den Flusstälern bei Hochwasser periodisch überschwemmt werden (HESS et al. 1976, LANDOLT 1977). Natürlicherweise wächst die Grauerle in Auenwäldern entlang von Gebirgsbächen und Flüssen, wo sie hochwasserbedingte Schlick-, Sand- und Kiesablagerungen von einigen Dezimetern Mächtigkeit schadlos erträgt (MOOR 1958). Ausserhalb der Auen tritt sie in der Schweiz auf durchnässten Rutschhängen und in feuchten Hangwäldern auf (HESS et al. 1976).

Die Grauerle besitzt in Europa eine nördliche Hauptverbreitung, welche sich zusammenhängend von Norwegen ostwärts bis in den Ural erstreckt. Grössere, voneinander  $\pm$  isolierte Verbreitungsgebiete liegen in den Alpen, auf dem

Balkan, in den Karpaten und im Kaukasus (MEUSEL et al. 1965, HESS et al. 1976). In den Alpen steigt sie bis in die subalpine Stufe und erreicht in den Zentralalpen bei ca. 1800 m ihre Höhengrenze (MEUSEL et al. 1965). In der kollinen Zone wird ihre Verbreitung durch die engen Ansprüche an niedere Boden- bzw. Grundwasser-Temperaturen eingeschränkt. Mit der Erwärmung der kalten Gebirgsflüsse im Unterlaufbereich verliert die Grauerle an Konkurrenzkraft, weshalb sie im Tiefland nur noch vereinzelt auftritt (VOLK 1940). Aufgrund der Produktivität der Grauerle und ihres Regenerationsvermögens durch Stockausschläge wurde die Weichholzaue früher als Niederwald im Kahlschlag bewirtschaftet. Das anfallende Holz fand zu Heizzwecken Verwendung (VOLK 1940).

Die forstwirtschaftliche Bedeutung der Grauerle liegt heute in ihrer Rolle als Pionierbaum zur Geländesicherung und als Vorholz (Vorschuss) bei Aufforstungen auf mageren Standorten oder Rohböden (TARRANT und TRAPPE 1971). Durch die Symbiose mit Wurzelknöllchen-Bakterien, welche auch bei *Elaeagnus*, *Hippophaë* und *Myrica* zu beobachten ist (HAWKER und FRAYMOUTH 1951), fixiert und nutzt die Grauerle Luftstickstoff, wobei Wurzelexudate sowie Zersetzung der Erlenstreu eine zusätzliche Stickstoffdüngung am Standort bewirken (HUSS-DANELL 1986a, 1986b, MIKOLA 1958, VAN CLEVE et al. 1971). Die Bodenverbesserung ermöglicht in der Folge auch anspruchsvolleren Bäumen (z.B. der Fichte) ein Wachstum. Als konkretes Beispiel für die waldbauliche Anwendung lässt sich die 1987 zur Hangbefestigung durchgeführte Aufforstung von 8000 Grauerlen in einem rutschgefährdeten Bergwald oberhalb Malans GR anführen (Tages-Anzeiger vom 11.4.1987).

### **1.2.2. Standortfaktoren und Zonation der Pflanzengesellschaften in flussbegleitenden Auen der Schweiz**

Das Wort "Aue" geht auf den mittelhochdeutschen Begriff "ouwe" zurück, der "Land in oder am Wasser" bezeichnet (KÜCHLI 1984). Damit wird die Bedeutung des Wassers als prägender Standortfaktor in der Auenlandschaft hervorgehoben. Periodische Überflutungen des Flusses lagern Kies, Sand oder Schlick ab und tragen Nährstoffe ein. Günstiger Nährstoffhaushalt und andauernder Grundwassereinfluss führen im Auenwald zu einer charakteristischen üppigen Vegetation, die in ihrem Aufbau an "tropischen Urwald" erinnert (KUHN et al. 1984). Vor und nach der sommerlichen Hochwasserperiode, welche in den Alpentälern mit der Schnee- und Gletscherschmelze in die Vegetationszeit von Juni bis Juli fällt (ELLENBERG 1986), bedingt der Grundwas-

serstand bei Mittelwasser hohe Bodenfeuchte, bei Niederwasser jedoch starkes Austrocknen des kiesig-sandigen Oberbodens in den höher gelegenen Auenbereichen.

Auen zeichnen sich durch dynamische Standortverhältnisse im Uferbereich aus. Das fließende Wasser führt einerseits zu Erosion und Abtragung, andererseits entstehen durch Sedimentation und Anschwemmung neue Flächen für die Besiedlung. Der bodenphysikalische Aufbau des Auenbodens wird durch das vom Fluss abgelagerte Material geprägt, welches seinerseits von der geo-

Flussbett Rand gegen Aue		Aue untere Stufe    obere Stufe		Talhang
Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser		<i>Piceetum montanum</i>
zunehmende Höhe über ----- ↑ Niedrigerwasserstand		<i>Calamagrostio - Alnetum incanae</i>		
		<i>Salicetum alpicolae</i>		
		<i>Salicetum elaeagno-daphnoidis</i> (auf Grobsand, Kies)		
		<i>Salici-Myricarietum</i> (auf Ton, Feinsand)		
	<i>Chondriletum chondrilloidis</i>			
Pioniergesellschaften -----> Dauergesellschaft				Klimax
<b>flussbegleitende Schotterterrasse</b>				
<b>ausserhalb des Überschwemmungsbereiches</b>				
<i>Epilobio-Scrophularietum,</i> <i>Calamagrostis - Horste</i>	lückiger Trockenrasen	<i>Hippophao - Berberidetum</i>	<i>Pyrolo - Pinetum</i>	
Pioniergesellschaften		----->		Dauergesellschaft

**Fig. 1.** Zonations- und Sukzessionsschema der Pflanzengesellschaften am Oberlauf eines schweizerischen Alpenflusses nach ELLENBERG (1986) und MOOR (1958).

*Zonation and succession of plant communities along a river in a Swiss alpine valley.*

logischen Beschaffenheit des Einzugsgebietes und des jeweiligen Flussabschnitts bestimmt wird (MÜLLER 1958). Die Bodenentwicklung am Standort ist in der Regel gering und wird durch Hochwasser immer wieder unterbrochen.

Der Wechsel von Überflutung und Trockenheit, Erosion und Anschwemmung, Üppigkeit und Kargheit (KUHN et al. 1984) bietet einer Vielzahl an spezialisierten Pflanzengesellschaften günstige Lebensbedingungen auf kleinstem Raum. Die Ausbildung der Ufervegetation hängt in erster Linie von der Häufigkeit und Dauer der Überflutungen und der Lage zum Grundwasserspiegel ab. Aber auch die Korngrösse der Flusssedimente spielt eine wesentliche Rolle, da sie Luft- und Wasserhaushalt des Bodens bestimmt (GERKEN 1988). In den Flussauen der Alpentäler (Oberlauf, montane Stufe) lässt sich nach ELLENBERG (1986), ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) und MOOR (1958) folgende Zonation der Pflanzengesellschaften beobachten (Fig. 1):

Im Flussbett, das nur bei Niederwasser trocken fällt, siedeln die Arten des *Chondriletum chondrilloidis* mit zahlreichen Alpenpflanzen-Flusschwemmlingen. Noch unter der Mittelwassergrenze, gegen den Rand des Flussbettes, fassen Pioniergehölze Fuss und bilden die Gebüschgesellschaften des *Salici-Myricarietum* und des *Salicetum elaeagno-daphnoidis*. Knapp oberhalb des Mittelwasserstandes schliesst der Gebüschmantel des Auenwaldes, die *Salix nigricans* ssp. *alpicola*-Assoziation an. Der gesamte, vom Hochwasser erreichte Bereich der Aue wird vom *Calamagrostio-Alnetum incanae* eingenommen, welches gleichzeitig die einzige Waldgesellschaft von Bedeutung in den Auen der Alpentäler darstellt. Nur lokal stösst das *Ulmo-Fraxinetum* des Alpenvorlandes in die Alpentäler vor und bildet hier auf höher gelegenen Standorten Bestände, die lediglich von sporadischem Spitzenhochwasser erreicht werden. Die stark austrocknenden Terrassen aus alluvialem Kies und Schotter, die ausserhalb des Überflutungsbereichs des Flusses liegen, sind vom *Pyrolo-Pinetum silvestris* besiedelt. Den Gebüschsaum der Waldföhrengesellschaft bildet das *Hippophao-Berberidetum*, in dem auch *Salix elaeagnos* und *S. purpurea* regelmässig auftreten. Die Zonation der Pflanzengesellschaften in den Auen des Alpenvorlandes (Mittellaufbereich der Flüsse) weist eine komplexere Struktur und auch grössere Vielfalt an Vegetationseinheiten auf (ELLENBERG 1986).

### 1.2.3. Mykosoziologische Untersuchungen in Grauerlenwäldern und Auenwaldgesellschaften

Die mit Grauerle vergesellschaftete Makromycetenflora steht erst am Beginn einer systematisch und ökologisch eingehenderen Erforschung. Mehrjährige mykosoziologische Untersuchungen im mitteleuropäischen *Alnetum incanae* führten FAVRE (1960; Neubearbeitung durch BRUNNER und HORAK 1990) und HORAK (1985) im Unterengadin (Schweiz), SCHMID-HECKEL (1985, 1988) in den Berchtesgadener Alpen sowie STANGL (1970) und EINHELLINGER (1973) im bayerischen Alpenvorland (Deutschland) durch. Aus osteuropäischen und skandinavischen Alneten liegen ausführliche Arbeiten von BUJAKIEWICZ (1973, 1989) und STRID (1975a, 1975b) vor.

Einzelne, auf Grauerle bezogene Angaben finden sich in pilzsoziologischen Untersuchungen, die hauptsächlich in Hartholzauen (Wälder mit vorherrschend *Fraxinus*, *Quercus* und *Ulmus*) durchgeführt wurden: BUCH und KREISEL (1957) bearbeiteten die Pilzflora der Leipziger Auenwälder. CARBIENER (1981) und CARBIENER et al. (1975) untersuchten die Beziehungen zwischen Makromyceten und Pflanzengesellschaften in Auen- und Feuchtwäldern der Oberrheinischen Tiefebene, wobei sie charakteristische Grosspilzgruppen zur Differenzierung der einzelnen Waldtypen herangezogen haben. ENDERLE (1986) veröffentlichte eine umfassende Liste über *Pluteus*-Funde aus den Auenwäldern der Umgebung von Ulm. KNOCH und BURCKHARDT (1974) erfassten die Holzpilzflora der Rheinauenwälder im Taubergiessengebiet (Baden-Württemberg).

REID (1984), STANGL (1989) und SZCZEPKA (1987) erbrachten mit taxonomischen Untersuchungen über die Gattungen *Naucoria*, *Inocybe* und *Paxillus* einen Beitrag zur Systematik wichtiger Ektomykorrhiza-Symbionten von *Alnus*.

## **2. MATERIAL UND METHODEN**

### **2.1. VERWENDETE ABKÜRZUNGEN**

Die folgenden Abkürzungen werden in Text, Tab. und Fig. verwendet:

Fk	: Fruchtkörper
NS	: Niederschlag
sp., spp.	: Art, Arten
T	: Temperatur
VF	: Versuchsfläche
1 Pilzfund	: 1 Nachweis einer Pilzart pro VF und Exkursion; Der Begriff "Pilzfund" macht keine Aussage über die Anzahl der registrierten Fk einer Pilzart.

### **2.2. UNTERSUCHUNGSGEBIET RHÄZÜNSER RHEINAUEN (GR)**

#### **2.2.1. Geographische Lage**

Das Untersuchungsgebiet liegt zwischen Chur und Thusis am Hinterrhein in einer felsigen Talenge am nördlichen Eingang zum Domleschg, Kanton Graubünden, Schweiz (Fig. 2).

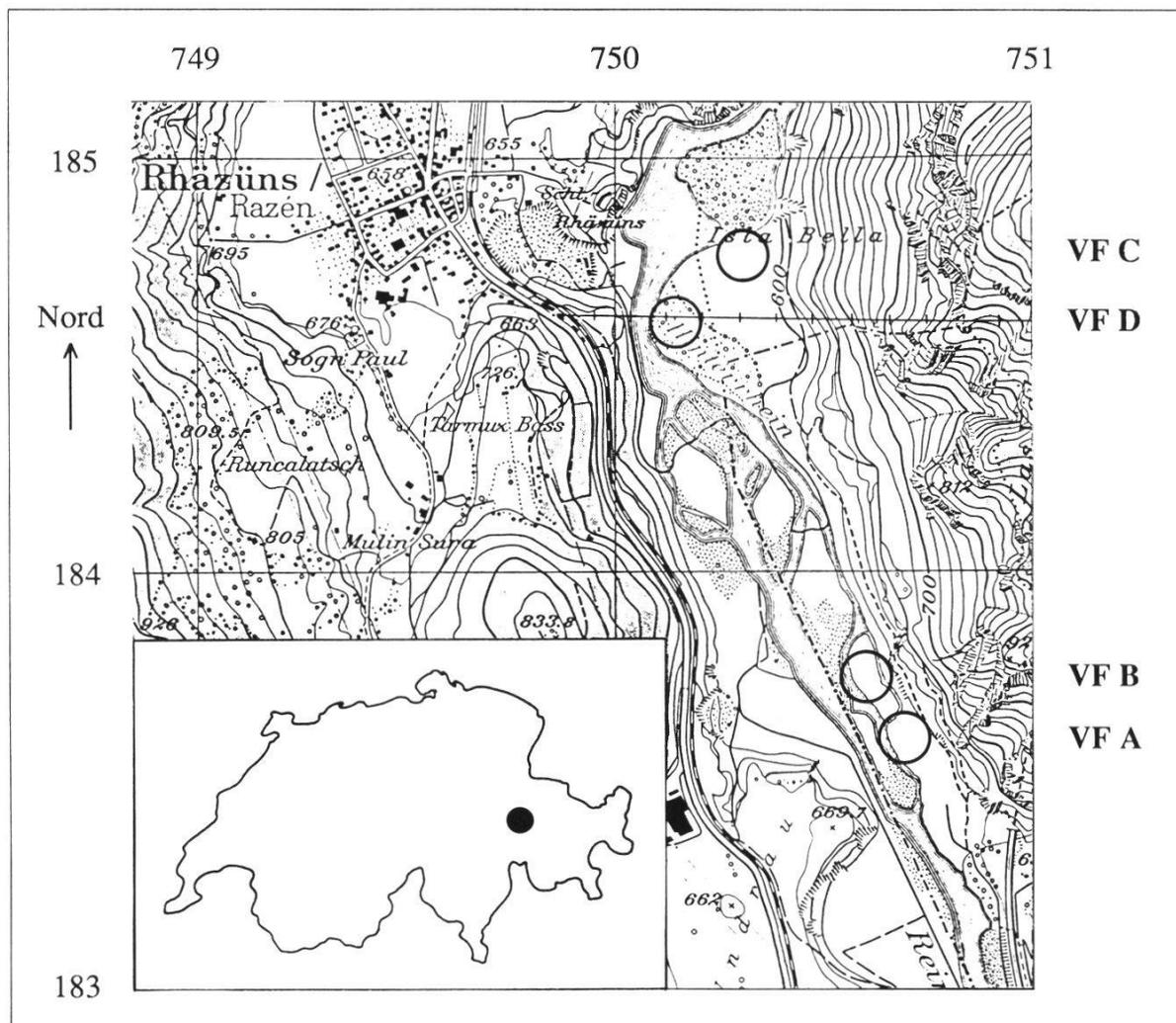
#### **2.2.2. Klima**

Die Rhäzünser Rheinauen werden von den offiziellen regionalen NS-Messstationen Tomils (3.5 km südöstlich) und Reichenau (3 km nördlich) flankiert. Die nächstgelegene T-Messstation befindet sich in Chur/Ems (5 km nordöstlich). Tomils im Domleschg genießt durch die umgebenden Bergflanken Schutz vor West- und Nordwinden. Die Muldenlage des Domleschgs erzeugt eine klimatische Oase mit kontinentalem Klimacharakter (BRAUN-BLANQUET 1961, URFER et al. 1979), gekennzeichnet durch höhere Sommer-T, tiefere Winter-T und geringeren NS als im Churer Rheintal. Reichenau liegt am östlichen Eingang zum Vorderrheintal, dessen Wetter vermehrt von Westwinden geprägt wird. Oft ziehen Gewitter von den Glarner und Bündner Alpenketten ins Rheintal hinein (URFER et al. 1979). Alle drei Messstationen sind starkem Föhneinfluss ausgesetzt.

Fig. 3 zeigt den langjährigen, mittleren Verlauf von NS und Luft-T in der Umgebung des Untersuchungsgebietes. Der mittlere Jahres-NS beträgt für Tomils 854 mm, für Reichenau 1017 mm. Das monatliche NS-Maximum

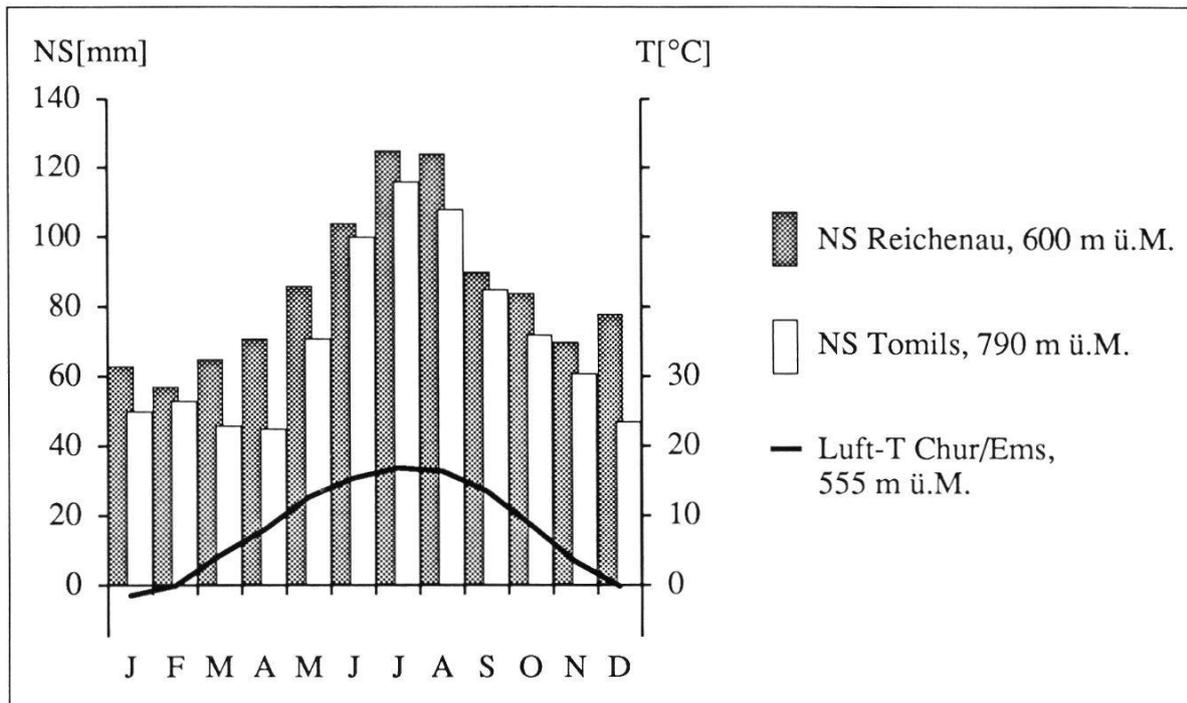
wird im Juli erreicht und macht 13% der Jahressumme aus. Diese NS-Werte sind deutlich geringer als diejenigen des schweizerischen Mittellandes, welches ein  $\pm$  feucht-ozeanisches Klima besitzt [Zürich SMA (556 m ü.M.): 1129 mm; UTTINGER 1965]. Chur/Ems weist eine durch Föhn beeinflusste Jahresmittel-T von 8.1°C auf, wobei mittlere Januar- und Juli-T von -1.5°C bzw. 16.9°C registriert werden (Zürich SMA: Jahresmittel-T 7.9°C, mittlere Januar- und Juli-T -1.0°C bzw. 16.7°C; SCHÜEPP 1967).

Nach MÜLLER (1958) wird das Lokalklima der flussbegleitenden Auen durch



**Fig. 2.** Geographische Lage des Untersuchungsgebietes (Punkt) innerhalb der Schweiz und Position der VF A-D (Kreise) in den Rhazünser Rheinauen (Landeskarte der Schweiz 1:25'000, Blatt 1195, Reichenau; reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 13.3.1989).

*Geographical location of the research area (point) in Switzerland and position of research sites A-D (circles) near Rhazüns (scale of map 1:25'000).*



**Fig. 3.** Klimadiagramm der Rhäzünser Rheinauen mit Jahresverlauf von NS und Luft-T [langjährige Mittelwerte nach SCHÜEPP (1967) und UTTINGER (1965): NS Reichenau 1901-1940, NS Tomils 1931-1960, T Chur/Ems 1901-1960].  
*Climatic diagram of the research area with seasonal course of precipitation NS and temperature T.*

die starke Transpiration der krautreichen Vegetation und die Nähe von Fluss- und Grundwasser geprägt. Diese Standortbedingungen haben eine hohe relative Luftfeuchtigkeit und häufige Nebelbildung über der Talsohle zur Folge.

### 2.2.3. Geologie

Das Untersuchungsgebiet liegt in einer Erosionsrinne des Hinterrheins an der nordwestlichen Grenze der penninischen Decken. Der Untergrund besteht aus fluvioglazialen Schotter, der über Bündnerschiefer abgelagert wurde. Im nördlichen Teil der Rhäzünser Rheinauen steht Geröll aus der jungpleistozänen Reichenauer Bergsturzmasse an (SPICHER 1980a, 1980b).

Der Hinterrhein entwässert ein grosses Einzugsgebiet, das bis in die ostalpinen Decken (Flüela, Albula) reicht. Entsprechend setzt sich das Flussgeschiebe sowohl aus basenarmen, kristallinen Gesteinen (Granit, Gneis, kristalline Schiefer) als auch aus basenreichen Sedimenten (Kalke, Dolomit, Mergel, Tonschiefer) zusammen. Die leichte Verwitterbarkeit des Bündnerschiefers bewirkt eine hohe Sedimentlast des Flusses bei Hochwasser.

### 2.2.4. Naturschützerische Bedeutung des Untersuchungsgebietes

Die Rhäzünser Rheinauen (Inventar BLN: Objekt Nr. 1903, Inventar KLN: Objekt Nr. 3.52a) gehören mit einer Fläche von 350 ha zu den neun schweizerischen Auenlandschaften von internationaler Bedeutung (AMIET 1980). Der Auenkomplex zwischen Reichenau und Rothenbrunnen steht auch heute noch unter relativ natürlicher Flussdynamik (ELMER und KLÖTZLI 1972). Beachtenswert ist die hydrologische Mannigfaltigkeit des Gebietes. Prallhang, Gleithang, Flutinsel und weitere typische, geomorphologische Elemente der Aue sind hier ausgebildet (KUHNS et al. 1984). Auf Flussinseln und am Ufer lassen sich verschiedenste Entwicklungsstadien der zentralalpiner Auenvegetation beobachten, ausgehend von Pionierpflanzen und Alpenpflanzen-Flussschwemmlingen auf nacktem Schotter bis zu Weiden- und Erlenauewald auf durch Hochwasser eingetragenen Sand bzw. Föhrenwald auf flussbegleitender Schotterterrasse.

### 2.3. VERSUCHSFLÄCHEN

Die geographische Lage der vier untersuchten Dauerflächen (VF A-D) im Gebiet der Rhäzünser Rheinauen ist dem Kartenausschnitt in Fig. 2 zu entnehmen.

Die Ausscheidung der VF A, B und C wurde unter Berücksichtigung mög-

**Tab. 1.** Charakterisierung der VF A-D. - *Characterization of research sites A-D.*

	VF A	VF B	VF C	VF D
Koordinaten	750.700/183.600	750.600/183.750	750.300/184.750	750.150/184.600
Höhe ü.M.	605 m	605 m	600 m	600 m
Vegetation	Grauerlenwald	Grauerlenwald	Grauerlenwald	Sanddorn- und Weidengebüsch (Föhre, Lärche)
Flächengrösse	600 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>
Grösse der Fk-Kartierungszone	30 x 4 m	20 x 4 m	50 x 4 m	-
Höhe über Mittelwasser	1 - 1.5 m	1.5 - 2 m	1 - 1.5 m	2 - 2.5 m
Flächenrelief	von Gräben durchquert	± eben	von Gräben durchquert	± eben

lichst reiner Grauerlenbestände durchgeführt. Dieses Vorgehen hatte jedoch unterschiedliche Flächengrösse und -umriss der einzelnen VF zur Folge (Tab. 1). Die VF D (Sanddorn-Weiden-Gebüsch) stellt eine speziell ausgewählte Vergleichsfläche dar, in welcher die Grauerle vollständig fehlt.

Die VF D wurde durch die Überschwemmungen des Hinterrheins in den Jahren 1987 und 1988 bis auf eine Restfläche von ca. 200 m<sup>2</sup> abgetragen. Im Juli 1987 wurden in der VF C zusätzlich 20 m der für die Kartierung von Fk ausgeschiedenen Kernzone durch ein Spitzenhochwasser zerstört. Die fehlende Kartierungsfläche wurde in einem hangwärts angrenzenden Areal neu ausgeschieden (Kartierungszone C<sub>1</sub> 30 x 4 m: Kartierung 1986-1988, Kartierungszone C<sub>2</sub> 20 x 4 m: Kartierung August 1987-Dezember 1988).

## **2.4. VEGETATIONSKUNDLICHE UNTERSUCHUNGEN**

### **2.4.1. Waldbestandesaufnahmen und Pflanzensoziologie**

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten im April, Juni und August 1986 (mit Wiederholung 1987) nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964), wobei die gesamte Fläche der jeweiligen VF einbezogen und die Vegetationsdecke in Baum-, Strauch- und Krautschicht gegliedert wurde. Innerhalb jeder Schicht wurde die Häufigkeit (Individuenzahl und Deckungsgrad) der einzelnen Pflanzenarten mit einer 7teiligen Skala (r, +, 1 bis 5: r = selten, 5 = Deckungsgrad 75-100%) bewertet. Taxonomisch kritische Phanerogamen wurden nach HESS et al. (1976, 1977, 1980) bestimmt und im Herbarium der ETH Zürich (ZT) hinterlegt.

Die Moos- und Flechtenflora wurde aus Zeitgründen lediglich bei zwei Sammeldurchgängen (September 1986, April 1987) erfasst. Da nur fertile Proben berücksichtigt wurden, ist die Auflistung der Moos- und Flechtentaxa aus den VF A-D nicht vollständig. Die Bestimmung erfolgte nach FRAHM und FREY (1983) und WIRTH (1980, 1987). Die Belege sind im Kryptogamenherbar ZT hinterlegt.

Die pflanzensoziologische Zuordnung der Waldgesellschaften folgt ELLENBERG (1986), ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) und MOOR (1958) und wurde anhand von Charakterarten-Gruppen durchgeführt.

### **2.4.2. Auswertung pflanzenökologischer Zeigerwerte**

Die auf eine Lebensgemeinschaft einwirkenden Umweltbedingungen lassen

sich anhand der ökologischen Zeigerwerte von allen am Standort wachsenden Pflanzen beurteilen. Diese empirischen Indikatorwerte basieren auf einer 5teiligen Skala und sind in ihren Extremen wie folgt definiert (LANDOLT 1977):

F = Feuchtezahl (1: trockene, 5: nasse, w: wechselfeuchte Böden)

R = Reaktionszahl (1: saure, 5: basen- bzw. kalkreiche Böden)

N = Nährstoffzahl, meist auf Stickstoff bezogen (1: nährstoffarme, 5: nährstoffreiche Böden)

H = Humuszahl (1: Rohböden, 5: Rohhumus- oder Torfböden)

D = Dispersitäts- und Durchlüftungsmangelzahl (1: Felsen, Felsblöcke, Mauern, 5: tonige oder torfige, sauerstoffarme Böden)

L = Lichtzahl (1: schattige Lagen, 5: Lagen im vollen Licht)

T = Temperaturzahl (1: kalte Lagen, meist alpine Stufe, 5: wärmste Lagen der kollinen Stufe)

K = Kontinentalitätszahl (1: ozeanisches, 5: kontinentales Klima).

Die für die pflanzensoziologischen Aufnahmen gültigen Mittelwerte wurden nach LANDOLT (1977) berechnet, wobei die Arten mit Deckungswert + einmal, solche mit 1 zweimal, mit 2 dreimal, usw. gewichtet sind. Der Durchschnittswert für w wird mit einem Bruch angegeben. Die mittleren F-, R-, N-, H- und D-Werte für die Baum- und Strauchschicht charakterisieren den Unterboden, jene für die Krautschicht den Oberboden.

### **2.4.3. Belaubung und Laubfall im Grauerlenwald**

Die Laubstreu stellt eine wesentliche Komponente der jährlich anfallenden, abzubauenen Biomasse dar (ZAVITKOVSKI und NEWTON 1971). Da sich zahlreiche saprobe Pilzarten ausschliesslich von toten Blättern ernähren, wurde 1987 und 1988 der Laubfall im Grauerlenwald während der gesamten Vegetationsperiode quantitativ erfasst. In den VF A-C wurden je 1 x 1 m Bodenoberfläche mit einem 30 cm hohen Maschengitter umgrenzt. Ein Plastikeinsatz verhinderte die Verschmutzung der aufgefangenen Laubstreu mit Sand. Die wöchentlich aus den Laubfallen eingesammelten Blätter wurden während 12 Std. bei 60°C getrocknet, nach Baumarten sortiert und gewogen.

Als zusätzliche, lokalklimatische Information wurde die Belaubung der Grauerlen im jahreszeitlichen Verlauf phänologisch festgehalten [Bewertungsskala 1-5 nach KRÜSI (1981): 1 = 5-20%, 5 = 80-100% der Individuen einer Pflanzenpopulation zu einem gegebenen Zeitpunkt in einem bestimmten phänologischen Zustand].

## 2.5. MIKROKLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN

### 2.5.1. Regenmessung

Als Sammelbehälter für den NS wurden im Boden eingegrabene 2-Liter-Plastikflaschen mit enger Öffnung verwendet, die einen Auffangtrichter von 20 cm Durchmesser (= 314 cm<sup>2</sup> Fläche) aufgesetzt hatten. Der unter Laborbedingungen bestimmte Wasserverlust der vollen Gefäße durch Verdunstung beträgt pro Woche maximal 7% (BRUNNER 1987). Zur Messung des NS im Bestand wurden in den Grauerlenflächen A-C je zwei Totalisatoren an Stellen mit durchschnittlichem Kronenschluss aufgestellt. Zwei weitere Sammelbehälter wurden in Waldlichtungen zwischen den VF A und B und in der Nähe der VF C plaziert, um die von den Baumkronen unbeeinflusste, totale NS-Menge und die Interzeption (=  $NS_{\text{Lichtung}} - NS_{\text{Bestand}}$ ) zu registrieren. In der lückenhaft mit Gebüsch bestockten VF D wurde ein Totalisator im Strauchbestand und ein weiterer in einer Bestandeslücke aufgestellt.

Die Sammelbehälter wurden ein- bis zweiwöchentlich geleert und der gemessene NS (Genauigkeit des 250 ml-Messzylinders:  $\pm 2\%$ ) in l/m<sup>2</sup> (= mm NS) umgerechnet. Da die Leerung nicht immer am gleichen Wochentag durchgeführt werden konnte, mussten die abgelesenen Werte auf tägliche NS-Mengen umgerechnet werden. Die NS-Summe für die Messperiode Montag-Sonntag ergab sich durch Addition der entsprechenden täglichen Werte.

### 2.5.2. Temperaturmessung (T-Extreme, T-Mittel)

Die T-Verhältnisse in den VF wurden mittels zweier verschiedener Messverfahren untersucht:

Für die Registrierung der T-Extreme auf der Bodenoberfläche wurden Minimum-Maximum-Thermometer verwendet, deren Messbereich zwischen -40°C und +55°C liegt. Der im Labor bestimmte Messfehler der Geräte beträgt maximal  $\pm 1^\circ\text{C}$ . In den Grauerlenflächen A-C wurden in jeder VF zwei Thermometer unter der Krautschicht direkt auf die Bodenoberfläche gelegt, während in der VF D die Thermometer sowohl an beschatteter Stelle unter einem Strauch als auch auf einer vegetationslosen, stark besonnten Fläche plaziert wurden.

Die Minimum- und Maximum-T wurden ein- bis zweiwöchentlich mit einer Messgenauigkeit von  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  abgelesen. Die Minimum-T liefern pilzökologisch relevante Daten bezüglich Frost an der Bodenoberfläche. Die z.T. ho-

hen Werte der Maximum-T zeigen den möglichen Einfluss der direkten Sonnenbestrahlung (Strahlungs-T).

Das zweite, angewendete Messverfahren ermöglicht die Bestimmung des T-Mittels für eine längere Messperiode und beruht auf der Zuckerinversions-Methode nach PALLMANN et al. (1940). Dieses Verfahren nützt die T-abhängige Umwandlung von optisch rechts drehendem Rohrzucker in links drehenden Invertzucker aus. Je höher die T, desto rascher erfolgt die Spaltung des Rohrzuckers. Die Menge des gebildeten Invertzuckers lässt sich polarimetrisch erfassen und das entsprechende T-Mittel für die Expositionszeit mit einer Genauigkeit von  $\pm 0.05^\circ\text{C}$  berechnen.

Die in Glasampullen abgefüllte, wässrige Rohrzuckerlösung wurde in gefrorenem Zustand in die VF gebracht. An zwei Standorten pro VF wurden fünf Zuckerampullen auf der Bodenoberfläche ausgelegt und fünf weitere in 2-5 cm Bodentiefe eingegraben. In der VF D wurde eine Ampullenserie auf einer vegetationsfreien, stark besonnten Fläche exponiert. Die zweite Serie in der VF D und alle Serien in den Grauerlen-VF A-C wurden an beschatteten Stellen unter der Krautschicht plaziert.

Die Messperiode lief von November 1986 bis November 1988, wobei die Zuckerampullen am Ende eines jeden Monats ausgetauscht wurden. Von Dezember bis März blieben die Ampullen wegen Schneebedeckung und Dauerfrost in den VF. Die Zuckerampullen wurden nach der Exposition sofort tiefgefroren und später mittels eines Zeiss-Polarimeters mit Na-Dampflampe ausgewertet.

## 2.6. BODENKUNDLICHE UNTERSUCHUNGEN

### 2.6.1. Feldbeobachtungen und Probenentnahme

**Grundwasserstand:** Zur Messung der Grundwasserhöhe wurde in jeder VF eine Plastikröhre von 100 cm Länge und 5 cm Durchmesser vertikal soweit in den Waldboden eingesenkt, bis sie die Schottererschicht des Flussbetts in 60-80 cm Tiefe erreichte. Die fein durchlöcherten Röhrenwände ermöglichten das Eindringen des Bodenwassers ins Röhreninnere, so dass der Pegelstand mit einem trockenen Messstab registriert werden konnte.

**Bodenprofil:** Nach Abschluss der mykologischen Feldtätigkeit wurde im April 1989 in jeder VF ein Bodenprofil von 1-1.5 m Tiefe geöffnet, um Horizontabfolge sowie Bodeneigenschaften festzuhalten. Symbole und Signaturen der bodenkundlichen Feldaufnahmen richten sich nach RICHARD et al. (1978).

**Bodenproben:** Vom 24.-25.4.1989 wurden mit einem zylindrischen Probenstecher von 50 mm Höhe und 67 mm Durchmesser Bodenproben für physikalische und chemische Laboranalysen ausgehoben. Die Proben wurden vertikal an drei verschiedenen Stellen pro VF aus je zwei Bodentiefen entnommen. Da die Pilzmyzelien hauptsächlich die oberste Bodenschicht durchwachsen (CARBIENER 1981), wurden für die Untersuchungen nur die Horizonte in 0-5 cm und 5-10 cm Tiefe berücksichtigt. Material aus dem Unterboden wurde lediglich stichprobenweise mitgenommen. Für die chemischen Analysen, bei welchen das Probenvolumen nicht relevant ist, wurden Mischproben aus mehreren Einstichen pro Entnahmestelle und Horizont verwendet.

### 2.6.2. Laboranalysen

Die Bodenproben wurden im Labor zunächst luftgetrocknet, anschliessend mit einem Sieb von 2 mm Maschenweite in Feinerde und Skelett aufgetrennt und deren Anteil gewogen. Die Feinerde wurde auf folgende bodenkundliche Faktoren untersucht:

#### **Physikalische Bodeneigenschaften**

**Korngrößenverteilung:** Die Körnung beeinflusst Bodenstruktur und Porengrösse und damit Wasser- und Lufthaushalt eines Bodens (SCHROEDER 1984). Für die Korngrößenanalyse mussten vorgängig die Kittsubstanzen (organische Stoffe, Kalk) mit  $H_2O_2$  (35%ig) zerstört werden. Die Auftrennung in Korngrößenklassen erfolgte durch Nasssiegung für die Sand-Fraktionen bis 0.063 mm und mit der Pipetten-Methode für die Schluff-Fraktionen bis 0.002 mm (SCHLICHTING und BLUME 1966).

**Porenvolumen:** Das Porenvolumen umfasst die mit Wasser oder Luft erfüllten Hohlräume einer Volumeneinheit natürlich gelagerten Bodens. Es ist diejenige Grösse, die zusammen mit dem Wassergehalt die Durchlüftung kontrolliert (VOLK 1940). Die Bestimmung des Porenvolumens erfolgte pyknometrisch nach STEUBING (1965).

**Scheinbare und reelle Dichte:** Die scheinbare Dichte, d.h. die Masse der festen Bodensubstanz pro Volumeneinheit natürlich gelagerten Bodens, kann ökologisch als Mass für die Durchwurzelbarkeit des Bodens verwendet werden (RICHARD et al. 1978). Die reelle Dichte, welche die Hohlräume im Boden nicht berücksichtigt, hängt vom Anteil des organischen Materials an der Bodenmatrix ab und lässt sich nach STEUBING (1965) aus dem Porenvolumen und der scheinbaren Dichte berechnen.

## **Chemische Bodeneigenschaften**

**Bodenreaktion (pH):** Der pH-Wert der Feinerde wurde sowohl in einer wässrigen Suspension als auch in einer 0.01M CaCl<sub>2</sub>-Lösung (Feinerde:H<sub>2</sub>O<sub>dest.</sub> bzw. 0.01M CaCl<sub>2</sub> = 1:2.5) elektrometrisch gemessen (STICHER et al. 1971).

**Karbonat (CaCO<sub>3</sub>):** Das Karbonat der Bodenproben wurde mit 1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> zersetzt und das freigesetzte CO<sub>2</sub> nach Absorption an Natronasbest gravimetrisch bestimmt (Absorptionsmethode des Laboratoriums für Bodenkunde ETHZ).

**Organische Substanz (C<sub>org.</sub>), Gesamtstickstoff (N<sub>total</sub>):** Die Bestimmung von Gesamtkohlenstoff und Gesamtstickstoff erfolgte mit einem CHN-Analyser Rapid der Firma Heraeus und wurde vom Laboratorium für Bodenkunde ETHZ durchgeführt. Die Werte für den organischen Kohlenstoff ergaben sich aus der Differenz zwischen Gesamtkohlenstoff und anorganischem Kohlenstoff, welcher stöchiometrisch aus CaCO<sub>3</sub> berechnet wurde.

**C/N-Verhältnis (C<sub>org.</sub>/N<sub>total</sub>):** Die Verhältniszahl zwischen C<sub>org.</sub> und N<sub>total</sub> stellt ein Mass für die biotische Aktivität bzw. für den Abbau des toten organischen Materials im Boden dar (SCHROEDER 1984).

**Gesamtphosphor (P<sub>total</sub>):** Die Bodenproben wurden mit 70%iger Perchlorsäure aufgeschlossen und die Silikatrückstände abfiltriert. Anschliessend erfolgte die Messung des P-Gehaltes mit einem Spektralphotometer im gelben Farbbereich (BOHNE et al. 1958).

**Phosphat (PO<sub>4</sub>):** Die Bestimmung des mit Na-Bicarbonat extrahierbaren Phosphates wurde photometrisch nach der Methode von OLSEN et al. (in STICHER et al. 1971) durchgeführt.

## **2.7. SCHWERMETALLGEHALTE VON LAUBSTREU UND PILZFRUCHTKÖRPERN**

Pilz-Fk werden in der Umweltforschung zur Bioindikation eingesetzt. Sie ermöglichen Rückschlüsse auf die Schwermetallbelastung von Böden (FISCHER und HEIN 1990, IRLET und RIEDER 1985, KUUSI et al. 1981). Ein erhöhter Schwermetalleintrag kann Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Pilzflora am Standort haben (ARNOLDS 1988a, HORAK und RÖLLIN 1988, MCCREIGHT und SCHROEDER 1974, RÜCKER et al. 1990). Um die Schwermetallbelastung für das in der Nähe der Ems-Chemiewerke gelegene und von einer Autobahn tangierte Gebiet der Rhäzünser Rheinauen beurteilen zu können, wurde im Juli und November 1988 je eine Laubprobe aus den VF A, B und C für chemische Analysen entnommen. Die sechs Laubproben wurden zusam-

men mit drei Pilzproben [Fk-Massenaufsammlungen von *Hypholoma fasciculare* und *Psathyrella candolleana* (VF A, 28.9. bzw. 12.7.1988, beide saprob-lignicol) sowie *Lepiota aspera* (VF B, 19.9.1988, saprob-terricol)] vom Anorganisch-Chemischen Institut der Universität Zürich auf die Gehalte an Blei (Pb), Cadmium (Cd), Kupfer (Cu) und Zink (Zn) untersucht.

Das Analysematerial wurde in einem Umluftofen getrocknet und in einem Moulinex-Mixer mit Tantal-Messern zerkleinert. Der Aufschluss der organischen Substanz erfolgte durch ein Säuregemisch aus  $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$ . Die Werte für Cd und Pb wurden elektrochemisch nach der Standardadditions-Methode, diejenigen für Cu und Zn durch Atomabsorptions-Spektroskopie bestimmt. Jede Probe wurde dreimal aufgeschlossen und analysiert.

## **2.8. MYKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN**

### **2.8.1. Problematik des Pilzarten-Nachweises**

Der Nachweis der in spezifischen Pilzgesellschaften zusammenlebenden Makromyceten ist nur aufgrund der produzierten Fk zu erbringen, weil nur diese genügend differenzierende Merkmale aufweisen, um eine sichere Artbestimmung durchführen zu können. Das vegetative, morphologisch wenig entwickelte Pilzmyzel entzieht sich durch das Wachstum im Boden oder in organischem Material der direkten Beobachtung. Zusätzlich wird der Nachweis von Pilztaxa in einer Vegetationseinheit dadurch erschwert, dass die meisten Grosspilze kurzzeitig und oft nicht jedes Jahr fruktifizieren. Um das Artenspektrum möglichst vollständig zu erfassen, ist der Mykologe deshalb gezwungen, das Untersuchungsgebiet in der Hauptsaison wöchentlich und während mehrerer Jahre abzusuchen (WINTERHOFF 1984b).

### **2.8.2. Beobachtungsdauer und Exkursionsdaten**

Von Juni 1986 bis Dezember 1988 wurden total 84 Exkursionen von meist zweitägiger Dauer in die Rhäzünser Rheinauen unternommen (Tab. 2). VF A wurde 78 x, VF B 76 x, VF C 76 x und VF D 74 x besucht. Da zur Zeit des Frühlings- und des Herbstmaximums grosse Mengen an gesammeltem Pilzmaterial im Labor zu verarbeiten waren, konnte nicht regelmässig jede Woche während der gesamten Vegetationsperiode eine Feldbegehung eingehalten werden.

**Tab. 2.** Daten der Feldbegehungen von 1986-1988. - *Dates of excursions 1986-1988.*  
H = Hochwasser - *flood*, S = VF schneebedeckt - *research sites covered with snow*, T =  
Teilbegehung - *field work in part.*

Woche	1986	1987	1988	Woche	1986	1987	1988
3	-	-	18.1.	32	4.8.	4.8.	9.8.
12	-	-	23.3.	33	11.8. H	11.8.	- H
13	-	24.3. S	- S	34	18.8.	17.8.	23.8.
14	-	- S	4.4.	35	24.8.	25.8. H	30.8.
15	-	6.4.	11.4.	36	2.9.	30.8. T	5.9.
16	-	- S	18.4.	37	9.9.	8.9.	12.9.
17	-	20.4.	25.4.	38	15.9.	13.9. T	19.9.
18	-	27.4.	2.5.	39	22.9.	21.9.	27.9.
19	-	4.5. S	9.5.	40	29.9.	27.9. T	-
20	-	11.5.	16.5. T	41	6.10.	7.10.	10.10.
21	-	18.5.	23.5.	42	13.10.	13.10.	18.10.
22	-	25.5.	30.5.	43	20.10.	-	24.10. T
23	-	2.6.	7.6. T	44	27.10.	25.10. T	1.11.
24	-	8.6. H	13.6.	45	-	-	-
25	16.6. T	15.6. H	-	46	-	10.11.	13.11.
26	23.6. T	22.6.	27.6.	47	-	17.11. T	-
27	1.7. T	-	4.7.	48	24.11.	23.11.	29.11.
28	7.7. T	6.7.	11.7.	49	-	-	4.12.
29	14.7.	13.7.	-	50	-	8.12. S	-
30	21.7.	- H	25.7.	51	-	-	-
31	28.7.	27.7.	1.8. T	52	-	-	-

### 2.8.3. Sammeln und Verarbeiten von Pilzfunden

Die in den VF gefundenen Fk wurden bei eindeutiger Identifikation der Art schon im Feld protokolliert (Artnamen, Substrat, Wuchsform, Anzahl Fk, VF, Datum) und der Hut jedes Pilzes zu Markierungszwecken abgeschnitten und liegengelassen. Makroskopisch nicht sicher bestimmbare Funde wurden in Plastikdosen verpackt, in einer Kühlbox gelagert und nach der Feldbegehung mikroskopisch studiert. Im folgenden wurden taxonomisch kritische bzw. neu registrierte Arten fotografiert, gezeichnet und beschrieben. Nach der Dokumentation wurden die Funde auf einem T-regulierbaren Trockner bei ca. 50°C während 24 Std. getrocknet. Für den Aufbau einer Mykothek wurden von jungen Fk zusätzlich Gewebekulturen auf künstlichen Nährmedien angelegt (vgl. Kap. 2.8.6).

Nach Abschluss der Feldsaison wurden die Mikromerkmale der Exsikkate in 4% KOH präpariert und mit Hilfe eines Leitz-Dialux Lichtmikroskops unter Verwendung von Ölimmersion (100er Objektiv) analysiert. Die Huthaut-

Strukturen wurden mit einem Zeichentubus bei 500facher, die Cystiden und Basidien bei 1000facher und die Sporen bei 2000facher Vergrößerung gezeichnet.

Makroskopische Dokumentation und mikroskopische Analyse ermöglichten die Identifikation der Arten mit Spezialliteratur (vgl. Kap. 3.2.1). Das bestimmte Material wurde mit Kollektionen aus dem Kryptogamenherbar ZT, vereinzelt auch mit Typusmaterial, verglichen.

Während der dreijährigen Sammeltätigkeit wurden 3400 Pilzfunde aus den VF A-C und 400 aus der VF D mikroskopisch kontrolliert und 1600 vollanalytierte Kollektionen angelegt. Repräsentative Exsikkate jeder registrierten Pilzart sind im Kryptogamenherbar ZT hinterlegt.

#### **2.8.4. Untersuchte taxonomische Pilzgruppen**

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf Makromyceten, d.h. auf Pilze, deren Fk von bloßem Auge erkennbar sind (Fk-Durchmesser > 1 mm). Bei den Basidiomycetes wurde der Schwerpunkt der Untersuchungen auf die Blätterpilze gelegt, wobei aber auch Vertreter der Aphyllorphorales (*Corticaceae*, *Polyporaceae* u.a.), Heterobasidiomycetes und Gasteromycetes gesammelt und in die Auswertungen einbezogen wurden. Arten mit perennierenden Fk wurden nur dann als neu zu registrierende Pilzfunde festgehalten, wenn frisch angelegte Fk-Kolonien vorlagen.

Kleinere Ascomycetes wurden nicht systematisch gesucht und nur berücksichtigt, sofern ein Fk-Massenvorkommen auftrat. Eine speziell auf Discomycetes und Sphaeriales ausgerichtete Untersuchung der VF würde die Artenzahl der für den Grauerlenwald charakteristischen Pilzflora wesentlich erhöhen (GRAUWINKEL 1987, LUCCHINI et al. 1990).

Uredinales, Ustilaginales und Deuteromycetes wurden nicht in die Arbeit einbezogen. *Lycogala epidendrum* ist als einziger Vertreter der Myxomycetes in den Auswertungen berücksichtigt.

#### **2.8.5. Kartierung von Pilzfruchtkörpern**

##### **2.8.5.1. Literaturgrundlagen zur Fruchtkörper-Kartierung**

Aus europäischen Grauerlenwäldern liegen keine Arbeiten über die kleinflächige, kartographische Erfassung von Pilz-Fk vor. Die Untersuchungen von EINHELLINGER (1973) und STANGL (1970) befassen sich nur ansatzweise mit

der räumlichen Verteilung der Pilze im *Alnetum*.

Eine grundlegende Methodik zur Kartierung von Makromyceten wurde von FORD et al. (1980) erarbeitet. Während dreier aufeinanderfolgender Jahre wurden die von Ektomykorrhiza-Symbionten um eine isoliert stehende Birke (*Betula pendula*) gebildeten Fk kartographisch registriert. Die für jede Vegetationsperiode erstellten Fundkarten zeigen einerseits Position und Abstand der produzierten Fk zum Wirtsbaum, andererseits erlaubt die Darstellung der Fundpunkte in Clustern Rückschlüsse über die Verbreitung der vegetativen Myzelien im Boden. Die kartographischen Auswertungen werden durch Assoziationsanalysen zwischen Pilzartenpaaren ergänzt.

Die von FORD et al. (1980) verwendeten, statistischen Grundlagen zur Erfassung mykoökologischer Beziehungen basieren auf den mathematischen Methoden von PIELOU (1977). Ähnliche statistische Auswertungen sind in den Arbeiten von BIERI und LUSSI (1989; Wirtsbäume: *Fagus sylvatica*, *Picea excelsa* u.a.), BILLS et al. (1986; *Acer saccharum*, *Picea rubens* u.a.) und BRUNNER und HORAK (1988; *Mesobrometum*) zu finden.

Die folgenden Publikationen befassen sich mit weiteren Aspekten der räumlichen Verteilung von Grosspilzen in Laub- und Nadelwäldern: AGERER und KOTTKE (1981; *Picea* und *Carpinus*, *Fagus*, *Quercus*), AUGUSTIN (1974; *Fago-Quercetum*), BARKMAN (1987; *Quercetum*), BIERI und LUSSI (1989), COTTER und BILLS (1985; *Fraxinus americana*), EGLI (1990; *Picea excelsa*), GARDNER und MALAJCZUK (1985; *Eucalyptus* spp.), JANSEN (1984; *Quercetum*), KIRBY et al. (1990; *Picea excelsa*), LAST et al. (1983; *Betula pendula*), MASON et al. (1982; *Betula pendula*), MURAKAMI (1987, 1989; *Castanopsis cuspidata*), OGAWA (1977; *Abies mariesii*, *Betula ermani*, *Tsuga diversifolia*).

#### **2.8.5.2. Ökologische Aussagekraft der Fruchtkörper-Kartierung**

Die regelmässige Kartierung der in einer Aufnahme­fläche produzierten Pilz-Fk ermöglicht bei langfristiger Beobachtung die Beurteilung folgender räumlicher Aspekte:

- Dispersion: Verbreitungsmuster der Fk-Population einer Pilzart innerhalb der Kartierungszone.
- Dichte (Produktivität): Zahl der pro Flächen- und Zeiteinheit produzierten Fk.
- Standortstreue: Fk-Fundpunkte einer Pilzart in einer Saison bzw. während mehrerer Vegetationsperioden.

- Zahl der Pilzindividuen (Myzelien) pro Flächeneinheit.
- Abschätzung der Durchmesser von Myzelkolonien bzw. einzelner, isoliert wachsender Myzelien im Boden.
- Wachstumsraten und Myzelverschiebungen.
- Konkurrenzverhalten: Überlappung (Koexistenz), Ausschluss (antagonistische, interspezifische Beziehungen) oder zufällige Verteilung (indifferentes Verhalten) der Myzelien verschiedener Pilzarten bei Wachstum im selben Bodenhorizont.

### 2.8.5.3. Angewandte Kartierungs-Methodik

Innerhalb der Grauerlenflächen (2000 m<sup>2</sup>) wurden streifenförmige, permanente Kernzonen (Sanktuarien) von 30 x 2 m (VF A), 20 x 2 m (VF B) und 50 x 2 m Grösse (VF C) für die Kartierung der Fk von Grosspilzen (Ektomykorrhiza-Symbionten und Saprobe) ausgeschieden. Diese Aufnahmeflächen wurden nicht betreten und bei jeder Feldbegehung in einem Rundgang entlang ihrer Grenzen abgesucht. Dabei wurden diejenigen Fk erfasst, die innerhalb der Sanktuarien und entlang der Weggrenzen bis maximal 1 m ausserhalb der Kernzonen standen. Somit wurden total 400 m<sup>2</sup> Fläche bzw. 1/5 der VF A-C kartiert. Die Lage jedes Fk bzw. jeder Population einer Pilzart wurde mit einer Genauigkeit von 5 cm ausgemessen und im Massstab 1:60 in eine Karte eingetragen.

### 2.8.5.4. Auswertung und Darstellung der Kartierungsdaten

**Kartierung in zweidimensionaler Darstellung:** Die planare Fundkarte zeigt die Lage der Fk zueinander und zu den im Sanktuarium wachsenden Bäumen in massstabgetreuer Verkleinerung. Die gesamte Fundzahl der drei Jahre wird pro Pilzart auf einer Karte zusammengefasst, wobei die Kartierungspunkte durch unterschiedliche Symbole den jeweiligen Sammeljahren zugeordnet sind.

**Kartierung in dreidimensionaler Darstellung:** Mit der räumlichen Darstellung des Fundortes gegen die Fk-Dichte lässt sich die Fk-Dynamik einer Pilzart anschaulich zeigen. Die Fundkarten werden in Quadrate von 50 x 50 cm Grösse unterteilt. Die Menge der Fk, welche für die gesamte Untersuchungsdauer in jedem Quadrat gezählt wird, bestimmt die Höhe der über den Quadratmittelpunkt gesetzten Säule.

**Kartierung in Clusterdarstellung:** Fk-Fundpunkte der gleichen Pilzart, die

auf der Karte in weniger als 50 cm Abstand voneinander liegen, werden zu einem Cluster vereinigt. Der Verlauf der Cluster-Grenzlinien dürfte, bei genügend langer Beobachtungsdauer und bei Vernachlässigung des in dieser Zeitperiode aktiven, zentrifugalen Myzelwachstums, grob der Verbreitung des Myzels im Boden entsprechen.

FORD et al. (1980) errechneten eine theoretische, maximale Distanz von 10 cm, um zwei benachbarte Fk noch demselben Cluster zuweisen zu können. Für die eigenen Auswertungen wird diese kritische Grösse bei 50 cm angesetzt, weil die Position der Fk in den von Gräben durchzogenen Sanktuarien stellenweise nur ungenau ausgemessen werden konnte. Zudem haben eigene Feldbeobachtungen gezeigt, dass in einem Schub produzierte und demselben Myzel zuzuordnende Fk von *Paxillus filamentosus* bis zu 50 cm Abstand voneinander aufweisen.

**Assoziationsanalysen zwischen Pilzartenpaaren:** Die Fundkarten werden mit einer Rastereinteilung von 50 x 50 cm unterteilt. Die Rasterquadrate werden nach Präsenz und Absenz der paarweise zu testenden Pilzarten ausgezählt und in die folgende Kontingenztafel eingesetzt:

		Art A		
Art B	Präsenz	Absenz		
Präsenz	a	b	m = a + b	
Absenz	c	d	n = c + d	
	r = a + c		s = b + d	N = m + n = r + s

Nach PIELOU (1977) sind Assoziation bzw. Ausschluss zwischen zwei Arten signifikant, wenn

$$X^2 = \frac{([ad - bc] - N/2)^2 N}{mnr s} \quad \begin{array}{l} > 3.82 \text{ (5\%-Signifikanzniveau)} \\ > 6.64 \text{ (1\%-Signifikanzniveau)} \end{array}$$

**Analyse der Standortstreuung von Fk-Funden:** Mit dem Vierfeldertest nach PIELOU (1977) lässt sich auch die Standortstreuung der während verschiedener Vegetationsperioden produzierten Fk einer Pilzart testen. In der Kontingenztafel werden auf der einen Seite die Präsenz-Absenz-Werte der Art für das erste Jahr, auf der anderen Seite diejenigen für ein folgendes Jahr eingesetzt (1986-1987, 1986-1988, 1987-1988). Der Korrelationskoeffizient

$$V = \frac{ad - bc}{(mnr s)^{1/2}}$$

berechnet, in welchem Mass die Fundsituationen der Beobachtungsjahre übereinstimmen (perfekte Standortstreue der Fk-Funde für  $V = +1$ ).

### 2.8.6. Isolation und Reinkultur von Pilzmyzelien aus Fruchtkörpern

Mit einer sterilen Rasierklinge wurden Gewebestückchen aus dem Hutinnern junger, frischer Fk herausgeschnitten und auf künstliche Nährmedien in Petrischalen übertragen. Um Kontaminationen durch Bakterien zu reduzieren, wurden saprobe Pilzarten zunächst auf 2% Terramycin-Malzagar (TMA) und Ektomykorrhiza-Symbionten auf Terramycin-Hagemagar (THA) kultiviert. Die beiden Standardsubstrate setzen sich wie folgt zusammen:

TMA: 20 g Malzextrakt, 20 g Agar, 1 l Leitungswasser, nach der Sterilisierung im Autoklaven (15 Min. bei 120°C) Zugabe von 10 ml Terramycin-Acetonlösung (1 Kapsel auf 50 ml Aceton).

THA: 0.5 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 0.5 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0.5 g  $\text{MgSO}_4$ , 1 ml einer 1%igen wässrigen  $\text{FeCl}_3$ -Lösung, 5 g Glucose, 5 g Malzextrakt, 15 g Agar, mit  $\text{H}_2\text{O}_{\text{dest.}}$  auf 1 l auffüllen, nach der Sterilisierung Zugabe von 10 ml Terramycin-Acetonlösung (nach LAIHO 1970).

Bei sichtbarem Myzelwachstum wurden die Stämme zur weiteren Aufbewahrung in Röhrcchen auf entsprechende Nährmedien ohne Antibiotikum-Zusatz überimpft.

Während der dreijährigen Untersuchungsperiode konnten insgesamt 54 Stämme von 34 für den Grauerlenwald typischen, saproben Pilzarten und drei Stämme von *Paxillus filamentosus*, einem wichtigen Ektomykorrhiza-Symbiont von *Alnus incana*, isoliert werden. Die Reinkulturen sind am Geobotanischen Institut der ETH Zürich deponiert und wurden zusätzlich an das Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn (Holland) geschickt (CBS-Nr. 375.90-398.90, 526.90, 527.90, 533.90, 569.90).

### 3. RESULTATE

#### 3.1. STANDORTSBEDINGUNGEN DER VERSUCHS- FLÄCHEN A-D (1986-1988)

##### 3.1.1. Vegetation

##### 3.1.1.1. Flora und Pflanzensoziologie

In den VF A-C (2000 m<sup>2</sup>) des Grauerlenwaldes wurden total 157 Phanerogamen sowie 14 Moos- und 8 Flechtentaxa registriert, im Vergleich dazu in der Sanddorn-Weiden-Vergleichsfläche D (1000 m<sup>2</sup>) 90 Phanerogamen, 10 Moos- und 8 Flechtentaxa (Tab. 3, 4). Dieser Artenreichtum auf 3000 m<sup>2</sup> Aufnahmefläche belegt, dass der Auenwald zu den floristisch vielfältigsten Vegetationseinheiten der Schweiz gehört. Nach MOOR (1958) lassen sich über 550 charakteristische Pflanzenarten im Auenbereich beobachten. KUHN und AMIET (1988a) schätzen die Zahl der regelmässig oder sporadisch in den Auen wachsenden Taxa sogar auf die Hälfte aller in der Schweizer Flora vorkommenden Blütenpflanzen.

Aufgrund der Artengarnitur sind die Auenwaldflächen A-C pflanzensoziologisch dem *Calamagrostio-Alnetum incanae* Moor zuzuordnen, wobei die Charakterart *Calamagrostis varia* in den VF durch *C. epigeios* vertreten wird. Nach ELLENBERG (1986) und ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) ordnet sich diese Assoziation in das System der Waldgesellschaften wie folgt ein:

*Quercus-Fagetum*, Klasse der Laubmischwälder

*Fagetalia silvaticae*, Ordnung der Edellaubmischwälder

*Alno-Fraxinion* (= *Alno-Padion*), Verband der Erlen-Eschenwälder

*Calamagrostio-Alnetum incanae*, Assoziation der Landschilf-Grauerlenwälder

Der in der Schweiz nur in der montanen Stufe vorkommende Landschilf-Grauerlenwald wird meistens alljährlich überschwemmt. Er weist eine Krautschicht aus grossblättrigen, stickstoffliebenden Pflanzen auf, unter welchen *Brachypodium silvaticum*, *Clematis vitalba*, *Eupatorium cannabinum*, *Impatiens parviflora* und *Rubus caesius* die grösste Artmächtigkeit in den untersuchten VF A-C erreichen.

Das *Calamagrostio-Alnetum incanae* unterscheidet sich vom *Equiseto-Alnetum incanae* (Schachtelhalm-Grauerlenwald), welches den montanen Landschilf-Grauerlenwald in den tieferen Lagen des schweizerischen Mittellandes

**Tab. 3.** Pflanzensoziologische Aufnahmen aus den VF A-C (*Alnetum incanae*) und VF D (*Hippophao-Berberidetum*); [Nomenklatur nach HESS et al. (1976, 1977, 1980)].

*Phytosociological list of phanerogames on research sites A-C and D.*

CA = Charakterarten nach ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) und MOOR (1958) - *phytologically indicative species*, BS = Baumschicht - *tree-layer*, SS = Strauchschicht - *shrub-layer*, KS = Krautschicht - *herb-layer*.

VF	A	B	C	D	VF	A	B	C	D
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	600	400	1000	1000	KS <i>Acer pseudoplatanus</i>	r	r	.	.
Höhe BS (m)	20	20	15	10	<i>Lysimachia nemorum</i>	+	.	.	.
SS (m)	3	3	4	5	<i>Sanicula europaea</i>	.	+	.	.
KS (cm)	120	150	100	30	<i>Dryopteris filix-mas</i>	.	.	+	.
Kronenschluss BS %	70	70	60	5	<i>Aruncus silvester</i>	r	.	.	.
Deckungsgrad SS %	15	10	5	60	<i>Daphne mezereum</i>	.	.	r	.
KS %	95	95	90	80	<i>Lathyrus vernus</i>	r	.	.	.
Artenzahl	102	77	131	90	KS <i>Cornus sanguinea</i>	+	+	+	+
					<i>Sorbus aria</i>	r	r	r	+
					<i>Viburnum opulus</i>	.	r	.	r
					<b>Klassen-CA:</b>				
					BS <i>Clematis vitalba</i>	+	.	+	.
<b>Assoziations-CA:</b>					SS <i>Lonicera xylosteum</i>	1	1	+	+
BS <i>Alnus incana</i>	4	3	4	.	<i>Clematis vitalba</i>	+	1	+	.
SS <i>Alnus incana</i>	+	+	+	.	<i>Fraxinus excelsior</i>	+	+	+	.
KS <i>Alnus incana</i>	+	+	+	.	<i>Acer campestre</i>	r	.	.	.
SS <i>Hippophaë rhamnoides</i>	.	.	.	3	KS <i>Clematis vitalba</i>	3	2	1	r
KS <i>Hippophaë rhamnoides</i>	.	.	.	+	<i>Brachypodium silvatic.</i>	1	1	1	+
<b>Verbands-CA:</b>					<i>Fraxinus excelsior</i>	1	+	+	r
KS <i>Thalictrum aquilegifol.</i>	+	r	+	.	<i>Melica nutans</i>	r	r	+	1
<i>Agropyron caninum</i>	+	.	1	.	<i>Lonicera xylosteum</i>	+	+	+	+
<i>Stellaria nemorum</i>	.	.	+	.	<i>Campanula trachelium</i>	+	+	+	.
SS <i>Berberis vulgaris</i>	.	.	.	+	<i>Geum urbanum</i>	+	+	+	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	.	+	r	r	<i>Ranunculus ficaria</i>	+	+	+	.
KS <i>Ligustrum vulgare</i>	+	+	r	+	<i>Mycelis muralis</i>	+	.	+	+
<i>Berberis vulgaris</i>	.	r	.	+	<i>Poa nemoralis</i>	+	.	+	+
<b>Ordnungs-CA:</b>					<i>Corylus avellana</i>	r	r	r	.
BS <i>Ulmus scabra</i>	.	r	.	.	<i>Moehringia trinervia</i>	+	.	+	.
SS <i>Ulmus scabra</i>	+	+	r	.	<i>Aegopodium podagraria</i>	.	+	+	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	r	.	.	.	<i>Carex digitata</i>	.	+	+	.
KS <i>Stachys silvatica</i>	+	1	1	.	<i>Lathraea squamaria</i>	.	.	+	.
<i>Cardamine impatiens</i>	+	+	+	.	<i>Cephalantera rubra</i>	.	r	.	.
<i>Festuca gigantea</i>	+	+	+	.	<i>Galanthus nivalis</i>	.	.	r	.
<i>Impatiens noli-tangere</i>	+	+	+	.	<b>Begleiter:</b>				
<i>Ulmus scabra</i>	+	+	+	.	BS <i>Salix alba</i>	+	+	+	.
<i>Primula elatior</i>	r	+	+	.	<i>Salix elaeagnos</i>	.	+	1	.
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	+	r	+	.	<i>Betula pendula</i>	r	+	.	r
<i>Salvia glutinosa</i>	r	+	+	.	<i>Pinus silvestris</i>	.	.	.	+
<i>Adoxa moschatellina</i>	1	.	+	.	SS <i>Sambucus nigra</i>	1	r	+	.
<i>Circaea lutetiana</i>	+	.	+	.	<i>Cornus sanguinea</i>	+	+	+	.
<i>Euphorbia amygdaloid.</i>	+	.	+	.	<i>Salix nigricans</i>	+	+	+	r
<i>Paris quadrifolia</i>	+	.	+	.	<i>Solanum dulcamara</i>	+	+	r	.
<i>Scrophularia nodosa</i>	+	.	+	.					

Tab. 3 (Forts. - continued)

VF	A	B	C	D	VF	A	B	C	D
ss <i>Humulus lupulus</i>	+	+	.	.	KS <i>Lamium album</i>	+	.	+	.
<i>Betula pendula</i>	.	+	+	+	<i>Moehringia muscosa</i>	+	.	+	.
<i>Salix alba</i>	.	+	+	.	<i>Satureja vulgaris</i>	+	.	+	1
<i>Populus nigra</i>	.	.	+	.	<i>Silene dioeca</i>	+	.	+	.
<i>Prunus cf. petraea</i>	.	.	+	.	<i>Tussilago farfara</i>	+	.	+	.
<i>Salix elaeagnos</i>	.	.	+	2	<i>Veronica chamaedrys</i>	+	.	+	+
<i>Larix decidua</i>	.	.	.	+	<i>Arctium tomentosum</i>	r	.	+	.
<i>Salix purpurea</i>	.	.	.	+	<i>Knautia silvatica</i>	+	.	r	.
KS (Holzgewächse)					<i>Ranunculus montanus</i>	r	.	+	.
<i>Rubus caesius</i>	2	2	2	+	<i>Solidago serotina</i>	r	.	+	.
<i>Solanum dulcamara</i>	1	1	+	.	<i>Valeriana officinalis</i>	r	.	+	.
<i>Rubus idaeus</i>	+	+	+	.	<i>Angelica silvestris</i>	+	+	.	r
<i>Sambucus nigra</i>	+	.	+	.	<i>Filipendula ulmaria</i>	+	+	.	.
<i>Ribes petraeum</i>	r	.	+	.	<i>Glechoma hederaceum</i>	r	+	.	.
<i>Hedera helix</i>	+	+	.	.	<i>Fragaria vesca</i>	.	+	+	+
<i>Betula pendula</i>	.	+	+	+	<i>Pimpinella major</i>	.	+	+	.
<i>Picea excelsa</i>	.	+	r	+	<i>Aconitum vulparia</i>	+	.	.	.
<i>Prunus cf. petraea</i>	.	.	+	.	<i>Chaerophyllum temulum</i>	+	.	.	.
<i>Frangula alnus</i>	.	.	.	+	<i>Stellaria aquatica</i>	+	.	.	.
<i>Larix decidua</i>	.	.	.	+	<i>Veronica latifolia</i>	.	+	.	r
<i>Salix elaeagnos</i>	.	.	.	+	<i>Chaerophyllum aureum</i>	.	.	+	.
KS (dicotyle Kräuter)					<i>Circaea alpina</i>	.	.	+	.
<i>Impatiens parviflora</i>	2	2	1	.	<i>Mentha aquatica</i>	.	.	+	.
<i>Eupatorium cannabinum</i>	+	2	1	.	<i>Mentha longifolia</i>	.	.	+	.
<i>Geranium robertianum</i>	+	1	1	.	<i>Senecio rupester</i>	.	.	+	.
<i>Urtica dioeca</i>	1	+	1	.	<i>Silene alba</i>	.	.	+	.
<i>Petasites albus</i>	+	+	1	.	<i>Solidago virga-aurea</i>	.	.	+	r
<i>Aconitum pyramidale</i>	+	+	+	.	<i>Chrysanthemum adust.</i>	.	.	+	+
<i>Chaerophyllum villarsii</i>	+	+	+	.	<i>Silene vulgaris</i>	.	.	+	+
<i>Cirsium oleraceum</i>	+	+	+	.	<i>Viola collina</i>	.	.	+	+
<i>Galium mollugo</i>	+	+	+	.	<i>Gypsophila repens</i>	.	.	.	2
<i>Lamium flavidum</i>	+	+	+	.	<i>Helianthemum ovatum</i>	.	.	.	1
<i>Oxalis acetosella</i>	+	+	+	.	<i>Melampyrum silvaticum</i>	.	.	.	1
<i>Viola biflora</i>	+	+	+	.	<i>Potentilla puberula</i>	.	.	.	1
<i>Viola hirta</i>	+	+	+	.	<i>Thesium alpinum</i>	.	.	.	1
<i>Viola riviniana</i>	+	+	+	r	<i>Thymus polytrichus</i>	.	.	.	1
<i>Ranunculus repens</i>	+	r	+	.	<i>Ajuga reptans</i>	.	r	r	+
<i>Senecio fuchsii</i>	+	r	+	r	<i>Astragalus glycyphyllos</i>	.	.	.	+
<i>Alliaria officinalis</i>	+	.	1	.	<i>Campanula cochleariifo.</i>	.	.	.	+
<i>Artemisia verlotorum</i>	+	.	1	.	<i>Carduus defloratus</i>	.	.	.	+
<i>Galium aparine</i>	1	.	+	.	<i>Centaurea jacea</i>	.	.	.	+
<i>Myosotis silvatica</i>	+	.	1	.	<i>Epilobium fleischeri</i>	.	.	.	+
<i>Adenostyles glabra</i>	+	.	+	.	<i>Erigeron angulosus</i>	.	.	.	+
<i>Carduus personata</i>	+	.	+	.	<i>Erucastrum nasturtiifol.</i>	.	.	.	+
<i>Chelidonium majus</i>	+	.	+	.	<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	.	+
<i>Galeopsis tetrahit</i>	+	.	+	.	<i>Galium lucidum</i>	.	.	.	+
<i>Heracleum sphondylium</i>	+	.	+	.	<i>Galium verum</i>	.	.	.	+

Tab. 3 (Forts. - continued)

VF	A B C D	VF	A B C D
KS <i>Hieracium murorum</i>	. . . +	KS <i>Viola rupestris</i>	. . . +
<i>Hieracium piloselloides</i>	. . . +	KS (Monocotyledones)	
<i>Laserpitium latifolium</i>	. . . +	<i>Deschampsia caespitosa</i>	+ + + .
<i>Linum catharticum</i>	. . . +	<i>Poa trivialis</i>	+ + + .
<i>Lotus corniculatus</i>	. . . +	<i>Listera ovata</i>	r 1 . .
<i>Origanum vulgare</i>	. . . +	<i>Calamagrostis epigeios</i>	. + + +
<i>Oxytropis pilosa</i>	. . . +	<i>Carex alba</i>	. + . 1
<i>Plantago media</i>	. . . +	<i>Agropyron repens</i>	. . + .
<i>Prunella grandiflora</i>	. . . +	<i>Typhoides arundinacea</i>	. . + .
<i>Prunella vulgaris</i>	. . r +	<i>Carex ornithopoda</i>	. . + 1
<i>Sanguisorba minor</i>	. . . +	<i>Dactylis glomerata</i>	. . + +
<i>Scabiosa columbaria</i>	. . . +	<i>Brachypodium pinnatum</i>	. . . 1
<i>Sedum sexangulare</i>	. . . +	<i>Achnatherum calamagr.</i>	. . . +
<i>Taraxacum officinalis</i>	r . r +	<i>Polygonatum officinale</i>	r . . +
<i>Teucrium chamaedrys</i>	. . . +	KS (Pteridophyta)	
<i>Trifolium pratense</i>	. . . +	<i>Equisetum arvense</i>	+ r + .
<i>Veronica officinalis</i>	. . . +		

**Zusätzliche begleitende Phanerogamen mit Artmächtigkeit r:**  
**VF A.** BS: *Humulus lupulus*; ss: *Juglans regia*; KS: *Campanula rapunculoides*, *Cardamine hirsuta*, *Crataegus monogyna*, *Fagus silvatica*, *Primula veris*, *Quercus petraea*, *Ribes uva-crispa*. **VF B.** BS: *Humulus lupulus*, *Populus nigra*, *Salix daphnoides*; ss: *Crataegus monogyna*, *Viburnum lantana*; KS: *Abies alba*, *Crocus albiflorus*, *Lapsana communis*, *Rosa montana*. **VF C.** BS: *Salix daphnoides*; ss: *Frangula alnus*, *Populus tremula*, *Rosa montana*; KS: *Achillea millefolium*, *Aconitum pyramidale* x *paniculatum*, *Campanula rapunculoides*, *Cardamine hirsuta*, *Crocus albiflorus*, *Cynosurus cristatus*, *Fagus silvatica*, *Geranium lividum*, *Hieracium bifidum*, *H. sabaudum*, *Lathyrus pratensis*, *Melilotus albus*, *Primula veris*, *Quercus petraea*, *Ranunculus friesianus*, *Ribes uva-crispa*, *Rumex acetosa*, *Viola tricolor*. **VF D.** BS: *Larix decidua*; ss: *Picea excelsa*, *Pinus silvestris*; KS: *Carlina simplex*, *Digitalis grandiflora*, *Echium vulgare*, *Epipactis atropurpurea*, *Hypericum montanum*, *H. perforatum*, *Juniperus communis*, *Linaria alpina*, *Orchis maculata*, *O. militaris*, *Orobanche minor*, *Pinus silvestris*, *Polygala amarella*, *Pyrola rotundifolia*, *Quercus petraea*, *Valeriana tripteris*.

vertritt, durch eine Reihe von Differentialarten. Dazu zählen nach MOOR (1958) einerseits Zeiger der montanen Stufe (in den untersuchten VF z.B. *Acer pseudoplatanus*, *Veronica latifolia*, *Viola biflora*), andererseits auch Indikatorarten für grobsandigen Boden (in den VF z.B. *Carex alba*, *C. digitata*, *Melica nutans*).

In der Zonationsreihe der flussbegleitenden Pflanzengesellschaften (vgl. Fig. 1) folgt dem Weidenwald hangwärts der Grauerlenwald auf leicht erhöhten Standorten. Als Relikte der vorangehenden *Salicion*-Gesellschaften treten

*Salix alba*, *S. daphnoides*, *S. elaeagnos* und *S. nigricans* in den *Alnetum*-VF A-C auf.

Durch Jahrringzählung an Stammquerschnitten und Messung der Stammumfänge wurde versucht, das Alter der untersuchten Grauerlenwälder zu berechnen. Dabei ergab sich für die VF C ein durchschnittliches Baumalter von 15 Jahren, für die VF A und B von 17 Jahren. Die mächtigsten Grauerlen wurden in der VF B auf 30-35 Jahre geschätzt. Diese Werte stimmen gut mit Resultaten von HELLER (1963) überein, der 14 Grauerlen-Auenwälder im schweizerischen Mittelland und in Jugoslawien auf ihre Altersstruktur untersucht und durchschnittliche Bestandesalter von 11-25 Jahren ermittelt hat. MOOR (1958) gibt für *Alnus incana* eine 20-30jährige Umtriebszeit an.

Die VF B trägt bereits Ansätze der Hartholzaue, weil sie einerseits den ältesten Grauerlenbestand aufweist. Andererseits wird die VF B bei Hochwasser

**Tab. 4.** Moos- und Flechtenflora der VF A-C (*Alnetum incanae*) und VF D (*Hippophao-Berberidetum*); [Nomenklatur nach CORLEY et al. (1981), GROLLE (1983) und WIRTH (1987), stete Moosarten nach ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) und MOOR (1958)].  
*List of mosses and lichens on research sites A-C and D.*

VF	A	B	C	D	VF	A	B	C	D	
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	600	400	1000	1000	(Forts. Moose)					
Deckung Moose (%)	<1	<1	<1	5	<i>Homalothecium sericeum</i>	+	.	.	.	
Flechten (%)	<1	<1	<1	10	<i>Radula complanata</i>	.	+	.	.	
Artenzahl Moose	7	8	8	10	<i>Orthotrichum affine</i> s.l.	.	+	.	+	
Flechten	3	1	8	8	<i>Campylium chrysophyllum</i>	.	.	.	+	
VF		A	B	C	D	<i>Drepanocladus uncinatus</i>	.	.	.	+
<b>MOOSE</b>						<i>Eurhynchium striatum</i>	.	.	.	+
<b>stete Arten:</b>						<i>Thuidium abietinum</i>	.	.	.	+
<i>Plagiomnium undulatum</i>		+	+	+	+	<i>Tortella tortuosa</i>	.	.	.	+
<i>Bryum capillare</i>		.	.	+	+	<b>FLECHTEN</b>				
<i>Rhizomnium punctatum</i>		+	.	.	.	<i>Lecidella elaeochroma</i>	+	+	+	.
<i>Brachythecium salebrosum</i>		.	+	.	.	<i>Xanthoria parietina</i>	+	.	+	+
<i>Conocephalum conicum</i>		.	.	+	.	<i>Physcia adscendens</i>	+	.	+	.
<i>Eurhynchium hians</i> s.l.		.	.	+	.	<i>Lecanora cf. pulicaris</i>	.	.	+	.
<i>Hypnum cupressiforme</i> s.l.		+	+	+	+	<i>Parmelia exasperatula</i>	.	.	+	.
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>		.	.	.	+	<i>Evernia prunastri</i>	.	.	+	+
<b>begleitende Arten:</b>						<i>Parmelia sulcata</i>	.	.	+	+
<i>Brachythecium rutabulum</i>		+	+	+	.	<i>Physcia stellaris</i>	.	.	+	+
<i>Plagiomnium rostratum</i>		+	+	.	.	<i>Cladonia pyxidata</i> s.l.	.	.	.	+
<i>Mnium marginatum</i>		+	.	+	.	<i>Hypogymnia physodes</i>	.	.	.	+
<i>Amblystegium serpens</i> s.l.		.	+	+	.	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	.	.	.	+
						<i>Usnea hirta</i>	.	.	.	+

kaum mehr überschwemmt, wodurch sich eine stärker entwickelte Streuschicht auf dem Waldboden bilden konnte. Das gealterte *Alnetum incanae* der VF B muss als Übergangsbstand zum *Ulmo-Fraxinetum listeretosum* betrachtet werden (ELLENBERG und KLÖTZLI 1972). *Listera ovata*, die Differentialart dieser oft von Grauerle mitgeprägten Assoziation, kommt in der VF B auch mit grösserer Artmächtigkeit vor.

Die auf einer erhöhten Schotterterrasse gelegene Vergleichsfläche D wird selbst bei Spitzenhochwasser nicht überschwemmt. Die Vegetation dieser VF, in der *Alnus incana* vollständig fehlt, lässt sich pflanzensoziologisch dem *Hippophao-Berberidetum* Moor (= *Salici-Hippophaëtum rhamnoidis* Br.-Bl. ex Eckm.) zuordnen. Diese Assoziation zeigt nach ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) und MOOR (1958) zu folgenden Waldgesellschaften systematisch-verwandtschaftliche Beziehungen:

*Quercus-Fagetea*, Klasse der Laubmischwälder

*Prunetalia spinosae*, Ordnung der Schlehen-Gesellschaften

*Berberidion vulgaris*, Verband der Sauerdorn-Gesellschaften

*Hippophao-Berberidetum*, Assoziation der Sanddorn-Sauerdorngebüsche

Das *Hippophao-Berberidetum* setzt sich aus zahlreichen Straucharten zusammen. Neben der Charakterart *Hippophaë rhamnoides* ssp. *fluviatilis* treten in der VF D auch *Salix elaeagnos* und *S. purpurea* bestandesbildend auf. Als weitere, standortstypische Sträucher kommen *Berberis vulgaris*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum* und *Sorbus aria* vor. In diese nur lückenhaft geschlossene Gebüschvegetation sind einzelne Jungbäume von *Larix decidua*, *Picea excelsa* und *Pinus silvestris* eingesprengt, welche schon die Weiterentwicklung des *Hippophao-Berberidetum* zum *Pyrolo-Pinetum silvestris* anzeigen (ELLENBERG und KLÖTZLI 1972, vgl. Fig. 1).

Erstbesiedler der durch den Fluss neu geschaffenen, nackten Schotterflächen sind Arten des *Epilobio-Scrophularietum* (MOOR 1958). Die in der VF D festgestellten Alpenpflanzen-Flussschwemmlinge *Campanula cochleariifolia*, *Epilobium fleischeri*, *Gypsophila repens*, *Linaria alpina* u.a. stellen Relikte dieser Pioniergesellschaft dar.

### 3.1.1.2. Ökologische Zeigerwerte der Pflanzengesellschaften

Böden mit durchschnittlichen Standortseigenschaften werden durch Feuchte(F)-, Reaktions(R)-, Nährstoff(N)- und Humus(H)-Zahlen um 3 charakterisiert. Normale Bodendurchlüftung ergibt eine Dispersitätszahl D von 4. Eine

T-Zahl um 3 entspricht den Temperaturverhältnissen in der montanen Stufe. Die Kontinentalitätsverhältnisse im schweizerischen Mittelland ergeben eine K-Zahl zwischen 2 und 3 (vgl. Kap. 2.4.2). Bei der Interpretation der Zeigerwert-Mittel einer Pflanzengesellschaft muss berücksichtigt werden, dass bereits kleine Abweichungen von diesen Normalwerten auf spezielle Standortverhältnisse hinweisen (LANDOLT 1977). Die für die VF berechneten ökologischen Indikatorwerte lassen folgende Beurteilung der Standortfaktoren zu:

***Alnetum incanae*** (Tab. 5, VF A-C)

Der Oberboden (charakterisiert durch die Zeigerwerte der Krautschicht) ist im Mittel ziemlich feucht (F 3.3-3.4; Nässezeiger: *Mentha aquatica*), ausgeprägt wechselfeucht (1/2 bis 1/3 aller krautigen Pflanzen der VF A-C sind Wechselfeuchtigkeitszeiger) und von mittlerem Basengehalt (R 3.2). Er zeigt hohen Nährstoffgehalt (N 3.5-3.7; mehrere Überdüngungszeiger: *Alliaria officinalis*, *Galium aparine*, *Urtica dioeca* u.a.), mässigen Humusreichtum (H 3.3-3.4) und normale bis eher schlechte Durchlüftung (D 4.0-4.1; mehrere Sauerstoffarmutszeiger: *Festuca gigantea*, *Impatiens noli-tangere*, *Thalictrum aquilegifolium* u.a.).

Der Unterboden (charakterisiert durch die Zeigerwerte der Baum- und Strauchschicht) ist feucht bis nass (F 3.5-3.9; Zeiger für fliessendes Grundwasser: *Alnus incana*, *Typhoides arundinacea*), mit stark ausgeprägter Wechselfeuchtigkeit (mehr als die Hälfte aller Pflanzenarten der Baum- und Strauchschicht sind Wechselfeuchtigkeitszeiger), und basenreich (R 3.6-3.8).

**Tab. 5.** Gewichtete Mittel der ökologischen Zeigerwerte der Vegetation in den VF A-C (*Alnetum incanae*) und VF D (*Hippophao-Berberidetum*); [Zeigerwerte und Abkürzungen nach Kap. 2.4.2].

*Mean ecological indicator values of the vegetation on research sites A-C and D.*

BS = Baumschicht - *tree-layer*, SS = Strauchschicht - *shrub-layer*, KS = Krautschicht - *herb-layer*.

		A	B	C	D			A	B	C	D			A	B	C	D
$\bar{F}$	BS	3.9	4.0	3.9	-	$\bar{N}$	BS	3.9	3.4	3.4	-	$\bar{L}$	BS	3.0	3.3	3.2	-
	w	w	w		SS		3.6	3.3	3.3	2.2	SS		3.0	3.1	3.3	3.8	
	SS	3.4	3.5	3.5	2.8		KS	3.7	3.5	3.6	2.4		KS	2.7	2.6	2.7	3.4
	w/2	w/2	w/2	w/2													
KS	3.4	3.3	3.3	2.4	$\bar{H}$	BS	2.9	2.7	2.7	-	$\bar{T}$	BS	3.1	3.1	3.1	-	
	w/3	w/2	w/3	w/5		SS	3.1	3.0	2.8	2.2		SS	3.6	3.5	3.4	2.9	
						KS	3.4	3.4	3.3	2.9		KS	3.3	3.4	3.3	3.1	
$\bar{R}$	BS	4.0	3.8	3.8	-	$\bar{D}$	BS	3.9	3.7	3.7	-	$\bar{K}$	BS	2.9	3.0	2.9	-
	SS	3.4	3.6	3.6	3.4		SS	4.2	4.1	3.6	3.2		SS	2.7	2.8	2.8	3.5
	KS	3.2	3.2	3.2	3.4		KS	4.1	4.1	4.0	3.5		KS	2.7	2.8	2.9	3.3

Er zeigt gute Nährstoffversorgung (N 3.3-3.6), mittleren bis eher geringen Humusgehalt (H 2.7-3.0; Mineralbodenzeiger: *Salix alba*, *S. elaeagnos*) und zumindest im Hauptwurzelraum normale Durchlüftung (D 3.7-4.1).

Die Lichtzahl der Krautschicht (L 2.6-2.7; mehrere Schattenzeiger: *Geranium robertianum*, *Oxalis acetosella*, *Stachys silvatica* u.a.) deutet auf einen geschlossenen, jedoch nicht sehr dichten Wald, dessen Bäume (L 3.0-3.3) als Jungpflanzen keine starke Beschattung ertragen. Die Temperaturzahl der Bäume (T 3.1) weist auf die montane Stufe hin, während diejenige der Kräuter (T 3.3-3.4) eher die kolline Stufe erkennen lässt. Die Kontinentalitätszahl (K 2.7-2.9) widerspiegelt die lokal ausgeglichenen Klimaverhältnisse im flussbegleitenden Auenwald, obschon sich das Untersuchungsgebiet in einem kontinental geprägten, inneralpinen Trockental (Domleschg) befindet.

Die ökologischen Zeigerwerte für die Standortfaktoren decken nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen *Alnetum*-VF auf. Lediglich die VF A zeigt gegenüber der VF B und C einen erhöhten Nährstoffgehalt im Unterboden und gegenüber der VF B eine schlechtere Bodendurchlüftung.

#### ***Hippophao-Berberidetum*** (Tab. 5, VF D)

Der Oberboden ist im Mittel trocken (F 2.4; ausgesprochene Trockenheitszeiger: *Oxytropis pilosa*, *Potentilla puberula*, *Teucrium chamaedrys* u.a.), wechselfeucht (1/5 aller krautigen Pflanzenarten der VF D sind Wechsel-trockenheits- bis Wechselfeuchtigkeitszeiger) und basenreich (R 3.4; Kalkzeiger: *Gypsophila repens*). Er ist durch magere Nährstoffverhältnisse (N 2.4; ausgesprochene Magerkeitszeiger: *Linum catharticum*, *Viola rupestris*), mittleren Humusgehalt (H 2.9) und gute Durchlüftung (D 3.5; Geröll- und Kiespflanzen: *Erucastrum nasturtiifolium*, *Sedum sexangulare*, *Thymus polytrichus* u.a.) charakterisiert.

Der Unterboden ist mittelfeucht bis etwas trocken (F 2.8), ausgeprägt wechselfeucht (die Hälfte aller Pflanzenarten der Strauchschicht sind Wechselfeuchtigkeitszeiger) und basenreich (R 3.4). Er zeigt Nährstoffarmut (N 2.2; mehrere Magerkeitszeiger: *Berberis vulgaris*, *Hippophaë rhamnoides*, *Ligustrum vulgare* u.a.), geringen Humusgehalt (H 2.2) und sehr gute Durchlüftung (D 3.2).

Die Lichtzahlen (L 3.4-3.8; ausgesprochene Lichtzeiger: *Epilobium fleischeri*, *Erigeron angulosus*, *Gypsophila repens* u.a.) deuten auf eine nur lückenhaft geschlossene Gebüschvegetation, deren Krautschicht keine starke Beschattung erträgt. Die Temperaturzahlen (T 2.9-3.1) sind charakteristisch für die montane Stufe. Die Kontinentalitätszahlen (K 3.3-3.5) widerspiegeln die extremen T-Gegensätze des exponierten Standortes und sind typisch für

das kontinentale Klima der inneralpinen Täler.

Die Standortsfaktoren der VF D (*Hippophae-Berberidetum*) unterscheiden sich trotz lokaler Nähe deutlich von denjenigen der VF A-C (*Alnetum incanae*). Der Boden am Sanddorn-Standort ist nährstoff- und humusärmer. Aufgrund der gröberen Körnung (Grobsand, Kies) ist er besser durchlüftet, aber dadurch auch wesentlich trockener und weniger wechselfeucht. Die nicht vollständig geschlossene Vegetationsdecke ist lichtbedürftiger und durch ein kontinental getöntes Kleinklima geprägt.

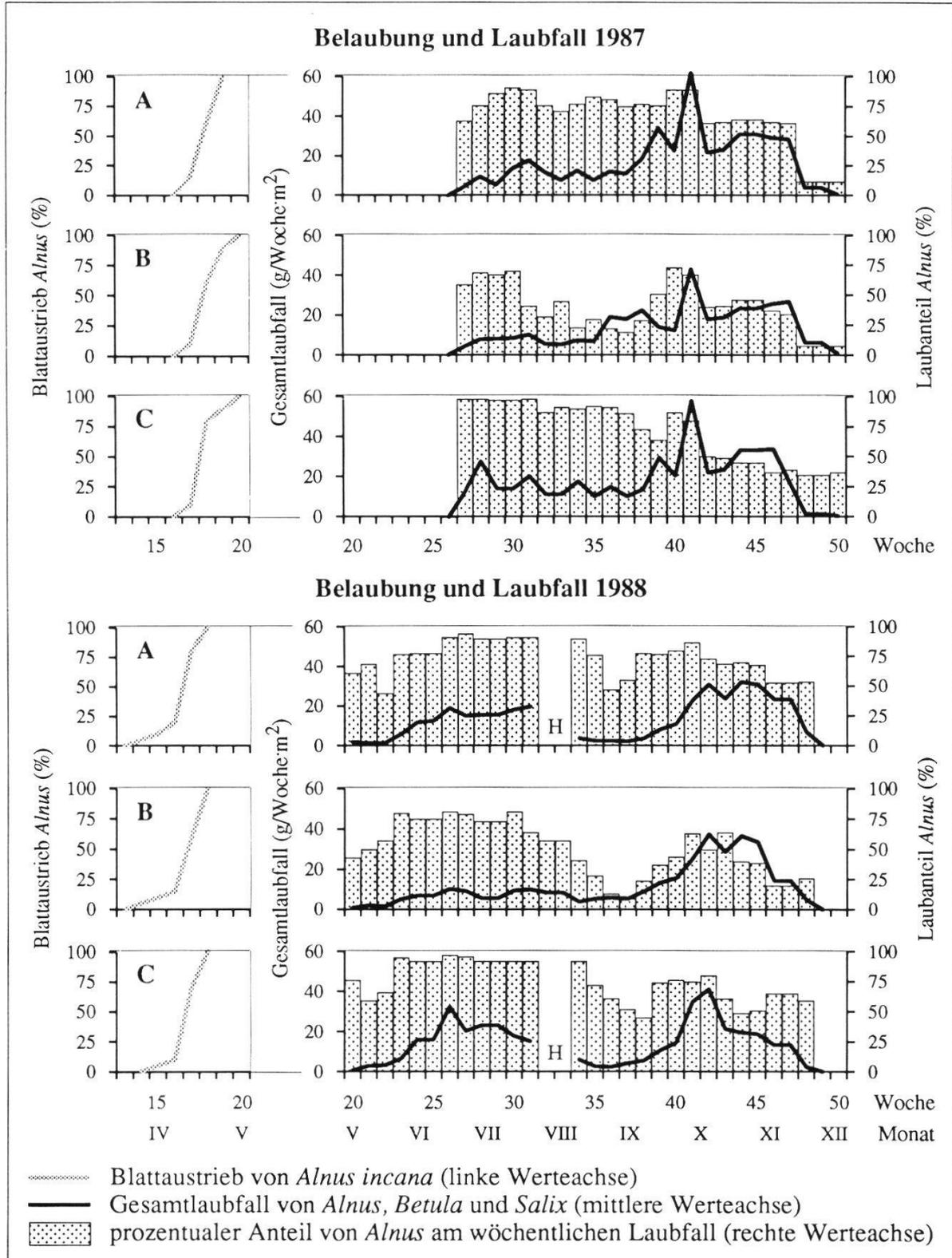
In Kap. 3.1.4.5 werden die von den ökologischen Zeigerwert-Mittel abgeleiteten Aussagen über die Standortverhältnisse mit den Resultaten der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen verglichen.

### 3.1.1.3. Phänologie der Grauerle: Belaubung und Laubfall

Der Blattaustrieb der Grauerle (Fig. 4) setzte 1987 in allen drei *Alnetum*-VF erst in der 17. Woche ein, weil kühle Witterung und langanhaltende Schneebedeckung eine Verzögerung der Vegetationsentwicklung von ca. 20 Tagen bewirkten (Tages-Anzeiger vom 15.4.1987). Das phänologische Stadium der Knospenöffnung und Blattentfaltung war in der 20. Woche abgeschlossen. Der milde Winter 1987/88 und höhere Frühjahres-T hatten 1988 zur Folge, dass die Blattknospen der Grauerle bereits in der 14. Woche auszutreiben begannen. Der Belaubungsprozess dauerte fünf Wochen und war in der 18. Woche beendet. Die klimatisch bedingte, zeitliche Verschiebung des Vegetationsbeginns vom zweiten zum dritten Untersuchungs-jahr konnte auch bei der Pilzflora registriert werden. *Coprinus domesticus*, der im Frühling als erster agaricaler Grosspilz in den Grauerlenwäldern des Untersuchungsgebietes zu beobachten ist, trat 1987 erstmalig in der 18., 1988 jedoch bereits in der 16. Woche mit Fk in den VF A-C auf (vgl. Kap. 3.3.1.4).

1987 betrug der durchschnittliche Gesamtablaubfall von *Alnus*, *Betula* und *Salix* in den drei VF des *Alnetum incanae* 4040 kg/ha (TG), 1988 im Vergleich 3680 kg/ha (TG). Diese Werte sind mit den Resultaten von Streufall-Untersuchungen in nordamerikanischen *Alnus rubra*-Wäldern vergleichbar, welche für 10-25jährige Bestände eine jährlich anfallende Blattmasse von 3640-6590 kg/ha (TG) ergaben (ZAVITKOVSKI und NEWTON 1971).

Der saisonale Verlauf des Laubfalls (Fig. 4) erreichte sowohl 1987 als auch 1988 im Oktober das Maximum, wobei noch im November hohe Werte zu verzeichnen waren. Zwischen der 40.-45. Woche wurden jeweils 40-50% der totalen, jährlichen Blattmenge in den Streufallen registriert. Der herbstliche



**Fig. 4.** Phänologiediagramme 1987 und 1988: Jahreszeitlicher Verlauf der Belaubung und des Laubfalls von *Alnus incana*, sowie wöchentlichen Gesamtablaufall von *Alnus*, *Betula* und *Salix* in den VF A-C.

*Phenological diagrams 1987 and 1988: Opening of leaf-buds (left graph) and shedding of leaves of Alnus incana, and total weekly leaf fall of Alnus, Betula and Salix on research sites A-C.*

H = Hochwasser - flood.

Laubfall wird durch sinkende T und abnehmende Wärmesummen induziert. So fielen die ausgeprägten Spitzenwerte in der 41. Woche der Vegetationsperiode 1987 zeitlich mit einem markanten T-Rückgang zusammen. Der im Sommer beider Jahre festgestellte, erhöhte Laubfall ist möglicherweise auf die mechanische Einwirkung von Windböen (das in einer schluchtartigen Talenge liegende Untersuchungsgebiet ist starkem Föhneinfluss ausgesetzt) und intensiver, gewitteriger NS zurückzuführen.

Die Grauerle weist in den VF A und C am wöchentlichen Laubfall einen durchschnittlichen Anteil von 70% auf, der aber in der vermehrt mit Birken bestockten VF B auf 50% absinkt. Wie Fig. 4 zu entnehmen ist, zeigt der prozentuale Anteil von *Alnus* am Gesamtablaubfall ausgeprägte jahreszeitliche Fluktuationen. Diese sind durch den unterschiedlichen Zeitpunkt der Laubfallmaxima von *Alnus*, *Betula* und *Salix* bedingt. Bereits im September nimmt der Blattfall der Birke quantitativ stark zu. Die Entlaubung der Grauerle erreicht im Oktober ihren Höhepunkt und wird im Spätherbst vom Laubfall verschiedener Weidenarten abgelöst.

Auf der Bodenoberfläche in den *Alnetum*-VF findet nur eine geringe Akkumulation von totem, organischem Material statt. Einerseits erfolgt eine rasche Zersetzung der mikrobiell leichter abbaubaren Streu (Blätter der Laubbäume und Überreste krautiger Pflanzen), andererseits wird sie bei Überschwemmungen teilweise aus den VF gespült bzw. von Flusssedimenten zugedeckt.

### **3.1.2. Witterungsverhältnisse und Mikroklima**

#### **3.1.2.1. Niederschlag**

##### **3.1.2.1.1. Charakterisierung der Niederschlagsverteilung in den Jahren 1985-1988**

Das NS-Total der Jahre 1985-1988 lag durchwegs über dem langjährigen Mittelwert (Tab. 6). Der NS-Verlauf in dieser Periode kann generell dadurch charakterisiert werden, dass Frühling und Sommer überdurchschnittlich feucht waren. Im Herbst fiel relativ zu wenig Regen, eine Tatsache, welche schon seit 1983 im Kanton Graubünden festzustellen ist (Tages-Anzeiger vom 17.12.1986).

**1985:** Die NS-Werte dieses Jahres zeigen die Witterungsverhältnisse vor Beginn der Untersuchungen. Der Frühling und der Sommer 1985 wiesen überdurchschnittlich hohe NS-Summen auf, wobei im April 170% und im August

200% der Monatsnorm erreicht wurden. Der Herbst war sehr trocken und umfasste im September und Oktober eine mehrwöchige NS-freie Periode. Das Jahrestotal entsprach dem langjährigen Mittel.

**1986:** In diesem Jahr folgte nach einem feuchten Frühling ein Sommer mit  $\pm$  durchschnittlichen NS-Mengen. Im trockenen Herbst wurde von September bis November weniger als 50% der üblichen Regenmenge registriert. Aufgrund der starken NS im Januar, April und Dezember lag die Jahressumme trotzdem leicht über der Norm.

**1987:** Der Frühling und der Frühsommer 1987 waren durch anhaltende, starke Regenfälle geprägt. Im Juni und Juli wurden NS-Mengen von 200-300% der Norm beobachtet. Von August bis Dezember waren nur noch unterdurchschnittliche Monatssummen zu verzeichnen. Wie in den beiden vorherigen Jahren fiel im Oktober wieder deutlich zu wenig Regen. 1987 wurde das höchste NS-Total der dreijährigen Untersuchungsperiode erreicht, wobei die Jahressumme 20-30% über dem langjährigen Mittel lag.

**1988:** Der Frühling dieses Jahres war durch starke NS im März und Trockenheit im April gekennzeichnet. Der Sommer wies durchschnittliche Regenmengen auf. In den Herbstmonaten September und November traten NS-Defizite auf, während im Oktober überdurchschnittlich Regen fiel. Das Jahrestotal lag leicht über der Norm.

### 3.1.2.1.2. Lokale Niederschlagsverhältnisse in den Versuchsflächen

Fig. 5 zeigt den Verlauf der wöchentlich in den VF registrierten NS während der Untersuchungsperiode 1986-1988. Jahreszeitliche NS-Verteilung und Trockenperioden spielen für die Fk-Abundanz und Dynamik der Pilze eine entscheidende Rolle. So induzierten z.B. die anhaltenden, gewittrigen NS im August 1986 einen sprunghaften Anstieg von Pilzarten- und Fk-Zahl in den VF, während die nachfolgende, mehrwöchige Trockenperiode eine rasche Verarmung des herbstlichen Pilzaspektes zur Folge hatte (vgl. Kap. 3.3.3).

Die wöchentlich in den Lichtungen registrierten NS-Mengen unterscheiden sich von VF zu VF nur geringfügig (Fig. 5). Lediglich bei hohen NS-Werten sind grössere Abweichungen zwischen den lokalen Messstellen zu beobachten. Diese NS-Differenzen lassen sich einerseits durch örtliche Unterschiede in den Regenmengen erklären, andererseits aber auch durch methodische bzw. technische Schwierigkeiten bei der NS-Registrierung (z.B. Leerung der Totalisatoren in den VF A-D zu verschiedenen Tageszeiten, erschwerte Leerung von vollen Totalisatoren mit Wasserstand im Auffangtrichter, Zerstö-

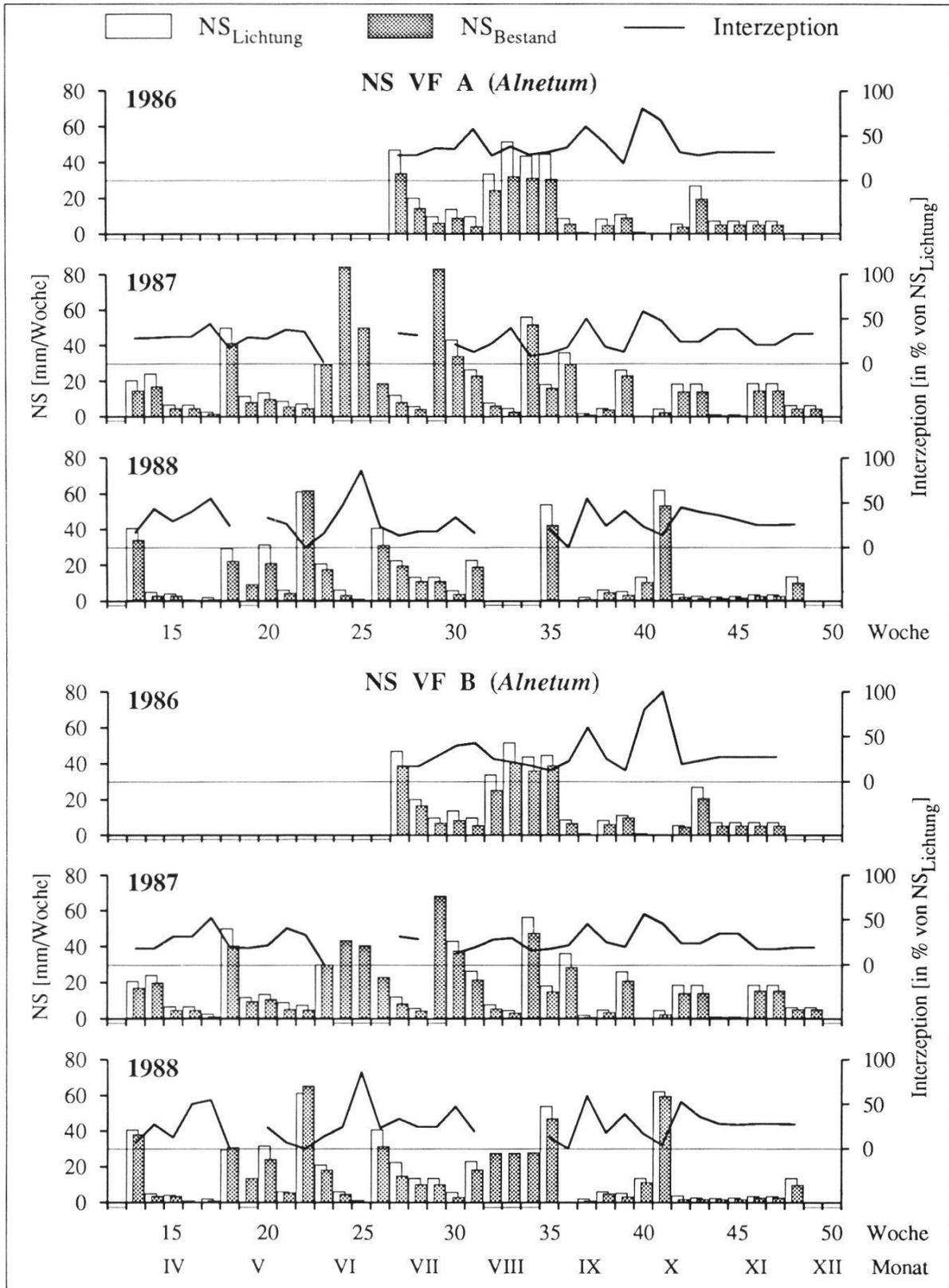
rung der Messstationen bei Überschwemmungen, unkontrollierbarer Einfluss von Passanten).

NS-Spitzenwerte von über 80 mm/Woche wurden im Juni und Juli 1987 in den VF gemessen. In diesen beiden Monaten fielen 45% des totalen Jahres-NS (langjähriges Mittel: 25%). Die intensiven Regenfälle im gesamten Einzugsgebiet des Hinterrheins bewirkten, zusammen mit der Schneeschmelze in der alpinen Stufe, eine länger anhaltende Hochwasserperiode des Flusses.

Die NS-Menge im Bestand ist im Jahresdurchschnitt um 30% (*Alnetum incanae*) bzw. 25% (*Hippophao-Berberidetum*) geringer als in den Bestandeslücken. Die Interzeption, d.h. die Regenmenge, welche in den Baumkronen abgefangen wird und von der Blattoberfläche wieder verdunstet bzw. als Stammabfluss den Boden erreicht, hängt von der Intensität der NS ab. Hohe Interzeptionswerte von 50-80% in den VF A-C und 40-50% in der VF D sind meistens mit schwachen Regenfällen korreliert. Im Jahresverlauf schwankt die Interzeption im Grauerlenwald wesentlich ausgeprägter als am Sanddorn-Standort.

### **3.1.2.1.3. Vergleich der lokalen Niederschlagswerte mit den Messungen der offiziellen regionalen Klimastationen**

Besonders in den Alpen bestimmen geographische Lage und Topographie eines Gebietes die regional registrierten Regenmengen. Dieser Einfluss des Grossreliefs zeigt sich im Vergleich der jährlichen NS-Summen der beiden in unmittelbarer Nähe des Untersuchungsgebietes gelegenen, offiziellen Klimastationen: Die den Westwinden ausgesetzte Station Reichenau/Tamins im Vorderrheintal (3 km nördlich der VF C) weist im langjährigen Mittel 16% mehr NS auf als die im klimatisch kontinental getönten Domleschg gelegene Station Tomils/Rothenbrunnen (3.5 km südöstlich der VF A; vgl. Fig. 3). Bei NS-Messungen in einem lokal eng begrenzten Gebiet tritt zusätzlich das örtliche Oberflächenrelief als ein das Kleinklima prägender Faktor auf. Exposition, Geländeform und durch Vegetation bedingter Regenschatten haben kleinräumig einen messbaren Einfluss auf die Regenmenge (BRUNNER 1987). Regionale und lokale NS-Differenzen widerspiegeln sich auch in einem Vergleich der in den VF registrierten, monatlichen NS-Summen mit den Messwerten der nächstgelegenen, offiziellen Klimastationen (Tab. 7). Die lokalen Regenmengen der VF weisen durchschnittlich eine geringere prozentuale Abweichung zur Station Tomils/Rothenbrunnen als zur Station Reichenau/Tamins auf. Während der Untersuchungsperiode 1986-1988 wurden die regional



**Fig. 5.** Wöchentlicher NS und Interzeption in den VF A-D von 1986-1988.

*Weekly precipitation and interception on research sites A-D, 1986-1988.*

Wochen mit einem Strich unter der Zeitachse bezeichnen ganz oder teilweise fehlende Messwerte - *the underlined gaps in the graphs indicate incomplete or missing measurements.*

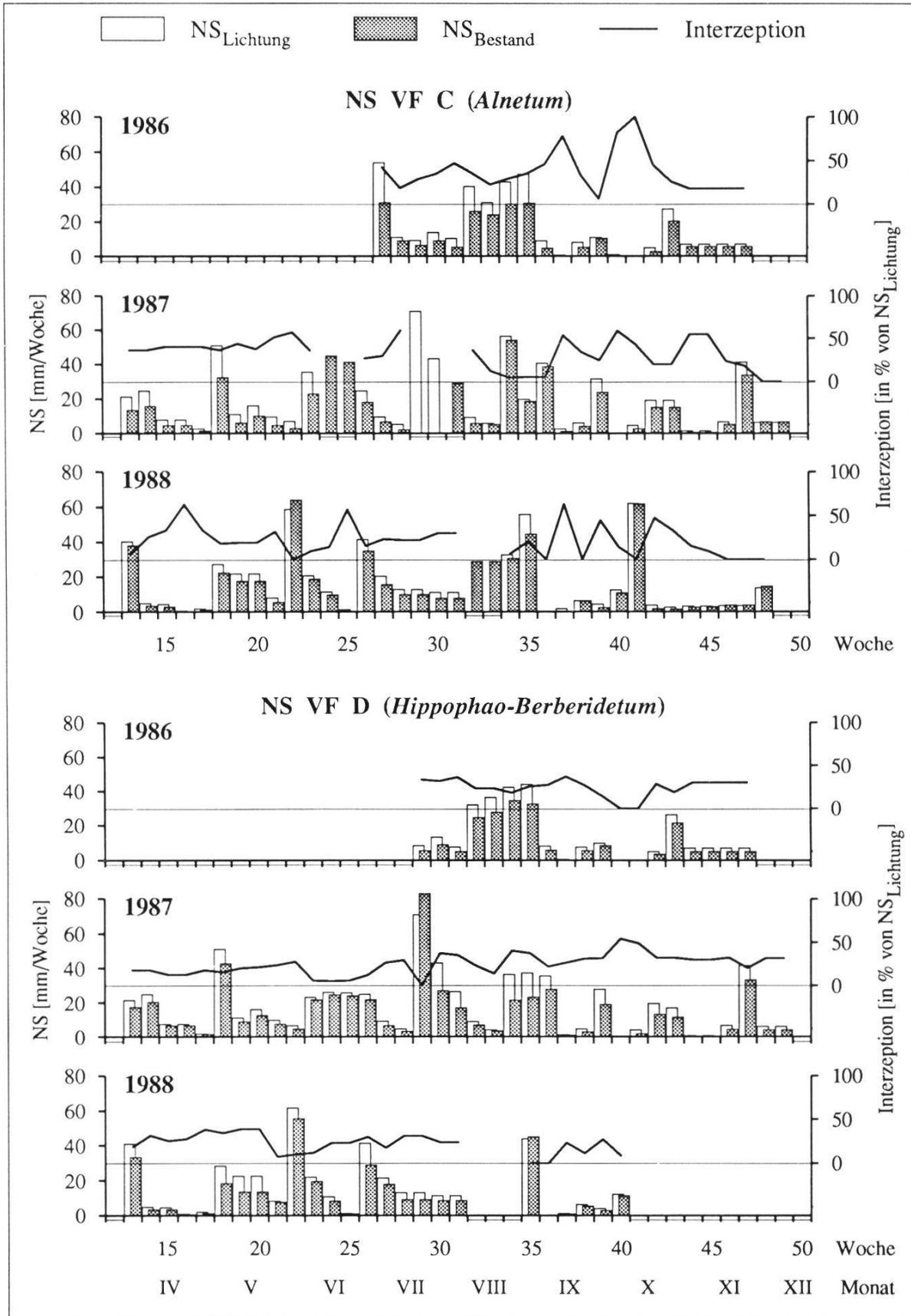


Fig. 5 (Forts. - continued)

**Tab. 6.** Prozentualer Vergleich der monatlichen NS-Summen (1985-1988) der offiziellen Messstationen Reichenau/Tamins (RT) und Tomils/Rothenbrunnen (TR) mit den langjährigen Mittelwerten  $NS_m$  1901-1960 ( $NS_m$  in mm, NS in % von  $NS_m$ , 100% entsprechen der Norm, Mittelwerte nach UTTINGER 1965).

*Comparison of monthly precipitation NS (1985-1988) at the official climatic stations Reichenau/Tamins (RT) and Tomils/Rothenbrunnen (TR) with the long-term mean  $NS_m$  1901-1960 ( $NS_m$  in mm, NS in % from  $NS_m$ , 100% corresponding to the norm).*

		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
$NS_m$ [mm]	RT	63	57	65	71	86	104	125	124	90	84	70	78	1017
	TR	50	53	46	45	71	100	116	108	85	72	61	47	854
NS 1985 [%]	RT	111	81	102	171	113	111	109	204	69	5	91	30	105
	TR	107	57	145	160	97	84	117	173	53	2	92	34	96
NS 1986 [%]	RT	304	37	103	277	137	95	106	130	23	48	45	240	123
	TR	277	19	80	243	128	64	80	144	28	50	53	209	107
NS 1987 [%]	RT	134	116	145	86	147	299	196	75	110	46	86	73	131
	TR	90	94	134	82	157	267	200	67	71	39	69	49	118
NS 1988 [%]	RT	115	181	351	35	113	116	98	119	77	127	51	226	127
	TR	76	110	261	23	127	87	84	129	68	114	17	168	103

**Tab. 7.** Prozentuale Abweichungen der 1986-1988 lokal in den VF A-C (*Alnetum inca-nae*) und in der VF D (*Hippophao-Berberidetum*) registrierten, monatlichen NS-Summen (NS Lichtung) von den NS-Werten der offiziellen Messstationen Reichenau/Tamins (RT) und Tomils/Rothenbrunnen (TR).

*Percental deviation of monthly precipitation (1986-1988) at research sites A-D from the measurements at the official climatic stations Reichenau/Tamins (RT) and Tomils/Rothenbrunnen (TR).*

[%]	Apr		Mai		Jun		Jul		Aug		Sep		Okt		Nov		
	RT	TR															
1986	A/B	-	-	-	-	-	-	-23	13	6	9	36	24	1	9	-33	-24
	C	-	-	-	-	-	-	-24	11	-1	2	38	25	1	9	-35	-26
	D	-	-	-	-	-	-	-28	6	-5	-3	21	11	-6	1	-36	-27
1987	A/B	-20	1	-43	-37	-40	-27	-32	-24	4	25	-31	16	9	45	-29	17
	C	-16	5	-40	-34	-52	-42	-38	-30	9	32	-20	35	13	50	-12	45
	D	-16	5	-39	-32	-67	-60	-39	-31	5	26	-31	17	7	42	-13	44
1988	A/B	-47	6	0	-3	-29	-1	-31	-2	-4	-1	-35	-23	-20	0	-64	52
	C	-46	7	4	1	-27	1	-28	2	-12	-10	-34	-22	-21	-1	-59	70
	D	-44	12	7	4	-25	4	-26	5	-12	-10	-46	-37	-	-	-	-
Mittel	-32	6	-19	-17	-40	-21	-30	-6	-1	8	-11	5	-2	19	-35	19	

ausgeglichensten, monatlichen NS-Summen im August und Oktober festgestellt. Ausgeprägte NS-Differenzen traten speziell in der regenreichen Vegetationsperiode 1987 auf. Die Monate Mai, Juni und Juli dieses Jahres zeigen zwischen den Feldmessungen und den offiziellen Werten überdurchschnittlich hohe Unterschiede von 30-60%. Diese scheinbaren NS-Defizite für die VF sind jedoch z.T. auf das beschränkte Fassungsvermögen (ca. 90 mm/Woche) der im Untersuchungsgebiet plazierten Totalisatoren zurückzuführen. Im Frühling und Frühsommer 1987 verzeichneten die Klimastationen Reichenau/Tamins und Tomils/Rothenbrunnen unerwartet hohe NS-Spitzen von 100-140 mm/Woche (Tab. 6), wodurch die Kapazität der Sammelgefäße in den VF deutlich überschritten wurde.

Die lokal und regional auftretenden Abweichungen der Regenmengen bei Distanzen von nur 3-5 km (Tab. 7) unterstreichen die Notwendigkeit, dass bei mykologischen Langzeitbeobachtungen parallel auch NS-Messungen in den untersuchten Dauerflächen selbst durchgeführt werden müssen. Bei zahlreichen, ansonsten guten mykosoziologischen Arbeiten wurde diesem Aspekt zuwenig Beachtung geschenkt (z.B. HORAK und RÖLLIN 1988, RÜCKER et al. 1990, STANGL 1970).

### 3.1.2.2. Temperatur

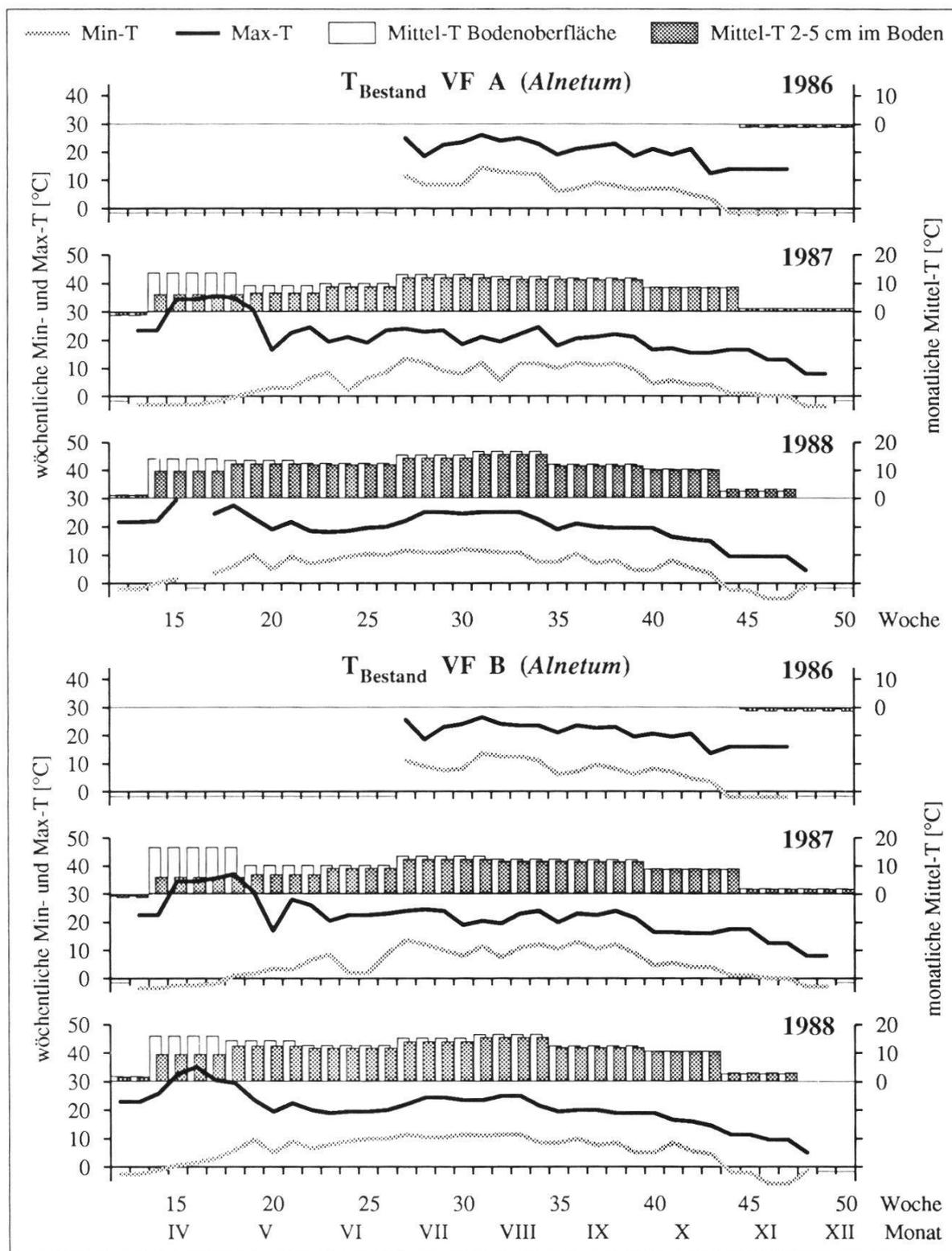
#### 3.1.2.2.1. Charakterisierung des Temperaturverlaufes in den Jahren 1985-1988

Von 1985-1988 traten in den Monaten Juli bis Dezember regelmässig überdurchschnittliche Mittelwerte der Luft-T auf (Tab. 8). Die schweizerischen Klimastationen verzeichneten in dieser Periode die wärmsten Herbstmonate seit 25 Jahren (Tages-Anzeiger vom 7.12.1987).

**1985:** Die T-Werte dieses Jahres zeigen die Witterungsverhältnisse vor Beginn der Untersuchungen. Während die erste Jahreshälfte ein deutliches Wärmedefizit aufwies, wurden ab Juli T über den Monatsmitteln beobachtet. Lediglich der November war nochmals um 2.5°C zu kalt. Die durchschnittliche Jahres-T entsprach dem langjährigen Mittel.

**1986:** Der Winter 1985/1986 war trotz durchschnittlich zu milder T schneereich. Im Februar und April 1986 wurden unterdurchschnittliche Mittel-T registriert. Alle anderen Monate wiesen Wärmeüberschüsse von 0.5-2.5°C auf. Entsprechend lag das Jahresmittel 1°C über der Norm.

**1987:** Der schneereiche Winter 1986/1987 war durchschnittlich zu kalt. Die 5



**Fig. 6.** Wöchentliche Min- und Max-T auf der Bodenoberfläche sowie monatliche Mittel-T auf der Bodenoberfläche und in 2-5 cm Bodentiefe in den VF A-D von 1986-1988. *Weekly minimum and maximum temperatures at soil surface and monthly mean temperatures at soil surface and at 2-5 cm depth on research sites A-D, 1986-1988.*   
 Wochen mit einem Strich unter der Zeitachse bezeichnen ganz oder teilweise fehlende Messwerte - *the underlined gaps in the graphs indicate incomplete or missing measurements.*

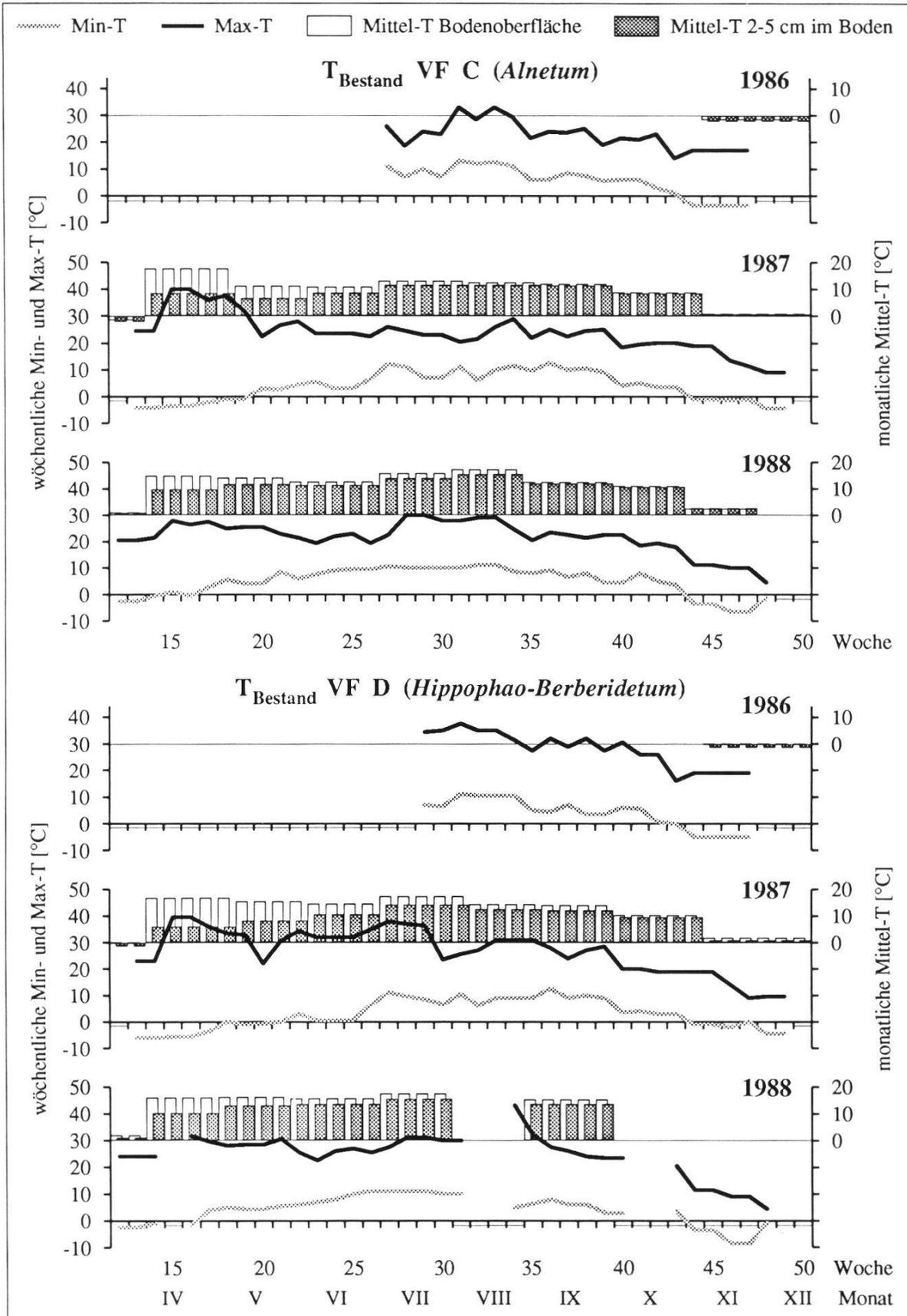


Fig. 6 (Forts. - continued)

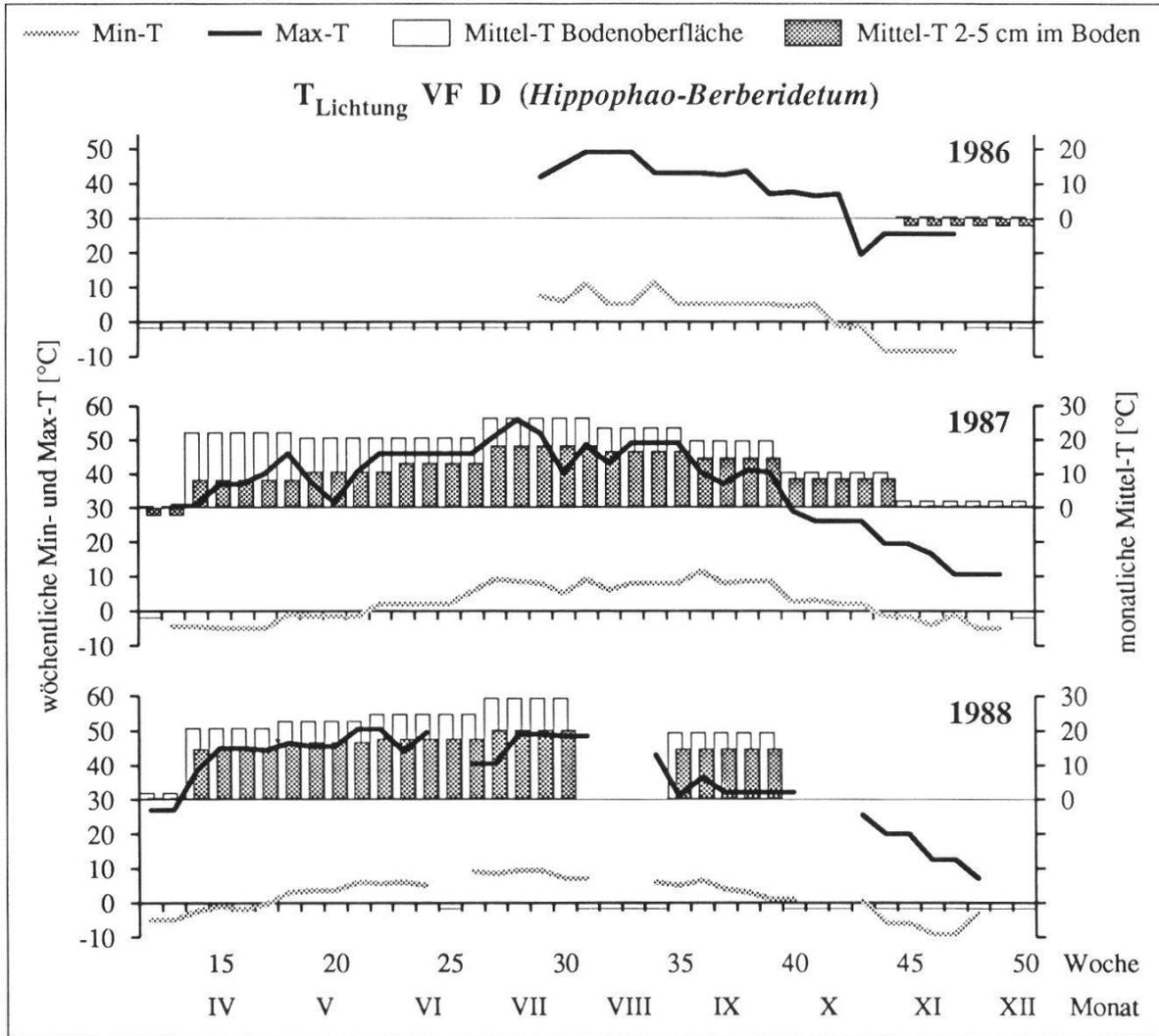


Fig. 6 (Forts.- continued)

km nordöstlich des Untersuchungsgebietes positionierte Klimastation Chur/Ems verzeichnete bis Mitte März eine geschlossene Schneedecke. Während die Luft-T im Frühling 1987 deutlich zu tief lagen, erreichten die Sommer-T  $\pm$  durchschnittliche Werte. In den Herbstmonaten wurde ein ausgeprägter Wärmeüberschuss von 1.5-3°C registriert. Die mittlere Jahres-T lag 0.5°C über der Norm.

**1988:** Der Winter 1987/1988 war durch milde T und Schneearmut gekennzeichnet. Von Dezember bis Februar wurden ausserordentlich hohe T-Abweichungen von 2-6°C über den Monatsmitteln registriert. Mit Ausnahme vom März, Juni und November wiesen alle Monate überdurchschnittliche Mittel-T auf, so dass 1988 ein Wärmeplus von 1.5°C resultierte.

### 3.1.2.2. Lokale Temperaturverhältnisse in den Versuchsf lächen

Die lokal registrierbaren T kontrollieren zusammen mit den NS die Fruktifikation der Pilze. Eine mykoökologisch relevante Bedeutung kommt speziell der Minimum-T zu, indem T unter dem Gefrierpunkt die Periode der Fk-Produktion jahreszeitlich begrenzen (BRUNNER 1987, HORAK und GRIESSER 1987, RÜCKER et al. 1990; vgl. Kap. 3.3.3).

**Wöchentliche T-Extreme:** In den VF A-C des Grauerlenwaldes verlaufen die T-Extreme  $\pm$  ausgeglichen (Fig. 6), weil der permanent entlang des Hinterrheins wehende Wind eine Luftdurchmischung bewirkt und dadurch die Bildung von lokalen Kaltluftseen verhindert. Im Sommer wurden auf der Bodenoberfläche unter der Krautschicht Maximum-T von 25-30°C und Minimum-T von 10-15°C gemessen. Lediglich im Frühling erreichte die Maximum-T in den VF A-C kurzzeitig Jahresspitzenwerte über 35°C, weil die Thermometer vor dem Blattaustrieb der Bäume und bei noch unentwickelter Krautschicht der direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt waren. 1987 traten Spätfröste im *Alnetum* bis Anfang Mai (17.-19. Woche), dagegen 1988 aufgrund des vorangegangenen, milden Winters nur bis Anfang April (14. Woche) auf. Die Vegetationsperioden wurden in der Regel im November (44.-46. Woche) durch einsetzende Fröste beendet.

Am Sanddorn-Standort (VF D) wurden starke T-Gegensätze und ausgeprägte T-Fluktuationen registriert. Die sommerlichen Maximum-T erreichten auch im Schatten der Sträucher zeitweise 35-40°C und kletterten in den Bestandeslücken sogar auf 55°C. Für die Minimum-T wurden in den Sommermonaten jedoch selten Werte über 10°C festgestellt. Die frostfreie Periode im *Hippophao-Berberidetum*, welche 1987 von Ende Mai bis Ende Oktober (22.-43. Woche) und 1988 von Anfang Mai bis Ende Oktober (18.-43. Woche) dauerte, ist im Vergleich zum *Alnetum* um 2-6 Wochen kürzer.

**Monatliche Mittel-T:** Die mit der Zuckerinversions-Methode bestimmten Mittel-T auf der Bodenoberfläche waren 1988 in allen VF monatlich um 1-4°C wärmer als 1987 (Fig. 6). Das höchste Monatsmittel wurde im August 1988 mit 17°C in den VF A-C und 17.5°C im Bestand bzw. 29.5°C in Bestandeslücken der VF D registriert. Aufgrund der noch fehlenden Beblätterung der Bäume und der dadurch bedingten, direkten Sonnenbestrahlung wies die monatliche, mittlere Bodenoberflächen-T im Grauerlenwald bereits im April Spitzenwerte auf, welche 1987 um 4-6°C und 1988 um 1-3°C höher lagen als die T der Monate Mai und Juni. Im Herbst erfolgte erst im November ein stärkerer Rückgang des Monatsmittels.

Die monatlichen Mittel-T in 2-5 cm Bodentiefe stiegen bis in den Hochsommer kontinuierlich an. In den VF A-C und im Bestand der VF D konnte im Frühling eine deutliche T-Differenz zwischen Bodenoberfläche und oberster Bodenschicht beobachtet werden, welche jedoch im Jahresverlauf immer mehr abnahm. Ab Oktober war das Wärmedefizit in 2-5 cm Bodentiefe gegenüber der Oberfläche  $\pm$  ausgeglichen. In den Bestandeslücken der VF D trat die wärmeisolierende Wirkung der obersten Bodenschicht wesentlich ausgeprägter in Erscheinung, weil gut durchlüftete, trockene Böden eine eher geringe Wärmeleitfähigkeit besitzen. Im Frühling wurde eine vertikale T-Differenz von maximal 10-14°C festgestellt, im Herbst immer noch von 2-5°C.

**Tab. 8.** Abweichungen  $\Delta T$  der monatlichen mittleren Luft-T (1985-1988) der offiziellen Messstation Chur/Ems von den langjährigen Mittelwerten  $T_m$  1901-1960 ( $T_m$  und  $\Delta T$  in °C, Mittelwerte nach SCHÜEPP 1967).

*Deviation  $\Delta T$  of monthly mean temperatures (1985-1988) at the official climatic station Chur/Ems from the long-term mean  $T_m$  1901-1960 ( $T_m$  and  $\Delta T$  in °C).*

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
$T_m$	-1.5	-0.1	4.3	8.0	12.7	15.4	16.9	16.4	13.5	8.6	3.4	-0.2	8.1
$\Delta T$ 1985	-3.8	-0.1	-0.5	-0.1	0.1	-1.4	2.0	0.1	1.1	0.7	-2.6	4.1	0.0
$\Delta T$ 1986	1.8	-2.9	0.7	-0.6	2.6	0.7	0.5	1.1	0.9	2.2	2.4	1.0	0.9
$\Delta T$ 1987	-3.7	0.9	-2.7	2.1	-2.5	-1.5	0.9	0.3	2.9	3.2	1.5	2.9	0.4
$\Delta T$ 1988	6.0	2.0	-1.6	2.0	1.8	-0.1	1.3	1.5	0.6	3.4	-1.2	1.5	1.5

**Tab. 9.** Abweichungen der 1987-1988 lokal in den VF A-C (*Alnetum incanae*) und in der VF D (*Hippophao-Berberidetum*) auf der Bodenoberfläche registrierten, monatlichen Mittel-T von den Werten der Luft-T der offiziellen Messstation Chur/Ems [in °C].

*Deviation of monthly mean temperatures (1987-1988) on soil surface at research sites A-D from the air temperature measurements at the official climatic station Chur/Ems [in °C].*

	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov
1987 A (Bestand)	3.7	-0.8	-3.8	-4.6	-4.2	-4.4	-3.1	-
B (Bestand)	6.7	0.2	-3.5	-4.2	-4.2	-4.0	-2.9	-
C (Bestand)	7.6	1.2	-3.0	-4.8	-4.2	-4.3	-3.0	-
D (Bestand)	6.6	5.2	0.7	-0.4	-2.3	-2.4	-1.5	-
D (Lichtung)	12.3	10.6	6.8	8.7	6.8	3.4	-1.4	-
1988 A (Bestand)	4.1	-0.9	-2.6	-2.8	-1.0	-1.9	-1.5	0.5
B (Bestand)	6.1	-0.1	-2.6	-2.8	-1.2	-1.4	-1.2	0.7
C (Bestand)	4.9	-0.3	-2.5	-2.3	-0.5	-1.6	-1.0	0.3
D (Bestand)	6.1	1.7	0.4	-0.7	-	1.2	-	-
D (Lichtung)	10.9	8.4	9.6	11.2	-	5.5	-	-

### 3.1.2.2.3. Vergleich der lokalen Temperaturwerte mit den Messungen der offiziellen regionalen Klimastationen

Der Vergleich zwischen den in den VF registrierten, mittleren Monats-T und den Messwerten der 5 km entfernten, offiziellen Klimastation Chur/Ems zeigt ausgeprägte T-Unterschiede (Tab. 9). Diese sind dadurch zu erklären, dass in den VF Bodenoberflächen-T, in der Klimastation jedoch Luft-T in 1.5 m Höhe über dem Boden gemessen wurden. Einerseits erwärmt sich die bodennahe Luftschicht tagsüber stärker, andererseits kühlt sie sich nachts schneller ab als die Luft 1.5 m über Boden. Die von Juni bis Oktober im Grauerlenwald (VF A-C) auftretenden T-Defizite gegenüber den offiziellen Messwerten (1987 3-5°C; 1988 0.5-3°C) sind zusätzlich durch die dicht wachsende, grossblättrige Krautschicht beeinflusst, welche durch starke Transpiration die umgebende Luft abkühlt. Lediglich im April waren in den VF A-C deutliche, positive T-Abweichungen festzustellen (1987 3.5-7.5°C; 1988 4-6°C), weil in diesem Monat die Bodenoberfläche aufgrund der noch unentwickelten Vegetationsdecke durch die direkte Sonnenbestrahlung aufgewärmt wird.

Die nur lückenhaft geschlossene Pflanzendecke am Sanddorn-Standort (VF D) bewirkt, dass die bodennahe Luft-T und die T der Erdoberfläche durch die direkte Sonnenbestrahlung lokal stark ansteigt. In den Bestandeslücken wurden im Vergleich zu den Messungen der Klimastation Chur/Ems T-Verhältnisse von 4-12°C über den offiziellen Monatswerten registriert. Während der Vegetationszeit (Mai bis Oktober) waren im Bestand der VF D geringere Wärmedefizite als in den *Alnetum*-VF bzw. T-Überschüsse zu beobachten, weil die trockenheitsangepasste, kleinwüchsige Vegetation des *Hippophao-Berberidetum* weniger transpiriert und somit nur eine schwach kühlende Wirkung ausübt.

### 3.1.2.3. Mikroklimatischer Vergleich der Versuchsflächen A-D

Die Grauerlenflächen (VF A-C) weisen lokalklimatisch  $\pm$  ausgeglichene Verhältnisse auf, wobei lediglich in der VF C etwas ausgeprägtere T-Fluktuationen zu beobachten sind (Tab. 10). Das *Hippophao-Berberidetum* (VF D) besitzt ein deutlich kontinental getöntes Kleinklima, welches durch spezifische Standortbedingungen (exponierte Terrassenlage, grobkörniger Boden, geringer Deckungsgrad von Strauch- und Krautschicht) bedingt ist.

**Totaler NS:** Die totalen, saisonalen NS-Summen der einzelnen VF unterscheiden sich sowohl im Bestand als auch in den Bestandeslücken nur gering-

fällig (maximale NS-Differenzen zwischen den VF: 1986 16%, 1987 16%, 1988 5%). Die geringsten NS-Mengen in den Lichtungen wurden in allen drei Vegetationsperioden in der VF D registriert. Diese Beobachtung ist einerseits durch die im *Hippophao-Berberidetum* herrschenden, hohen Mittel-T und die dadurch bedingte, stärkere Verdunstung des Wassers in den Totalisatoren er-

**Tab. 10.** Lokales Mikroklima der VF A-C (*Alnetum incanae*) und der VF D (*Hippophao-Berberidetum*): totaler NS, durchschnittliche Mittel-T und durchschnittliche wöchentliche T-Extreme von 1986-1988.

*Local microclimate of research sites A-D: total precipitation, average mean temperatures and average weekly minimum and maximum temperatures, 1986-1988.*

\* = Messwerte extrapoliert - *measurements extrapolated.*

VF	totaler NS [mm]					
	1986 Jul - Nov		1987 Apr - Nov		1988 Apr - Nov	
	Lichtung	Bestand	Lichtung	Bestand	Lichtung	Bestand
A	368	251	760	654	605	503
B	-	288	-	597	-	529
C	354	241	746	617	605	540
D	336	246	681	547	601 *	514 *

VF	durchschnittliche Mittel-T [°C]							
	Bodenoberfläche				2-5 cm Bodentiefe			
	Nov - März 1986/87 1987/88		Apr - Okt 1987 1988		Nov - März 1986/87 1987/88		Apr - Okt 1987 1988	
A (Bestand)	-1.5	1.3	11.4	13.6	-1.2	1.4	9.4	12.3
B (Bestand)	-0.8	2.0	12.1	14.1	-1.5	1.8	9.6	12.4
C (Bestand)	-1.6	1.0	12.3	14.1	-2.1	0.9	9.6	12.1
D (Bestand)	-0.1	1.9	14.7	15.6 *	-1.5	1.0	10.5	13.2 *
D (Lichtung)	0.7	2.0	20.6	21.7 *	-2.3	0.6	12.9	15.7 *

VF	durchschnittliche wöchentliche T-Extreme [°C]					
	Minimum-T			Maximum-T		
	1986 Jul-Nov	1987 Apr-Nov	1988 Apr-Nov	1986 Jul-Nov	1987 Apr-Nov	1988 Apr-Nov
A (Bestand)	6.4	4.7	5.7	19.8	21.1	19.6
B (Bestand)	6.1	4.8	5.5	20.6	21.8	20.6
C (Bestand)	5.3	3.7	4.8	22.7	23.7	21.8
D (Bestand)	3.8	2.8	4.0	27.9	26.8	24.7
D (Lichtung)	2.3	2.2	1.9	37.8	36.5	36.6

klärbar. Andererseits waren die Sammelgefäße in der VF D vermehrtem Windeinfluss ausgesetzt, wodurch der Regen z.T. über die Auffangtrichter hinweg verweht wurde.

**Durchschnittliche Mittel-T** (Zuckerinversions-Methode): Im *Alnetum incanae* wurden auf der Bodenoberfläche durchschnittliche Mittel-T von -1.6 bis +2.0°C (November-März) bzw. 11.4-14.1°C (April-Oktober) festgestellt. Für die Mittel-T im obersten Bodenhorizont wurden bis 2.7°C tiefere Werte gemessen. Während zwischen den einzelnen Grauerlenflächen nur unwesentliche T-Differenzen auftraten (auf der Bodenoberfläche maximal 1.0°C, in 2-5 cm Bodentiefe maximal 0.9°C), wurden am Sanddorn-Standort deutlich erhöhte Mittel-T beobachtet. Diese lagen auf der Bodenoberfläche während der Vegetationsperiode um 1.5-3.3°C (im Bestand) bzw. 7.6-9.2°C (in den Bestandeslücken) höher als die Mittel-T der VF A-C.

**Durchschnittliche wöchentliche T-Extreme:** Dieser Klimafaktor weist die ausgeprägtesten Unterschiede zwischen den einzelnen VF auf. In den Grauerlenflächen wurden während der Vegetationsperiode durchschnittliche Minimum-T von 3.7-6.4°C und durchschnittliche Maximum-T von 19.6-23.7°C registriert. Während in den VF A und VF B mittlere T-Fluktuationen (Maximum-T minus Minimum-T) von 13.4-17.0°C auftraten, wurden in der VF C bis 4°C höhere T-Schwankungen beobachtet.

Am Sanddorn-Standort erreichten die durchschnittlichen Minimum-T im Bestand 2.8-4.0°C, in den Bestandeslücken lediglich 1.9-2.3°C. Die Maximum-T stiegen im Bestand im Mittel auf 24.7-27.9°C, in den Lichtungen sogar auf 36.5-37.8°C. Für die T-Schwankungen im *Hippophao-Berberidetum* wurden wesentlich höhere Durchschnittswerte (maximal 24.1°C im Bestand und 35.5°C in den Bestandeslücken) registriert als in den *Alnetum*-VF.

### 3.1.3. Hochwasser: Auftreten und Einfluss

Periodische Überschwemmungen sind charakteristisch für flussbegleitende Auenwälder. Während der Feldarbeiten von 1986-1988 führten drei ausgeprägte Hochwasserperioden zu Überschwemmungen im Untersuchungsgebiet (vgl. Tab. 2). Im Juni 1987 bewirkten anhaltende, intensive NS und die Schneeschmelze in den höheren Gebirgslagen ein dreiwöchiges Hochwasser, welches eine regelmässige Feldbegehung verunmöglichte. Der Fluss hinterliess in den Grauerlen-VF jedoch nur geringe Sandablagerungen in den Geländesenken.

Die kurzfristigen, durch gewittrige NS bedingten Spitzenhochwasser Mitte

Juli 1987 und Mitte August 1988 hatten starke Erosion mit Veränderungen in der Uferlinie des Flusses zur Folge. Schwemmmaterial blieb in 2-2.5 m Höhe über Mittelwasserstand in den Auengebüschen haften. Die auf einer Schotterterrasse in den Flusslauf vorgeschobene VF D (*Hippophae-Berberidetum*) wurde teilweise weggespült. Die Krautschicht der VF A und C (*Alnetum incanae*) wurde umgelegt und fast vollständig unter Flusssedimenten begraben, wobei die abgelagerten Sandschichten stellenweise eine Mächtigkeit von 30 cm erreichten. In der VF A wurde zusätzlich frisches Nadelschwemmholz (v.a. von Fichte) deponiert.

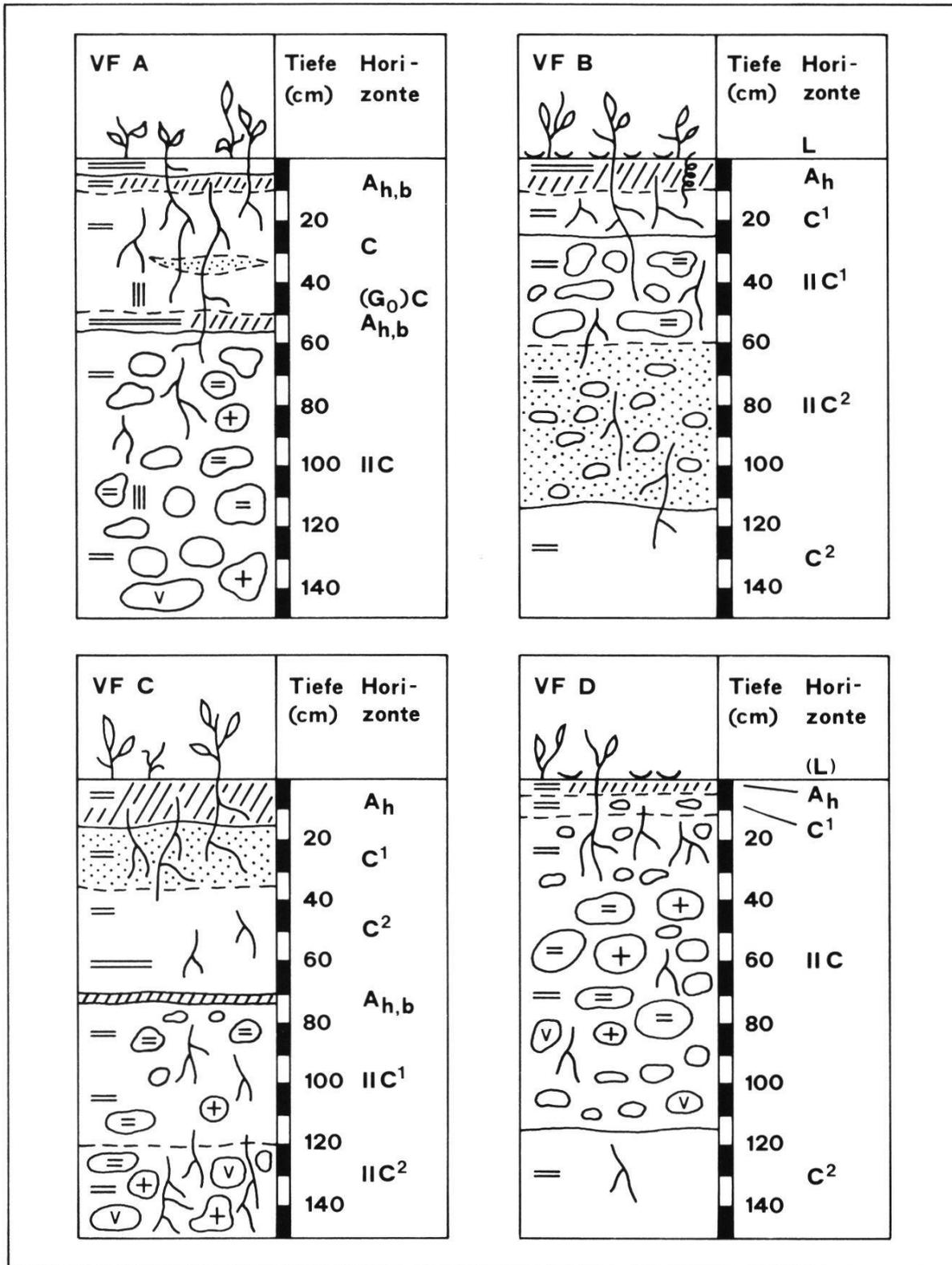
Die Fk-Produktion der terricolen Pilze, welche durch die hochwasserbedingte Einsandung einen plötzlichen und vollständigen Unterbruch erfuhr, erholte sich bereits innerhalb weniger Wochen (vgl. Kap. 3.3.1.2). Die krautigen Pflanzen richteten sich z.T. wieder auf oder trieben noch in der laufenden Vegetationsperiode neu aus.

### 3.1.4. Böden

#### 3.1.4.1. Morphologische Beschreibung der Bodenprofile

***Alnetum incanae*:** Die im Profil eine starke Schichtung aufweisenden Böden der untersuchten Grauerlen-Auenwälder (VF A-C) sind typischerweise aus Flusssedimenten aufgebaut, von Überschwemmungen geprägt und wenig entwickelt (Fig. 7). Sie bestehen lediglich aus Mullhorizont ( $A_h$ ) sowie übereinandergelagerten Sand- und Schotterhorizonten (C, IIC). Ein durch Bodenbildungsvorgänge gekennzeichneter Mineralerdehorizont fehlt vollständig.

Der mit organischer Substanz angereicherte, karbonathaltige  $A_h$ -Horizont ist 5-15 cm mächtig und in der VF A als Folge der Spitzenhochwasser der Jahre 1987 und 1988 mit Feinmaterial überdeckt ( $A_{h,b}$ ). In den VF A und C lassen sich in 50-70 cm Bodentiefe weitere begrabene Mullhorizonte beobachten. Unterhalb des  $A_h$ -Horizontes folgen einzelne,  $\pm$  deutlich voneinander abgegrenzte Schichten aus stark karbonathaltigem Grob- und Feinsand (C-Horizonte), welche während periodisch auftretenden, unterschiedlich intensiven Überschwemmungen abgelagert wurden. In einer Tiefe von 30-70 cm gehen die Sandschichten in die Schotterbank des Flusses über (IIC-Horizonte). Diese besteht aus abgerundetem, sowohl karbonathaltigem als auch karbonatfreiem Gestein, welches z.T. Verwitterungsmerkmale aufweist. Die Hohlräume im Schotter sind mit einer groben Sandfraktion ausgefüllt. Die durch Wasserstandsschwankungen des Flusses bedingte, ausgeprägte Wechsel-



**Fig. 7.** Profilskizzen der Auenböden in den VF A-C (*Alnetum incanae*) und in der VF D (*Hippophao-Berberidetum*); [bodenphysikalische Symbole und Signaturen nach RICHARD et al. (1978)].

*Profiles of the soils on research sites A-D [for soil-physical symbols and signatures see RICHARD et al. (1978)].*

feuchtigkeit der Auenböden macht sich im Bodenprofil der VF A durch einzelne Rostflecken bemerkbar. Diese rostfleckige Zone in 50 cm Tiefe kann als schwach ausgebildeter Oxidationsbereich eines Gleyhorizontes ( $G_0$ ) bezeichnet werden. In keinem der drei *Alnetum*-Bodenprofile (Fig. 7) wurde jedoch der Grundwasserspiegel erreicht, weil der Hinterrhein zum Zeitpunkt der bodenkundlichen Feldaufnahmen (April 1989) Niederwasser führte.

Der dicht durchwurzelte Hauptwurzelraum der Vegetation im Grauerlenwald umfasst eine Tiefe von 30-60 cm und wird durch die Flussschotter-Unterlage begrenzt. Einzelne Wurzeln von *Alnus* und *Salix* durchdringen im Nebenwurzelraum die Kies-Schotterbänke und sind noch in 150 cm Bodentiefe nachweisbar. Wurmlosungen, die auf eine hohe biologische Aktivität hindeuten, wurden nur in den obersten Bodenschichten der VF B festgestellt.

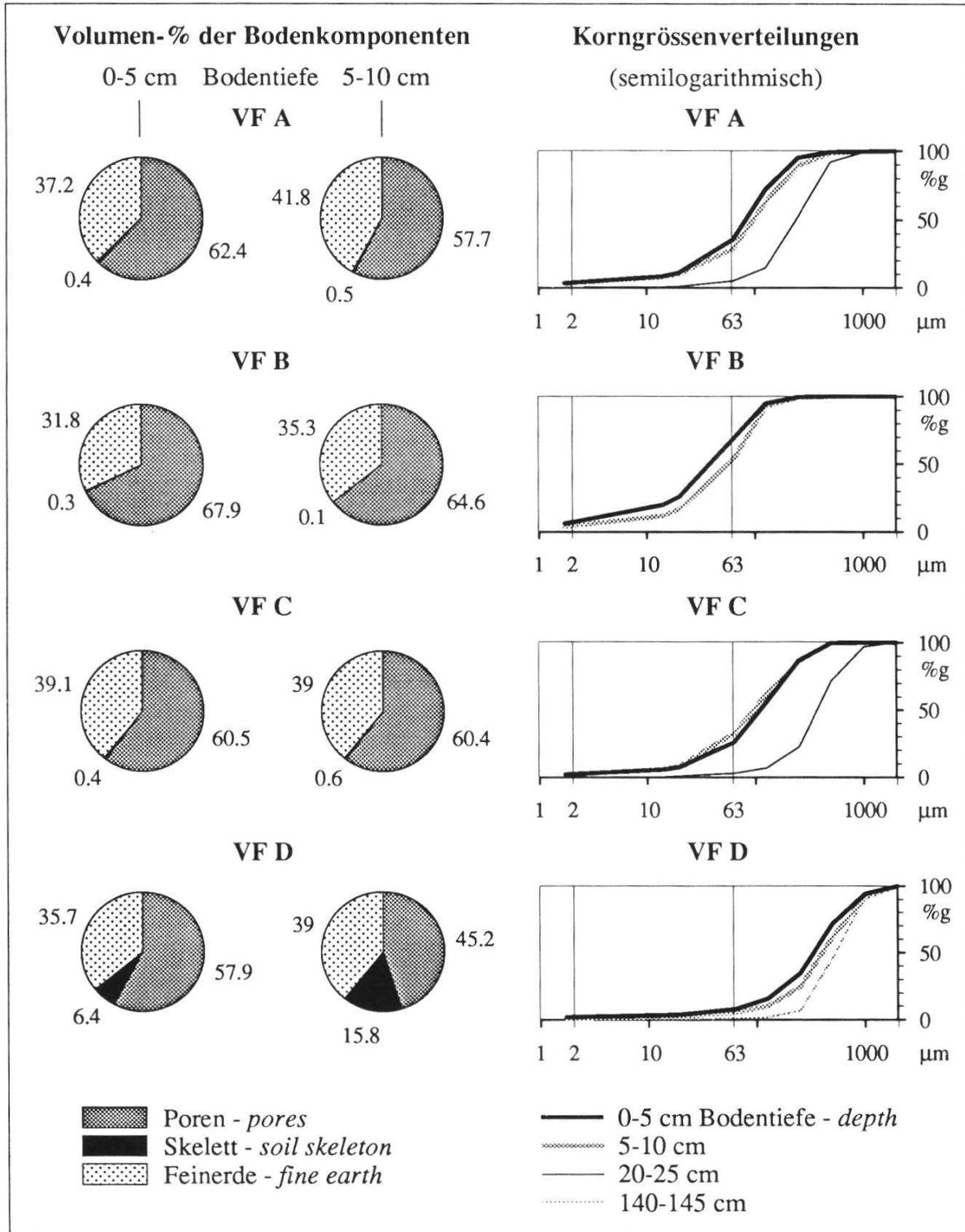
Aufgrund der Horizontfolge (L)- $A_h$ -( $G_0$ )C-IIC kann der Bodentyp der VF A-C als schwach gleyiger Auenboden klassifiziert werden (RICHARD et al. 1978).

**Hippophao-Berberidetum:** Das Bodenprofil am Sanddom-Standort (VF D) zeigt ebenfalls einen geschichteten Aufbau, wodurch der alluviale Ursprung der flussbegleitenden Schotterterrasse hervorgehoben wird. Im Gegensatz zu den Grauerlenwald-Böden schliesst der Schotterhorizont jedoch unmittelbar an den nur dünnsschichtig ausgebildeten Mullhorizont an oder durchdringt diesen sogar. Die  $\pm$  dicht gelagerten Gerölle gehen in einer Tiefe von 120 cm in einen mächtigen Sandhorizont über. Diese Schichtungsumkehr, die auch in der VF B zu beobachten ist, kann mit früheren Verlagerungen des Flussbettes während Hochwasser-Perioden erklärt werden. Das vollständige Fehlen von Rostflecken weist auf die deutlich geringere Wechselfeuchtigkeit und gute Durchlüftung des Bodens in der VF D hin. Der Hauptwurzelraum des *Hippophao-Berberidetum* liegt in 5-30 cm Tiefe, der Nebenwurzelraum erreicht eine Tiefe von 140 cm.

Die Horizontfolge (L)- $A_h$ -(C)-IIC bezeichnet einen Roh-Auenboden (RICHARD et al. 1978).

#### 3.1.4.2. Physikalische Bodeneigenschaften

**Skelett und Korngrößenverteilung:** Die obersten Bodenschichten der Grauerlenflächen (VF A-C) sind skelettarm (Fig. 8). In den VF A und C weist die Textur der Feinerde eine ähnliche Korngrößenverteilung auf: Der Feinsandanteil (Fraktion 250-63  $\mu\text{m}$ ) in 0-10 cm Tiefe beträgt 55-60%g, der Schluffanteil (63-2  $\mu\text{m}$ ) 25-30% und der Tonanteil (< 2  $\mu\text{m}$ ) nur 2-3%. Die Bodenart kann als tonarmer, schluffiger Sand bezeichnet werden (SCHROEDER



**Fig. 8.** Volumenanteile der Bodenkomponenten (Poren, Skelett > 2 mm, Feinerde < 2 mm) und Korngrößenverteilungen der Feinerde in den VF A-C (*Alnetum incanae*) und der VF D (*Hippophao-Berberidetum*); [Mittelwerte aus drei Messungen; Korngrößen: Sand 2000-63  $\mu\text{m}$ , Schluff 63-2  $\mu\text{m}$ , Ton < 2  $\mu\text{m}$ ].

Percentage of volumes of soil-components (pores, soil skeleton > 2 mm, fine earth < 2 mm) and textures of fine earth on research sites A-D; [mean of three measurements; texture: sand 2000-63  $\mu\text{m}$ , silt 63-2  $\mu\text{m}$ , clay < 2  $\mu\text{m}$ ].

1984). Im Oberboden der VF B liegt mit 50-60% Schluff und 4-6% Ton ein wesentlich höherer Gehalt an feinem Material vor, weshalb die Bodenart als sandiger Schluff zu klassifizieren ist (SCHROEDER 1984). In tieferen Bodenschichten nimmt der Anteil an Grobsand (>250 µm) in allen *Alnetum*-VF rasch zu. Diese Fraktion macht in 20-25 cm Tiefe bereits 50-75% der Feinerde aus. Begrabene Mullhorizonte heben sich im Unterboden durch ihre schluffig-tonige Textur deutlich von der grobkörnigen Umgebung ab.

Der Oberboden am Sanddorn-Standort (VF D) ist skelettreich, schluff- und tonarm und weist einen hohen Grobsandanteil von 65-75% auf (Fig. 8). Die Bodenart kann als reiner Sand bezeichnet werden (SCHROEDER 1984). In 140 cm Tiefe beträgt der totale Schluff- und Tongehalt der Feinerde nur noch 1%.

Vergleichswerte von Buchenwald-Standorten (*Galio odorati-Fagetum typicum*) im schweizerischen Mittelland (RICHARD et al. 1978, 1981): 20-35% Sand, 50-65% Schluff, 15% Ton in 0-10 cm Bodentiefe.

**Porenvolumen und Dichte:** In den *Alnetum*-VF A-C besteht mehr als die Hälfte des Bodenvolumens in 0-10 cm Tiefe aus Hohlräumen (VF A und C 58-62%, VF B 65-68%; Fig. 8), die den Pflanzenwurzeln und den Pilzmyzelien für die Wasser- und Sauerstoffversorgung zur Verfügung stehen. Die scheinbaren Bodendichten von 1.01-1.10 g/cm<sup>3</sup> in den VF A und C (Tab. 11) sind charakteristisch für lockere Hauptwurzelsräume im Oberboden von Mineralböden (RICHARD et al. 1978, 1983). Die in der VF B festgestellte Lagerungsdichte von 0.73-0.93 g/cm<sup>3</sup> weist auf einen sehr lockeren, humusreicheren Oberboden hin. Die reelle Dichte der festen Bodensubstanz, welche vom Gehalt an organischem Material abhängt, liegt in den Grauerlen-VF mit 2.52-2.66 g/cm<sup>3</sup> im Bereich der spezifischen Dichten schwach bis mässig humoser Oberböden (SCHROEDER 1984).

Der Oberboden im *Hippophao-Berberidetum* (VF D) besitzt aufgrund des Skelettreichtums ein geringeres Porenvolumen (45-58%) und eine höhere scheinbare Dichte (1.07-1.47 g/cm<sup>3</sup>) als in den *Alnetum*-VF (Fig. 8, Tab. 11). Wird die Lagerungsdichte nur auf die Feinerde bezogen, ergeben sich Werte von 0.96-1.27 g/cm<sup>3</sup>. Diese entsprechen den Dichten von Haupt- und Nebenwurzelsräumen in Mineralböden, die nach RICHARD et al. (1978, 1983) immer noch normal durchwurzelt sind.

Vergleichswerte von Buchenwald-Standorten (RICHARD et al. 1978, 1981): Porenvolumen 59-60%, scheinbare Dichte 1.05-1.08 g/cm<sup>3</sup>, reelle Dichte 2.59-2.61 g/cm<sup>3</sup> in 0-10 cm Bodentiefe.

**Bodenwasserhaushalt:** Aufgrund des hohen Grobsand-Gehaltes der untersuchten Grauerlenwald-Böden (VF A-C, Fig. 8) kann vermutet werden, dass das Gesamtporenvolumen einen erhöhten Grobporenanteil aufweist. Sandböden zeichnen sich deshalb durch gute Wasserführung, jedoch eher geringes Wasserrückhaltevermögen aus (SCHROEDER 1984). Diese Folgerungen werden durch die Resultate der 1988 durchgeführten Grundwasserstands-Messungen bestätigt: In den Messröhren wurde nur während NS- und Hochwasserperioden in 60-70 cm Bodentiefe Grundwasser festgestellt. Im Sommer trocknen die obersten Bodenschichten in den VF A-C auch nach intensiven NS durch Versickerung und Verdunstung des Wassers schnell aus.

Die Schotterbank in 30-70 cm Bodentiefe (Fig. 7) wirkt als Barriere zwischen Oberboden bzw. Hauptwurzelraum und Grundwasser. Erreicht der Wasserspiegel bei hohem Flusswasserstand den Grenzbereich Schotter/Oberboden, dann wird Grundwasser durch kapillaren Aufstieg in den Hauptwurzelraum nachgesogen (RICHARD et al. 1981). Bleibt der Grundwasserspiegel jedoch im Schotterbereich, was aufgrund der Mächtigkeit dieser Geröllschicht in den VF A-C als Normalfall zu betrachten ist, bricht der kapillare Wassertransport vom Grundwasser her wegen Porendiskontinuität weitgehend ab. Der Wasserbedarf der Vegetation kann dann nur durch das im Oberboden gespeicherte, pflanzenverfügbare Wasser und durch die laufenden NS gedeckt werden. Die Vegetation am Sanddorn-Standort (VF D) ist periodisch starkem Wasserstress ausgesetzt, weil das Regenwasser im skelettreichen, schluff- und tonarmen Boden der VF D (Fig. 8) sehr schnell versickert. Der Kontakt zum Grundwasser ist durch die Terrassenlage (2-2.5 m über Normalwasserstand des Flusses) und den grobkiesig-schotterigen Untergrund vollständig unterbunden.

**Bodendurchlüftung:** Bei Nieder- und Mittelwasser des Flusses dürften die sandigen Grauerlenwald-Böden der VF A-C mit ihrer eher grobporigen Struktur des Bodenhohlraumes eine normale Durchlüftung besitzen (SCHROEDER 1984). Während Hochwasserperioden tritt jedoch im Wurzelraum der Auenvegetation eine gleichzeitige Phase der Wassersättigung auf. Der Sauerstoff im Boden kann dann durch die Atmung der Wurzeln und der Mikroorganismen lokal aufgebraucht werden. Aufgrund der hohen Wasserdurchlässigkeit von Sand setzt die Bodendurchlüftung nach Absinken des Wasserspiegels rasch wieder ein (RICHARD et al. 1981). Sporadische Phasen von anaeroben Bedingungen im Hauptwurzelraum sind im Bodenprofil der VF A durch Rostfleckigkeit belegt (Fig. 7).

Der hohe Skelettgehalt und die grobsandige Textur der Feinerde lassen für

den Boden am Sanddorn-Standort (VF D) eine permanente und intensive Durchlüftung vermuten.

### 3.1.4.3. Chemische Bodeneigenschaften

**Bodenreaktion (pH) und Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ):** Der Oberboden in den VF weist einen pH von 7.5-7.9 ( $\text{H}_2\text{O}_{\text{dest.}}$ ) bzw. 7.2-7.3 ( $\text{CaCl}_2$ ) auf (Tab. 11). Diese Werte entsprechen einer neutralen bis schwach alkalischen Reaktion im Hauptwurzelraum der Vegetation (SCHROEDER 1984). Mit zunehmender Tiefe steigt die Bodenalkalität kontinuierlich an. Die untersuchten Böden sind bei einem  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt des Oberbodens von 23.0-27.3% in den VF A-C und 20.0-21.8% in der VF D stark karbonathaltig, wobei am Sanddorn-Standort profulumfassend eine geringfügige Auswaschung von Ca-Ionen festzustellen ist.

Vergleichswerte von Buchenwald-Standorten (RICHARD et al. 1978, 1981): pH ( $\text{CaCl}_2$ ) 3.2-4.7; Karbonatgehalt 0.0-0.3% in 0-10 cm Bodentiefe.

**Organische Substanz ( $\text{C}_{\text{org.}}$ ):** Im Grauerlenwald fluktuiert der Anteil von organischem Kohlenstoff an der Bodenmasse des Mullhorizontes zwischen 0.6-1.2% (VF A und C) und 1.5-4.3% (VF B; Tab. 11). Der Oberboden der VF A und C muss als schwach humos, derjenige der VF B als mässig bis stark humos bezeichnet werden (SCHROEDER 1984). Der  $\text{A}_h$ -Horizont am Sanddorn-Standort ist mit 0.6-2.1%  $\text{C}_{\text{org.}}$  ebenfalls nur schwach bis mässig humos. Mit zunehmender Bodentiefe verringert sich der Humusgehalt rasch, um in begrabenen Mullhorizonten nochmals höhere Werte zu erreichen ( $\text{A}_{h,b}$  VF A in 50 cm Bodentiefe: 2.1%  $\text{C}_{\text{org.}}$ ).

Vergleichswerte von Buchenwald-Standorten (RICHARD et al. 1978, 1981): Gehalt an organischer Substanz (= 2 x %  $\text{C}_{\text{org.}}$ ) 4.6-5.0% in 0-10 cm Bodentiefe.

**Gesamtstickstoff ( $\text{N}_{\text{total}}$ ):** In 0-10 cm Bodentiefe sind im Grauerlenwald totale N-Gehalte von 0.02-0.08% (VF A und C) bzw. 0.09-0.28% (VF B) und am Sanddorn-Standort (VF D) solche von 0.02-0.14% festzustellen (Tab. 11; Probenentnahme 24.-25.4.1989). In den tieferen Bodenschichten der VF kann kein Stickstoff mehr nachgewiesen werden. Die Werte des Oberbodens liegen im Bereich häufiger N-Gesamtgehalte mitteleuropäischer Böden (0.03-0.30%; SCHROEDER 1984). Die untersuchten Mullhorizonte weisen somit durchschnittliche  $\text{N}_{\text{total}}$ -Konzentrationen auf, obschon aufgrund der periodischen Überschwemmungen (Nährstoffeintrag) und der *Frankia*-Symbiose von *Alnus in-*

**Tab. 11.** Physikalische und chemische Eigenschaften der Böden in den VF A-C (*Alnetum incanae*) und in der VF D (*Hippophao-Berberidetum*); [Probenentnahme 24.-25.4.1989, Mittelwerte aus drei Messungen; Bodenhorizonte H: 1 = 0-5 cm, 2 = 5-10 cm, 3 = 20-25 cm (VF A, C), 4 = 140-145 cm (VF D)].

*Physical and chemical qualities of the soils on research sites A-D [sampling 24.-25.4.1989, mean of three measurements; soil strata H: 1 = 0-5 cm, 2 = 5-10 cm, 3 = 20-25 cm (A, C), 4 = 140-145 cm (D)].*

Bodeneigenschaften		H	VF A	VF B	VF C	VF D
physikalisch	mineral. Skelett [g/100g]	1	0.09	0.01	0.00	14.21
		2	0.58	0.00	0.00	23.73
	scheinbare Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1	1.01	0.73	1.10	1.07
		2	1.09	0.93	1.05	1.47
	reelle Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1	2.66	2.52	2.64	2.54
		2	2.64	2.61	2.64	2.69
chemisch	pH H <sub>2</sub> O <sub>dest.</sub>	1	7.73	7.48	7.89	7.67
		2	7.78	7.71	7.76	7.89
		3/4	8.43	-	8.31	8.47
	pH CaCl <sub>2</sub>	1	7.24	7.18	7.27	7.25
		2	7.24	7.26	7.24	7.27
		3/4	7.60	-	7.50	7.70
	CaCO <sub>3</sub> [g/100g]	1	24.73	22.99	24.94	19.99
		2	27.33	26.32	25.97	21.80
		3/4	30.82	-	29.70	26.36
	C <sub>org.</sub> [g/100g]	1	1.17	4.29	0.61	2.08
		2	0.99	1.53	0.98	0.56
		3/4	0.27	-	0.18	0.14
	N <sub>total</sub> [g/100g]	1	0.08	0.28	0.02	0.14
		2	0.06	0.09	0.05	0.02
		3/4	0.00	-	0.00	0.00
	C/N-Verhältnis (C <sub>org.</sub> /N <sub>total</sub> )	1	14.1	15.6	30.5	15.3
		2	16.3	16.4	21.5	33.9
		3/4	> 50	-	> 50	> 50
	P <sub>total</sub> [mg/g]	1	0.70	0.71	0.69	0.54
		2	0.65	0.66	0.64	0.50
		3/4	0.42	-	0.37	0.31
	PO <sub>4</sub> [mg/100g]	1	0.97	2.19	0.63	1.05
		2	0.82	0.87	0.84	0.37
		3/4	0.29	-	0.15	0.06

*cana* (Fixierung von Luftstickstoff) erhöhte Werte zu erwarten wären. Bei der Interpretation von Bodennährstoff-Gehalten muss jedoch berücksichtigt werden, dass die analysierbaren Konzentrationen in der Bodenmatrix starken saisonalen Schwankungen unterworfen sind (im Frühling und Sommer Einbau der Nährelemente in lebende organische Substanz, im Herbst und Winter Freisetzung durch Mineralisierung des abgestorbenen organischen Materials). Quantitativ von Bedeutung dürfte auch die Stickstoff-Auswaschung in Form von  $\text{NO}_3$  sein.

**C/N-Verhältnis ( $C_{\text{org.}}/N_{\text{total}}$ ):** Verhältnisse von  $C_{\text{org.}}$  zu  $N_{\text{total}} < \text{etwa } 20:1$  weisen auf leichte Mineralisierung und hohe biotische Aktivität, solche  $> \text{etwa } 25:1$  auf gehemmten Substanzabbau hin (SCHROEDER 1984). Im Oberboden der VF A und B (*Alnetum*) liegen  $C_{\text{org.}}$  und  $N_{\text{total}}$  in einem günstigen Verhältnis von 14.1-16.4 vor (Tab. 11), während sowohl in der VF C (*Alnetum*) als auch in der VF D (*Hippophao-Berberidetum*) Werte von maximal 30.5-33.9 eine schlechtere Mineralisierung anzeigen. In den tieferen Bodenschichten kann aufgrund des C/N-Verhältnisses von  $> 50:1$  nur ein stark gehemmter Substanzabbau stattfinden.

**Gesamtphosphor ( $P_{\text{total}}$ ) und Phosphat ( $\text{PO}_4$ ):** Der Mullhorizont weist in den Grauerlen-VF A-C totale P-Gehalte von 0.06-0.07% und am Sanddorn-Standort (VF D) von 0.05% auf (Tab. 11). Im Unterboden der VF tritt Phosphor mit einer Konzentration von 0.03-0.04% auf. Diese Werte entsprechen den durchschnittlichen P-Gesamtgehalten mitteleuropäischer Böden (0.01-0.10%; SCHROEDER 1984).

Extrahierbares Phosphat ist in Waldböden mit 1.0-2.6 mg/100 g Bodensubstanz nachweisbar (BRUNNER 1987). Der Oberboden des Grauerlenwaldes enthält 0.6-1.0 mg  $\text{PO}_4/100$  g in den VF A/C, bzw. 0.9-2.2 mg  $\text{PO}_4/100$  g in der VF B. Im *Hippophao-Berberidetum* treten in 0-10 cm Bodentiefe Phosphat-Gehalte von 0.4-1.1 mg/100 g auf. Die untersuchten Mullhorizonte weisen somit phosphatärmere Verhältnisse auf, wobei lediglich in der obersten Bodenschicht der VF B erhöhte Werte vorliegen. Mit zunehmender Tiefe verringert sich der  $\text{PO}_4$ -Gehalt der Bodensubstanz rasch.

#### **3.1.4.4. Bodenkundlicher Vergleich der Versuchsflächen A-D**

In bezug auf die Bodeneigenschaften treten im Grauerlenwald deutliche Unterschiede zwischen der VF B einerseits und den VF A und C andererseits auf: Der Mullhorizont (0-10 cm Tiefe) der VF B ist humusreicher und weist dadurch eine geringere Bodendichte auf. Der erhöhte Anteil an Schluff und

Ton im Hauptwurzelraum der VF B hat einen höheren Nährstoffgehalt ( $N_{\text{total}}$ ,  $PO_4$ ) zur Folge. Es kann vermutet werden, dass der von Hochwasser nur noch schwach beeinflusste Oberboden der VF B durch einsetzende Bodenbildungsprozesse zu altern begonnen hat, während in den regelmässig überschwemmten VF A und C kaum weiterentwickelte (Roh-)Auenböden vorliegen. Diese leicht abweichenden Bodenverhältnisse in der VF B widerspiegeln sich auch in der Phanerogamenflora, indem der Standort von einem älteren Grauerlenbestand bewachsen wird, welcher bereits Ansätze der Hartholzaue (*Ulmo-Fraxinetum listeretosum*) zeigt (vgl. Kap. 3.1.1.1).

Der Boden des *Hippophao-Berberidetum* (VF D) ist speziell durch die skelettreiche und grobsandige Textur geprägt. Die dadurch bedingte hohe Wasserdurchlässigkeit und gute Durchlüftung bewirken geringere Wechselfeuchtigkeit des Bodens und ausgeprägten Wasserstress für die Vegetation bei trockener Witterung. Die Humus- und Nährstoffverhältnisse der VF D und der VF A-C unterscheiden sich analytisch nur geringfügig.

#### **3.1.4.5. Vergleich der bodenkundlichen Kennwerte mit den pflanzenökologischen Zeigerwerten**

Bei der folgenden Gegenüberstellung ist zu beachten, dass Laboranalysen von physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften (vgl. Fig. 8, Tab. 11) die Verhältnisse für eine bestimmte Jahreszeit und einen definierten Bodenhorizont wiedergeben, während mittlere ökologische Zeigerwerte von Pflanzengesellschaften (vgl. Tab. 5) eine integrale, profilumfassende Aussage über die Standortsfaktoren ermöglichen.

Die am Bodenprofil durch Rostfleckigkeit belegte Wechselfeuchtigkeit bzw. sporadische Vernässung der grundwassernahen Grauerlenwald-Böden (VF A-C) ist pflanzenökologisch durch mittlere Feuchtezahlen  $F$  von 3.3-4.0 (=ziemlich feucht bis nass), Wechselfeuchtwerte  $w$  von 1/3-1 (= ausgeprägt wechselfeucht) und Dispersitätszahlen  $D$  von 3.6-4.2 (= normal bis eher schlecht durchlüftet) nachweisbar. Unter den chemischen Bodeneigenschaften zeigen einerseits der schwach alkalische pH (7.2-7.3 in  $CaCl_2$ ), hoher Karbonatgehalt (23.0-27.3%) und eher niedriger Humusanteil (0.6-4.3%  $C_{\text{org.}}$ ) eine gute Übereinstimmung mit den Reaktionszahlen  $R$  von 3.2-4.0 (= mittlerer Basengehalt bis basenreich) und den Humuszahlen  $H$  von 2.7-3.4 (= mässig humos). Andererseits tritt zwischen den analysierten Gehalten an  $N_{\text{total}}$  (0.02-0.28 g/100 g Boden),  $P_{\text{total}}$  (0.06-0.07 g/100 g) und  $PO_4$  (0.6-2.2 mg/100 g), welche auf durchschnittliche bis eher geringe Nährstoffverhältnisse hinwei-

sen, und den Nährstoffzahlen N von 3.3-3.9 (= nährstoffreich; mehrere Überdüngungszeiger) eine gewisse Diskrepanz auf. Diese kann möglicherweise dadurch erklärt werden, dass die Bodenproben Ende April, d.h. zu Beginn der Vegetationsperiode, entnommen wurden. Aufgrund des zu diesem Zeitpunkt intensiv einsetzenden Pflanzenwachstums dürfte ein Teil der mineralischen Bodennährstoffe bereits in organische Substanz eingebaut worden sein. Die durch die bodenkundlichen Kennwerte aufgedeckten Unterschiede zwischen der VF B und den VF A und C finden in den mittleren Zeigerwerten der einzelnen Pflanzenbestände keinen Nachweis.

Die bodenphysikalischen Eigenschaften des Sanddorn-Standortes (VF D), insbesondere die steinig-grobsandige Textur und das geringe Wasserspeichervermögen, werden durch mittlere Feuchtezahlen F von 2.4-2.8 (= trocken bis mässig feucht), Wechselfeuchtheitswerte w von 1/5-1/2 (= wechsellustig) und Dispersitätszahlen D von 3.2-3.5 (= intensiv durchlüftet) gut charakterisiert. Der geringe Humusgehalt (0.6-2.1% C<sub>org.</sub>) und die eher mageren Nährstoffverhältnisse (maximal 0.14 g N<sub>total</sub>/100 g Boden; 0.05 g P<sub>total</sub>/100 g; 1.05 mg PO<sub>4</sub>/100 g) im Hauptwurzelraum der VF D widerspiegeln sich ebenfalls in den pflanzenökologischen Zeigerwerten (Humuszahlen H von 2.2-2.9 = humusarm bis durchschnittlich humos; Nährstoffzahlen N von 2.2-2.4 = nährstoffarm).

### 3.1.5. Schwermetallbelastung des Untersuchungsgebietes

Die Schwermetallanalysen von Laubstreu aus den Grauerlen-VF A-C ergaben bei im Sommer gesammelten Proben für Blei Gehalte von 2.34-3.22 ppm, für Cadmium von 0.04-0.06 ppm, für Kupfer von 10.0-11.4 ppm und für Zink von 37.2-81.0 ppm (Tab. 12). Aufgrund der Akkumulation von Immissionsstoffen während der laufenden Vegetationsperiode weisen die herbstlichen Laubproben um 75-95% höhere Pb-, um 205-345% höhere Cd- und um 10-65% höhere Zn-Werte auf. Lediglich für Cu sind im Herbstlaub bis zu 50% geringere Konzentrationen festzustellen (Auswaschungseffekt durch Regen?). In der VF B tritt während beider Sammelperioden die höchste Belastung für alle analysierten Schwermetalle auf.

Die starke Streuung der Pb-, Cd-, Cu- und Zn-Werte in den Fk von *Hypholoma fasciculare*, *Psathyrella candolleana* und *Lepiota aspera* deutet darauf hin, dass die Schwermetallgehalte speziesabhängig sind und von der Ökophysiologie der Pilze bestimmt werden (FISCHER und HEIN 1990, KUUSI et al. 1981, MUTSCH et al. 1979). Die in den Pilz-Fk der VF analysierten durch-

**Tab. 12.** Schwermetallgehalte von im Sommer (S) und Herbst (H) gesammelter Laubstreu sowie von Pilz-Fk von *Hypholoma fasciculare*, *Psathyrella candolleana* (beide saprob-lignicol) und *Lepiota aspera* (saprob-terricol) aus den VF A-C (*Alnetum incanae*).

*Lead (Pb), cadmium (Cd), copper (Cu) and zinc (Zn) contents of leaf litter (S: summer, H: autumn) and of fungus fruitbodies of Hypholoma fasciculare, Psathyrella candolleana (both lignicolous) and Lepiota aspera (on litter) at research sites A-C (Alnetum incanae).*

x = Mittelwerte aus drei Messungen - *mean of three measurements*

(d) = Standardabweichungen - *standard deviations*; Nachweisgrenzen: Blei (Pb) = 0.016 µg/g, Cadmium (Cd) = 0.008 µg/g, Kupfer (Cu) = 0.04 µg/g, Zink (Zn) = 0.04 µg/g.

	Pb [µg/g]		Cd [µg/g]		Cu [µg/g]		Zn [µg/g]	
	x	(d)	x	(d)	x	(d)	x	(d)
Laubstreu (S, VF A)	2.34	(0.09)	0.041	(0.003)	10.0	(1.1)	37.2	(1.1)
Laubstreu (S, VF B)	3.22	(1.07)	0.057	(0.005)	11.4	(3.8)	81.0	(8.7)
Laubstreu (S, VF C)	2.34	(0.23)	0.037	(0.006)	10.6	(1.1)	49.3	(6.2)
Laubstreu (H, VF A)	4.25	(0.10)	0.183	(0.026)	5.3	(1.6)	61.1	(4.3)
Laubstreu (H, VF B)	6.32	(0.17)	0.183	(0.017)	7.3	(0.9)	89.9	(6.9)
Laubstreu (H, VF C)	4.10	(0.75)	0.113	(0.022)	5.5	(1.1)	59.4	(6.9)
<i>H. fasciculare</i> (VF A)	0.54	(0.09)	0.071	(0.018)	14.0	(2.2)	54.7	(7.6)
<i>P. candolleana</i> (VF A)	0.36	(0.04)	1.016	(0.030)	37.0	(4.2)	108.2	(6.4)
<i>L. aspera</i> (VF B)	1.49	(0.15)	0.251	(0.005)	55.3	(2.5)	76.6	(5.6)

schnittlichen Gehalte liegen für Cadmium und Kupfer deutlich über den in Laub nachweisbaren Konzentrationen, für Blei jedoch deutlich darunter. *H. fasciculare* (saprob-lignicol) weist bezüglich aller untersuchter Schwermetalle geringere Werte auf als *L. aspera* (saprob-terricol). Der Cd-Gehalt der Fk von *P. candolleana* (lignicol, aber auch terricol um liegendes Holz) ist mit 1.02 ppm wesentlich höher als derjenige von Laubstreu.

Ein Vergleich der eigenen Resultate mit Werten aus ländlichen und städtischen Gebieten in der Schweiz und in Europa (Tab. 13) zeigt, dass das Untersuchungsgebiet einer eher geringen Blei- und Cadmiumbelastung ausgesetzt ist, dass jedoch für Kupfer und insbesondere für Zink erhöhte Werte festzustellen sind. Als wichtigste Emissionsquellen für die via Luft in den Boden eingetragenen Schadstoffe Cu und Zn gelten chemische Industrie, Kehr- und Sonderabfallverbrennungsanlagen, Stahlwerke und Strassenverkehr (WEGELIN 1989). In der Umgebung der VF dürften hauptsächlich die Industriezonen im Churer Rheintal und die stark befahrene Nord-Süd-Transitachse der Nationalstrasse N13 eine erhöhte Luftverschmutzung verursachen (THÖNI et al. 1990).

Makromyceten reichern selektiv Schwermetalle in ihren Fk an. Speziell die Fähigkeit einiger Pilzarten, Cadmium bis weit über die im Boden vorliegenden Konzentrationen zu akkumulieren, lässt gesundheitliche Bedenken betreffend des regelmässigen Verzehrs von Speisepilzen aufkommen (FISCHER und HEIN 1990, IRLET und RIEDER 1985, SEEGER 1978). Schwermetallanreicherungen sind in Tab. 13 für *P. candolleana* bezüglich Cadmium (Fk 1.02-2.20 ppm vs. Boden 0.27-0.38 ppm) und Zink (Fk 108.2 ppm vs. Boden 51.9-81.4 ppm) sowie für *L. aspera* bezüglich Kupfer (Fk 55.3 ppm vs. Boden 13.2-33.6 ppm) zu beobachten.

**Tab. 13.** Vergleich der Schwermetallbelastung des Untersuchungsgebietes (Rhäzünser Rheinauen, GR, Schweiz) mit Literaturwerten und mit Analysen des Anorganisch-Chemischen Institutes der Universität Zürich (ACI).

*Comparison of heavy metal pollution in the research area (Rhäzünser Rheinauen, GR, Switzerland) with literature data and with measurements of the Inorganic-Chemical Institute of the University of Zurich (ACI).*

Herkunft der Proben aus Mitteleuropa und Skandinavien - *origin of analysed material from Central Europe and Scandinavia*: l = ländlich - rural, s = städtisch - urban.

Material	Herkunft	Pb	Cd	Cu	Zn	Literatur
		[µg/g]				
<b>Laubstreu:</b>						
<i>Alnus</i> (Sommerproben)	GR, Schweiz: l	2.6	0.05	10.7	55.8	-
<i>Alnus</i> (Herbstproben)	GR, Schweiz: l	4.9	0.16	6.0	70.1	-
<i>Quercus</i>	GE, Schweiz: l	2.3	0.07	8.0	21.8	KELLER (1988)
<i>Fagus</i>	ZH, Schweiz: l	5.2	0.27	6.4	27.7	ACI
<i>Fagus</i>	ZH, Schweiz: s	7.4	0.25	7.3	38.0	ACI
<i>Fagus</i>	ZH, Schweiz: s	9.7	0.47	5.6	34.8	ACI
<b>Pilz-Fk:</b>						
<i>Hypholoma fasciculare</i>	GR, Schweiz: l	0.5	0.07	14.0	54.7	-
<i>H. fasciculare</i>	Deutschland: l	-	0.50	-	-	SEEGER (1978)
<i>H. fasciculare</i>	Österreich: l	-	-	41.0	76.0	MUTSCH et al.(1979)
<i>Strophariaceae</i>	Deutschland: l	11.2	-	-	-	SEEGER et al. (1976)
<i>Psathyrella candolleana</i>	GR, Schweiz: l	0.4	1.02	37.0	108.2	-
<i>P. candolleana</i>	Deutschland: l	-	1.50	-	-	SEEGER (1978)
<i>P. candolleana</i>	Finnland: s	8.3	2.20	-	-	KUUSI et al. (1981)
<i>Coprinaceae</i>	Deutschland: l	8.5	-	-	-	SEEGER et al. (1976)
<i>Lepiota aspera</i>	GR, Schweiz: l	1.5	0.25	55.3	76.6	-
<i>L. aspera</i>	Deutschland: l	-	0.40	-	-	SEEGER (1978)
<i>Agaricaceae</i>	Deutschland: l	11.5	-	-	-	SEEGER et al. (1976)
<b>Boden:</b>						
Wald	ZH, Schweiz: l	33.0	0.27	13.2	51.9	WEGELIN (1989)
Landwirtschaft	ZH, Schweiz: l	29.5	0.36	24.6	62.1	WEGELIN (1989)
Siedlung	ZH, Schweiz: s	48.0	0.38	33.6	81.4	WEGELIN (1989)

Auswirkungen von Luftschadstoffen (Immissionen) und Schwermetalleintrag auf Phanerogamen- und Makromycetenflora sind gesamteuropäisch nachweisbar; die Beurteilung der Grössenordnung dieses Einflusses ist jedoch problematisch (ARNOLDS 1988a, HORAK und RÖLLIN 1988, KUHN und AMIET 1988b, RÜCKER et al. 1990).

## 3.2. MYKOFLORESTISCH - SOZIOLOGISCHE RESULTATE (MAKROMYCETES)

### 3.2.1. Verwendete Bestimmungsliteratur

Die nachfolgende Auflistung von mykologischer Spezialliteratur soll keine vollständige Darstellung der neueren, taxonomischen Literatur zu den betreffenden Gattungen sein, sondern lediglich zeigen, auf welchen Arbeiten die Bestimmung der Pilzarten aus den VF A-D (Tab. 14) basiert:

#### Basidiomycetes:

- Agaricales, Boletales, Russulales:** BRESADOLA (1927-1933), FAVRE (1948, 1960), KONRAD und MAUBLANC (1924-1937), KÜHNER und ROMAGNESI (1953, 1977), LANGE (1935-1940), MOSER (1983), ORTON (1960).
- Agrocybe:* WATLING (1982).  
*Bolbitius:* WATLING (1982).  
*Chroogomphus:* WATLING (1970).  
*Clitocybe:* HARMAJA (1969).  
*Clitopilus:* WATLING und GREGORY (1989).  
*Collybia:* VILGALYS und MILLER (1983).  
*Conocybe:* KÜHNER (1935), WATLING (1982), ZSCHIESCHANG (1987).  
*Coprinus:* ENDERLE und BENDER (1990), ENDERLE und MORENO (1985), ENDERLE et al. (1986), KRIEGLSTEINER et al. (1982), LANCONELLI und LANZONI (1988), LANGE (1952), LANGE und SMITH (1953), ORTON und WATLING (1979), ULJE und BAS (1988, 1991).
- Cortinarius:* BRANDRUD et al. (1990).  
*Crepidotus:* PILAT (1948), NORDSTEIN (1990), WATLING und GREGORY (1989).  
*Cystolepiota:* BON (1981), CANDUSSO und LANZONI (1990).  
*Entoloma:* NOORDELOOS (1979, 1980, 1987), NOORDELOOS und HAUSKNECHT (1989).
- Flammulaster:* ROMAGNESI (1943).  
*Flammulina:* BAS (1983), LAMOURE (1989).  
*Galerina:* KÜHNER (1935).  
*Hemimycena:* KÜHNER (1938), KÜHNER und VALLA (1972).  
*Hypholoma:* WATLING und GREGORY (1987).  
*Inocybe:* ENDERLE und STANGL (1981), KUYPER (1986), STANGL (1971, 1979, 1989), STANGL und VESELSKY (1976).  
*Lactarius:* NEUHOFF (1956).

- Lepiota*: BON (1981), CANDUSSO und LANZONI (1990), KNUDSEN (1980), KÜHNER (1936).
- Leucopaxillus*: MOSER (1963a).
- Marasmiellus*: SINGER (1973).
- Marasmius*: CLEMENÇON (1982a), FAVRE (1952).
- Melanoleuca*: BRESINSKY und STANGL (1977), METROD (1948).
- Melanophyllum*: BON (1981), CANDUSSO und LANZONI (1990).
- Mycena*: FAVRE (1957), KÜHNER (1938), MAAS GEESTERANUS (1979, 1980a, 1980b, 1984, 1985, 1986, 1987), MAAS GEESTERANUS und SCHWÖBEL (1987), ROBICH (1989).
- Naucoria*: REID (1984).
- Omphalina*: CLEMENÇON (1982b), LAMOURE (1975), ROMAGNESI (1952).
- Panaeolus*: WATLING und GREGORY (1987).
- Paxillus*: SZCZEPKA (1987), WATLING (1970), WATLING und GREGORY (1989).
- Pholiota*: STANGL (1980).
- Pholiotina*: KITS VAN WAVEREN (1970), KÜHNER (1935), LANZONI (1988), WATLING (1971, 1982), ZSCHIESCHANG (1987).
- Pluteus*: ENDERLE (1986), ORTON (1986).
- Psathyrella*: EINHELLINGER (1987), ENDERLE (1987), HORAK und GRIESSER (1987), KITS VAN WAVEREN (1985), ROMAGNESI (1975), SMITH (1972).
- Psilocybe*: ORTON (1969), WATLING und GREGORY (1987).
- Rhodocybe*: HORAK und GRIESSER (1987).
- Simocybe*: REID (1984), ROMAGNESI (1962), WATLING und GREGORY (1989).
- Strobilurus*: FAVRE (1939).
- Stropharia*: KREISEL (1979), WATLING und GREGORY (1987).
- Suillus*: ALESSIO (1985), SINGER (1965), WATLING (1970).
- Tricholoma*: BON (1984), RIVA (1988).
- Tubaria*: ROMAGNESI (1940, 1943).
- Volvariella*: ORTON (1986), SHAFFER (1957).
- Aphylophorales**: BREITENBACH und KRÄNZLIN (1986), JÜLICH (1984).
- Corticaceae**: ERIKSSON und RYVARDEN (1973-1988).
- Polyporaceae**: GILBERTSON und RYVARDEN (1986-1987), JAHN (1963), RYVARDEN (1976-1978).
- Antrodia*: JAHN (1983).
- Coniophora*: GINNS (1982).
- Ganoderma*: STEYAERT (1967).
- Lentaria*: CORNER (1950, 1970).
- Lentinellus*: WATLING und GREGORY (1989).
- Lentinus*: WATLING und GREGORY (1989).
- Macrotypophula*: BERTHIER (1976), CORNER (1950).
- Phellinus*: LARSEN und COBB-POULLE (1990), NIEMELÄ (1975).
- Plicaturopsis*: WATLING und GREGORY (1989).
- Ramaria*: CORNER (1950).
- Schizophyllum*: WATLING und GREGORY (1989).
- Steccherinum*: GROSSE-BRAUCKMANN (1986), LINDSEY und GILBERTSON (1977), SALIBA und DAVID (1988).
- Typhula*: BERTHIER (1976).
- Heterobasidiomycetes, Gasteromycetes**: BREITENBACH und KRÄNZLIN (1986), DEMOULIN (1969), GROSS et al. (1980), JÜLICH (1984).
- Bovista*: KREISEL (1967).
- Dacrymyces*: REID (1974).

<b>Ascomycetes:</b>	BREITENBACH und KRÄNZLIN (1981), DENNIS (1978), MOSER (1963b).
<b>Discomycetes:</b>	DENNIS (1956), KORF (1973), SEAVER (1928, 1942, 1951).
<i>Ascocoryne:</i>	CHRISTIANSEN (1962).
<i>Daldinia:</i>	PETRINI und MÜLLER (1986).
<i>Helvella:</i>	DISSING (1966), HÄFFNER (1987).
<i>Humaria:</i>	SVRCEK (1948).
<i>Hypoxylon:</i>	PETRINI und MÜLLER (1986).
<i>Leptopodia:</i>	DISSING (1966), HÄFFNER (1987).
<i>Paxina:</i>	DISSING (1966), HÄFFNER (1987).
<i>Rutstroemia:</i>	WHITE (1941).
<i>Scutellinia:</i>	LE GAL (1966), SVRCEK (1971).
<i>Sepultaria:</i>	SVRCEK (1948).
<i>Tapesia:</i>	AEBI (1972).
<i>Tarzetta:</i>	PANT und TEWARI (1970).
<b>Myxomycetes:</b>	MARTIN und ALEXOPOULOS (1969), MARTIN et al. (1983).

### 3.2.2. Grosspilzflora der Rhäzünser Rheinauen

#### 3.2.2.1. Liste der Pilzarten aus den Versuchsflächen A-D (Tab. 14, 15)

Auf den 3000 m<sup>2</sup> Untersuchungsfläche in den Rhäzünser Rheinauen wurden insgesamt 303 Pilzarten gefunden. Davon sind 265 (87.5%) Basidiomyceten und 37 (12%) Ascomyceten. In der Klasse der Basidiomycetes sind die Ordnungen Boletales mit 4 und Russulales mit 2 Arten auffällig schwach vertreten. Bei der 191 Arten umfassenden Ordnung der Agaricales dominiert die Familie der *Tricholomataceae* mit 19 Gattungen und 66 Arten. Die Gattung *Mycena* ist mit 22 Taxa am artenreichsten.

Die Gruppe der Nichtblätterpilze tritt mit den Ordnungen Aphyllophorales (53 spp.), Tremellales (6), Auriculariales (1) und Dacrymycetales (1), Lycoperdales (3), Nidulariales (3) und Phallales (1) in den VF auf. Die nicht speziell gesuchten Ascomyceten-Taxa verteilen sich auf die Ordnungen Pezizales (14 spp.), Helotiales (13), Sphaeriales (9) und Clavicipitales (1).

Zahlreiche Pilztaxa traten in den VF nur vereinzelt auf. 75 Arten (25%) sind mit einem einzigen Fund während der gesamten Untersuchungszeit belegt. 104 Arten (34.5%) konnten nur in einer der drei Vegetationsperioden beobachtet werden. Selten entwickelte eine Pilzart ein Massenvorkommen. Mehr als 1000 Fk pro Jahr wurden für *Bisporella citrina*, *Clitocybe candicans*, *Coprinus disseminatus*, *C. domesticus*, *Naucoria luteolofibrillosa*, *Tarzetta cupularis* und *Tubaria conspersa* gezählt. Die grösste Produktivität weist *Clitocybe candicans* auf, die im Jahr 1986 mit 4708 Fk registriert wurde.

**Tab. 14** (S. 71-98). Auflistung der Pilzarten aus den VF A-C (*Alnetum incanae*) und VF D (*Hippophao-Berberidetum*) mit Fundangaben [Nomenklatur und Systematik nach BREITENBACH und KRÄNZLIN (1981), JÜLICH (1984), MOSER (1983) und Spezialliteratur (Kap. 3.2.1)].

*List of fungi on research sites A-C and D with data of records (for literature see chapter 3.2.1).*

**linker Tabellenteil - left part of table:**

Gattung, Art, Autoren, Nummer der Standardkollektion -

*genus, species, authors, number of standard collection*

aff.: affinis; unsichere Artbestimmung - *determination of species uncertain.*

Ökologie (Substrat, Wuchsform) - *ecology (substrate, habit)*

organisches Substrat ohne nähere Angaben: abgestorben und auf der Bodenoberfläche liegend; Angaben in Klammern: Substrat oder Wuchsform selten beobachtet -

*organic substrate without specifications: dead and lying on the ground; data in parenthesis: rarely encountered substrate or habit.*

Myk.: Ektomykorrhiza-Symbiont - *ectomycorrhizal symbiont*

e = einzeln; Fk isoliert - *single; fruitbody isolated*

g = gesellig; zwei oder mehr Fk beieinander stehend - *gregarious; two or more fruitbodies close together*

r = rasig; 50 oder mehr Fk gedrängt stehend - *cespitose; 50 or more densely crowded fruitbodies*

b = büschelig; Stiele der Fk basal verwachsen - *fasciculate; stems of fruitbodies connected at base*

d = dachziegelartig; effuso-reflexe bzw. pileate Fk reihenweise verwachsen - *imbricate; semipileate or pileate fruitbodies arranged in rows.*

**rechter Tabellenteil - right part of table:**

Periodizität - *periodicity*

Fruktifikationsperioden pro VF und Jahr - *periods of fructification for each site and year.*

Produktivität - *productivity*

Σ Fk: totale jährliche Summe der in allen VF gefundenen Fk; bei sporadisch auftretenden Arten ist zusätzlich die Zahl der Pilzfunde in Klammern angegeben [1 Pilzfund = 1 Nachweis einer Pilzart pro VF und Exkursion] -

*total yearly sum of found fruitbodies in all sites; concerning sporadically fruiting species, the actual number of records is also noted in parenthesis [1 finding = 1 record of species per site and excursion].*

Tab. 14

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
<b>BASIDIOMYCETES</b>						
<b>Agaricales, Boletales, Russulales</b>						
1. <i>Agrocybe gibberosa</i> (Fr.) Fay. .... Sandboden; e	- 17825 1988			5		1
2. <i>Agrocybe praecox</i> (Pers.:Fr.) Fay. .... morsches Holz, Laub; g	- 17093 1987		5			2[1]
3. <i>Agrocybe semiorbicularis</i> (Bull.:Fr.) Fay. .... Streu; g	- 17152 1987				6	4[1]
4. <i>Armillariella mellea</i> (Vahl. in Fl.Dan.:Fr.) Karst. s.l. Laubholzast; g	- 19789 1986			9		2[1]
5. <i>Bolbitius reticulatus</i> (Pers.:Fr.) Rick. .... morsches Holz; e	- 17901 1988		7			1
6. <i>Chroogomphus rutilus</i> (Schff.:Fr.) O.K.Miller .... Sandboden, Myk. <i>Pinus</i> ; e, g, b	- 17300 1987				8-10	4[3]
7. <i>Clitocybe alnetorum</i> Favre ..... Laub, Sandboden (Zweige); e, g (b)	- 19518 1986	6,8,9	6-8	7-9		124
	1987		7,8	7,9-11		26[8]
8. <i>Clitocybe candicans</i> (Pers.:Fr.) Kummer ..... Laub, Sandboden (Zweige); e, g (b)	- 19596 1986	6-10	6-10	7-11	8-10	4708
	1987	6-10	6-11	6-12	6-11	831
	1988		6,9	7,8,10	7,9-11	54
9. <i>Clitocybe elegantula</i> Favre ..... Laub; e, g (b)	- 18035 1986		7			1
	1987		7-10			102
	1988		6,7, 9-11			38[9]
10. <i>Clitocybe fragrans</i> (Sow.:Fr.) Kummer ..... Laub, Zweige; e, g	- 19674 1986	8	8	8,10		11[5]
11. <i>Clitocybe gibba</i> (Pers.:Fr.) Kummer s.l. .... Streu; e	- 17252 1987				8	1

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
12. <i>Clitocybe lignatilis</i> (Pers.:Fr.) Karst. .... Laubholzast; e	1987			8,9		2[2]
13. <i>Clitocybe pseudoobbata</i> (Lge.) .... Laub, Sandboden (Zweige); e, g (b)	1986	7-9,11	9	7-11	8-11	110
	1987	11	7	6-11	8,9, 11,12	48
	1988				10	1
14. <i>Clitocybe sinopica</i> (Fr.:Fr.) Kummer .... Sandboden; e	1986				8	1
15. <i>Clitocybe</i> sp. Nr. 19729 Laub; g (e)	1986				9	8[2]
	1987				6-9	86
	1988				6,7	40[4]
16. <i>Clitopilus hobsonii</i> (Bk. & Br.) P.D.Orton .... Laubholzäste, -stämme ( <i>Alnus</i> ); g (b)	1987			8,9		35[3]
	1988	9,10	10,11			15[5]
17. <i>Collybia cirrhata</i> (Schum.:Fr.) Kummer .... faulender Blätterpilz, Sandboden; e	1986			10		2[1]
18. <i>Collybia cookei</i> (Bres.) J.D.Arnold .... Laub; e, g	1986	10		10		8[2]
19. <i>Collybia dryophila</i> (Bull.:Fr.) Kummer .... Laub (morsches Holz); e, g (b)	1986		7-9			23[5]
	1987		5,7,8, 10		5-8	109
	1988		5,9		5-8	78[8]
20. <i>Collybia impudica</i> (Fr.) Sing. .... Laub (Zweige); e, g	1987				7-9	7[3]
	1988				8	2[1]
21. <i>Collybia</i> sp. Nr. 17516 Laub, Sandboden; g	1987		7,9			4[2]
22. <i>Conocybe dumetorum</i> (Vel.) Svrcek .... Sandboden; e (g)	1987		9,10	11		6[3]
	1988	8	10	8,10		5[4]
23. <i>Conocybe kuehneriana</i> Sing. .... Sandboden; e	1988	5		6,7,10		7[6]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
24. <i>Conocybe</i> - 17483 <i>mesospora</i> (Kühn. ex) Kühn. & Watl. Sandboden; e (g)	1987 1988		10	9-11 6,8-11		12[6] 16[8]
25. <i>Conocybe</i> - 17459 <i>pilosella</i> (Pers.:Fr.) Kühn. .... Sandboden; e, g	1987 1988			9 7		3[1] 1
26. <i>Conocybe</i> - 17534 <i>pseudopilosella</i> (Kühn.ex)Kühn.&Watl. Sandboden; e, g	1986 1987 1988	7 10 6,7		9,10 8-10	10	1 13[8] 18[7]
27. <i>Conocybe</i> - 17550 <i>rickeniana</i> P.D.Orton ..... Sandboden; e, g	1987 1988	10 11		6-10		2[1] 33[9]
28. <i>Conocybe</i> - 17399 <i>semiglobata</i> (Kühn. ex) Kühn. & Watl. Sandboden, zw. Gräsern; e (g)	1986 1987 1988			5,9,10 5,7-9	7 5-10 5,6, 8-10	1 30 10[9]
29. <i>Conocybe</i> - 19826 <i>sienophylla</i> (Bk. & Br.) Sing. .... Sandboden; e	1986 1988			10 6-8,10	7	1 11[8]
30. <i>Conocybe</i> - 17556 <i>sordida</i> (Kühn. ex) Kühn. & Watl. .... Sandboden; e	1987 1988	10	11	10		2[1] 8[4]
31. <i>Conocybe</i> - 19765 <i>subovalis</i> (Kühn. ex) Kühn. & Watl. .. Sandboden; e (g)	1986 1987 1988			9 9-11 6,7,10		1 6[3] 11[5]
32. <i>Conocybe</i> - 17354 <i>tenera</i> (Schff.:Fr.) Fay. .... Sandboden; e	1987	8				1
33. <i>Conocybe</i> sp. Nr. 19572 (ZT 3175) Sandboden; e, g	1986 1987 1988	8,9 8-10 7,8		7-9 7-11 5-10	7-9 10	319 156 157
34. <i>Coprinus</i> - 19709 <i>atramentarius</i> (Bull.:Fr.) Fr. .... Sandboden (am Grund toter Stämme von <i>Salix</i> ); e, g, b	1986 1987 1988	9 6,10 6,9	9	8-10 6-11 5-7, 9-11		89 84 51
35. <i>Coprinus</i> - 17796 <i>auricomus</i> Pat. .... Sandboden; e, g	1988			5-8		6[4]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
36. <i>Coprinus</i> - 17277 <i>callinus</i> M.Lge. & A.H.Smith .....	1987		10	8,10		21[4]
Sandboden (Holz, Laub); e, g (b)	1988		8,9	6,9,10		7[5]
37. <i>Coprinus</i> - 17562 <i>cortinatus</i> Lge. ....	1986			10		1
Sandboden (morsches Holz); e, g	1987	9-11	8	8-11		35
	1988	6,8-10		5-10		127
38. <i>Coprinus</i> - 19614 <i>disseminatus</i> (Pers.:Fr.) S.F.Gray .....	1986	8	7-9	7,8		>300
an und um Laubholzäste, über vergrabenem Holz, am Grund toter Stämme von <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> ; r	1987	6,8-10	6-10	5,7		>700
	1988	5-10	6-8,10	6,8-10		>800
39. <i>Coprinus</i> - 19553 <i>domesticus</i> (Bolt.:Fr.) S.F.Gray .....	1986	7-10	6-10	7-9		279
an und um Laubholz, Sandboden; e, g	1987	4-11	5-10	5-11		1475
	1988	4-11	4-11	4-11	7	1886
40. <i>Coprinus</i> - 17039 <i>ellisii</i> P.D.Orton .....	1987		5			2[1]
Sandboden; e						
41. <i>Coprinus</i> - 17784 <i>kuehneri</i> Uljé & Bas .....	1987	8		9,10		5[3]
Laubholz, Sandboden; e, g (b)	1988			5,6,9,10		107
42. <i>Coprinus</i> - 17926 <i>lagopus</i> (Fr.) Fr. ....	1987	10				2[2]
morsches Holz, Sandboden; e (g)	1988		4	6-10		13[9]
43. <i>Coprinus</i> - 19653 <i>leiocephalus</i> P.D.Orton .....	1986	7-9		8,9		12[6]
Sandboden (Laubholzäste); e, g	1987	7-10		5,7-11		36
	1988	5		5-10		71
44. <i>Coprinus</i> - 17352 <i>patouillardii</i> Quéél. ap. Pat. ....	1987		8	8,9		7[3]
Laub (morsches Holz); e, g	1988	7	7			2[2]
45. <i>Coprinus</i> - 17334 <i>phaeosporus</i> non Karst. ss. auct. pl. ...	1986		8			2[2]
Grasstreu, Laubholzzweige (Streu von <i>Clematis</i> , <i>Rubus</i> ); e (g)	1987	6,8,9		7		6[5]
	1988		8	5,6		7[5]
46. <i>Coprinus</i> - 17417 <i>plicatilis</i> (Curt.:Fr.) Fr. ....	1987			9		3[1]
Sandboden; e, g	1988		10	9,10		6[4]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
47. <i>Coprinus stercoreus</i> Fr. .... Laub; e	- 17294 1987		8			1
48. <i>Coprinus xanthothrix</i> Romagn. .... Sandboden (morsches Holz,Streu); e (g)	- 17943 1987 1988			9 9	7 8-10	2[2] 10[4]
49. <i>Cortinarius (Tel.) pulchripes</i> Favre .... Sandboden, zw. Gräsern, Myk. <i>Salix</i> ( <i>Alnus, Betula</i> ); g (e, b)	- 17677 1986 1987 1988		10	11 11	11 6, 10-12	7[1] 192 15[1]
50. <i>Cortinarius (Ser.) urbicus</i> Fr. .... Sandboden, Myk. <i>Salix</i> ; e, g, b	- 19828 1986 1988				9,10 10	8[3] 1
51. <i>Cortinarius (Tel.)</i> sp. Nr. 17631 Sandboden zw. Gräsern, Myk.; e, g .....	1987				10,11	10[2]
52. <i>Crepidotus epibryus</i> (Fr.) Quéf. .... Laubholzäste (Zweige von <i>Clematis</i> ); g, b (r)	- 17242 1986 1987 1988	10 7-9 6,9-11	9,10			3[1] >150 76[8]
53. <i>Crepidotus sphaerosporus</i> (Pat.) Lge. .... liegende und hängende Äste von <i>Alnus, Salix</i> ; g, r, b (e)	- 19673 1986 1987 1988	8 6-12 7,9-11	8-11 6-8, 11,12 6-12	8 7-9,11 6-12		>400 >500 >400
54. <i>Crepidotus subsphaerosporus</i> (Lge.) Kühn. & R. Laubholzäste (Zweige von <i>Rubus,</i> <i>Sambucus</i> ); g, b (r)	- 17236 1987 1988		7,9 5,9,10			>60 55[4]
55. <i>Crepidotus subverrucisporus</i> Pil. .... Laubholzäste, Zweige von <i>Clematis,</i> <i>Rubus</i> , am Grund lebender Stämme von <i>Salix</i> ; g, r, b	- 17234 1986 1987 1988	8 7,9 7,9	7-9 5-10	8,9	9	14[1] >300 >300
56. <i>Cystolepiota sistrata</i> (Fr.) Sing. .... Sandboden; e, g	- 19590 1986 1987 1988	8-10 8-10 6,7	7-10 6-11 5-11	8,9	9	466 378 93
57. <i>Entoloma clandestinum</i> (Fr.:Fr.) Noordel. .... Sandboden (Laub,morsches Holz); e (g)	- 19683 1986 1987 1988	8,9 10 7	9	7-9 7,11	8	25 3[3] 1

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
58. <i>Entoloma</i> - 19710 <i>pleopodium</i> (Bull. ex D.C.:Fr.) Noordel. Sandboden (morsches Holz); e, g	1986 1987 1988	8,9 6,8-12 5,6,10		9,10 8-11 6,9,10		30[8] 254 14[9]
59. <i>Entoloma</i> - 17067 <i>sericeoides</i> (Lge.) Noordel. .... Sandboden (Nadelschwemmholz, Streu); e (g)	1987 1988	5,6 5	5,6 5	5 10	5	16[8] 11[7]
60. <i>Entoloma</i> - 17468 <i>strigosissimum</i> (Rea) Noordel. .... Sandboden; e	1987			9		1
61. <i>Entoloma</i> ( <i>Leptonia</i> ) sp. Nr. 17838 Sandboden; e (g) .....	1986 1987 1988			9 9-11 5-7, 9,10		3[3] 7[4] 19[9]
62. <i>Flammulaster</i> - 18064 <i>carpophilus</i> (Fr.) Earle .....	1988				10-12	16[5]
63. <i>Flammulina</i> - 19744 <i>fennae</i> Bas .....	1986 1987 1988			7,9,10		18[5] 17[2] 26[4]
Sandboden um morsches Holz, über vergrabenem Holz (am Grund toter Stämme von <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> ); g, b (e)		10,11 11,12	10	9		
64. <i>Flammulina</i> - 17682 <i>velutipes</i> (Curt.:Fr.) Sing. .... am Grund toter Stämme von <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> (Sandboden um Laubholz); g, b	1987 1988	11,12 3	11,12 1,11, 12	11 10-12		52[7] 80[7]
65. <i>Galerina</i> - 19877 <i>laevis</i> (Pers.) Sing. .... Sandboden; e	1986				10	1
66. <i>Galerina</i> - 19818 <i>marginata</i> (Fr.) Kühn. .... bemoostes Nadelschwemmholz; g	1986 1987 1988	9,10 10,11 9,11				13[3] 4[2] 11[2]
67. <i>Gymnopilus</i> - 17656 <i>hybridus</i> (Fr.:Fr.) Sing. .... Nadelschwemmholz; g, b (e)	1986 1987 1988	9,10 10,11 10,11	10			26[5] 57[4] 22[2]
68. <i>Hebeloma</i> - 19771 <i>leucosarx</i> P.D.Orton .....	1986 1987 1988				9 8,9 9	11[1] 13[3] 2[1]
Sandboden, Myk. <i>Salix</i> ( <i>Betula</i> , <i>Pinus</i> ?); g (e)						

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
69. <i>Hebeloma mesophaeum</i> (Pers.:Fr.) Quél. .... Sandboden, Myk. <i>Picea, Pinus</i> ; e, g	1987				5,9	4[2]
70. <i>Hemimycena crispata</i> (Kühn.) Sing. .... Laub, morsches Holz, Zweige, zw. Moosen am Grund lebender Stämme von <i>Salix</i> ; e, g	1986 1987 1988		11 7-10 7-11			2[1] 34 82
71. <i>Hemimycena crispula</i> (Quél.) Sing. .... Laubholz Zweige, Streu; e, g	1987 1988	8	8	9		20[1] 4[2]
72. <i>Hemimycena cucullata</i> (Pers.:Fr.) Sing. .... Laub, morsches Holz; e, g	1987 1988	8	8,9,11		9	5[4] 16[1]
73. <i>Hemimycena (Mycena) pseudocrispata</i> Valla .... Laub; g	1988		10			2[1]
74. <i>Hemimycena pseudogracilis</i> (Kühn.) Sing. .... Laub, morsches Holz; e, g	1987 1988	9	6,7,9		8,9	5[3] 4[3]
75. <i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.:Fr.) Kummer .... Laubholzäste, Nadelchwemholz; g, b (r)	1986 1987 1988	9,10 6-8, 11,12 5,9		9 5,7 10		385 129 185
76. <i>Inocybe albomarginata</i> Vel. .... Sandboden, Myk. Laubbäume; e	1987		8			1
77. <i>Inocybe bongardii</i> (Weinm.) Quél. .... Boden, Myk. Laub- / Nadelbäume; e, g	1987				6,11	8[2]
78. <i>Inocybe decipiens</i> Bres. .... Boden, Myk. Laub- / Nadelbäume; e, g	1986 1987 1988				8,9 7-9 6,7	5[3] 13[6] 4[2]
79. <i>Inocybe dulcamara</i> (A. & S.:Pers.) Kummer ... Boden, Myk. Laub- / Nadelbäume; g (e, b)	1986 1987 1988				7-9 5,6, 8-11 5,6,9, 10	202 268 102

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
80. <i>Inocybe</i> - 17223 <i>flocculosa</i> (Bk.) Sacc. var. <i>flocculosa</i> Boden, Myk. Laub- / Nadelbäume; e	1987				7	1
81. <i>Inocybe</i> - 17235 <i>furfurea</i> Kühn. var. <i>furfurea</i> ..... Sandboden, Myk. Laubbäume; g	1987		7			2[1]
82. <i>Inocybe</i> - 17247 <i>fuscomarginata</i> Kühn. .... Boden, Myk. Laub- / Nadelbäume; e, g	1987 1988				8,9 5	10[3] 1
83. <i>Inocybe</i> - 17363 <i>hirtella</i> Bres. var. <i>hirtella</i> ..... Sandboden, Myk. Laubbäume; e, g	1986 1987 1988		9 8,9		8 6-8 6,7	7[2] 27[6] 2[2]
84. <i>Inocybe</i> - 19726 <i>muricellata</i> Bres. .... Boden; Myk. Laub- / Nadelbäume; e, g	1986 1987 1988				8,9 6 7	8[3] 2[1] 1
85. <i>Inocybe</i> - 17888 <i>nitidiuscula</i> (Britz.) Sacc. .... Boden, Myk. Laub- / Nadelbäume; e	1988	7				1
86. <i>Inocybe</i> - 17073 <i>obscurobadia</i> (Favre) Grund & Stuntz Boden, Myk. Laub- / Nadelbäume; e	1987	5			8	3[3]
87. <i>Inocybe</i> - 17842 <i>ochracea</i> Stangl ..... Sandboden, Myk. <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> ; e (g)	1986 1987 1988	7 7,8,11			6-8,11 6,7,9	1 7[7] 12[6]
88. <i>Inocybe</i> - 17168 <i>pelargonium</i> Kühn. .... Boden, Myk. Laub- / Nadelbäume; e, g	1987 1988	6	6-9 5,7			19[9] 2[2]
89. <i>Inocybe</i> - 17364 <i>splendens</i> Heim var. <i>splendens</i> ..... Sandboden, Myk. Laubbäume; e, g	1986 1987 1988	9	9 8-10 7,9,10	7,9,10 7		32 36[5] 3[3]
90. <i>Inocybe</i> sp. Nr. 19725 Sandboden, Myk.; e	1986				9	1
91. <i>Kuehneromyces</i> - 19718 <i>mutabilis</i> (Schff.:Fr.) Sing. & A.H. Smith Nadelschwemmholz (Laubholzäste); g, b (r)	1986 1987 1988	6-10 5-8, 10,11 5,6,8,9 11,12	9 6,7	8,9 6,7,9 6,7,9, 10		565 539 568

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
92. <i>Lactarius pubescens</i> Fr. ....	1986				9	17[3]
Sandboden, Myk. <i>Betula</i> ; e, g	1987				8-10	6[5]
93. <i>Lactarius semisanguifluus</i> Heim & Lecl. ....	1986				9	2[1]
Sandboden, Myk. <i>Pinus</i> ; g						
94. <i>Lepiota aspera</i> (Pers.:Fr.) Quél. ....	1986		9			3[2]
Sandboden, Streu; e, g	1987		8-10			7[4]
	1988		9			13[1]
95. <i>Lepiota cristata</i> (A. & S.:Fr.) Kummer ....	1986			7-9		220
Sandboden; e, g	1988			9		1
96. <i>Lepiota aff. lilacea</i> Bres. ....	1986		8,9	8-10		134
Sandboden, Streu; e, g	1987		7,8,10			20[5]
	1988			7		1
97. <i>Lepista glaucocana</i> (Bres.) Sing. ....	1986		9	8,9		10[4]
Laub; e, g	1987	6,11	6-8, 10,11			20[9]
	1988	6,10	5,6,9			15[7]
98. <i>Leucopaxillus mirabilis</i> (Bres.) Mos. ....	1988			10		2[1]
Sandboden; g						
99. <i>Marasmiellus vaillantii</i> (Pers.:Fr.) Sing. ....	1986		8			10[1]
Laubholzweige; g (e)	1987		8,9			7[3]
100. <i>Marasmius androsaceus</i> (L.:Fr.) Fr. ....	1986				11	13[1]
Nadelstreu von <i>Pinus</i> , Zweige; g	1987				9	6[1]
	1988				7	3[1]
101. <i>Marasmius epiphyllus</i> (Pers.:Fr.) Fr. ....	1988	11				1
morsches Holz; e						
102. <i>Marasmius limosus</i> Boud. & Quél. ....	1986		10			3[1]
Grasstreu; g						
103. <i>Marasmius lupuletorum</i> (Weinm.) Fr. ....	1986		9			4[2]
Laub; e, g	1987		8-10			44[6]
	1988		8-10			16[5]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
104. <i>Marasmius rotula</i> (Scop.:Fr.) Fr. .... Streu; e	1988	6				1
105. <i>Megacollybia platyphylla</i> (Pers.:Fr.) Kotl. & Pouz. an und um morsches Holz; e, g, b	1986 1988	8 8				1 3[1]
106. <i>Melanoleuca arcuata</i> (Fr.) Sing. ss. Mos. .... Sandboden (Streu); e (g)	1986 1987 1988	9,10 11		7,9 7,9,10 11	10	6[4] 16[7] 1
107. <i>Melanoleuca brevipes</i> (Bull.:Fr.) Pat. agg. .... Sandboden (Streu); e, g	1986 1987	9		9,10 9		89[5] 5[3]
108. <i>Melanoleuca aff. paedida</i> (Fr.) Kühn. & R.Mre. .... Sandboden (Streu); e, g	1986 1987 1988			7-9 8,9 10		30[5] 7[3] 5[5]
109. <i>Melanophyllum echinatum</i> (Roth:Fr.) Sing. .... Sandboden; e, g	1986			8,9		4[2]
110. <i>Merismodes anomalus</i> (Pers.:Fr.) Sing. .... Laubholzzweig; r	1988				12	>100
111. <i>Micromphale brassicolens</i> (Romagn.) P.D.Orton .... Laub; e, g	1987		8,9			5[2]
112. <i>Micromphale foetidum</i> (Sow.:Fr.) Sing. .... Laubholzäste, -stämme (Nadel- schwemmholz); g, b	1986 1987 1988	6,8 6-9 5	8 6-9 5,7			9[3] 98[9] 6[3]
113. <i>Mycena abramsii</i> Murr. .... Streu (vergrabenes Holz); g (e, b)	1987 1988	6	5 5	6		8[2] 3[2]
114. <i>Mycena acicula</i> (Schff.:Fr.) Kummer .... Streu (morsches Holz, zw. Moosen am Grund lebender Laubbäume); e, g	1986 1987 1988	7,8 5-10 5-8	8,9 5-10 5-7,9	8,9 6-9 5-7,9	6	10[9] 238 88

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
115. <i>Mycena</i> - 17910 <i>alba</i> (Bres. ap. Sacc.) Kühn. .... zw. Moosen am Grund lebender Stämme von <i>Salix</i> ; e, g	1987 1988		9 7,8			3[1] 2[2]
116. <i>Mycena</i> - 17770 <i>alcalina</i> (Fr.:Fr.) Kummer ..... morsches Nadelschwemmholz; r, b	1988	4				56[1]
117. <i>Mycena</i> - 19883 <i>citrinomarginata</i> Gill. .... Laub, Laubholzzweige; e (g)	1986 1987 1988		10 11	9	8,9, 11,12 9,10	2[1] 10[8] 2[2]
118. <i>Mycena</i> - 17438 <i>epipterygia</i> (Scop.:Fr.) S.F.Gray ..... Streu; e	1987		9			1
119. <i>Mycena</i> - 17320 <i>filopes</i> (Bull.:Fr.) Kummer ..... Laub; e, g	1986 1987 1988		9 8-10 9	10		1 18[6] 1
120. <i>Mycena</i> - 17763 <i>flos-nivium</i> Kühn. .... bemoostes Nadelschwemmholz; g	1988		4			2[1]
121. <i>Mycena</i> - 17704 <i>galericulata</i> (Scop.:Fr.) S.F.Gray ..... Laubholzäste, Nadelschwemmholz; e, g	1987 1988	6 5		11		2[2] 5[1]
122. <i>Mycena</i> - 19604 <i>haematopoda</i> (Pers.:Fr.) Kummer ..... Äste und Strünke von <i>Alnus</i> , <i>Hippo-</i> <i>phaë</i> (Nadelschwemmholz); g, b	1986 1987 1988	7,9 6,8, 10,11 6,8-11	7 6-8, 10,11 5,7,9, 10	8 9,11 9	5	47[6] 90 72
123. <i>Mycena</i> - 19611 <i>hiemalis</i> (Osbeck in Retz.:Fr.) Quéf. zw. Moos am Grund lebender Bäume, v.a. <i>Salix</i> , bemoostes Nadelschwemm- holz (Streu); e, g (r)	1986 1987 1988	8 7-10, 12 6,7, 10-12	7-11 6-12 5-12	9 9	9-11 10 10	26[9] 322 277
124. <i>Mycena</i> - 17780 <i>leptocephala</i> (Pers.:Fr.) Gill. .... Nadelschwemmholz (Streu); e, g	1986 1987 1988	8 6,8-11 4,9,11	5,10 5	7		6[2] 21 5[4]
125. <i>Mycena</i> - 19733 <i>leptophylla</i> (Peck) Sacc. .... um morsches Holz; g	1986	9				2[1]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
126. <i>Mycena metata</i> (Fr.) Kummer ..... abgelöste Rinde; e	- 18155 1988	11				1
127. <i>Mycena mirata</i> (Peck) Sacc. .... Laub, Zweige (Kätzchen von <i>Alnus</i> / <i>Salix</i> , morsches Holz); e, g	- 17673 1986 1987 1988	11 10,11	10-12 9-11		11 12	11[1] 34[9] 18[7]
128. <i>Mycena niveipes</i> Murr. .... Laubholz, Nadelschwemmholz; e, g	- 19556 1986 1987 1988	7 5,8	7 5		5	1 4[3] 4[2]
129. <i>Mycena olida</i> Bres. .... Holzstückchen, Laubholzweige; e	- 19882 1986 1987		10 10		9	1 2[2]
130. <i>Mycena pura</i> (Pers.:Fr.) Kummer ..... Sandboden, Streu; e, g	- 19737 1986 1987 1988		9 6-8,10 6,9,10	9	6,8	18[3] 13 8[5]
131. <i>Mycena renati</i> Quél. .... morsches Laubholz ( <i>Alnus</i> ), Nadelschwemmholz; g, b	- 19734 1986 1987 1988	7-9 5,6,8, 10 5	6,8 5,8	6,8		60[4] 346 191
132. <i>Mycena speirea</i> (Fr.:Fr.) Gill. .... Laubholzweige, -äste (zw. Moosen am Grund lebender Laubbäume); e, g	- 19865 1986 1987 1988	7,8, 10,11 5-11 5,6, 9-12	8-11 6-12 5-12	8,10 6-9, 11,12 5,6,9, 10	11 12	61 296 142
133. <i>Mycena vitilis</i> (Fr.) Quél. .... Laub, Laubholzweige; e, g	- 17798 1986 1987 1988		9 6,8, 10,12 5,6,9, 10,12			2[1] 6[4] 9[8]
134. <i>Mycena zephrus</i> (Fr.:Fr.) Kummer ..... Streu, vergrabene Äste; g, b	- 17601 1987	10				23[1]
135. <i>Mycenella margaritisporea</i> (Lge.) Sing. .... Holzstückchen; g	- 18159 1988			11		2[1]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
136. <i>Naucoria</i> - 19904	1986	11		9		3[2]
<i>escharoides</i> (Fr.:Fr.) Kummer .....	1987	5-11	5,6,8, 10	6-11		367
Sandboden, Myk. <i>Alnus</i> ; g (e, b)	1988	9,10	9-11	5,6, 9-11		199
137. <i>Naucoria</i> - 19769	1986	9	11	9-11		107
<i>luteolofibrillosa</i> (Kühn.) Kühn. & R.	1987	5,6, 8-11	8,10, 11	5-7, 9-11		824
Sandboden, Myk. <i>Alnus</i> ; g (e, b)	1988	5,10, 11	5-7, 9-11	5-7, 9-11		1491
138. <i>Naucoria</i> - 18016						
<i>scolecina</i> (Fr.) Quél. ....	1987	6		6,9		3[3]
Sandboden, Myk. <i>Alnus</i> ; e, g (b)	1988			10		6[1]
139. <i>Naucoria</i> - 18076						
<i>subconspersa</i> Kühn. ex P.D.Orton ....	1987	10				13[1]
Sandboden, Myk. <i>Alnus</i> ; e, g	1988	5,10		10,11		7[4]
140. <i>Omphalina</i> - 17406						
aff. <i>galericolor</i> (Romagn.) Mos. ....	1987				9	2[1]
Sandboden zw. Moosen; g						
141. <i>Omphalina</i> - 17585						
<i>griseopallida</i> (Desm.) Quél. ....	1987			10		1
Sandboden; e	1988			5		1
142. <i>Oudemansiella</i> - 17309						
<i>radicata</i> (Relh.:Fr.) Sing. ....	1987	8				1
Sandboden über vergrabenem Holz; e	1988	7,8	8			4[4]
143. <i>Panaeolus</i> - 17245						
aff. <i>ater</i> (Lge.) Kühn. & Romagn. ....	1986	8			8,9,11	23[6]
Sandboden, Wildlosung (Streu); g (e)	1987				8-10	15[6]
144. <i>Panaeolus</i> - 19721						
<i>guttulatus</i> Bres. ....	1986	8		6,8,9		51[6]
Sandboden (Laub); e, g, b	1987	5-7		5-11		120
	1988			4-6,9, 10		18[8]
145. <i>Panaeolus</i> - 19723						
<i>rickenii</i> Hora .....	1986				9	2[1]
Sandboden zw. Gräsern; e, g	1987				10	2[2]
146. <i>Panaeolus</i> - 17851						
<i>sphinctrinus</i> (Fr.) Quél. ....	1988			6		2[1]
Wildlosung; g						

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
147. <i>Paxillus</i> - 19505 <i>filamentosus</i> Fr. .... Sandboden, Myk. <i>Alnus</i> ; e, g (b)	1986 1987 1988	6,7,9 8,10, 11	9 8-11 6	9,10 7-11 5-10		164 83 270
148. <i>Paxillus</i> - 19748 <i>panuoides</i> (Fr.) Fr. .... morsches Nadelschwemmholz; g, b	1986			9		5[1]
149. <i>Phaeomarasmius</i> - 17941 <i>erinaceus</i> (Fr.) Kühn. .... Rinde an totem Stamm von <i>Alnus</i> ; e	1988		8			1
150. <i>Pholiota</i> - 19827 <i>decussata</i> (Fr.) Mos. .... an und um morsches Holz, Streu; e, g, b	1986 1987 1988			10 11 10		24[4] 1 2[2]
151. <i>Pholiota</i> - 19893 <i>lubrica</i> (Pers.:Fr.) Sing. .... an und um Nadelschwemmholz; e, g, b	1986 1987 1988	9,11 12 11		11 11 1		19[3] 9[2] 3[2]
152. <i>Pholiota</i> - 19716 <i>lucifera</i> (Lasch) Quél. .... Laubholzzweige (Nadelschwemmholz); e, g, b	1986 1987 1988	9 7,8, 10,11 9,10	9 10,11 10	8-10 7-11 5,9-11		87 130 57
153. <i>Pholiota</i> - 19791 <i>spumosa</i> (Fr.) Sing. .... eingeschwemmter Nadelholzstrunk; g	1986			9		4[2]
154. <i>Pholiotina</i> - 17499 aff. <i>aberrans</i> (Kühn.) Sing. .... Sandboden; e	1987			9		1
155. <i>Pholiotina</i> - 17778 <i>aporos</i> (Kits van Wav.) Clç. .... Sandboden; g (e)	1987 1988		5 5	5		1 93
156. <i>Pholiotina</i> - 17688 <i>arrhenii</i> (Fr.) Sing. .... Sandboden, Streu; e, g	1987 1988		10 10,11	11	8,12 11	12[5] 8[4]
157. <i>Pholiotina</i> - 17967 <i>brunnea</i> (Lge. & Kühn. ex Watl.) Sing. Holzstückchen; e	1987 1988			10		1 1
158. <i>Pholiotina</i> - 17537 <i>filaris</i> (Fr.) Sing. .... Sandboden zw. Holzstückchen; e	1987			10		1

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
159. <i>Pholiotina</i> - 17595	1986			8,9		4[3]
<i>mairei</i> (Kühn.) Sing. ....	1987	8-11	8-11	8-11		187
Sandboden (Holzstückchen); e, g	1988	10	6-10	5-7,10		42
160. <i>Pholiotina</i> - 17680						
<i>striaepes</i> (Cke.) Mos. ....	1987			11		1
Sandboden; e						
161. <i>Pholiotina</i> - 17613						
<i>teneroides</i> (Lge.) Sing. ....	1987	10,11	11	11		11[5]
Holzstückchen, Sandboden; e, g						
162. <i>Pholiotina</i> - 19670	1986	8-10		8,9		55
<i>vestita</i> (Fr. ap. Qué.) Sing. ....	1987	7,9-11	8	11		25
morsches Laubholz, Nadelschwemmholz, Sandboden; e, g	1988	6-9	7,8,10	6-8		43
163. <i>Pluteus</i> - 19544	1986	7	9			3[3]
<i>atricapillus</i> (Batsch) Fay. ....	1987		8			1
morsches Nadelschwemmholz; e	1988	9				1
164. <i>Pluteus</i> - 17987						
<i>atromarginatus</i> (Konr.) Kühn. ....	1988	9				1
bemoostes Nadelschwemmholz; e						
165. <i>Pluteus</i> - 17460	1986	7-9	8	8,9		18[9]
<i>cinereofuscus</i> Lge. ....	1987	6-11	7-11	8-11		354
Laubholzzweige, Sandboden (Laub); e, g	1988	5-7, 10,11	6,10	5-11		171
166. <i>Pluteus</i> - 19594						
<i>plautus</i> (Weinm.) Gill. ....	1986			7		1
morsches Nadelschwemmholz; e						
167. <i>Pluteus</i> - 17404	1986	8	8			2[2]
<i>romellii</i> (Britz.) Sacc. ....	1987	8	9	9		4[3]
Holzstückchen, Laubholzzweige; e (g)	1988	10		9,10	6	4[4]
168. <i>Pluteus</i> - 17505						
<i>thomsonii</i> (Bk. & Br.) Dennis ....	1987	7-9				5[3]
Holzstückchen, Laubholzzweige; e	1988		10			1
169. <i>Psathyrella</i> - 19577	1986	6-9	8,9	7,8		550
<i>candolleana</i> (Fr.:Fr.) R.Mre. ....	1987	6-9	7	7-9		254
Laubholzäste, Sandboden (am Grund von Laubholzstrünken); g, b (e)	1988	5-8	7	5-7	8	465

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
170. <i>Psathyrella caniceps</i> (Kauffm.) A.H.Smith ..... Sandboden (Streu); e, g	1986			9,11		2[2]
	1987		5,11	6		4[3]
	1988		5,9,10			6[3]
171. <i>Psathyrella conopilus</i> (Fr.:Fr.) Pears. & Dennis .... Laub, Laubholzäste; g, b (e)	1986	10	9			29[3]
	1987		10,11			90[3]
	1988	10,11	9-11			161
172. <i>Psathyrella fulvescens</i> (Romagn.) A.H.Smith ..... morsches Laubholz, Nadelschwemmholz (Sandboden); e, g (b)	1987	6	5,11			7[4]
	1988	5,10	4,5,8,10			8[6]
173. <i>Psathyrella gracilis</i> (Fr.) Quél. .... Laubholzäste, Sandboden; e, g, b	1987			10,11		12[2]
	1988	10,11		10		7[3]
174. <i>Psathyrella immaculata</i> Hk. & Griesser ..... Laub, Sandboden (um Laubholz); g,b(e)	1986	8		7-9		143
	1987	7		7-9		43[4]
	1988			6,7		4[3]
175. <i>Psathyrella lutensis</i> (Romagn.) Bon ..... Sandboden; e	1987			5		1
176. <i>Psathyrella maculata</i> (Parker) A.H.Smith ..... morsches Nadelschwemmholz; g, b	1987	10				4[1]
177. <i>Psathyrella marcescibilis</i> (Britz.) Sing. .... morsches Laubholz, Sandboden (Streu); e, g	1986		7			3[1]
	1987	5,6,10,11	5-7,9	5,6,9,10		43
	1988	5,6	5,10	5,6,9,10		25
178. <i>Psathyrella microrrhiza</i> (Lasch:Fr.) Konr.&Maubl. zw. Laubholzweigen; e	1986	9				1
179. <i>Psathyrella narcotica</i> Kits van Wav. .... Laubholzäste, Sandboden; g, b	1986	9		9		5[3]
	1987	10	10	10		82[5]
	1988	9,10	9	10		19[5]
180. <i>Psathyrella olympiana</i> A.H.Smith ..... Laubholzast; g, b	1988			10		2[1]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
181. <i>Psathyrella</i> - 19663 <i>panaeoloides</i> (R.Mre.) Arnolds ..... Laub, Sandboden; e, g	1986			8		1
	1987			5		2[1]
	1988			5,6		2[2]
182. <i>Psathyrella</i> - 19680 <i>prona</i> (Fr.) Gill. var. <i>prona</i> f. <i>orbitarum</i> (Romagn.) Kits van Wav. Sandboden (Laub); e, g (b)	1986		8	8		8[2]
	1987	5,7,8, 10	6,8	8,9		18[9]
	1988	5,11	10	4-7,9, 10		28
183. <i>Psathyrella</i> - 17053 <i>prona</i> (Fr.) Gill. var. <i>prona</i> f. <i>prona</i> Sandboden; e (g, b)	1987	5,9		9		7[3]
	1988	11	5	5-7		5[5]
184. <i>Psathyrella</i> - 17057 <i>spadiceogrisea</i> (Schff.) R.Mre. .... Sandboden (Laubholzäste); e, g	1986	8,9	7	7,8		16[5]
	1987	5-7,10	5,6	6,10		72
	1988	4,5,9, 10	5,6,9	4-7,9		176
185. <i>Psilocybe</i> - 17171 <i>crobula</i> (Fr.) M.Lge. ex Sing. .... Grasstreu, Laub; e, g	1986			8		3[1]
	1987		6	7		9[2]
186. <i>Rhodocybe</i> - 19682 <i>ardosiaca</i> Hk. & Griesser ..... Sandboden; e, g (b)	1986	9	9	7-10	10	115
	1987			7-11		26[8]
	1988			8,10, 11		7[5]
187. <i>Rhodocybe</i> - 17192 <i>nitellina</i> (Fr.) Sing. ss. Kühn. .... Streu; g	1987		7			2[1]
188. <i>Simocybe</i> - 17246 aff. <i>centunculus</i> (Fr.) Sing. .... Sandboden zw. Gras und Moos; e, g	1987				7-9	5[3]
189. <i>Simocybe</i> - 19657 <i>rubi</i> (Bk.) Sing. .... Laubholzäste, v.a. <i>Alnus</i> ; e (g)	1986	8		8		2[2]
	1987	6,9	8,11	7,8		11[6]
	1988	8		7,9		5[3]
190. <i>Strobilurus</i> - 17033 <i>stephanocystis</i> (Hora) Sing. .... vergrabene Zapfen von <i>Pinus</i> ; e, g	1987	5			4	2[2]
	1988	4		4	3	7[4]
191. <i>Strobilurus</i> - 17762 <i>tenacellus</i> (Pers.:Fr.) Sing. .... vergrabene Zapfen von <i>Pinus</i> ; e, g	1987			6		1
	1988	7		4		3[2]
192. <i>Stropharia</i> - 19778 <i>caerulea</i> Kreis. .... Laub, Laubholzzweige; e, g	1986		9	9		7[3]
	1987	10	8	11		6[3]
	1988		10,11			2[2]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
193. <i>Suillus</i> - 17473 <i>tridentinus</i> (Bres.) Sing. .... Sandboden, Myk. <i>Larix</i> ; e	1987				9,11	3[2]
194. <i>Tricholoma</i> - 19811 <i>cingulatum</i> (Ahnfelt in Fr.) Jacobasch Sandboden, Myk. <i>Salix</i> ; e, g	1986 1987				9,10 10	5[2] 1
195. <i>Tubaria</i> - 19681 <i>conspersa</i> (Pers.:Fr.) Fay. .... Laub, Laubholzzweige, am Grund toter Stämme von <i>Alnus</i> ; g, r, b	1986 1987 1988		8,9 5-10, 12 5-11			24[5] 922 1381
196. <i>Volvariella</i> - 19603 <i>murinella</i> (Quél.) Mos. .... Sandboden um morsches Holz; e	1986	7				2[1]
197. <i>Xeromphalina</i> - 17026 <i>campanella</i> (Batsch:Fr.) R.Mre. .... morsches Nadelschwemmholz; r, b	1987 1988	4 4				>100 >100
<b>Aphylophorales</b>						
198. <i>Amylostereum</i> - 19840 <i>areolatum</i> (Fr.) Boidin .... morsches Nadelschwemmholz; g, d	1986	10				20[1]
199. <i>Antrodia</i> - 17046 <i>malicola</i> (Bk. & Curt.) Donk .... entrindeter Laubholzast; e	1987			5		1
200. <i>Auriscalpium</i> - 19874 <i>vulgare</i> S.F.Gray .... liegende und vergrabene Zapfen von <i>Pinus</i> ; e, g, b	1986 1987				10 6,9	2[1] 4[2]
201. <i>Ceratellopsis</i> sp. ZT 3538 unter Rinde eines Laubholzastes; r .....	1987		11			>50
202. <i>Ceriporia</i> - 19861 <i>purpurea</i> (Fr.) Donk .... Laubholzäste, -stämme, v.a. <i>Alnus</i> ; e, g	1986 1987 1988	10		11 9,12		1 1 21[2]
203. <i>Chondrostereum</i> - 19878 <i>purpureum</i> (Pers.:Fr.) Pouz. .... Laubholzäste, tote stehende Stämme, v.a. <i>Alnus</i> ; g, d (r)	1986 1987 1988	8,10 6 11,12	11,12	6		21[2] 8[2] >50

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
204. <i>Coniophora arida</i> (Fr.) Karst. .... stehender, toter Stamm von <i>Alnus</i> ; g	- 18073 1988	10				2[1]
205. <i>Coniophora puteana</i> (Schum.:Fr.) Karst. .... berindeter Ast von <i>Alnus</i> ; g	- 17986 1988	9				20[1]
206. <i>Cylindrobasidium evolvens</i> (Fr.:Fr.) Jülich .... berindeter Laubholzast; e	- 17001 1987			3		1
207. <i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolt.:Fr.) Schroet. .... liegende und hängende Äste, stehende tote (lebende) Stämme von <i>Salix</i> ( <i>Alnus</i> ); e, g, r	- 19631 1986	7-11	7,9	10	8,9,11	>200
	1987	7-12	5,7-10	11,12	4,5, 7-11	>300
	1988	3,4, 6-10	1,3,4, 6-10, 12	6-8,10	4,6-10, 12	>200
208. <i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolt.:Fr.) Schroet. var. <i>tricolor</i> (Bull.) Bond. & Sing. .... hängende Stämme von <i>Salix</i> ; g, d	- 19736 1986		9,10	10		13[4]
209. <i>Datronia mollis</i> (Sommerf.:Fr.) Donk .... in Stammwunde von lebender <i>Salix</i> ; e	- 18185 1988			12		1
210. <i>Dichomitus campestris</i> (Quél.) Domanski & Orl. morsches Holz; e	- 17799 1988			5		1
211. <i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.:Fr.) Karst. .... Nadelschwemmholz, liegende und stehende tote Stämme von <i>Alnus</i> ; e, g	- 19526 1986	7,10				3[2]
	1987	4,7,12				5[3]
	1988	6,8,10, 11				21[5]
212. <i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat. .... stehender, toter Stamm von <i>Salix</i> ; g	- 17619 1987	10				2[1]
	1988	6-9,11				12[5]
213. <i>Gloeophyllum odoratum</i> (Wulf.:Fr.) Imaz. .... Nadelschwemmholz; e, g	- 17749 1986	7,8				5[2]
	1988	1				2[1]
214. <i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulf.:Fr.) Karst. .... morsches Nadelschwemmholz; g, d	- 19548 1986	7				3[1]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
215. <i>Grandinia</i> - 19838 <i>arguta</i> (Fr.) Jülich ..... entrindeter Laubholzast; e	1986	10				1
216. <i>Grandinia</i> - 19841 <i>crustosa</i> (Pers.:Fr.) Fr. .... berindete Laubholzäste, stehender toter Stamm von <i>Hippophaë</i> ; e, g	1986 1988		10	12	1	1 21[2]
217. <i>Grandinia</i> - 19779 aff. <i>nespori</i> (Bres.) Cejp ..... berindeter Ast von <i>Salix</i> ; e	1986		9			1
218. <i>Ischnoderma</i> - 17361 <i>benzoinum</i> (Wahlenb.) Karst. .... Nadelschwemmholz; g, d	1987	8,9, 11,12				20[5]
219. <i>Lentaria</i> - 17519 <i>micheneri</i> (Bk. & Curt.) Corner ..... Boden um morschen Ast; g, b	1987				9	6[1]
220. <i>Lentinellus</i> - 19702 <i>bisus</i> (Quél.) Kühn. & R.Mre. .... Äste und Stämme von <i>Alnus</i> ; e, g	1986 1987 1988	8 11 9,11				1 10[2] 6[2]
221. <i>Lentinus</i> - 17041 <i>lepideus</i> (Fr.:Fr.) Fr. .... Schwemmholz von <i>Larix</i> ; g, b	1987	5				6[2]
222. <i>Macrotyphula</i> - 19884 <i>fistulosa</i> (Fr.) Petersen ..... Äste und Stämme von <i>Alnus</i> (Sandboden um Holz); e, g (b)	1986 1987 1988	11 10	9	11 10,11 9,10		43[2] 25[7] 3[2]
223. <i>Macrotyphula</i> - 19885 <i>fistulosa</i> (Fr.) Petersen var. <i>contorta</i> (Holmsk.:Fr.) ..... Äste und stehende tote Stämme von <i>Alnus</i> ; g, r, b	1986 1987 1988	11		10,11 11,12 10,11		>50 8[2] 6[2]
224. <i>Meruliopsis</i> - 19687 <i>corium</i> (Fr.) Ginns ..... liegende und hängende Äste und Stämme von <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> ; g, r, d (e)	1986 1987 1988		8	8,10 6 9,10		4[3] >50 >100
225. <i>Phellinus</i> - 19837 <i>ferruginosus</i> (Schrad.:Fr.) Pat. .... morscher Laubholzast; e	1986	10				1

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
226. <i>Phellinus</i> - 19576	1986				7-10	34
<i>hippophæicola</i> Jahn .....	1987				4-11	73
stehende, tote (lebende) Stämme von <i>Hippophaë</i> ; e, g	1988				4-6,9, 11,12	25
227. <i>Phellinus</i> - 17797						
<i>igniarius</i> (L.:Fr.) Quéf. ....	1988	5				>50
stehende, tote Stämme von <i>Salix</i> ; r, d						
228. <i>Phlebia</i> - 19862	1986	9-11				3[3]
<i>radiata</i> Fr. ....	1987	10-12				>50
berindete Äste, Stämme von <i>Alnus</i> ; e, r	1988	1				>50
229. <i>Plicaturopsis</i> - 17706						
<i>crispa</i> (Pers.:Fr.) Reid .....	1987			11	12	>50
Äste von <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> ; g, r, d						
230. <i>Polyporus</i> - 19784	1986			9		2[2]
<i>brumalis</i> (Pers.): Fr. ....	1987	6,11			5,6,9	7[5]
Äste und Zweige von <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> ; e, g	1988	3	10	4	5,6	7[6]
231. <i>Polyporus</i> - 17823	1986				10	1
<i>ciliatus</i> (Fr.): Fr. ....	1987				8	2[2]
Laubholzzweige, morsches Holz; e	1988		12	5	5-7,9	11[7]
232. <i>Polyporus</i> - 19511	1986	6	8			2[2]
<i>varius</i> (Pers.): Fr. ....	1987	6-8	12			14[7]
Laubholzäste, -stämme, v.a. <i>Alnus</i> ; e, g	1988	5	7			5[4]
233. <i>Polyporus</i> - 19523						
<i>varius</i> (Pers.): Fr. ....	1986	7-9	7,9	7-10	7,8,10	60
var. <i>nummularius</i> (Bull.): Fr. ....	1987	5-9	6-9	4,6-9	7,8,10	63
Laubholzäste, -zweige, v.a. <i>Alnus</i> ; e (g)	1988	5-8	5-9,11	4-8	8	48
234. <i>Postia</i> - 17343						
<i>caesia</i> (Schrad.:Fr.) Karst. ....	1987			8,11		2[2]
Nadelschwemmholz; e	1988			8		1
235. <i>Postia</i> - 19833	1986		6,7,9, 10	7,8,10		23[9]
<i>stiptica</i> (Pers.:Fr.) Jülich .....	1987	7,8	7,8	7,9		15[9]
Nadelschwemmholz; e, g (d)	1988	7,10		7,9		9[6]
236. <i>Postia</i> - 19763	1986		7	8-10		24[7]
<i>subcaesia</i> (David) Jülich .....	1987	9		9		23[2]
Äste von <i>Alnus</i> , Nadelschwemmholz; e, g, d	1988		7,11			6[3]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
237. <i>Ramaria abietina</i> (Pers.:Fr.) Quél. .... Streu; e	- 17520 1987				9	1
238. <i>Schizophyllum commune</i> Fr.:Fr. .... Laubholzäste,-stämme,v.a. <i>Salix</i> ; g,b(e)	- 17030 1986 1987				10 4	7[1] 22[7]
239. <i>Skeletocutis nivea</i> (Jungh.) Keller .... be- und entrindete Laubholzäste; e, g	- 19860 1986 1987					8[1] 1
240. <i>Steccherinum ochraceum</i> (Pers.:Fr.) S.F.Gray ..... morscher Laubholzast; e	- 17607 1987		10			1
241. <i>Steccherinum oreophilum</i> Linds. & Gilbn. .... Äste, Zweige von <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> ; e, g, r	- 17164 1987 1988	6,8	4 3,5,6, 10	4 7		>50 >50
242. <i>Stereum hirsutum</i> (Willd.:Fr.) S.F.Gray ..... liegende und hängende Äste und Stämme von <i>Alnus</i> ( <i>Salix</i> ); g, r, d	- 19543 1986 1987 1988	7 5 4,6,7 10,12	7 7-9, 11,12 6,8-11		12	>50 >100 >200
243. <i>Stereum ochraceo-flavum</i> (Schw.) Ellis ..... berindeter Zweig von <i>Alnus</i> ; g	- 19708 1986				9	10[1]
244. <i>Trametes gibbosa</i> (Pers.:Fr.) Fr. .... Ast von <i>Alnus</i> ; g	- 19643 1986	8				2[1]
245. <i>Trametes hirsuta</i> (Wulf.:Fr.) Pil. .... Laubholzäste, -stämme; g, d (e)	- 18142 1987 1988	11		4 10	10	23[3] 6[1]
246. <i>Trametes multicolor</i> (Schff.) Jülich ..... liegende und stehende, tote Stämme von <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> ; g, r, d	- 17718 1987 1988	10-12 3,4,9, 11				>50 >100
247. <i>Trametes pubescens</i> (Schum.:Fr.) Pil. .... Äste und stehende, tote Stämme von <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> ; g, r, d	- 19805 1986 1987 1988			9 11 8,9		>50 8[1] 44[5]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
248. <i>Trametes</i> - 19858 <i>versicolor</i> (L.:Fr.) Pil. .... Laubholzäste (-stämme, -strünke), v.a. <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> ; g, r, d	1986 1987 1988	9-11 4,5, 7-12 1,9	8,10 8 8,10			>100 >250 >100
249. <i>Typhula</i> - 18042 aff. <i>variabilis</i> Riess ..... Laub; e, g	1987 1988	10,11 9	10	9		4[2] 17[3]
250. <i>Vuilleminia</i> - 18175 <i>comedens</i> (Nees:Fr.) R.Mre. .... in Rindenaufbruch an stehendem, totem Stamm von <i>Alnus</i> ; g	1988			12		2[1]
<b>Auriculariales, Dacryomycetales, Tremellales</b>						
251. <i>Dacryomyces</i> - 17022 <i>minor</i> Peck ..... berindete Äste (stehender toter Stamm) von <i>Alnus</i> ; g, r (b)	1987 1988	4		4,11 12		>150 >50
252. <i>Exidia</i> - 19869 <i>glandulosa</i> Fr. .... liegende / hängende Äste und stehende, tote Stämme von <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> ; g, r, b	1986 1987 1988			10 4,5,12 6,8,12	4,5	>50 >200 >200
253. <i>Exidia</i> - 19873 <i>recisa</i> (Ditm. ex S.F.Gray) Fr. .... liegende und hängende, berindete Äste, Stämme von <i>Salix</i> ( <i>Alnus</i> ); g, r (e)	1986 1987 1988		4	10 9,10, 12		>50 1 130
254. <i>Helicobasidium</i> - 17772 <i>brebissonii</i> (Desm.) Donk ..... am Grund eines lebenden Stammes von <i>Alnus</i> ; g	1988		4			2[1]
255. <i>Sebacina</i> - 17243 <i>incrustans</i> (Pers.:Fr.) Tul. .... lebende Pflanzenteile an Laubbäum- chen und <i>Rubus</i> ; e	1987	8	7			2[2]
256. <i>Tremella</i> - 19905 <i>foliacea</i> (Pers. ex S.F.Gray) Pers. .... liegende, berindete und stehende, tote Stämme von <i>Alnus</i> ; e, g	1986 1987 1988	9,11 4,7		12 4		6[2] 1 9[3]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
257. <i>Tremella</i> - 19902	1986	10,11		10		15[3]
<i>mesenterica</i> Retz. in Hook. ....	1987	3,5,6, 11		6,8,9, 11	6,9,12	>150
liegende und hängende, berindete Äste von <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> ; g (e, r)	1988	10,12	1	5,6,8, 11,12	6,7,12	>100
258. <i>Tremiscus</i> - 19547	1986	6-10		7,9		21[9]
<i>helvelloides</i> (D.C.:Pers.) Donk .....	1987	9,10		8,9		17[4]
an und um Nadelschwemmholz; e, g, b	1988	5-7				6[3]
<b>Lycoperdales, Nidulariales, Phallales</b>						
259. <i>Bovista</i> - 17494						
<i>pusilliformis</i> (Kreis.) Kreis. ....	1987				8,9	3[3]
Sandboden; e						
260. <i>Bovista</i> - 19630	1986				8-11	41
<i>tomentosa</i> (Vitt.) Qué. ....	1987				4-9, 11,12	37
Sandboden; e, g (b)	1988				3,6,7,9	5[5]
261. <i>Crucibulum</i> - 19570	1986	8-10		7-11		>500
<i>laeve</i> (Huds. ex Relh.) Kambly & al.	1987	7,8, 10,11		4-9,12		>300
Nadelschwemmholz (Laubholzzweige); g, r, b	1988	11		5,6		11[4]
262. <i>Cyathus</i> - 19802	1986			9		1
<i>olla</i> (Batsch): Pers. ....	1987			7-10		11[6]
Sandboden, Streu (Laubholz); e, g	1988			7-11		27
263. <i>Cyathus</i> - 19571	1986	8-10	7-9	7-11		>300
<i>striatus</i> (Huds.): Pers. ....	1987	9	7-10	7-10		64
an und um Laubholzäste, Nadel- schwemmholz, Streu; g, r, b	1988		7-9	6,7		13[6]
264. <i>Lycoperdon</i> - 17173						
<i>lividum</i> Pers. ....	1987				7	2[2]
Sandboden; e						
265. <i>Mutinus</i> - 19817						
<i>caninus</i> (Huds.:Pers.) Fr. ....	1986	9				10[1]
Boden zw. Nadelschwemmholz; g						
<b>ASCOMYCETES</b>						
<b>Helotiales, Pezizales</b>						
266. <i>Ascocoryne</i> - 17732						
<i>cylichnium</i> (Tul.) Korf .....	1986		11			3[1]
Äste und Stämme von <i>Alnus</i> ; g, b	1987		11,12			50[2]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
267. <i>Bisporella</i> - 19749	1986	9,10	9-11	9-11		>900
<i>citrina</i> (Batsch:Fr.) Korf & Carpenter	1987	9				>100
be- und entrindete Äste von <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> ; r (b)	1988	9,11	8	10		>300
268. <i>Ciboria</i> - 17002						
<i>amentacea</i> (Balbis:Fr.) Fuck. ....	1987	3	3	3		>150
Kätzchen von <i>Alnus</i> ( <i>Salix</i> ?); g, r (b)	1988			3		7[1]
269. <i>Ciboria</i> - 19899						
<i>viridifusca</i> (Fuck.) Höhn. ....	1986	11	11			>200
weibliche Zäpfchen von <i>Alnus</i> ; g, r	1987	12	11			>50
270. <i>Cyathicula</i> - 19712	1986			9,10		>300
<i>coronata</i> (Bull. ex Mérat) de Not. ....	1987			9,11		>100
krautige Stengel, Zweige; g, r	1988		8			17[1]
271. <i>Helvella</i> - 17877						
<i>leucopus</i> Pers. ....	1988			7		2[1]
Sandboden; g						
272. <i>Helvella</i> - 17160						
<i>queletii</i> Bres. ....	1987	6,7				3[2]
Sandboden; e, g	1988	5				3[1]
273. <i>Humaria</i> - 17313						
<i>hemisphaerica</i> (Wiggers:Fr.) Fuck. ....	1987		7,8			10[4]
Boden um morsches Holz, Streu; e, g (b)	1988		9			1
274. <i>Hymenoscyphus</i> - 17287						
<i>scutula</i> (Pers.:Fr.) Phillips ....	1987	8,10				>50
Zweige von <i>Clematis</i> und <i>Rubus</i> ; g, r	1988			9,12		>100
275. <i>Ionomidotis</i> - 17023						
<i>fulvotagens</i> (Bk. & Curt.) Cash ....	1987	4	4			>100
berindeter Laubholzast und stehender, toter Stamm von <i>Salix</i> ; r, b						
276. <i>Leptopodia</i> - 19573						
<i>elastica</i> (Bull. ex St.Amans) Boud. ....	1986			7,9,10		7[4]
Sandboden; e, g	1987	8				7[2]
277. <i>Mollisia</i> - 19899/1						
<i>amenticola</i> (Sacc.) Rehm ....	1986	11				>100
weibliche Zäpfchen von <i>Alnus</i> ; g, r (b)	1987	4,12	4,11	4		>300
278. <i>Paxina</i> - 17031						
<i>sulcata</i> (Pers.) O.Kuntze ....	1987			4,5		23[2]
an und um Nadelschwemmholz; g, b (e)	1988	3,4		4		23[4]

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
279. <i>Peziza</i> - 17133 aff. <i>micheelii</i> (Boud.) Dennis ..... Sandboden; g, b	1987	6				12[1]
280. <i>Peziza</i> - 17085 <i>micropus</i> Pers. .... morsches Holz; e	1987	5				1
281. <i>Peziza</i> - 17488 <i>succosa</i> Bk. .... an und um morsches Holz, Boden; e, g	1986			9		5[2]
	1987		7	7,9		7[3]
	1988	5		7		2[2]
282. <i>Peziza</i> sp. Nr. 17003 Sandboden; g, b .....	1987				3	30[1]
283. <i>Peziza</i> sp. Nr. 17403 Sandboden; e, g(b) .....	1987			9,11		5[2]
	1988			10		1
284. <i>Pezizella</i> - 19891 <i>vulgaris</i> (Fr.) Sacc. .... Zweige von <i>Rubus</i> , <i>Sambucus</i> ; g, r	1986			11		>50
	1987		11			>50
285. <i>Ptychoverpa</i> - 17035 <i>bohemica</i> (Krombholz) Boud. .... Sandboden (um morsches Holz); g (e)	1987		4,5			24[2]
	1988		4	4		15[3]
286. <i>Rutstroemia</i> - 19692 <i>bolaris</i> (Batsch:Fr.) Rehm ..... be- und entrindete Äste, Zweige von <i>Alnus</i> ( <i>Salix</i> ); g, r (b)	1986	11	11	8,9,11		>200
	1987	12		7,11		>100
	1988	10	7, 10-12	8,10, 11		>200
287. <i>Rutstroemia</i> - 19886 <i>firma</i> (Pers.) Karst. .... Laubholzäste, -zweige, v.a. <i>Alnus</i> ; g (e)	1986	11	11	10,11		99[4]
	1987	11	11	11,12		101
	1988	10	11	10		43[3]
288. <i>Scutellinia</i> - 17811 <i>scutellata</i> (L. ex St.Amans) Lambotte Sandboden über vergrabenen Holz; g,b	1988			5,6		20[4]
289. <i>Sepultaria</i> - 17964 <i>arenosa</i> (Fuck.) Boud. .... Sandboden; e, g	1987				6	1
	1988	9	10		9,10	23[4]
290. <i>Tapesia</i> - 17185 <i>fusca</i> (Pers. ex Mérat) Fuck. .... in Rindenaufbrüchen an Laubholz- zweigen; r	1987	7				>50

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
291. <i>Tarzetta</i> - 17528 <i>cupularis</i> (L.:Fr.) Lambotte ss. Dennis Sandboden (um morsches Holz); e, g (r, b)	1986 1987 1988			9 7-11 5-8,10		3[1] 271 1473
292. <i>Tympanis</i> - 17006 <i>alnea</i> (Pers.) Fr. .... in Rindenaufbrüchen an stehendem, totem Stamm von <i>Alnus</i> ; r, b	1987			4		>50
<b>Clavicipitales, Sphaeriales</b>						
293. <i>Claviceps</i> - 19651 <i>purpurea</i> (Fr.) Tul. .... auf Sklerotium in Grasstreu; g	1986			8		2[1]
294. <i>Daldinia</i> - 17007 <i>occidentalis</i> Child ..... stehende, tote, berindete Stämme von <i>Alnus</i> ; e, g (b)	1986 1987 1988	9 4,6-9 7,8	7,9,11 3,8 8,9	7,10 4,10,12 4,7,8, 10		20[7] 25 35[9]
295. <i>Diatrype</i> - 19759 <i>bullata</i> (Hoffm.:Fr.) Tul. .... in Rindenaufbrüchen an Ästen von <i>Salix</i> ; r (b)	1986 1987 1988		9 4 4		4,8 4,12	>50 >300 >100
296. <i>Diatrypella</i> - 17776 <i>verrucaeformis</i> (Ehrh.) Nke. .... in Rindenaufbrüchen an Laubholzast; r	1988	4				>50
297. <i>Eutypella</i> - 19637 <i>alnifraga</i> Sacc. .... in Rindenaufbrüchen an liegenden oder hängenden Ästen und stehenden, toten Stämmen von <i>Alnus</i> ; r	1986 1987 1988	8,10 4 4			4 12	>100 >50 >100
298. <i>Hypoxylon</i> - 17008 <i>fuscum</i> (Pers.:Fr.) Fr. .... berindete Äste und stehende, tote (hängende) Stämme von <i>Alnus</i> ; r (b)	1986 1987 1988	8 4 4	10 9		4 1,4,12	>100 >200 >250
299. <i>Hypoxylon</i> - 17016 <i>multiforme</i> (Fr.) Fr. .... berindete Laubholzäste; r, b	1987	5	4			>100
300. <i>Nectria</i> - 19679 <i>cinnabarina</i> (Tode:Fr.) Fr. .... [NFF: <i>Tubercularia vulgaris</i> Tode:Fr.] berindete Laubholzweige; r	1986 1987 1988		8,10, 11 4 11,12		4,12 12	>200 >200 >400

Tab. 14 (Forts. - continued)

Artenliste	Jahr	VF / Fundmonate				Σ Fk
		A	B	C	D	
301. <i>Xylaria</i> - 19906	1986		11			5[1]
<i>hypoxylon</i> (L. ex Hooker) Grev. ....	1987	6,11	8,9,11	6		80[6]
Laubholzäste, morsches Nadel- schwemmholz; g	1988	9,10, 12	7,10			79[6]
302. <i>Xylaria</i> - 17760						
<i>polymorpha</i> (Pers. ex Mérat) Grev. ...	1987			5		3[1]
tote Stämme und Strünke von <i>Alnus</i> ;g,b	1988			4		13[1]
<b>MYXOMYCETES</b>						
303. <i>Lycogala</i> - 17103	1986	7	7	7		70[3]
<i>epidendrum</i> (L.) Fr. ....	1987	5-7	5,7	6,7		100
Nadelschwemmholz (Laubholz); g, b	1988	5	5,12			24[5]
<b>Zusätzliche Pilzarten aus dem nahen Umfeld der VF A-C:</b>						
Basidiomycetes: <i>Coprinus comatus</i> (Müll. in Fl.Dan.:Fr.) S.F.Gray, Boden entlang von Waldwegen, Herbst 1986-88 - <i>Lyomyces sambuci</i> (Pers.:Fr.) Karst., Nr. 17753, stehender toter Stamm von <i>Sambucus nigra</i> , 18.1.1988 - <i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr., Nr. 18193, Boden in Laub-Nadel-Mischwald, Myk. Laub- und Nadelbäume, 15.9.1986.						
Ascomycetes: <i>Discina perlata</i> (Fr.) Fr., Nr. 17761, Nadelschwemmholz, 18.4.1988 - <i>Pyronema omphalodes</i> (Bull. ex St.Amans) Fuck., Nr. 17892, Sandboden, 4.7.1988.						

### 3.2.2.2. Mykoflora der Grauerlenflächen (VF A-C, *Alnetum incanae*)

Im *Alnetum incanae* (2000 m<sup>2</sup>) wurden 267 Pilzarten gefunden, d.h. 88% der total in den VF A-D registrierten Taxa. Davon gehören 230 Arten zu den Basidiomyceten und 36 zu den Ascomyceten. Als einziger Vertreter der Myxomyceten wurde *Lycogala epidendrum* auch in die Untersuchungen einbezogen.

Bezüglich der Ökologie dominieren die Saproben mit 249 Arten (93.5% aller Taxa der Grauerlenflächen). Aktive Humus- und Streuzersetzer liegen für die Gattungen *Conocybe* (12 spp.), *Pholiotina* (9), *Clitocybe* (6), *Entoloma* (5) und *Melanoleuca* (3) vor. *Conocybe mesospora*, *C. rickeniana*, *C. semiglobata*, *C. subovalis* u.a. sind nitrophile Zeigerarten für nährstoffreiche Böden und wurden von BRUNNER (1987) und KREISEL (1987) auch in Äckern, Gärten und gedüngten Wiesen gefunden. Die für den Auenwald charakteristische grosse Menge an Fall- und stehendem Totholz fördert das Vorkommen lignicolier Pilzarten, welche mit 132 Arten (49.5% aller Taxa des *Alnetum*) vertre-

**Tab. 15.** Systematische Einteilung der in den VF A-C (*Alnetum incanae*) und VF D (*Hippophao-Berberidetum*) gefundenen Pilzgattungen mit Vergleich der Artenzahl pro Gattung.

*Systematic arrangement of the genera of fungi found at research sites A-C and D and comparison of the number of species for each genus.*

Σ= : Zahl der für beide Pflanzengesellschaften gemeinsamen Pilzarten; Nomenklatur und Systematik vgl. Tab. 14 -  
*number of taxa recorded in both plant associations.*

Klasse, Ordnung, Familie, Gattung	Artenzahl		
	A-C	D	Σ=
<b>Basidiomycetes</b>			
(Holobasidiomycetes)			
<b>Boletales</b>			
<b>Boletaceae</b>			
1. <i>Suillus</i>		1	
<b>Paxillaceae</b>			
1. <i>Paxillus</i>	2		
<b>Gomphidiaceae</b>			
1. <i>Chroogomphus</i>		1	
<b>Agaricales</b>			
<b>Tricholomataceae</b>			
1. <i>Omphalina</i>	1	1	0
2. <i>Clitocybe</i>	6	5	2
3. <i>Lepista</i>	1		
4. <i>Tricholoma</i>		1	
5. <i>Armillariella</i>	1		
6. <i>Leucopaxillus</i>	1		
7. <i>Melanoleuca</i>	3	1	1
8. <i>Collybia</i>	4	2	1
9. <i>Marasmiellus</i>	1		
10. <i>Micromphale</i>	2		
11. <i>Oudemansiella</i>	1		
12. <i>Megacollybia</i>	1		
13. <i>Mycenella</i>	1		
14. <i>Strobilurus</i>	2	1	1
15. <i>Marasmius</i>	4	1	0
16. <i>Hemimycena</i>	5	3	3
17. <i>Mycena</i>	22	9	9
18. <i>Xeromphalina</i>	1		
19. <i>Flammulina</i>	2		
<b>Entolomataceae</b>			
1. <i>Rhodocybe</i>	2	1	1
2. <i>Clitopilus</i>	1		
3. <i>Entoloma</i>	5	2	2
<b>Pluteaceae</b>			
1. <i>Volvariella</i>	1		
2. <i>Pluteus</i>	6	1	1
<b>Agaricaceae</b>			
1. <i>Melanophyllum</i>	1		
<b>Agaricaceae (Forts.)</b>			
2. <i>Cystolepiota</i>	1	1	1
3. <i>Lepiota</i>	3		
<b>Coprinaceae</b>			
1. <i>Coprinus</i>	15	2	2
2. <i>Panaeolus</i>	3	2	1
3. <i>Psathyrella</i>	16	1	1
<b>Bolbitiaceae</b>			
1. <i>Conocybe</i>	12	4	4
2. <i>Pholiotina</i>	9	1	1
3. <i>Bolbitius</i>	1		
4. <i>Agrocybe</i>	2	1	0
<b>Strophariaceae</b>			
1. <i>Stropharia</i>	1		
2. <i>Hypholoma</i>	1		
3. <i>Psilocybe</i>	1		
4. <i>Pholiota</i>	4		
5. <i>Kuehneromyces</i>	1		
6. <i>Phaeomarasmius</i>	1		
7. <i>Flammulaster</i>		1	
8. <i>Tubaria</i>	1		
<b>Crepidotaceae</b>			
1. <i>Simocybe</i>	1	1	0
2. <i>Crepidotus</i>	4	1	1
3. <i>Merismodes</i>		1	
<b>Cortinariaceae</b>			
1. <i>Inocybe</i>	8	9	2
2. <i>Hebeloma</i>		2	
3. <i>Naucoria</i>	4		
4. <i>Gymnopilus</i>	1		
5. <i>Cortinarius</i>	1	3	1
6. <i>Galerina</i>	1	1	0
<b>Russulales</b>			
<b>Russulaceae</b>			
1. <i>Lactarius</i>		2	
<b>Aphylophorales</b>			
<b>Clavariaceae</b>			
1. <i>Ceratellopsis</i>	1		
2. <i>Lentaria</i>		1	
3. <i>Macrotyphula</i>	2		
4. <i>Typhula</i>	1		
<b>Ramariaceae</b>			
1. <i>Ramaria</i>		1	

Tab. 15 (Forts. - continued)

Klasse, Ordnung, Familie, Gattung	Artenzahl		
	A-C	D	Σ=
<b>Auriscalpiaceae</b>			
1. <i>Auriscalpium</i>		1	
2. <i>Lentinellus</i>	1		
<b>Corticiaceae s.l.</b>			
1. <i>Vuilleminia</i>	1		
2. <i>Cylindrobasidium</i>	1		
3. <i>Chondrostereum</i>	1		
4. <i>Phlebia</i>	1		
5. <i>Plicaturopsis</i>	1	1	1
6. <i>Grandinia</i>	3	1	1
7. <i>Steccherinum</i>	2		
8. <i>Amylostereum</i>	1		
9. <i>Stereum</i>	2		
10. <i>Meruliopsis</i>	1		
<b>Coniophoraceae</b>			
1. <i>Coniophora</i>	2		
<b>Hymenochaetaceae</b>			
1. <i>Phellinus</i>	2	1	0
<b>Ganodermataceae</b>			
1. <i>Ganoderma</i>	1		
<b>Polyporaceae s.l.</b>			
1. <i>Polyporus</i>	4	3	3
2. <i>Ceriporia</i>	1		
3. <i>Postia</i>	3		
4. <i>Antrrodia</i>	1		
5. <i>Datronia</i>	1		
6. <i>Dichomitus</i>	1		
7. <i>Trametes</i>	5	1	1
8. <i>Skeletocutis</i>	1		
9. <i>Daedaleopsis</i>	2	1	1
10. <i>Fomitopsis</i>	1		
11. <i>Gloeophyllum</i>	2		
12. <i>Ischnoderma</i>	1		
13. <i>Lentinus</i>	1		
14. <i>Schizophyllum</i>	1	1	1
(Heterobasidiomycetes)			
<b>Auriculariales</b>			
<b>Auriculariaceae</b>			
1. <i>Helicobasidium</i>	1		
<b>Tremellales</b>			
<b>Tremellaceae</b>			
1. <i>Exidia</i>	2	1	1
2. <i>Sebacina</i>	1		
3. <i>Tremella</i>	2	1	1
4. <i>Tremiscus</i>	1		
<b>Dacryomycetales</b>			
<b>Dacryomycetaceae</b>			
1. <i>Dacryomyces</i>			1
(Gasteromycetes)			
<b>Phallales</b>			
<b>Phallaceae</b>			
1. <i>Mutinus</i>			1
<b>Nidulariales</b>			
<b>Nidulariaceae</b>			
1. <i>Crucibulum</i>			1
2. <i>Cyathus</i>			2
<b>Lycoperdales</b>			
<b>Lycoperdaceae</b>			
1. <i>Bovista</i>			2
2. <i>Lycoperdon</i>			1
<b>Ascomycetes</b>			
<b>Pezizales</b>			
<b>Morchellaceae</b>			
1. <i>Ptychoverpa</i>			1
<b>Helvellaceae</b>			
1. <i>Helvella</i>			2
2. <i>Leptopodia</i>			1
3. <i>Paxina</i>			1
<b>Pezizaceae</b>			
1. <i>Peziza</i>			4
2. <i>Tarzetta</i>			1
<b>Humariaceae</b>			
1. <i>Sepultaria</i>			1
2. <i>Humaria</i>			1
3. <i>Scutellinia</i>			1
<b>Helotiales</b>			
<b>Sclerotiniaceae</b>			
1. <i>Ciboria</i>			2
2. <i>Rutstroemia</i>			2
<b>Helotiaceae</b>			
1. <i>Ascocoryne</i>			1
2. <i>Tympanis</i>			1
3. <i>Bisporella</i>			1
4. <i>Hymenoscyphus</i>			1
5. <i>Cyathicula</i>			1
6. <i>Pezizella</i>			1
7. <i>Ionomidotis</i>			1
<b>Dermataceae</b>			
1. <i>Tapesia</i>			1
2. <i>Mollisia</i>			1

Tab. 15 (Forts. - continued)

Klasse, Ordnung, Familie, Gattung	Artenzahl			
	A-C	D	Σ=	
<b>Clavicipitales</b> <b>Clavicipitaceae</b> 1. <i>Claviceps</i>	1			
<b>Sphaeriales</b> <b>Nectriaceae</b> 1. <i>Nectria</i>	1			
<b>Sphaeriaceae</b> 1. <i>Hypoxylon</i> 2. <i>Daldinia</i>	2 1			
<b>Sphaeriaceae</b> (Forts.) 3. <i>Xylaria</i>			2	
<b>Diatrypaceae</b> 1. <i>Diatrype</i> 2. <i>Diatrypella</i> 3. <i>Eutypella</i>			1 1 1	
<b>Myxomycetes</b>				
<b>Liceales</b> <b>Liceaceae</b> 1. <i>Lycogala</i>			1	
Total der Basidio-, Asco- und Myxomycetes:				
Arten		267	82	46
Gattungen	Basidiomycetes	88	44	32
	Ascomycetes	28	2	2
	Myxomycetes	1	0	0

ten sind. Wichtige Holzabbauer lassen sich für die Gattungen *Mycena* (22 spp.), *Psathyrella* (16), *Coprinus* (15) und *Crepidotus* (4) nachweisen. 41.5% der Lignicolen gehören zu den Agaricales, 35.5% zu den Aphylophorales.

In den Grauerlenstandorten konnten nur 14 Arten (5%) als Ektomykorrhiza-Symbionten identifiziert werden. Sie verteilen sich auf die Gattungen *Inocybe* (8 spp.), *Naucoria* (4), *Cortinarius* (1) und *Paxillus* (1). Während für *Naucoria escharoides*, *N. luteolofibrillosa* und *Paxillus filamentosus* eine hohe Fk-Produktivität registriert wurde, traten *Cortinarius pulchripes*, *Naucoria scolecina*, *N. subconspersa* und alle Arten der Gattung *Inocybe* nur sporadisch und mit wenigen Fk auf.

Eine parasitische Lebensweise zeigen 4 Arten (1.5%). *Armillariella mellea* s.l., *Helicobasidium brebissonii* und *Phellinus igniarius* können als Pathogen an Laubbäumen auftreten. 12 saprobe Arten der VF A-C sind in der Lage, als Schwäche- und Wundparasiten auf geschwächte Bäume überzugehen, so z.B. *Flammulina velutipes*, *Ganoderma applanatum*, *Trametes versicolor* und *Vuilleminia comedens*.

Zur spezifischen Mykoflora des Grauerlenwaldes gesellen sich eine Reihe von Pilzarten, die nur auf standortsfremdem Substrat zu finden sind. 26 Arten des Nadelwaldes der Umgebung wachsen auf Holz von Fichte, Föhre oder Lärche, das bei Hochwasser im Auenwald abgelagert wurde. Typische Ver-

treter dieser Gruppe sind u.a. *Galerina marginata*, *Gymnopilus hybridus*, *Xeromphalina campanella*, *Pholiota*- und *Pluteus*-Arten, sowie mehrere Aphyllorphorales. Auf eingeschwemmten Föhrenzapfen wurden *Strobilurus stephanocystis* und *St. tenacellus* gesammelt und auf Wildlosung *Panaeolus* aff. *ater* und *P. sphinctrinus*.

### 3.2.2.3. Mykoflora der Sanddorn-Weiden-(Föhren)-Fläche (VF D, *Hippophao* - *Berberidetum*)

Im *Hippophao*-*Berberidetum* (1000 m<sup>2</sup>) wurden 82 Pilzarten registriert. Dies entspricht 27% der in den vier VF gefundenen Taxa. 80 Arten sind Basidiomyceten. *Peziza* sp. Nr. 17003 und *Sepultaria arenosa* wurden aufgrund ihrer Grösse als einzige Ascomyceten der VF D berücksichtigt.

Saprobe Lebensweise liegt bei 63 Arten (77%) vor. *Mycena* (9 spp.), *Clitocybe* (5), *Conocybe* (4) und *Hemimycena* (3) sind die artenreichsten Gattungen mit Humus und Streu abbauenden Vertretern. Als Charakterarten der kalkreichen Trocken- und Halbtrockenrasen (GROSS et al. 1980, KREISEL 1987) wurden *Bovista tomentosa* und *Lycoperdon lividum* nachgewiesen. Das Totholz der Gebüsche wird von 21 lignicolen Arten (25.5%) zersetzt, darunter 10 aphyllorphorale Taxa. Für den Holzabbau wichtige Lignicole sind *Daedaleopsis confragosa*, *Phellinus hippophaëicola* und *Polyporus*-Arten.

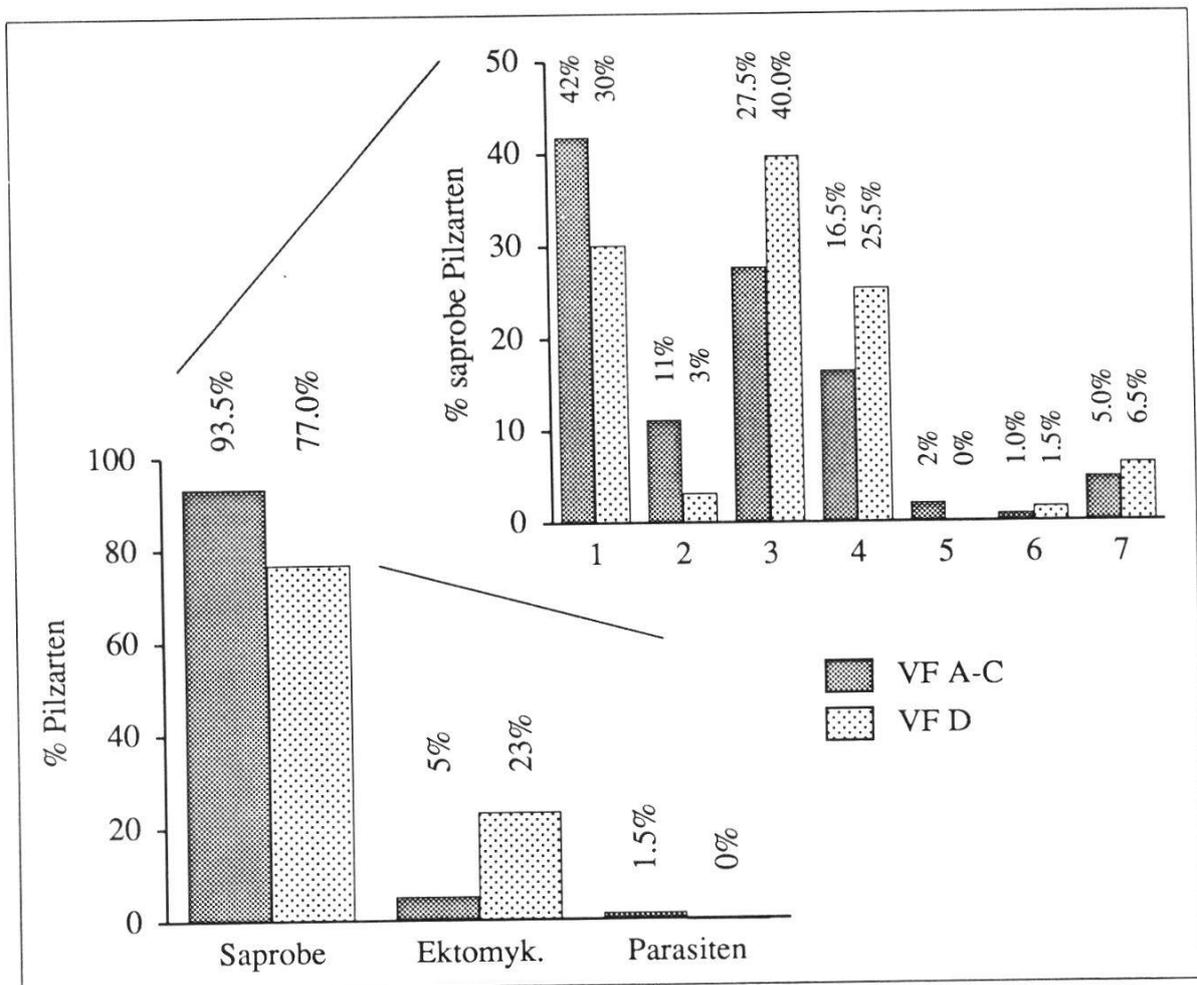
Als Ektomykorrhiza-Symbionten treten vergleichsweise viele, d.h. 19 Arten (23%) auf, welche sich auf die Gattungen *Inocybe* (9 spp.), *Cortinarius* (3), *Hebeloma* (2), *Lactarius* (2), *Chroogomphus* (1), *Suillus* (1) und *Tricholoma* (1) verteilen. *Cortinarius pulchripes* und *Inocybe dulcamara* weisen die hohe Produktivität von 150-250 Fk pro Jahr auf.

Obligate Parasiten wurden auf dem Sanddorn-Standort nicht beobachtet. Als Schwächeparasiten traten vereinzelt *Daedaleopsis confragosa*, *Phellinus hippophaëicola* und *Schizophyllum commune* an absterbenden Sträuchern in Erscheinung.

Die in der VF D eingesprengten Nadelbäume (Fichte, Föhre, Lärche) ermöglichen das Vorkommen begleitender, standortsfremder Pilzarten. Dazu zählen die obligaten Ektomykorrhiza-Symbionten *Chroogomphus rutilus* (*Pinus*), *Hebeloma mesophaeum* (*Picea*, *Pinus*), *Lactarius semisanguifluus* (*Pinus*) und *Suillus tridentinus* (*Larix*) sowie die Saproben *Marasmius androsaceus* (Nadelstreu), *Auriscalpium vulgare* und *Strobilurus stephanocystis* (beide auf Zapfen von *Pinus*). Auf Wildlosung wurde sporadisch *Panaeolus* aff. *ater* beobachtet.

### 3.2.2.4. Mykosoziologischer Vergleich der beiden Pflanzengesellschaften

Im *Alnetum incanae* (VF A-C) spielen die Ektomykorrhiza-Symbionten eine untergeordnete Rolle, während im *Hippophao-Berberidetum* (VF D) jede vierte registrierte Pilzart eine Wurzelsymbiose mit den dort wachsenden Bäumen eingeht (Fig. 9). Die saprobe Pilzflora der VF A-C wird von lignicolen Arten dominiert, während in der VF D vor allem auf der Bodenoberfläche le-



**Fig. 9.** Vergleich der Ökologie der Pilze aus den VF A-C (*Alnetum incanae*) und VF D (*Hippophao-Berberidetum*).  
*Comparison of ecology of the fungi on research sites A-C and D.*

- |   |   |
|---|---|
| 1: lignicol, Laubholz -<br>on deciduous wood                    | 4: terricol, Streu - on litter  |
| 2: lignicol, Schwemmhholz (v.a. Fichte) -<br>on coniferous wood | 5: herbaecol - on herbaceous debris                                       |
| 3: terricol, Humus - on humus                                   | 6: coprophil - on dung  |
|   | 7: fakultative Schwäche- / Wundparasiten -<br>parasites on weakened trees |

bende, hauptsächlich Humus abbauende Arten vorkommen. Lignicole auf Nadelholz fehlen in der Sanddornfläche D fast vollständig.

43 saprobe Arten (52.5% aller Pilze der VF D) sind sowohl im *Alnetum* als auch im *Hippophao-Berberidetum* anzutreffen (Tab. 14, 15), wobei zu berücksichtigen ist, dass das Vergleichsfeld D eine um die Hälfte kleinere Fläche aufweist als die Grauerlenfelder A-C. Mehrere Vertreter der Gattungen *Mycena*, *Conocybe*, *Hemimycena*, *Polyporus* u.a., die unter Grauerle ihre optimalen Lebensbedingungen finden, stossen in die Sanddornfläche vor, wo sie jedoch in ihrem ökologischen Grenzbereich nur noch gelegentlich eine geringe Fk-Produktivität erreichen. Die saproben Gattungen *Auriscalpium*, *Bovista*, *Flammulaster*, *Lentaria*, *Lycoperdon*, *Merismodes* und *Ramaria* sind ausschliesslich in der VF D zu finden.

Die Ektomykorrhiza-Pilzflora des *Hippophao-Berberidetum* tritt als eigenständige Gruppe auf, die nur 3 Arten mit dem *Alnetum* gemeinsam hat. In beiden Pflanzengesellschaften wachsen *Cortinarius pulchripes*, *Inocybe hirtella* und *I. obscuröbadia*. Diese Tatsache deutet darauf hin, dass *Salix* als Ektomykorrhiza-Wirtsbaum für die aufgeführten Arten in Frage kommt, da nur dieser in allen VF anzutreffen ist.

### 3.2.3. Mykosoziologie der Grauerle

#### 3.2.3.1. Stete Pilzarten des europäischen *Alnetum incanae*

Aufgrund der Auswertung mykosoziologischer Literatur (Tab. 16a, 16b) wurden 137 Pilzarten ausgeschieden, die  $\pm$  regelmässig in Grauerlenwäldern auftreten. In guter Übereinstimmung mit den eigenen Beobachtungen dominieren in dieser Gruppe die Lignicolen mit 52.5% aller Taxa. Saprob-terricole Lebensweise zeigen 37.5% der Arten. Nur 10% sind stete Ektomykorrhiza-Symbionten von *Alnus incana*. Diese verteilen sich auf die Gattungen *Naucoria* (4 spp.), *Cortinarius* (3), *Lactarius* (2), *Gyrodon* (1), *Inocybe* (1), *Laccaria* (1), *Paxillus* (1) und *Russula* (1). Vertreter der wichtigen Ektomykorrhiza-Gattungen *Amanita*, *Hebeloma* und *Tricholoma* sind aus Grauerlenwäldern nur vereinzelt belegt (vgl. Kap. 3.2.3.2). *Inocybe*-Arten kommen in den Auen oft in grösserer Zahl vor, jedoch zeigt lediglich *I. calospora* ein wiederholtes Auftreten unter *Alnus incana*. Die durch die eigenen Untersuchungen dokumentierte und in der Literatur oft angeführte Armut der Auenwälder an Ektomykorrhiza-Pilzen (BUCH und KREISEL 1957, CARBIENER 1981, KOST und HAAS 1989) ist Gegenstand der Diskussion in Kap. 4.3.



Tab. 16a (Forts. - continued)

Pilzarten	mykosoziolog. Lit.:	1	2	3	4	5	6	7	8	%S	zusätzl. Lit.
(Forts. saprob-lignicole Arten)											
<i>Trametes hirsuta</i>		+	.	+	+	+	+	+	+	88	
<i>Polyporus ciliatus</i>		.	+	+	.	+	+	+	+	75	22, 28, 33
<i>Pluteus romellii</i>		.	+	+	+	+	+	+	.	75	15, 33
<i>Daldinia occidentalis</i>		.	+	+	+	+	.	.	+	63	11, 32
<i>Flammulina velutipes</i>		.	+	.	.	+	+	+	+	63	13, 26
<i>Mycena speirea</i>		+	+	+	.	+	.	+	.	63	16
<i>Polyporus brumalis</i>		.	+	.	+	+	+	.	+	63	13
<i>Psathyrella candolleana</i>		.	+	+	+	+	.	+	.	63	16
<i>Coprinus disseminatus</i>		.	+	+	+	.	+	+	.	63	
<i>Coprinus domesticus</i>		.	+	+	+	+	+	.	.	63	
<i>Pluteus atricapillus</i>		+	.	.	+	+	.	+	+	63	
<i>Polyporus varius</i>		+	.	+	.	+	+	.	+	63	
<i>Psathyrella gracilis</i>		.	+	+	.	+	+	+	.	63	
<i>Stereum hirsutum</i>		+	.	+	+	.	.	+	+	63	
<i>Fomitopsis pinicola</i>		.	.	+	.	+	+	.	+	50	13, 22
<i>Daedaleopsis confragosa</i>		.	.	.	+	+	+	+	.	50	19
<i>Mycena haematopoda</i>		.	.	.	+	+	.	+	+	50	33
<i>Mycena niveipes</i>		.	+	.	.	+	+	+	.	50	28
<i>Phlebia radiata</i>		.	.	.	+	+	+	.	+	50	11
<i>Trametes versicolor</i>		.	.	.	+	+	+	+	.	50	33
<i>Crepidotus sphaerosporus</i>		+	+	.	.	+	+	.	.	50	
<i>Exidia glandulosa</i>		.	+	.	.	+	.	+	+	50	
<i>Kuehneromyces mutabilis</i>		.	+	.	.	+	.	+	+	50	
<i>Macrotyphula fistulosa</i>		.	+	.	+	.	.	+	+	50	
<i>Schizophyllum commune</i>		.	.	.	+	+	+	+	.	50	
<i>Simocybe rubi</i>		.	+	.	+	+	.	+	.	50	
<i>Vuilleminia comedens</i>		.	.	+	.	+	+	.	+	50	
<i>Xylaria hypoxylon</i>		.	.	.	.	+	+	+	+	50	
<i>Bisporella citrina</i>		.	.	.	+	.	.	+	+	38	
<i>Chondrostereum purpureum</i>		.	.	.	.	+	.	+	+	38	
<i>Clitopilus hobsonii</i>		.	+	.	.	+	.	+	.	38	
<i>Crepidotus subsphaerosporus</i>		.	+	.	.	+	.	+	.	38	
<i>Crucibulum laeve</i>		.	.	+	.	.	.	+	+	38	
<i>Cyathus striatus</i>		.	.	+	+	.	.	+	.	38	
<i>Meruliopsis corium</i>		.	.	.	.	+	+	.	+	38	
<i>Mycena alcalina</i>		.	.	+	+	.	.	+	.	38	
<i>Phaeomarasmius erinaceus</i>		.	.	+	.	.	.	+	+	38	
<i>Postia caesia</i>		+	.	.	.	+	.	.	+	38	
<i>Scutellinia scutellata</i>		.	.	.	.	+	+	+	.	38	
<i>Lycogala epidendrum</i>		.	.	.	+	+	.	.	.	25	28
<i>Micromphale foetidum</i>		.	.	.	.	+	+	.	.	25	28
<i>Phellinus ferruginosus</i>		.	.	.	+	+	.	.	.	25	11
<i>Pluteus thomsonii</i>		.	+	.	.	.	.	+	.	25	15
<i>Trametes pubescens</i>		.	.	.	+	.	.	.	+	25	33
<i>Tremella mesenterica</i>		.	.	.	+	.	.	.	+	25	33
<i>Hypoxylon fuscum</i>		.	.	.	.	+	.	.	.	13	11, 32

Tab. 16a (Forts. - continued)

Pilzarten	mykosoziolog. Lit.:	1	2	3	4	5	6	7	8	%S	zusätzl. Lit.
<b>übrige saprobe Arten</b>											
<i>Cystolepiota sistrata</i>		+	+	+	+	.	+	+	.	75	33
<i>Mycena pura</i>		+	+	+	+	.	.	+	+	75	33
<i>Lepiota cristata</i>		.	+	+	+	.	+	+	+	75	
<i>Mycena epipterygia</i>		+	.	+	+	.	.	+	+	63	
<i>Tubaria conspersa</i>		.	+	+	.	+	+	+	.	63	
<i>Mycena acicula</i>		+	+	+	.	.	.	+	.	50	24
<i>Clitocybe alnetorum</i>		+	+	+	+	.	.	.	.	50	
<i>Collybia dryophila</i>		.	.	+	+	+	.	+	.	50	
<i>Conocybe subovalis</i>		.	.	+	+	+	.	+	.	50	
<i>Coprinus lagopus</i>		.	+	+	.	.	+	+	.	50	
<i>Mycena citrinomarginata</i>		+	.	.	+	+	+	.	.	50	
<i>Pholiotina brunnea</i>		.	+	+	+	.	.	+	.	50	
<i>Pholiotina vestita</i>		.	+	+	.	+	.	+	.	50	
<i>Psathyrella prona</i>		+	+	.	+	.	.	+	.	50	
<i>Psathyrella spadiceogrisea</i>		.	+	.	.	+	+	+	.	50	
<i>Tarzetta cupularis</i>		.	.	+	+	+	.	+	.	50	
<i>Clitocybe fragrans</i>		.	.	.	+	+	.	+	.	38	17
<i>Marasmius epiphyllus</i>		.	.	.	.	+	+	+	.	38	16
<i>Pluteus cinereofuscus</i>		.	+	+	.	.	.	+	.	38	15
<i>Collybia cookei</i>		.	+	.	+	.	.	+	.	38	
<i>Conocybe rickeniana</i>		.	.	.	.	+	+	+	.	38	
<i>Conocybe tenera</i>		.	+	.	.	.	+	+	.	38	
<i>Coprinus atramentarius</i>		.	+	+	.	.	.	+	.	38	
<i>Coprinus plicatilis</i>		.	+	+	.	.	.	+	.	38	
<i>Marasmius rotula</i>		.	.	.	+	+	.	+	.	38	
<i>Melanophyllum echinatum</i>		+	+	+	.	.	.	.	.	38	
<i>Panaeolus guttulatus</i>		.	+	+	.	+	.	.	.	38	
<i>Peziza succosa</i>		.	+	.	.	+	+	.	.	38	
<i>Pholiotina mairei</i>		.	+	+	.	.	.	+	.	38	
<i>Clitocybe candicans</i>		.	+	+	.	.	.	.	.	25	17
<i>Marasmius lupuletorum</i>		.	.	.	+	.	.	+	.	25	16

27 spp. der Tab. 16a, 16b können als hochstete Begleiter ( $S > 60\%$ ) von *Alnus incana* bezeichnet werden. Die grösste Stetigkeit zeigen die Ektomykorrhiza-Symbionten *Naucoria escharoides*, *N. luteolofibrillosa* und *Paxillus filamentosus*, die Lignicolen *Armillariella mellea*, *Mycena galericulata*, *Pluteus romellii*, *Polyporus ciliatus* und *Trametes hirsuta* sowie die saprob-terricolen Arten *Cystolepiota sistrata*, *Lepiota cristata* und *Mycena pura*. Ältere Angaben über Funde von *Paxillus involutus* (Batsch) Fr. aus Grauerlenwäldern (BUJAKIEWICZ 1973, FAVRE 1960) dürften sich durchwegs auf *P. filamentosus* beziehen.

**Tab. 16b.** Pilzarten aus europäischen Grauerlenwäldern, welche mit mindestens drei Literaturzitaten belegt sind, jedoch **in den VF A-C (*Alnetum incanae*) nicht nachgewiesen** werden konnten (Nomenklatur vgl. Tab. 14, Literatur vgl. Tab. 16a).

*Fungal species of European Alnus incana forests, which are mentioned in at least three literature references, but which could not be found on research sites A-C (for literature see Tab. 16a).*

Pilzarten	mykosoziolog. Lit.:	1	2	3	4	5	6	7	8	%S	zusätzl. Lit.
<b>Ektomykorrhiza-Symbionten</b>											
<i>Lactarius lilacinus</i> (Lasch) Fr.		+	+	+	+	.	.	+	.	63	16, 29
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.:Fr.) Bk. & Br.		.	+	.	+	.	.	+	+	50	33
<i>Cortinarius (Tel.) alnetorum</i> (Vel.) Mos.		.	+	.	+	.	.	+	.	38	16
<i>Cortinarius (Tel.) flexipes</i> Fr. ss. Kühn.		.	.	.	.	+	+	+	.	38	
<i>Inocybe calospora</i> Quéł.		.	.	.	+	+	.	+	.	38	
<i>Lactarius obscuratus</i> (Lasch) Fr.		.	.	.	+	.	.	+	.	25	16, 19, 29
<i>Cortinarius (Tel.) bibulus</i> Quéł.		.	.	.	+	.	.	+	.	25	25, 33
<i>Russula pumila</i> Rouzeau & Massart		.	.	.	.	.	.	+	.	13	14, 16, 20
<i>Gyrodon lividus</i> (Bull.:Fr.) Sacc.		.	.	.	.	+	.	.	.	13	10, 13, 19, 33, 34, 37
<b>saprob-lignicole Arten</b>											
<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.:Fr.) Karst.		.	.	.	.	+	+	+	+	50	22
<i>Inonotus radiatus</i> (Sow.:Fr.) Karst.		.	.	.	+	.	+	+	+	50	33
<i>Panellus serotinus</i> (Pers.:Fr.) Kühn.		.	+	.	+	.	.	+	+	50	
<i>Peniophora incarnata</i> (Pers.:Fr.) Karst.		.	.	.	.	+	+	.	+	38	33
<i>Pholiota alnicola</i> (Fr.) Sing.		.	+	.	.	.	.	+	+	38	19
<i>Schizopora paradoxa</i> (Schrad.:Fr.) Donk		.	.	.	.	+	.	+	+	38	30
<i>Stereum rugosum</i> (Pers.:Fr.) Fr.		.	.	.	.	+	+	.	+	38	33
<i>Stereum subtomentosum</i> Pouz.		.	.	.	+	.	.	+	+	38	13
<i>Ascocoryne sarcoides</i> (J. ex Gray) G.&W.		.	.	.	.	+	.	+	+	38	
<i>Auricularia auricula-judae</i> (B. ex St.A.)W.		.	+	.	.	+	.	+	.	38	
<i>Entoloma byssisedum</i> (Pers.:Fr.) Donk		.	.	.	.	+	.	+	+	38	
<i>Lycoperdon pyriforme</i> Schff.:Pers.		.	.	.	+	.	.	+	+	38	
<i>Merulius tremellosus</i> Fr.		.	.	.	+	.	.	+	+	38	
<i>Phanerochaete sordida</i> (Karst.) Erikss.&R.		.	.	+	.	+	.	.	+	38	
<i>Pluteus phlebophorus</i> (Ditm.:Fr.) Kummer		.	+	+	.	.	.	+	.	38	
<i>Polyporus squamosus</i> (Huds.): Fr.		.	+	.	.	+	.	+	.	38	
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i> (Jacq.:Fr.)Karst.		+	.	.	.	+	.	.	+	38	
<i>Peniophora erikssonii</i> Boidin		.	.	.	.	.	.	+	+	25	11, 12
<i>Gloeocystidiellum porosum</i> (Bk.&C.)Donk		.	.	.	.	+	.	.	+	25	11
<i>Hyphoderma radula</i> (Fr.:Fr.) Donk		.	.	.	+	.	.	.	+	25	11
<i>Marasmiellus ramealis</i> (Bull.:Fr.) Sing.		.	.	.	+	.	.	+	.	25	16
<i>Oxyporus populinus</i> (Schum.:Fr.) Donk		.	.	.	.	+	.	.	+	25	11
<i>Tulasnella violea</i> (Quéł.) Bourd. & Galz.		.	.	+	.	.	.	.	+	25	33
<i>Sarcoscypha coccinea</i> (Fr.) Lamb.		.	.	.	.	.	.	+	.	13	9, 11
<b>übrige saprobe Arten</b>											
<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.:Fr.) Kummer		+	.	+	+	.	+	+	.	63	17
<i>Pholiotina blattaria</i> (Fr.) Fay. ss. K. v. W.		+	+	.	.	+	+	+	.	63	
<i>Ramaria abietina</i> (Pers.:Fr.) Quéł.		.	+	+	+	.	.	.	+	50	
<i>Stropharia aeruginosa</i> (Curt.:Fr.) Quéł.		+	.	.	+	.	.	+	+	50	

Tab. 16b (Forts. - continued)

Pilzarten	mykosoziolog. Lit.:	1	2	3	4	5	6	7	8	%S	zusätzl. Lit.
(Forts. übrige saprobe Arten)											
<i>Lepista nuda</i> (Bull.:Fr.) Cke.		+	+	.	.	.	.	.	+	38	33
<i>Mycena galopoda</i> (Pers.:Fr.) Kummer		+	.	.	+	.	.	+	.	38	16
<i>Clitocybe dealbata</i> (Sow.:Fr.) Kummer		.	+	.	.	+	+	.	.	38	
<i>Coprinus comatus</i> (Müll.:Fr.) S.F.Gray		.	+	.	.	+	+	.	.	38	
<i>Entoloma nidorosum</i> (Fr.) Quéf.		+	.	.	+	.	.	+	.	38	
<i>Geastrum triplex</i> Jungh.		.	+	+	+	.	.	.	.	38	
<i>Hygrocybe conica</i> (Scop.:Fr.) Kummer		.	+	.	.	.	.	+	+	38	
<i>Lepiota perplexa</i> Knudsen		.	+	.	.	.	.	+	+	38	
<i>Marasmius androsaceus</i> (L.:Fr.) Fr.		.	.	+	+	.	.	.	+	38	
<i>Mitrophora semilibera</i> (D.C.:Fr.) Lév.		.	.	.	.	.	+	+	+	38	
<i>Mycena ammoniaca</i> (Fr.) Quéf.		.	.	+	.	.	.	+	+	38	
<i>Tubaria furfuracea</i> (Pers.:Fr.) Gill.		.	.	.	.	.	+	+	+	38	
<i>Clitocybe odora</i> (Bull.:Fr.) Kummer		+	.	+	.	.	.	.	.	25	17
<i>Crepidotus pubescens</i> Bres.		.	.	.	.	.	.	.	+	25	31
<i>Pezizella alniella</i> (Nyl.) Dennis		.	.	.	.	.	+	.	+	25	11
<i>Lacrymaria lacrymabunda</i> (Bull.:Fr.) Pat.		.	+	.	.	.	.	.	.	13	24, 33

In den VF A-C wurden 84 spp. aus der Stetengruppe von *Alnus incana* nachgewiesen; darunter befinden sich auch alle hochsteten Arten mit Ausnahme von *Clitocybe gibba*, *Lactarius lilacinus* und *Pholiotina blattaria*. 66.5% der steten lignicolen Taxa, 61% der steten saprob-terricolen Taxa und nur 36% der steten Ektomykorrhiza-Symbionten traten in den untersuchten Grauerlenflächen auf. Die Ektomykorrhiza-Gattungen *Gyrodon*, *Laccaria*, *Lactarius* und *Russula* sind aus den VF A-C nicht, die Gattung *Cortinarius* nur mit einer einzigen Art belegt. Unter den acht *Inocybe*-Arten der VF A-C befinden sich, den Literaturangaben folgend, keine regelmässigen Begleiter von *Alnus incana*. Die Saproben *Clitocybe gibba*, *Marasmius androsaceus* und *Ramaria abietina*, welche aufgrund der Literaturlauswertung der Stetengruppe des Grauerlenwaldes zuzurechnen sind, traten während der gesamten Untersuchungsdauer nur in der Sanddorn-Vergleichsfläche D auf. Die stete Art *Coprinus comatus* wurde im Untersuchungsgebiet lediglich an anthropogen gestörten Standorten entlang von Waldwegen beobachtet.

### 3.2.3.2. Potentielle Pilzarten des europäischen *Alnetum incanae*

Die nachfolgend aufgeführten Makromyceten müssen als potentielle Pilzarten des Grauerlenwaldes betrachtet werden, obgleich sie in der Literatur nur mit

1-2 Fundmeldungen aus dem *Alnetum incanae* belegt sind. Fettgedruckte Taxa wurden in den Grauerlen-VF A-C durch die eigenen Untersuchungen nachgewiesen. Die Zahlen hinter den Artnamen beziehen sich auf die Literaturzitate, welche den betreffenden Taxa zugrunde liegen (vgl. Tab. 16a).

**Ektomykorrhiza-Symbionten:** *Alpova diplophloeus* (Zeller&Dodge) Trappe&A.H. Smith (1, 27) - *Amanita friabilis* Karst. (16) - *Cortinarius bavaricus* Mos. (2) - *C. delibutus* Fr. (4) - *C. erythrinus* (Fr.) Fr. (1, 6) - *C. helvelloides* (Fr.) Fr. (7, 16) - *C. iliopodius* Fr. (7) - *C. pulchripes* (1, 7) - *C. salor* Fr. (2) - *C. urbicus* Fr. (2) - *Hebeloma helodes* Favre (6) - *H. leucosarx* P.D.Orton (2) - *Inocybe alnea* Stangl (2, 35) - *I. calamistrata* (Fr.:Fr.) Gill. (2, 7) - *I. calida* Vel. (33) - *I. decipiens* Bres. (5, 6) - *I. dulcamara* (A.&S.:Pers.) Kummer (5, 6) - *I. fuscomarginata* Kühn. (5, 6) - *I. hirtella* (3, 6) - *I. muricellata* Bres. (2) - *I. ochracea* (35) - *I. petiginosa* (Fr.:Fr.) Gill. (1) - *I. splendens* (6) - *Laccaria tortilis* (Bolt.) S.F.Gray (7) - *Lactarius omphaliformis* Romagn. (7) - *Naucoria alnetorum* (R.Mre.) Kühn.&Romagn. (4, 7) - *N. bohémica* Vel. (7) - *N. langei* Kühn. (7) - *N. striatula* P.D.Orton (4, 5) - *N. suavis* Bres. (6, 7) - *Russula alnetorum* Romagn. (1, 4) - *Tricholoma album* (Schff.:Fr.) Quéf. (7) - *T. scalpturatum* (Fr.) Quéf. (1).

**saprob-lignicole Arten:** *Aegerita candida* Pers.:Fr. (8) - *Agrocybe firma* (Peck) Kühn. (4) - *Amphinema byssoides* (Pers.:Fr.) J.Erikss. (8) - *Antrodia malicola* (20) - *Antrodia hoehnellii* (Bres. ex Höhn.) Niemelä (8) - *A. romellii* (Donk) Niemelä (3) - *A. semisupina* (Bk.&Curt.) Ryv.&Johansen (8) - *Ascocoryne cylichnium* (5, 8) - *Ascotremella faginea* (Peck) Seaver (3, 11) - *Athelia alnicola* (Bourd.&Galz.) Jülich (21) - *A. arachnoidea* (Bk.) Jülich (8) - *A. epiphylla* Pers. (8) - *A. fibulata* Christ. (8) - *A. nivea* Jülich (21) - *A. sibirica* (Jülich) J.Erikss.&Ryv. (8) - *Bjerkandera fumosa* (Pers.:Fr.) Karst. (1, 5) - *Bolbitius reticulatus* (7) - *Botryobasidium botryosum* (Bres.) J.Erikss. (8) - *B. laeve* (J.Erikss.) Parm. (8) - *B. subcoronatum* (Höhn.&Litsch.) Donk (8) - *Botryohypochnus isabellinus* (Fr. ex Schleicher) J.Erikss. (8) - *Calathella erucaeformis* (Fr.) Reid (2) - *Calocera cornea* (Batsch:Fr.) Fr. (8) - *Ceraceomyces tessulatus* (Cke.) Jülich (8, 21) - *Ceriporia purpurea* (3, 8) - *C. reticulata* (Hoffm.:Fr.) Domanski (3, 8) - *Cerocorticium confluens* (Fr.:Fr.) Jülich&Stalpers (8) - *Chlorosplenium aeruginosum* (Oeder ex S.F.Gray) de Not. (4, 8) - *Coniophora arida* (8) - *C. puteana* (8) - *Coprinus micaceus* (Bull.:Fr.) Fr. (4, 7) - *Crepidotus epibryus* (2, 5) - *C. lundellii* Pil. (5, 8) - *C. mollis* (Schff.:Fr.) Kummer (5, 6) - *C. subverrucisporus* (2) - *C. variabilis* (Pers.:Fr.) Kummer (6) - *Cylindrobasidium evolvens* (5, 8) - *Cytidia salicina* (Fr.) Burt (2) - *Dacryomyces lacrymalis* (Pers. ex S.F.Gray) Sommerf. (5) - *D. stillatus* Nees:Fr. (8, 24) - *Daedaleopsis confragosa* var. *tricolor* (4, 33) - *Dasyscyphus bicolor* (Bull. ex Mérat) Fuck. (7) - *Datronia mollis* (7, 8) - *D. stereoides* (Fr.) Ryv. (8) - *Delicatula integrella* (Pers.:Fr.) Fay. (4, 7) - *Dichomitus campestris* (3, 8) - *Encoelia furfuracea* (Roth:Pers.) Karst. (7, 8) - *Entoloma alnetorum* Monthoux&Röllin (28) - *E. euchroum* (Pers.:Fr.) Donk (7) - *E. rhodocylix* (Lasch:Fr.) Mos. (5) - *Eutypella alnifraga* (11) - *Exidiopsis effusa* (Bref. ex Sacc.) Möller (3, 33) - *Flammulaster wieslandri* (Fr.) Mos. (2) - *Flammulina fennae* (3) - *Galerina triscopa* (Fr.) Kühn. (7) - *Ganoderma applanatum* (7, 33) - *G. lucidum* (Fr.) Karst. (7) - *Grandinia breviseta* (Karst.) Jülich (3, 8) - *G. crustosa* (3, 8) - *G. granulosa* (Pers.:Fr.) Fr. (8) - *G. subalutacea* (Karst.) Jülich (8) - *Gyromitra infula* (Schff.:Pers.) Quéf. (8) - *Haplotrichum aureum* (Pers.) Hol.-Jech. (8) - *H. conspersum* (Pers.) Hol.-Jech. (8) - *Hemimycena crispata* (5) - *H. delicatella* (Peck) Sing. (1, 2) - *Henningsomyces candidus* (Pers.:Fr.) O.Kuntze (8) - *Hohenbuehelia atrocoerulea* (Fr.) Sing. (8) - *H. reniformis* (Fr.) Sing. (8) - *Hymenochaete cinnamomea* (Pers.) Bres. (3, 8) - *Hyphoderma argillaceum* (Bres.) Donk (8) - *H. praetermissum* (Karst.) J.Erikss.&Strid (3, 8) - *H. puberum* (Fr.) Wallr. (5, 8) - *H. setigerum* (Fr.) Donk (3, 8) - *Hypholoma fasciculare* (4, 8) - *Hypoch-*

*nicium punctulatum* (Cke.) J.Erikss. (8) - *Hypoxylon julianii* L.E.Petrini (32) - ***H. multi-***  
***forme*** (8, 32) - *Inonotus obliquus* (Pers.:Fr.) Pil. (8) - *Junghuhnia nitida* (Fr.) Ryv. (5, 8)  
- *Kuehneromyces myriadophylla* (P.D.Orton) Pegler&Young (1) - *Laetiporus sulphureus*  
(Bull.:Fr.) Murr. (7) - *Laxitextum bicolor* (Pers.:Fr.) Lentz (5, 8) - *Lentaria soluta* (Karst.)  
Pil. (8) - *Lentinellus omphalodes* (Fr.) Karst. (2) - *Leptosporomyces galzinii* (Bourd.) Jü-  
lich (8) - *Lyomyces sambuci* (Pers.:Fr.) Karst. (8) - ***Megacollybia platyphylla*** (4, 7) - *Me-*  
*rismodes anomalus* (Pers.:Fr.) Sing. (2, 8) - *M. ochraceus* (Hoffm.:Pers.) Reid (8) - ***My-***  
***cena alba*** (2, 6) - *M. alnetorum* Favre (1) - *M. erubescens* Höhn. (7) - ***M. flos-nivium***  
(1) - ***M. hiemalis*** (5, 6) - *M. inclinata* (Fr.) Quél. (4) - *Mycena polygramma* (Bull.:Fr.)  
S.F.Gray (4) - *M. pseudocorticola* Kühn. (7) - ***M. renati*** (7, 28) - *Mycoacia fuscoatra*  
(Fr.:Fr.) Donk (8) - *Myxarium grilletii* (Boud.) Reid (8) - *M. podlachicum* (Bres.) Raitviir  
(8) - ***Nectria cinnabarina*** (8) - *Neobulgaria foliacea* (Bres.) Dennis (5) - *Nidularia farc-*  
*ta* (Roth:Pers.) Fr. (8) - *Panellus ringens* (Fr.) Romagn. (4, 7) - *P. stypticus* (Bull.:Fr.)  
Karst. (4, 7) - *Paulliticorticium niveo-cremeum* (Höhn.&Litsch.) Oberw. ex Jülich (8) - *Pe-*  
*niophora cinerea* (Pers.:Fr.) Cke. (8) - *Phallogaster saccatus* Morgan (11) - *Phanero-*  
*chaete affinis* (Burt) Parm. (8) - *Ph. tuberculata* (Karst.) Parm. (8) - *Ph. velutina*  
(D.C.:Pers.) Karst. (8) - ***Phellinus igniarius*** (8, 33) - *Ph. lundellii* Niemelä (8) - *Ph. ni-*  
*gricans* (Fr.) Karst. (8) - *Ph. punctatus* (Fr.) Pil. (5) - *Ph. trivialis* (Bres.) Kreis. (11) -  
*Pholiota aurivella* (Batsch:Fr.) Kummer (5, 8) - *Ph. destruens* (Brond.) Quél. (6, 8) - *Ph.*  
*squarrosa* (Pers.:Fr.) Kummer (7) - *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kummer (7) - *P. pul-*  
*monarius* Fr. (8) - *Plicatura nivea* (Fr.) Karst. (7, 8) - ***Plicaturopsis crispa*** (4) - *Pluteus*  
*leoninus* (Schff.:Fr.) Kummer (3, 15) - *P. luctuosus* Boud. (5, 15) - *P. nanus* (Pers.:Fr.)  
Kummer (6, 15) - *P. punctipes* P.D.Orton (7) - *P. salicinus* (Pers.:Fr.) Kummer (7, 15) -  
*P. semibulbosus* (Lasch ap. Fr.) Gill. (7, 33) - *Polyporus arcularius* (Batsch): Fr. (1, 7) -  
*P. melanopus* (Pers.): Fr. (7, 8) - ***P. varius var. nummularius*** (7) - ***Postia subcaesia*** (7,  
8) - ***Psathyrella olympiana*** (2, 3) - *Pulcherricium caeruleum* (Schrad.:Fr.) Parm. (4) -  
*Resinicium bicolor* (A.&S.:Fr.) Parm. (8) - *Resupinatus applicatus* (Batsch:Fr.) S.F.Gray  
(2) - *R. trichotis* (Pers.) Sing. (7) - ***Rutstroemia firma*** (1, 7) - *Sarcoscypha austriaca*  
(Beck ex Sacc.) Boud. (9) - *Scopuloides rimosa* (Cke.) Jülich (8) - *Sebacina epigaea*  
(Bk.&Br.) Neuh. (8) - *S. livescens* Bres. (8) - *Simocybe centunculus* (Fr.) Sing. (3, 7) - *S.*  
*sumptuosa* (P.D.Orton) Sing. (7) - *Sistotrema brinkmannii* (Bres.) J.Erikss. (8) - *S.*  
*muscicola* (Pers.) Lund. (8) - ***Skeletocutis nivea*** (5, 8) - *Sphaerobolus stellatus* To-  
de:Pers. (8) - *Steccherinum fimbriatum* (Pers.:Fr.) J.Erikss. (8) - ***S. ochraceum*** (4, 7) -  
*Subulicystidium longisporum* (Pat.) Parm. (8) - *Taphrina amentorum* (Sadleback) Rostrup  
(11, 33) - *Tomentella rubiginosa* (Bres.) R.Mre. (3) - *T. sublilacina* (Ellis&Holway) Wa-  
kef. (8) - *Tomentellopsis echinospora* (Ellis) Hjortst. (8) - ***Trametes multicolor*** (8) - *Tre-*  
*chispora farinacea* (Pers.:Fr.) Liberta (8) - *T. vaga* (Fr.) Liberta (8) - ***Tremella foliacea***  
(8, 33) - ***Tremiscus helvelloides*** (2, 3) - *Tubaria confragos* (Fr.) Harm. (7) - *Tubulicrinis*  
*glebulosus* (Bres.) Donk (8) - *Tulasnella eichleriana* Bres. (8) - *Tylospora asterophora*  
(Bonord.) Donk (8) - *T. fibrillosa* (Burt) Donk (8) - ***Tympanis alnea*** (11) - ***Xylaria poly-***  
***morpha*** (5, 7) .

**übrige saprobe Arten:** *Agaricus arvensis* Schff.:Fr. (2) - *A. subperonatus* (Lge.) Sing.  
(2) - ***Agrocybe praecox*** (2) - *Bolbitius vitellinus* (Pers.) Fr. (6) - *Calocybe carnea*  
(Bull.:Fr.) Donk (5) - *Calyptella capula* (Holmsk.:Fr.) Quél. (7) - *Ciboria alni* (Maul)  
Whetzel (7) - ***C. amentacea*** (7, 11) - ***C. viridifusca*** (11) - *Clavulina cinerea* (Fr.)  
Schroet. (5, 6) - *Clitocybe brumalis* (Fr.:Fr.) Kummer (2) - *C. cyanolens* Metr. (4) - ***C.***  
***elegantula*** (3) - *C. hydrogramma* (Bull.:Fr.) Kummer (3, 4) - *C. inornata* (Sow.:Fr.)  
Gill. (1, 17) - *C. lohjaënsis* Harm. (4, 17) - *C. phyllophila* (Fr.) Quél. (6, 17) - ***C. pseu-***  
***doobbata*** (1, 2) - *C. rivulosa* (Pers.:Fr.) Kummer (2, 6) - *C. squamulosoides* P.D.Orton  
(4) - *Clitopilus cretatus* (Bk.&Br.) Sacc. (3) - *Collybia butyracea* (Bull.:Fr.) Quél. (8) -  
*C. confluens* (Pers.:Fr.) Kummer (4) - *C. racemosa* (Pers.:Fr.) Quél. (1) - *C. tuberosa*

(Bull.:Fr.) Kummer (1) - *Conocybe brunneola* (Kühn. ex Kühn.&Watl. (2, 5) - *C. dumentorum* (5) - *C. mesospora* (2, 5) - *Coprinus auricomus* (5, 6) - *C. cortinatus* (7) - *C. elisii* (5, 6) - *C. leiocephalus* (3) - *C. patouillardii* (2, 7) - *C. xanthothrix* (1, 7) - *Cordyceps militaris* (L. ex St.Amans) Link (7) - *Crepidotus luteolus* (Lamb.) Sacc. (4, 5) - *Cystoderma terreii* (Bk.&Br.) Harm. (4) - *Dasyscyphus virgineus* S.F.Gray (4, 7) - *Entoloma catalaunicum* (Sing.) Noordel. (4) - *E. chalybaeum* (Fr.:Fr.) Noordel. (1) - *E. conferendum* (Britz.) Noordel. (4) - *E. corvinum* (Kühn.) Noordel. (2) - *E. cyanulum* (Lasch:Fr.) Noordel. (5) - *E. dysthales* (Peck) Sacc. (1) - *E. excentricum* Bres. (2) - *E. griseocyaneum* (Fr.:Fr.) Kummer (2) - *E. griseorubellum* (Lasch) Qué. (6, 7) - *E. hebes* (Romagn.) Trimbach (6) - *E. incanum* (Fr.:Fr.) Hesl. (2) - *E. infula* (Fr.:Fr.) Noordel. (7) - *E. juncinum* (Kühn.&Romagn.) Noordel. (7) - *E. minutum* (Karst.) Noordel. (1, 7) - *E. mougeotii* (Fr. in Qué.) Hesl. (2) - *E. pleopodium* (4, 7) - *E. sericellum* (Fr.:Fr.) Kummer (1, 4) - *E. serrulatum* (Fr.:Fr.) Hesl. (1) - *E. strigosissimum* (7) - *E. undatum* (Fr.) Mos. (2) - *E. xanthochroum* (P.D.Orton) Noordel. (1) - *Galerina heimansii* Reijnd. (7) - *G. heterocystis* (Atk.) A.H.Smith&Sing. (5) - *G. hypnorum* (Schrank:Fr.) Kühn. (7) - *G. vittaeformis* (Fr.) Sing. (1) - *Geastrum fimbriatum* Fr. (3) - *Helvella crispa* Fr. (2) - *H. lacunosa* Afz.:Fr. (2) - *H. sulcata* Afz.:Fr. (2) - *Hemimycena gracilis* (Qué.) Sing. (1, 7) - *H. mauretana* (R.Mre.) Sing. (7) - *Humaria hemisphaerica* (2) - *Hydropus trichoderma* (Joss. ap. Kühn.) Sing. (2, 5) - *Hygrocybe acutoconica* (Clements) Sing. (2, 6) - *H. chlorophana* (Fr.) Karst. (7) - *H. coccinea* (Schff.:Fr.) Kummer (2) - *H. insipida* (Lge. ex Lund.) Mos. (7) - *H. miniata* (Fr.) Kummer (6, 8) - *H. parvula* (Peck) Murr. (2) - *H. reai* R.Mre. (7) - *Hygrotrama schulzeri* (Bres.) Sing. (7) - *Hymenoscyphus immutabilis* (Fuck.) Dennis (11) - *Lentaria micheneri* (Bk.&Curt.) Corner (2, 3) - *Lepiota aspera* (4, 6) - *L. castanea* Qué. (4) - *L. clypeolaria* (Bull.:Fr.) Kummer (7, 8) - *L. tomentella* Lge. (2) - *Lepista glaucocana* (2, 3) - *Leptopodia capucina* (Qué.) Boud. (1, 2) - *L. elastica* (2, 4) - *L. ephippium* (Lév.) Boud. (6) - *L. pezizoides* (Afz.:Fr.) Boud. (6) - *Leucopaxillus mirabilis* (2) - *Lyophyllum connatum* (Schum.:Fr.) Sing. (2, 5) - *L. decastes* (Fr.) Sing. (2) - *L. fumatofoetens* (Secr.) J.Schff. (2) - *Macrocystidia cucumis* (Pers.:Fr.) Heim (4, 7) - *Macrotyphula juncea* (Fr.) Berthier (4) - *Marasmiellus vaillantii* (5) - *Marasmius alniphilus* Favre (2, 4) - *M. bulliardii* Qué. (2) - *M. cohaerens* (Pers.:Fr.) Fr. (7) - *M. wynnei* Bk.&Br. (3, 4) - *Melanoleuca arcuata* (2, 3) - *M. brevipes* (12) - *M. cinerascens* Reid (2) - *M. graminicola* (Vel.) Kühn.&R.Mre. (2) - *M. grammopodia* (Bull.:Fr.) Pat. (2) - *M. melaleuca* (Pers.:Fr.) R.Mre. (2) - *M. paedida* (2) - *M. strictipes* (Karst.) Murr. (2) - *Mniopetalum globisporum* Donk (7) - *Mollisia amenticola* (11) - *Morchella deliciosa* Fr. (13) - *M. esculenta* Pers. ex St.Amans (5, 7) - *Mycena amicta* (Fr.) Qué. (7) - *M. filopes* (4, 7) - *M. flavoalba* (Fr.) Qué. (1, 7) - *M. leptophylla* (5) - *M. sanguinolenta* (A.&S.:Fr.) Kummer (7) - *M. stylobates* (Pers.:Fr.) Kummer (7) - *M. vitilis* (7) - *M. vitrea* (Fr.) Qué. (7) - *Mycenella lasiosperma* (Bres.) Sing. (1) - *M. margaritispora* (2, 7) - *Panaeolina foenisecii* (Pers.:Fr.) R.Mre. (2) - *Panaeolus papilionaceus* (Bull.:Fr.) Qué. (8) - *P. sphinctrinus* (7) - *Paxina acetabulum* (L. ex St.Amans) O.Kuntze (2) - *Peziza badia* Pers. ex Mérat (2, 4) - *P. vesiculosa* Bull. ex St.Amans (6) - *Phaeogalera oedipus* (Cke.) Romagn.(6) - *Phallus impudicus* L.:Pers. (7) - *Pholiotina aberrans* (1) - *Ph. aporos* (7) - *Ph. appendiculata* (Lge.&Kühn.) Sing. (4) - *Ph. arrhenii* (2, 3) - *Ph. filaris* (7) - *Ph. pygmaeoaffinis* (Fr.) Sing. (2) - *Ph. teneroides* (3, 4) - *Pluteus hispidulus* (Fr.:Fr.) Gill. (7, 15) - *P. minutissimus* R.Mre. (15) - *P. pusillulus* Romagn. (5, 15) - *Psathyrella frustulenta* (Fr.) A.H.Smith (5, 6) - *P. immaculata* (3, 18) - *P. involuta* (Romagn.) Mos. (2) - *P. marcescibilis* (5, 6) - *P. microrrhiza* (7) - *P. narcotica* (14) - *P. obtusata* (Fr.) A.H.Smith (7) - *Pseudobaeospora pillodii* (Qué.) Hk. (3) - *Pseudoomphalina compressipes* (Peck) Sing. (7) - *Rhodocybe ardosiaea* (18) - *R. hirneola* (Fr.) P.D.Orton (2) - *R. nitellina* (4, 7) - *R. truncata* (Schff.:Fr.) Sing. (2) - *Rickenella fibula* (Bull.:Fr.) Raith. (7) - *R. setipes* (Fr.) Raith. (7) - *Ripartites tricholoma* (A.&S.:Fr.) Karst. (2, 4) - *Sepultaria arenicola* (Lév.) Mass. (2) - *S. foliacea* (Schff. ex Boud.) Boud. (6) - *Simocybe reducta*

(Fr.) Karst. (7) - *Sowerbyella radiculata* (Sow.:Fr.) Nannf. (2) - *Stropharia coronilla* (Bull.:Fr.) Qué. (6) - *Tephrocybe mephitica* (Fr.) Mos. (2) - *Thelephora caryophyllea* (Schff.): Fr. (2, 3) - *Tubaria pellucida* (Bull.:Fr.) Gill. (7) - *Typhula corallina* Qué. & Pat. (7) - *T. erythropus* (Pers.): Fr. (7) - *T. phacorrhiza* Fr. (5) - *T. sclerotioides* (Pers.) Fr. (7) - *T. uncialis* (Grev.) Berthier (7) - *T. variabilis* (2, 7) - *Verpa digitaliformis* Pers. (5, 6) - *Volvariella hypopithys* (Fr. ex Karst.) Mos. (5) - *V. plumulosa* (Lasch ex Oudemans) Sing. (5) - *V. pusilla* (Pers.:Fr.) Sing. (5) - *V. taylori* (Bk.) Sing. (2).

Die obige Auflistung der potentiellen Pilzarten des Grauerlenwaldes erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Bei der Durchsicht muss berücksichtigt werden, dass die Auswahl der Taxa vereinzelt nach subjektiven Kriterien erfolgte. Fehlbestimmungen und Verwendung veralteter Bestimmungsliteratur dürften die vorliegende Auswertung bezüglich Nomenklatur bis zu einem gewissen Grad verfälschen. Insbesondere bei den in älteren mykosoziologischen Arbeiten aufgeführten Arten der Gattungen *Conocybe* (*C. tenera*-Komplex), *Coprinus* (*C. hemerobius*-Komplex), *Flammulina* (Neubeschreibung von *F. fennae*: BAS 1983) u.a. muss mit fehlerhaften Bestimmungen gerechnet werden.

Die Liste umfasst total 379 spp., wovon 84 auch in den *Alnetum*-VF A-C gefunden wurden. Die Gruppe der potentiellen Grauerlenwald-Pilzarten setzt sich aus 8.5% Ektomykorrhiza-Symbionten, 45% Lignicolen und 46.5% übrigen Saprophyten zusammen. Die Gattungen *Entoloma* (24 spp.), *Mycena* (17), *Inocybe* (11), *Clitocybe* (10) und *Pluteus* (9) sind mit zahlreichen Vertretern belegt.

Ein grosser Teil der aufgeführten Arten besitzt ökologisch einen gesellschaftsvagen Charakter, d.h. die betreffenden Pilze lassen sich in unterschiedlichsten Vegetationseinheiten beobachten. Andere Taxa besiedeln Mikrohabitate im *Alnetum* (Grasflächen, Moospolster, nackter Sandboden etc.), welche auch ausserhalb des Grauerlenwaldes vorkommen. Vertreten sind aber auch wirtsspezifische Charakterarten von *Alnus*. Dazu zählen u.a. *Cortinarius helvelloides*, *Ciboria viridifusca*, *Eutypella alnifraga*, *Inocybe alnea*, *Naucoria* spp., *Rhodocybe ardosiaeca* und *Tympanis alnea* (vgl. Kap. 4.3).

Nach Abschluss der obenstehenden Auswertungen wurden folgende mykologische Arbeiten mit auf Grauerle bezogenen Untersuchungen bzw. Hinweisen veröffentlicht:

BREITENBACH und KRÄNZLIN (1991), LUCCHINI et al. (1990), MARXMÜLLER et al. (1990), RENVALL et al. (1991), RICEK (1989), STANGL et al. (1987).

Die zusätzlichen Informationen verändern die in Kap. 3.2.3 dargestellten mykosoziologischen Resultate nur unwesentlich.

### 3.3. MYKOÖKOLOGISCHE RESULTATE (MAKROMYCETES)

#### 3.3.1. Zeitliche Aspekte der Pilzfruktifikation

##### 3.3.1.1. Jahreszeitlicher Verlauf der Pilzsaison

Der Aspektverlauf wird im folgenden anhand von Pilzarten charakterisiert, welche in der jeweiligen Jahreszeit ein Massenvorkommen aufweisen oder typischerweise nur in der betreffenden Saison auftreten (vgl. Fig. 14a, 14b).

##### Frühlingsaspekt (April - Juni)

Der Beginn des Frühlingsaspektes wird durch das Ausklingen der Spätfröste im April und Mai zeitlich festgelegt. Bleibt die Minimum-T an der Bodenoberfläche während einiger Tage über dem Gefrierpunkt, so setzt die Fk-Produktion der Pilze bei genügender Feuchtigkeit rasch ein.

*Alnetum incanae*: Im Grauerlenwald wird der beginnende Frühlingsaspekt durch das kurzfristige Auftreten von *Paxina sulcata* und *Ptychoverpa bohemica* sowie das nachfolgende Massenvorkommen von *Coprinus domesticus* markiert. Schon bald bereichern *Psathyrella*-Arten die Pilzflora, wobei insbesondere *P. marcescibilis* und *P. spadiceogrisea* mit zahlreichen Fk zu beobachten sind. *Entoloma sericeoides*, *Mycena abramsii* und *Pholiotina aporos* fruktifizieren nur im Frühling in den *Alnetum*-Flächen. Die ersten Massenfunde von *Mycena renati*, *Paxillus filamentosus* und *Tubaria conspersa*, sowie das regelmässige Auftreten von *Clitocybe candicans*, *Mycena acicula* und *M. speirea* charakterisieren im Juni den Höhepunkt des Frühlingsaspektes. Dieser umfasst typischerweise auch mehrere Vertreter der Discomycetes, u.a. *Helvella queletii*, *Scutellinia scutellata* und *Tarzetta cupularis*.

*Hippophao-Berberidetum*: Am Sanddorn-Standort kann sich der Frühlingsaspekt nur zögernd entwickeln, weil exponierte Lage und lückige Vegetationsdecke einen im Vergleich zum Grauerlenwald länger anhaltenden Spätfrost bewirken. Als erster Hutpilz des Frühjahres ist *Strobilurus stephanocystis* auf Föhrenzapfen nachzuweisen. Im weiteren Verlauf treten *Bovista tomentosa* und *Conocybe semiglobata* mit einzelnen Fk auf. Das Vorkommen von *Polyporus ciliatus* sowie Massenfunde von *Collybia dryophila* und *Inocybe dulcamara* prägen im Juni das Aspektmaximum.

### **Sommeraspekt (Juli - Mitte August)**

Hohe T und ausgetrocknete Bodenoberfläche bewirken in der Regel während der Jahresmitte einen deutlichen Rückgang der Artenvielfalt. Ein grosser Teil der im Frühling beobachteten Pilztaxa setzt die Fk-Produktion im Sommer herab oder unterbricht sie vollständig, um erst wieder im Herbst zu erscheinen.

*Alnetum incanae*: Während des Höhepunktes der sommerlichen Depression wird der Pilzaspekt durch eine kleine Zahl fruktifizierender Arten geprägt. Die trotz Trockenheit mit zahlreichen Fk auftretenden *Clitocybe candicans*, *Psathyrella candolleana* und *Tubaria conspersa* dominieren die pilzarme Saison.

*Hippophao-Berberidetum*: Bei sommerlicher Trockenheit sind in der VF D nur wenige agaricale Pilzarten zu finden. Ihre Fk treten in kleiner Zahl und ausgetrocknetem Zustand auf. *Clitocybe candicans* und *Clitocybe* sp. Nr. 19729 zeigen die grösste Produktivität der im Sommer registrierten Taxa.

### **Herbstaspekt (Mitte August - Mitte November)**

Der Herbstaspekt wird durch die ersten, starken NS nach Abklingen der hochsommerlichen T induziert. Während der Untersuchungsperiode 1986-1988 fiel der Beginn der herbstlichen Pilzsaison im Mittel in die zweite Monatshälfte August.

*Alnetum incanae*: Der Übergang vom Sommer- zum Herbstaspekt wird durch das Auftreten von *Leptopodia elastica* angezeigt. Zahlreiche Pilzarten weisen ein eher frühherbstliches Produktionsmaximum auf, so z.B. *Conocybe* sp. Nr. 19572, *Cystolepiota sistrata*, *Inocybe splendens*, *Mycena hiemalis*, *Pholiota lucifera*, *Pholiotina mairei* und *Pluteus cinereofuscus*. Den weiteren Jahresverlauf dominieren die Massenvorkommen von *Naucoria escharoides* und *N. luteolofibrillosa*. Erst in der ausklingenden Herbstsaison erscheinen u.a. *Macrotyphula fistulosa* und ihre var. *contorta*, *Mycena mirata* sowie *Pholiotina teneroides*. Der herbstliche Pilzaspekt wird ergänzt durch das Auftreten zahlreicher Discomyceten-Arten. Aufgrund ihrer Färbung oder Grösse fallen besonders *Bisporella citrina*, *Humaria hemisphaerica*, *Rutstroemia firma* und *Sepultaria arenosa* auf.

*Hippophao-Berberidetum*: Das Produktionsmaximum von *Inocybe dulcamara* markiert zeitlich den Beginn des Herbstaspektes in der VF D. Zahlreiche charakteristische Pilzarten des *Hippophao-Berberidetum* treten hauptsächlich im September und Oktober auf, u.a. *Cortinarius urbicus*, *Hebeloma leucosarx*, *Panaeolus* aff. *ater*, *P. rickenii* und *Tricholoma cingulatum*. Der Spät-

herbst wird durch das Massenvorkommen von *Cortinarius pulchripes* geprägt. Ein jahreszeitlich eher spätes Erscheinen zeigen auch *Clitocybe pseudoobbata*, *Flammulaster carpophilus* und *Mycena citrinomarginata*.

### **Winteraspekt (Mitte November - März)**

Im November einsetzender Frost leitet den Winteraspekt ein, wobei die spätherbstliche Fk-Produktion innert kurzer Zeit nahezu vollständig eingestellt wird. Nur in mikroklimatisch günstigen Kleinhabitaten lassen sich im Dezember noch vereinzelt Fk der Herbstpilze beobachten.

*Alnetum incanae*: Der winterliche Pilzaspekt setzt sich aus wenigen, kältetoleranten Arten zusammen. Der dominante Hutpilz der kalten Jahreszeit ist *Flammulina velutipes*, welche bei fehlender Schneedecke durchgehend von November bis März zu fruktifizieren vermag. Zusammen mit dem Samtfussrübling treten drei Discomyceten-Arten aspektbestimmend auf: Zu Winterbeginn besiedeln die Fk von *Ciboria viridifusca* und *Mollisia amenticola* die am Boden liegenden Erlenzäpfchen, während im frühen Frühjahr *Ciboria amentacea* auf morschen Erlenkätzchen gesammelt werden kann.

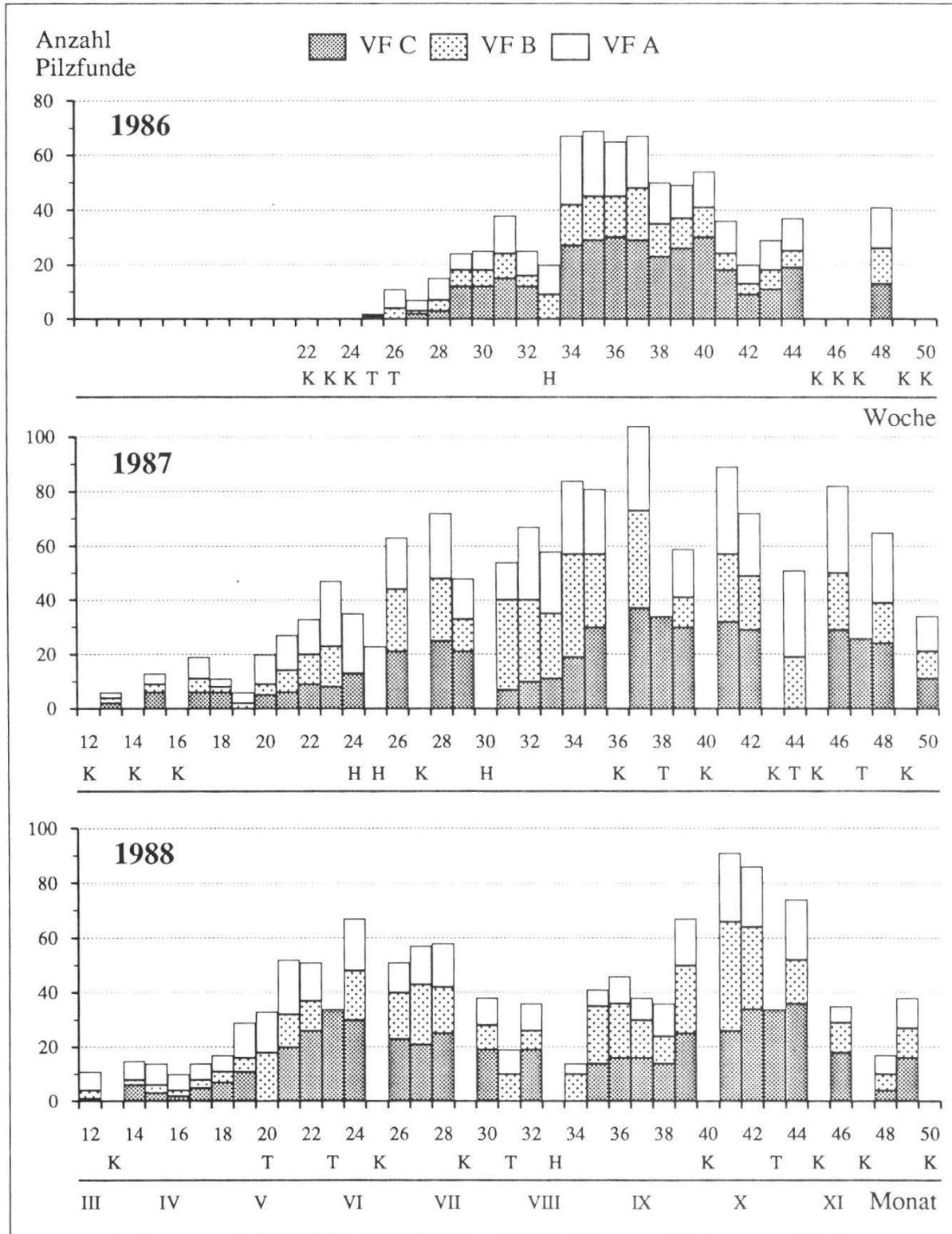
*Hippophao-Berberidetum*: Bei regelmässig unter den Gefrierpunkt sinkenden T stellen die bodenbewohnenden Pilzarten der VF D ihre Fk-Produktion ein, so dass die an toten Weiden- und Sanddornbüschen perennierenden *Daedaleopsis confragosa* und *Phellinus hippophaëicola* ausschliesslich den kargen Winteraspekt bestimmen.

### **3.3.1.2. Dynamik der Pilzpopulation**

#### *Alnetum incanae*

Die Zahl der an einem Standort fruktifizierenden Pilzarten ist starken saisonalen und jährlichen Schwankungen unterworfen. Fig. 10 zeigt den Verlauf der Pilzfund-Frequenz im Grauerlenwald während der gesamten Untersuchungszeit, wobei im folgenden ein Pilzfund als ein Nachweis einer Pilzart pro VF und Exkursion zu verstehen ist. Angaben über die Zahl der Pilzarten sind auf alle drei *Alnetum*-VF gemeinsam bezogen. Der Zusammenhang zwischen Pilzfruktifikation und Witterungsverlauf wird in Kap. 3.3.3 ausführlich behandelt; die von 1986-1988 gemessenen Werte für T und NS sind Kap. 3.1.2 zu entnehmen.

Im Jahr 1986 wurden ohne Erfassung des Frühlingsaspektes insgesamt 751 Pilzfunde registriert. Die Feldbegehungen begannen Ende Juni während einer durch die sommerliche Trockenheit bedingten, pilzarmen Periode. Mitte Au-



**Fig. 10.** Zahl der 1986-1988 wöchentlich bis zweiwöchentlich in den VF A-C (*Alnetum incanae*) registrierten Pilzfunde.

*Number of records of fungi registered weekly or biweekly from 1986-1988 on research sites A-C.*

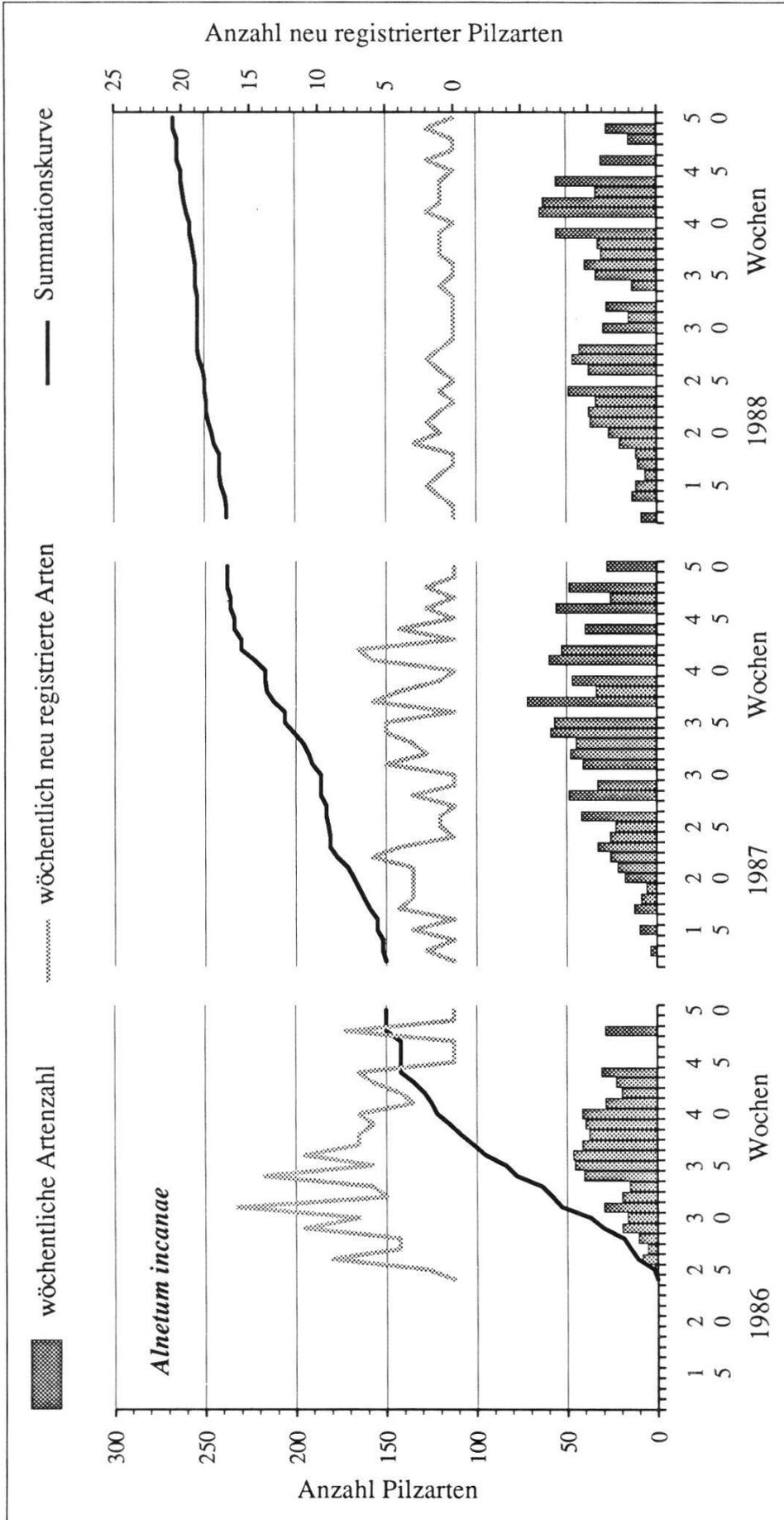
*1 Pilzfund = 1 Nachweis einer Pilzart pro VF und Exkursion - 1 finding = 1 record of species per site and excursion; H = Hochwasser - flood, K = keine Feldbegehung - no field work, T = Teilbegehung - field work in part.*

gust leiteten gewitterige NS innert Wochenfrist den herbstlichen Pilzaspekt ein, welcher bereits in der 35. Woche das frühe und bescheidene Maximum von 69 Funden bzw. 46 verschiedenen Pilzarten erreichte. Die Fundfrequenz nahm anschliessend infolge trockener Witterung kontinuierlich ab, ohne nochmals Spitzenwerte zu erreichen.

Die Vegetationsperiode 1987 weist mit 1383 von März bis Dezember registrierten Pilzfunden den quantitativ-qualitativ grössten der drei untersuchten Jahresaspekte auf. Die anhaltenden, über das ganze Jahr verteilten NS und kühle Sommer-T bewirkten eine stete Zunahme der Zahl der Pilzfunde bis September, wobei der Frühlingsaspekt, ohne nennenswerten Unterbruch durch eine Sommerdepression,  $\pm$  kontinuierlich in die Herbstspitze übergehen konnte. Der Anstieg der wöchentlich registrierten Artenvielfalt wurde lediglich durch ein Spitzenhochwasser Mitte Juli leicht verzögert, welches zur Einsandung der VF A und C führte. Die Pilzpopulation der betroffenen VF erholte sich jedoch innerhalb eines Monats, so dass von Mitte August bis Mitte November durchschnittlich 80 Pilzfunde pro Exkursion gezählt wurden. In der 37. Woche wurde das herbstliche Maximum mit 104 Funden bzw. 72 verschiedenen Pilzarten erfasst. Der Mitte November einsetzende Frost führte zu einem raschen Zusammenbruch der Pilzpopulation.

Das Jahr 1988, in welchem 1232 Pilzfunde registriert wurden, weist einen ausgeglichenen Verlauf der Witterung auf. Die jahreszeitliche Entwicklung der Pilzpopulation zeigt deshalb eine für das *Alnetum incanae* charakteristische, zwei Amplituden umfassende Kurve mit ausgeprägten Fundspitzen im Frühsommer und Herbst. Der schneearme und milde Winter 1987/1988 und das Ausbleiben von Spätfrösten bewirkten ein frühes Einsetzen der Fk-Produktion. Die im Mai kontinuierlich zunehmende Zahl der Pilzfunde erreichte Mitte Juni ein erstes Maximum mit 67 Funden bzw. 49 verschiedenen Pilzarten. Der nachfolgende, durch die sommerliche Trockenheit eingeleitete Rückgang der Fundhäufigkeit wurde zusätzlich durch ein Spitzenhochwasser verstärkt, welches Mitte August zur vollständigen Einsandung der VF A und C führte. Die Pilzpopulation der betroffenen VF, insbesondere der VF A, erholte sich nur langsam von der Überschwemmung, weshalb das herbstliche Fundmaximum erst spät im Jahr (41. Woche: 91 Funde bzw. 65 verschiedene Pilzarten) erreicht wurde. Der Mitte November einsetzende Frost führte wie 1987 zu einer schnellen Abnahme der Fk-Produktivität.

Der Verlauf der wöchentlich im Grauerlenwald nachgewiesenen Pilzarten-Zahl (Fig. 11a) zeigt die gleichen Charakteristika wie derjenige der Pilzfund-Frequenz. Die Zahl der pro Exkursion neu registrierten Taxa weist im ersten



**Fig. 11a.** Zahl der 1986-1988 wöchentlich bis zweiwöchentlich im *Alnetum incanae* (2000 m<sup>2</sup>, 267 spp.) nachgewiesenen bzw. neu registrierten Pilzarten mit Summationskurve der neu registrierten Arten.  
*Number of fungal species and number of newly-recorded fungal species found weekly or biweekly from 1986-1988 in the Alnetum incanae with summation graph of the newly-recorded species.*

der drei Feldjahre erwartungsgemäss die höchsten Werte auf. Bereits Ende Juli 1986, sechs Wochen nach Untersuchungsbeginn, wurde das Maximum von 16 für die VF A-C neuen Arten bei einem Wochenergebnis von 38 Pilzfunden beobachtet. Die Werte gingen in den folgenden Wochen deutlich zurück und erreichten im Herbst 1987 noch maximal 7 Neufunde. 1988 wurden pro Exkursion noch immer durchschnittlich 1-2 neu registrierte Arten gezählt. Anfang Dezember 1988 traten *Datronia mollis* und *Vuilleminia comedens* als letzte Neufunde auf, nachdem sie während 83 Feldbegehungen nicht nachgewiesen werden konnten.

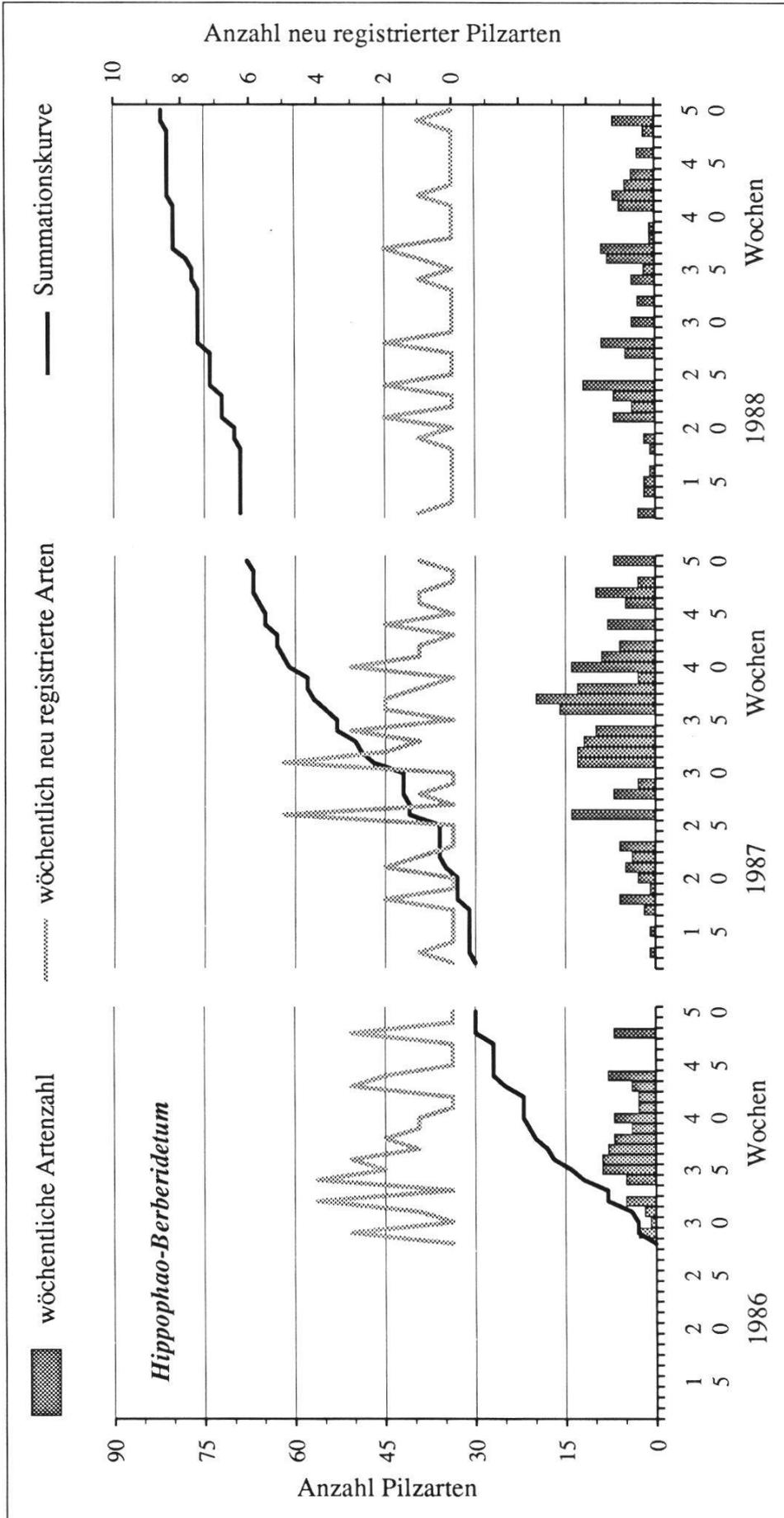
Die annähernd parabelförmige Summationskurve der neu registrierten Arten (Fig. 11a) weist 1986 die stärkste Steigung auf, da im ersten Untersuchungsjahr 150 spp. (56% aller Taxa des Grauerlenwaldes) gefunden wurden. Während der folgenden zwei Jahre flacht die Kurve immer stärker ab. 1987 wurden noch 88 spp. (33%), 1988 noch 29 spp. (11%) neu festgestellt. Die nach dreijähriger Untersuchungsdauer immer noch steigende Tendenz der Summationskurve deutet darauf hin, dass bei fortgesetzter Feldbegehung weitere Taxa zu erwarten wären.

### ***Hippophao-Berberidetum***

Die Zahl der in der Vergleichsfläche D registrierten Pilzarten (Fig. 11b) ist starken, wöchentlichen Schwankungen unterworfen. Eine kontinuierliche Fk-Produktion, wie sie in den *Alnetum*-VF vorlag, wurde im *Hippophao-Berberidetum* nur während einer kurzen Periode im Jahr beobachtet. Der Grund für den oft sprunghaft ändernden Pilzaspekt liegt im geringen Wasserspeichervermögen des sandig-kiesigen Bodens der VF D, welcher nach NS innerhalb weniger Tage wieder vollständig austrocknen konnte. Zusätzlich wurde der Wasserstress durch den Wind verschärft, welcher regelmässig entlang des Hinterheins über den exponiert gelegenen Sanddorn-Standort hinwegzog. Der durch einen einmaligen NS induzierte Fk-Schub war deshalb meist von kurzer Dauer.

1986 wurden in der VF D von Juli bis November nur 85 Pilzfunde registriert. Die fundreichsten Durchgänge des Jahres erfolgten Ende August-Anfang September (35.-36. Woche) mit lediglich 9 Arten pro Feldbegehung. Eine eigentliche Produktionsspitze wurde wegen der herbstlichen Trockenheit nicht beobachtet.

Als Folge der anhaltenden NS entwickelte sich in der Vegetationsperiode 1987 der beste Jahresaspekt mit 215 Pilzfunden. Die bis Ende Mai registrierten Fröste ermöglichten nur einer kleinen Zahl von Pilzen das Wachstum im



**Fig. 11b.** Zahl der 1986-1988 wöchentlich bis zweiwöchentlich im *Hippophao-Berberidetum* (1000 m<sup>2</sup>, 82 spp.) nachgewiesenen bzw. neu registrierten Pilzarten mit Summationskurve der neu registrierten Arten.  
*Number of fungal species and number of newly-recorded fungal species found weekly or biweekly from 1986-1988 in the Hippophao-Berberidetum with summation graph of the newly-recorded species.*

Frühling. Nach dem fröhsommerlichen Hochwasser wurde in der 26. Woche ein erstes Fundmaximum von 14 Arten erreicht. Die herbstliche Jahresspitze trat in der 37. Woche mit 20 spp. auf. Die Zahl der wöchentlihen Pilzfunde sank anschliessend im Jahresverlauf rasch ab.

Das Jahr 1988, in welchem von März bis Dezember nur 121 Pilzfunde zu verzeichnen waren, ist durch geringe Artenvielfalt und sprunghafte Änderungen der wöchentlihen Fundzahlen charakterisiert. Dem kaum entwickelten Frühjahresaspekt folgte bereits Mitte Juni in der 24. Woche das Jahres-Fundmaximum mit 12 Pilzarten. Dieser Wert wurde auch im Herbst nicht mehr erreicht, weil der Sanddorn-Standort durch den Hinterrhein, welcher während des sommerlichen Spitzenhochwassers sein Flussbett verlagert hatte, bis Ende Jahr auf ca. 1/5 der ursprünglihen Fläche weggeschwemmt wurde.

Die Zahl der im *Hippophao-Berberidetum* wöchentlihen neu registrierten Arten (Fig. 11b) erreichte 1986 maximal 3-4 Neufunde pro Feldbegehung. Die günstigen NS-Verhältnisse während der Vegetationsperiode 1987 bewirkten, dass ein grosser Teil der Pilztaxa im zweiten Untersuchungsjahr zum ersten Mal auftraten. Der stärkste Artenzuwachs erfolgte in der 26. und 31. Woche mit je 5 für die VF D neuen Taxa bei einem Wochenresultat von 14 bzw. 13 Pilzfunden. 1988 ergaben nur noch 10 von 30 Exkursionen wöchentlihen 1-2 Neufunde.

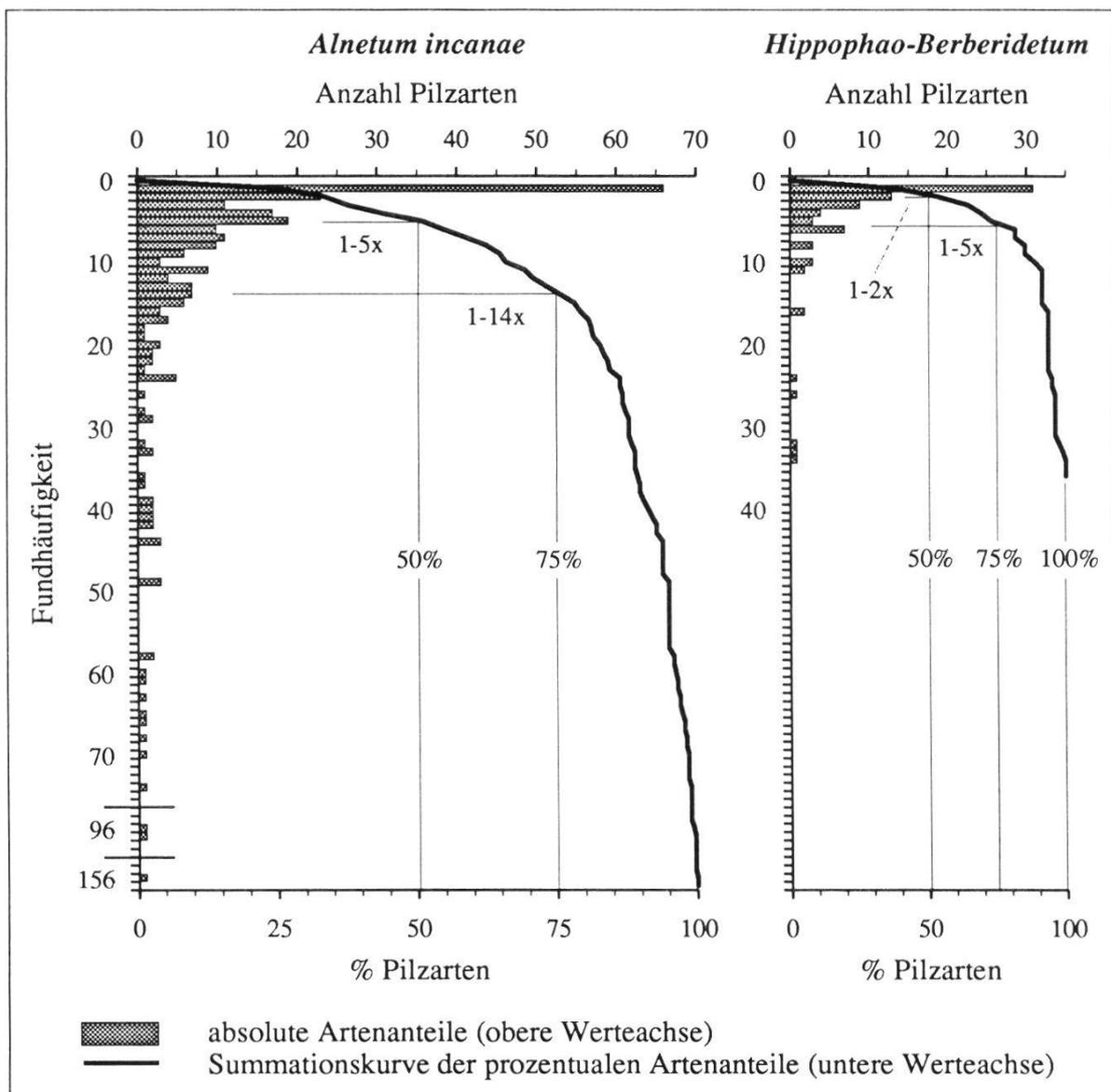
Die Summationskurve der im *Hippophao-Berberidetum* pro Durchgang neu registrierten Taxa weist einen ausgeprägteren treppenförmigen Verlauf auf als diejenige des *Alnetum*, weil in der VF D erst im Sommer 1987 der grösste Zuwachs an neuen Pilzarten beobachtet wurde. 1986 steigt die Kurve rasch auf 30 spp. (36.5% aller Taxa der Sanddorn-Fläche) an. 1987 sind 38 Neufunde (46.5%) zu verzeichnen, wobei die Summationskurve infolge eines schwach entwickelten Frühjahresaspekts zunächst eine geringe Steigung besitzt. 1988 wurden nur noch 14 spp. (17%) erstmalig nachgewiesen.

### **3.3.1.3. Fundhäufigkeiten und Fruchtkörper-Produktivität der Pilzarten**

Die Fundfrequenz der Pilzarten aus dem *Alnetum incanae* (VF A-C) besitzt eine hyperbelartig verlaufende Verteilung (Fig. 12). Der grösste Teil der Taxa wurde nur sehr sporadisch registriert. 24.5% der Arten (66 spp.) sind lediglich mit einem einzigen Fund belegt. 50% der Taxa wurden 1-5 x, 75% 1-14 x nachgewiesen. Am häufigsten traten *Coprinus domesticus* (156 x), *Mycena speirea* (97 x), *Clitocybe candicans* (96 x), *Crepidotus sphaerosporus* (74

x) und *Polyporus varius* var. *nummularius* (70 x) in den VF A-C auf (Fig. 13).

Diese fünf Arten sind in zahlreichen mykosoziologischen Arbeiten aus Grauerlenwäldern aufgeführt, jedoch meistens nur mit geringer Fundhäufigkeit. HORAK (1985) beobachtete in den Innauen des Unterengadins *Lepiota perplexa* (= *L. acutesquamosa*), *Paxillus filamentosus* und *Psathyrella candolleana* als die häufigsten, für das *Alnetum incanae* charakteristischen Pilztaxa.



**Fig. 12.** Fundhäufigkeit der Pilzarten aus dem *Alnetum incanae* (267 spp.) und dem *Hippophao-Berberidetum* (82 spp.) mit Summationskurve der prozentualen Artenanteile.

Recording frequency of fungal species in the *Alnetum incanae* and the *Hippophao-Berberidetum* with summation graph of the percentage of involved species.

1 Pilzfund = 1 Nachweis einer Pilzart pro VF und Exkursion - 1 finding = 1 record of species per site and excursion.

Aus Grauerlen-Auenwäldern des bayerischen Alpenvorlandes sind von EINHELLINGER (1973) *Mycena galericulata*, *M. niveipes* und *Paxillus filamentosus* sowie von STANGL (1970) *Crepidotus mollis*, *Flammulina velutipes* (*F. fennae?*) und *Inocybe dulcamara* als oft fruktifizierende Grosspilze belegt.

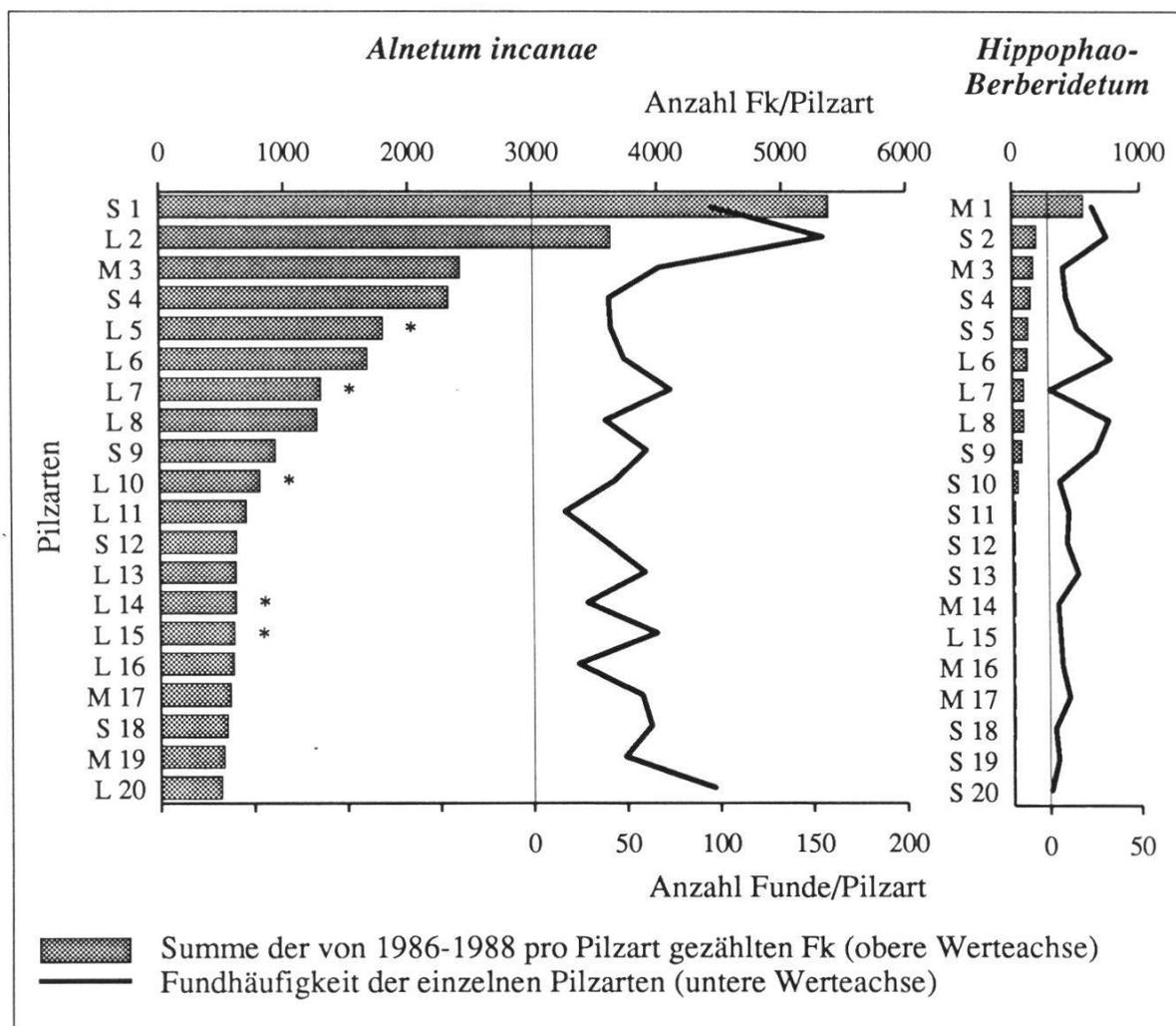
Die meisten Pilzarten des *Hippophao-Berberidetum* (VF D) weisen eine niedrige Fundfrequenz auf (Fig. 12). 38% der Taxa (31 spp.) traten im Verlauf der dreijährigen Untersuchungsperiode nur mit einem einzigen Fund auf. 50% wurden lediglich während 1-2, 75% während 1-5 Exkursionen festgestellt. Die am häufigsten beobachteten Arten der VF D (Fig. 13) sind die Aphyllophorales *Phellinus hippophaëicola* (auf *Hippophaë rhamnoides*; 34 x) und *Daedaleopsis confragosa* (auf *Salix* spp.; 33 x), die Agaricales *Clitocybe candicans* (32 x) und *Inocybe dulcamara* (24 x) sowie *Bovista tomentosa* (26 x) als Vertreter der Gasteromycetes.

Die auf die gesamte Untersuchungsperiode bezogene Fk-Produktivität der Pilzarten in Fig. 13 zeigt eine den Fundhäufigkeiten analoge, hyperbelartige Verteilung. Bei der Interpretation der Graphik muss berücksichtigt werden, dass die VF D flächenmässig um die Hälfte kleiner ist als die VF A-C zusammen und dass die linke Darstellung lediglich 8% der im *Alnetum incanae* gefundenen Arten, die rechte jedoch 25% der im *Hippophao-Berberidetum* registrierten Taxa umfasst.

Aus dem Leistungsdiagramm (Fig. 13) geht hervor, dass sich Fk-Massenvorkommen nur für wenige Pilze im Grauerlenwald nachweisen lassen. In den VF A-C sind die Saprophyten *Clitocybe candicans* mit 5389 von 1986-1988 gezählten Fk und *Coprinus domesticus* mit 3639 am produktivsten. Die für alle anderen Arten registrierten Fk-Zahlen liegen deutlich tiefer. So wurden lediglich für acht Basidiomycetes-Taxa mehr als 1000 Fk beobachtet. Mehrere Makromyceten des Grauerlenwaldes erreichen noch eine dreijährige Produktionsleistung von 400-700 Fk.

Die Gruppe der produktivsten Pilze der VF A-C wird von Lignicolen dominiert. Dieser Befund ist dadurch erklärbar, dass im holzreichen *Alnetum* auch während Trockenperioden noch Pilz-Fk auf bemoosten, morschen Ästen und Baumstämmen gesammelt werden konnten (z.B. von *Crepidotus subverrucisporus*, *Mycena hiemalis*, *Psathyrella candolleana*), während die meisten bodenbewohnenden Arten wegen der starken Austrocknung der oberen Bodenschichten ihre Fk-Produktion  $\pm$  rasch einstellten.

Unter den 20 am häufigsten fruktifizierenden Pilztaxa des Grauerlenwaldes befinden sich auch die drei wichtigsten Ektomykorrhiza-Symbionten von *Al-*



**Fig. 13.** Leistungsdiagramm der 20 produktivsten Basidiomycetes-Arten aus dem *Alnetum incanae* (2000 m<sup>2</sup>) und dem *Hippophao-Berberidetum* (1000 m<sup>2</sup>).

*Productivity of the 20 most common species of Basidiomycetes in the Alnetum incanae and the Hippophao-Berberidetum.*

M = Ektomykorrhiza-Symbionten - *ectomycorrhizal fungi*, L = saprob-lignicole Pilze - *lignicolous fungi*, S = übrige Saprobe - *other saprobic fungi*, \* = Zahl der Fk geschätzt - *number of fruitbodies estimated*.

***Alnetum incanae*:** 1 *Clitocybe candicans*, 2 *Coprinus domesticus*, 3 *Naucoria luteolofibrillosa*, 4 *Tubaria conspersa*, 5 *Coprinus disseminatus*, 6 *Kuehneromyces mutabilis* (v.a. auf Nadelschwemmholz), 7 *Crepidotus sphaerosporus*, 8 *Psathyrella candolleana*, 9 *Cystolepiota sistrata*, 10 *Crucibulum laeve* (v.a. auf Nadelschwemmholz), 11 *Hypholoma fasciculare*, 12 *Conocybe* sp. Nr. 19572, 13 *Mycena hiemalis*, 14 *Crepidotus subverrucisporus*, 15 *Daedaleopsis confragosa*, 16 *Mycena renati*, 17 *Naucoria escharoides*, 18 *Pluteus cinereofuscus*, 19 *Paxillus filamentosus*, 20 *Mycena speirea*.

***Hippophao-Berberidetum*:** 1 *Inocybe dulcamara*, 2 *Clitocybe candicans*, 3 *Cortinarius pulchripes* (mit *Salix*), 4 *Collybia dryophila*, 5 *Clitocybe* sp. Nr. 19729, 6 *Phellinus hippophaëicola*, 7 *Merismodes anomalus*, 8 *Daedaleopsis confragosa*, 9 *Bovista tomentosa*, 10 *Hemimycena crispata*, 11 *Panaeolus* aff. *ater*, 12 *Clitocybe pseudoobbata*, 13 *Conocybe semiglobata*, 14 *Hebeloma leucosarx* (mit *Salix* und *Betula*), 15 *Tremella mesenterica*, 16 *Lactarius pubescens* (mit *Betula*), 17 *Inocybe decipiens*, 18 *Marasmius androsaceus*, 19 *Flammulaster carpophilus*, 20 *Hemimycena cucullata*.

*nus incana*, nämlich *Naucoria escharoides*, *N. luteolofibrillosa* und *Paxillus filamentosus*. Während der dreijährigen Untersuchungsperiode wurde für *P. filamentosus* lediglich 1/5 der Fk-Menge von *N. luteolofibrillosa* registriert. Trotzdem ist die massenbezogene Produktivität des Erlenkrempplings wesentlich grösser als diejenige der Erlenschnitzlinge, weil *P. filamentosus* das höchste Fk-Gewicht von allen in den *Alnetum*-VF nachgewiesenen Mycobionten aufweist. *Cortinarius*-, *Inocybe*- und weitere *Naucoria*-Arten traten in den VF A-C lediglich mit einer vergleichsweise kleinen Zahl von Fk in Erscheinung.

Die im *Hippophao-Berberidetum* produzierte Fk-Menge ist qualitativ und quantitativ um ein Vielfaches geringer als diejenige des *Alnetum*. Die Fruktifikation der Pilze am Sanddorn-Standort wird durch extreme mikroklimatische Bedingungen (Bodenoberflächen-T bis 55°C; vgl. Kap. 3.1.2), spezielle edaphische Verhältnisse (grobe bis gröbste Körnung des Bodens bewirkt geringes Wasserspeichervermögen; vgl. Kap. 3.1.4) und nur lückenhaft geschlossene Vegetationsdecke, welche die Verdunstung fördert, auf ein tiefes Produktionsniveau gedrückt. Die mit Abstand grösste Fk-Abundanz in der VF D weist *Inocybe dulcamara* mit total 572 Fk auf. 150-200 Fk wurden noch für *Clitocybe candicans*, *Collybia dryophila* und *Cortinarius pulchripes* beobachtet. Ca. 75% der Pilzarten aus dem *Hippophao-Berberidetum* sind jedoch für die gesamte Untersuchungsperiode mit weniger als 20 Fk belegt.

Zu den 20 produktivsten Pilzen zählen in der VF D vermehrt Ektomykorrhiza-Symbionten und nicht-lignicole Saprobe. Unter den extremen Standortbedingungen, wie sie im *Hippophao-Berberidetum* während Trockenperioden herrschen, sind Mycobionten aufgrund ihres Zusammenlebens mit Wirtsbäumen ökologisch begünstigt, da sie von diesen Wasser aus tieferen Bodenschichten beziehen können. Der durch Symbiose bedingte Vorteil widerspiegelt sich auch in einer erhöhten Fruktifikationsrate, wie das von *Inocybe dulcamara* und *Cortinarius pulchripes* als den produktivsten Taxa der VF D belegt wird.

Unter den häufig fruktifizierenden, nicht-lignicolen Saproben des *Hippophao-Berberidetum* befinden sich Pilzarten, die auch in anderen, durch Trockenheit geprägten Vegetationseinheiten gefunden wurden, so z.B. *Bovista tomentosa* (Trocken- und Halbtrockenrasen: HORAK 1985, KREISEL 1967, 1987), *Collybia dryophila* (saprober Pilz mit ökologisch breitem Spektrum, u.a. in trockenen Wäldern sowie Trocken- und Halbtrockenrasen: BRUNNER 1987, HORAK 1985, KREISEL 1987), *Conocybe semiglobata* (Halbtrocken- und Xerothermrasen: BRUNNER 1987, KREISEL 1987) und *Panaeolus* aff. *ater* (of-

fenes Grasland: WATLING und GREGORY 1987).

Pilzarten, die sowohl im *Alnetum incanae* als auch im *Hippophao-Berberidetum* auftreten, erreichen in der Regel nur in einer Pflanzengesellschaft eine erhöhte Produktivität, während sie in der anderen, im Grenzbereich ihrer ökologischen Toleranz, lediglich mit wenigen Fk nachweisbar sind. Eine Ausnahme bilden *Clitocybe candicans* und *Daedaleopsis confragosa* (auf *Salix*), die in beiden untersuchten Vegetationseinheiten (VF A-C und VF D) zu den produktivsten Taxa zählen.

### **3.3.1.4. Fruchtkörper-Phänologie (Periodizität) charakteristischer Pilzarten des Grauerlenwaldes**

#### **3.3.1.4.1. Allgemeine Kriterien zur Fruchtkörper-Phänologie**

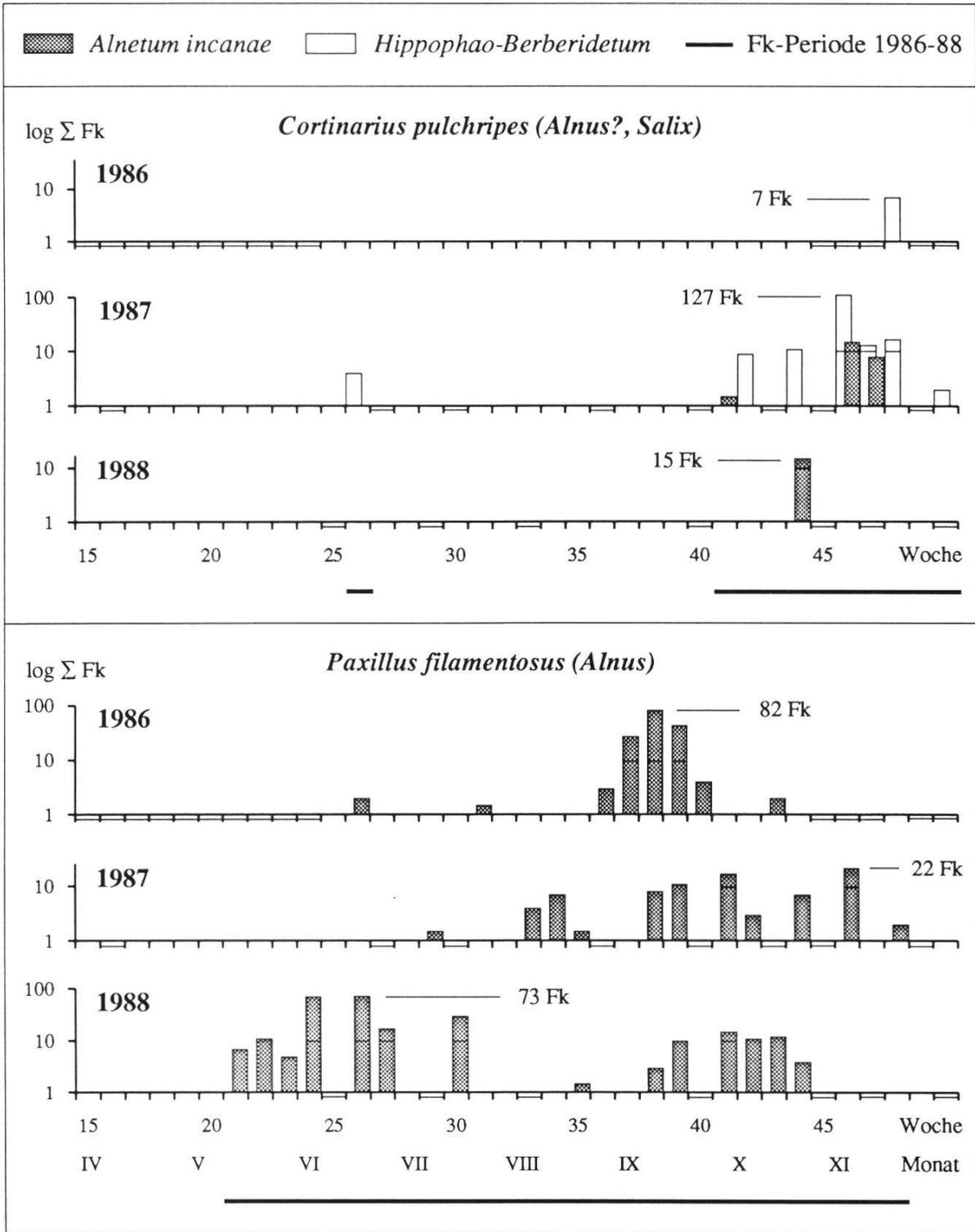
Die jahreszeitliche Periodizität der in Fig. 14a und 14b dargestellten Pilzarten lässt folgende phänologische Muster erkennen:

Bei zahlreichen Taxa setzt die Fk-Produktion im Frühling ein, um während der gesamten Vegetationsperiode bis zu den ersten Frösten  $\pm$  kontinuierlich anzuhalten. Lediglich im Juli und August kann die Produktivität durch sommerliche Trockenheit gedämpft werden. Ein über mehrere Monate mögliches Auftreten mit meist grossen Fk-Populationen ist für *Clitocybe candicans* (VI-XII), *Coprinus domesticus* (IV-XI), *Mycena speirea* (V-XII) und *Tubaria conspersa* (V-XI) charakteristisch.

Im Gegensatz dazu lassen sich andere Grosspilze des *Alnetum* nur während einer kurzen Zeitdauer im Jahr nachweisen. Ihr Vorkommen hält sich streng an eine bestimmte Jahreszeit und besteht oft aus einem einzigen Fk-Schub. Beispiele sind *Pholiotina aporos* mit Fruktifikation im April und Mai sowie *Cortinarius pulchripes* und *Mycena mirata*, welche lediglich im Oktober und November festgestellt werden können.

Im Grauerlenwald sind auch Pilzarten verbreitet, die jährlich zwei Fruktifikationsschübe ausbilden, wobei die beiden Fk-Spitzen durch einen sommerlichen Produktionsunterbruch deutlich voneinander getrennt werden. In solchen Fällen liegt das Fk-Maximum entweder im Frühling (*Psathyrella marcescibilis*, *P. spadiceogrisea*), oder es wird erst im Herbst erreicht (*Naucoria escharoides*, *N. luteolofibrillosa*).

Die Periodizität einer Pilzart kann auch mehrmaliges Ein- und Aussetzen der Fruktifikation in der laufenden Vegetationsperiode umfassen. Vorhandensein und Umfang der Fk-Population werden durch schnelles Reagieren auf NS



**Fig. 14a.** Fk-Phänologiediagramme wichtiger Ektomykorrhiza-Symbionten aus dem Grauerlenwald (VF A-C, 2000 m<sup>2</sup>) mit Angabe der Fk-Periode 1986-1988.

*Phenology and productivity of fruitbodies of selected ectomycorrhizal fungi from the Alnus incana forest.*

Vertikale Achse mit logarithmischer Skala; Wochen ohne Feldbegehung sind mit einem Strich unter der Zeitachse markiert - vertical axis in logarithmic scale; weeks without field-work are marked with a line under the horizontal axis.

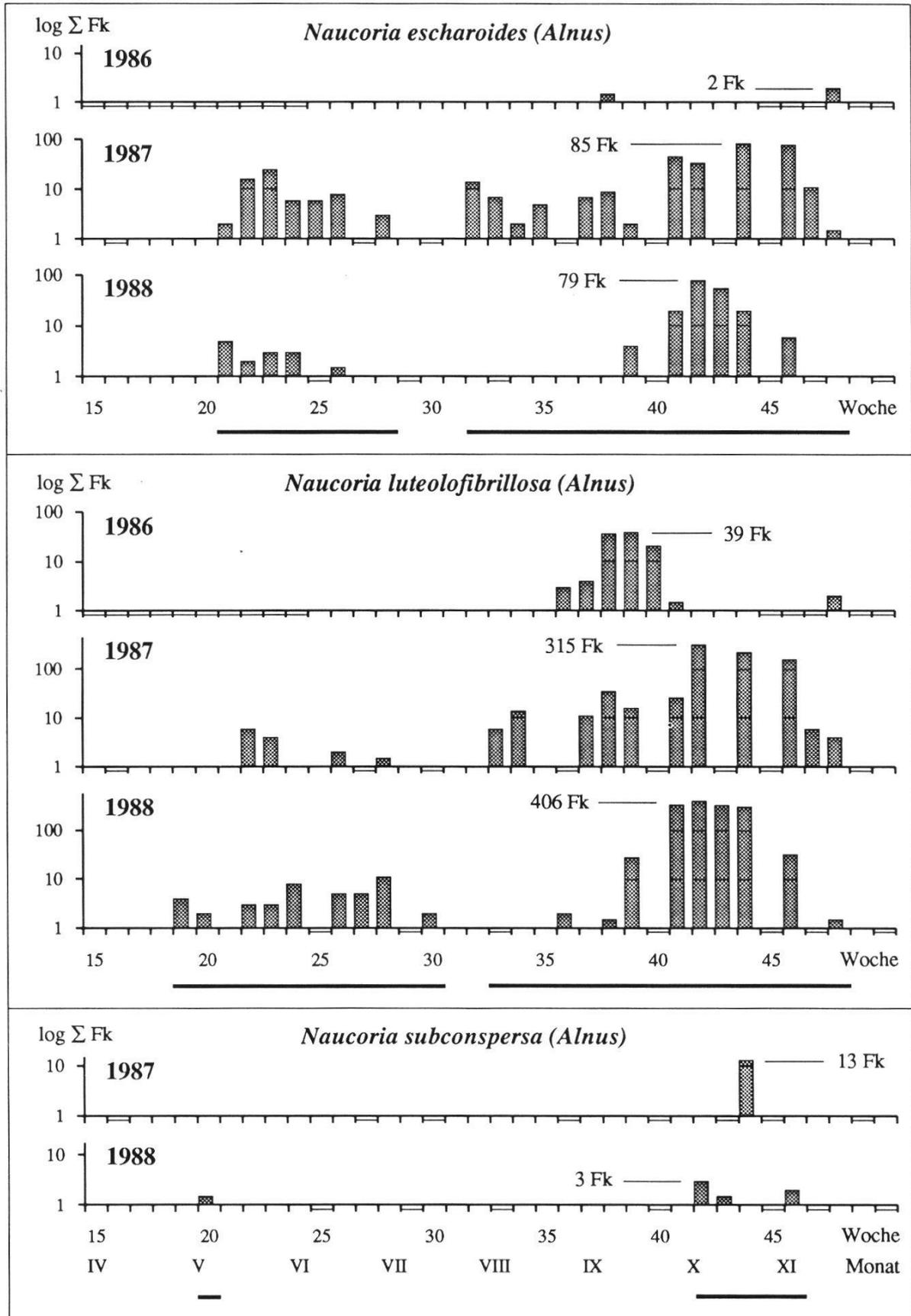


Fig. 14a (Forts.- continued)

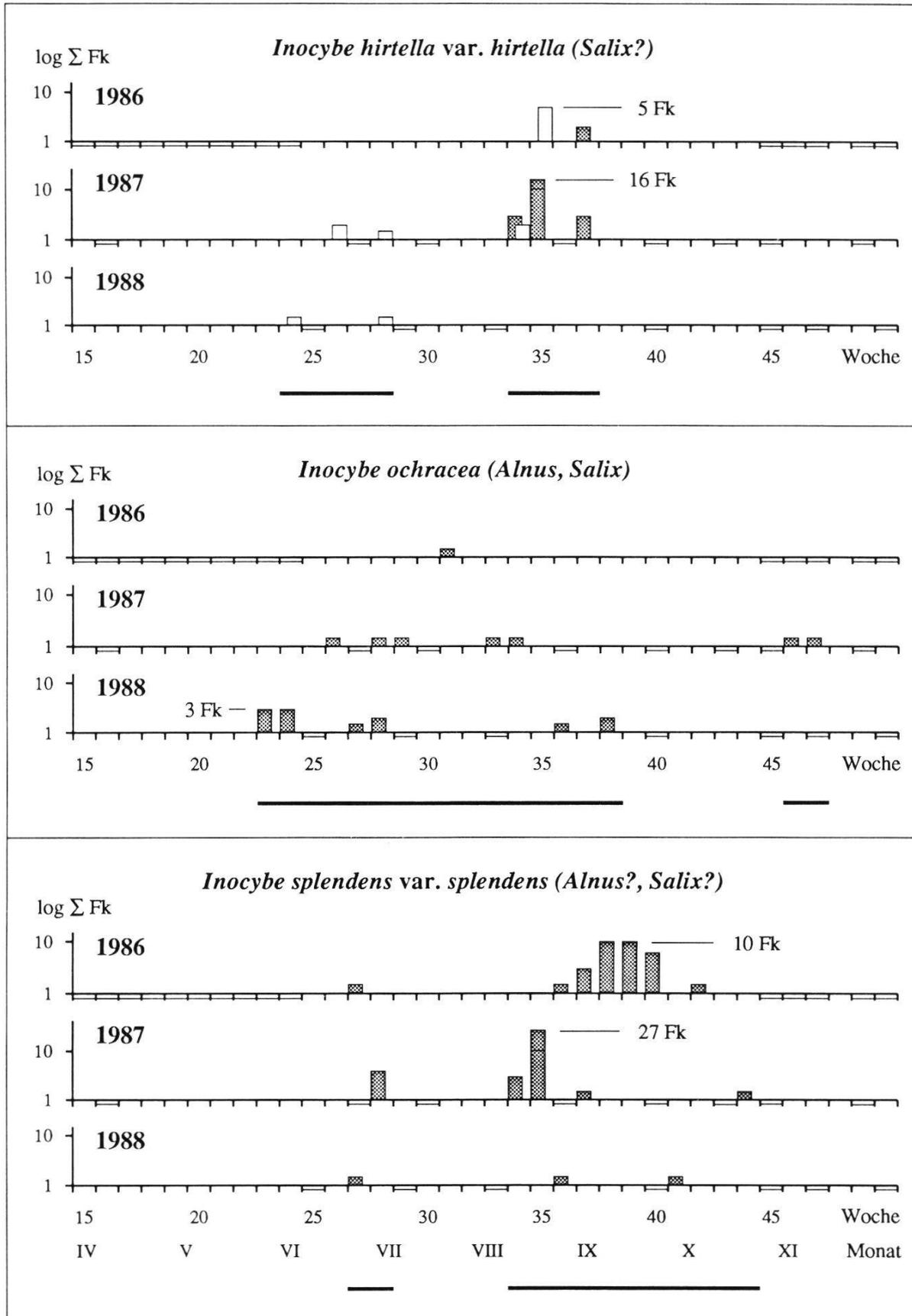
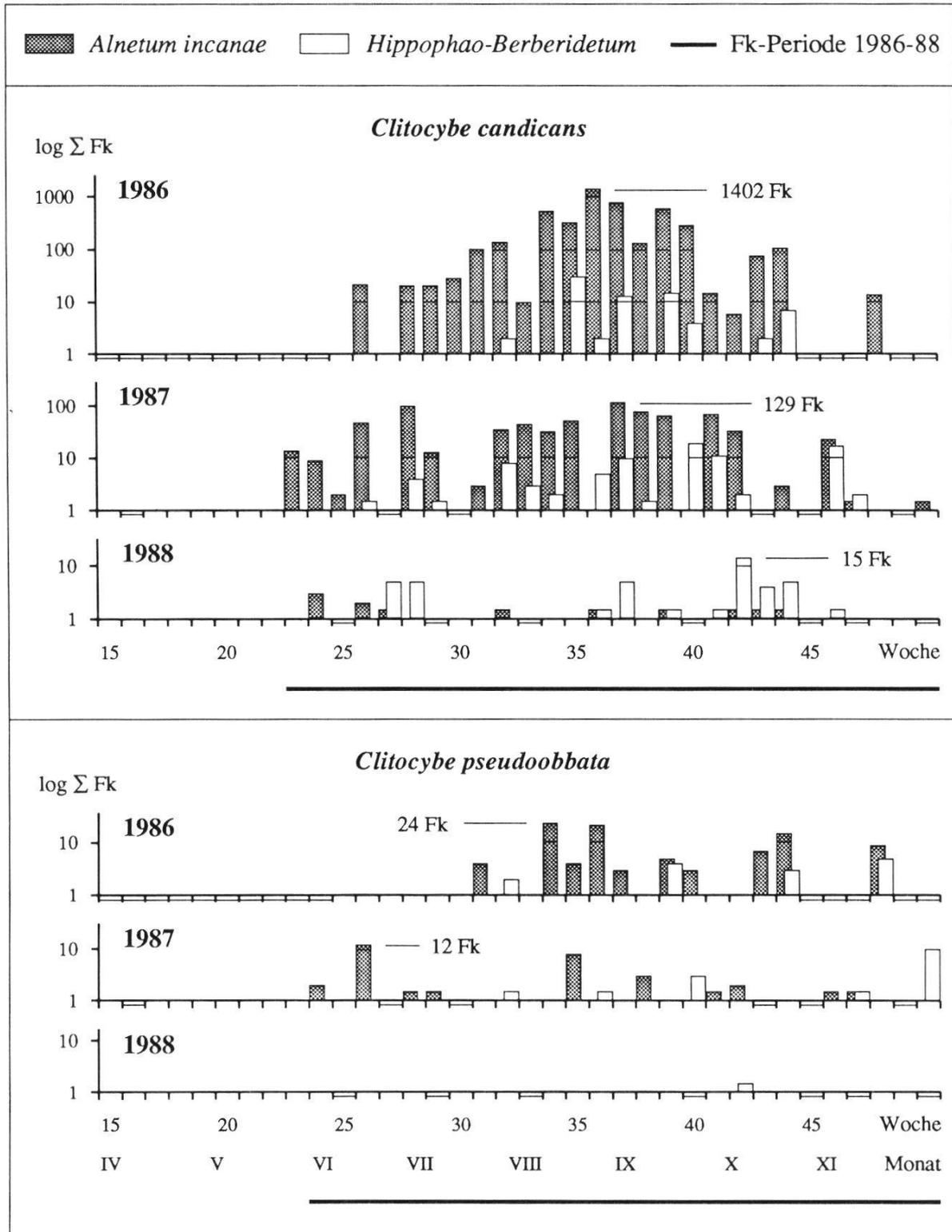


Fig. 14a (Forts.- continued)



**Fig. 14b.** Fk-Phänologiediagramme häufiger saprober Pilze aus dem Grauerlenwald (VF A-C, 2000 m<sup>2</sup>) mit Angabe der Fk-Periode 1986-1988.

*Phenology and productivity of fruitbodies of selected frequent saprobic fungi from the Alnus incana forest.*

Vertikale Achse mit logarithmischer Skala; Wochen ohne Feldbegehung sind mit einem Strich unter der Zeitachse markiert - vertical axis in logarithmic scale; weeks without field-work are marked with a line under the horizontal axis.

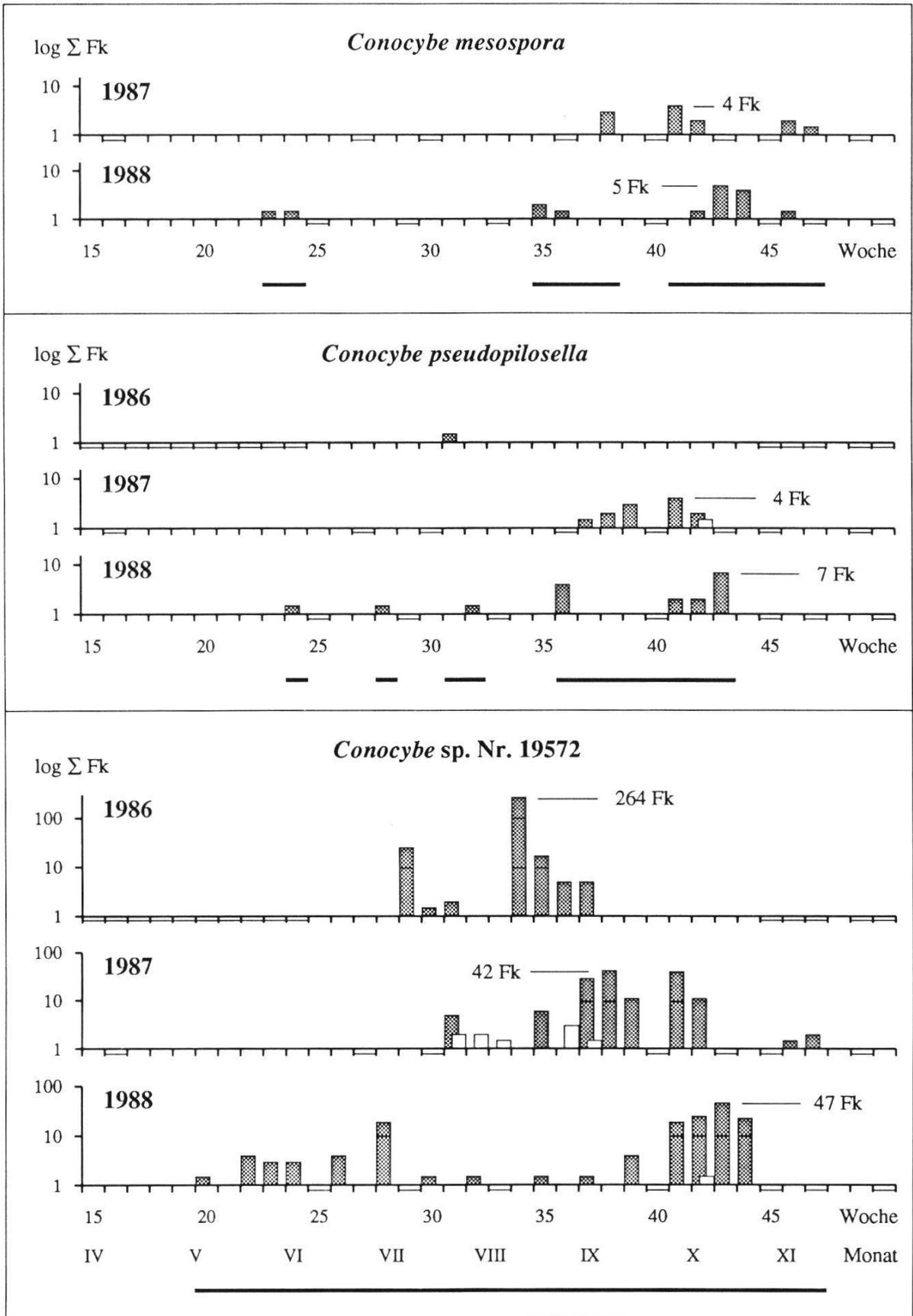


Fig. 14b (Forts. - continued)

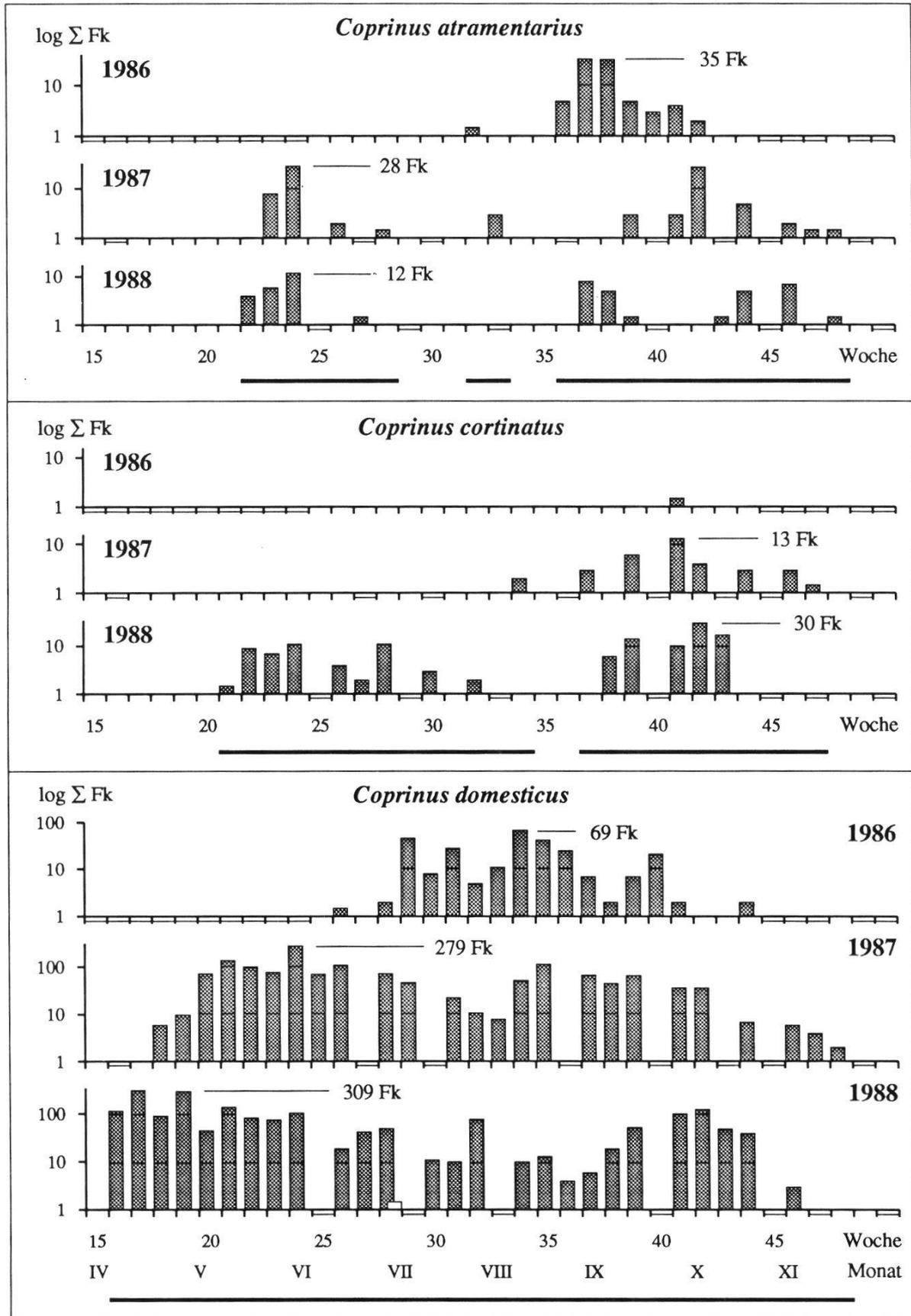


Fig. 14b (Forts.- continued)

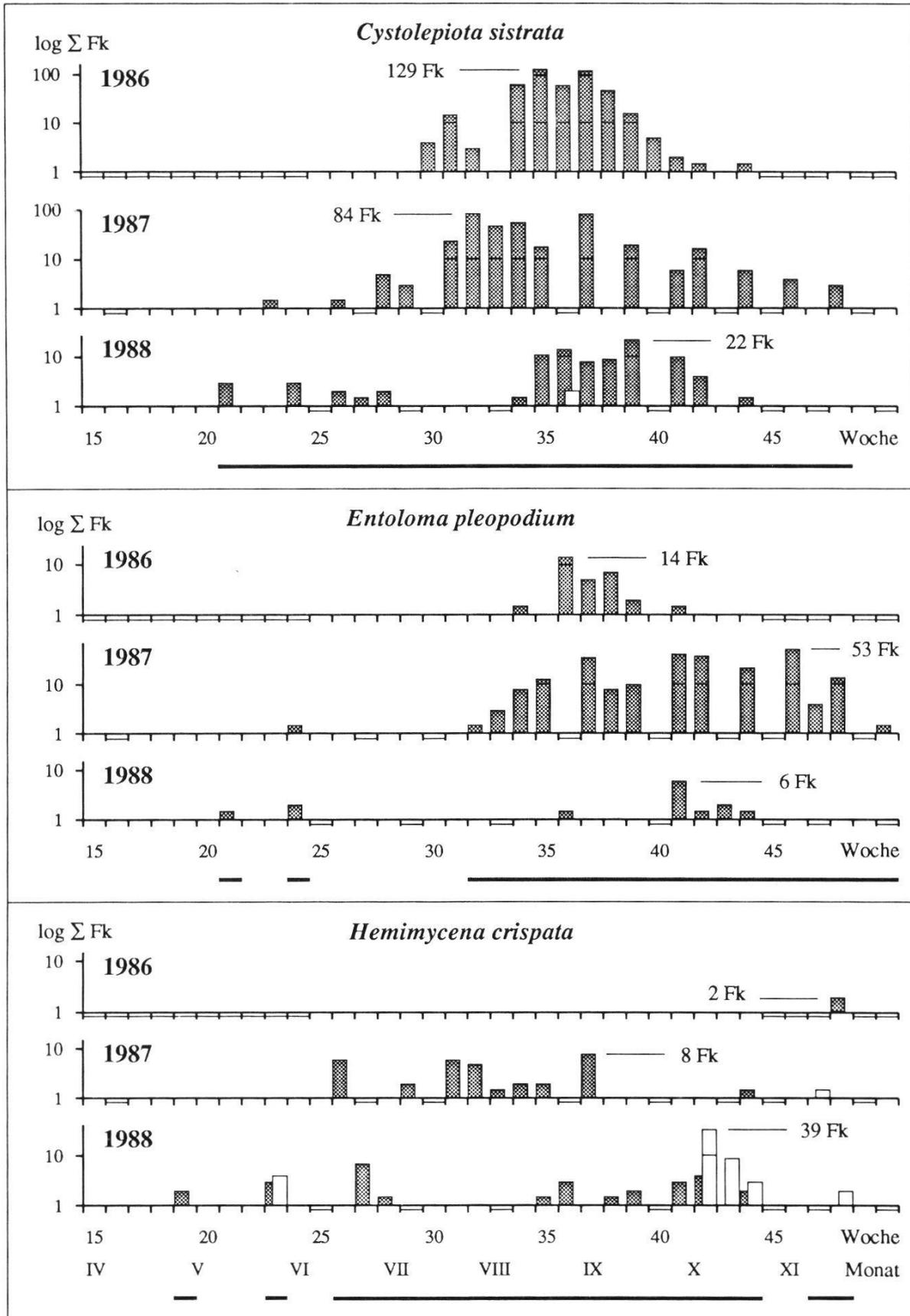


Fig. 14b (Forts.- continued)

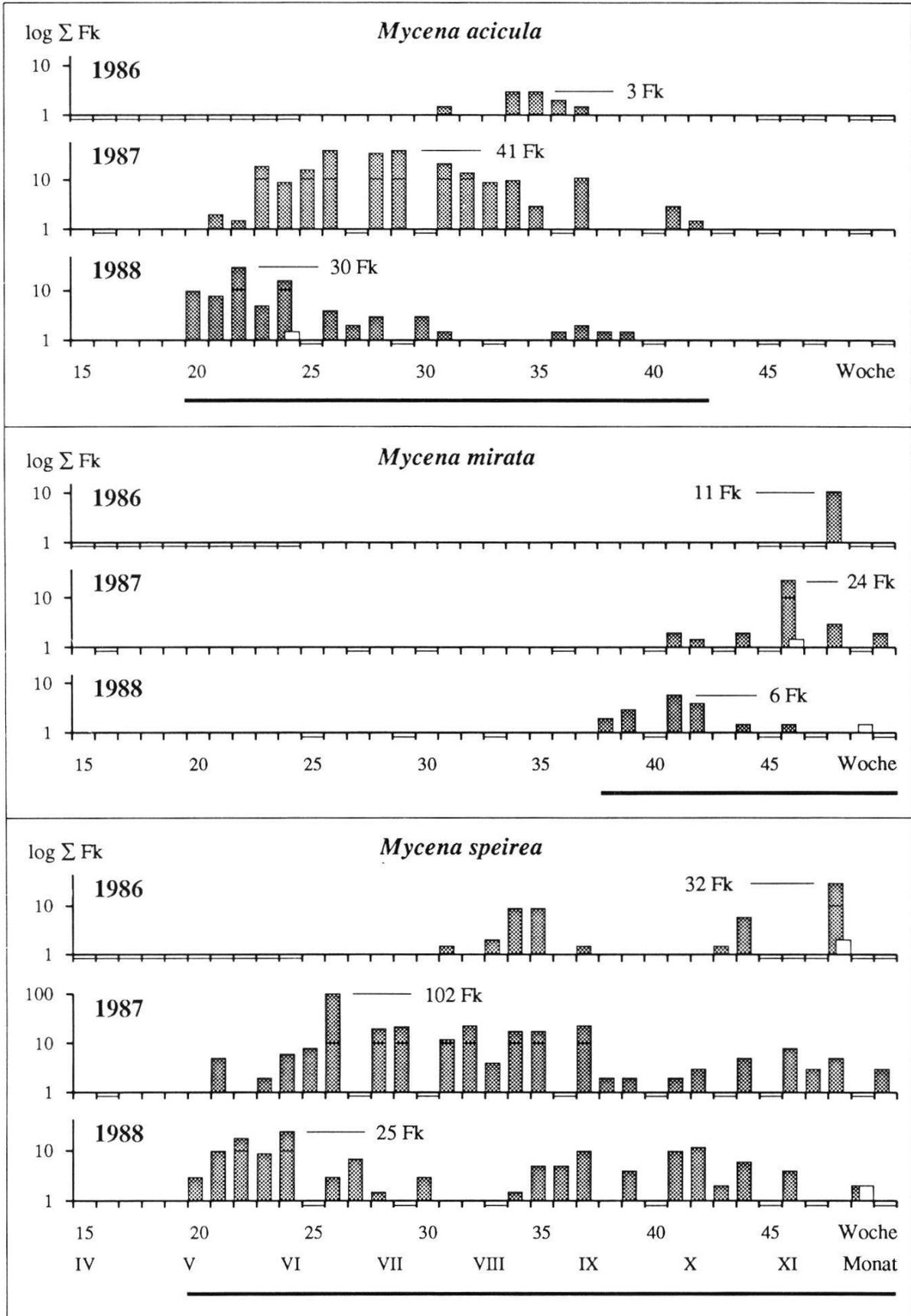


Fig. 14b (Forts.- continued)

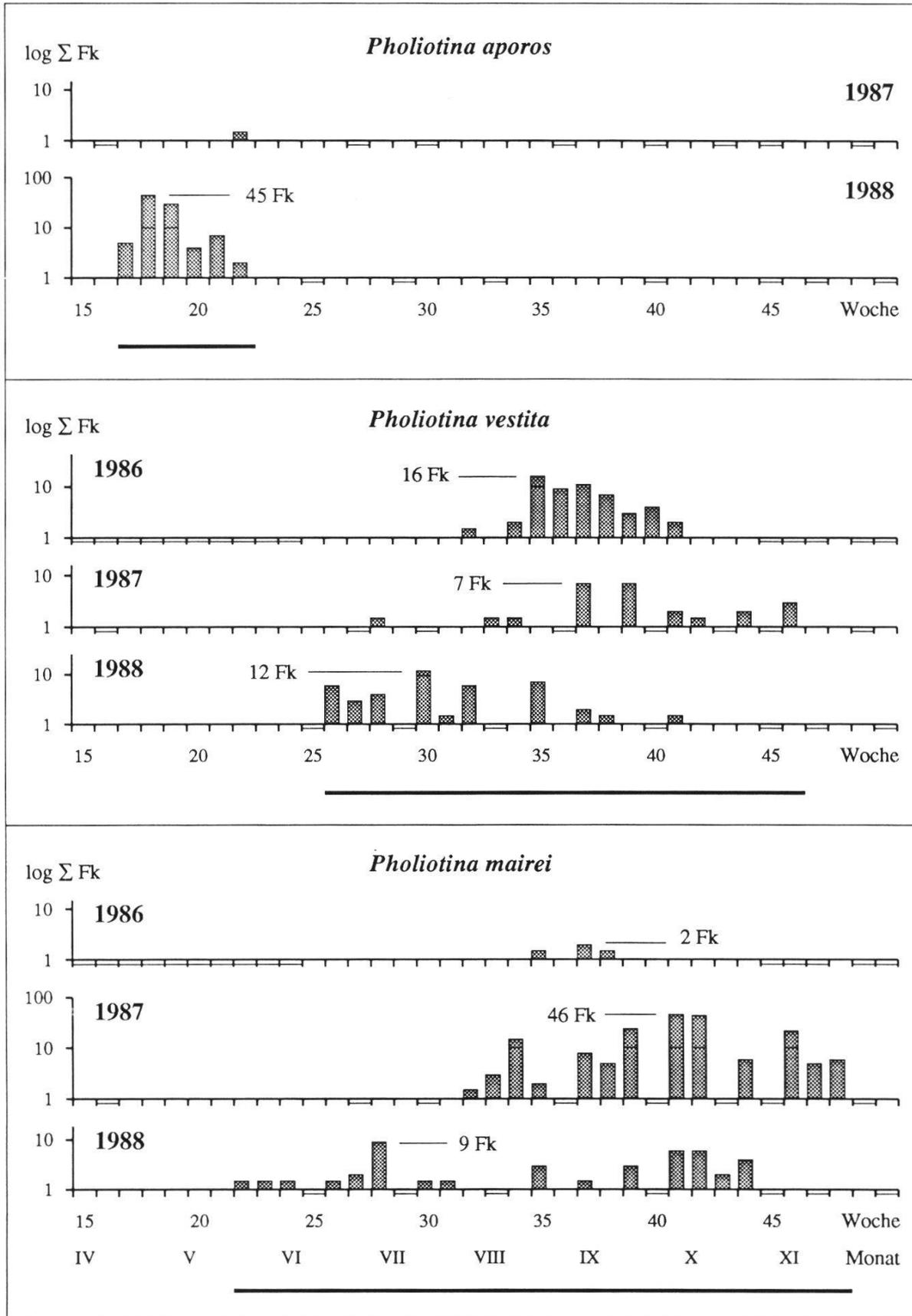


Fig. 14b (Forts.- continued)

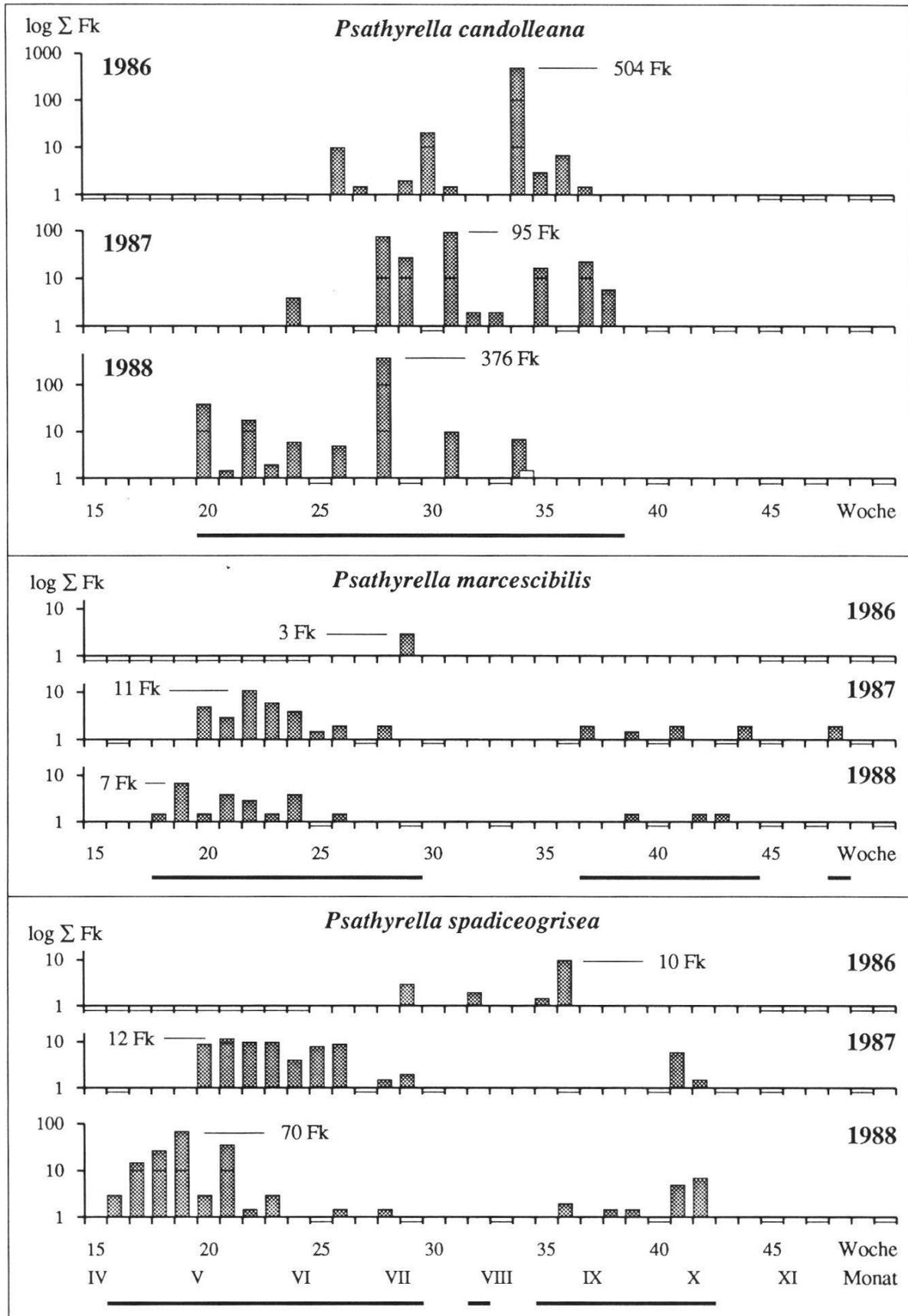


Fig. 14b (Forts.- continued)

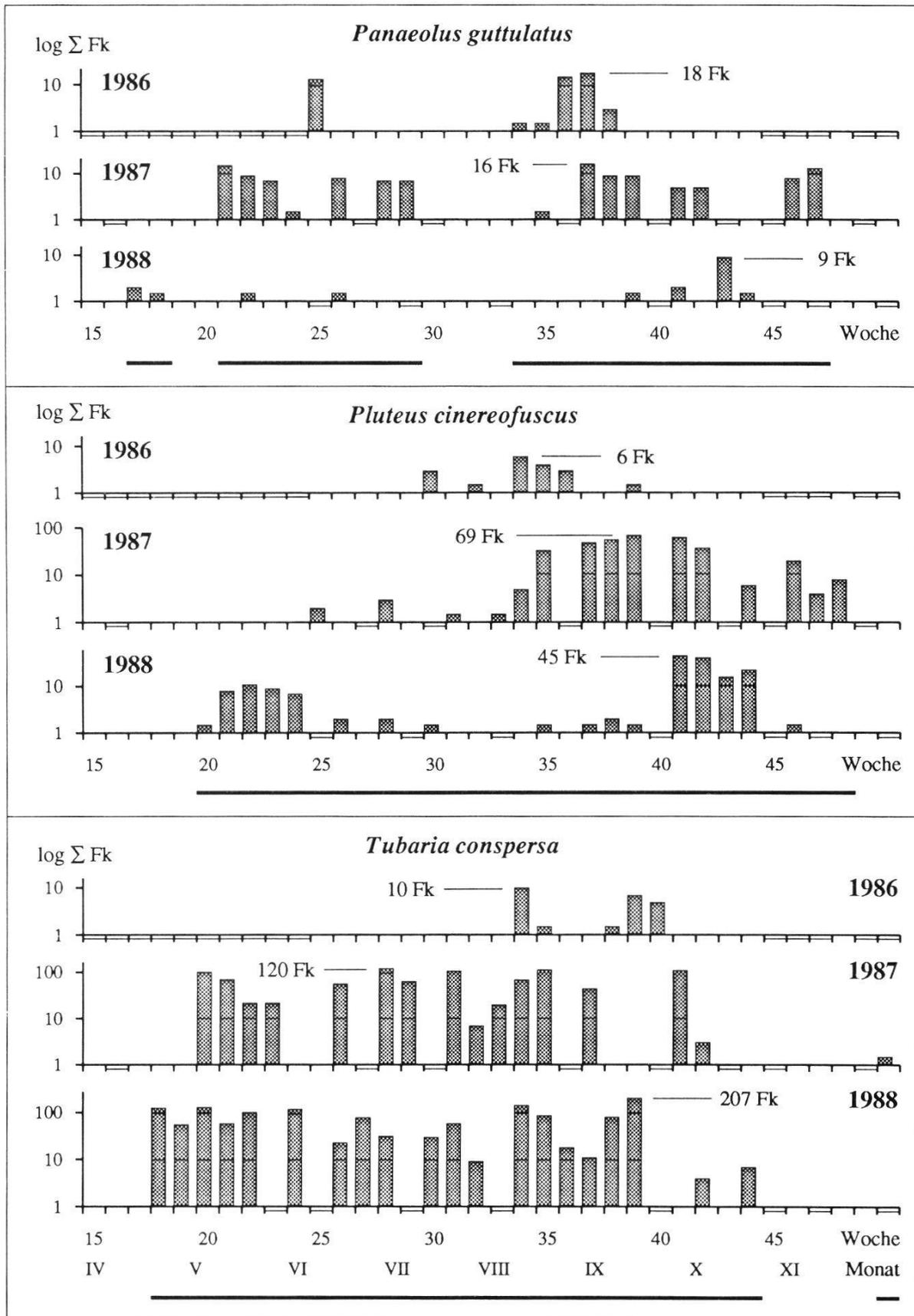


Fig. 14b (Forts.- continued)

bzw. Austrocknen des Oberbodens gesteuert, woraus eine jahreszeitlich unregelmässige Fluktuation resultiert. Dieses aperiodische Vorkommen zeigen *Conocybe pseudopilosella*, *Hemimycena crispata*, *Inocybe ochracea* und *Panaeolus guttulatus* in ausgeprägtem Masse.

Unberücksichtigt in den Phänologiediagrammen sind diejenigen Pilze, welche nicht jede Saison zur Fruktifikation kommen, sondern nur sporadisch mit einigen Fk nachgewiesen werden.

In den VF ändert die Fk-Abundanz einer Art von Jahr zu Jahr (Fig. 14a, 14b). Einerseits lässt sich bei einem Teil der Taxa eine Produktivitätssteigerung von 1986 bis 1988 beobachten, die vermutlich auf die grösseren NS-Mengen im zweiten und dritten Feldjahr zurückzuführen ist. Zusätzlich wirkte sich die Einsandung der *Alnetum*-VF durch die Überschwemmungen der Jahre 1987 und 1988 fördernd auf die Fk-Produktivität von *Coprinus cortinatus*, *Naucoria escharoides*, *N. luteolofibrillosa*, *Pluteus cinereofuscus* u.a. aus. Der für diese Arten feststellbare positive Einfluss der Hochwasserfolgen kann ökologisch möglicherweise mit der Hemmung und Schädigung der Myzelien von pilzlichen Nahrungs- und Wasserkonkurrenten im Mikrohabitat erklärt werden.

Andererseits weisen *Clitocybe candicans*, *C. pseudoobbata*, *Cystolepiota sistrata* u.a. von 1986 bis 1988 eine deutliche Abnahme der pro Vegetationsperiode registrierten Fk auf. Es kann spekuliert werden, dass die Ursache für die rückläufige Produktivität in einer Schwächung der Myzelien durch kontinuierliches Besammeln der Fk oder aber in negativen Einwirkungen der Überschwemmungen zu suchen ist. Die Überdeckung der auf dem Waldboden liegenden Zweige und Blätter durch dezimetertiefe Sandschichten entzog insbesondere den auf Streuabbau spezialisierten *Clitocybe*-Arten die Nahrungsgrundlage.

Einzelne Makromyceten wurden 1986 nicht festgestellt (u.a. *Conocybe mesospora*, *Naucoria subconspersa*), obschon sie 1987 und 1988 an verschiedenen Lokalitäten mit mehreren Fk auftraten. Diese Situation ist in erster Linie auf den NS-armen Herbst 1986 zurückzuführen. Im ersten Feldjahr dürften mangels Erfahrung jedoch auch einzelne, taxonomisch kritische Arten fälschlicherweise nahe verwandten Taxa zugeordnet worden sein.

Ähnlich der saisonalen Fk-Abundanz zeigen auch zeitlicher Verlauf und Ausmass der Produktionsspitze ausgeprägte, jährliche Unterschiede. Der Zeitpunkt des Maximalaspektes wird von den T- und NS-Verhältnissen der laufenden Saison beeinflusst und kann von einer Vegetationsperiode zur nächsten um mehrere Wochen vor- oder zurückverschoben sein. In den Grauerlen-

VF wurde z.B. das jährliche Fk-Maximum für *Paxillus filamentosus* 1986 und 1987 im Herbst (38. bzw. 46. Woche), 1988 jedoch bereits im Frühsommer (26. Woche) registriert. *Naucoria luteolofibrillosa* hingegen erreichte die grösste Produktivität stets Ende September bis Mitte Oktober mit maximal dreiwöchiger Verschiebung zum Vorjahr (1986: 39. Woche, 1987 und 1988; 42. Woche).

Der Vergleich der Periodizität von Pilzarten aus der gleichen Gattung lässt in einzelnen Fällen eine zeitliche Abfolge im Fruktifikationsverhalten erkennen. Beispiele für diese zeitliche Vikarianz sind bei Vertretern der Gattungen *Mycena*, *Pholiotina* und *Psathyrella* zu finden: Von Mai bis September tritt *M. acicula* im Grauerlenwald auf, von Oktober bis Dezember jedoch *M. mirata*. *Pholiotina aporos* beendet die Fruktifikationsperiode in den VF Ende Mai und wird ab Juni von *Ph. vestita* abgelöst. *Psathyrella marcescibilis* und *P. spadiceogrisea* erreichen ihr Produktionsmaximum bereits im Frühling, um nach dem sommerlichen Ausfall nochmals einige Fk im Herbst zu bilden. Zur Zeit des Produktionsunterbruchs der beiden Arten (Juli bis August-September) zeigt *P. candolleana* eine Massenentwicklung. Letztere schliesst im September ihre Fruktifikationsperiode rasch ab.

#### 3.3.1.4.2. Phänologie ökologischer Gruppen und einzelner Pilzarten

**Ektomykorrhiza-Pilze:** Die jährlichen Fk-Perioden der in Fig. 14a dargestellten Mycobionten von *Alnus incana* weisen einen in groben Zügen ähnlichen Verlauf auf. Diese Pilze treten in der Regel im Frühsommer und/oder Herbst mit einem ausgeprägten Fk-Schub auf. Ein Vergleich der Phänologie-diagramme von *Paxillus filamentosus*, *Naucoria escharoides* und *N. luteolofibrillosa* mit denjenigen von *Clitocybe candicans*, *Mycena speirea*, *Psathyrella candolleana* u.a. zeigt deutliche Unterschiede im Fruktifikationsverhalten von Ektomykorrhiza-Symbionten und saproben Pilzen. Während die oft diskontinuierlich über mehrere Monate verteilte Fk-Produktion der Saproben hauptsächlich von der Konstellation der momentanen T- und NS-Verhältnisse der laufenden Saison geprägt ist, wird diejenige der Mycobionten speziell durch die T-Gänge in der ersten Jahreshälfte und die sogenannten Voraugangs-NS bestimmt (AGERER 1985). Eine zusätzliche Beeinflussung der Fk-Periode(n) von Ektomykorrhiza-Pilzen kann über ihre Wirtsbäume erfolgen, von welchen sie über das Myzel Wasser, Nähr- und Wachstumsstoffe aus den Wurzeln beziehen (MOSER und HASELWANDTER 1983). Für den herbstlichen Fk-Schub der symbiontischen Makromyceten, welcher zeitlich mit dem

Herbstmaximum der Mykorrhizenhäufigkeit an den Feinstwurzeln der Wirtsbäume zusammenfällt (KOTTKE und AGERER 1983), spielt auch die von der Tageslänge abhängige Assimilatverfügbarkeit eine entscheidende Rolle.

*Paxillus filamentosus*, *Naucoria escharoides*, *N. luteolofibrillosa*: Die Phänologiediagramme von *P. filamentosus* und *N. luteolofibrillosa* stimmen in auffälliger Weise überein. Für beide Ektomykorrhiza-Symbionten wurde 1986 ein einziger, nur fünf Wochen anhaltender Fk-Produktionsschub beobachtet, welcher Ende September das Maximum erreichte und anschliessend infolge herbstlicher Trockenheit rasch abflachte. Der fast vollständige Ausfall bei der Registrierung von *N. escharoides* in der ersten Saison dürfte z.T. auch auf Identifikationsprobleme zu Beginn der Untersuchungen zurückzuführen sein. Anhaltende NS mit eher kühlen T bewirkten 1987 während mehrerer Wochen eine  $\pm$  kontinuierliche Fk-Produktion mit Spitzenwerten im Oktober und November. Die Überschwemmungen im Juni unterdrückten einerseits den Frühsommeraspekt von *P. filamentosus*, andererseits scheint die hochwasserbedingte Einsandung der Grauerlen-VF die Produktivität der *Naucoria*-Arten gesteigert zu haben. 1988 entwickelten alle 3 spp. einen ausgeprägten Frühlingsaspekt, dem nach einem 5-12 Wochen andauernden Unterbruch in der Fk-Produktion die Herbstspitze folgte. Für *N. escharoides* und *N. luteolofibrillosa* wurde das Fk-Maximum Mitte Oktober, für *P. filamentosus* jedoch bereits im Juni beobachtet.

Literaturvergleich: Fk-Periode von *P. filamentosus*: V-XI (EINHELLINGER 1973); VI,IX-XI (STANGL 1970). *N. escharoides*: V-VI,VIII-XI (EINHELLINGER 1973); V-VI,IX-XI (STANGL 1970). *N. luteolofibrillosa*: X (EINHELLINGER 1973); X-XI (STANGL 1970).

*Inocybe*-Arten: Die Vertreter der Gattung *Inocybe* traten in den Grauerlen-VF meistens nur sporadisch mit wenigen Fk auf. Ein längerfristig anhaltender Produktionsschub war lediglich im September 1986 für *I. splendens* nachweisbar, der zeitlich mit dem Auftreten von *P. filamentosus* und *N. luteolofibrillosa* zusammenfiel. Ende August 1987 induzierten starke NS nach einer zweiwöchigen Trockenperiode in der VF B eine einmalige Fruktifikationspitze von 16 Fk für *I. hirtella* und 27 für *I. splendens*. 1988 wiesen sämtliche *Inocybe*-Arten während der gesamten Vegetationsperiode nur noch eine geringe Abundanz auf.

Literaturvergleich: Fk-Periode von *I. hirtella*: VII-IX (STANGL 1970); *I. splendens*: IX (STANGL 1970).

**Lignicole Pilze:** Die zahlreichen abgestorbenen, stehenden oder umgestürzten Baumstämme, die grosse Menge an Fallholz (Laubholzäste und -zweige) so-

wie das während Hochwasserperioden eingeschwemmte Nadelholz (von Fichte, Föhre und Lärche) sind charakteristische Elemente des flussbegleitenden Grauerlenwaldes, die das Auftreten von saprob-lignicolen Pilzarten begünstigen (Fig. 14b). Morsche, moosbewachsene Stämme und Äste bleiben nach NS lange feucht und ermöglichen auch noch während Trockenperioden eine Fk-Produktion. Die grobrissige, von Moosen überzogene Rinde an der Basis alter, lebender Weiden stellt bezüglich Feuchtigkeit ebenfalls ein günstiges Mikrohabitat dar, das von mehreren Vertretern der Gattungen *Crepidotus*, *Hemimycena* und *Mycena* besiedelt wird.

Das Fruktifikationsverhalten der Lignicolen bietet kein einheitliches Bild (vgl. z.B. *Coprinus domesticus* vs. *Psathyrella candolleana*), weil die Fk-Abundanz quantitativ stark von der Beschaffenheit des holzigen Substrates beeinflusst wird. Stämme und grössere Äste als Nahrungsgrundlage ermöglichen das Aufkommen zahlreicher, oft büschelig wachsender, kräftiger Fk in einem einzigen Produktionsschub (*Kuehneromyces mutabilis*, *Mycena renati*, *Psathyrella candolleana* u.a.), während auf schnell austrocknenden, dünnen Laubholzweigen nur wenige, ephemere Fk registriert werden können (*Hemimycena crispata*, *Mycena mirata*, *M. speirea* u.a.).

*Coprinus domesticus*: 1986 war für *C. domesticus* der quantitativ niedrigste der drei untersuchten Jahresaspekte zu beobachten. Die zusammenhängende Fruktifikationsperiode dauerte, ohne Berücksichtigung des Frühlingsaspektes, von der 28.-41. Woche. Sie erreichte nach gewitterigen NS Mitte August die Jahresspitze von 69 Fk und brach bereits Anfang Oktober wegen anhaltender Trockenheit rasch ab. Die zwei folgenden, NS-reicheren Vegetationsperioden ermöglichten eine starke Steigerung der Produktivität, so dass fast bei jeder Feldbegehung Fk von *C. domesticus* registriert wurden. In beiden Jahren setzte die Fk-Produktion unmittelbar nach dem letzten Spätfrost ein, wobei speziell die Saison 1988 mit einem Schub von über 100 Fk/Woche schlagartig eröffnet wurde. Die Fk-Periode 1987, die von der 18.-48. Woche anhielt, wies Mitte Juni das Jahresmaximum von 279 Fk auf und erreichte nach der sommerlichen Depression nochmals Spitzenwerte im August und September. Wegen des vorangegangenen milden Winters setzte die Fruktifikation 1988 bereits in der 16. Woche ein, um kontinuierlich bis zur 46. Woche anzuhalten. Die Fk-Periode zeigt neben dem Jahresmaximum von 309 Fk Ende April zusätzlich mehrere Fk-Spitzen im Mai, August und Oktober, die jeweils durch intensivere NS induziert wurden.

Literaturvergleich: Fk-Periode von *C. domesticus*: V-VI,X,XII (EINHELLINGER 1973); VIII (STANGL 1970).

*Mycena speirea*: Das Fruktifikationsverhalten von *M. speirea*, einem der fragilsten Pilze im Grauerlenwald, wird unmittelbar durch die momentanen NS der laufenden Saison gesteuert. 1986 fiel nur Mitte August bis anfangs September sowie im Spätherbst genug NS, der *M. speirea* eine Fk-Produktion erlaubte. Die NS-reichere Witterung der beiden folgenden Jahre bewirkte eine quantitativ erhöhte Fk-Abundanz mit  $\pm$  stark fluktuierender Produktivität. Die Fk-Perioden 1987 und 1988 dauerten von der 20.-50. Woche, wobei letztere im Juli von einer dreiwöchigen Produktionspause unterbrochen wurde. Im Spätherbst 1986 und 1988 trat *M. speirea* zusätzlich im Sanddorn-Standort mit je einem Fund in Erscheinung.

Literaturvergleich: Fk-Periode von *M. speirea*: VI-VII (EINHELLINGER 1973).

*Psathyrella candolleana*: Das Fruktifikationsverhalten von *P. candolleana* ist durch Diskontinuität, Produktionseinbrüche und sprunghaft ein- und aussetzende Fk-Schübe geprägt. Die jährlichen Fk-Perioden dauerten jeweils 15 Wochen und begannen frühestens Mitte Mai. Während der gesamten Untersuchungsdauer wurde das Produktionsmaximum für *P. candolleana* im Juli oder August registriert, zu einem Zeitpunkt, als die meisten anderen Pilzarten einen Produktionsrückgang infolge hochsommerlicher T zu verzeichnen hatten. Nach Mitte September konnte *P. candolleana* in den VF nicht mehr nachgewiesen werden.

Literaturvergleich: Fk-Periode von *P. candolleana*: V,VII-IX (EINHELLINGER 1973).

**Übrige Saprobe:** Die Fk-Abundanz der Humus und Streu abbauenden Pilzarten hängt stark vom T- und NS-Gang der laufenden Saison ab, weil der sandige Oberboden und die dünne Streuschicht auf dem Waldboden nach Regen rasch austrocknen. Die geringe Wasserspeicherkapazität dieser Substrate widerspiegelt sich in den Phänologiediagrammen (Fig. 14b) oft in diskontinuierlichem Verlauf und abruptem Ausfall der Fk-Produktion (z.B. bei *Clitocybe pseudoobbata*, *Conocybe pseudopilosella*, *Panaeolus guttulatus*).

*Clitocybe candicans*: Im Jahr 1986 trat *C. candicans* in den Grauerlen-VF durchgehend von der 28. bis zur 48. Woche mit total 4632 Fk auf. Das Aspektmaximum von 1402 Fk pro Feldbegehung wurde nach einer länger andauernden, gewitterigen NS-Periode anfangs September (36. Woche) erreicht. In der 1000 m<sup>2</sup> grossen VF C wurden zu diesem Zeitpunkt 949 Fk gezählt; das entspricht trotz Massenvorkommens umgerechnet aber nur einer durchschnittlichen Dichte von 1 Fk/m<sup>2</sup>. Dieser geringe Deckungsgrad wird von dominanten Phanerogamen des *Alnetum* vergleichsweise um ein Vielfaches

übertroffen. In den folgenden zwei Vegetationsperioden erreichte die jährliche Produktionsrate von *C. candicans* im Grauerlenwald lediglich 745 Fk (1987) bzw. 12 Fk (1988). Während 1987 noch fast wöchentlich Fk nachweisbar waren, kam die Art 1988 nur noch sporadisch mit 1-3 Fk pro Fund in den VF A-C vor. Dieser Zusammenbruch der Fk-Population kann spekulativ auf eine negative Einwirkung der Überschwemmungen zurückgeführt werden.

Am Sanddorn-Standort wurde *C. candicans* mit einer im Vergleich zum Grauerlenwald deutlich geringeren Häufigkeit registriert, weil vermutlich extremere klimatische und edaphische Bedingungen in der VF D eine erhöhte Fk-Produktivität verunmöglichen. Diese erreichte im *Hippophao-Berberidetum* nur in der NS-reichen Vegetationsperiode 1987 eine gewisse Kontinuität. Im Gegensatz zu den *Alnetum*-VF fluktuierte die Jahresproduktion von *C. candicans* in der ausserhalb des Hochwasserbereichs liegenden VF D während der gesamten Untersuchungsperiode in geringem Masse (1986: 76 Fk, 1987: 86 Fk, 1988: 42 Fk).

*Cystolepiota sistrata*: *C. sistrata* weist bezüglich der Fk-Abundanz eine gewisse Übereinstimmung mit *Clitocybe candicans* auf, indem im Verlauf der dreijährigen Beobachtungsperiode ebenfalls eine starke Abnahme der jährlich produzierten Fk-Menge auftrat (1986: 466 Fk, 1987: 378 Fk, 1988: 91 Fk). *C. sistrata* entwickelte nach den starken NS im August 1986 einen ausgeprägten Frühherbstaspekt, um jedoch ab Anfang Oktober wegen Trockenheit kaum mehr registriert zu werden. Die intensiven NS der Vegetationsperiode 1987 ermöglichten der Pilzart bereits im Juni den Beginn der Fk-Produktion, welche dann  $\pm$  durchgehend bis zu den ersten Frösten im November anhielt. Durch das Auftreten von zwei Fk-Schüben unterscheidet sich das Fruktifikationsverhalten der Saison 1988 von den Fk-Perioden der beiden vorangehenden Jahre. Der schwach ausgebildete Frühlingsaspekt wurde durch einen sechs Wochen anhaltenden Produktionsausfall vom Herbstmaximum getrennt, welches zusätzlich einen einmaligen Fund von *C. sistrata* in der VF D umfasste. Literaturvergleich: Fk-Periode von *C. sistrata*: VIII-IX (STANGL 1970).

*Pholiotina mairei*: *Ph. mairei* trat 1986 nur von Ende August bis Mitte September, zur Zeit der ergiebigsten Jahres-NS, während dreier Feldbegehungen mit total 4 Fk auf. 1987 wurde sie ebenfalls erst ab August in den Grauerlen-VF registriert. In der Folge entwickelte sie jedoch einen ausgeprägten Herbstaspekt, der bis zur 48. Woche andauerte und Mitte Oktober mit dem Jahresmaximum von 46 Fk gipfelte. 1988 sank die Produktivität (42 Fk) im Ver-

gleich zum Vorjahr (187 Fk) wieder deutlich. Dafür konnte von der 22.-31. Woche ein Frühsommeraspekt mit der Jahresspitze von 9 Fk beobachtet werden. Der herbstliche Produktionsschub, der lediglich 15% der Fk-Menge des Herbstaspektes von 1987 umfasste, verlief diskontinuierlich und brach bereits Ende Oktober ab.

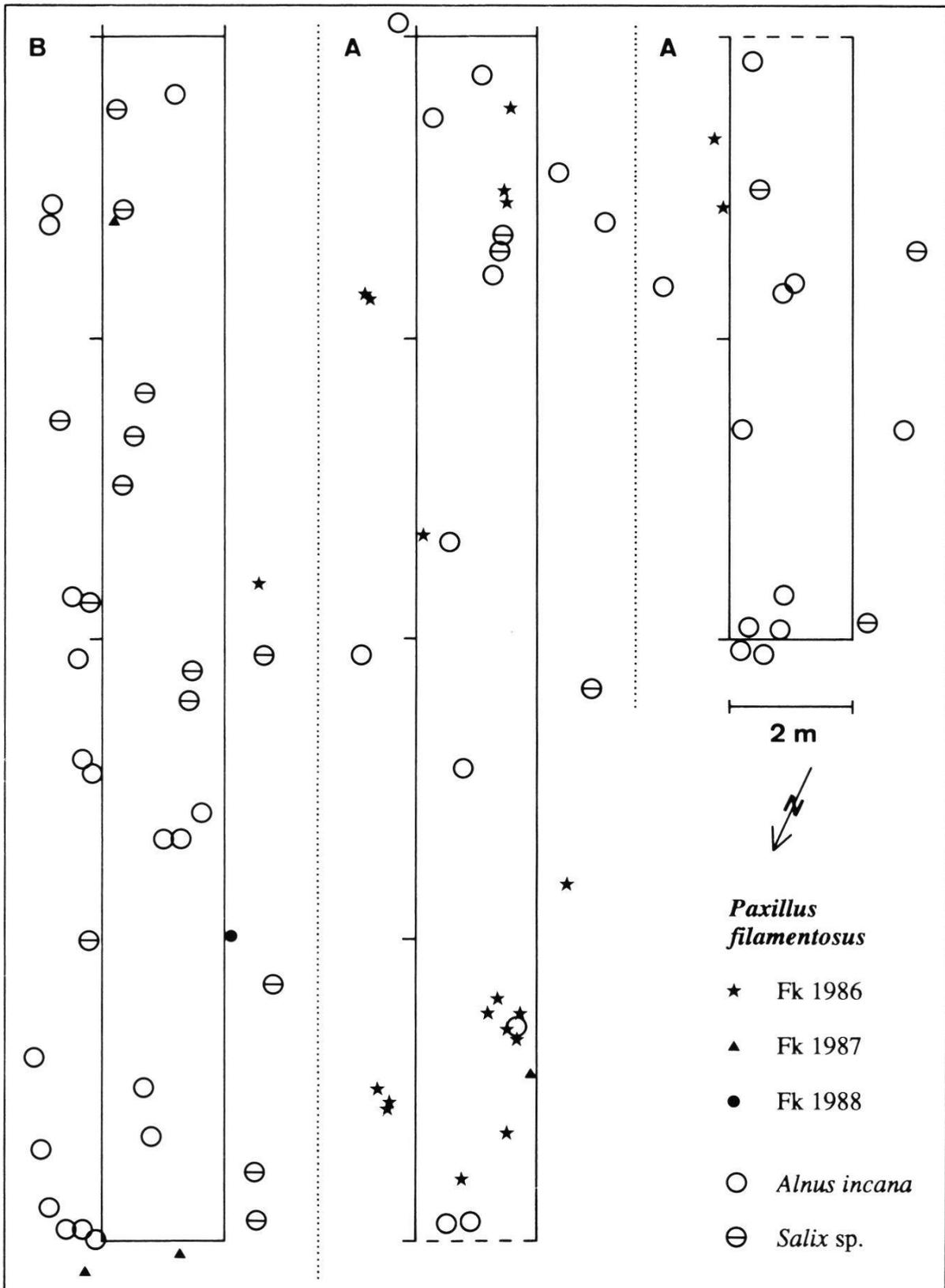
*Pluteus cinereofuscus*: Während des ersten Feldjahres wurde *P. cinereofuscus* nur sporadisch von Juli bis September mit total 18 Fk registriert. Die beiden folgenden Jahre zeigen eine stark gesteigerte Fk-Abundanz, was einerseits auf den für die pilzliche Produktivität günstigeren Witterungsverlauf, andererseits möglicherweise auch auf einen fördernden Einfluss der Hochwasserfolgen zurückzuführen ist. 1987 wurde der Frühlingsaspekt von *P. cinereofuscus* nach Überschwemmungen fast vollständig unterdrückt. In den folgenden Wochen entwickelte sich jedoch eine von Mitte August bis Ende November anhaltende, herbstliche Fk-Periode, in deren Verlauf 348 Fk gezählt wurden. 1988 trat *P. cinereofuscus* bereits ab Mitte Mai mit einem deutlichen Frühlingsaspekt auf, der bis Juli allmählich ausklang. Die 130 Fk umfassende Herbstspitze, die durch Einsandung der *Alnetum*-VF infolge sommerlichen Hochwassers hinausgezögert wurde, setzte in der 41. Woche plötzlich mit einem Produktionsschub ein und hatte lediglich einen Monat Dauer.

Hinweis: In Kap. 3.3.3 wird der Zusammenhang zwischen Witterungsverlauf und Fruktifikationsverhalten für einzelne Pilzarten ausführlicher dargestellt.

### **3.3.2. Räumliche Aspekte der Pilzfruktifikation in den Sanktuarien**

#### **3.3.2.1. Zwei- und dreidimensionale Fruchtkörper-Kartierungen der Ektomykorrhiza-Pilze des Grauerlenwaldes**

Die Datenmenge, welche von 1986-1988 bei der Fk-Kartierung der Ektomykorrhiza-Symbionten von *Alnus incana* erhoben wurde, ist graphisch in Fig. 15 (planar) und Fig. 16 (räumlich) vollständig dargestellt. Die Pilz-Fk wurden auf Kartierungstreifen von total 100 m Länge und 4 m Breite erfasst (VF A 30x4 m, VF B 20x4 m, VF C: C<sub>1</sub> 30x4 m und C<sub>2</sub> 20x4 m [Kartierung in C<sub>2</sub> nur von 1987-1988]; in der Folge als Sanktuarien oder Kernzonen bezeichnet). Ein Fundpunkt entspricht einem Fk bzw. zwei oder mehreren Fk, welche aber in weniger als 5 cm Abstand voneinander stehen. Zusätzlich zu den Fk-Fundpunkten sind die Standorte der lebenden Grauerlen- und Weidenbäume maßstabgetreu in die planaren Karten eingetragen. Die Zuordnung der Pilze zu bestimmten Wirtsbäumen ist jedoch spekulativ und in keinem Fall eindeutig durchführbar.



**Fig. 15.** Zweidimensionale Fk-Kartierungen der Ektomykorrhiza-Pilze in den VF A-C (*Alnetum incanae*, 1986-1988).  
*Two-dimensional graphs of fruitbody distribution of ectomycorrhizal fungi on research sites A-C (Alnetum incanae, 1986-1988).*

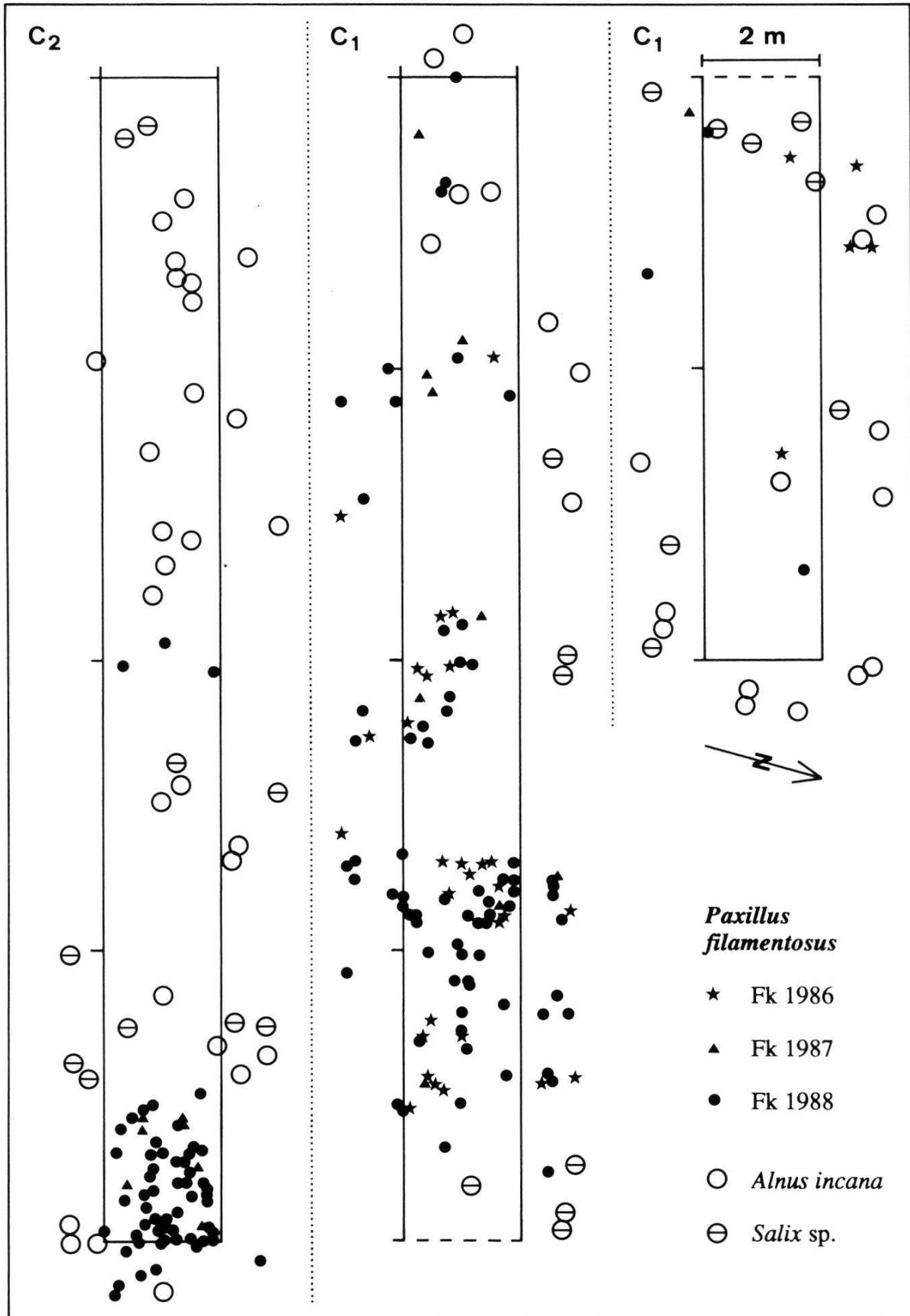


Fig. 15 (Forts. - continued)

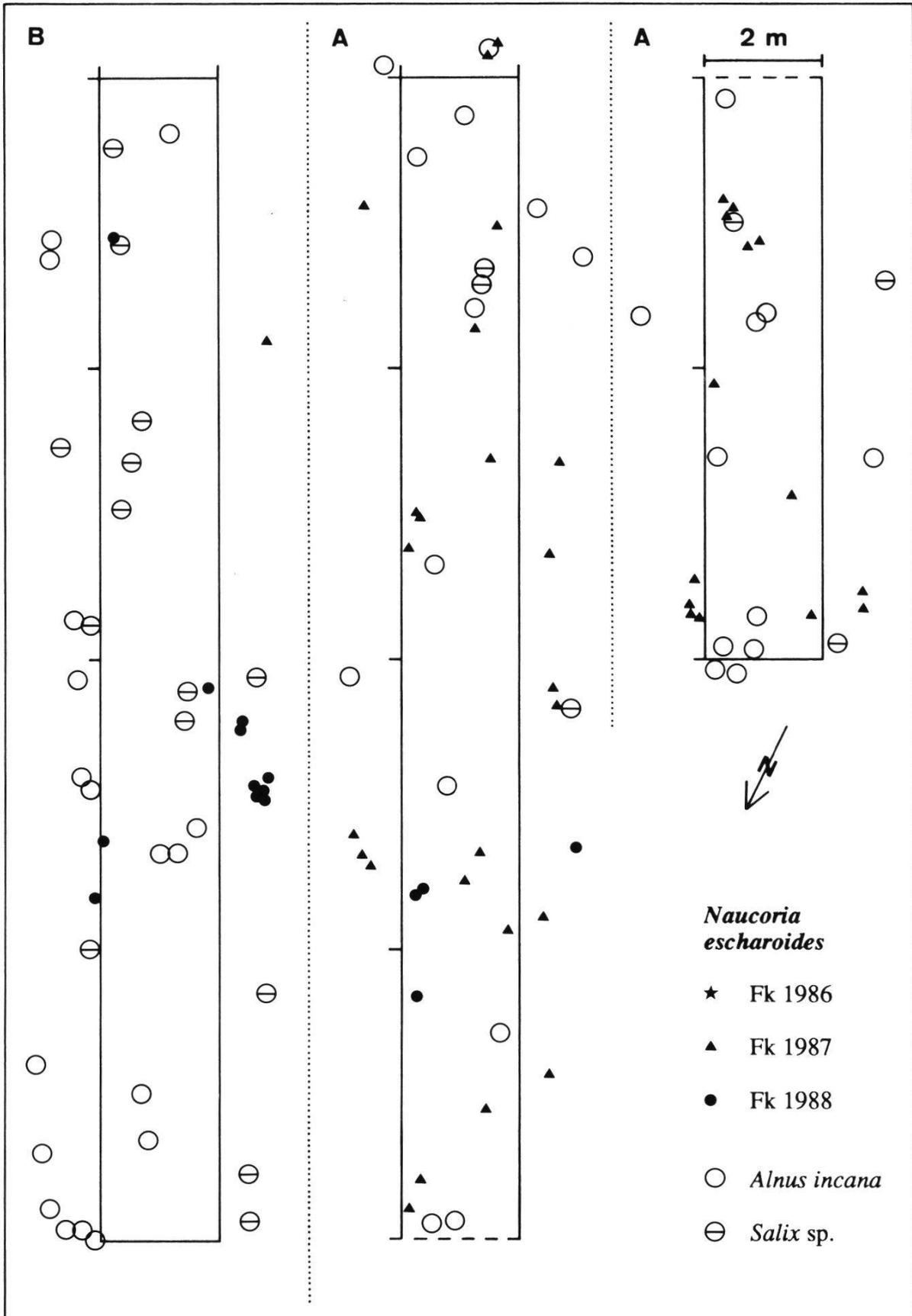


Fig. 15 (Forts. - continued)

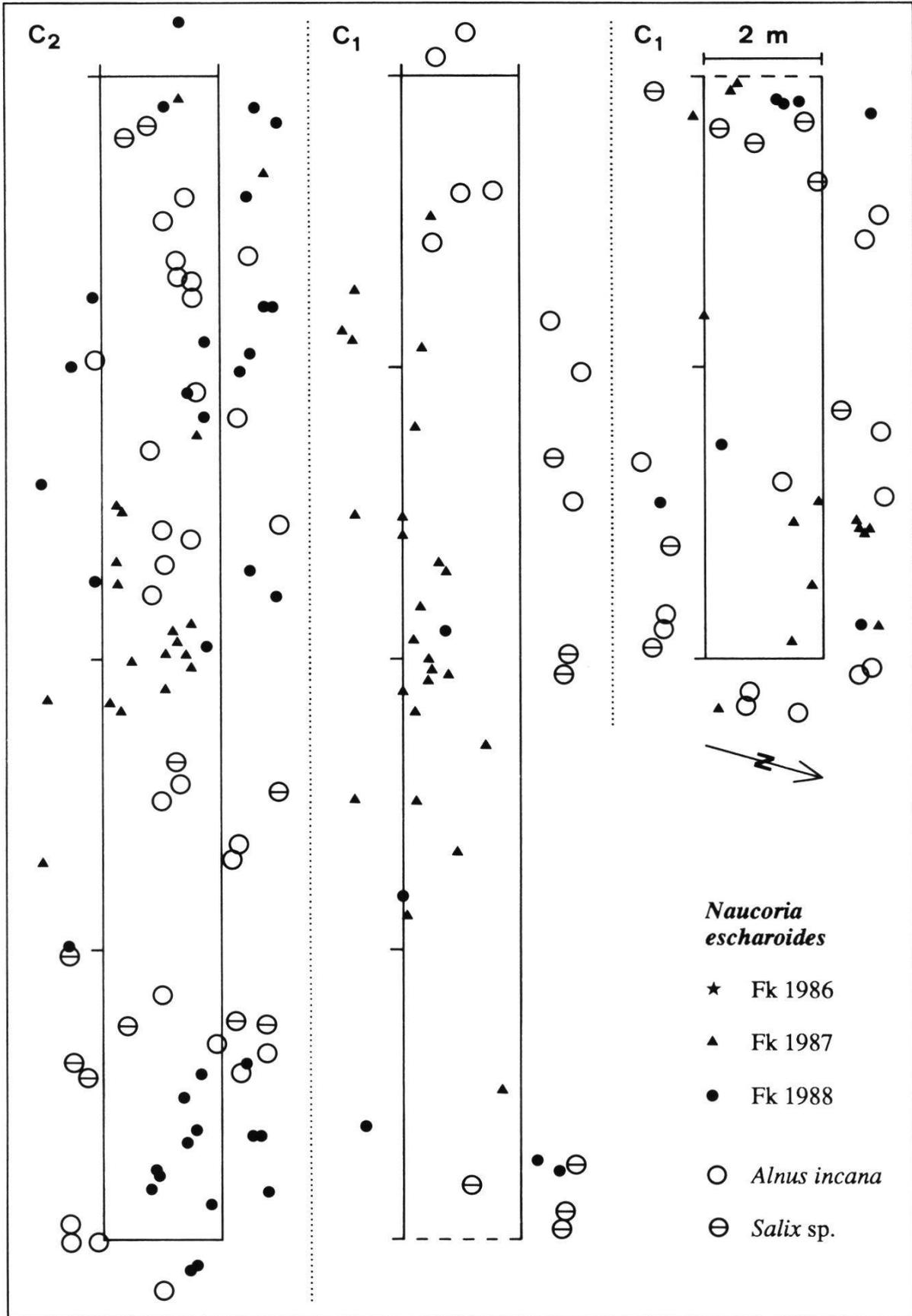


Fig. 15 (Forts. - continued)

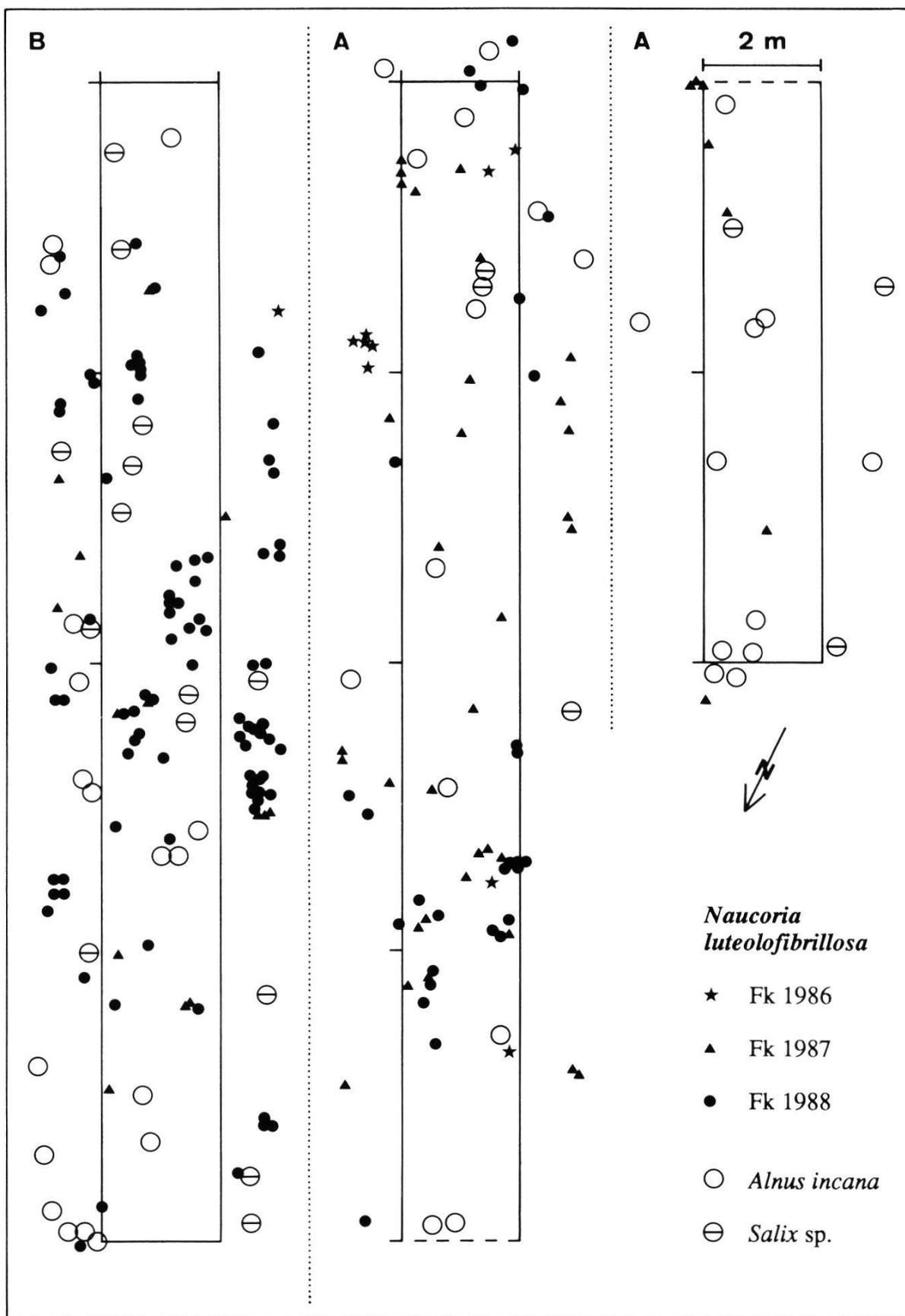


Fig. 15 (Forts. - continued)

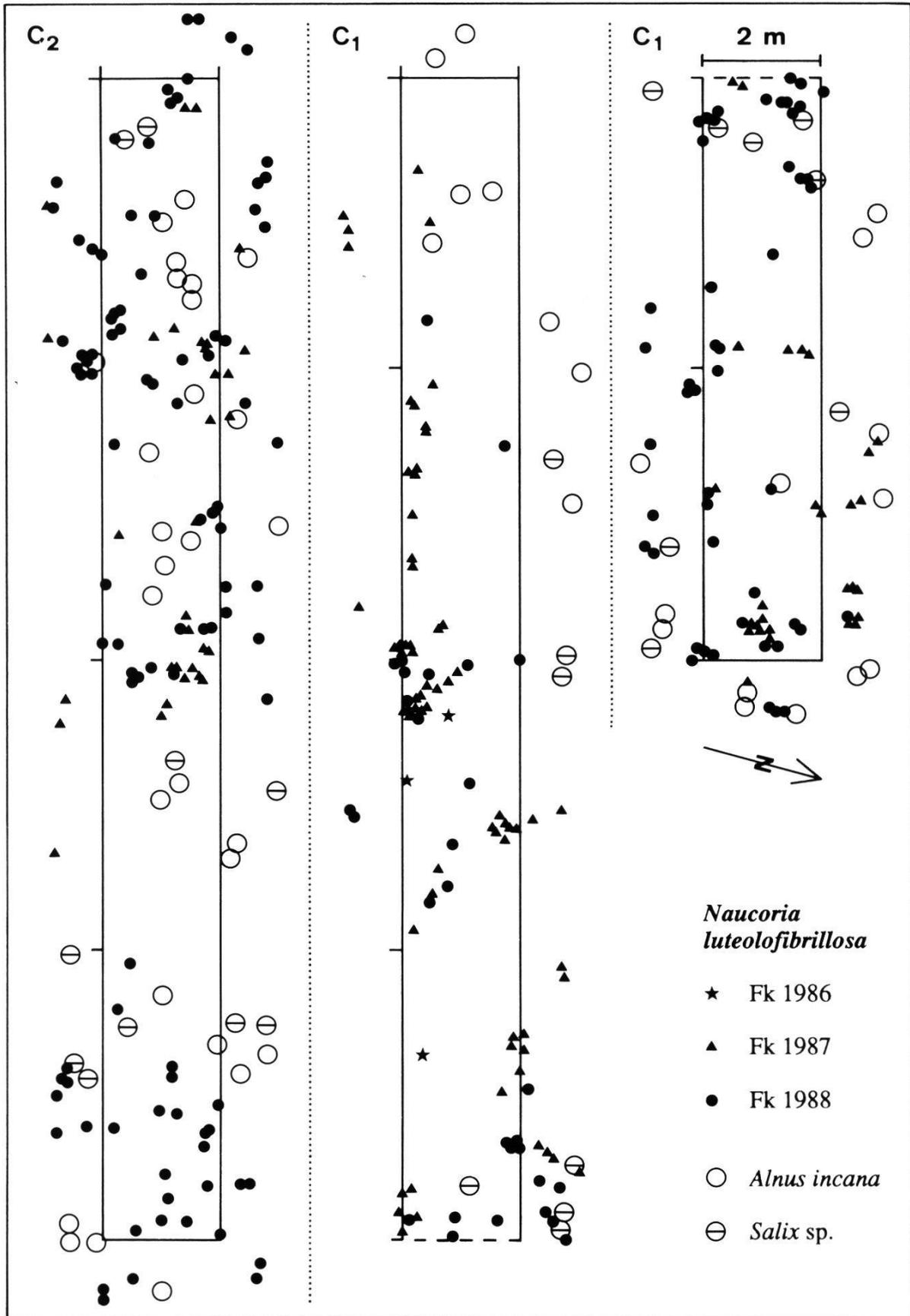


Fig. 15 (Forts. - continued)

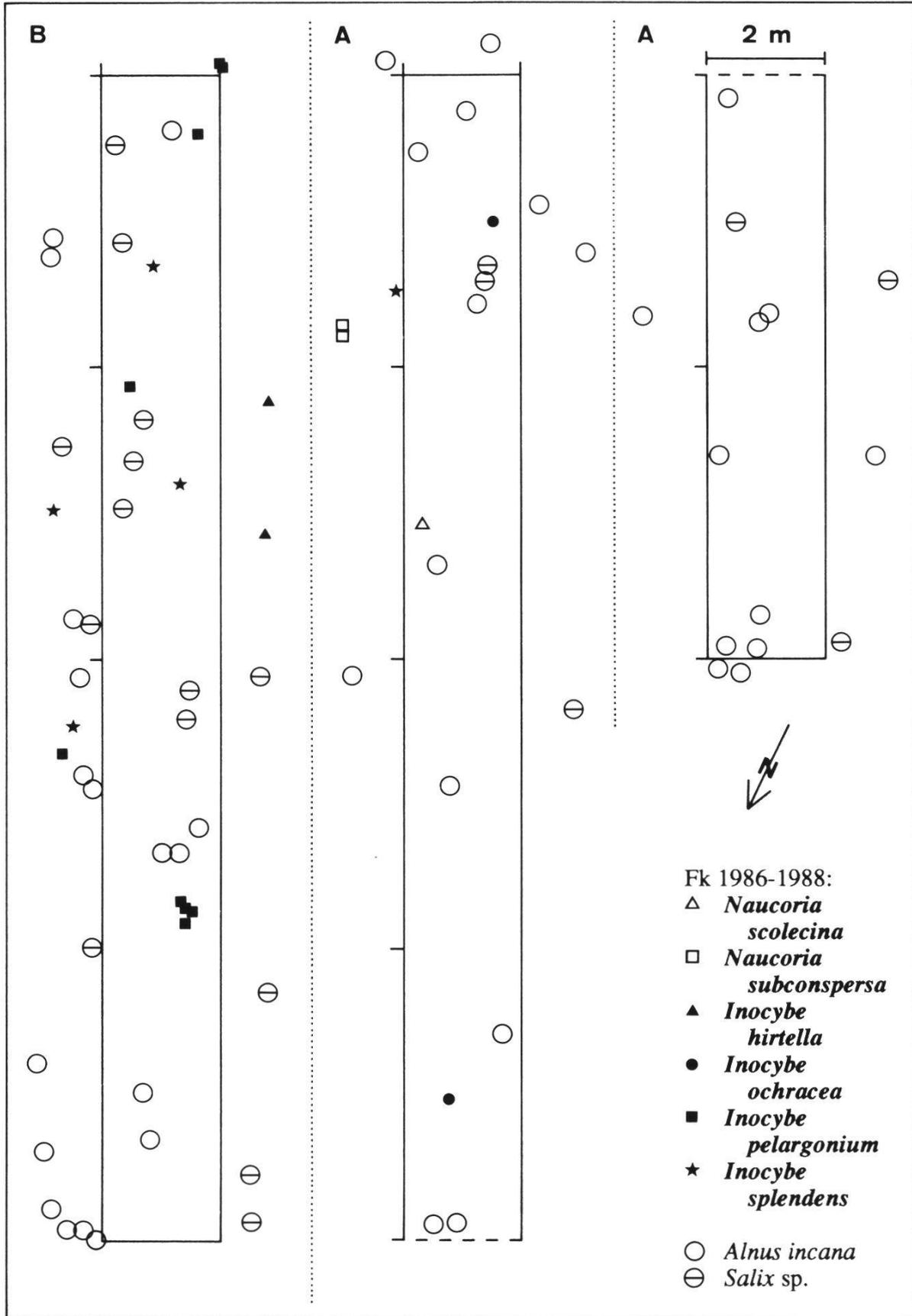


Fig. 15 (Forts. - continued)

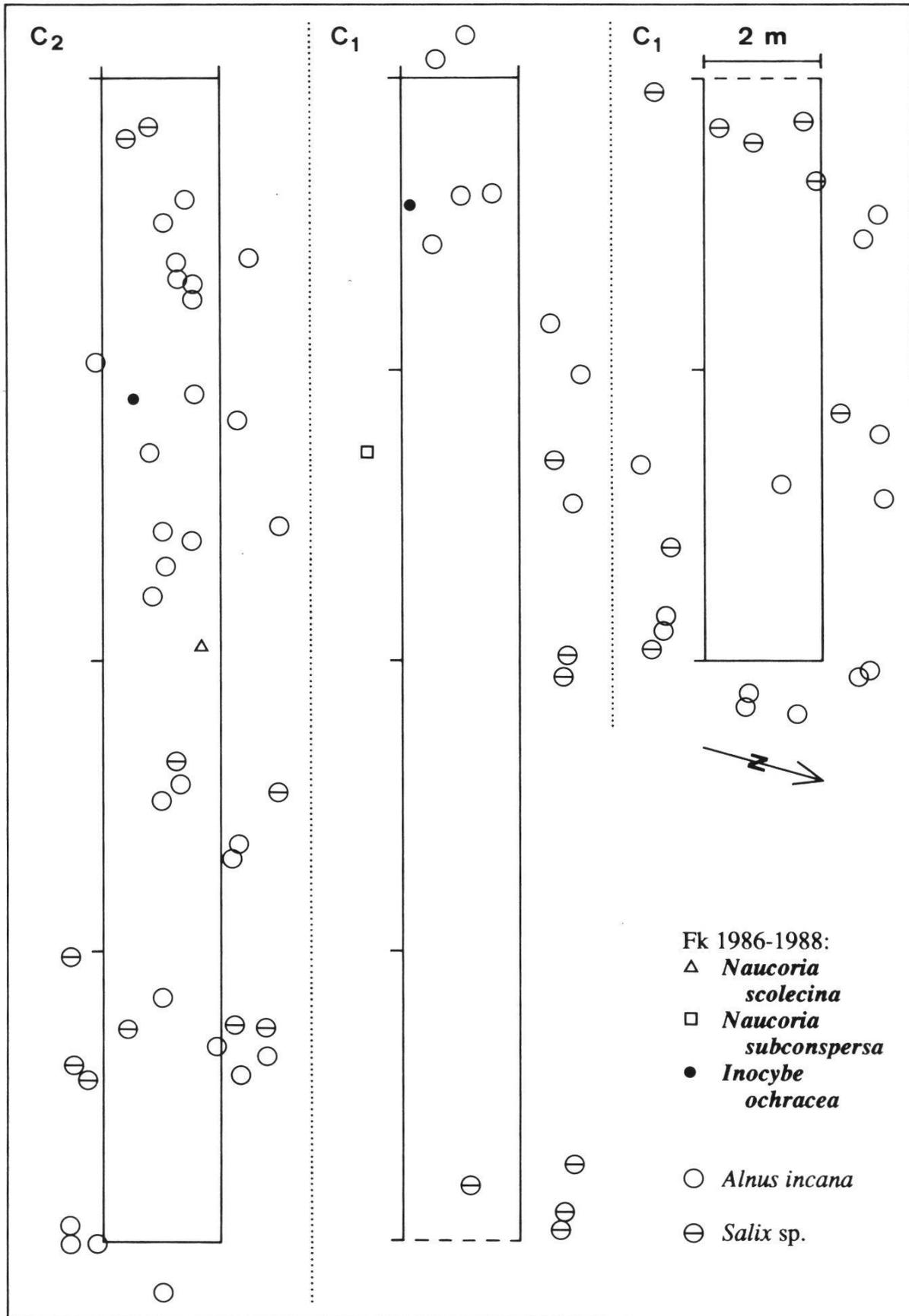
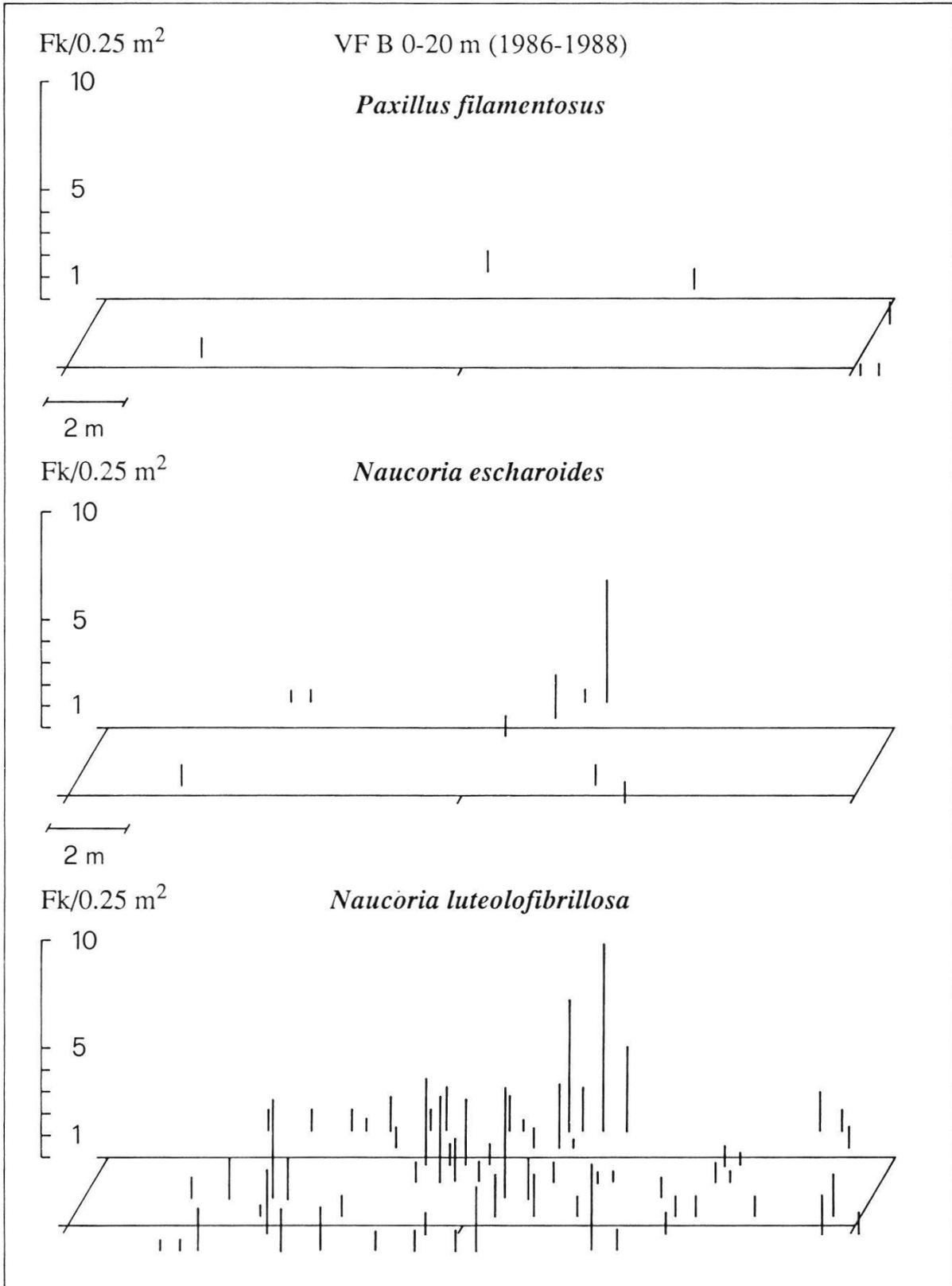


Fig. 15 (Forts. - continued)



**Fig. 16.** Dreidimensionale Fk-Kartierungen (Fk-Dynamik) von *Paxillus filamentosus*, *N. escharoides* und *N. luteolofibrillosa* in den VF A-C (*Alnetum incanae*, 1986-1988).  
Three-dimensional graphs of fruitbody distribution of *Paxillus filamentosus*, *Naucoria escharoides* and *N. luteolofibrillosa* on research sites A-C (*Alnetum incanae*, 1986-1988).

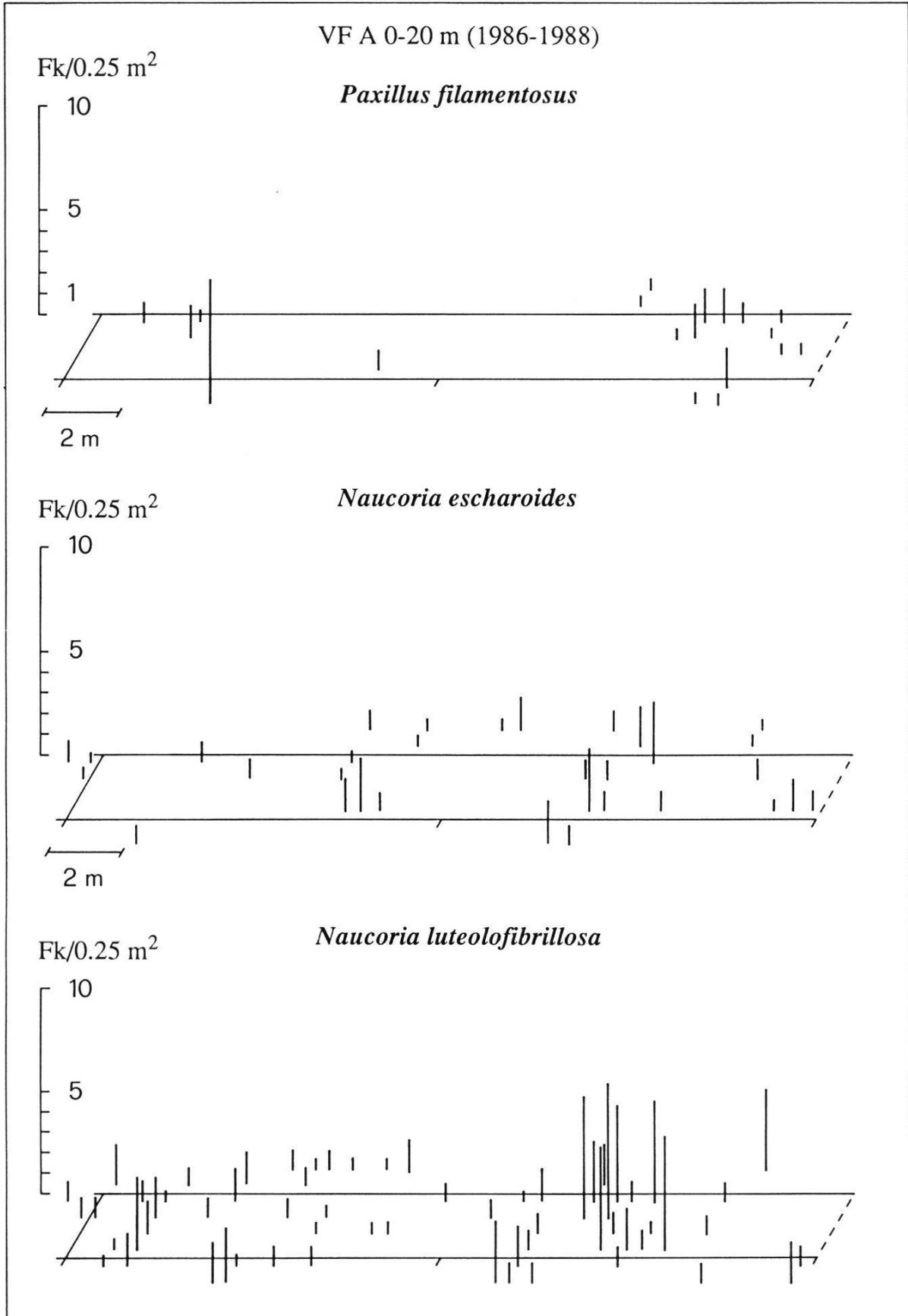


Fig. 16 (Forts. - continued)

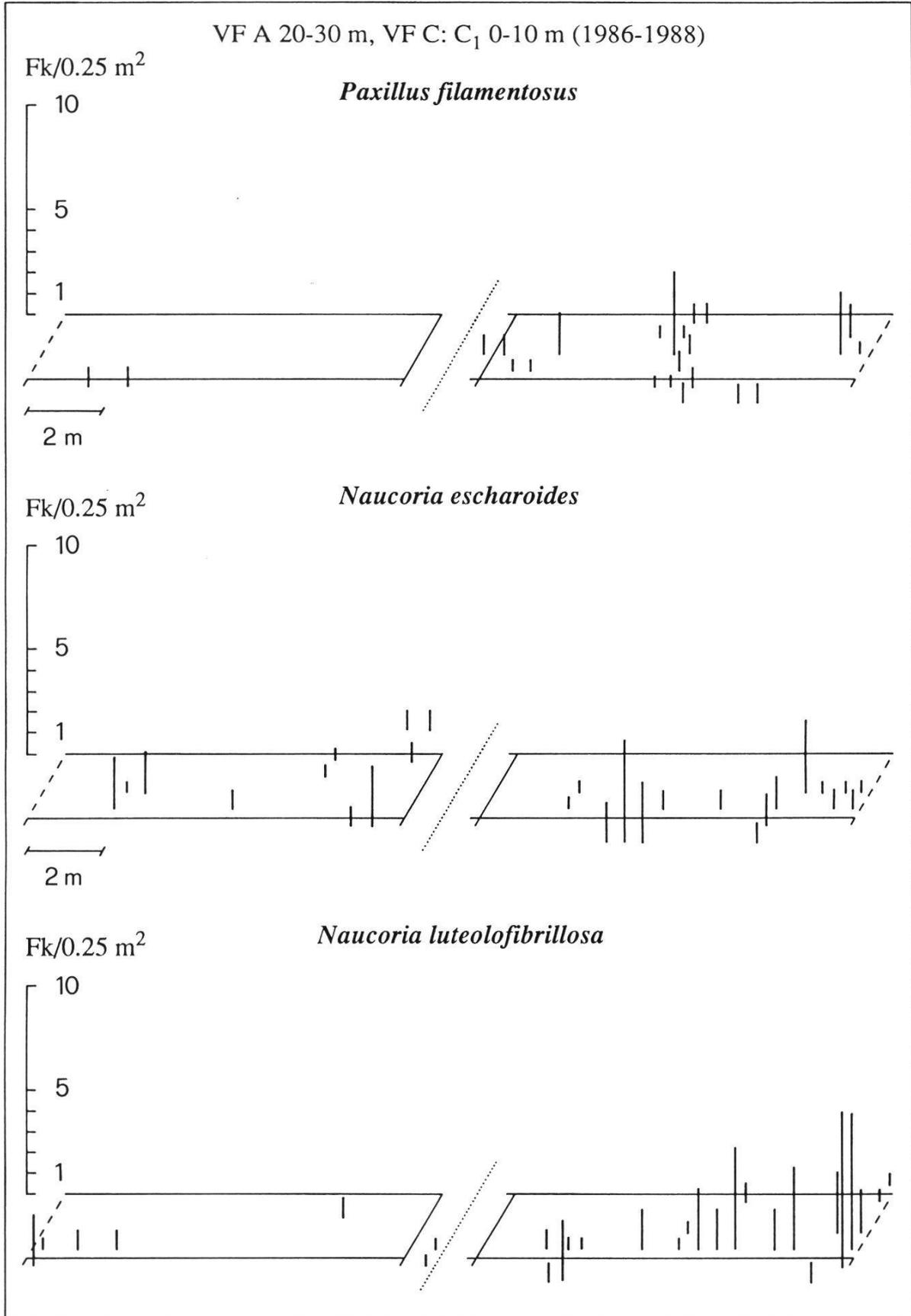
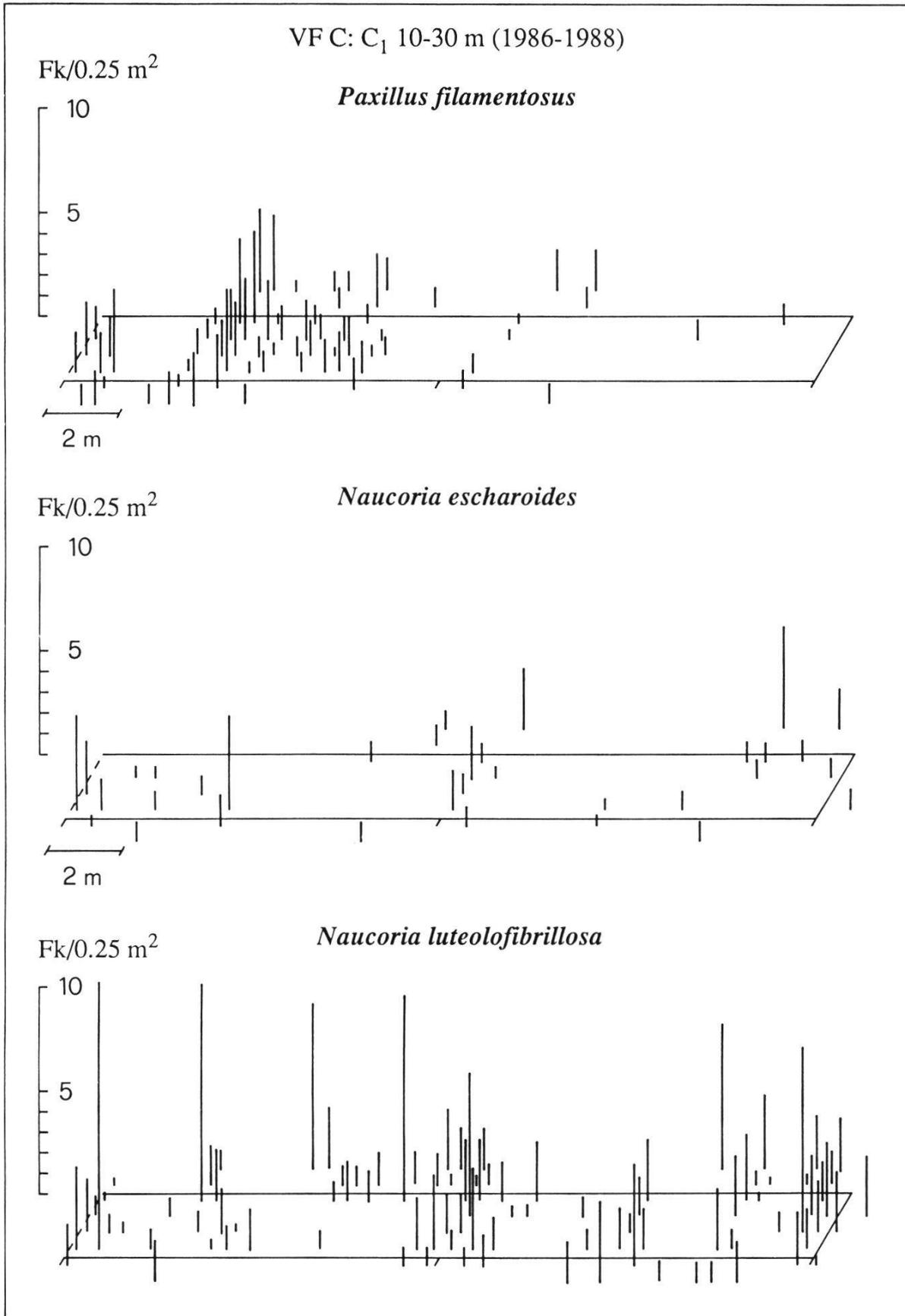


Fig. 16 (Forts. - continued)



**Fig. 16** (Forts. - continued)

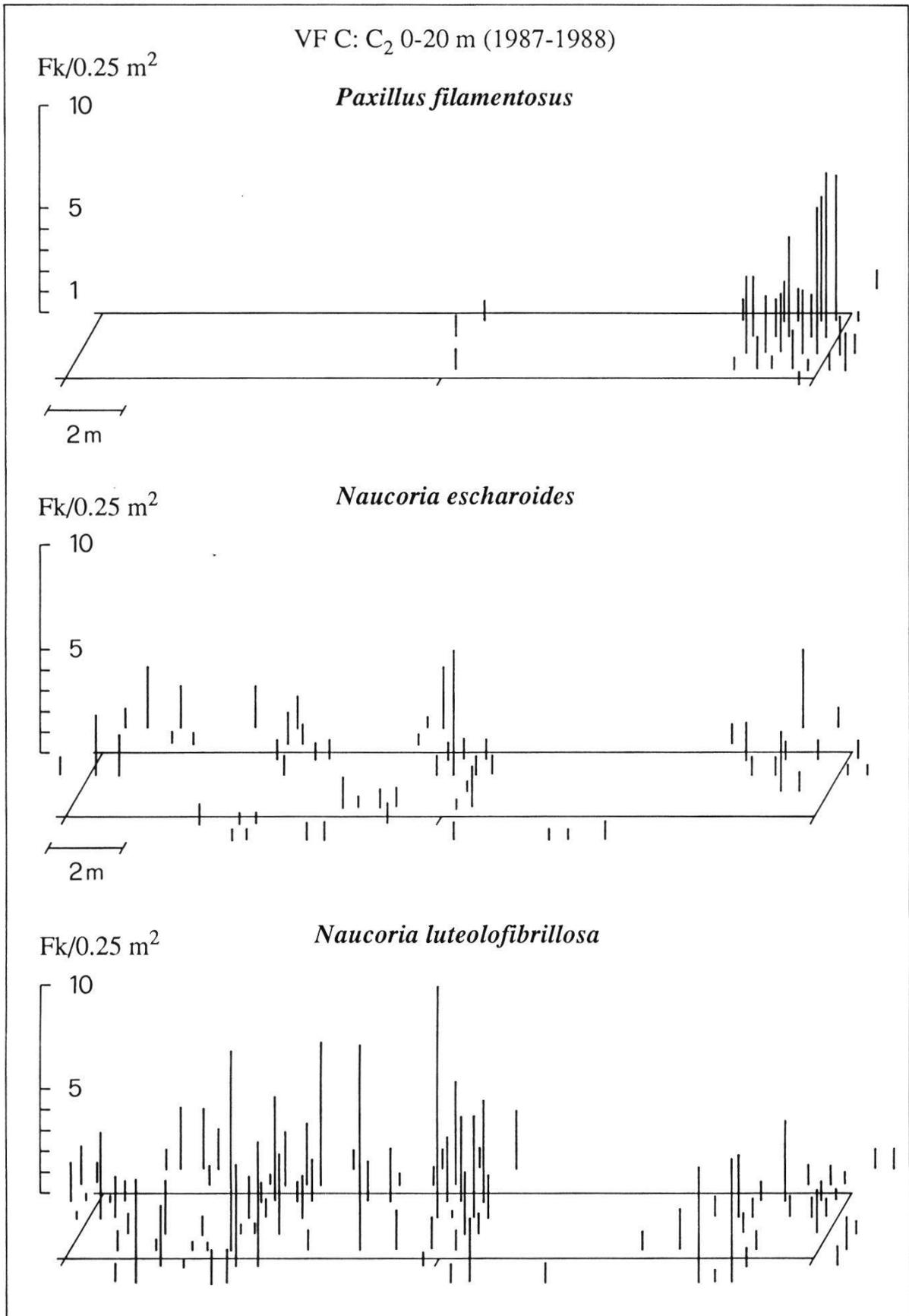


Fig. 16 (Forts. - continued)

***Paxillus filamentosus***: Während der gesamten Untersuchungsdauer wurden von *P. filamentosus* total 206 Fundpunkte bzw. 233 Fk in den Kartierungsstreifen registriert (Fig. 15). Dies entspricht einer durchschnittlichen Fk-Dispersion von nur 0.18 Fk/m<sup>2</sup>/Jahr. Die ausgeprägten Fluktuationen in der pro Saison kartierten Fk-Menge (1986: 54 Fundpunkte, 1987: 21, 1988: 131) sind hauptsächlich auf die Einwirkungen der Hochwasser zurückzuführen, welche v.a. 1987 den frühsommerlichen Produktionsschub von *P. filamentosus* infolge starker Einsandung weitgehend unterdrückten (vgl. Kap. 3.3.1.4.2).

In den Sanktuarien der VF A und VF B wurden zusammen lediglich 12% der totalen Fk-Fundmenge aller Kartierungsflächen (VF A-C) festgestellt. Dieses Produktionsgefälle kann nicht nur auf spezielle physikalische oder chemische Bodeneigenschaften zurückgeführt werden, da die Analysen der bodenkundlichen Kennwerte keine signifikanten Unterschiede zwischen den VF A und VF C ergaben (vgl. Kap. 3.1.4). Möglicherweise wird die Produktivität von *P. filamentosus* lokal durch das Bestandesalter des Grauerlenwaldes massgeblich beeinflusst.

Die zahlreichen Fk-Fundpunkte in den Kartierungsstreifen der VF C konzentrieren sich auf Kleinlichtungen, d.h. auf Zonen mit weit auseinanderstehenden Bäumen. Diese Orte gesteigerter Fk-Produktivität zeichnen sich durch höhere NS-Mengen aus, welche die Bodenoberfläche infolge geringeren Kronenschlusses erreichen. Solche durch günstige Standortsfaktoren bedingten Pilzoasen (FRIEDRICH 1940) sind im schweizerischen Mittelland auch aus Fichten-Buchenwald für die Ektomykorrhiza-Pilze *Cortinarius anomalus*, *Dermocybe cinnamomea*, *Xerocomus badius* u.a. dokumentiert (BIERI und LUSSI 1989).

Innerhalb der 200 m<sup>2</sup> Aufnahmefläche der VF C lassen sich für *P. filamentosus* vier räumlich ausgedehntere Myzelien bzw. Myzelkolonien deutlich voneinander abgrenzen (in C<sub>1</sub> bei 5 m, 10 m und 15 m, in C<sub>2</sub> bei 20 m). Das vegetative Myzel im Boden kann in diesen Bereichen in jeder Vegetationsperiode mit Fk belegt werden; der Umriss der jährlichen Fk-Areale (Cluster) ist jedoch starken Veränderungen unterworfen (vgl. Fig. 17). Die Myzelflächen, welche sich aus der gesamten Untersuchungsperiode ergeben, weisen in der Längsrichtung der Kartierungsstreifen maximale Durchmesser von 1-5 m auf. Sie heben sich auch in der dreidimensionalen Darstellung der Fk-Verteilung (Fig. 16) eindeutig ab, indem sie Zentren erhöhter Fk-Dichten entsprechen. Das Dichtemaximum über alle drei Jahre liegt bei 8 Fk/0.25 m<sup>2</sup>. Zwischen nahe beieinanderstehenden Bäumen sind nur noch sporadisch meist isoliert wachsende Fk zu finden. Auf den dicht mit Grauerlen bestockten ersten 10 m

des Sanktuariums C<sub>2</sub> konnte *P. filamentosus* während der gesamten Untersuchungsperiode nie nachgewiesen werden.

Das typische clusterartige Auftreten der Fk von Ektomykorrhiza-Pilzen ist bei mykoökologischen Kartierungen oft zu beobachten, wie dies z.B. durch die Untersuchungen von AUGUSTIN 1974, BIERI und LUSSI 1989, FORD et al. 1980 und MURAKAMI 1987 speziell für Arten der Gattungen *Lactarius* und *Russula* gezeigt wird.

***Naucoria escharoides*:** *N. escharoides* ist von 1986-1988 mit total 158 Fundpunkten bzw. 210 Fk in den Kartierungsstreifen der VF A-C belegt (1986: 0 Fundpunkte, 1987: 97, 1988: 61; Fig. 15). Daraus resultiert eine durchschnittliche Fk-Dichte von lediglich 0.16 Fk/m<sup>2</sup>/Jahr. Der zu Beginn der Untersuchungsperiode beobachtete, vollständige Produktionsausfall dieses Ektomykorrhiza-Symbionten ist auf den NS-armen Herbst 1986 zurückzuführen. In den folgenden zwei Jahren haben die (früh-)sommerlichen Hochwasser durch Ablagerung von Flusssedimenten und Anreicherung von Nährstoffen günstige Bedingungen für die herbstliche Produktionsspitze der Erlenschnitzlinge (vgl. Kap. 3.3.1.4.2) geschaffen.

Nur 30% aller kartierten Fk von *N. escharoides* wurden in den Sanktuarien der VF A und VF B registriert. Die Ursache für die differierenden Fundmengen der einzelnen Kartierungsflächen dürfte, wie bei *P. filamentosus*, v.a. in lokal unterschiedlichem Deckungsgrad und Alter des Vegetationsbestandes zu suchen sein.

Die Fk von *N. escharoides* zeigen im Vergleich zur Fundsituation von *P. filamentosus* eine stärkere Streuung mit zahlreichen isolierten Einzelfunden und gleichmässigerer Verteilung. Lediglich im Kartierungsstreifen der VF B sind grössere Flächen zu beobachten, welche während der gesamten Untersuchungsdauer ohne Fk-Nachweis verblieben sind. Die Fundpunkte konzentrieren sich in geringerem Masse auf die Kleinlichtungen. So konnten z.B. im Sanktuarium C<sub>1</sub> in der von *P. filamentosus* bevorzugten baumfreien Zone zwischen Meter 10 und 20 nur sporadisch Fk von *N. escharoides* gesammelt werden. Dafür tritt der Erlenschnitzling vermehrt auch in dichteren Baumbeständen auf.

Die ausgeprägte Fk-Streuung deutet darauf hin, dass zahlreiche Myzelien von *N. escharoides* im Bereich der Kartierungsstreifen lokalisiert sein müssen. Die einzelnen Myzelareale erreichen jedoch nur geringe Produktivität. Aufgrund der spärlichen Dichte der Fundpunkte während der drei Untersuchungsjahre lassen sich keine scharf abgrenzbaren Cluster definieren. In der dreidimensionalen Darstellung der Fk-Dispersion (Fig. 16) markieren Zonen mit er-

höher Fk-Häufigkeit einzelne, diffus begrenzte Myzelien oder Myzelkolonien (Sanktuarium A bei 14 m, B bei 12 m, C<sub>1</sub> bei 4 m, 10 m, 20 m und 28 m, C<sub>2</sub> bei 10 m und 18 m). Von 1986-1988 treten maximale Dichten von 6 Fk/0.25 m<sup>2</sup> auf. Die Dichtespitzen von *N. escharoides* und *P. filamentosus* erscheinen in den Kartierungsflächen meistens örtlich getrennt. Lediglich in C<sub>1</sub> bei 10 m und in C<sub>2</sub> bei 18 m liegen grösserflächige Myzelüberlagerungen der beiden Ektomykorrhiza-Pilze vor (vgl. Fig. 17).

Hohe Fk-Dispersion und ± homogene Fk-Verteilung, wie sie für *N. escharoides* in den VF A-C beobachtet wurden und welche speziell bei saprob-terricolen Pilzen auftreten (HORAK und GRIESSER 1987, MURAKAMI 1989), sind in Fichten-, Eichen- und Buchenwäldern auch für *Cortinarius salor*, *Inocybe umbratica*, *Laccaria laccata* und weitere Ektomykorrhiza-Symbionten belegt (BIERI und LUSSI 1989, MURAKAMI 1989).

***Naucoria luteolofibrillosa*:** In den Kartierungsstreifen der VF A-C wurden von 1986-1988 total 481 Fundpunkte bzw. 703 Fk von *N. luteolofibrillosa* ausgemessen (Fig. 15). Die durchschnittliche Produktivität erreicht den relativ hohen Wert von 0.54 Fk/m<sup>2</sup>/Jahr. Zusammen mit den saproben *Clitocybe candicans* (durchschnittliche Fk-Dichte in den Sanktuarien 1.52 Fk/m<sup>2</sup>/Jahr) und *Coprinus domesticus* (1.21 Fk/m<sup>2</sup>/Jahr) zählt *N. luteolofibrillosa* somit zu den am häufigsten registrierten Pilzarten des Untersuchungsgebietes (vgl. Kap. 3.3.1.3). Die Unterschiede in der zeitlichen (1986: 13 Fundpunkte, 1987: 180, 1988: 288) und räumlichen Fk-Verteilung (die Kernzonen der VF A und VF B weisen nur 32% aller kartierten Fk auf) sind ökologisch auf die gleichen, bei *N. escharoides* aufgeführten Einflüsse zurückzuführen.

*N. luteolofibrillosa* tritt in allen Sanktuarien ± flächendeckend in Erscheinung. Eine Ausnahme bilden die letzten 10 m des Kartierungsstreifens der VF A, wo nur vereinzelt Fk beobachtet werden konnten. In diesem Bereich sind jedoch auch *N. escharoides*, *P. filamentosus* und zahlreiche, an anderen Stellen produktive Saprobe eher spärlich vertreten. Es ist deshalb anzunehmen, dass hier generell ungünstige Wachstumsbedingungen für diese Pilzarten vorliegen müssen.

Die dreijährigen Fundkarten von *N. luteolofibrillosa* zeigen neben einer Vielzahl an isolierten Einzelfunden auch mehrere Zonen konzentrierter Fundpunkte bzw. erhöhter Fk-Dichte (Sanktuarium A bei 15 m, B bei 5 m, 9 m, 12 m, C<sub>1</sub> bei 10 m, 13 m, 20 m, 29 m, C<sub>2</sub> bei 5 m, 10 m, 18 m). Die entsprechenden Myzelien oder Myzelkolonien sind sowohl in den Kleinlichtungen als auch zwischen dichtstehenden Bäumen lokalisiert. Die aufgrund der hohen Fk-Dispersion nur unscharf voneinander abgrenzbaren Cluster weisen ma-

ximale Durchmesser von 2-3 m auf.

Die Fk-Dichten der gesamten Untersuchungsperiode erreichen Spitzenwerte von 13 Fk/0.25 m<sup>2</sup>. Fig. 16 zeigt in auffälliger Weise, wie für *N. luteolofibrillosa* und *N. escharoides* die Zonen hoher Produktivität örtlich oft genau zusammenfallen. Die Beobachtung, dass die Fk verschiedener *Naucoria*-Arten auf engstem Raum vergesellschaftet vorkommen können, wird von REID (1984) bestätigt. Demgegenüber lassen sich Myzelüberlagerungen (Koexistenz) zwischen *N. luteolofibrillosa* und *P. filamentosus* nur kleinflächig belegen (v.a. im Sanktuarium C<sub>1</sub> bei 10 m und in C<sub>2</sub> bei 18 m; vgl. Fig. 17), wobei in diesen Bereichen jeweils nur für einen der beiden Ektomykorrhiza-Pilze hohe Fk-Dichten zu beobachten sind.

***Naucoria scolecina*, *N. subconspersa*, *Inocybe hirtella*, *I. ochracea*, *I. pelargonium*, *I. splendens*:** Diese Ektomykorrhiza-Symbionten konnten von 1986-1988 in den Sanktuarien der VF A-C lediglich sporadisch und mit wenigen Fk nachgewiesen werden (Fig. 15). Von den zwei *Naucoria*-Arten liegen total nur 5 Fundpunkte mit 6 Fk vor; die vier *Inocybe*-Taxa sind mit total 20 Fundpunkten bzw. 21 Fk in den Kartierungsstreifen registriert. *I. pelargonium*, ein Ektomykorrhiza-Partner speziell von *Picea*, seltener aber auch bei Laubbäumen vorkommend (KUYPER 1986, STANGL 1989), zeigt als einzige Art eine geringe Häufung von Fundpunkten in der Kernzone B bei 14 m. Die Fichte tritt mit einzelnen Jungbäumen in der VF B auf, jedoch fehlt sie in der näheren Umgebung des Fk-Clusters von *I. pelargonium*. Unter diesen Umständen muss vermutet werden, dass diese Pilzart am Standort eine Wurzelsymbiose mit *Alnus* oder *Salix* eingeht.

In den Arbeiten von EINHELLINGER (1973) und STANGL (1970) sind die bemerkenswert geringe Fk-Produktivität und der hohe Fk-Dispersionsgrad für *N. scolecina*, *N. subconspersa* und für zahlreiche *Inocyben* auch aus süddeutschen Auenwäldern ansatzweise dokumentiert, wobei mehrere *Inocybe*-Arten der dortigen Untersuchungsflächen nur lokal an einer einzigen Fundstelle beobachtet wurden.

### 3.3.2.2. Standortstreue von Pilzfruchtkörpern

Die in diesem und den folgenden Kapiteln diskutierten Resultate beruhen auf statistischen Berechnungen, welche mittels eines  $X^2$ -Testes in Kontingenztafeln durchgeführt wurden (vgl. Kap. 2.8.5.4). Diese mathematisch-ökologischen Analysen nach PIELOU (1977) liefern keine schlüssigen Beweise, sondern geben lediglich Hinweise auf mögliche Sachverhalte. Bei der Auswer-

tung wurden nur diejenigen Pilzarten berücksichtigt, die während der gesamten Untersuchungsperiode in allen Sanktuarien der VF A-C auftraten.

Von den in der Standortstreue-Analyse berücksichtigten 20 Arten (Tab. 17) zeigen deren 4 für alle Jahrespaare (1986/1987, 1987/1988, 1986/1988) eine signifikante Fundortstreue der jährlich produzierten Fk. Die höchsten Korrelationswerte ( $V > 0.400$ ) erreichen *Coprinus cortinatus*, *Psathyrella candolleana* und *P. spadiceogrisea*. Jährlich stark veränderte Fundsituationen ( $\Sigma V \leq 0.000$ ) ergeben sich hingegen für *Inocybe ochracea*, *I. splendens*, *Naucoria escharoides* und *Pholiotina mairei*. Dabei muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die statistischen Resultate speziell bei den Ektomykor-

**Tab. 17.** Korrelationswerte V der zweijährlichen statistischen Standortstreue-Analyse der 20 produktivsten Pilzarten der Fk-Kartierungszonen (Sanktuarien) in den VF A-C (*Alnetum incanae*, 400 m<sup>2</sup>, 1986-1988).

*Correlation values V of two-yearly statistical analysis concerning constancy of habitat of the 20 most productive fungal species in the areas of fruitbody mapping (sanctuaries) on research sites A-C.*

Maximale Standortstreue der Fk für  $V = 1$  - *maximal constancy of fruitbody habitats for  $V = 1$* ; V-Werte fettgedruckt = 5%-Signifikanz, fettgedruckt mit \* = 1%-Signifikanz - *V-values in bold type = 5%-significance, in bold type with \* = 1%-significance.*

Ökologie	Pilzart	Korrelation V			Σ V 1986-88
		1986/87	1987/88	1986/88	
Ektomykorrhiza-Pilze	<i>Inocybe ochracea</i>	-0.001	-0.001	-0.001	-0.003
	<i>Inocybe splendens</i>	-0.002	-0.001	-0.001	-0.004
	<i>Naucoria escharoides</i>	0.000	0.002	0.000	0.002
	<i>Naucoria luteolofibrillosa</i>	0.019	<b>0.093*</b>	-0.011	0.101
	<i>Paxillus filamentosus</i>	0.042	<b>0.069</b>	<b>0.263*</b>	0.374
Lignicole	<i>Coprinus domesticus</i>	<b>0.237*</b>	<b>0.240*</b>	0.040	0.517
	<i>Crepidotus sphaerosporus</i>	<b>0.114*</b>	<b>0.269*</b>	-0.011	0.372
	<i>Mycena speirea</i>	0.016	<b>0.097*</b>	0.006	0.119
	<i>Psathyrella candolleana</i>	<b>0.478*</b>	<b>0.209*</b>	<b>0.187*</b>	0.874
Übrige Saprobe	<i>Clitocybe candicans</i>	<b>0.232*</b>	0.041	-0.024	0.249
	<i>Conocybe</i> sp. Nr. 19572	<b>0.228*</b>	<b>0.124*</b>	<b>0.070</b>	0.422
	<i>Coprinus atramentarius</i>	<b>0.283*</b>	-0.008	-0.007	0.268
	<i>Coprinus cortinatus</i>	<b>0.446*</b>	<b>0.418*</b>	<b>0.186*</b>	1.050
	<i>Cystolepiota sistrata</i>	<b>0.351*</b>	<b>0.286*</b>	0.064	0.701
	<i>Entoloma pleopodium</i>	<b>0.162*</b>	0.072	-0.004	0.230
	<i>Mycena acicula</i>	-0.019	<b>0.187*</b>	<b>0.080</b>	0.248
	<i>Pholiotina mairei</i>	-0.007	-0.017	-0.004	-0.028
	<i>Pluteus cinereofuscus</i>	0.025	<b>0.080*</b>	0.026	0.131
	<i>Psathyrella spadiceogrisea</i>	<b>0.130*</b>	<b>0.472*</b>	<b>0.314*</b>	0.916
	<i>Tarzetta cupularis</i>	0.058	<b>0.166*</b>	0.032	0.256

rhiza-Pilzen durch die z.T. geringe Fk-Produktivität der einzelnen Arten stark beeinflusst werden. In den aufeinanderfolgenden Jahren (1986/1987 und 1987/1988) weisen die Standortstreue-Analysen allgemein mehr signifikante Korrelationen auf als in der dreijährigen Periode (1986-1988). Diese Beobachtung ist durch das aktive Myzelwachstum der einzelnen Pilzindividuen bzw. durch natürlich auftretende Produktionspausen und lokales Absterben von Myzelbereichen infolge negativer Einflüsse wie z.B. von Hochwasser, Fk-Besammlungen und Trittbelastung zu erklären. Es kann deshalb angenommen werden, dass sich die Myzelflächen im Boden im Verlauf von drei Vegetationsperioden stark verlagern (vgl. FORD et al. 1980).

In der Gruppe der Lignicolen (Tab. 17) sind 67% aller berechneten Korrelationen statistisch signifikant (übrige Saprobe 55%, Ektomykorrhiza-Pilze 20%). Die oft strikte Standortstreue der lignicolen Pilzarten lässt sich auf die Häufung ihrer Fk um lokal begrenzte, kleinflächige, spezifische Substrate (Strünke, liegende Äste und Stämme) zurückführen. Saprob-terricole Pilze wachsen hingegen auf  $\pm$  homogen verteiltem Substrat (Humus, Streu), weshalb sie meistens hohe Fk-Dispersion und geringere Standortstreue bezüglich der saisonalen Fk-Funde besitzen.

Die jährlichen Fundsituationen der Ektomykorrhiza-Symbionten des untersuchten Auenwaldes werden quantitativ entscheidend durch die Einwirkungen der Hochwasserdynamik geprägt. Als Folge davon sind statistisch hochsignifikante Korrelationen unter den symbiontischen Pilzen des *Alnetum* nur für *Paxillus filamentosus* nachzuweisen ( $V_{\max} = 0.263$ ). Demgegenüber geben BIERI und LUSSI (1989) in ihren Standortskarten von Ektomykorrhiza-Pilzen aus Buchen- und Fichtenwäldern des schweizerischen Mittellandes vergleichsweise hohe V-Werte zwischen 0.102 und 0.469 an. Ein sehr standortstreu auftretend zeigt auch *Cortinarius odorifer* in Fichtenwäldern der Nordostschweiz (EGLI 1990).

### 3.3.2.3. Einfluss von Trittbelastung auf die Fruchtkörper-Produktivität

Die mechanischen Einwirkungen intensiver Feldbegehung auf das vegetative Myzel im Boden können als mögliche Ursache für Veränderungen in der Pilzflora und für den lokalen Rückgang bestimmter Pilzarten verantwortlich gemacht werden (ARNOLDS 1988a, BRANDRUD 1987, EGLI et al. 1990). Der negative Einfluss der Trittbelastung erfolgt durch direkte Myzelbeschädigung und zusätzlich durch Verdichtung der oberflächennahen Bodenstrukturen.

In Tab. 18 wird versucht, die durch die dreijährigen, wöchentlichen Begehun-

gen verursachten Einwirkungen auf die Pilzpopulation der Kartierungsflächen im Grauerlenwald zu beurteilen. Zu diesem Zweck werden die jährlichen Fk-Dichten der regelmässig begangenen Randzonen (total ca. 200 m<sup>2</sup>) mit denjenigen der nie betretenen Kernzonen (total 200 m<sup>2</sup>) verglichen. Ohne signifikanten Einfluss von Tritt liegt das Verhältnis der beiden Fk-Dichten (= T-Wert) bei  $\pm$  homogen verteilten Fk produktiver Pilze um T=1. Höhere Fk-Dichten einer bestimmten Art in der Randzone (T >1) deuten auf eine Förderung der Fk-Produktivität infolge Schwächung und abnehmender Konkurrenzkraft anderer, das gleiche Mikrohabitat besiedelnder Taxa hin; niedrigere Fk-Dichten im Randbereich (T<1) zeigen eine Hemmung der Fruktifikation infolge Schädigung der Myzelien auf den intensiv frequentierten Wegen der Kartierungsstreifen. Dabei muss der Tritt als Ursache für diese kleinflächigen Veränderungen in der Fk-Verteilung betrachtet werden, da andere mechanische Einflüsse wie Hochwasser, Einsandung und Fk-Besammlung  $\pm$  gleichmässig auf die Sanktuarien und deren umgebende Grenzzonen einwirken. Die meisten der in Tab. 18 getesteten Pilzarten zeigen jährliche T-Werte <1 und damit deutlich gehemmte Fk-Produktivität in den begangenen Randbereichen der Kartierungsflächen. Die Fk-Mengen der Randzonen erreichen oft

**Tab. 18.** Einfluss von Trittbelastung auf die Fk-Produktivität der 10 häufigsten Pilzarten der Sanktuarien in den VF A-C (*Alnetum incanae*, 400 m<sup>2</sup>, 1986-1988): Verhältniszahl T von Fk-Dichte im wöchentlich betretenen Randbereich versus Fk-Dichte in der ungestörten Kernzone (Tritt ohne signifikanten Einfluss für T-Werte um 1).

*Influence of trampling on fruitbody productivity of the 10 most frequent fungal species in the sanctuaries on research sites A-C: ratio T relates to density of fruitbodies in the trampled border area (based upon weekly visits) versus density of fruitbodies in the undisturbed sanctuary (trampling effect is insignificant for T-values around 1).*

Ökologie	Pilzart	T-Werte		
		1986	1987	1988
Ektomykorrhiza-Pilze	<i>Naucoria luteolofibrillosa</i>	0.348	0.564	0.768
	<i>Paxillus filamentosus</i>	0.458	0.362	0.557
Lignicole	<i>Coprinus domesticus</i>	0.549	0.670	0.966
	<i>Mycena speirea</i>	0.302	0.536	0.621
	<i>Psathyrella candolleana</i>	0.870	0.478	0.307
Übrige Saprobe	<i>Conocybe</i> sp. Nr. 19572	0.488	0.411	0.217
	<i>Cystolepiota sistrata</i>	0.213	0.600	0.193
	<i>Mycena acicula</i>	0.290	0.652	0.729
	<i>Pluteus cinereofuscus</i>	0.474	0.870	0.340
	<i>Psathyrella spadiceogrisea</i>	1.087	4.130	2.065

weniger als 50% der in den Kernzonen gezählten Fk. Ausgeprägte negative Einwirkungen durch Tritt sind bei *Conocybe* sp. Nr. 19572 und *Cystolepiota sistrata* zu beobachten. Die drei ökologischen Gruppen (Ektomykorrhiza-Pilze, Lignicole, übrige Saprobe) unterscheiden sich untereinander kaum in ihren T-Werten. Auffällig ist jedoch die Zunahme der Fk-Produktion von *Coprinus domesticus*, *Mycena acicula*, *M. speirea* und *Naucoria luteolofibrillosa* in den Randbereichen der Sanktuarien mit fortschreitender Untersuchungsdauer trotz gleichbleibend intensiver Begehung. Vermutlich zeigen die Myzelien dieser Arten ein beschränktes Adaptationsvermögen gegenüber den periodischen mechanischen Belastungen bzw. der allgemeinen Störung der Kleinstandorte. So erreicht z.B. *Coprinus domesticus* im dritten Untersuchungsjahr eine fast homogene Fk-Verteilung innerhalb der gesamten Kartierungsfläche ( $T_{1988} = 0.966$ ), obschon im ersten Untersuchungsjahr eine deutliche Häufung der Fk in den nicht betretenen Kernbereichen vorlag ( $T_{1986} = 0.549$ ).

Als einzige der getesteten Taxa weist *Psathyrella spadiceogrisea* T-Werte  $>1$  auf. 1987 wurden in den Randflächen 4x mehr, 1988 2x mehr Fk dieser Art gezählt als in den Kernzonen. Die offensichtlich positive Beeinflussung von *P. spadiceogrisea* durch Tritteinwirkungen ist möglicherweise auf die fortschreitende Schädigung der Myzelien von *P. candolleana* zurückzuführen ( $T_{1986} = 0.870$ ,  $T_{1987} = 0.478$ ,  $T_{1988} = 0.307$ ), welche in ungestörten Sanktuariumbereichen oft mit *P. spadiceogrisea* vergesellschaftet beobachtet werden kann.

Ergänzend ist nachzutragen, dass die Fk von *Psathyrella immaculata* (in Tab. 18 nicht aufgeführt)  $\pm$  ausschliesslich im Tritt-Streifen der Kartierungsflächen registriert wurden (vgl. HORAK und GRIESSER 1987). Weil diese Art von 1986-1988 jedoch nur mit einer geringen Zahl von Funden zu erfassen war, lässt sich ihre scheinbare Präferenz für gestörte Habitate statistisch nicht belegen.

### 3.3.2.4. Assoziationsanalysen für Pilzartenpaare bzw. Pilzgattungen

#### 3.3.2.4.1. Statistische Assoziationsanalysen (Tab. 19)

Die  $X^2$ -Analysen der kleinflächigen Vergesellschaftung häufiger Pilzarten des Grauerlenwaldes basieren auf den Fk-Dispersionmustern, welche in den Kartierungstreifen der VF A-C aus der gesamten Untersuchungsperiode von 1986-1988 vorliegen. Bei diesen Auswertungen heben statistisch signifikante

Resultate nur die erhöhte Wahrscheinlichkeit hervor, um Fk der getesteten Taxa im gleichen Sanktuariumsbereich beobachten zu können. Sie ermöglichen keine Aussage darüber, inwieweit sich die Myzelflächen der einzelnen Arten überlagern oder in verschiedenen Bodenhorizonten wachsen.

Von den 76 in Tab. 19 aufgeführten, paarweisen Assoziationsanalysen erreichen 23 (= 30%) das 5%-Signifikanzniveau. Die statistisch signifikanten Aussagen verteilen sich wie folgt auf die getesteten Pilzarten (V = Vergesellschaftung, A = Ausschluss):

- |  |   |
|--|---|
| 1 <i>Inocybe ochracea</i> :            | A - <i>I. splendens</i> .   |
| 2 <i>Inocybe splendens</i> :           | A - <i>I. ochracea</i> .  |
| 3 <i>Naucoria escharoides</i> :        | V - <i>N. luteolofibrillosa</i> , <i>P. filamentosus</i> .  |
| 4 <i>Naucoria luteolofibrillosa</i> :  | V - <i>N. escharoides</i> , <i>P. filamentosus</i> .  |
| 5 <i>Paxillus filamentosus</i> :       | V - <i>N. escharoides</i> , <i>N. luteolofibrillosa</i> .   |
| 6 <i>Coprinus domesticus</i> :         | V - <i>C. candicans</i> , <i>E. pleopodium</i> , <i>Ph. mairei</i> ,<br><i>P. cinereofuscus</i> . |
|  | A - <i>C. sistrata</i> .  |
| 7 <i>Crepidotus sphaerosporus</i> :    | -   |
| 8 <i>Mycena speirea</i> :              | V - <i>C. sistrata</i> , <i>M. acicula</i> .  |
| 9 <i>Psathyrella candolleana</i> :     | V - <i>E. pleopodium</i> , <i>Ph. mairei</i> , <i>P. spadiceogrisea</i> .                         |
|  | A - <i>C. candicans</i> , <i>C. sistrata</i> .  |
| 10 <i>Clitocybe candicans</i> :        | V - <i>C. domesticus</i> , <i>E. pleopodium</i> , <i>P. cinereofuscus</i> .                       |
|  | A - <i>P. candolleana</i> .   |
| 11 <i>Coprinus cortinatus</i> :        | -   |
| 12 <i>Cystolepiota sistrata</i> :      | V - <i>M. speirea</i> , <i>M. acicula</i> .   |
|  | A - <i>C. domesticus</i> , <i>P. candolleana</i> , <i>E. pleopodium</i> ,<br><i>Ph. mairei</i> .  |
| 13 <i>Entoloma pleopodium</i> :        | V - <i>C. domesticus</i> , <i>P. candolleana</i> , <i>C. candicans</i> .                          |
|  | A - <i>C. sistrata</i> .  |
| 14 <i>Mycena acicula</i> :             | V - <i>M. speirea</i> , <i>C. sistrata</i> .  |
|  | A - <i>Ph. mairei</i> .   |
| 15 <i>Pholiotina mairei</i> :          | V - <i>C. domesticus</i> , <i>P. candolleana</i> , <i>P. spadiceogrisea</i> .                     |
|  | A - <i>C. sistrata</i> , <i>M. acicula</i> .  |
| 16 <i>Pluteus cinereofuscus</i> :      | V - <i>C. domesticus</i> , <i>C. candicans</i> .  |
| 17 <i>Psathyrella spadiceogrisea</i> : | V - <i>P. candolleana</i> , <i>Ph. mairei</i> .   |

Die Vergesellschaftung zweier Pilzarten beruht auf ähnlichen Substratansprüchen des vegetativen Myzels und auf gemeinsamer Besiedlung bestimmter ökologischer Mikrohabitate. Hochsignifikant assoziiert sind z.B. *M. acicula* und *M. speirea* ( $X^2= 24.95$ ), welche beide auf Ästchen und Laub in der Streuschicht des Grauerlenwaldes leben. Die Vergesellschaftung zwischen *Ph. mairei* und *P. spadiceogrisea* erreicht einen  $X^2$ -Wert von 35.47; beide Arten bevorzugen Geländemulden, in welchen sich bei Hochwasser Sand und nährstoffreicher Schlick ablagern.

Unter den Ektomykorrhiza-Symbionten von *Alnus incana* ist *P. filamentosus*

nur knapp mit *N. escharoides* ( $X^2= 4.62$ ) und *N. luteolofibrillosa* ( $X^2= 3.88$ ) signifikant assoziiert. Diese statistische Aussage wird auch graphisch durch die Myzel-Verbreitungskarten (Fig. 17) der Gattungen *Paxillus* und *Naucoria* bestätigt, deren Areale meistens nur kleinflächige Überschneidungen der Fk-Cluster aufweisen. Die Assoziationsanalyse der oben erwähnten Erlenschnitzlinge ergibt demgegenüber den hochsignifikanten  $X^2$ -Wert von 24.53. Dazu muss jedoch einschränkend bemerkt werden, dass die Bestimmbarkeit alter Fk von *Naucoria* spp. aufgrund vergänglicher, makroskopischer Feldmerkmale (Velumreste, Färbung) z.T. kritisch und fehlerhaft ist, weshalb eine teilweise Verfälschung der Funddaten von *N. escharoides* und *N. luteolofibrillosa* vorliegen dürfte. Möglicherweise stellen diese beiden Arten, welche sich auch mikroskopisch kaum unterscheiden, lediglich extreme morpho-

**Tab. 19.**  $X^2$ -Werte der paarweisen statistischen Assoziationsanalysen für Pilzarten der Sanktuarien in den VF A-C (*Alnetum incanae*, 400 m<sup>2</sup>, 1986-1988).

*X<sup>2</sup>-values of statistical association analysis for pairs of fungal species in the sanctuaries on research sites A-C.*

*X<sup>2</sup>-Werte fettgedruckt = 5%-Signifikanz, fettgedruckt mit \* = 1%-Signifikanz, unterstrichen = Myzelausschluss - X<sup>2</sup>-values in bold type = 5%-significance, in bold type with \* = 1%-significance, underlined = exclusion of mycelia.*

**Ektomykorrhiza-Pilze (M) - ectomycorrhizal fungi (M):** 1 *Inocybe ochracea* (mit *Alnus*, *Salix*), 2 *I. splendens* (mit *Alnus?*, *Salix?*), 3 *Naucoria escharoides* (mit *Alnus*), 4 *N. luteolofibrillosa* (mit *Alnus*), 5 *Paxillus filamentosus* (mit *Alnus*).

**Lignicole (L) - lignicolous fungi (L):** 6 *Coprinus domesticus*, 7 *Crepidotus sphaerosporus*, 8 *Mycena speirea*, 9 *Psathyrella candolleana*.

**Übrige Saprobe (S) - other saprobic fungi (S):** 10 *Clitocybe candicans*, 11 *Coprinus cortinatus*, 12 *Cystolepiota sistrata*, 13 *Entoloma pleopodium*, 14 *Mycena acicula*, 15 *Pholiotina mairei*, 16 *Pluteus cinereofuscus*, 17 *Psathyrella spadiceogrisea*.

							M 1	-			
							M 2	<b><u>7.29*</u></b>			
							M 3	2.72	<u>0.00</u>		
							M 4	<u>0.17</u>	<u>0.60</u>	<b>24.53*</b>	
							M 5	2.11	<u>0.02</u>	<b>4.62</b>	<b>3.88</b>
								M 1	M 2	M 3	M 4
L 6	-										
L 7	3.05										
L 8	<u>0.01</u>	3.10									
L 9	0.05	<u>0.16</u>	1.14								
S 10	<b>14.74*</b>	<u>1.32</u>	<u>1.08</u>	<b>7.11*</b>							
S 11	0.17	<u>0.06</u>	<u>0.20</u>	<u>0.43</u>	<u>0.51</u>						
S 12	<b>12.39*</b>	2.31	<b>15.91*</b>	<b>7.71*</b>	<u>2.59</u>	0.02					
S 13	<b>5.01</b>	<u>0.00</u>	0.12	<b>14.15*</b>	<b>7.55*</b>	1.17	<b>4.83</b>				
S 14	<u>1.66</u>	<u>0.00</u>	<b>24.95*</b>	0.02	<u>2.53</u>	<u>0.97</u>	<b>55.58*</b>	0.00			
S 15	<b>8.58*</b>	<u>1.41</u>	<u>0.19</u>	<b>10.21*</b>	1.85	<u>0.13</u>	<b>4.85</b>	0.56	<b>5.06</b>		
S 16	<b>14.34*</b>	<u>0.01</u>	<u>0.18</u>	3.19	<b>13.86*</b>	<u>0.99</u>	<u>2.29</u>	0.09	<u>2.59</u>	0.94	
S 17	<u>1.96</u>	<u>0.77</u>	<u>1.14</u>	<b>14.47*</b>	<u>0.19</u>	<u>0.01</u>	<u>3.12</u>	<u>0.06</u>	<u>1.59</u>	<b>35.47*</b>	0.13
	L 6	L 7	L 8	L 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 15	S 16

logische Ökotypen ein und derselben Spezies dar (vgl. REID 1984).

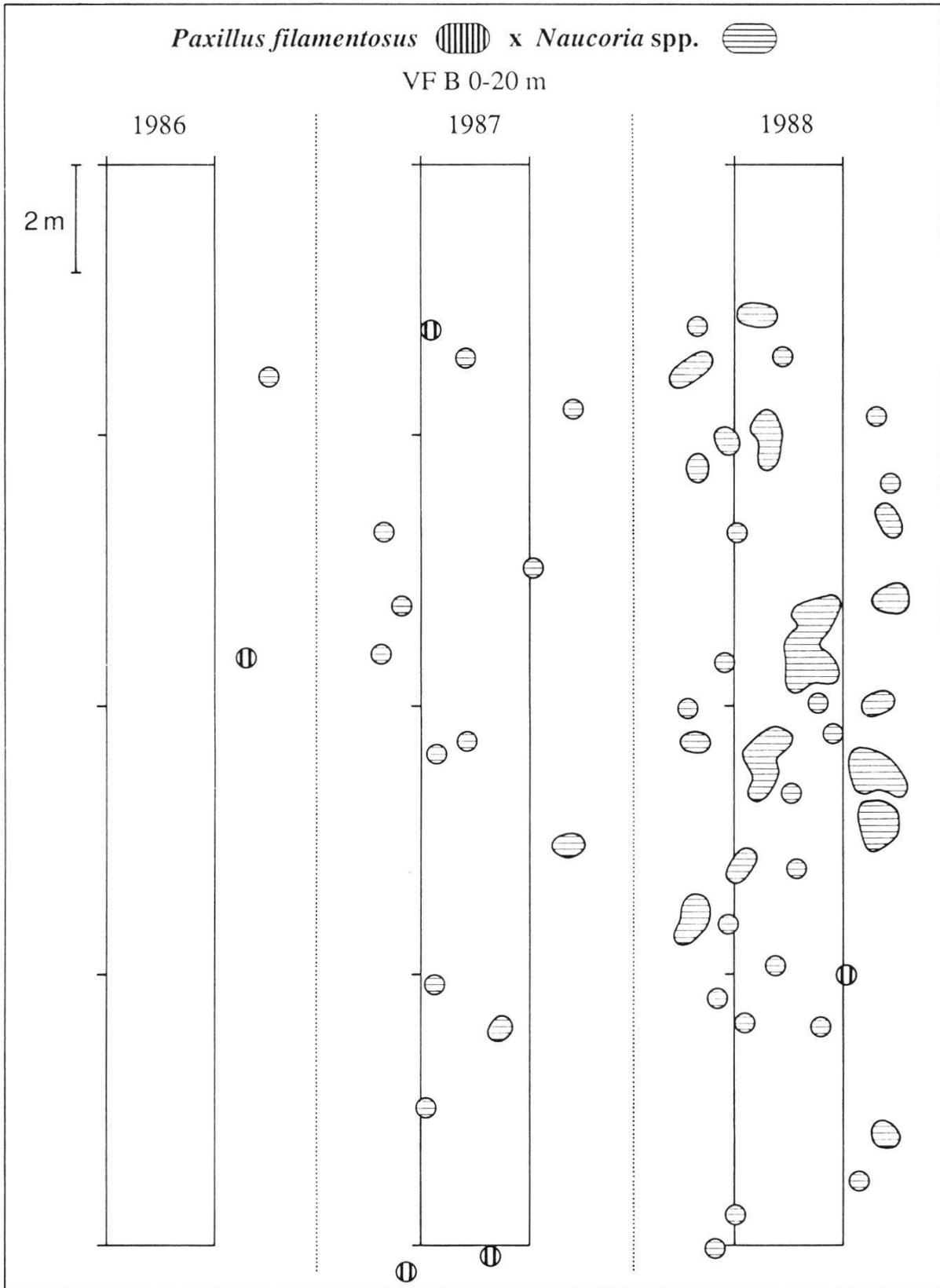
*I. ochracea* und *I. splendens* schliessen sich in ihren Myzelbereichen klar aus ( $X^2= 7.29$ , neg.). Da nur erstere aufgrund der Daten eine angedeutete Vergesellschaftung mit *N. escharoides* und *P. filamentosus* aufweist, kann spekulativ vermutet werden, dass *I. ochracea* ebenfalls wie *Naucoria* spp. ein Ektomykorrhiza-Pilz von *Alnus incana* ist, während *I. splendens* eher mit *Salix* eine Wurzelsymbiose eingeht.

Um die interspezifische Vergesellschaftung praticoler Agaricales in Mesobrometen der Nordschweiz zu prüfen, wurde von BRUNNER und HORAK (1988) die gleiche Analysestatistik verwendet. Unter den 105 getesteten Pilzartenpaaren ergaben sich jedoch nur 8 signifikante Assoziationen ( $X^2$ -Werte bis 9.17). Die geringe Signifikanz der statistischen Resultate in dieser Untersuchung ist v.a. in der grösserflächigen Versuchsanordnung und in der kleineren Zahl der ausgewerteten Einheitsflächen begründet (78 Parzellen von je 50 m<sup>2</sup>; eigene Untersuchungen: 1600 Quadrate von je 0.25 m<sup>2</sup>).

#### 3.3.2.4.2. Graphische Assoziationsanalysen (Fig. 17)

Fig. 17 zeigt die zweidimensionale Verbreitung der Myzelflächen von Vertretern der beiden Ektomykorrhiza-Gattungen *Paxillus* (mit *P. filamentosus*) und *Naucoria* (mit *N. escharoides*, *N. luteolofibrillosa*, *N. scolecina* und *N. subconspersa*) in den Sanktuarien der VF A-C (*Alnetum incanae*) und deren Randzonen von ca. 1 m Breite. Die Darstellung ermöglicht eine anschauliche graphische Interpretation der Vergesellschaftungen der Arten dieser zwei Gattungen. Die Myzelareale oder Myzelkolonien wurden aufgrund der jährlichen Fk-Verteilung der einzelnen Pilzarten konstruiert, wobei zwei Fk einer Art demselben Cluster zugeordnet wurden, wenn sie in weniger als 50 cm Abstand voneinander standen (vgl. Kap. 2.8.5.4). Je kleiner diese kritische, zwischen zwei Fk liegende Distanz gewählt wird, desto mehr isolierte Einzelfunde ergeben sich; demgegenüber resultieren bei einem tolerierten Abstand von >50 cm grösserflächigere Cluster (vgl. FORD et al. 1980). In der Graphik unberücksichtigt sind diejenigen Myzelbereiche, welche während einer ganzen Vegetationsperiode nie zur Fruktifikation kamen.

Fig. 17 dokumentiert für die beiden ersten Untersuchungsjahre eine durch ändernde Umwelteinflüsse bewirkte, zeitliche und örtliche Abfolge (Vikarianz) zwischen *P. filamentosus* und den *Naucoria*-Arten: 1986 dominieren in den Sanktuarien der VF A und VF C die Fk-Cluster von *P. filamentosus*. Die Taxa der Gattung *Naucoria* sind nur mit stark gestreuten Einzelfunden fassbar,



**Fig. 17.** Graphische Assoziationsanalyse zwischen *Paxillus filamentosus* und *Naucoria* spp. mittels Clusterdarstellung (VF A-C, *Alnetum incanae*; Kreise = isolierte Fk).  
Graphic association analysis for *Paxillus filamentosus* and *Naucoria* spp.; clusters relate to records of carpophores in sites A-C (*Alnetum incanae*; circles = isolated fruitbodies).

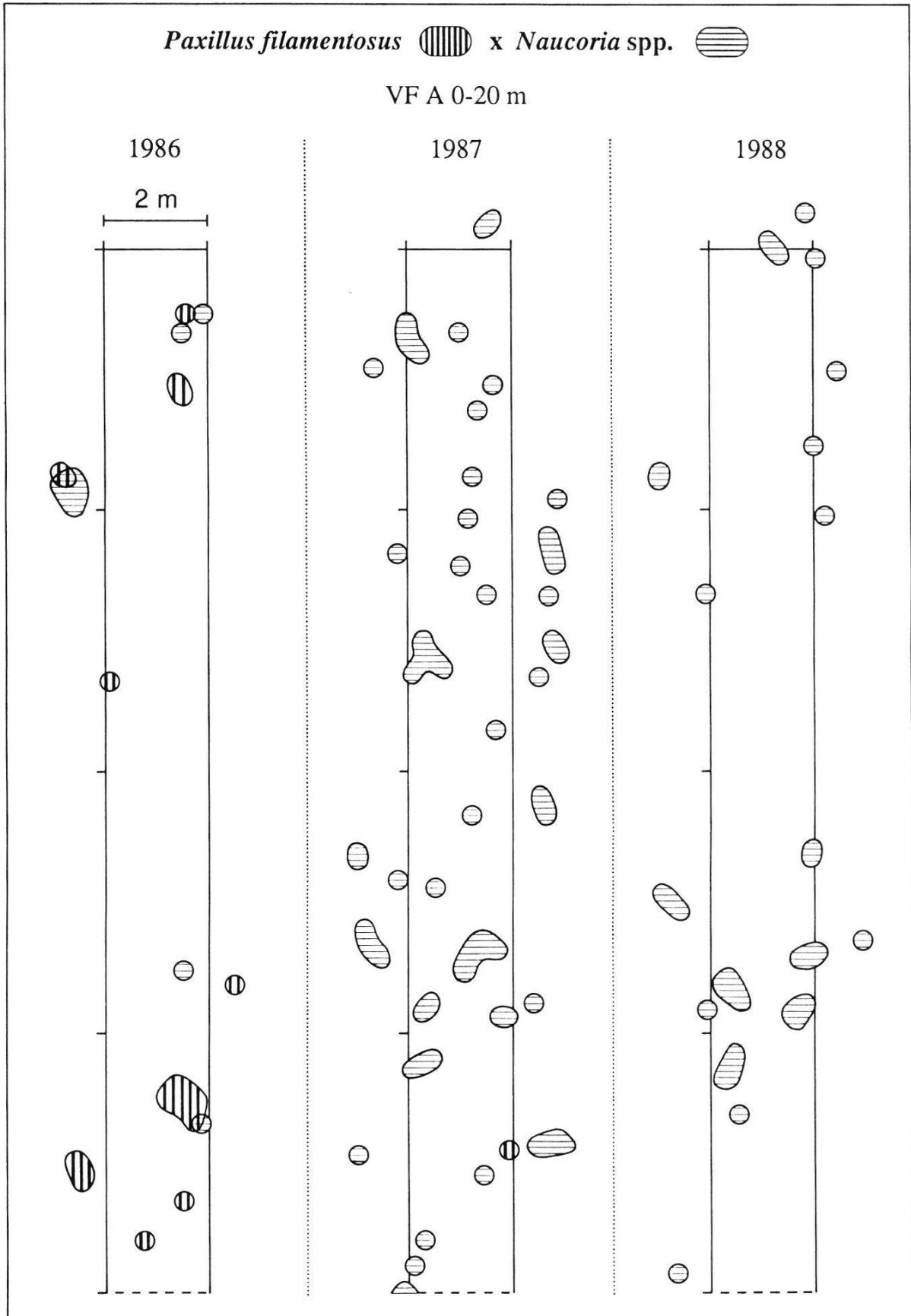


Fig. 17 (Forts. - continued)

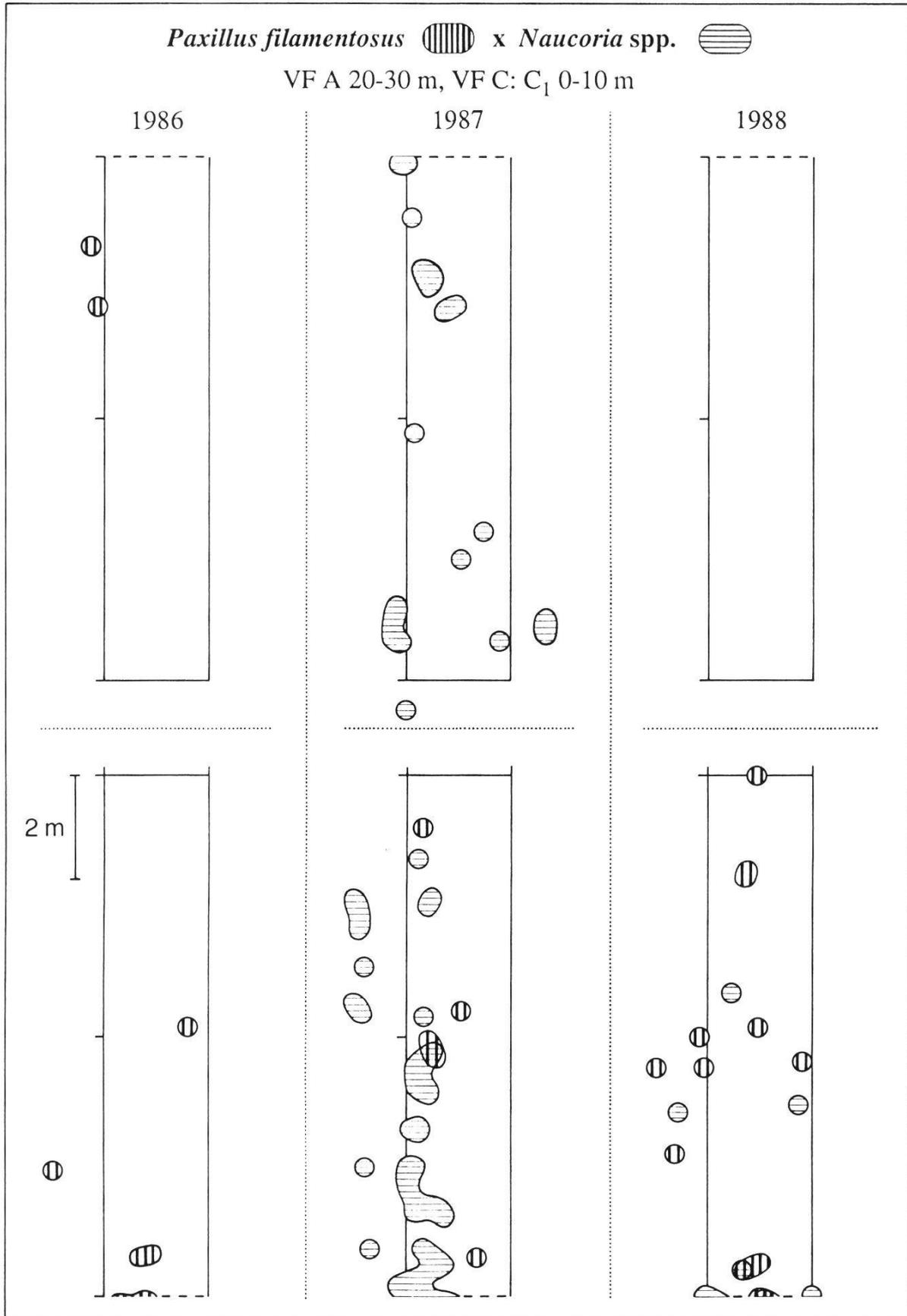


Fig. 17 (Forts. - continued)

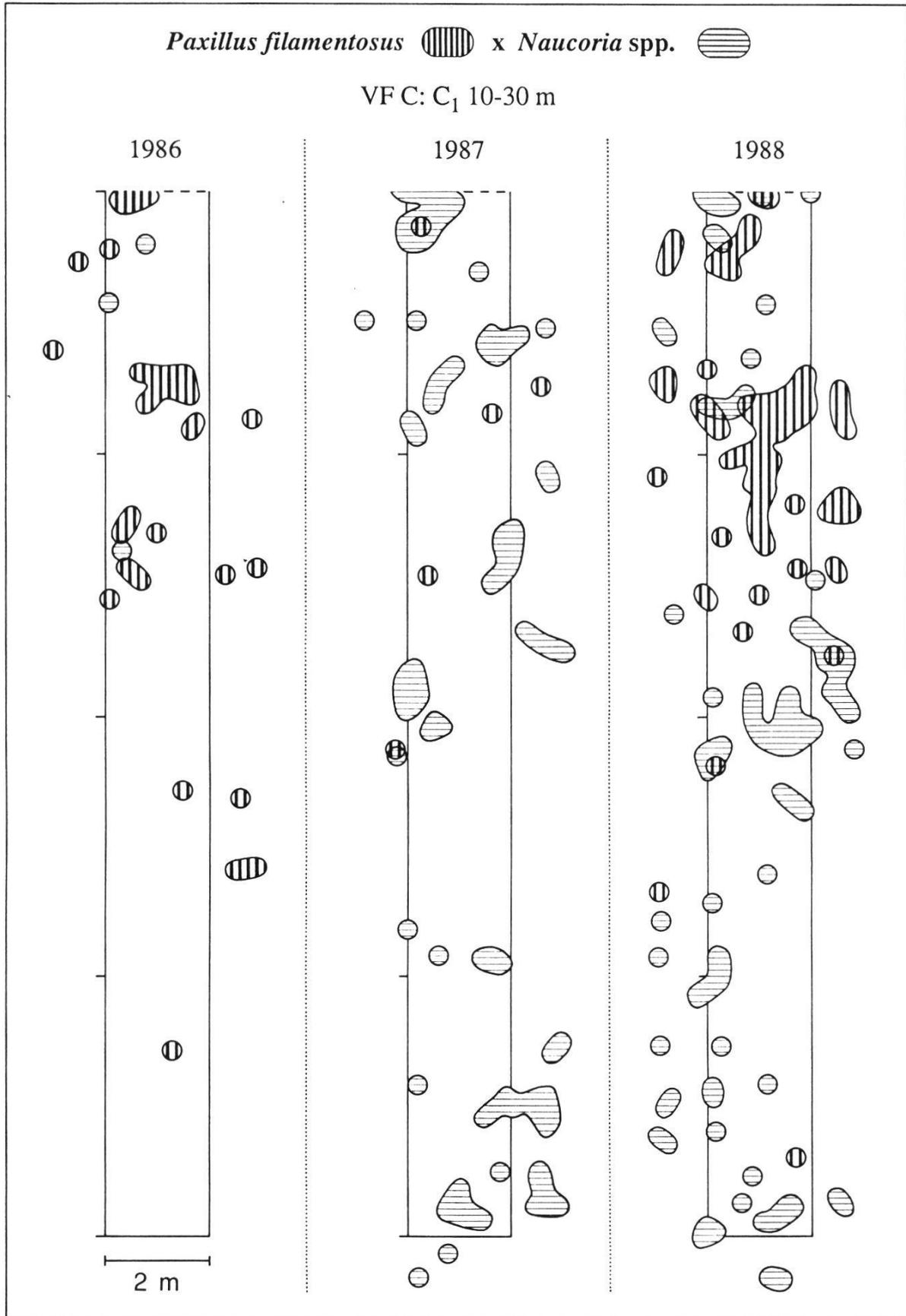


Fig. 17 (Forts. - continued)

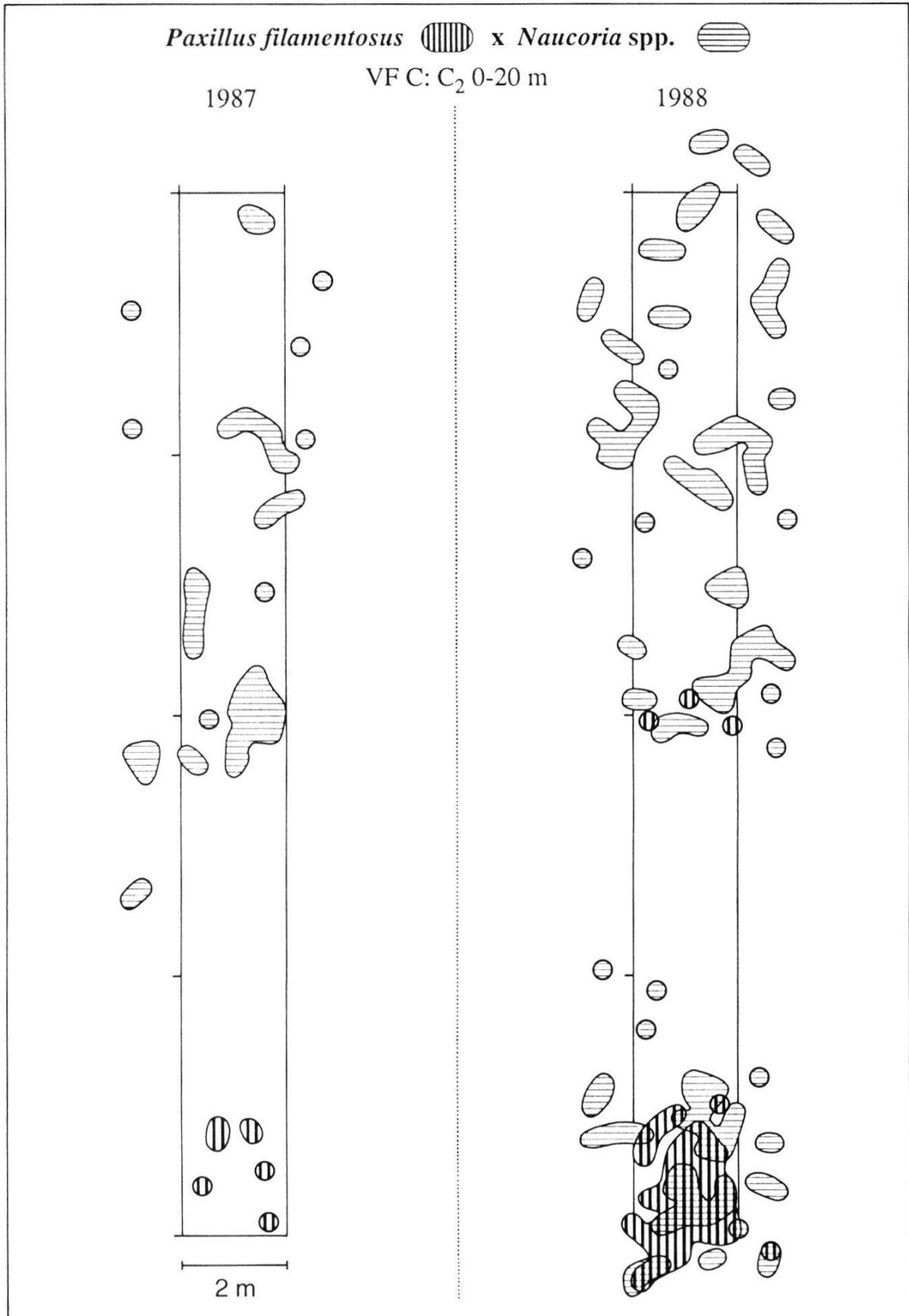


Fig. 17 (Forts. - continued)

weil ihre Fk-Produktivität eventuell infolge geringer, (spät-)herbstlicher NS auf ein niedriges Niveau gedrückt wurde.

1987 präsentiert sich bei *Paxillus-Naucoria* die jährliche Fundsituation völlig verändert. Einerseits fiel die frühsommerliche Produktionsspitze des Erlenkremplings wegen der Überschwemmungen vom Juni und Juli weg, andererseits förderte die hochwasserbedingte Einsandung der VF die Fk-Abundanz der Erlenschnitzlinge. Entsprechend sind auf den Myzel-Verbreitungskarten für *P. filamentosus* lediglich Einzelfunde zu beobachten, während die *Naucoria*-Arten oft mit grossflächigen Clustern in Erscheinung treten.

1988 lagen für alle Ektomykorrhiza-Pilze von *Alnus* günstige Fruktifikationsbedingungen vor, da NS über das ganze Jahr verteilt fielen und der Grauerlenwald erst im Spätsommer überschwemmt wurde. Für das dritte Untersuchungsjahr sind deshalb in der VF C sowohl für *P. filamentosus* als auch für *Naucoria* spp. grösserflächige Fk-Cluster nachweisbar. Im Sanktuarium der VF A bildeten dagegen die durch die Hochwasser vermutlich nachhaltig geschädigten Myzelien des Erlenkremplings in dieser Saison keine Fk.

1986 und 1987 schliessen sich die aufgrund der jährlichen Fk-Funde begrenzten Myzelbereiche von *P. filamentosus* und *Naucoria* spp. weitgehend aus. 1988 treten kleinflächige Überschneidungen der Myzelareale im Kartierungsstreifen C<sub>1</sub> bei 10 m und 15 m auf. Nur in C<sub>2</sub> sind bei 20 m räumlich ausge dehntere Überlagerungen der Fk-Cluster von *Paxillus* und *Naucoria* zu beobachten. In dieser für das Pilzwachstum speziell günstigen Sanktuariumszone (Pilzoase mit zusätzlich gehäuften Vorkommen zahlreicher Saproben) konnten die Fk der einzelnen Ektomykorrhiza-Symbionten lokal zusammen registriert werden.

Unter Vernachlässigung des aktiven, zentrifugalen, jährlichen Myzelwachstums würden bei der Zusammenfassung der dreijährigen Fundkartierung in eine einzige Cluster-Karte vermehrt Kontaktzonen bzw. Überlappungen entstehen, in welchen Fk von *P. filamentosus* und *Naucoria*-Arten eng vergesellschaftet sind. Diese Prognose findet auch in den statistischen Assoziationsanalysen der Tab. 19 eine Bestätigung.

### **3.3.3. Zusammenhang zwischen Witterungsverlauf und Pilzfruktifikation**

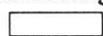
Der saisonale Verlauf von NS und T wirkt sich massgeblich und nachhaltig auf die Periodizität und die Fk-Abundanz der Makropilze aus (AGERER und KOTTKE 1981, BRUNNER 1987, STANGL 1970). Die Präformation der Fk im

**Fig. 18a-c** (S. 177-185). Einfluss der Witterungsverhältnisse auf die Pilzfruktifikation: Jahreszeitlicher Verlauf von NS, Min-Max-T und Mittel-T versus wöchentliche Arten- und Fk-Dynamik der drei ökologischen Pilzgruppen (Fig. 18a: Ektomykorrhiza-Symbionten, Fig. 18b: Lignicole, Fig. 18c: übrige Saprobe) in der VF C (*Alnetum incanae*, 1000 m<sup>2</sup>, 1986-1988).

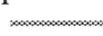
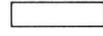
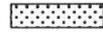
*Influence of climatic factors on fungal fructification: Seasonal course of precipitation and of minimum, maximum and mean temperatures versus weekly number of species and fruit-bodies of the three ecological fungal groups (in Fig. 18a: ectomycorrhizal symbionts, in Fig. 18b: lignicolous fungi, in Fig. 18c: other saprobic fungi) on research site C (*Alnetum incanae*, 1000 m<sup>2</sup>, 1986-1988).*

**Lokales Mikroklima (oberer Figurenteil) - local microclimate (upper part of figure):**

**Niederschlag - precipitation**

-  wöchentlicher NS in den Lichtungen -  
*weekly precipitation in clearings*
-  wöchentlicher NS im Bestand -  
*weekly precipitation under canopy of Alnus stand*

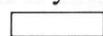
**Temperatur - temperature**

-  wöchentliche Minimum-T auf der Bodenoberfläche im Bestand -  
*weekly minimum temperatures at soil surface under canopy of Alnus stand*
-  wöchentliche Maximum-T auf der Bodenoberfläche im Bestand -  
*weekly maximum temperatures at soil surface under canopy of Alnus stand*
-  monatliche Mittel-T auf der Bodenoberfläche im Bestand (Messungen nur von XI. 1986 - XI. 1988) -  
*monthly mean temperatures at soil surface under canopy of Alnus stand*
-  monatliche Mittel-T in 2-5 cm Bodentiefe im Bestand (Messungen nur von XI. 1986 - XI. 1988) -  
*monthly mean temperatures at 2-5 cm soil depth under canopy of Alnus stand*

Wochen mit einem Strich unter der Zeitachse bezeichnen ganz oder teilweise fehlende Messwerte - *the underlined gaps in the graphs indicate incomplete or missing measurements.*

**Pilzfruktifikation (unterer Figurenteil) - fungal fructification (lower part of figure):**

**Arten-Dynamik - dynamics of species**

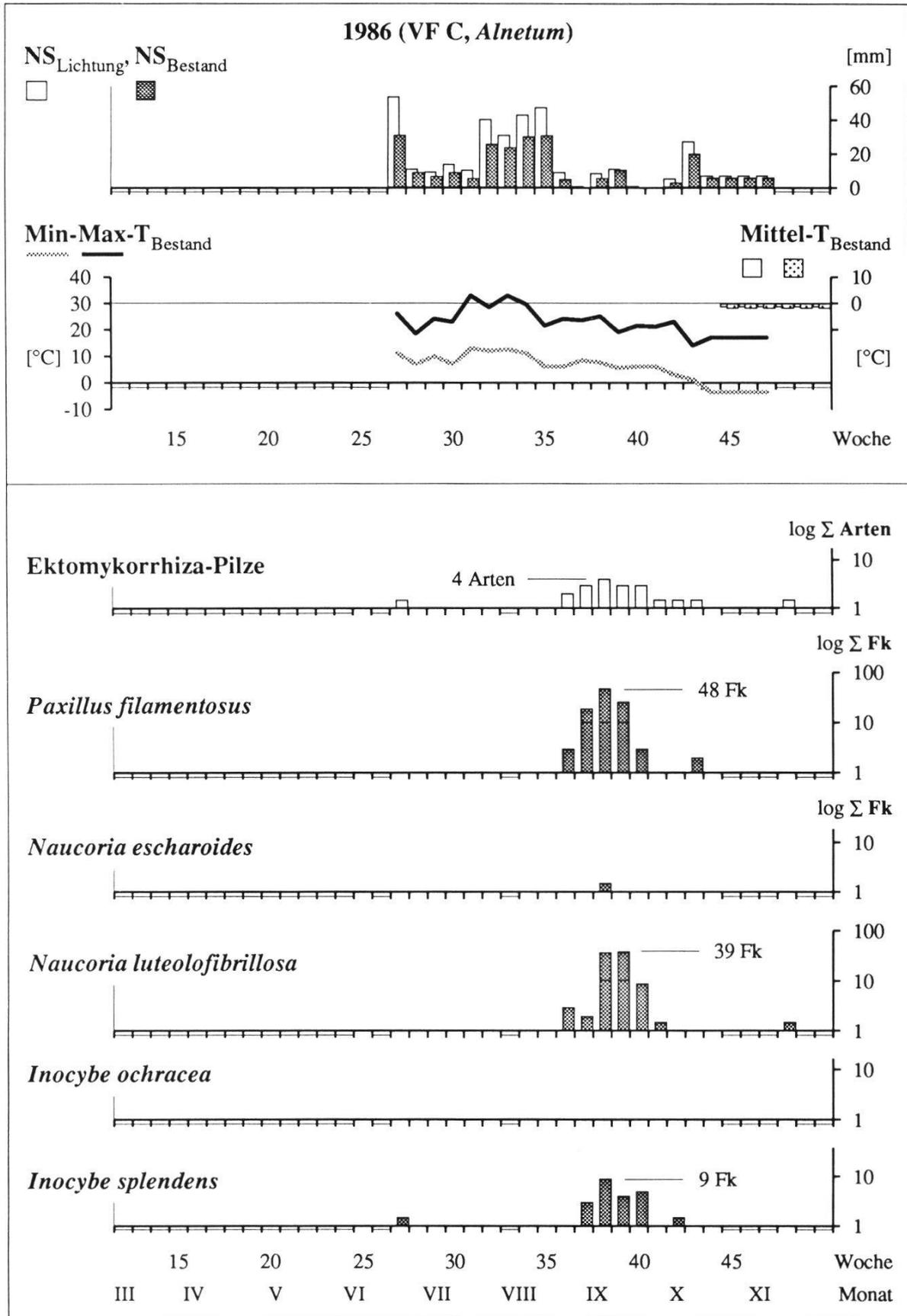
-  Zahl der wöchentlich in der VF C gefundenen Ektomykorrhiza-, Lignicolen- bzw. Saprobien-Taxa (totale Artenzahlen in der VF C von 1986-1988: 8 spp. Ektomykorrhiza-Pilze, 85 spp. Lignicole, 81 spp. übrige Saprobe) -  
*number of ectomycorrhizal, lignicolous or saprobic taxa found weekly on research site C (total number of fungal species on research site C, 1986-1988: 8 spp. ectomycorrhizal fungi, 85 spp. lignicolous fungi, 81 spp. other saprobic fungi)*

**Fruchtkörper-Dynamik - dynamics of fruitbodies**

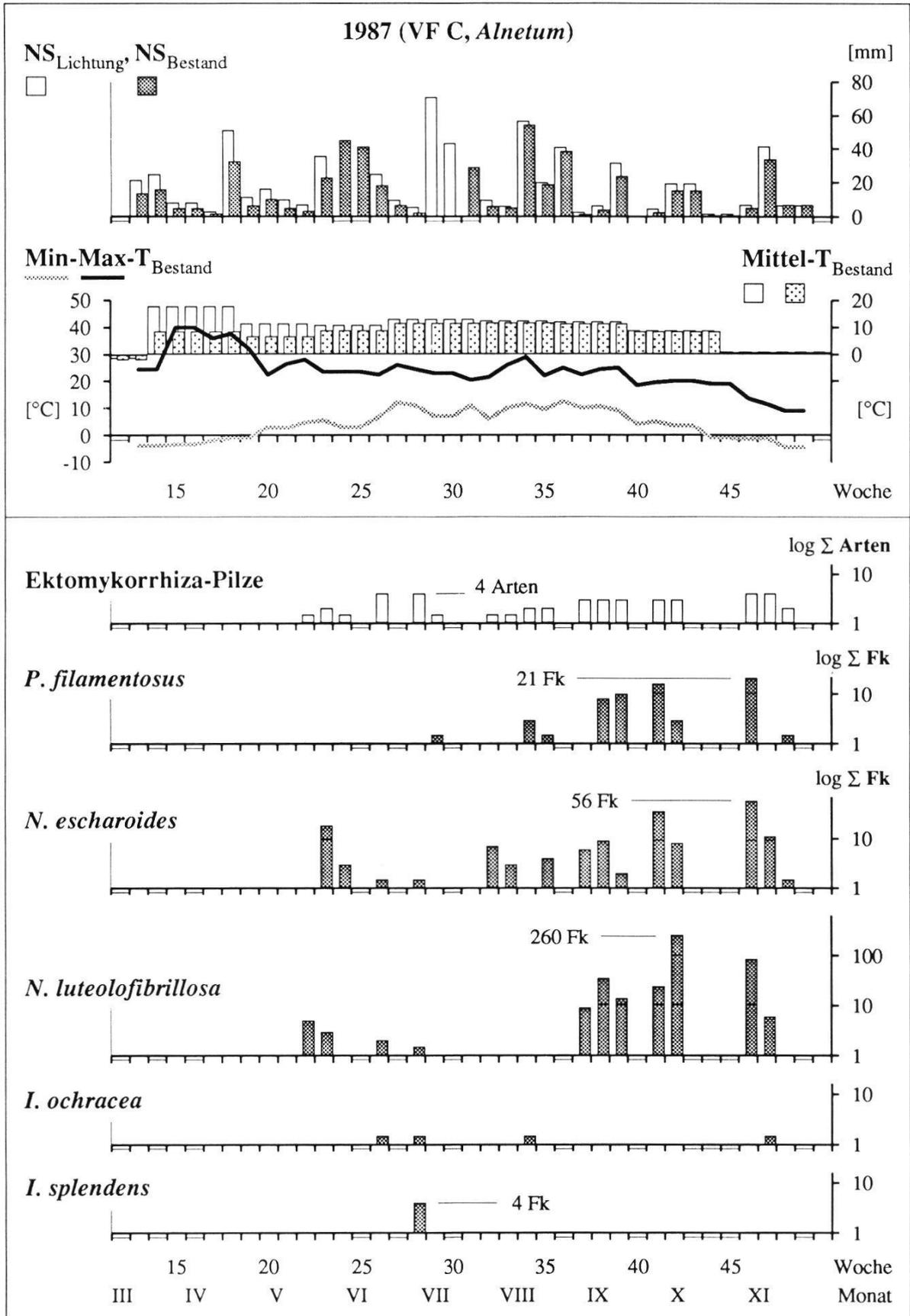
-  Zahl der wöchentlich in der VF C gefundenen Fk ausgewählter Makromyceten-Taxa - *number of fruitbodies of selected fungal taxa found weekly on research site C*

Vertikale Achse mit logarithmischer Skala; Wochen ohne Feldbegehung sind mit einem Strich unter der Zeitachse markiert -

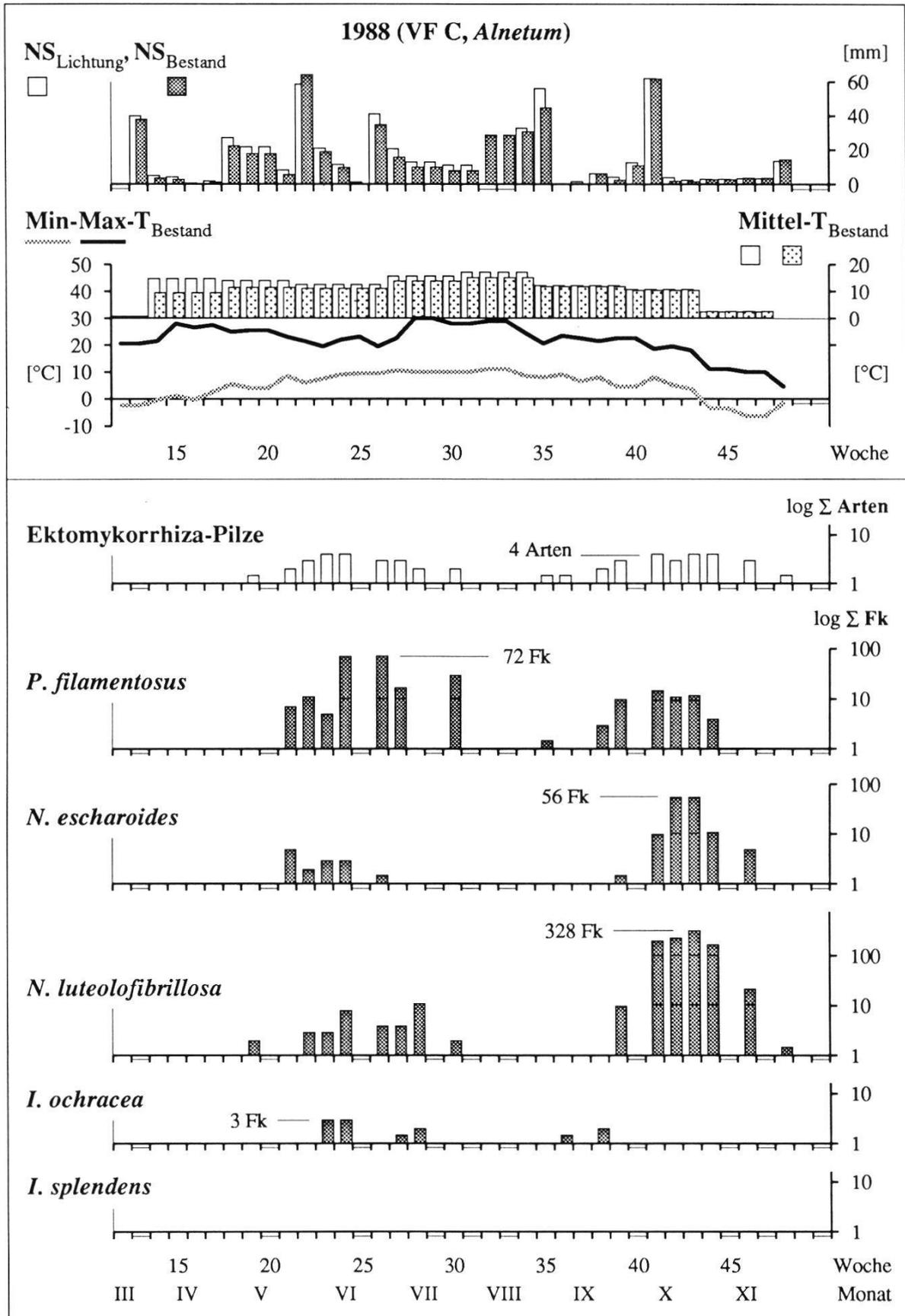
*Vertical axis in logarithmic scale; weeks without field-work are marked with a line under the horizontal axis.*



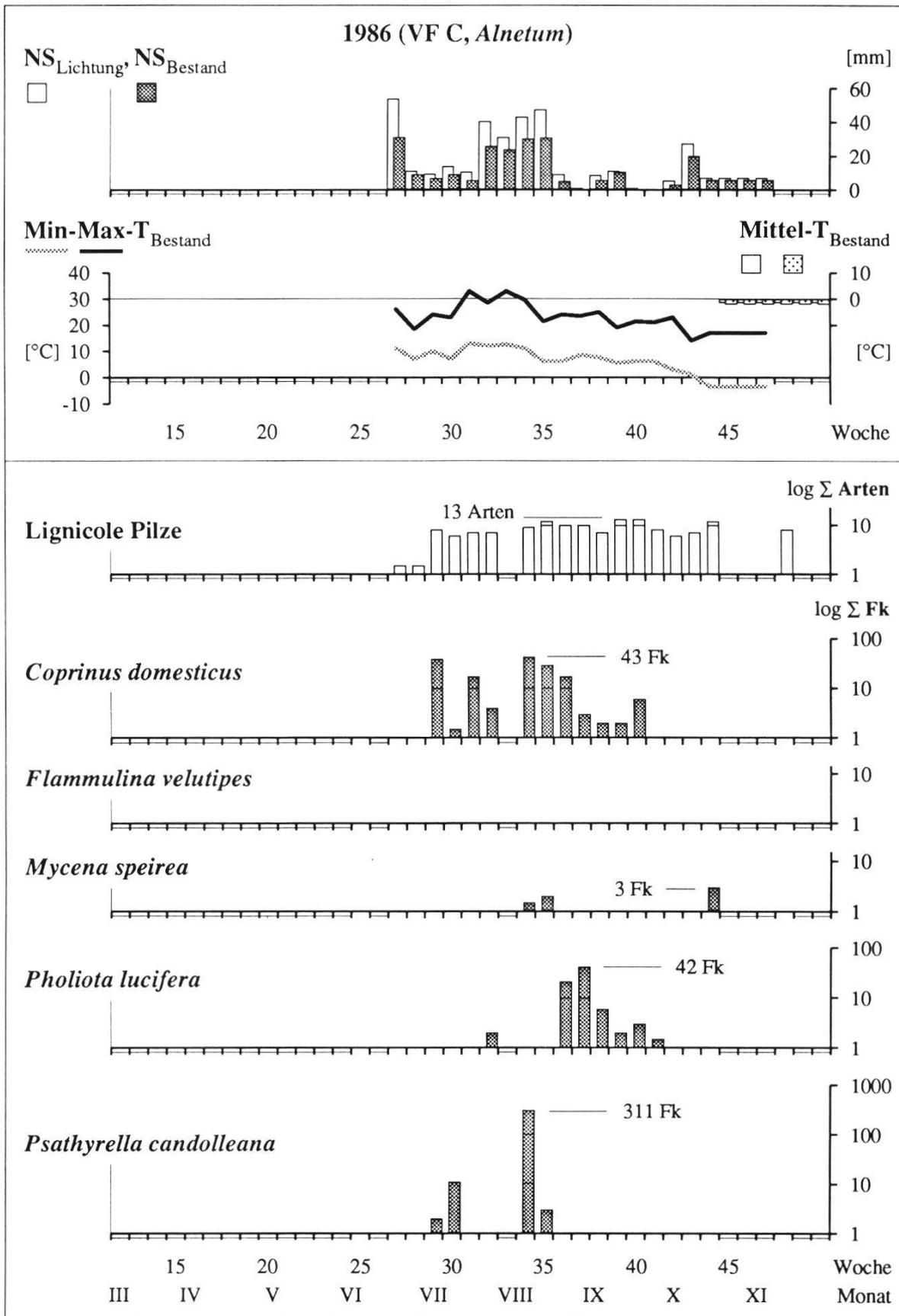
**Fig. 18a.** Ektomykorrhiza-Pilze - ectomycorrhizal fungi



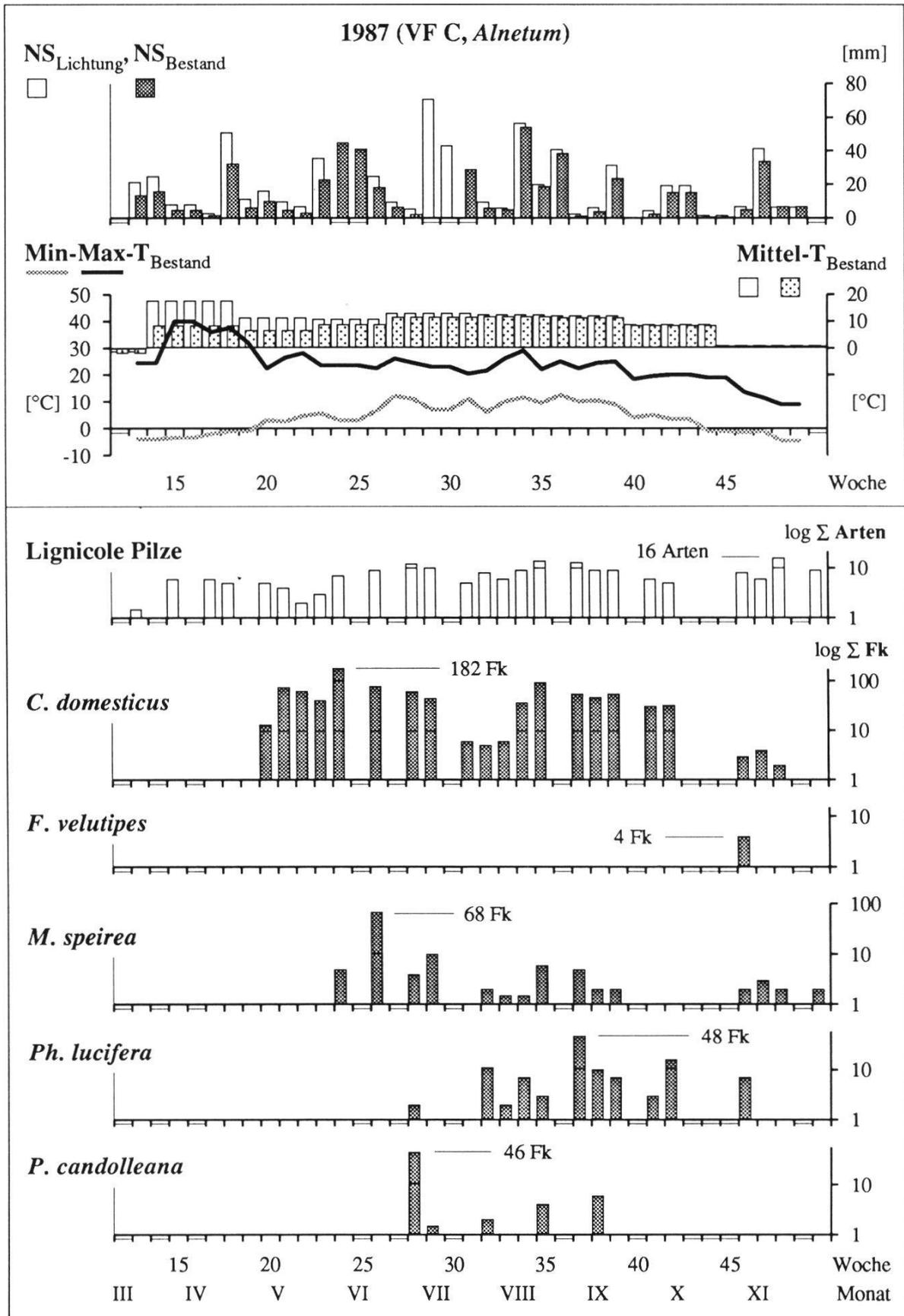
**Fig. 18a.** Ektomykorrhiza-Pilze (Forts.) - *ectomycorrhizal fungi* (continued)



**Fig. 18a.** Ektomykorrhiza-Pilze (Forts.) - *ectomycorrhizal fungi (continued)*



**Fig. 18b.** Lignicole Pilze - lignicolous fungi



**Fig. 18b.** Lignicole Pilze (Forts.) - lignicolous fungi (continued)

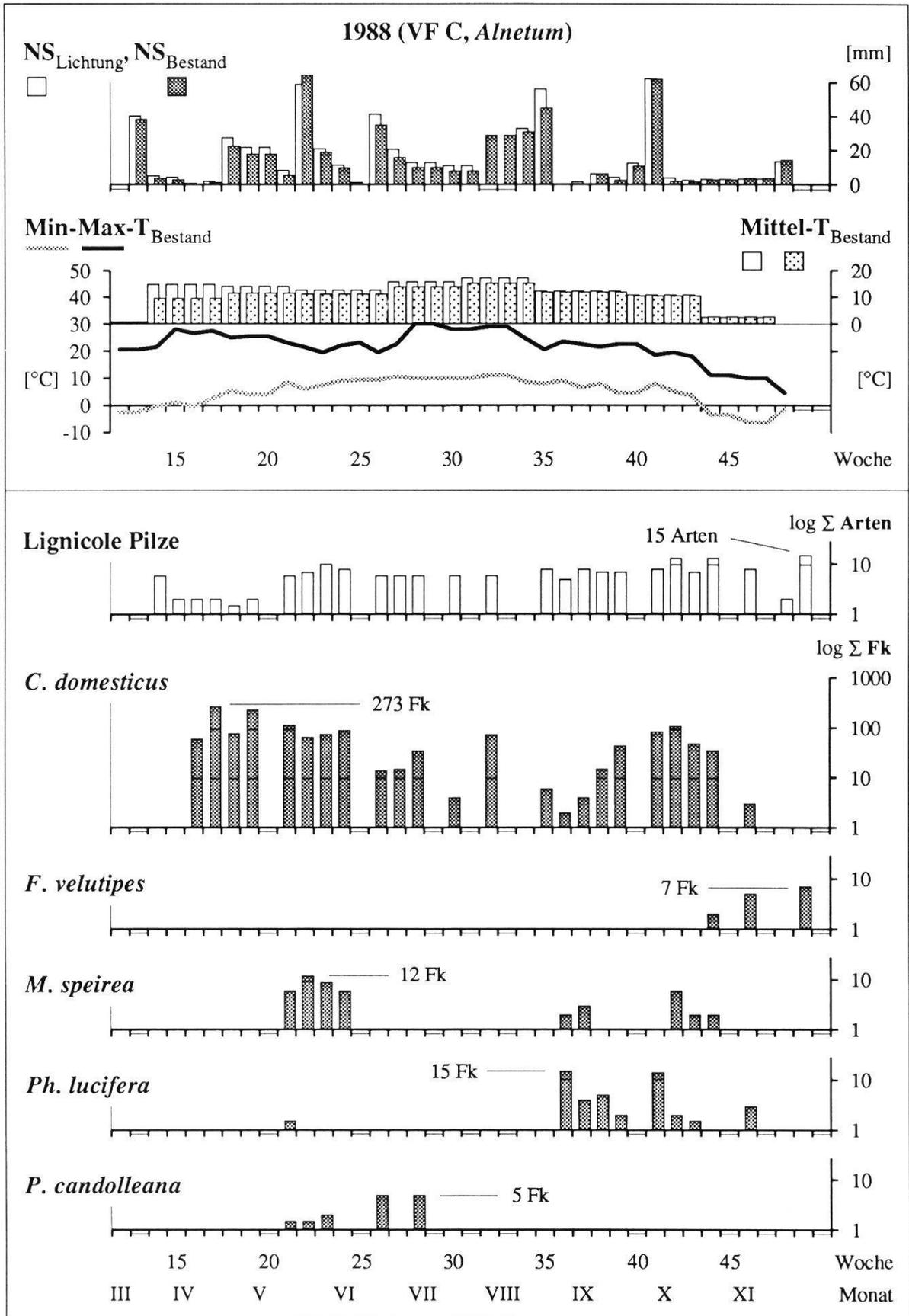
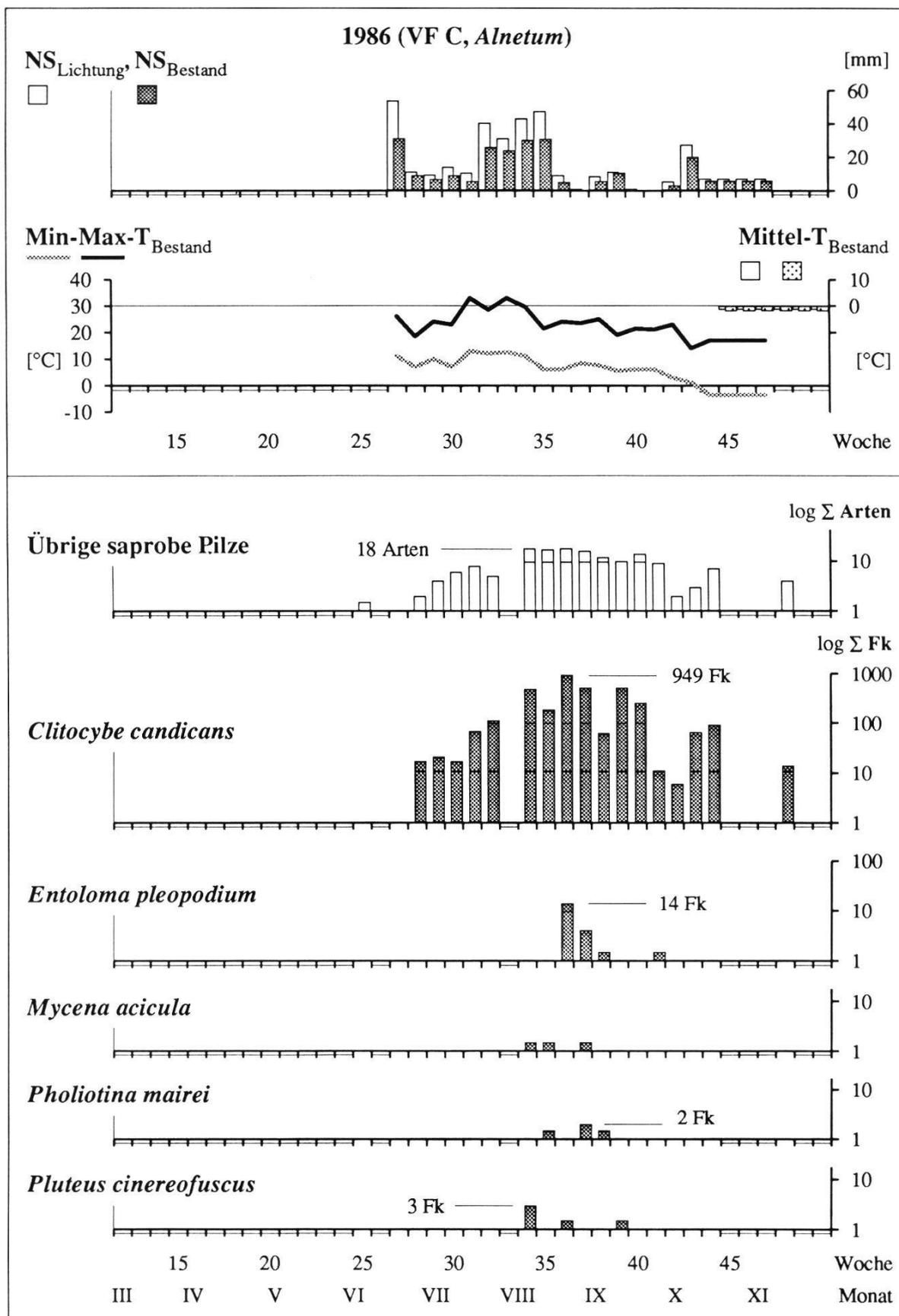
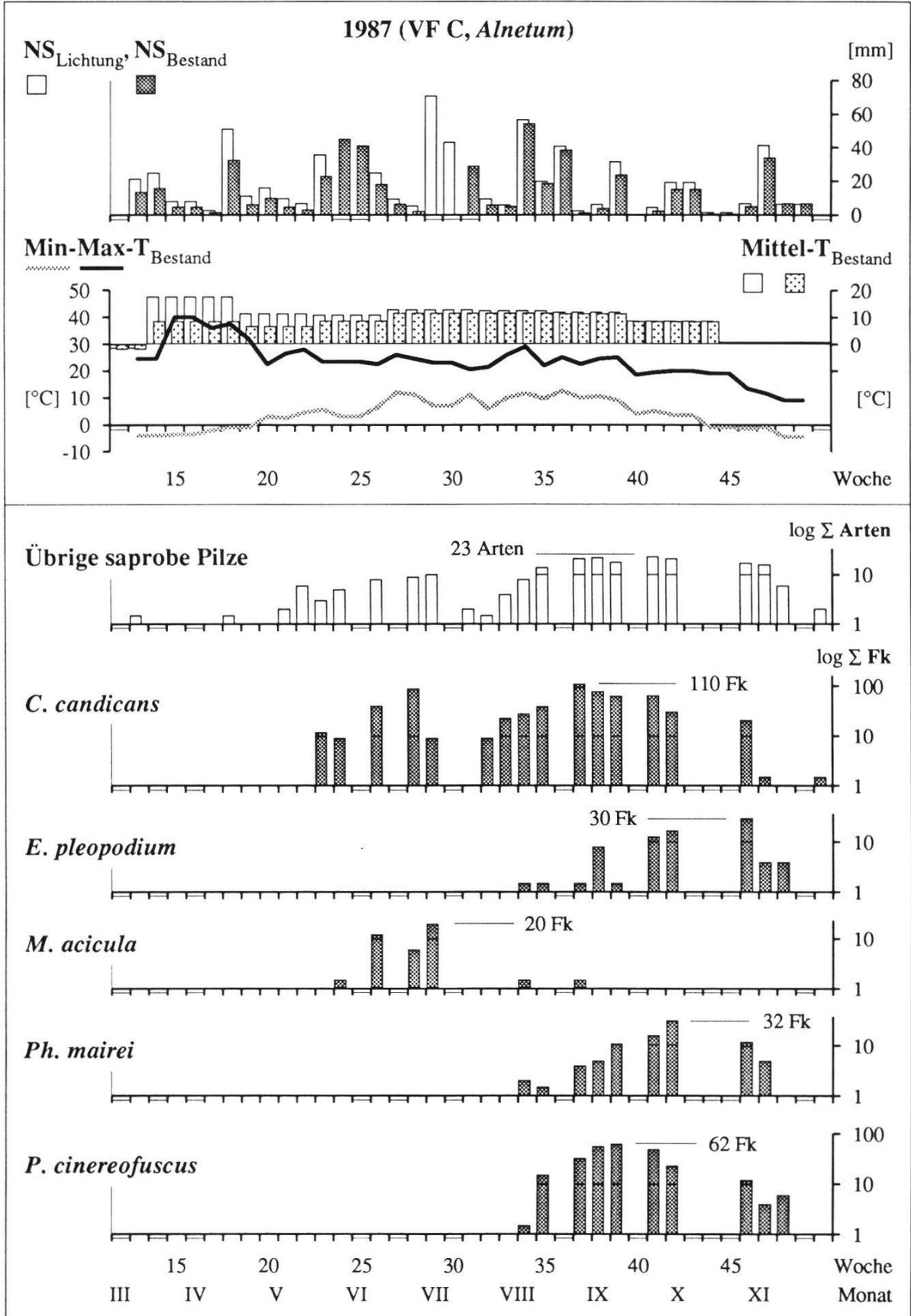


Fig. 18b. Lignicole Pilze (Forts.) - lignicolous fungi (continued)



**Fig. 18c.** Übrige saprobe Pilze - other saprobic fungi



**Fig. 18c.** Übrige saprobe Pilze (Forts.) - other saprobic fungi (continued)

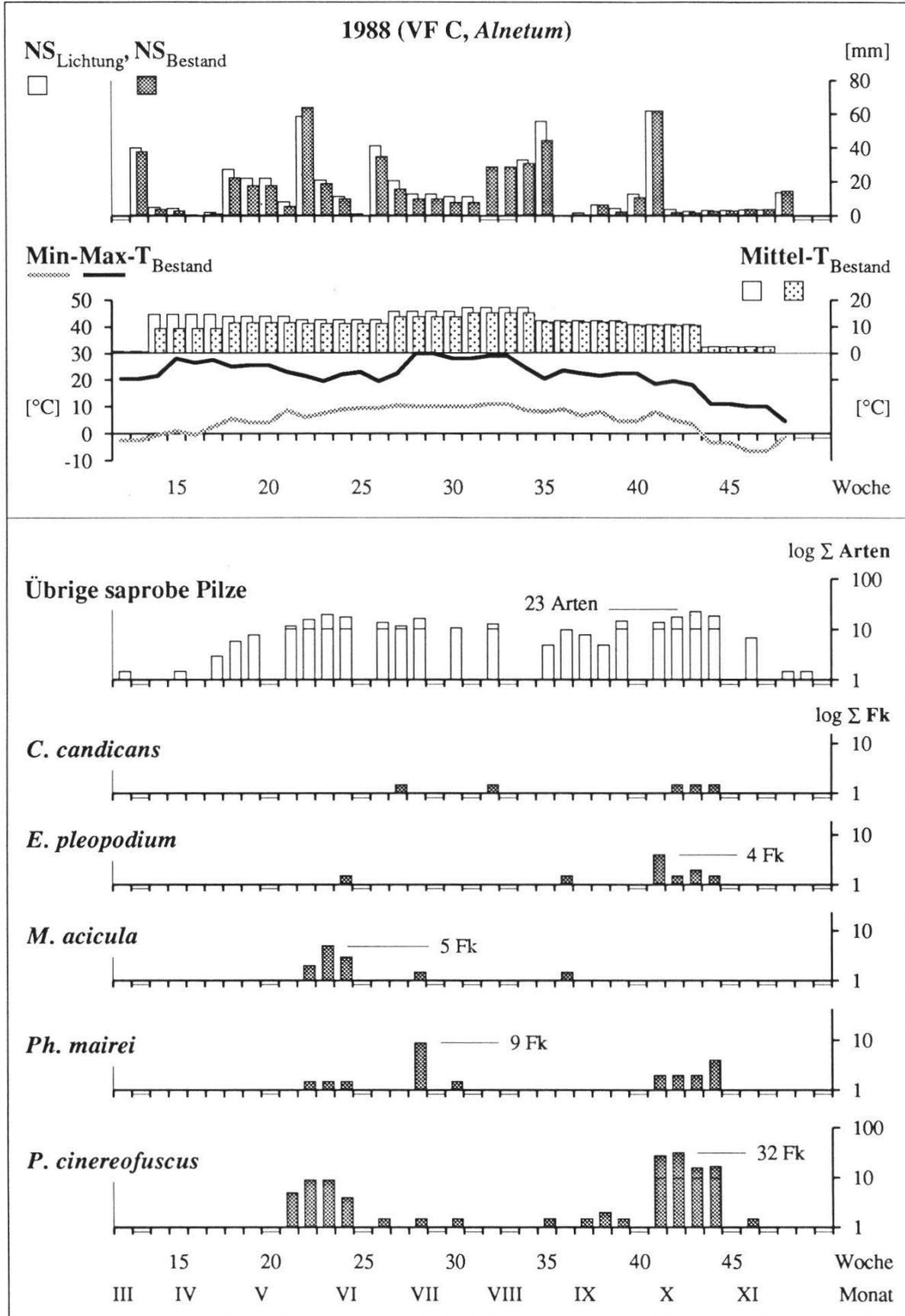
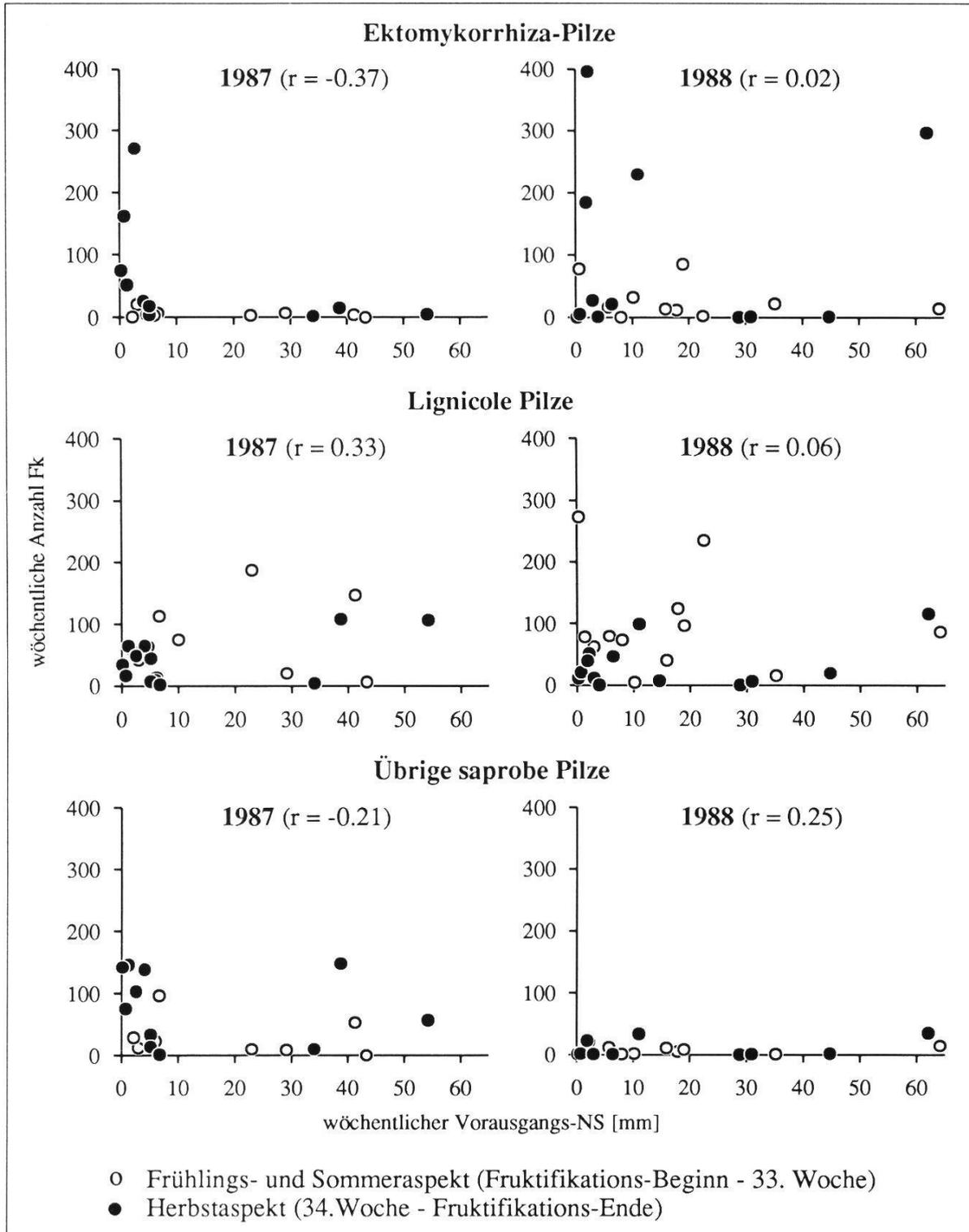


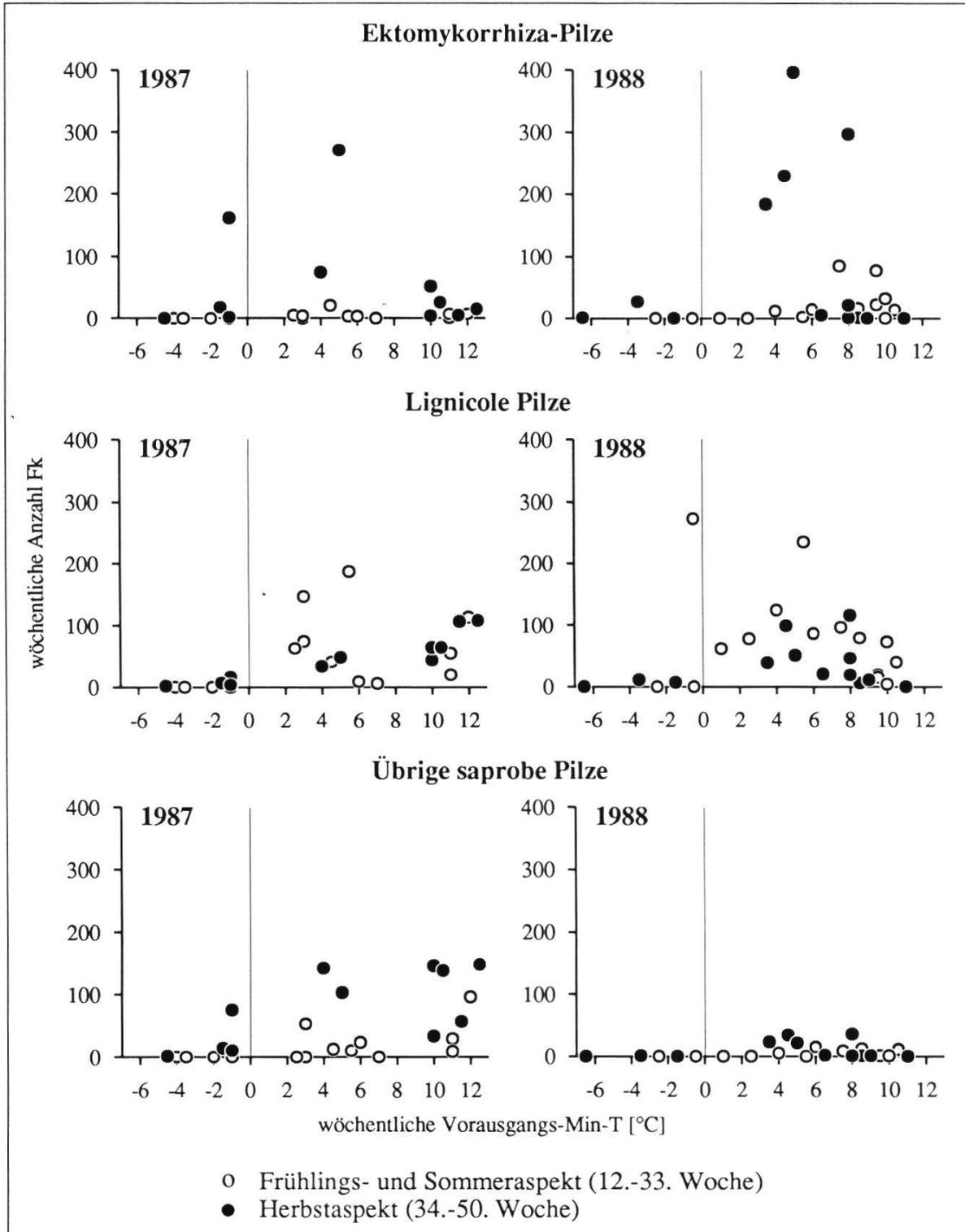
Fig. 18c. Übrige saprobe Pilze (Forts.) - other saprobic fungi (continued)



**Fig. 19a.** Einfluss von NS auf die Fk-Produktivität: Wöchentlicher Voraugangs-NS im Bestand versus wöchentliche Anzahl Fk, welche gesamthaft von den in Fig. 18a-c aufgeführten Ektomykorrhiza-, Lignicolen- bzw. Saproben-Taxa in der VF C (*Alnetum*, 1000 m<sup>2</sup>) produziert wurden.

*Influence of precipitation on fungal productivity: Weekly culminated precipitation (NS) under canopy of Alnus stand versus total number of weekly produced fruitbodies (Fk) on site C (1000 m<sup>2</sup>) by the fungal taxa mentioned in Fig. 18a-c.*

*r = Korrelationskoeffizient - correlation coefficient.*



**Fig. 19b.** Einfluss der Minimum-T auf die Fk-Produktivität: Wöchentliche Vorausgangs-Minimum-T auf der Bodenoberfläche im Bestand versus wöchentliche Anzahl Fk, welche gesamthaft von den in Fig. 18a-c aufgeführten Ektomykorrhiza-, Lignicolen- bzw. Saprobe-Taxa in der VF C (*Alnetum*, 1000 m<sup>2</sup>) produziert wurden.  
*Influence of minimum temperatures on fungal productivity: Weekly minimum temperatures (Min-T) at soil surface under canopy of Alnus stand versus total number of weekly produced fruitbodies (Fk) on site C (1000 m<sup>2</sup>) by the fungal taxa mentioned in Fig. 18a-c.*

Boden (Primordienbildung) erlaubt es speziell den Saproben, rasch auf bestimmte, für die Fruktifikation bzw. Sporulation günstige NS- und T-Konstellationen zu reagieren [z.B. bei kurzlebigen Vertretern der Gattung *Coprinus* innerhalb weniger Stunden (KRIEGLSTEINER et al. 1982)]. Vorausgangs-NS und -T, welche zeitlich oft mehrere Wochen oder Monate vor Beginn der Reproduktionsphase liegen, spielen für die Fk-Bildung der Ektomykorrhiza-Symbionten und für die Mykorrhizen-Entwicklung an den Feinwurzeln der Wirtsbäume eine entscheidende Rolle (AGERER 1985).

Im folgenden wird der Einfluss ausgewählter Wetterfaktoren auf die Pilzfruktifikation in der VF C (*Alnetum incanae*, 1986-1988) anhand der Fig. 18a-c und Fig. 19a, 19b untersucht. Bei der Interpretation dieser Graphiken ist zu berücksichtigen, dass sowohl die meteorologischen als auch die mykologischen Datenerhebungen jeweils anfangs Woche durchgeführt wurden. Demzufolge charakterisieren Arten- und Fk-Zahlen einerseits die Fundsituation der laufenden Woche, während NS- und T-Messwerte andererseits Vorausgangs-Parameter darstellen, welche graphisch der vorangehenden Woche zugeteilt wurden. Im Verlauf der Feldarbeiten konnte beobachtet werden, dass insbesondere die wöchentlichen bis zweiwöchentlichen Vorausgangs-NS in Verbindung mit den Minimum-T auf der Bodenoberfläche einen direkten Einfluss auf die Fk-Produktion zahlreicher Pilzarten des Grauerlenwaldes haben. Da die einzelnen Wetterfaktoren nachfolgend separat besprochen werden, ist vorgängig hervorzuheben, dass die Fruktifikation stets durch das komplexe Zusammenwirken unterschiedlichster Witterungs- und Standortsbedingungen induziert wird. Im flussbegleitenden Auenwald erlangen zusätzlich der während Hochwasser periodisch ansteigende Grundwasserspiegel und speziell die sporadische Einsandung der Bodenoberfläche bei Spitzenhochwasser eine wesentliche Bedeutung, indem Überschwemmungen die Produktivität v.a. der terricolen Taxa (Ektomykorrhiza-Pilze und Saproben) quantitativ nachhaltig fördern oder unterdrücken. Negative Hochwasserfolgen widerspiegeln sich z.B. im ausgeprägten Rückgang der Fk-Abundanz von *Clitocybe candicans* während der dreijährigen Untersuchungsperiode (1986: 4632 Fk, 1987: 745 Fk, 1988: 12 Fk in den VF A-C; vgl. Fig. 18c).

Hinweis: Eine ausführliche Besprechung der Fk-Phänologie und Periodizität ausgewählter Pilztaxa liegt in Kap. 3.3.1.4 vor.

### 3.3.3.1. Niederschlagsfaktoren

**NS-Verteilung:** Für die Fk-Phänologie der Makromyceten ist nicht nur die

jährliche NS-Summe ausschlaggebend (1987 = 1006 mm Jahres-NS in Rothenbrunnen, total 1383 Pilzfunde in den VF A-C; 1988 = 874 mm Jahres-NS, total 1232 Pilzfunde; durchschnittlich 25-35% Interzeption an den untersuchten Waldstandorten), sondern in ausgeprägtem Masse auch die saisonale Verteilung der Regenfälle. Dabei weisen die NS in den Monaten Mai und Juni sowie August bis Oktober den grössten Einfluss auf die Pilzfruktifikation auf (Fig. 18a-c, vgl. auch BRUNNER 1987 und STANGL 1970). Im Hochsommer induzieren die kurzfristigen Gewitterregen bei gleichzeitig hohen Mittel- und Maximum-T oft keinen deutlichen Anstieg von Artenzahl und Fk-Abundanz. Diese Sommerdepression bewirkt den für Grauerlenwald-Pilze charakteristischen, zwei Schübe umfassenden Verlauf in der Fruktifikationsdynamik mit einer Frühlings- und einer Herbstspitze. In Fig. 18a-c zeigen die Ektomykorrhiza-Symbionten und die terricolen Saprobien der VF C speziell im Sommer 1986 und 1988 einen deutlichen Rückgang oder Unterbruch der Fk-Produktivität. Nur einzelne lignicole Pilze (z.B. *Coprinus domesticus* und *Psathyrella candolleana*) vermögen während dieser T-bedingten Trockenperiode die Fk-Produktion fortzusetzen, weil ihr Substrat (morsche, moosbewachsene Strünke, Stämme und dicke Äste) ein höheres Wasserrückhalte-Vermögen besitzt als der sandige Oberboden und die locker liegende Streuschicht aus Laub und Zweigen.

Nach ca. Mitte Oktober trocknet der Boden im *Alnetum incanae* infolge rasch sinkender T kaum mehr vollständig aus. Unter diesen Bedingungen führen bereits geringe NS-Mengen zu einer optimalen Wasserversorgung des vegetativen Myzels. Für die spätherbstliche Fruktifikation stellen deshalb Minimum-T und Wärmesummen und nicht die unmittelbaren Vorausgangs-NS die limitierenden Faktoren dar.

Fig. 19a stellt die wöchentliche Anzahl produzierter Pilz-Fk in der VF C (1000 m<sup>2</sup>) als Funktion der wöchentlichen Vorausgangs-NS-Summen dar. Der direkte, optische Vergleich zwischen den sechs Teilgraphiken ist aufgrund der starken Streuung der Punkte und der unterschiedlich hohen Fk-Produktivität der Ektomykorrhiza-bildenden, lignicolen und terricol-saprobien Makromyceten erschwert. Als mathematische Vergleichsbasis wurde deshalb der Korrelationskoeffizient  $r$  zugezogen, welcher die linear-proportionale Beziehung zwischen NS-Menge und Fk-Abundanz misst. Ein erhöhter  $r$ -Wert ergibt sich, wenn NS-Spitzen  $\pm$  regelmässig eine Produktionssteigerung bewirken. Die maximale Korrelation von  $r = 1$  kann infolge der zahlreichen, auf die Pilzfruktifikation einwirkenden Umwelteinflüsse nie erreicht werden.

Den mathematisch offensichtlichsten Zusammenhang zwischen den zwei in

Fig. 19a untersuchten ökologischen Grössen weisen die Lignicolen ( $r_{1987} = 0.33$ ) und die übrigen Saprophyten ( $r_{1988} = 0.25$ ) auf. Saprophytische Pilze sind generell in der Lage, innerhalb weniger Tage mit einer gesteigerten Fk-Produktivität auf erhöhte NS-Mengen zu reagieren (vgl. RÜCKER et al. 1990). Die für die terricolen Saprophyten berechnete Negativ-Korrelation im Jahr 1987 stellt einen untypischen Wert dar, weil er vermutlich auf die teilweise Unterdrückung der Fruktifikation infolge mehrmaliger, hochwasserbedingter Einsandung der VF C zurückzuführen ist.

Demgegenüber zeigen erhöhte wöchentliche Voraugangs-NS keinen bzw. nur einen geringen unmittelbaren Einfluss auf die Fk-Abundanz der Ektomykorrhiza-Pilze. Dieser Befund widerspiegelt die ausgeprägte zeitliche Verzögerung des Auftretens ihrer Fk nach Regenfällen. Werden die NS-Summen der zweiwöchentlichen Voraugangsperioden für die Berechnung der Korrelationskoeffizienten verwendet, so erfährt die Proportionalität zwischen NS-Menge und Fk-Produktivität für die symbiotischen Pilze eine Verbesserung ( $r_{1988} = 0.19$ ), während diejenige für die Saprophyten deutlich abnimmt ( $r_{\max} = 0.13-0.17$ ). Die aufgrund der r-Werte dokumentierte zeitliche Verschiebung der Fruktifikation von Ektomykorrhiza-Symbionten gegenüber NS-Phasen ist durch zahlreiche mykoökologische Untersuchungen belegt (z.B. BIERI und LUSSI 1989, MURAKAMI 1987).

**NS-Spitzen:** Während der Vegetationsperiode bewirken intensive NS oft Maxima in der Fk-Abundanz der Makromyceten. Generell erstreckt sich das Zeitintervall zwischen NS-Spitze und Fruktifikationsschub für Ektomykorrhiza-Pilze über 4-8 Wochen, für Lignicole über 1-4 Wochen und für Streuepilze über einige Stunden bis Tage (AGERER 1985, AGERER und KOTTKE 1981). Die unterschiedliche zeitliche Verzögerung wird in der Literatur mit spezifischen Substrateigenschaften erklärt, indem Streu eine schnelle und Holz eine langsamere Durchnässung während NS-Perioden erfährt. Im Zusammenleben von Ektomykorrhiza-Symbiont und Wirtsbaum wird zunächst der Wasserbedarf des Baumpartners gedeckt, bevor NS-Wasser für das Fruktifizieren des Pilzpartners zur Verfügung steht. Zusätzlich dürfte die Fk-Bildung der symbiotischen Pilze durch Phytohormone, Wurzelexudate und Grundwasser-Versorgung des Myzels über das Wurzelsystem der Bäume eine weitere qualitativ und quantitativ unbekannte Beeinflussung erfahren.

Die Reaktionszeit zwischen NS-Spitze und maximaler Fk-Abundanz kann im speziellen jedoch ausgeprägt art-, standorts- oder saisonabhängig sein (BRUNNER und HORAK 1988). Oft ist der Verlauf und die momentane Konstellation der verschiedenen Wetterfaktoren ausschlaggebend. Die in Fig. 18a darge-

stellten Ektomykorrhiza-Taxa weisen 1986 in auffälliger Übereinstimmung eine zeitliche Verschiebung des herbstlichen Produktionsschubes von 3-4 Wochen gegenüber den Voraugangs-NS auf. 1987 und 1988 sind für *Paxillus filamentosus* Zeitintervalle von 2-6 Wochen, für *Naucoria escharoides* von 2-7 Wochen und für *N. luteolofibrillosa* von 2-5 Wochen zu beobachten, wobei sich aber die auf die Fruktifikation einwirkenden NS-Perioden zeitlich nicht immer exakt begrenzen lassen.

Bei den lignicolen Pilzen der VF C (Fig. 18b) treten die Fk-Spitzen durchschnittlich 1-3 Wochen nach intensiven Regenfällen auf. *Psathyrella candolleana* entwickelt dabei oft nur einen einzigen, signifikanten Produktionsschub. Die Periodizität von *Coprinus domesticus*, ein sowohl Laubholz als auch nackten Sandboden besiedelnder Tintling, umfasst die gesamte Vegetationsperiode und erreicht jährlich mehrere Fruktifikations-Teilmaxima. Diese korrelieren regelmässig mit den NS-Spitzen bei einer ein- bis zweiwöchigen Verzögerung.

Für Humus und Streu abbauende Saprobe (Fig. 18c) lässt sich im Grauerlenwald meistens unmittelbar nach intensiven Regenfällen eine erhöhte Fk-Abundanz feststellen. Speziell *Clitocybe candicans*, 1986 und 1987 einer der produktivsten Makromyceten der untersuchten VF, reagiert auf fast alle NS-Teilmaxima und vermag auch noch geringe Regenmengen für die Fk-Produktion zu nutzen. Diese Beobachtung weist auf ein aktives, räumlich ausgedehntes, vegetatives Myzel hin, welches sehr effizient Wasser aus der Streuschicht absorbieren kann (vgl. HARMAJA 1969). Dagegen sind die zwischen Laub und Zweigen exponiert wachsenden, fragilen, ephemeren Fk von *Mycena acicula* und *M. speirea* in der VF C nur während oder kurzfristig nach Perioden mit erhöhten NS nachzuweisen.

Neben der quantitativen Beeinflussung der saisonalen Fk-Abundanz kommt den NS-Spitzen im Frühling und Frühsommer oft auch eine induzierende Wirkung in bezug auf den Periodizitätsbeginn der saproben Pilzarten zu. Beispielsweise beträgt die wöchentliche Regenmenge im Bestand der VF C unmittelbar vor dem Fruktifikationsstart von *Mycena speirea* im Juni 1987 23.0 mm und im Mai 1988 17.9 mm (1 mm NS = 1 l/m<sup>2</sup>); *Psathyrella candolleana* weist nach zweiwöchentlichen Voraugangs-NS von 24.9 mm im Juli 1987 bzw. von 35.8 mm im Mai 1988 einen erstmaligen Fk-Produktionsschub auf. Insgesamt wurden für die in Fig. 18b, 18c aufgeführten Taxa eine Woche vor den jährlichen Erstfunden durchschnittliche Bestandes-NS von 12.4 mm (Lignicole) bzw. 12.5 mm (übrige Saprobe) registriert. Im Vergleich dazu geben BRUNNER (1987) und BRUNNER und HORAK (1988) für die Fruktifikation

der Pilze in Halbtrockenrasen der Nordschweiz einen wöchentlichen Mindest-NS von 10 mm an, wobei jedoch die den Periodizitätsbeginn induzierende, minimale Regenmenge artspezifisch ausgeprägt variieren kann.

**Trockenperioden:** Die Auswirkungen NS-armer Perioden (wöchentliche NS-Summen im Bestand < 5 mm) auf die Pilzfruktifikation werden durch die Dauer und das saisonale Auftreten bestimmt. Durch Trockenheit geprägte Zeitintervalle von 1-2 Wochen führen im Grauerlenwald sowohl im Frühsommer- als auch im Herbstaspekt zu keinem deutlichen Rückgang der Fk-Produktivität und der Pilzarten-Zahlen (Fig. 18a-c). Während der dreijährigen Untersuchungsperiode wurden jedoch zwei mehrwöchige, fast NS-freie Witterungsabschnitte registriert, welche 1986 von Anfang September bis Mitte Oktober (36.-42. Woche) bzw. 1988 von Mitte Oktober bis Ende November (42.-47. Woche) dauerten. Letzterer beeinflusste die spätherbstliche Fk-Abundanz nur unwesentlich, da der Oberboden zu diesem Zeitpunkt aufgrund der sinkenden T bereits nicht mehr vollständig austrocknete. Demgegenüber bewirkte die frühherbstliche Trockenperiode von 1986, zusätzlich verschärft infolge überdurchschnittlich hoher Monatsmittel-T, einen ausgeprägten Rückgang der wöchentlich produzierten Fk-Menge. Der durch die August-NS in der VF C induzierte Fruktifikationsschub der Ektomykorrhiza-Symbionten brach bereits anfangs Oktober ab. Entsprechend des unterschiedlichen Wasserspeicher-Vermögens der einzelnen Substrate (Holz >> Streu > Sandboden) waren lignicole Taxa noch bis zur 41. Woche (letzter Fund von *Pholiota lucifera*) im *Alnetum* zu beobachten, während Streuepilze mit fragilen Fk (z.B. *Mycena acicula* und *Pholiotina mairei*) schon in der 38. Woche letztmalig in der VF C auftraten. Lediglich die nach den August-NS eine überaus hohe Produktivität aufweisende *Clitocybe candicans* war in der Lage, während der gesamten, siebenwöchigen Trockenperiode die Fruktifikation fortzusetzen, allerdings auf stark reduziertem Niveau. Das NS-Defizit im Herbst 1986 bewirkte vermutlich allgemein eine nachhaltige Schädigung der Fk-Primordien und/oder eine Schwächung der vegetativen Myzelien, weil das nachfolgende NS-Teilmaximum in der 43. Woche nur noch bei wenigen Taxa einen quantitativ geringen Fk-Schub induzierte. Eine Ausnahme bildete wiederum *C. candicans*, welche in der 44. Woche nochmals eine Fk-Abundanz von fast 100 Fk erreichte.

### 3.3.3.2. Temperaturfaktoren

**Minimum-T und Frost:** Die Minimum-T hat einen direkten ökologischen

Einfluss auf die Fk-Produktion der Makromyceten, indem Spätfröste im Frühling und erste Fröste im Herbst die maximal für die Fruktifikation zur Verfügung stehende Vegetationsperiode klar begrenzen (HORAK und GRIESSER 1987, RÜCKER et al. 1990). Fig. 19b zeigt die Abhängigkeit der Fk-Produktivität von der im Bestand der VF C auf der Bodenoberfläche registrierten Minimum-T. Hypothetisch ist ein glockenförmiger Kurvenverlauf zu erwarten, welcher bei mittleren T (optimale Feuchtigkeitsbedingungen) maximale und bei tiefen bzw. hohen T (Frost- und Trockenheitseinfluss) minimale Fk-Mengen aufweist. Diese prognostizierten Relationen werden 1988 sowohl von den Ektomykorrhiza-Pilzen als auch von den Saproben näherungsweise erreicht, wobei für Minimum-T von 3-9°C generell die höchsten Fruktifikationsraten vorliegen. 1987 präsentiert sich der Kurvenverlauf v.a. aufgrund überdurchschnittlich hoher Sommer-NS verzerrt. Die  $\pm$  regelmässig auftretenden, intensiven Regenfälle dieses Jahres ermöglichten es speziell den saproben Pilzen, auch noch bei Minimum-T von 10-13°C eine gesteigerte Fk-Produktion aufrechtzuerhalten.

Im Frühjahr ist die Fruktifikation der Grauerlenwald-Pilze bei T unter dem Gefrierpunkt nahezu vollständig unterbunden (Fig. 18a-c, Fig. 19b). Steigende Minimum-T, oft in Verbindung mit erhöhten NS, ermöglichen nach vollständigem Auftauen des Oberbodens den Periodizitätsbeginn der Makromyceten. Die Fk der produktivsten Ektomykorrhiza-Symbionten treten nach wöchentlichen Vorauskangs-Minimum-T von 2.5-6°C erstmalig in der VF C auf, wobei *Naucoria luteolofibrillosa* sowohl 1987 als auch 1988 frühvernal zu beobachten war. Die Fruktifikationsphasen der agaricalen Lignicolen setzen während des Frühlingaspektes bei minimalen T von 4-6°C ein. *Coprinus domesticus* weist jedoch bereits bei T um den Gefrierpunkt die ersten, oft sprunghaft auftretenden Fk-Schübe auf. Nach einem milden Winter wurden für diesen Tintling im April 1988, als die nächtlichen Bestandes-T noch knapp unter 0°C sanken, pro Woche bereits 273 Fk/1000m<sup>2</sup> gezählt. Der früh-sommerliche Periodizitätsbeginn der meisten terricolen Saproben bedingt in der Regel wöchentliche Vorauskangs-Minimum-T von 4-9.5°C.

Im Spätherbst stellen rasch sinkende T bzw. erste Nachtfröste die limitierenden Faktoren für die Pilzfruktifikation im *Alnetum incanae* dar. Eine erhöhte Fk-Produktivität ist im Oktober und November noch bei kurzfristigen Vorauskangs-T bis -1°C zu registrieren (Fig. 19b). Längerfristige T um den Gefrierpunkt bzw. deutlich unter 0°C sinkende Minimum-T führen zu einem  $\pm$  abrupten Abbruch der Fk-Periodizität fast aller Pilztaxa. Nach starken Herbstfrösten treten Fk der Ektomykorrhiza-Symbionten und der Streuepilze nur

noch vereinzelt in mikroklimatisch günstigen Kleinsthabitaten des Grauerlenwaldes auf (z.B. unter Laub oder am Grunde lebender Baumstämme zwischen Moosen). Dagegen zeigen die Fk einzelner holzbewohnender Pilze (v.a. aphylloporale Taxa) eine erhöhte Frostresistenz.

Die spätherbstliche Induktion der Fk-Produktion durch unter den Gefrierpunkt sinkende T ist in frühzeitig von Frost betroffenen Vegetationseinheiten [z.B. SE-exponierte Mesobrometen (BRUNNER 1987, BRUNNER und HORAK 1988), alpine Rasen vor einsetzendem Dauerfrost (F.GRAF, unpublizierte Daten)] oft zu beobachten. Im untersuchten, klimatisch eher ausgeglichenen Grauerlenwald kommt der frostinduzierten Fruktifikation der Makromyceten jedoch nur eine relativ geringe ökologische Bedeutung zu. Als kältetolerante Pilzart tritt die lignicole *Flammulina velutipes* im Winter aspektbestimmend in den VF A-C auf (Fig. 18b, vgl. FADERL und MOSER 1988). Ihre Fk-Produktion setzt im November bei Minimum-T um 0°C ein, wobei sie die jahreszeitlich vikariierende *F. fennae* (Fk-Periode Juli - November) ablöst. Tiefe T stimulieren auch das Fruktifizieren der Discomyceten *Ciboria amentacea*, *C. viridifusca* und *Mollisia amenticola*; die Fk dieser psychrophilen Taxa lassen sich im Spätherbst und Frühjahr auf Erlenkätzchen und -zäpfchen sammeln.

Obschon fast alle Makromyceten der VF die Reproduktionsphase anfangs Winter beendet haben, kann vermutet werden, dass aktives Wachstum der vegetativen Myzelien im Substrat und Streuabbau auch bei Frost-T stattfinden (HINTIKKA 1964, MOSER 1958c).

**Maximum-T:** Die wöchentlichen, maximalen Bestandes-T auf der Bodenoberfläche im *Alnetum incanae* erreichen im Frühjahr (April - anfangs Mai) und im Hochsommer (Juli - Mitte August) die höchsten Werte (Fig. 18a-c). Zu Beginn der jährlichen Vegetationsperiode steigen die Maximum-T bei noch fehlender Krautschicht und Belaubung der Bäume aufgrund der direkten Sonnenbestrahlung tagsüber stellenweise und kurzfristig bis auf 40°C. Es ist anzunehmen, dass diese extrem hohen T-Bedingungen lokal zu einer oberflächlichen Austrocknung von Totholz, Streu und oberstem Bodenhorizont führen, wodurch die Fk-Bildung der Makromyceten möglicherweise eine negative Beeinflussung erfährt. Die im April und Mai registrierbaren T-Spitzen dürften mykoökologisch jedoch nur eine untergeordnete Rolle spielen, weil zu diesem Zeitpunkt v.a. Spätfröste und steigende Minimum-T die entscheidenden Faktoren für den zeitlichen Beginn der Pilzfruktifikation darstellen. Demgegenüber zeigen die hochsommerlichen Maximum-T eine deutliche Auswirkung auf den Sommeraspekt der Mykoflora im Grauerlenwald. T-Spit-

zen von über 30°C im geschlossenen Bestand bewirken erhöhte Transpiration der Vegetation sowie rasche Verdunstung der NS, so dass trotz Gewitterregen im Juli und August ein T-bedingter Wasserstress im sandigen Oberboden herrschen kann. Der dadurch induzierte Rückgang oder Unterbruch der Fk-Produktion (Sommerdepression, vgl. obigen Text) wird erst nach deutlichem Absinken der T-Maxima gegen Ende August allmählich überwunden. Dieser T-Abfall (1986-1988 jeweils in der 35. Woche) bedeutet gleichzeitig den Beginn des Herbstaspektes.

**Monatliche Mittel-T und Wärmesummen:** Untersuchungen in Fichten- und Buchen-Eichen-Wäldern in SW-Deutschland (AGERER 1985) haben ergeben, dass die Fruktifikation der Ektomykorrhiza-Symbionten und die Mykorrhizen-Bildung an den Feinwurzeln der Wirtsbäume u.a. durch den T-Verlauf in der ersten Jahreshälfte beeinflusst werden. Erhöhte, über dem Mittel liegende Wärmesummen zu Jahresbeginn bewirken bei Ektomykorrhiza-Pilzen ein frühzeitigeres Auftreten der Fk-Teilmaxima. Zusätzlich dürften die saisonalen T-Gänge auch einen Einfluss auf den Fk-Habitus (Stiellänge und -durchmesser) der Makromyceten aufweisen (SHIMONO 1991).

Die Korrelation zwischen den mittels der Zuckerinversions-Methode (PALLMANN et al. 1940) bestimmten, monatlichen Mittel-T im Bestand der VF A-C und der Fruktifikation der Grauerlenwald-Pilze ist aufgrund der relativ kurzen, nur zwei Frühlingsaspekte umfassenden Untersuchungsperiode schwierig zu beurteilen. Fig. 18a-c zeigt jedoch, dass 1988 sowohl im Oberboden als auch auf der Bodenoberfläche ganzjährig höhere monatliche Wärmesummen registriert wurden als 1987. Die Luft-T im Frühjahr 1988 (Januar - April) lagen durchschnittlich 2.1°C über der monatlichen Norm (1987:  $\Delta T_{\text{Monat}} = -0.9^\circ\text{C}$ ), und im Jahrestotal resultierte ein Wärmeüberschuss von 1.5°C (1987:  $\Delta T_{\text{Jahr}} = +0.4^\circ\text{C}$ ). Mykofloristisch widerspiegeln sich diese T-Verhältnisse darin, dass 1988 die produktivsten Ektomykorrhiza-Pilze von *Alnus incana* 2-8 Wochen früher auftraten als 1987. Die totale jährliche Fk-Produktion von *Naucoria escharoides*, *N. luteolofibrillosa* und *Paxillus filamentosus* betrug in der VF C im überdurchschnittlich warmen Jahr 1988 1423 Fk, während im NS-reichen, jedoch kühleren Jahr 1987 nur total 673 Fk gezählt wurden. Diese Daten stimmen mit der Theorie von AGERER (1985) überein und zeigen, dass Mittel-T und Wärmesummen vermutlich ökologisch wichtige Parameter für die Fruktifikation speziell der Ektomykorrhiza-Symbionten, aber auch der saproben Pilze darstellen.

## 4. DISKUSSION

### 4.1. GRÖSSE DER VERSUCHSFLÄCHEN UND BEOBACHTUNGSDAUER

Während der dreijährigen Untersuchungsperiode 1986-1988 wurden in den Rhäzünser Rheinauen (Kanton Graubünden, Schweiz) drei Grauerlen-Standorte (*Alnetum incanae*, VF A-C) und ein Vergleichsstandort mit Sanddorn-Weiden-(Föhren)-Gebüsch (*Hippophaeo-Berberidetum*, VF D) mykosoziologisch und -ökologisch bearbeitet. Insgesamt konnten in den VF A-D 303 Grosspilz-Taxa nachgewiesen werden, welche sich wie folgt auf die unterschiedlich grossen Dauerbeobachtungsflächen verteilen (vgl. Tab. 14):

VF A (600 m<sup>2</sup>) 179 spp.  
VF B (400 m<sup>2</sup>) 151 spp.  
VF C (1000 m<sup>2</sup>) 174 spp.

VF A-C (2000 m<sup>2</sup>) 267 spp.  
VF D (1000 m<sup>2</sup>) 82 spp.

Die in definierten Probeflächen registrierten, mykofloristischen Daten (Artenzahlen, Fk-Abundanz etc.) weisen generell eine deutliche Beeinflussung durch Arealgrösse und Beobachtungsdauer auf (BRANDRUD 1987, BRUNNER 1987, WINTERHOFF 1984b). Diese Tatsache lässt sich auf die niedrige Fruktifikationsrate, die hohe Fk-Dispersion und die durch die Abhängigkeit von bestimmten ökologischen Nischen bedingte Seltenheit vieler Makromyceten zurückführen.

Für die Erfassung der Grosspilzflora auf Waldstandorten werden oft VF von ca. 1000 m<sup>2</sup> Grösse verwendet [z.B. im mitteleuropäischen *Piceetum subalpinum*: HORAK (1985), RÜCKER et al. (1990), SCHMID-HECKEL (1985); im *Gallio-* und *Luzulo-Fagetum*: BIERI und LUSSI (1989); im *Alnetum incanae*: HORAK (1985)]. Ein Vergleich mit den Artenzahl-Areal-Kurven von Grünland-Untersuchungen zeigt, dass mit einer Fläche von 1000 m<sup>2</sup> bei mehrjähriger Beobachtung nur 50% (Dünenrasen: WINTERHOFF 1975) bis 84% (Mesobrometen: BRUNNER 1987) aller Pilzarten des Habitates registriert werden können. Diese auf Rasengesellschaften bezogenen Verhältnisse dürften nicht in gleichem Masse für Waldstandorte Geltung haben. Trotzdem wird dadurch hervorgehoben, dass für die möglichst vollständige Aufnahme der Pilzarten einer Phytozoenose VF von über 1000 m<sup>2</sup> Gesamtfläche oder eine längere Beobachtungsdauer notwendig sind. Die von manchen Mykosoziologen geforderten Probeflächen von 5000 m<sup>2</sup> Grösse (z.B. HAAS 1958a, KALAMEES 1968) ergeben jedoch einen unverhältnismässig hohen Zeitaufwand für die Feldar-

beit und die mikroskopische Aufarbeitung des Fundmaterials, wobei zusätzlich die Gefahr der Inhomogenität der untersuchten Bestände besteht.

Weitere methodische Schwierigkeiten treten durch das nur sporadische Fruktifizieren und die jährlich stark ändernde Fk-Abundanz der Grosspilze auf. In den meisten Jahren liegt bezüglich der Fk-Funde lediglich ein verarmtes Spektrum der tatsächlich vorhandenen Pilzarten-Vielfalt vor, während ein Maximalaspekt im Durchschnitt nur alle 5 Jahre zu registrieren ist (WINTERHOFF 1984b). Diese spezielle mykoökologische Problematik bedingt langfristige Beobachtungsperioden [z.B. 10-15jährige Perioden der Datenerhebung im Feld: HORAK (1985), HORAK und RÖLLIN (1988), RICEK (1981)]. Die meisten mykosoziologischen Studien basieren aber aus arbeitstechnischen und oft finanziellen Gründen auf 1-3jährigen Feldbeobachtungen.

Unter Berücksichtigung der diskutierten Aspekte kann festgehalten werden, dass die in den eigenen Untersuchungen verwendete Methodik eine repräsentative Erfassung der Gesamtpilzflora in den bearbeiteten Pflanzengesellschaften ermöglicht haben dürfte. Sporadische Kontrollen der VF-Randzonen ergaben nur eine geringe Zahl zusätzlicher, nicht in den Dauerflächen festgestellter Makromyceten-Taxa. Die annähernd parabelförmigen Summationskurven der in den Probenflächen wöchentlich neu registrierten Spezies (vgl. Fig. 11a, 11b), welche nach Abschluss der Untersuchungsperiode immer noch steigende Tendenz aufweisen, deuten jedoch darauf hin, dass bei fortgesetzter Beobachtung weitere Pilzarten zu erwarten sind. Aufgrund des Kurvenverlaufes kann spekuliert werden, dass die Artenzahl nach dem dritten Untersuchungsjahr in den Grauerlen-VF noch um 50 spp. (20%) und in der Sanddorn-Weiden-VF noch um 20 spp. (25%) zunehmen würde.

## 4.2. STANDORTSBEDINGUNGEN UND PILZFLORA

### 4.2.1. Einfluss von Bodeneigenschaften und Vegetation

Die bodenchemischen und -physikalischen Eigenschaften eines Standortes bestimmen zusammen mit der Vegetation das lokale Artenspektrum der Pilzflora.

**Bodeneigenschaften und Pilzflora:** Die edaphischen Faktoren haben einen direkten Einfluss auf das Auftreten der terricolen Makromyceten. Dabei muss zwischen bodenvagen Arten einerseits und Taxa mit Präferenz für spezifische Standortbedingungen andererseits unterschieden werden. Bodenvage Pilze zeigen eine ökologisch weite Toleranz bezüglich Bodenreaktion, -feuchte und

-Nährstoffgehalt. Entsprechend sind sie in unterschiedlichsten Biotopen zu beobachten und weisen zusätzlich oft ein ausgedehntes geographisches Verbreitungsareal auf (KREISEL 1987, RICEK 1989).

Demgegenüber hängt das Vorkommen bodenspezifischer Pilzarten von definierten Bodeneigenschaften ab. Durch ihr Auftreten machen sie als Indikatoren auf diese speziellen Standortfaktoren aufmerksam. Basierend auf langjährigen Feldbeobachtungen lassen sich analog zu den pflanzenökologischen Zeigerarten (LANDOLT 1977) deshalb auch mykoökologische Zeigerarten abgrenzen (BOHUS 1973, 1984, BOHUS und BABOS 1967, HAAS 1958b). Für die Beurteilung bodenkundlicher Kennwerte eignen sich v.a. Ektomykorrhiza-Pilze und terricole Saprobe. Die das liegende Totholz besiedelnden Lignicolen können ebenfalls auf gewisse Bodenbedingungen hinweisen, weil ihr Substrat infolge Nährstoff- und Feuchtigkeits-Diffusion eine Beeinflussung durch den Untergrund erfährt. In der Literatur sind oft unterschiedliche Angaben bezüglich der Aussagekraft mykoökologisch relevanter Pilzarten zu finden. Diese Tatsache ist u.a. dadurch zu erklären, dass viele Taxa lokale, substratspezifische Sippen ausbilden, welche morphologisch schwierig zu unterscheiden sind, aber ökologisch verschiedene Zeigereigenschaften aufweisen (Ökotypen, vgl. LANDOLT 1977).

Die untersuchten Auen-Standorte zeichnen sich durch wechselfeuchte bzw. wechselflockene und basenreiche Böden aus (vgl. Kap. 3.1.4). Periodischer Grundwasseranstieg und sporadische Überschwemmungen bedingen einen  $\pm$  hohen Nährstoffgehalt, welcher insbesondere mittels der durchschnittlichen ökologischen N-Zahl der Pflanzengesellschaften nachgewiesen werden kann (vgl. Kap. 3.1.1.2). Diesen Bodeneigenschaften entsprechend treten in der lokalen Pilzflora speziell Feuchtigkeits-, Kalk- und Nährstoffzeiger auf. Dabei sind die edaphischen Unterschiede zwischen den VF A-C (*Alnetum incanae*) und der VF D (*Hippophao-Berberidetum*) auch anhand der mykoökologischen Zeigerarten deutlich abgrenzbar, weil die VF D wegen ausgeprägter Bodentrockenheit und kleinflächiger Auswaschung von Ca-Ionen vermehrt trockenheitstolerante bzw. acidophile Pilzarten aufweist.

Die bodenkundlichen Zeigereigenschaften der nachfolgend aufgeführten Makromyceten der VF A-D (Zuweisung der VF in Klammern) wurden aufgrund der ökologischen Daten in den Publikationen von ARNOLDS (1982), BOHUS (1984), BREITENBACH und KRÄNZLIN (1991), DERBSCH und SCHMITT (1987), KREISEL (1987), RICEK (1989) und SCHMID-HECKEL (1985) beurteilt. Die mykosoziologische Interpretation der spezifischen Bodenverhältnisse im Auenbereich und der mykofloristische Vergleich mit Untersuchungen aus anderen

mitteleuropäischen Weich- und Hartholzauen (z.B. EINHELLINGER 1973, HORAK 1985, STANGL 1970) sind Gegenstand der Diskussion in Kap. 4.3 und Kap. 4.4.

Zeigerarten für feuchte bis nasse Böden: *Collybia cookei* (A, C) - *Coprinus stercoreus* (B) - *Daedaleopsis confragosa* (A-D) - *Flammulina velutipes* (A-C) - *Marasmiellus vailantii* (B) - *Marasmius epiphyllus* (A) - *M. limosus* (B) - *Mycena acicula* (A-D) - *M. renati* (A-C) - *M. speirea* (A-D) - *Naucoria escharoides* (A-C) - *N. scolecina* (A, C) - *Paxillus filamentosus* (A-C) - *Phaeomarasmius erinaceus* (B) - *Pluteus romellii* (A-D) - *P. thomsonii* (A, B) - *Psathyrella spadiceogrisea* (A-C) - *Tremiscus helvelloides* (A, C) - *Tubaria conspersa* (B).

Zeigerarten für trockene Böden: *Agrocybe semiorbicularis* (D) - *Bovista tomentosa* (D) - *Conocybe pseudopilosella* (A, C, D) - *Lycoperdon lividum* (D) - *Schizophyllum commune* (A, D).

Zeigerarten für kalkhaltige Böden bzw. neutrale bis basische Bodenreaktion: *Bovista tomentosa* (D) - *Clitocybe candicans* (A-D) - *Conocybe pseudopilosella* (A, C, D) - *C. semiglobata* (C, D) - *Coprinus lagopus* (A-C) - *Cystolepiota sistrata* (A-D) - *Inocybe bongardii* (D) - *I. hirtella* (B, D) - *I. nitidiuscula* (A) - *Lactarius semisanguifluus* (D) - *Lepista glaucocana* (A-C) - *Leucopaxillus mirabilis* (C) - *Lycoperdon lividum* (D) - *Marasmius lupuletorum* (B) - *Micromphale brassicolens* (B) - *M. foetidum* (A, B) - *Peziza succosa* (A-C) - *Pholiotina brunnea* (A, C) - *Rhodocybe nitellina* (B) - *Suillus tridentinus* (D) - *Tremiscus helvelloides* (A, C).

Zeigerarten für saure Böden: *Hebeloma mesophaeum* (D) - *Inocybe muricellata* (D) - *Marasmius androsaceus* (D) - *Mycena epipterygia* (B) - *Panaeolus rickenii* (D) - *Pholiotia lubrica* (A, C) - *Ph. spumosa* (C).

Zeigerarten für nährstoffreichere Böden: *Conocybe dumetorum* (A-C) - *C. kuehneriana* (A, C) - *C. pilosella* (C) - *Coprinus cortinatus* (A-C) - *C. lagopus* (A-C) - *C. plicatilis* (B, C) - *Cystolepiota sistrata* (A-D) - *Entoloma clandestinum* (A-D) - *Humaria hemisphaerica* (B) - *Marasmius rotula* (A) - *Mycena vitilis* (A, B) - *Naucoria escharoides* (A-C) - *N. scolecina* (A, C) - *Omphalina griseopallida* (C) - *Pholiotina aporos* (A-C) - *Ph. arrhenii* (B-D) - *Ph. filaris* (C) - *Ph. mairei* (A-C) - *Ph. striaepes* (C) - *Psathyrella conopilus* (A, B) - *P. gracilis* (A, C) - *P. marcescibilis* (A-C) - *P. spadiceogrisea* (A-C) - *Tremiscus helvelloides* (A, C) - *Volvariella murinella* (A).

Zeigerarten für stickstoffreiche Böden [oft an (sub)ruderalen Standorten]: *Agrocybe praecox* (B) - *Conocybe rickeniana* (A, C) - *C. semiglobata* (C, D) - *C. sienophylla* (C, D) - *C. subovalis* (C) - *Coprinus atramentarius* (A-C) - *C. disseminatus* (A-C) - *Entoloma pleopodium* (A, C) - *Hebeloma mesophaeum* (D) - *Lepiota cristata* (C) - *Melanophyllum echinatum* (C) - *Pholiotina brunnea* (A, C) - *Psathyrella prona* (A-C) - *Stropharia caerulea* (A-C).

**Vegetation und Pilzflora:** Die Mykozoenosen stehen in enger Beziehung zu den Phytozoenosen, indem Standort sowie Zusammensetzung und Struktur der Pflanzengesellschaften die Makromycetenflora beeinflussen (ARNOLDS 1981, 1982, BOHUS und BABOS 1960, BON und GEHU 1973, CARBIENER et al.

1975, DARIMONT 1973, HAAS 1933, WATLING 1981). Das Auftreten obligater Ektomykorrhiza-Symbionten hängt vom Vorhandensein ihrer Wirtsbäume ab (HARLEY und SMITH 1983, TRAPPE 1962). Die Diversität des organischen Substrates (stehendes und liegendes Totholz, Streu, Humus) bestimmt die quantitative und qualitative Vielfalt an saproben Pilztaxa.

Neben dem Artenspektrum kommt auch dem Bestandesalter der Phytozoosen eine wesentliche Bedeutung zu. Mit fortschreitender Entwicklung einer Pflanzengesellschaft lässt sich eine Sukzession in der Zusammensetzung der Pilzflora beobachten, welche eine Abfolge von Pionierstadium und nachfolgender Phasen des Bestandesalters umfasst. Der Einfluss des Baumalters auf Artenzahl und Fk-Produktivität der Grosspilze ist durch die Untersuchungen von FORD et al. (1980, für Birke), RICEK (1981, für Fichte) und RÜCKER et al. (1990, für Fichte) belegt.

An Erlen-Standorten erfahren die vegetativen Myzelien der terricolen Makromyceten eine zusätzliche Beeinflussung durch die Luftstickstoff fixierenden Wurzelknöllchen-Bakterien von *Alnus* (ACKERMANS et al. 1984). Die *Frankia*-Symbiose bewirkt eine Nährstoffanreicherung im Boden, wobei stickstoffreiche Verbindungen durch Wurzelexudate und Abbau der Erlenstreu freigesetzt werden (HUSS-DANELL 1986a, 1986b). Dadurch dürfte das Vorkommen nitrophiler bzw. nitrotoleranter Pilzarten wesentlich begünstigt werden.

Pflanzengesellschaften und deren Biotope lassen sich aufgrund mykosoziologischer und -ökologischer Kriterien gut charakterisieren. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Zahl der gesellschaftsvagen Pilzarten meistens bedeutend höher liegt als diejenige der Charakterarten (DÖRFELT 1981, RÜCKER et al. 1990). Dementsprechend ergeben sich oft Schwierigkeiten bei der Bezeichnung von Grosspilz-Kennarten für pflanzensoziologische Einheiten niederer Rangstufe (z.B. der Assoziation). Die Definition spezieller Pilzgesellschaften (vgl. z.B. BON und VAN HALUWYN 1981, RICEK 1981) erweist sich wegen der kleinflächigen Heterogenität von Phytozoosen und der dadurch bedingten Mannigfaltigkeit an substratspezifischen Mikrohabitaten als problematisch (ARNOLDS 1988b).

Die Zahl der mykosoziologischen Publikationen ist im Vergleich zur umfassenden pflanzensoziologischen Literatur wenig umfangreich. Insbesondere methodische Schwierigkeiten sind dafür verantwortlich, dass mykologische Aspekte trotz ihrer ökologisch signifikanten Aussagekraft in vegetationskundlichen Aufnahmen selten Berücksichtigung finden. Als hauptsächliche Gründe lassen sich langfristige Feldbeobachtungen, zeitintensive Aufarbeitung und

Bestimmung der Pilztaxa und nicht zuletzt die oft fehlende Spezialliteratur anführen (SCHMID-HECKEL 1985, WINTERHOFF 1984b).

#### 4.2.2. Einfluss von Witterung und Hochwasser

Die Wetterfaktoren und der durch die Wasserstandsschwankungen des Flusses bedingte Wechsel zwischen Grundwasseranstieg, Überschwemmung und Bodentrockenheit wirken auf die Periodizität und die Fk-Produktivität der Grosspilze im flussbegleitenden Grauerlenwald ein.

**Witterung und Pilzfruktifikation:** In den untersuchten Auenwald-Standorten wurde festgestellt, dass saisonale Bestandes-NS (= NS im offenen Gelände minus Interzeption) und Minimum-T auf der Bodenoberfläche diejenigen mikroklimatischen Parameter sind, welche die Pilzfruktifikation direkt und nachhaltig beeinflussen (vgl. Kap. 3.3.3). Speziell die in den Monaten Mai und Juni sowie August bis Oktober registrierbaren Regenmengen sind für die Fk-Abundanz der Makromyceten quantitativ entscheidend. Im Hochsommer bewirken hohe Mittel- und Maximum-T trotz gewitteriger NS einen Produktivitäts-Rückgang oder -Unterbruch (Sommerdepression), weil erhöhte Verdunstung und gesteigerte pflanzliche Transpiration eine Stresssituation bezüglich der Wasserversorgung im Oberboden hervorrufen.

NS-Spitzen induzieren oft Fk-Maxima, wobei phänologisch eine  $\pm$  deutliche zeitliche Verzögerung zu beobachten ist (AGERER 1985, AGERER und KOTTKE 1981). Diese Reaktionszeit, welche u.a. von der Ökophysiologie der einzelnen Pilzarten und von der gattungs- und artspezifisch variierenden Entwicklungsdauer der Fk-Primordien abhängt, beträgt im untersuchten Grauerlenwald 2-7 Wochen für Ektomykorrhiza-Symbionten, 1-3 Wochen für Lignicole und meistens nur wenige Tage für terricole Saprobe. Trockenperioden von mehr als drei Wochen Dauer führen zu einem raschen Rückgang der Fk-Produktion. Dabei kommt dem unterschiedlichen Wasserspeicher-Vermögen der Substrate (Holz >> Streu > Sandboden) eine wesentliche Bedeutung zu. Der NS-arme Herbst 1986 hat zudem gezeigt, dass langfristige Trockenperioden möglicherweise auch (?) eine nachhaltige Schädigung der Fk-Primordien bedingen.

Die Pilzsaison wird durch Früh- und Spätfröste jahreszeitlich begrenzt. Steigende Minimum-T zu Beginn der Vegetationsperiode induzieren, oft in Verbindung mit erhöhten NS-Mengen, die Fk-Produktion zahlreicher Grosspilze. Im Frühlings- und Frühsommeraspekt des *Alnetum incanae* liegt die wöchentliche Minimum-T vor den Erstfunden durchschnittlich bei 2.5-6°C für

Ektomykorrhiza-bildende, bei 0-6°C für lignicole und bei 4-9.5°C für terricol-saprobe Taxa. Der T-Verlauf in der ersten Jahreshälfte und die Wärmesummen zu Jahresbeginn beeinflussen speziell das zeitliche Auftreten der Produktivitäts-Maxima von Ektomykorrhiza-Symbionten (AGERER 1985).

Rasch sinkende Minimum-T bzw. erste Nachfröste führen im Oktober und November bei fast allen Pilzarten zu einem ± abrupten Ende der Fk-Periodizität (RÜCKER et al. 1990). Eine erhöhte, herbstliche Fk-Produktivität ist im Grauerlenwald nur noch bei kurzfristigen Vorauskangs-Minimum-T bis -1°C festzustellen. Das nach dreijähriger Feldarbeit vorliegende Pilzartenspektrum verdeutlicht, dass der frostinduzierten Fk-Bildung im Untersuchungsgebiet mykoökologisch keine relevante Bedeutung zukommt (Ausnahme: *Flammulina velutipes*, einziger agaricaler Grosspilz der VF A-C mit froststimulierter Fruktifikation; vgl. aber BRUNNER 1987, FADERL und MOSER 1988).

Die nachfolgend aufgeführten meteorologischen Parameter sind in den eigenen Untersuchungen unberücksichtigt geblieben. In der Literatur wird jedoch auf die mykoökologische Bedeutung dieser Klimafaktoren hingewiesen, welche die Pilzfruktifikation (Primordienbildung, Fk-Wachstum, Sporulation) möglicherweise bzw. erwiesenermassen auch massgeblich beeinflussen: Wind (HORAK 1963, MOSER 1965), Luftfeuchtigkeit (AGERER 1985, HAARD und KRAMER 1970, KÄLIN und AYER 1983), Tagesmittel-T (AGERER 1985), Sonnenscheindauer (AYER 1990).

**Hochwasser und Pilzfruktifikation:** In der Fluss-Aue stellen periodischer Grundwasseranstieg und Überschwemmungen charakteristische, dominante, dynamische Standortfaktoren dar, weil sie dem Auenboden Nährstoffe zuführen und durch Erosion bzw. Sedimentation neue Initialstadien für die Entwicklung in Richtung Klimax schaffen (ELLENBERG 1986, MOOR 1958).

Während der Beobachtungsperiode 1986-1988 bewirkte die maximale Hochwasserführung des Hinterrheins sowohl im Juli 1987 (30jähriges Spitzenhochwasser) als auch im August 1988 (100jähriges Spitzenhochwasser) eine ± vollständige Einsandung der VF A-C (*Alnetum incanae*). Als auffälligste Folge wurde die Fk-Produktion fast aller terricolen Makromyceten sofort unterbrochen (vgl. Kap. 3.3.1.2). Die Fruktifikation setzte bereits wenige Wochen nach den Überschwemmungen wieder verstärkt ein, jedoch konnte eine deutliche Förderung bzw. Hemmung einzelner Pilztaxa beobachtet werden. Dabei dürfte die Stimulierung bzw. Schwächung vegetativer Myzelien im Oberboden kleinflächig zu veränderten interspezifischen Konkurrenzverhältnissen geführt haben. Nach der mehrmaligen, hochwasserbedingten Ab-

gerung von Flusssedimenten im untersuchten Grauerlenwald wiesen speziell terricol-saprobe Pilzarten auf nacktem Sandboden (v.a. *Conocybe*, *Coprinus*, *Pholiotina*, *Psathyrella* spp.) und Ektomykorrhiza-Symbionten (v.a. *Naucoria* spp.) eine erhöhte Fk-Abundanz auf, während für Streu abbauende Pilze (v.a. *Clitocybe*, *Lepiota*, *Melanoleuca*, *Pholiota* spp.) z.T. ein nachhaltiger Produktionsrückgang zu registrieren war.

Im Gegensatz dazu standen Oberboden und Pilzflora der VF D (*Hippophae-Berberidetum*) wegen der Terrassenlage des Standortes nicht unter direktem Einfluss der Hochwasser, so dass keine Unterbrechung der Vegetationsentwicklung stattfand.

Tab. 20 gibt einen Überblick über diejenigen Makromyceten des *Alnetum incanae*, für welche eine hochwasserbedingte, positive oder negative Reaktion

**Tab. 20.** Pilzarten des Grauerlenwaldes mit stimulierter (+) bzw. gehemmter (-) Fruktifikation nach hochwasserbedingter Einsandung (Juli 1987, August 1988) der untersuchten Auenstandorte; die jährlichen, total in den VF A-C (2000 m<sup>2</sup>) produzierten Fk-Mengen sind für die Periode 1986-1988 angegeben.

*Selection of fungal species whose fructification was either stimulated (+) or inhibited (-) after flooding (July 1987, August 1988) of the investigated plots in Alnus incana forest; the total number of yearly produced fruitbodies on research sites A-C (2000 m<sup>2</sup>) is listed for the period 1986-1988.*

Pilzarten +	86	87	88	Pilzarten -	86	87	88
<i>Conocybe mesospora</i>	0	12	16	<i>Clitocybe alnetorum</i>	124	26	0
<i>C. pseudopilosella</i>	1	12	18	<i>C. candicans</i>	4632	745	12
<i>C. rickeniana</i>	0	2	33	<i>C. pseudoobbata</i>	96	32	0
<i>C. subovalis</i>	1	6	11	<i>Crucibulum laeve</i>	500	300	11
<i>Coprinus cortinatus</i>	1	35	127	<i>Cyathus striatus</i>	300	64	13
<i>C. domesticus</i>	279	1475	1885	<i>Cystolepiota sistrata</i>	466	378	91
<i>C. kuehneri</i>	0	5	107	<i>Entoloma clandestinum</i>	24	3	1
<i>C. lagopus</i>	0	2	13	<i>Lepiota cristata</i>	220	0	1
<i>C. leiocephalus</i>	12	36	71	<i>L. aff. lilacea</i>	134	20	1
<i>Cyathus olla</i>	1	11	27	<i>Macrotyphula fistulosa</i>	43	25	3
<i>Entoloma</i> sp. Nr. 17838	3	7	19	<i>Melanoleuca brevipes</i>	89	5	0
<i>Flammulina velutipes</i>	0	52	80	<i>M. aff. paedida</i>	30	7	5
<i>Inocybe ochracea</i>	1	7	12	<i>Pholiota decussata</i>	24	1	2
<i>Naucoria escharoides</i>	3	367	199	<i>Ph. lubrica</i>	19	9	3
<i>N. luteolofibrillosa</i>	107	824	1491	<i>Psathyrella immaculata</i>	143	43	4
<i>Pholiotina aporos</i>	0	1	93	<i>Rhodocybe ardosiacae</i>	114	26	7
<i>Ph. mairei</i>	4	187	42	<i>Tremiscus helvelloides</i>	21	17	6
<i>Pluteus cinereofuscus</i>	18	354	171				
<i>Psathyrella conopilus</i>	29	90	161				
<i>P. prona</i>	8	25	33				
<i>P. spadiceogrisea</i>	16	72	176				
<i>Tarsetta cupularis</i>	3	271	1473				
<i>Typhula</i> aff. <i>variabilis</i>	0	4	17				

bezüglich ihrer Fruktifikation vermutet wird. Bei der Durchsicht der Artenliste ist zu berücksichtigen, dass sich die mykosoziologisch-ökologischen Folgen der Überschwemmungen aufgrund der Komplexität der Standortsfaktoren und der zeitlich relativ kurzen Beobachtungsperiode vor und nach den Hochwasser-Ereignissen nur spekulativ beurteilen lassen. In der Literatur fehlen vergleichbare Untersuchungen über den Einfluss überschwemmungsbedingter Zyklen auf die Mykoflora der flussbegleitenden Auenwälder.

#### 4.3. MYKOSOZIOLOGISCHE CHARAKTERISIERUNG DER MITTELEUROPÄISCHEN GRAUERLEN-AUENWÄLDER (*Alnetum incanae*)

**Eigene Untersuchungen:** Von 1986-1988 wurden in den Grauerlen-Auenstandorten (VF A-C, 2000 m<sup>2</sup>, 78 Begehungen) 267 Grosspilztaxa registriert. Die Artenzahl der Makromyceten, welche bei fortgesetzter Beobachtungsdauer und spezieller Berücksichtigung der *Corticaceae*, Discomycetes und Sphaeriales (vgl. GRAUWINKEL 1987, HORAK und BAICI 1990, LUCCHINI et al. 1990) weiter ansteigen würde, liegt fast doppelt so hoch wie diejenige der Phanerogamen im selben Areal. Bezüglich der Ökologie dominieren die lignicolen Pilze mit 51% aller festgestellten Taxa, während die Ektomykorrhizapilze mit 5% Artenanteil proportional untervertreten sind. Daraus ergibt sich ein Verhältnis der Artenzahlen von Ektomykorrhiza-Symbionten zu Saproben von 0.07. Dieser Wert ist im Vergleich zu Buchen-Eichen-Wäldern (0.5-1.3: AGERER und KOTTKE 1981, KOST und HAAS 1989) oder Fichtenwäldern (0.7-1.7: RÜCKER et al. 1990, SCHMID-HECKEL 1985) auffallend niedrig.

**Allgemeine mykoökologische Aspekte:** Die eigenen Resultate weisen eine gute Übereinstimmung mit den Untersuchungen aus anderen mittel- und osteuropäischen Auenwäldern auf (Tab. 21), wobei sich einige allgemeine, charakteristische Kriterien in bezug auf die Mykoflora des *Alnetum incanae* hervorheben lassen:

1) **Ausgeprägter Frühlingsaspekt:** Nach den letzten Spätfrösten ermöglichen steigende Minimum-T die Entwicklung eines produktiven, frühsaisonalen Pilzaspektes (EINHELLINGER 1973, STANGL 1970). Typische vernale Makromyceten des Grauerlenwaldes sind z.B. *Coprinus domesticus*, *Pholiotina aporos* und *Psathyrella spadiceogrisea* sowie die Discomyceten *Mitrophora semilibera*, *Morchella esculenta*, *Ptychoverpa bohemica* und *Verpa digitaliformis*. Die gesteigerte Fk-Abundanz während des Frühlingsaspektes er-

**Tab. 21.** Vergleich der Mykoflora der VF A-C (*Alnetum incanae*) und der VF D (*Hippophao-Berberidetum*) mit mykosoziologischen Untersuchungen aus mittel- und osteuropäischen Weich- und Hartholzauen sowie aus Laub- und Nadelwäldern ausserhalb des Auenbereiches unter spezieller Berücksichtigung der Basidiomycetes ohne Corticiaceae s.l.  
*The fungus flora at research sites A-D in comparison to published mycosociological data from other Central and East European riverine forests and from ecologically comparable deciduous and coniferous forests; in the list, only taxa of Basidiomycetes (without Corticiaceae s.l.) are considered.*  
 Myk. = Ektomykorrhiza-Symbionten - ectomycorrhizal symbionts, Lig. = Lignicole - lignicolous fungi, Sap. = übrige Saprobe - other saprobic fungi; Ektomykorrhiza-Gattungen - ectomycorrhizal genera: Cort. = Cortinarius, Inoc. = Inocybe, Lact. = Lactarius, Nauc. = Naucoria, Russ. = Russula, Trich. = Tricholoma.

Waldgesellschaften	Land, Literatur	Areal [m <sup>2</sup> ]	ΣArten	Myk. [%]	Lig. [%]	Sap. [%]	Σ <sub>total</sub>			Artenzahlen Myk.			
							Cort.	Inoc.	Lact.	Nauc.	Russ.	Trich.	
<b>Auenwälder</b> <i>Alnetum incanae</i>	Schweiz, VF A-C	2000	216	6	48	46	14	1	8	0	4	0	0
	Schweiz, HORAK 1985	1000	139	11	27	62	15	4	4	1	3	0	0
	Deutschl., EINHELLINGER 1973	-	115	16	55	29	18	2	8	1	5	0	0
	Deutschl., STANGL 1970	-	89	21	43	36	19	3	6	0	4	0	0
	Polen, BUJAKIEWICZ 1981	700	72	19	38	43	14	4	1	2	4	1	0
	Deutschl., EINHELLINGER 1973	-	137	21	48	31	29	0	21	0	0	3	1
<i>Ulmo-Fraxinetum</i>	Deutschl., KOST und HAAS 1989	-	101	12	50	38	12	0	11	0	0	0	0
	Deutschl., STANGL 1970	-	81	10	44	46	8	0	6	0	0	0	0
	Schweiz, VF D	1000	78	24	24	52	19	3	9	2	0	0	1
<b>Laubwälder</b> (exkl. Auen) <i>Fago-Quercetum</i> <i>Quercu-Carpinetum</i>	Deutschl., AGERER und KOTTKE 1981	1200	97	56	15	29	54	3	12	8	0	20	2
	Deutschl., KOST und HAAS 1989	-	96	35	35	30	34	0	4	4	0	12	3
	Deutschl., KOST und HAAS 1989	-	224	48	26	26	108	9	14	16	0	42	5
<b>Nadelwälder</b> (exkl. Auen) <i>Piceetum subalpinum</i> <i>Pinetum silvestris</i>	Schweiz, HORAK 1985	1000	306	46	19	35	139	46	21	5	0	15	13
	Deutschl., SCHMID-HECKEL 1985	900	125	40	20	40	50	9	13	6	0	5	2
	Österreich, RÜCKER et al. 1990	1000	91	63	9	28	57	7	9	8	0	17	1
	Schweiz, HORAK 1985	1000	55	55	14	31	30	4	6	1	0	6	3

fährt nach Mitte Juni einen starken Rückgang infolge hochsommerlicher T und Trockenheit. Die Sommerdepression wird mit dem Absinken der Maximum-T gegen Ende August allmählich überwunden und geht anschliessend in den herbstlichen Jahres-Hauptaspekt über.

2) **Hohe Fk-Dispersion:** Fk-Massenvorkommen lassen sich in Auenwäldern nur für wenige Grosspilzarten nachweisen (BUCH und KREISEL 1957, CARBIENER 1981). Die geringe Fk-Dichte der meisten terricolen Taxa dürfte auf die üppig entwickelte, fast vollständig geschlossene Krautschicht (BUJAKIEWICZ 1989) und die periodische, hochwasserbedingte Einsandung der Bodenoberfläche zurückzuführen sein. In den untersuchten Grauerlen-VF (2000 m<sup>2</sup>) wurde eine Produktivität von mehr als 1000 Fk/Jahr lediglich für die saproben *Clitocybe candicans*, *Coprinus disseminatus*, *C. domesticus* und *Tubarina conspersa* sowie für die Ektomykorrhiza-bildende *Naucoria luteolofibrillosa* festgestellt.

3) **Artenreichtum an Lignicolen:** Auen zeichnen sich durch eine grosse Menge an liegendem und stehendem Totholz aus, welches sich in verschiedenen Stadien des mikrobiellen Abbaus befindet. Der mykofloristische Vergleich mit Wäldern ausserhalb des Auenbereiches (Tab. 21) zeigt, dass in Weich- und Hartholzauen aufgrund dieses speziellen Substratangebotes ein maximaler Artenreichtum an lignicolen Taxa vorliegt (CARBIENER 1981, KNOCH und BURCKHARDT 1974). Zu den aktiven Holzdestruenten der Grauerlenwälder gehören v.a. Vertreter der agaricalen Gattungen *Coprinus*, *Crepidotus*, *Mycena* und *Psathyrella* sowie der aphylophoralen Gattungen *Daedaleopsis*, *Phellinus*, *Polyporus* und *Trametes*. Charakteristisch für das *Alnetum incanae* des Alpengebietes ist das bei Spitzenhochwasser eingeschwemmte Nadelholz von *Larix*, *Picea* und *Pinus*, welches das Vorkommen zahlreicher Makromyceten der montanen und subalpinen Nadelwaldzone in den Auen ermöglicht. Zu diesen standortsfremden Pilzen zählen z.B. *Galerina marginata*, *Gymnopilus hybridus*, *Pholiota* spp. und *Xeromphalina campanella*. Die Nadelholz abbauende *Fomitopsis pinicola* geht im flussbegleitenden Auenwald oft auf Holz von *Alnus incana* über.

4) **Vielfalt an terricolen Saproben:** Die artenreiche Gruppe der terricol-saproben Makromyceten auf Humus, Laub und krautigem Detritus umfasst hauptsächlich Taxa mit fragilen, ephemeren Fk, welche auf ein humides Mikroklima hinweisen (BUJAKIEWICZ 1989, CARBIENER 1981). Die produktivsten Streuepilze des Grauerlenwaldes sind den Gattungen *Clitocybe*, *Conocybe*, *Cystolepiota*, *Marasmius*, *Mycena* und *Pholiotina* zuzuordnen. Basen- und Nährstoffreichtum der Auenböden fördern speziell das Vorkommen von basi-

philen und nitrotoleranten bodenbewohnenden Saproben (vgl. Kap. 4.2.1). Die Ablagerungen von organischem Schwemmaterial während Hochwasserperioden bewirken eine zusätzliche lokale Eutrophierung und bieten Pilzarten semiruderaler Standorte einen Lebensraum im Auenbereich.

**5) Artenarmut an Ektomykorrhiza-Pilzen:** Ein mykofloristisch charakteristisches Element von Auenwäldern ist in der geringen Zahl der Ektomykorrhiza-Symbionten zu sehen (BUCH und KREISEL 1957, CARBIENER 1981, CARBIENER et al. 1975, EINHELLINGER 1973, KOST und HAAS 1989). Tab. 21 zeigt, dass der Anteil Ektomykorrhiza-bildender Pilzarten in mitteleuropäischen Weich- und Hartholzauen nur 10-20% des Gesamtartenbestandes erreicht, während er in Laub- und Nadelwäldern ausserhalb der Auenkomplexe auf 40-60% ansteigt. Die Ektomykorrhiza-Pilzflora des *Alnetum incanae* wird von *Naucoria escharoides*, *N. luteolofibrillosa* und *Paxillus filamentosus* geprägt. Diese Symbionten sind obligat mit (Grau-)Erle vergesellschaftet und an die speziellen edaphischen Verhältnisse adaptiert. Die aufgrund der periodischen Überschwemmungen oft gestörte Standortentwicklung fördert das Auftreten zahlreicher, ein unspezifisches Wirtsspektrum aufweisender *Inocybe*-Arten. Im Gegensatz dazu steht das fast vollständige Fehlen der wichtigen Ektomykorrhiza-Gattungen *Amanita*, *Boletus*, *Cortinarius*, *Hygrophorus*, *Lactarius*, *Russula* und *Tricholoma*. Auffallend ist, dass neben *Alnus* auch andere potentielle Ektomykorrhiza-Wirtsbäume wie *Betula*, *Populus*, *Quercus* und *Salix* (HARLEY und SMITH 1983, TRAPPE 1962) in den Auenwäldern nur wenige oder keine fruktifizierenden Pilzpartner besitzen. Die Artenarmut bezüglich der Ektomykorrhiza-Taxa lässt sich auf folgende standortstypische Faktoren zurückführen:

**5.1) Hohes Nährstoff-(v.a. Stickstoff-)Angebot:** Grundwasseranstieg, Überschwemmungen und Fixierung von Luftstickstoff in den Wurzelknöllchen der Grauerle (*Frankia*-Symbiose) führen zu einer optimalen Nährstoffversorgung der Vegetation im *Alnetum incanae*. Nach BJÖRKMAN (1941, 1949) bewirkt jedoch eine hohe Stickstoff-Konzentration im Boden (möglicherweise bei gleichzeitig ungünstigem Verhältnis von Stickstoff zu Phosphat) eine Reduktion der Ektomykorrhiza-Frequenz. Untersuchungen über den Einfluss von Stickstoff-Düngung auf die Mykoflora verschiedener Waldgesellschaften haben ergeben, dass Artenzahl und Fk-Produktivität der obligaten Ektomykorrhiza-Symbionten sofort und nachhaltig abnehmen (DÖRFELT und KREISEL 1977, HORAK und RÖLLIN 1988, KUYPER 1989, MENGE und GRAND 1978). Auch die durch Luftverschmutzung verursachte, passive Eutrophierung der Waldböden (KUHNS 1990) muss für den regionalen Rückgang der Ektomykor-

rhiza-Pilzflora verantwortlich gemacht werden (ARNOLDS 1988a, GULDEN und HØILAND 1985, SCHWÖBEL 1987).

**5.2) Hoher Basen- bzw. Kalkgehalt der Auenböden:** Die Auen-Rohböden im Einzugsgebiet des Rheins weisen einen erhöhten pH-Wert auf (eigene Untersuchungen:  $\text{pH H}_2\text{O}_{\text{dest.}} = 7.5-8.5$ , vgl. auch VOLK 1940), weil sie aus kalkhaltigen Flusssedimenten aufgebaut sind. Basenreiche Bodenverhältnisse bedingen jedoch in der Regel eine artenärmere Ektomykorrhiza-Pilzflora (BOHUS 1973, CARBIENER 1981, HAAS 1933, 1958b). Der direkte Einfluss der Kalzium-Konzentration im Boden auf die Zusammensetzung der Mykoflora zeigt sich auch bei der Kalkung von Wäldern. Diese gegen die zunehmende Bodenversauerung gerichtete forstwirtschaftliche Massnahme hat eine signifikante Reduktion der Artenzahl und der Fk-Abundanz von Ektomykorrhiza-Symbionten zur Folge (FIEDLER und HUNGER 1963, HORAK und RÖLLIN 1988, KUYPER 1989).

**5.3) Immissionen und Schwermetalleintrag:** Die untersuchten Standorte in den Rhäzünser Rheinauen sind aufgrund der Industriezonen im Churer Rheintal und der in unmittelbarer Nähe vorbeiführenden Nationalstrasse N13 (Nord-Süd-Transitachse) einer erhöhten Schwermetallbelastung ausgesetzt (vgl. THÖNI et al. 1990 und Kap. 3.1.5). Einwirkungen von Luftschadstoffen auf die Vegetation sind gesamteuropäisch registrierbar und widerspiegeln sich u.a. in einer Verarmung der Makromycetenflora und in einem reduzierten Verhältnis von Ektomykorrhiza-bildenden zu saproben Pilzarten (ARNOLDS 1988a, MCCREIGHT und SCHROEDER 1974, SCHLECHTE 1986). Die Beurteilung der Grössenordnung dieses negativen Einflusses erweist sich aber nach den Beobachtungen von DERBSCH und SCHMITT 1987 und RÜCKER et al. 1990 als problematisch.

**5.4) Baumartenspektrum:** In Weich- und speziell Hartholzauen treten vermehrt Baum- und Straucharten auf, welche wegen des überdurchschnittlich hohen Nährstoffgehaltes der Auenböden keine Ektomykorrhiza-Symbiose eingehen (z.B. *Acer*, *Cornus*, *Fraxinus*, *Sambucus* und *Ulmus*; vgl. CARBIENER et al. 1975, TRAPPE 1962). Nach BARKMAN (in CARBIENER 1981) besitzen zudem auch schmalblättrige Weiden (in den flussbegleitenden Auen v.a. *Salix alba*, *S. elaeagnos* und *S. purpurea*) generell nur wenige Ektomykorrhiza-Pilzpartner.

**Allgemeine mykosoziologische Aspekte:** Die Auswertung mykosoziologischer Daten von Untersuchungen aus anderen mittel- und nordeuropäischen Grauerlenwäldern (BUJAKIEWICZ 1981, 1989, EINHELLINGER 1973, FAVRE 1960,

HORAK 1985, SCHMID-HECKEL 1985, 1988, STANGL 1970, STRID 1975b, 1976, zusätzliche Literatur vgl. Tab. 16a, 16b) ermöglicht die Abgrenzung steter bzw. charakteristischer Makromyceten des *Alnetum incanae*. Erstere sind  $\pm$  regelmässig in der Assoziation auftretende, jedoch oft gesellschaftsvage Pilzarten; letztere stellen Taxa dar, deren Verbreitungsschwerpunkt im betreffenden Habitat liegt und welche sich nur sporadisch in anderen Vegetationseinheiten beobachten lassen (DÖRFELT 1981).

**6) Stete Pilzarten:** Die Mykoflora der Grauerlenwälder weist in Mitteleuropa folgende Kombination hochsteter Makromyceten auf (fettgedruckte Taxa durch die eigenen Untersuchungen belegt):

Ektomykorrhiza-Symbionten: *Laccaria laccata* - *Lactarius lilacinus* - *Naucoria escharoides* - *N. luteolofibrillosa* - *Paxillus filamentosus*.

Saprob-lignicole Pilze: *Armillariella mellea s.l.* - *Bjerkandera adusta* - *Coprinus disseminatus* - *C. domesticus* - *Daedaleopsis confragosa* - *Daldinia occidentalis* - *Flammulina velutipes* - *Fomitopsis pinicola* - *Inonotus radiatus* - *Mycena galericulata* - *M. haematopoda* - *M. niveipes* - *M. speirea* - *Phlebia radiata* - *Pluteus atricapillus* - *P. romellii* - *Polyporus brumalis* - *P. ciliatus* - *P. varius* - *Psathyrella candolleana* - *P. gracilis* - *Stereum hirsutum* - *Trametes hirsuta* - *T. versicolor*.

Übrige saprobe Pilze: *Clitocybe gibba* - *Cystolepiota sistrata* - *Lepiota cristata* - *Mycena acicula* - *M. epipterygia* - *M. pura* - *Pholiotina blattaria* - *Tubaria conspersa*.

Die Gruppe der steten Pilzarten von *Alnus incana* umfasst aufgrund der Literaturauswertung in Tab. 16a, 16b total 14 Ektomykorrhiza-bildende, 72 lignicole und 51 terricol-saprobe Taxa. Darunter befinden sich zahlreiche gesellschaftsvage Makromyceten mit breitem ökologischem Spektrum (z.B. *Coprinus disseminatus*, *Laccaria laccata*, *Lepiota cristata*). Das Vorkommen dieser euryöken Grosspilze im *Alnetum* wird insbesondere durch die günstigen edaphischen Verhältnisse (v.a. Nährstoffreichtum und hohe Feuchtigkeit) gefördert, während Aufbau und Struktur des Pflanzenbestandes eine untergeordnete Rolle spielen dürften (vgl. KNOCH und BURCKHARDT 1974). Dementsprechend lässt sich ein Teil der regelmässig in Grauerlenwäldern auftretenden Makromyceten auch in anderen ökologisch vergleichbaren Waldtypen (z.B. Bruch- und Moorwälder, grundwasserbeeinflusste Hangwälder) und in eutrophen Grünlandgesellschaften (z.B. Äcker, Wiesen, Ruderalplätze) beobachten (ARNOLDS 1982, BRUNNER 1987, CARBIENER et al. 1975, KREISEL 1987, RICEK 1989).

**7) Charakterarten:** Die Zahl der mit *Alnus incana* spezifisch vergesellschafteten Pilzarten ist, verglichen mit der Vielfalt an steten und potentiell zu erwartenden Taxa, wenig umfangreich. Für den mitteleuropäischen Grauer-

lenwald können folgende, z.T. nur selten nachgewiesene Charakterarten bezeichnet werden (fettgedruckte Taxa durch die eigenen Untersuchungen belegt):

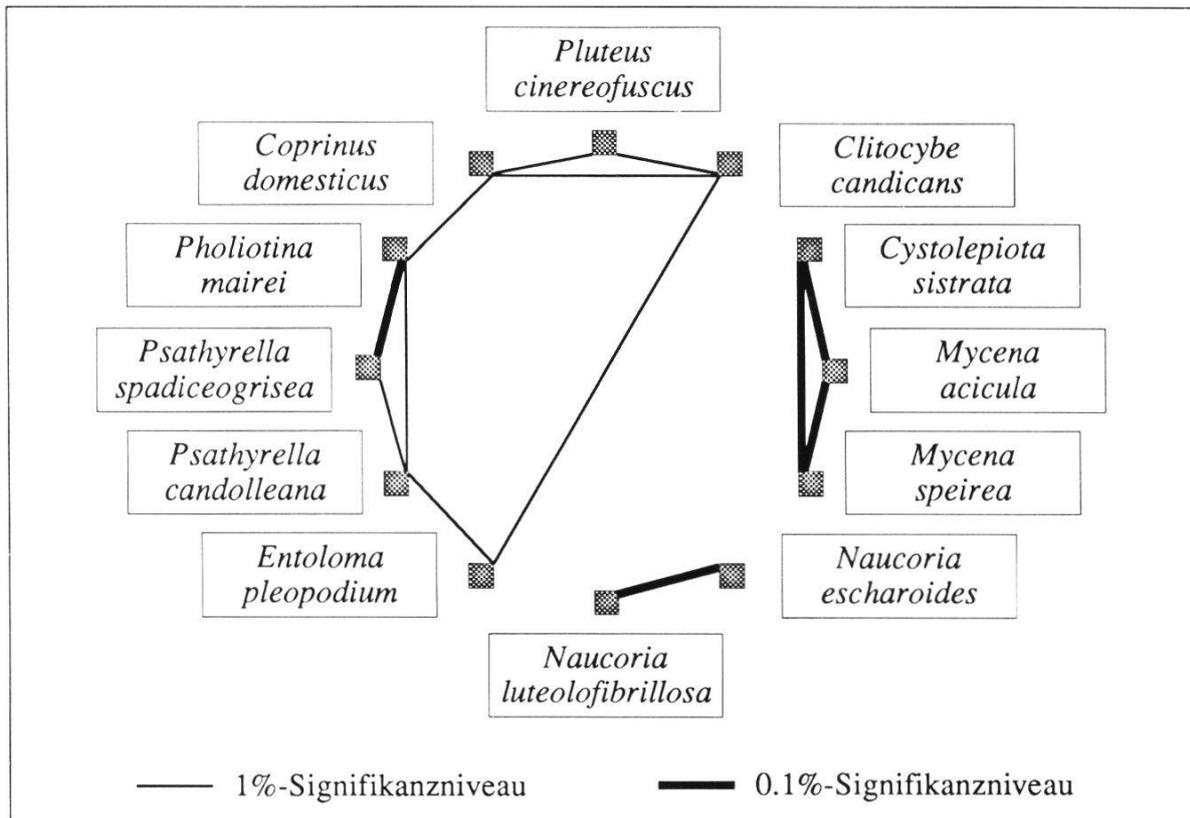
Ektomykorrhiza-Symbionten: *Cortinarius alnetorum* - *C. bibulus* - *C. helvelloides* - *Gyrodon lividus* - *Inocybe alnea* - *Lactarius lilacinus* - *L. obscuratus* - *Naucoria* spp. - *Paxillus filamentosus* - *Russula pumila*.

Saprob-lignicole Pilze: *Daldinia occidentalis* - *Eutypella alnifraga* - *Hypoxyton fuscum* - *Inonotus radiatus* - *Peniophora erikssonii* - *Phaeomarasmium erinaceus* - *Pholiota alnicola* - *Plicatura nivea* - *Pluteus thomsonii* - *Stereum subtomentosum* - *Tympanis alnea*.

Übrige saprobe Pilze: *Ciboria amentacea* - *C. viridifusca* - *Clitocybe alnetorum* - *Mycenella margaritispota* - *Panaeolus guttulatus* - *Pezizella alniella* - *Pluteus cinereofuscus* - *Psathyrella spadiceogrisea* - *Rhodocybe ardosiacae*.

Es muss betont werden, dass regionale Unterschiede bezüglich der Charakter- und Differentialeigenschaften von Pilzarten bestehen (BUJAKIEWICZ 1989, CARBIENER 1981). Zusätzlich ist darauf hinzuweisen, dass ein Teil der aufgeführten Ektomykorrhiza-Symbionten und Saproben auch auf anmoorigen Böden unter *Alnus glutinosa* (Schwarzerle) bzw. auf subalpinen Böden unter *Alnus viridis* (Grünerle) vorkommen (BON und VAN HALUWYN 1981, BRUNNER und HORAK 1990, EINHELLINGER 1982, GRAUWINKEL 1987, HORAK 1963, SCHMID-HECKEL 1985, 1988). Die Liste der Charakterarten zeigt, dass mehrere typische, in anderen *Alnus incana*-Assoziationen auftretende Ektomykorrhiza-Pilzpartner der Grauerle in den untersuchten VF A-C fehlen.

**8) Kleinflächige Vergesellschaftungen:** Aus verschiedenen Waldgesellschaften liegen Daten über die räumliche Verteilung von Pilz-Fk vor (z.B. für Fichte: AGERER und KOTTKE 1981, für Buche: BIERI und LUSSI 1989). Eine kleinflächige kartographische Erfassung der Makromyceten im *Alnetum incanae* erfolgte jedoch bisher nicht oder nur ansatzweise (EINHELLINGER 1973, STANGL 1970). Die eigenen Untersuchungen befassten sich deshalb auch mit der Kartierung der Fk charakteristischer Grauerlenwald-Pilze in nicht betretenen Kernzonen (Sanktuarien) innerhalb der VF A-C. Die massstabgetreue Registrierung der wöchentlichen Fk-Fundsituationen während der dreijährigen Beobachtungsperiode ermöglichte u.a. eine mykosoziologische Beurteilung der kleinflächigen Vergesellschaftung von vegetativen Myzelien im Oberboden (vgl. Kap. 3.3.2.4). Für mehrere Pilzartenpaare des *Alnetum incanae* (Fig. 20) konnte aufgrund der Fk-Dispersion statistisch eine interspezifische Assoziation (mit Myzelüberlagerung oder -durchdringung?) nachgewiesen werden, welche auf ähnlichen Substratansprüchen und gemeinsamer Besied-



**Fig. 20.** Statistisch hochsignifikante interspezifische Assoziationen von Pilzartenpaaren in den Sanktuarien der VF A-C (*Alnetum incanae*).  
*Interspecific associations of high statistical significance for pairs of fungal species in the sanctuaries on research sites A-C (Alnetum incanae).*

lung bestimmter ökologischer Mikrohabitate beruht. Es ist zu vermuten, dass diese lokal in den Probeflächen der Rhäzünser Rheinauen paarweise erfassten Vergesellschaftungen auch in anderen mitteleuropäischen Grauerlenwäldern festzustellen sind.

#### **4.4. MYKOSOZIOLOGISCHE CHARAKTERISIERUNG DER SANDDORN-WEIDEN-(FÖHREN)-AUENGEBÜSCHE (*Hippophao-Berberidetum*) IM DOMLESCHG**

**Eigene Untersuchungen:** Die ausserhalb des Überschwemmungsbereiches liegende Sanddorn-Weiden-VF stellt eine in der Nachbarschaft der VF C ausgeschiedene Vergleichsfläche ohne Grauerle dar. Während der dreijährigen Beobachtungsperiode 1986-1988 wurden im *Hippophao-Berberidetum* (VF D, 1000 m<sup>2</sup>, 74 Begehungen) 82 Grosspilztaxa festgestellt. Dies entspricht annähernd der Artenzahl der im gleichen Areal registrierten Phanerogamen. Die

lokale Pilzflora ist einerseits durch terricol-saprobe Taxa geprägt (51% aller Pilze der VF D), andererseits weisen die Ektomykorrhiza-Symbionten einen vergleichsweise hohen Artenanteil von 23% auf. Das Verhältnis der Artenzahlen von Ektomykorrhiza-bildenden zu saproben Taxa liegt mit einem Wert von 0.30 deutlich höher als im untersuchten *Alnetum incanae* (0.07).

**Allgemeine mykoökologische Aspekte:** In der Literatur fehlen Angaben über die Grosspilzflora der Sanddorn-Gebüsche im Auenbereich und an Trockenstandorten ausserhalb der Auen fast vollständig. Das *Hippophaëtum* wird lediglich in den Publikationen von CARBIENER 1981, CARBIENER et al. 1975 und EINHELLINGER 1973 mit dem Hinweis auf das spärliche Auftreten von Makromyceten erwähnt. Mangels überregionaler Vergleichsmöglichkeiten dürfen die nachfolgend aufgeführten Kriterien deshalb nur auf die lokalen Verhältnisse im Domleschg bezogen werden. Die Gebüschgesellschaft des *Hippophaeo-Berberidetum* unterscheidet sich von der hochwasserbeeinflussten Weich- bzw. Hartholzaue durch folgende mykofloristische Eigenheiten (vgl. Tab. 21):

**1) Fehlen eines frühsaisonalen Pilzaspektes:** Die trockene und windexponierte Terrassenlage des Standortes und die nur lückenhaft geschlossene Vegetationsdecke bedingen ein kontinental getöntes Kleinklima mit häufigen Spätfrösten. Dadurch setzt die Pilzfruktifikation im Frühling nur zögernd ein und erreicht erst im Frühsommeraspekt erhöhte Werte.

**2) Niedrige Fk-Abundanz:** Die oft diskontinuierlich verlaufende Fk-Produktion ist auch im herbstlichen Maximalaspekt quantitativ eher gering, weil das Regenwasser aufgrund der grobsandig-kiesigen, tonarmen Textur und der stark verminderten Wasserspeicherkapazität des Oberbodens rasch versickert. Für 73% der Pilzarten im *Hippophaeo-Berberidetum* wurden während der gesamten Untersuchungsperiode weniger als 20 Fk gezählt. Im Vergleich dazu sind in den VF A-C (*Alnetum incanae*) lediglich 48% aller Taxa mit weniger als 20 Fk nachgewiesen.

**3) Reduzierte Artenzahl der Lignicolen:** Die nur schwach entwickelte Baumschicht und das Fehlen von Schwemmh Holzablagerungen widerspiegeln sich in einem relativ geringen Artenanteil an lignicolen Pilzen. Das Alt- und Fallholz der Gebüsche wird hauptsächlich durch das Myzel aphylophoraler Taxa abgebaut (*Daedaleopsis*, *Phellinus*, *Polyporus*).

**4) Dominanz der terricolen Saproben:** Vegetationslücken in der Krautschicht und die Anreicherung von organischem Substrat im obersten Bodenhorizont fördern das Auftreten terricol-saprober Makromyceten (v.a. *Clitocy-*

be, *Collybia*, *Hemimycena*, *Mycena*, *Panaeolus*). Die xerothermen Kleinlichtungen zwischen den Sanddorn- und Weidenbüschen werden speziell von trockenheitstoleranten, oft kalkholden Taxa besiedelt (*Bovista*, *Conocybe*, *Lycoperdon*). Vertreter der Gattungen *Entoloma* und *Omphalina* als typische bodenbewohnende Arten der Trockenstandorte (vgl. HORAK 1985) fehlen jedoch in der VF D fast vollständig.

**5) Erhöhte Bedeutung der Ektomykorrhiza-Pilze:** Die suboptimalen Standortsverhältnisse im *Hippophao-Berberidetum* (relative Nährstoffarmut des Bodens trotz N<sub>2</sub>-Fixierung von *Hippophaë* in Vergesellschaftung mit *Frankia*-Bakterien, periodische Trockenheit, Frosteinfluss) bewirken einen im Vergleich zum *Alnetum* wesentlich höheren Artenanteil an Ektomykorrhiza-Symbionten. Aufgrund der extremeren Lebensbedingungen sind die Gehölze (v.a. *Betula*, *Larix*, *Pinus* und *Salix*) in verstärktem Masse auf mykorrhizierende Pilzpartner angewiesen. Die Ektomykorrhiza-Symbionten (*Chroogomphus*, *Cortinarius*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Lactarius*, *Suillus* und *Tricholoma*) besitzen ihrerseits gegenüber den saproben Pilzen einen ökologischen Vorteil, weil sie während Trockenperioden Wasser und Nährstoffe über das Feinwurzelsystem ihrer Wirtsbäume beziehen können.

**Allgemeine mykosoziologische Aspekte:** Das oft am Rande von Föhrenbeständen liegende *Hippophao-Berberidetum* (= *Salici-Hippophaëtum*, KUHN und AMIET 1988a) entwickelt sich aus einem nur lückenhaft geschlossenen Trockenrasen (Pioniergesellschaft) auf den Kiesterrassen der Auen. Vom Sanddorn-Weiden-Gebüsch verläuft die Sukzession allmählich zur Dauergesellschaft des *Pyrolo-Pinetum* (vgl. MOOR 1958 und Fig. 1). Mykosoziologisch widerspiegelt sich diese Vegetationsabfolge darin, dass die Grosspilzflora des *Hippophaëtum* charakteristische, thermophile Elemente sowohl des (Halb-) Trockenrasens als auch des Föhrenwaldes aufweist.

Im *Hippophao-Berberidetum* auftretende Makromyceten-Kennarten des *Meso-* und *Xerobrometum* (ARNOLDS 1982, BRUNNER 1987, HORAK 1985, STANGL 1970, WINTERHOFF 1977): *Agrocybe semiorbicularis* - *Bovista tomentosa* - *Conocybe semiglobata* - *C. sionophylla* - *Galerina laevis* - *Lycoperdon lividum* - *Omphalina galericolor* - *Panaeolus ater* - *P. rickenii*.

Im *Hippophao-Berberidetum* auftretende Makromyceten-Kennarten des *Pinetum silvestris* (BRUNNER 1987, FAVRE 1960, HORAK 1985, WINTERHOFF 1977): *Auriscalpium vulgare* - *Chroogomphus rutilus* - *Clitocybe sinopica* - *Collybia impudica* - *Lactarius semi-sanguifluus* - *Marasmius androsaceus* - *Strobilurus stephanocystis*.

Ein Vergleich mit dem Pilzartenspektrum der ebenfalls auf Trockenstandorten

vorkommenden Wacholder-Zwergstrauch-Gesellschaften (*Juniperetum*, BARKMAN 1976) lässt hingegen nur eine geringe mykofloristische Verwandtschaft erkennen.

In bezug auf die lokalen Verhältnisse im Domleschg kann einzig *Phellinus hippophaëicola* als Charakterart des *Hippophaeo-Berberidetum* bezeichnet werden (vgl. CARBIENER 1981, EINHELLINGER 1973). Dieser aphylloporale, perennierende Grosspilz wächst in Mitteleuropa streng wirtsspezifisch auf *Hippophaë rhamnoides* (LARSEN und COBB-POULLE 1990). Die unmittelbare Nähe des Grauerlenwaldes im untersuchten Auengebiet macht sich dadurch bemerkbar, dass zahlreiche saprobe Pilztaxa der hochwasserbeeinflussten Weichholzaue auch im *Hippophaëtum* an lokal und sporadisch etwas bodenfeuchteren Kleinstandorten (meistens unter Weidengebüsch) zu registrieren sind. Diese oft hygrophilen Makromyceten erreichen in der mikroklimatisch kontinental getönten Sanddorn-Weiden-Assoziation jedoch den Grenzbereich ihrer ökophysiologischen Toleranz, so dass sie hier nur noch eine stark reduzierte Fk-Produktivität aufweisen.

Demgegenüber zeigen die Ektomykorrhiza-Symbionten des *Hippophaeo-Berberidetum* und diejenigen des *Alnetum incanae* eine geringe gegenseitige Beziehung bzw. einen fast vollständigen Arten-Ausschluss. Eine Ausnahme bilden *Cortinarius pulchripes*, *Inocybe hirtella* und *I. obscuroidia*, welche in beiden Pflanzengesellschaften auftreten.

#### 4.5. NATURSCHUTZ: BEDEUTUNG DER AUENWÄLDER AUS MYKOLOGISCHER SICHT

Rote Listen gefährdeter Pflanzen- und Tierarten stellen praxisorientierte Hilfsmittel für Behörden und Naturschutzämter dar, um die Anliegen des Arten- und Biotopschutzes durchsetzen zu können. Bezüglich der Grosspilze sind in den letzten Jahren v.a. in mittel- und osteuropäischen Ländern entsprechende Listen erarbeitet worden (z.B. WOJEWODA und LAWRYNOWICZ 1986, WÖLDECKE 1987, VESTERHOLT und KNUDSEN 1990). Für die Schweiz liegen bisher keine Roten Listen bedrohter Makromyceten und nur wenige Untersuchungen über die Verarmung der Pilzflora vor (vgl. KELLER 1991).

Tab. 22 zeigt eine Auswertung Roter Listen von Deutschland (WINTERHOFF 1984a, WINTERHOFF und KRIEGLSTEINER 1984) und Österreich (KRISAI 1986, RICEK 1989), welche die Seltenheit und die überregionale Gefährdung zahlreicher, in den Rhäzünser Rheinauen (Graubünden, Schweiz) nachgewiesener Makromyceten dokumentiert. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in bezug auf

den Gefährdungsgrad einzelner Taxa ausgeprägte lokal-geographische Unterschiede bestehen. Zusätzlich muss auf die generelle Problematik Roter Listen hingewiesen werden, die darin besteht, dass oft nur ungenügende Kenntnisse über Taxonomie, Biologie und Verbreitung der bedrohten Arten vorliegen.

Entsprechend der Auswertung in Tab. 22 sind 30 spp. der VF A-C (11% aller Taxa des *Alnetum incanae*) und 10 spp. der VF D (12% aller Taxa des *Hippophao-Berberidetum*) in Mitteleuropa in ihrem Bestand aktuell gefährdet. *Clitocybe pseudoobbata*, *Entoloma strigosissimum*, *Psathyrella canoceph* und *P. olympiana* figurieren in der Roten Liste von Deutschland (WINTERHOFF 1984a) in der Gefährdungskategorie I (= vom Aussterben bedroht). Unter Berücksichtigung der schweizerischen Florenverhältnisse (BREITENBACH

**Tab. 22.** Rote Listen der gefährdeten Grosspilze in Mitteleuropa: Auswertung bezüglich der im *Alnetum incanae* (A) und im *Hippophao-Berberidetum* (H) der Rhäzünser Rheinauen registrierten Pilzarten.

*Red Data Books of threatened macromycetes in Central Europe: Evaluation of the fungal species recorded in the Alnetum incanae (A) and the Hippophao-Berberidetum (H) of the river flood plains near Rhäzüns.*

Gefährdungskategorien - *categories of threat*: I = vom Aussterben bedroht - *in danger of extinction*, II = stark gefährdet - *highly endangered*, III = gefährdet - *endangered*.

Rote Listen - *Red Data Books*: 1 = WINTERHOFF (1984a): Deutschland, 2 = WINTERHOFF und KRIEGLSTEINER (1984): Baden-Württemberg, SW-Deutschland, 3 = KRISAI (1986): Österreich, 4 = RICEK (1989): Attergau, Oberösterreich.

Pilzart	Assoz.	I	II	III	Pilzart	Assoz.	I	II	III
<b>Basidiomycetes:</b>					<i>M. olida</i>	AH			1
<i>Bovista tomentosa</i>	H		1,2		<i>Paxillus filamentosus</i>	A			1,3
<i>Clitocybe candicans</i>	AH		1		<i>P. panuoides</i>	A		3	
<i>C. lignatilis</i>	A			1	<i>Phaeomarasm. erinaceus</i>	A			1
<i>C. pseudoobbata</i>	AH	1			<i>Phellinus hippophaëicola</i>	H			3
<i>Conocybe mesospora</i>	A		1		<i>Pluteus plautus</i>	A			1
<i>Coprinus ellisii</i>	A			1	<i>Psathyrella canoceph</i>	A	1		
<i>C. patouillardii</i>	A		1		<i>P. fulvescens</i>	A			1
<i>Datronia mollis</i>	A			3	<i>P. maculata</i>	A			1
<i>Dichomitus campestris</i>	A		3		<i>P. olympiana</i>	A	1		
<i>Entoloma clandestinum</i>	AH			1	<i>Trametes multicolor</i>	A			3
<i>E. pleopodium</i>	A		1	4	<i>Tricholoma cingulatum</i>	H		2	3,4
<i>E. strigosissimum</i>	A	1			<i>Volvariella murinella</i>	A			1
<i>Flammulaster carpophilus</i>	H			3					
<i>Hebeloma leucosarx</i>	H			1	<b>Ascomycetes:</b>				
<i>Inocybe furfurea</i>	A		1		<i>Helvella leucopus</i>	A		1	
<i>Lactarius semisanguifluus</i>	H			1	<i>H. queletii</i>	A		1	
<i>Lentinellus bisus</i>	A		1		<i>Ptychoverpa bohemica</i>	A			1,2
<i>Marasmius limosus</i>	A		1,2						
<i>Melanoleuca paedida</i>	A		1						
<i>Mycena leptocephala</i>	A			3	Total gefährdete Arten		4	14	20

und KRÄNZLIN 1981, 1986, 1991) müssen weitere 16 Pilzarten der untersuchten Auenstandorte aufgrund ihrer Seltenheit als potentiell gefährdet bezeichnet werden (z.B. *Clitocybe alnetorum*, *Leucopaxillus mirabilis*, *Micromphale brassicolens*, *Mutinus caninus*). Zusätzlich ist die Auflistung durch folgende Neufunde und lokale Rarissima zu ergänzen: *Coprinus callinus*, *Inocybe ochracea*, *Omphalina* aff. *galericolor*, *Psathyrella immaculata*, *P. narcotica*, *Rhodocybe ardosiacae* und *Steccherinum oreophilum* (vgl. EINHELLINGER 1987, GROSSE-BRAUCKMANN 1986, HORAK und GRIESSER 1987, KRIEGLSTEINER 1991, LANGE und SMITH 1953, STANGL 1979, WINTERHOFF 1977). Somit sind total 59 spp. oder 1/5 aller in den VF A-D nachgewiesenen Pilzarten aktuell (Gefährungskategorien I-III) bzw. potentiell (Gefährungskategorie IV) bezüglich ihres Vorkommens in Mitteleuropa bedroht.

Die vorliegende Untersuchung verdeutlicht, dass Auengebiete neben der Vielfalt an Pflanzengesellschaften und Phanerogamen (ELLENBERG 1986, GERKEN 1988) auch eine überdurchschnittlich artenreiche Pilzflora mit erhöhtem Anteil an selten beobachteten und nur unvollständig bekannten Taxa aufweisen. Die allmähliche Veränderung und Zerstörung der letzten, heute noch  $\pm$  naturnahen Auenbiotope infolge land- und forstwirtschaftlicher Meliorationen (z.B. Umforstung in Nadelholz- und Pappel-Kulturen), Flussregulierung (Nivellierung der Wasserstandsschwankungen, verminderte Wasserführung, Grundwassersenkung) und Tourismus (Camping ausserhalb von Zeltplätzen, Bodenverdichtung durch lokal hohe Trittbelastung) wirkt sich mykofloristisch in einer qualitativ und quantitativ nachhaltigen Verarmung des Artenspektrums aus, weil zahlreiche Makromyceten der Weich- und Hartholzaue aufgrund ihrer Ökophysiologie ein streng standortsgebundenes Auftreten zeigen. Aus mykologischer Sicht müssen für die Erhaltung der Artendiversität von Auenwäldern folgende spezifische Forderungen gestellt werden:

- Keine produktionsorientierte forstwirtschaftliche Nutzung: Die standortstypische Zusammensetzung der Baum- und Strauchschicht sowie die grosse Menge an stehendem und liegendem Alt- und Totholz sind zu erhalten (vgl. BARKMAN et al. 1983). Strukturveränderungen von Auenwäldern wegen fehlender periodischer Überschwemmungen können jedoch gezielte waldbauliche Pflegeeingriffe notwendig machen (KUHN und AMIET 1988a).
- Schaffung von Pionierstandorten bei langfristigem Ausbleiben der Hochwasser: Durch die lokale, sporadische Entfernung der Krautschicht und Abschürfung des Humushorizontes entstehen neue Initialstadien für die Vegetationsentwicklung.
- Kanalisierung und Konzentrierung des Freizeit-Tourismus: Unterschütz-

stellung von Kernzonen im Auenkomplex, Verbot des unkontrollierten Campings.

#### 4.6. FORTSETZUNGSPROJEKTE

**Langzeitbeobachtungen:** Die Erfassung floristischer Veränderungen von Waldstandorten (aufgrund natürlicher Sukzession, forstwirtschaftlicher Massnahmen, negativer Einwirkungen von Immissionen usw.) bedingt sowohl für geobotanische als auch für mykologische Problemstellungen fundierte Langzeitbeobachtungen (HORAK und RÖLLIN 1988, KUHN 1990, RICEK 1981). Bei mykosoziologischen Untersuchungen von Pflanzengesellschaften erbringen erst langfristige Beobachtungsperioden einen umfassenden Nachweis des tatsächlich vorhandenen Pilzartenspektrums. In Auengebieten würden mehrjährige Feldbegehungen speziell das Studium der mykofloristischen Neubesiedlung von Schwemmflächen und des (positiven oder negativen) Einflusses von Überschwemmungen auf die terricole Makromyceten-Flora der Weich- und Hartholzaue erlauben.

**Ektomykorrhiza-Synthese:** Die Grauerle eignet sich vorzüglich für Modellversuche unter Laborbedingungen (BRUNNER et al. 1990, MOLINA 1981). Die sterile Anzucht von Erlenkeimlingen auf künstlichen Böden ermöglicht es, klar definierte physikalische und chemische Wachstumsbedingungen zu testen. Durch die Synthese von Ektomykorrhiza bzw. Aktinorrhiza lassen sich physiologische Interaktionen zwischen den Symbiosepartnern in vitro untersuchen und die Folgen von bodenchemischen Veränderungen auf das Symbiosegleichgewicht am lebenden System studieren.

## ZUSAMMENFASSUNG

Mykosoziologie der Grauerlen- und Sanddorn-Auen (*Alnetum incanae*, *Hippophaëtum*) am Hinterrhein (Domleschg, Graubünden, Schweiz).

Von 1986-1988 wurden in den Rhäzünser Rheinauen (Domleschg, Graubünden, Schweiz) auf 600 m ü.M. (submontane Zone) drei Grauerlen-Versuchsflächen (*Alnetum incanae*: VF A-C, total 2000 m<sup>2</sup>) und zu Vergleichszwecken eine Sanddorn-Weiden-(Föhren)-Versuchsfläche ohne Grauerle (*Hippophao-Berberidetum*: VF D, 1000 m<sup>2</sup>) mykosoziologisch und mykoökologisch untersucht. Die in ein- bis zweiwöchentlichen Begehungsintervallen erhobenen Daten ermöglichten

- eine detaillierte Analyse der pflanzensoziologischen, klimatischen und bodenkundlichen Standortbedingungen der VF A-D.
- einen umfassenden Nachweis der mit *Alnus incana* spezifisch vergesellschafteten Grosspilzflora (Artenspektrum sowie Abundanz, Dynamik, Fluktuation, Phänologie und Standortstreue der Fruchtkörper).
- die graphische Erfassung der räumlichen Fruchtkörper-Verteilung ausgewählter Makromyceten durch regelmässige Kartierung der Fruchtkörper in nicht betretenen Kernzonen (Sanktuarien).
- eine Beurteilung des Einflusses von klimatischen (Niederschlag, Luft- und Bodentemperatur) und edaphischen Faktoren (chemische und physikalische Bodeneigenschaften, Bodenprofile) auf das Vorkommen und die Fruktifikation der Grosspilze.

Insgesamt wurden in den VF A-D während 84 Feldbegehungen 303 spp. registriert (88% Basidiomyceten, 12% Ascomyceten; vgl. Tab. 14), die mit 3800 Pilzfunden und 1600 voll-analysierten Kollektionen belegt sind. Für die Grauerlen-Standorte allein konnten 267 Pilzarten (5% Ektomykorrhiza-Symbionten, 51% Lignicole, 44% terricole Saproben) nachgewiesen werden. In Übereinstimmung mit vergleichbaren Untersuchungen aus anderen mittel- und osteuropäischen Auenwäldern lassen sich bezüglich der Mykoflora des hochwasserbeeinflussten *Alnetum incanae* folgende charakteristische Kriterien hervorheben:

- ausgeprägter Frühlingsaspekt mit typischen vernalen Makromyceten.
- hohe Fruchtkörper-Dispersion und nur bei wenigen Pilzarten ein sporadisches Fruchtkörper-Massenvorkommen.
- Artenreichtum an Lignicolen, bedingt durch das hohe Angebot an stehendem und liegendem Alt- und Totholz; zahlreiche lignicole Arten der Gattungen *Coprinus*, *Crepidotus*, *Mycena*, *Psathyrella* und *Trametes*.
- Vielfalt an terricolen, oft nitro- und basiphilen Saproben, wobei speziell Taxa mit fragilen, ephemeren Fruchtkörpern dominieren (z.B. *Clitocybe*, *Conocybe*, *Cystolepiota*, *Marasmius* und *Pholiotina*).
- Artenarmut an Ektomykorrhiza-Pilzen vermutlich wegen des hohen Nährstoffgehaltes der Auenböden [periodische Überschwemmungen, Fixierung von Luftstickstoff in den Wurzelknöllchen der Grauerle (*Frankia*-Symbiose)]. Während *Paxillus filamentosus*, *Naucoria* spp. und *Inocybe* spp. regelmässig in flussbegleitenden, von *Alnus incana* dominierten Auenwäldern auftreten, sind generell nur wenige oder überhaupt keine

Vertreter der Ektomykorrhiza-Gattungen *Amanita*, *Cortinarius*, *Hygrophorus*, *Lactarius*, *Russula* und *Tricholoma* nachzuweisen.

Aufgrund einer umfangreichen Literaturlauswertung konnten für den mitteleuropäischen Grauerlen-Auenwald 137 stete und 379 potentiell zu erwartende Grosspilztaxa bezeichnet werden. Demgegenüber ist die Zahl der gesellschaftsspezifischen Charakterarten (lediglich 33 spp.) vergleichsweise niedrig. Mehrere typische wirtsspezifische Symbiosepartner von *Alnus* (z.B. *Cortinarius alnetorum*, *C. bibulus*, *Gyrodon lividus*, *Lactarius lilacinus* oder *L. obscuratus*) fehlen in den untersuchten VF A-C.

Auf dem Sanddorn-Weiden-Standort wurden 82 Pilzarten (23% Ektomykorrhiza-Symbionten, 26% Lignicole, 51% terricole Saprobe) festgestellt. Die Gebüschgesellschaft des *Hippophao-Berberidetum*, welche die trockenen und windexponierten Schotterterrassen der Flussauen besiedelt und sich oberhalb des Überschwemmungsbereiches ausbreitet, ist durch folgende mykofloristische Eigenheiten vom lokal benachbarten *Alnetum incanae* zu unterscheiden:

- Fehlen eines frühsaisonalen Pilzaspektes infolge des kontinental getönten Kleinklimas.
- niedrige Fruchtkörper-Abundanz aufgrund der stark verminderten Wasserspeicher-Kapazität des grobsandig-kiesigen Oberbodens.
- reduzierte Artenzahl der Lignicolen; Abbau des Totholzes speziell durch das Myzel der Aphylophorale *Daedaleopsis*, *Phellinus* und *Polyporus*.
- Dominanz der terricolen Saproben *Clitocybe*, *Collybia*, *Hemimycena*, *Mycena* und *Panaeolus*, welche in den xerothermen Kleinlichtungen des Bestandes durch *Bovista*, *Coinocybe* und *Lycoperdon* abgelöst werden.
- erhöhte Bedeutung der Ektomykorrhiza-Symbionten, bedingt durch die suboptimalen Standortverhältnisse (relative Nährstoffarmut des Bodens, periodische Trockenheit, ausgeprägte Temperaturextreme); Nachweis v.a. mit *Salix* und *Pinus* vergesellschafteter Arten der Ektomykorrhiza-Gattungen *Chroogomphus*, *Cortinarius*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Lactarius*, *Suillus* und *Tricholoma*.

Die Grosspilzflora des *Hippophao-Berberidetum* setzt sich aus thermophilen Taxa sowohl des Trockenrasens als auch des Föhrenwaldes zusammen. Es fällt jedoch auf, dass v.a. Vertreter der Gattungen *Entoloma* und *Omphalina* als typische Kennarten des *Xerobromion* in der VF D fast vollständig fehlen. Mangels überregionaler Vergleichsmöglichkeiten kann lediglich die wirtsspezifisch auf Totholz von Sanddorn lebende *Phellinus hippophaëicola* als Charakterart des *Hippophao-Berberidetum* bezeichnet werden.

Aus mykologischer Sicht stellen die letzten, heute noch  $\pm$  naturnahen Auenwälder schützenswerte Phytozoenosen dar, weil sie eine überdurchschnittlich artenreiche Pilzflora mit selten beobachteten und noch unvollständig bekannten Taxa aufweisen. Diese Tatsache wird dadurch hervorgehoben, dass die Untersuchungen in den Rhäzünser Rheinauen den Nachweis mehrerer lokaler Rarissima (z.B. *Inocybe ochracea*, *Leucopaxillus mirabilis* und *Psathyrella narcotica*) und die Beschreibung zweier neuer agaricaler Arten (*Psathyrella immaculata* und *Rhodocybe ardosiacae*) ermöglichten.

## SUMMARY

Mycosociology of riverine *Alnus incana* and *Hippophaë* stands in the Upper Rhine Valley (Domleschg, Grisons, Switzerland).

During 1986-1988, macromycetes were investigated on three plots of alder forest (*Alnetum incanae*: sites A-C, total area 2000 m<sup>2</sup>) and for comparison on one plot with sallow thorn and willow (*Hippophaë-Berberidetum*: site D, 1000 m<sup>2</sup>, without alder). All four plots were situated in 600 m a.s.l. (submontane zone) on the eastern bank of the Rhine river near Rhäzüns (Domleschg, Grisons, Switzerland). The evaluation of the field data, recorded in weekly or fortnightly intervals, focuses on the following mycosociological and mycoecological aspects:

- comprehensive survey of the macromycetes associated with *Alnus incana* (enumeration of species, productivity, dynamics, fluctuation, phenology and spatial constancy of fruitbodies).
- graphic illustration of the spatial fruitbody distribution of several selected macromycetes based on fruitbody mapping at regular intervals in undisturbed permanent plots (sanctuaries).
- analysis of the influence of climatic (precipitation, air and soil temperatures) and edaphic parameters (chemical and physical properties of the soil, soil profiles) on fungal fructification.

Eighty-four collecting trips to the sites A-D yielded 3800 samples (with 1600 fully analysed collections) representing 303 fungal taxa (88% Basidiomycetes, 12% Ascomycetes; see Tab. 14). In the three alder habitats, 267 species were found (5% ectomycorrhizal fungi, 51% lignicolous fungi, 44% terricolous saprobic fungi). Comparing observations made by several authors in other Central and East European alluvial forests dominated by *Alnus incana*, the following typical mycoecological characteristics stand out:

- significant fungus aspect in spring represented by a set of typical vernal macromycetes.
- in general low density of fruitbodies with only occasional mass-occurrence of relatively few fungal species.
- dominance of lignicolous fungi (mostly belonging to *Coprinus*, *Crepidotus*, *Mycena*, *Psathyrella* and *Trametes*) due to the ample supply of standing and fallen wood.
- occurrence of many terricolous fungi, often representing nitro- and basiphilous saprobes (belonging e.g. to *Clitocybe*, *Conocybe*, *Cystolepiota*, *Marasmius* and *Pholiotina*) forming fragile and ephemeral fruitbodies.
- comparatively poor representation of ectomycorrhizal fungi, probably caused by the nutrient-rich fertile soils (resulting from periodical flooding and fixation of atmospheric nitrogen by the symbiotic *Frankia* in root nodules of alder). In general, *Paxillus filamentosus*, *Naucoria* spp. and *Inocybe* spp. occur regularly in alder and alluvial forests, whereas other ectomycorrhizal genera (especially *Amanita*, *Cortinarius*, *Hygrophorus*, *Lactarius*, *Russula* and *Tricholoma*) are only sporadically observed or seem to be absent all together.

The evaluation of pertinent literature concerning the mycoflora in Central European riverine *Alnetum incanae* demonstrated that this association is characterized by 137 frequently and 379 more or less casually alder-associated macromycetes. However, only 33 species

are exclusively restricted to *Alnus incana* habitats. In spite of the rather long and continuous monitoring period, some of the elsewhere common, highly host-specific ectomycorrhizal symbionts of *Alnus* were not recorded at the research sites A-C, viz. *Cortinarius alnetorum*, *C. bibulus*, *Gyrodon lividus*, *Lactarius lilacinus* or *L. obscuratus*.

In the sallow thorn dominated habitat, 82 fungal taxa were encountered (23% ectomycorrhizal fungi, 26% lignicolous fungi, 51% terricolous saprobic fungi). In the examined research area, the *Hippophao-Berberidetum* is restricted to dry and wind-exposed gravel banks along the Rhine river. This association extends beyond the flood level and demonstrates mycofloristic peculiarities in sharp contrast to the situation found in the neighboring *Alnetum incanae*, viz.:

- absence of an early fungus aspect due to the relatively harsh local continental microclimate.
- moderate fruitbody production on account of the poor water content and retention capacity of the soil, which is predominantly composed of coarse gravel.
- comparatively low number of lignicolous fungi which taxonomically mostly belong to the Aphyllophorales (e.g. *Daedaleopsis*, *Phellinus* and *Polyporus*).
- dominance of the terricolous saprobic macromycetes *Clitocybe*, *Collybia*, *Hemimycena*, *Mycena* and *Panaeolus* which in small localized clearings are replaced by thermophilic species of *Bovista*, *Conocybe* and *Lycoperdon*.
- increase of ectomycorrhizal fungi (representatives of *Chroogomphus*, *Cortinarius*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Lactarius*, *Suillus* and *Tricholoma* mostly associated with *Salix* and *Pinus*) caused by suboptimal environmental site conditions (relatively low nutrient content of soil, periodical drought, comparatively high and low temperatures due to exposure).

The macromycete flora of the *Hippophao-Berberidetum* is characterized by thermophilic taxa usually found both in xerophytic meadows and pine forests. It is remarkable, however, that species of *Entoloma* and *Omphalina*, which are typical components of the *Xerobromion*, are absent or very rare at site D. From the mycosociological point of view, the mycoflora of the *Hippophao-Berberidetum* is poorly studied yet. Based on the little available data, the substrate-specialized *Phellinus hippophaëicola* must be considered as the most characteristic species of this association.

In general, natural riverine forests represent unique plant communities whose fungus flora is especially rich in rarely observed and even unknown fungal taxa. In the investigated plots, this fact is highlighted by the occurrence of many fungi registered in the Central European Red Data Books (e.g. *Inocybe ochracea*, *Leucopaxillus mirabilis* and *Psathyrella narcotica*, to name a few very rare species). In addition, two new macromycetes (*Psathyrella immaculata* and *Rhodocybe ardosiacae*) were discovered in the *Alnetum incanae* on the research sites.

## LITERATURVERZEICHNIS

- ACKERMANS A.D.L., BAKER D., HUSS-DANELL K. und TJEPKEMA J.D., 1984: *Frankia* symbioses. Developm.Plant Soil Sci. 12, 1-258.
- AEBI B., 1972: Untersuchungen über Discomyceten aus der Gruppe *Tapesia-Trichobeloni-um*. Nova Hedwigia 23, 49-112.
- AGERER R., 1985: Zur Ökologie der Mykorrhizapilze. Cramer, Vaduz. Biblioth.Mycol. 97. 160 S.
- AGERER R. und KOTTKE I., 1981: Sozio-ökologische Studien an Pilzen von Fichten- und Eichen-Buchen-Hainbuchen-Wäldern im Naturpark Schönbuch. Z.Mykol. 47, 103-122.
- ALESSIO C.L., 1985: Fungi Europaei: *Boletus* Dill. ex L. (sensu lato). Giovanna Biella, Saronno. 712 S.
- AMIET R., 1980: Paysages riverains de la Suisse d'importance internationale. Colloques phytosoc.(Strasbourg) 9, 615-626.
- ARNOLDS E., 1981: Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. 1. Introduction and synecology. Cramer, Vaduz. Biblioth.Mycol. 83. 407 S.
- ARNOLDS E., 1982: Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. 2. Autecology. 3. Taxonomy. Cramer, Vaduz. Biblioth.Mycol. 90. 501 S.
- ARNOLDS E., 1988a: The changing macromycete flora of the Netherlands. Trans.Brit.Mycol.Soc. 90, 391-406.
- ARNOLDS E., 1988b: Status and classification of fungal communities. In: BARKMAN J.J. und SYKORA K.V. (eds.), Dependent plant communities. SPB Acad.Publishing, The Hague. 153-165.
- AUGUSTIN A., 1974: Über die Verteilung einiger Täublingsarten auf kleinstem Raum. Z.Pilzk. 40, 215-220.
- AYER F., 1990: Influences exogènes sur la production de carpophores de *Rozites caperata*. Mycol.Helv. 3, 429-439.
- BARAL H.O., 1984: Taxonomische und ökologische Studien über *Sarcoscypha coccinea* agg., Zinnoberroter Kelchbecherling. Z.Mykol. 50, 117-145.
- BARKMAN J.J., 1976: Terrestrische fungi in jeneverbesstruwelen. Coolia 19(3), 94-110.
- BARKMAN J.J., 1987: Methods and results of mycocoenological research in the Netherlands. In: PACIONI G. (ed.), Studies on fungal communities. Soc.Bot.Italiana, L'Aquila. 7-40.
- BARKMAN J.J., JANSEN A.E. und DE VRIES B.W.L., 1983: Dead wood and the fungal flora. Ned.Boschbouw-Tijdschr. 55(2/3), 57-64.
- BAS C., 1983: *Flammulina* in western Europe. Persoonia 12, 51-66.
- BERTHIER J., 1976: Monographie des *Typhula* Fr., *Pistillaria* Fr. et genres voisins. Num. spéc.Bull.Mens.Soc.Linn.Lyon 45, 1-213.
- BIERI C. und LUSSI S., 1989: Synökologie der Mykorrhiza-Pilze und anderer Makromyze-ten (Grosspilze) in wichtigen Waldgesellschaften des Berner Mittellandes. Diplomarbeit. Systemat.-Geobot.Inst.Univ.Bern. 233 S. (Polykopie).
- BILLS G.F., HOLTZMAN G.I. und MILLER O.K., 1986: Comparison of ectomycorrhizal-basidiomycete communities in red spruce versus northern hardwood forests of West Virginia. Canad.J.Bot. 64, 760-768.
- BJÖRKMAN E., 1941: Mycorrhiza in pine and spruce seedlings grown under varied radiation intensities in rich soils with or without nitrate added. Medd.Stat.Skogsförs.-Anst. 32 (1940-41), 23-74.
- BJÖRKMAN E., 1949: The ecological significance of the ectotrophic mycorrhizal association in forest trees. Svensk Bot.Tidskr. 43, 223-262.

- BOHNE H., GRÖPLER P. und DITTMER M., 1958: Beitrag zur Bestimmung der Gesamtphosphorsäure des Bodens mit Überchlorsäure. Z.Pflanzenernähr.Düngung Bodenk. 82, 42-49.
- BOHUS G., 1973: Soil acidity and the occurrence of fungi in deciduous forests. Ann.Hist.-Nat.Mus.Natl.Hung. 65, 63-81.
- BOHUS G., 1984: Studies on the pH requirement of soil-inhabiting mushrooms: The R-spectra of mushroom assemblages in deciduous forest communities. Acta Bot.Acad. Sci.Hung. 30, 155-171.
- BOHUS G. und BABOS M., 1960: Coenology of terricolous macroscopic fungi of deciduous forests. Bot.Jahrb.Syst. 80, 1-100.
- BOHUS G. und BABOS M., 1967: Mycocoenological investigation of acidophilous deciduous forests in Hungary. Bot.Jahrb.Syst. 87, 304-360.
- BON M., 1970: Macromycètes du Nord de la France, 2. Rev.Mycol.(Paris) 35, 231-257.
- BON M., 1981: Clé monographique des "Lepiotes" d'Europe (= *Agaricaceae*, tribus *Lepioteae* et *Leucocoprineae*). Doc.Mycol. 11(43), 1-77.
- BON M., 1984: Les Tricholomes de France et d'Europe occidentale. Lechevalier, Paris. 324 S.
- BON M. und GEHU J.M., 1973: Unités supérieures de végétation et récoltes mycologiques. Doc.Mycol. 2(6), 1-40.
- BON M. und VAN HALUWYN C., 1981: *Lactarietum lacunarum*, nouvelle association fongique des lieux inondables. Doc.Mycol. 11(44), 19-27.
- BRANDRUD T.E., 1987: Mycorrhizal fungi in 30 years old, obligotrophic spruce (*Picea abies*) plantation in SE Norway. A one-year permanent plot study. Agarica 8(16), 48-58.
- BRANDRUD T.E., LINDSTRÖM H., MARKLUND H., MELOT J. und MUSKOS S., 1990: *Cortinarius*, flora photographica. (deutsche Ausgabe). Color-Tryck, S-Härnösand.
- BRAUN-BLANQUET J., 1961: Die inneralpine Trockenvegetation. Fischer, Stuttgart. 273 S.
- BRAUN-BLANQUET J., 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. (3. Aufl.). Springer, Wien/New York. 865 S.
- BREITENBACH J. und KRÄNZLIN F., 1981: Pilze der Schweiz. 1. Ascomyceten. Mykologia, Luzern. 313 S.
- BREITENBACH J. und KRÄNZLIN F., 1986: Pilze der Schweiz. 2. Nichtblätterpilze: Heterobasidiomycetes, Aphylophorales, Gasteromycetes. Mykologia, Luzern. 416 S.
- BREITENBACH J. und KRÄNZLIN F., 1991: Pilze der Schweiz. 3. Röhrlinge und Blätterpilze 1. Teil. Mykologia, Luzern. 364 S.
- BRESADOLA J., 1927-1933: Iconographia mycologica. Milano. 26 Bde.
- BRESINSKY A., 1987: Bemerkenswerte Grosspilzfunde in der Bundesrepublik Deutschland. Z.Mykol. 53, 289-302.
- BRESINSKY A. und STANGL J., 1977: Beiträge zur Revision M. Britzelmays "Hymenomyceten aus Südbayern". 13. Die Gattung *Melanoleuca* unter besonderer Berücksichtigung ihrer Arten in der Umgebung von Augsburg. Z.Pilzk. 43, 145-173.
- BRUNNER I., 1987: Pilzökologische Untersuchungen in Wiesen und Brachland in der Nordschweiz (Schaffhauser Jura). Veröff.Geobot.Inst.ETH,Stiftung Rübel,Zürich 92, 1-241.
- BRUNNER I. und HORAK E., 1988: Zur Ökologie und Dynamik praticoler Agaricales in Mesobrometen der Nordschweiz. Mycol.Helv. 3, 1-26.
- BRUNNER I. und HORAK E., 1990: Mycoecological analysis of *Alnus*-associated macrofungi in the region of the Swiss National Park as recorded by J. Favre (1960). Mycol.Helv. 4, 111-139.
- BRUNNER I., BRUNNER F. und MILLER O.K., Jr., 1990: Ectomycorrhizal synthesis with Alaskan *Alnus tenuifolia*. Canad.J.Bot. 68, 761-767.
- BUCH R. und KREISEL H., 1957: Höhere Pilze der Leipziger Auenwälder. Z.Pilzk. 23, 4-20.

- BUJAKIEWICZ A., 1973: Higher fungi in the alluvial and alder forests of Wielkopolska province. *Prace Komis.Biol.* 35(6), 1-91.
- BUJAKIEWICZ A., 1979: Fungi of Mt. Babia Gora. I. Mycoflora of forests. *Acta Mycol.* 15, 213-294.
- BUJAKIEWICZ A., 1981: Fungi of Mt. Babia Gora. II. Indicative value of macromycetes in the forest associations. *Acta Mycol.* 17, 63-125.
- BUJAKIEWICZ A., 1982a: Fungi of Mt. Babia Gora. III. Indicating value of macromycetes in the forest associations. *Acta Mycol.* 18, 3-44.
- BUJAKIEWICZ A., 1982b: Macromycetes as an element of forest structure on the Babia Gora massif. In: DIERSCHKE H. (ed.), *Struktur und Dynamik von Wäldern*. Cramer, Vaduz. 645-657.
- BUJAKIEWICZ A., 1989: Macrofungi in the alder and alluvial forests in various parts of Europe and North America. *Opera Bot.* 100, 29-41.
- BUJAKIEWICZ A. und LISIEWSKA M., 1983: The mycoflora of plant communities in the Słowiński National Park. *Badan.Fizjogr.Polska Zachodnia Botanika* 34, 49-77.
- CANDUSSO M. und LANZONI G., 1990: Fungi Europaei: *Lepiota* s.l. *Giovanna Biella, Saronno.* 743 S.
- CARBIENER R., 1973: Les stations de *Gyrodon (Boletus) lividus* (Bull. ex Fr.) Sacc. en Alsace et en Corse. Liaison de l'espèce avec *Alnus glutinosa* et *A. incana*. *Doc.Mycol.* 2(6), 41-48.
- CARBIENER R., 1981: Der Beitrag der Hutpilze zur soziologischen und synökologischen Gliederung von Auen- und Feuchtwäldern. Ein Beispiel aus der Oberrheinebene. In: DIERSCHKE H. (ed.), *Syntaxonomie*. Cramer, Vaduz. 497-531.
- CARBIENER R., OURISSON N. und BERNARD A., 1975: Erfahrungen über die Beziehungen zwischen Grosspilzen und Pflanzengesellschaften in der Rheinebene und den Vogesen. *Beitr.Naturk.Forsch.Südwestdeutschl.* 34, 37-56.
- CHRISTIANSEN M.P., 1962: Danish species of the genus *Coryne*. *Friesia* 7, 75-85.
- CLEMENÇON H., 1982a: Kompendium der Blätterpilze. *Marasmius*. *Z.Mykol.* 48, 3-16.
- CLEMENÇON H., 1982b: Kompendium der Blätterpilze. Europäische omphalinoide *Tricholomataceae*. *Z.Mykol.* 48, 195-237.
- CORLEY M.F.V., CRUNDWELL A.C., DÜLL R., HILL M.O. und SMITH A.J.E., 1981: Mosses of Europe and the Azores: an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *J.Bryol.* 11, 609-689.
- CORNER E.J.H., 1950: A monograph of *Clavaria* and allied genera. Oxford Univ.Press, London. 740 S.
- CORNER E.J.H., 1970: Supplement to "A monograph of *Clavaria* and allied genera". *Beih. Nova Hedwigia* 33, 1-299.
- COTTER H.V.T. und BILLS G.F., 1985: Comparison of spatial patterns of sexual and vegetative states of *Boletinellus merulioides*. *Trans.Brit.Mycol.Soc.* 85, 520-524.
- DARIMONT F., 1973: Recherches mycologiques dans les forêts de Haute Belgique. Essay sur les fondements de la sociologie des champignons supérieurs. *Mém.Inst.Roy.Sci. Nat.Belgique* 170, 1-220.
- DEMOULIN V., 1969: Les Gastéromycètes. *Naturalistes Belges* 50, 225-270.
- DENNIS R.W.G., 1956: A revision of the British *Helotiaceae* in the herbarium of the Royal Botanic Gardens, Kew, with notes on related European species. *Mycol.Pap.* 62, 1-216.
- DENNIS R.W.G., 1978: *British Ascomycetes*. (3. Aufl.). Cramer, Vaduz. 585 S.
- DERBSCH H. und SCHMITT J.A., 1984: Atlas der Pilze des Saarlandes. Teil 1: Verbreitung und Gefährdung. *Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband 2*, 1-535.
- DERBSCH H. und SCHMITT J.A., 1987: Atlas der Pilze des Saarlandes. Teil 2: Nachweise, Ökologie, Vorkommen und Beschreibungen. *Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband 3*, 1-816.
- DISSING H., 1966: The genus *Helvella* in Europe with special emphasis on the species

- found in Norden. Dansk Bot.Ark. 25(1), 1-172.
- DÖRFELT H., 1981: Charakteristische Pilze verbreiteter Pflanzengesellschaften. In: MICHAEL E., HENNIG B. und KREISEL H. (eds.), Handbuch für Pilzfreunde, Band IV. (2. Aufl.). Fischer, Jena. 77-88.
- DÖRFELT H. und KREISEL H., 1977: Über die Veränderung der Pilzflora der DDR. In: Florenwandel und Florenschutz. II. Zentrale Tagung für Botanik, Berlin, 1977, 54-58.
- EGLI S., 1990: *Cortinarius (Phlegmacium) odorifer* Britz.: Ökologie, Biologie und Ektomykorrhiza. Diss.ETH Nr.9079, Zürich. 114 S.
- EGLI S., AYER F. und CHATELAIN F., 1990: Der Einfluss des Pilzsammelns auf die Pilzflora. Mycol.Helv. 3, 417-428.
- EINHELLINGER A., 1973: Die Pilze der Pflanzengesellschaften des Auwaldgebiets der Isar zwischen München und Grüneck. Ber.Bayer.Bot.Ges. 44, 5-100.
- EINHELLINGER A., 1982: Das Murnauer Moor und seine Pilze. Hoppea 41, 347-398.
- EINHELLINGER A., 1985a: Auflistung und Beschreibung weiterer Pilzfunde aus Fluss-Au, Moor und Lohwald inkl. der für Süddeutschland neuen mediterran getönten *Peziza badiocnifusa* Korf. Ber.Bayer.Bot.Ges. 56, 201-212.
- EINHELLINGER A., 1985b: Die Gattung *Russula* in Bayern. Hoppea 43, 1-348.
- EINHELLINGER A., 1987: Erster sicherer mitteleuropäischer Nachweis von *Psathyrella narcotica* Kits van Waveren ausserhalb der Niederlande. Beitr.Kenntn.Pilze Mitteleur. 3, 235-240.
- ELLENBERG H., 1986: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. (4. Aufl.). Ulmer, Stuttgart. 989 S.
- ELLENBERG H. und KLÖTZLI F., 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchswesen 48, 589-930.
- ELMER K. und KLÖTZLI F., 1972: Gutachten zum Auenkomplex Bonaduz/Rothenbrunnen. Geobot.Inst.ETH,Stiftung Rübel,Zürich. 7 S. (Polykopie).
- ENDERLE M., 1986: 11. Beitrag zur Kenntnis der Ulmer Pilzflora: *Pluteus*-Funde in hiesigen Auwäldern. Ulmer Pilzflora 1, 9-78.
- ENDERLE M., 1987: Bemerkenswerte Agaricales (*Psathyrella*)-Funde, IV. Beitr.Kenntn. Pilze Mitteleur. 3, 241-260.
- ENDERLE M. und BENDER H., 1990: Studien zur Gattung *Coprinus* (Pers. ex Fr.) S.F. Gray in der Bundesrepublik Deutschland, V. Z.Mykol. 56, 19-46.
- ENDERLE M. und MORENO G., 1985: The *Coprinus domesticus* group. Bol.Soc.Micol.Castellana 9, 103-130.
- ENDERLE M. und STANGL J., 1981: 4. Beitrag zur Kenntnis der Ulmer Pilzflora: Risspilze (*Inocyben*). Mitt.Vereins Math.Ulm 31(1980-81), 79-170.
- ENDERLE M., KRIEGLSTEINER G.J. und BENDER H., 1986: Studien zur Gattung *Coprinus* (Pers. ex Fr.) S.F. Gray in der Bundesrepublik Deutschland, III. Z.Mykol. 52, 101-132.
- ERIKSSON J. und RYVARDEN L., (et al.), 1973-1988: The *Corticaceae* of North Europe. Fungiflora, Oslo. 8 Bde. 1631 S.
- ERIKSSON J. und STRID A., 1969: Studies in the Aphylophorales (Basidiomycetes) of northern Finland. Ann.Univ.Turku, Serie A/II 40, 112-158.
- FADERL C. und MOSER M., 1988: Einfluss des Wassergehaltes auf die Frostresistenz von *Flammulina velutipes*. Z.Mykol. 54, 127-138.
- FAVRE J., 1939: Les champignons collybioïdes des cônes des essences résineuses. Schweiz.Z.Pilzk. 17, 162-168, 178-182.
- FAVRE J., 1948: Les associations fongiques des hauts-marais jurassiens. Beitr.Kryptogamenfl.Schweiz 10(3), 6-228.
- FAVRE J., 1952: Bribes mycologiques. B. Quelques *Marasmius* de la section des *Rotulae*. Ber.Schweiz.Bot.Ges. 62, 406-411.
- FAVRE J., 1957: Mycènes nouvelles ou peu connues. Bull.Soc.Neuchâteloise Sci.Nat. 80, 81-98.

- FAVRE J., 1960: Catalogue descriptif des champignons supérieurs de la zone subalpine du Parc National Suisse. *Ergebn.Wiss.Untersuch.Schweiz.Nationalparkes* 6, 323-610.
- FELLNER R., 1980: *Russula pumila* found in Czechoslovakia. *Ceska Mykol.* 34, 35-44.
- FIEDLER H.-J. und HUNGER W., 1963: Über den Einfluss einer Kalkdüngung auf Vorkommen, Wachstum und Nährelementgehalt höherer Pilze im Fichtenbestand. *Arch.Forstwesen* 12, 936-962.
- FISCHER C. und HEIN B., 1990: Blei und Cadmium in Pilzen aus Westberlin. *Z.Mykol.* 56, 159-166.
- FORD E.D., MASON P.A. und PELHAM J., 1980: Spatial patterns of sporophore distribution around a young birch tree in three successive years. *Trans.Brit.Mycol.Soc.* 75, 287-296.
- FRAHM J.-P. und FREY W., 1983: *Moosflora*. Ulmer, Stuttgart. 522 S.
- FRIEDRICH K., 1940: Untersuchungen zur Ökologie der höheren Pilze. *Pflanzenforschung* 22, 1-53.
- GARDNER J.H. und MALAJCZUK N., 1985: Succession of ectomycorrhizal fungi associated with Eucalypts on rehabilitated bauxite mines in south-western Australia. *Proc.6th N.A.Confer.Myc.,Bend,Oreg.,1984*.
- GERKEN B., 1988: *Auen - verborgene Lebensadern der Natur*. Rombach, Freiburg i.Br. 132 S.
- GILBERTSON R.L. und RYVARDEN L., 1986-1987: *North American Polypores*. *Fungiflora*, Oslo. 2 Bde. 885 S.
- GINNS J., 1982: A monograph of the genus *Coniophora* (Aphylophorales, Basidiomycetes). *Opera Bot.* 61, 1-61.
- GRAUWINKEL B., 1987: Beitrag zur Pilzflora des Erlenbruchwaldes. NSG Sodenmatt bei Bremen. *Veröff.Überseemus.Bremen* 8A, 1-165.
- GROLLE R., 1983: Hepatics of Europe including the Azores: an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *J.Bryol.* 12, 403-459.
- GROSS G., RUNGE A. und WINTERHOFF W., 1980: Bauchpilze (Gasteromycetes s.l.) in der Bundesrepublik und Westberlin. *Beih.Z.Mykol.* 2, 1-220.
- GROSSE-BRAUCKMANN H., 1986: *Steccherinum oreophilum* und *Steccherinum "robustius/laeticolor"* (ss. Jahn 1969/1979) - zu einigen nomenklatorisch-taxonomischen Missverständnissen und über Funde in der BRD. *Z.Mykol.* 52, 363-371.
- GULDEN G. und HØILAND K., 1985: The role of ectomycorrhiza in a situation of air pollution and forest death. *Agarica* 6(12), 341-357.
- HAARD R.T. und KRAMER C.L., 1970: Periodicity of spore discharge in the Hymenomycetes. *Mycologia* 62, 1145-1169.
- HAAS H., 1933: Die bodenbewohnenden Grosspilze in den Waldformationen einiger Gebiete von Württemberg. *Beih.Bot.Centralbl.* 50B, 35-134.
- HAAS H., 1958a: Zusammenarbeit auf dem Gebiete der Pilzsoziologie. *Z.Pilzk.* 24, 15-18.
- HAAS H., 1958b: Die Pilzflora der Tannenmischwälder an der Muschelkalk-Buntsandstein-Grenze des Ostschwarzwaldes. *Z.Pilzk.* 24, 61-67.
- HÄFFNER J., 1987: Die Gattung *Helvella*, Morphologie und Taxonomie. *Beih.Z.Mykol.* 7, 1-165.
- HARLEY J.L. und SMITH S.E., 1983: *Mycorrhizal symbiosis*. Acad.Press, London. 483 S.
- HARMAJA H., 1969: The genus *Clitocybe* (Agaricales) in Fennoscandia. *Karstenia* 10, 5-168.
- HAWKER L.E. und FRAYMOUTH J., 1951: A re-investigation of the root-nodules of species of *Elaeagnus*, *Hippophaë*, *Alnus* and *Myrica*, with special reference to the morphology and life histories of the causative organisms. *J.Gen.Microbiol.* 5, 369-386.
- HELLER H., 1963: *Struktur und Dynamik von Auenwäldern*. Diss.ETH Nr.3150, Zürich. 72 S.
- HESS H.E., LANDOLT E. und HIRZEL R., 1976-1980: *Flora der Schweiz und angrenzender*

- Gebiete. (2. Aufl.). Birkhäuser, Basel. 3 Bde. 2690 S.
- HINTIKKA V., 1964: Psychrophilic Basidiomycetes decomposing forest litter under winter conditions. *Commun.Inst.Forest.Fenn.* 59(2), 1-20.
- HORAK E., 1963: Pilzökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe (*Piceetum subalpinum* und *Rhodoreto-Vaccinietum*) der Rätischen Alpen (Dischmatal, Graubünden). *Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchswesen* 39, 1-112.
- HORAK E., 1985: Die Pilzflora (Makromyceten) und ihre Ökologie in fünf Pflanzengesellschaften der montan-subalpinen Stufe des Unterengadins (Schweiz). *Ergebn.Wiss.Untersuch.Schweiz.Nationalparkes* 12, 337-476.
- HORAK E. und BAICI A., 1990: Beitrag zur Kenntnis der Basidiomycota (Aphylophorales s.l. - Heterobasidiomycetes) im Unterengadin (GR, Schweiz). *Mycol.Helv.* 3, 351-384.
- HORAK E. und GRIESSER B., 1987: Über zwei neue Arten von *Psathyrella* und *Rhodocybe* aus Grauerlen-Wäldern Graubündens (Schweiz). *Beitr.Kenntn.Pilze Mitteleur.* 3, 265-274.
- HORAK E. und RÖLLIN O., 1988: Der Einfluss von Klärschlamm auf die Makromycetenflora eines Eichen-Hainbuchen-Waldes bei Genf, Schweiz. *Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchswesen* 64, 13-147.
- HUSS-DANEL K., 1986a: Nitrogen in shoot litter, root litter and root exudates from nitrogen-fixing *Alnus incana*. *Pl.& Soil* 91, 43-49.
- HUSS-DANEL K., 1986b: Growth and production of leaf litter nitrogen by *Alnus incana* in response to liming and fertilization on degenerated forest soil. *Can.J.For.Res.* 16, 847-853.
- INVENTAR BLN/IFP, 1977/1983: Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung. Eidg.Oberforstinsp.,Abt.Natur- Heimatsch., Bern.
- INVENTAR KLN/CPN, 1979/1984: Inventar der zu erhaltenden Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung. Schweiz.Bund Natursch., Basel.
- IRLET B., 1981: Über Auenwälder und ihre Pilze. *Schweiz.Z.Pilzk.* 60, 156-159.
- IRLET B. und RIEDER K., 1985: Cadmium und Blei in Pilzen aus der alpinen Stufe der Schweizer Alpen. *Mycol.Helv.* 1, 393-399.
- JAHN H., 1963: Mitteleuropäische Porlinge (*Polyporaceae* s. lato) und ihr Vorkommen in Westfalen. *Westfäl.Pilzbriefe* 4, 1-143.
- JAHN H., 1976: *Russula pumila* Rouzeau & Massart, ein Täubling unter *Alnus glutinosa*, in Norddeutschland und Westfalen gefunden. *Westfäl.Pilzbriefe* 11(1/2), 15-21.
- JAHN H., 1983: Einige in der Bundesrepublik Deutschland neue, seltene oder wenig bekannte Porlinge (*Polyporaceae* s. lato). II: *Antrodia malicola* (Berk. & C.) Donk und *Trametes cervina* (Schw.) Bres. *Westfäl.Pilzbriefe* 10-11(8a), 220-237.
- JANSEN A.E., 1984: Vegetation and macrofungi of acid oakwoods in the north-east of the Netherlands. Pudoc, Wageningen. 162 S.
- JÜLICH W., 1972: Monographie der *Athelieae* (*Corticaceae*, Basidiomycetes). *Beih.Willdenowia* 7, 1-283.
- JÜLICH W., 1984: Kleine Kryptogamenflora. II b/1. Die Nichtblätterpilze, Gallertpilze und Bauchpilze. Fischer, Stuttgart/New York. 626 S.
- KALAMEES K., 1968: Mycocoenological methods based on investigations in the Estonian forests. *Acta Mycol.* 4, 327-335.
- KÄLIN I. und AYER F., 1983: Sporenabwurf und Fruchtkörperentwicklung des Goldstielligen Pfifferlings (*Cantharellus lutescens*) im Zusammenhang mit Klimafaktoren. *Mycol.Helv.* 1, 67-88.
- KELLER J., 1991: La protection des champignons. *Schweiz.Z.Pilzk.* 69, 229-234.
- KELLER T., 1988: Der Einfluss von Klärschlamm auf die Gehalte an einigen Elementen in Eichenlaub. *Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchswesen* 64, 203-223.
- KIRBY J.J.H., STENLID J. und HOLDENRIEDER O., 1990: Population structure and responses to disturbance of the basidiomycete *Resinicium bicolor*. *Oecologia* 85, 178-184.

- KITS VAN WAVEREN E., 1970: The genus *Conocybe* subgen. *Pholiotina*. I. The European annulate species. *Persoonia* 6, 119-165.
- KITS VAN WAVEREN E., 1985: The Dutch, French and British species of *Psathyrella*. *Persoonia* suppl. Vol. 2, 1-300.
- KNOCH D. und BURCKHARDT H., 1974: Beitrag zur Holzpilzflora der Rheinauenwälder im Taubergiessengebiet. In: Das Taubergiessengebiet - eine Rheinlandschaft. Natur- Landschaftsschutzgeb. Baden-Württ. 7, 180-190.
- KNUDSEN H., 1980: A revision of *Lepiota* sect. *Echinatae* and *Amyloideae* in Europe. *Bot. Tidsskr.* 75, 121-155.
- KONRAD P. und MAUBLANC A., 1924-1937: *Icones selectae fungorum*. Lechevalier, Paris. 6 Bde.
- KORF R.P., 1973: Discomycetes and Tuberales. In: AINSWORTH G.C., SPARROW F.K. und SUSSMAN A.S. (eds.), *The fungi*, IV/A. Acad. Press, New York/London. 249-319.
- KOST G. und HAAS H., 1989: Die Pilzflora von Bannwäldern in Baden-Württemberg. Ein Beitrag zur Kenntnis der Vergesellschaftung höherer Pilze in einigen süddeutschen Waldgesellschaften. In: *Mykologische und ökologische Untersuchungen in Waldschutzgebieten*. Mitt. Forstl. Versuchs- Forschungsanst. Baden-Württ. 4, 9-182.
- KOTLABA F. und POUZAR Z., 1960: On the interesting fungus *Paxillus filamentosus* Fr. *Ceska Mykol.* 14, 176-184.
- KOTTKE I. und AGERER R., 1983: Untersuchungen zur Bedeutung der Mykorrhiza in älteren Laub- und Nadelwaldbeständen des südwestdeutschen Keuperberglandes. *Mitt. Vereins Forstl. Standortsk.* 30, 30-39.
- KREISEL H., 1967: Taxonomisch-pflanzengeographische Monographie der Gattung *Bovista*. *Beih. Nova Hedwigia* 25, 1-244.
- KREISEL H., 1979: Zur Taxonomie von *Stropharia aeruginosa* sensu lato. *Beih. Sydowia* 8, 228-232.
- KREISEL H., 1987: *Pilzflora der Deutschen Demokratischen Republik*. Fischer, Jena. 281 S.
- KRIEGLSTEINER G.J., 1991: *Verbreitungsatlas der Grosspilze Deutschlands (West)*. Ulmer, Stuttgart. 2 Bde. 1432 S.
- KRIEGLSTEINER G.J., BENDER H. und ENDERLE M., 1982: Studien zur Gattung *Coprinus* (Pers. ex Fr.) S.F. Gray in der Bundesrepublik Deutschland, I. *Z. Mykol.* 48, 65-88.
- KRISAI I., 1986: Rote Liste gefährdeter Grosspilze Österreichs. In: NIKLFELD H. (ed.), *Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs*. Grüne Reihe Bundesmin. Gesundh. Umweltsch. 5, 178-189.
- KRISAI I., 1987: Über den sommerlichen Pilzaspekt in einigen subalpinen Mooren des oberen Murtales (hauptsächlich des östlichen Lungaus, Österreich). *Nova Hedwigia* 45, 1-39.
- KRÜSI B., 1981: Phenological methods in permanent plot research. The indicator value of phenological phenomena. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich* 75, 1-115.
- KUBICKA J., 1980: Zur Verbreitung des *Cortinarius bibulus* Quél. in Südböhmen und in der CSSR. *Acta Sci. Nat. Boh.* 20, 23-27.
- KÜCHLI C., 1984: Auenwälder und Mangroven. In: KÜCHLI C. (ed.), *Wälder für die Menschen*. Kümmerly & Frey, Bern. 129-160.
- KUHN N., 1990: Veränderung von Waldstandorten. Ergebnisse, Erfahrungen und Konsequenzen, mit einem Konzept für die Dauerbeobachtung von Waldbeständen. *Ber. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen* 319, 1-47.
- KUHN N. und AMIET R., 1988a: Inventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung. Allgemeiner Teil. Eidg. Depart. Innern, Bundesamt Forstw. Landschaftssch., Bern. 41 S.
- KUHN N. und AMIET R., 1988b: Der Einfluss von Klärschlamm auf die Bodenvegetation eines Eichenwaldes. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen* 64, 149-202.
- KUHN N., AMIET R., EWALD K., KESSLER E. und SOMMERHALDER R., 1984: Gesicht unserer Auen. Bundesamt Forstw., Abt. Natur- Heimatsch., Bern. 71 S.

- KÜHNER R., 1935: Le genre *Galera* (Fries) Quélet. Lechevalier, Paris. *Encycl.Mycol.* 7. 240 S.
- KÜHNER R., 1936: Recherches sur le genre *Lepiota*. *Bull.Soc.Mycol.France* 52, 177-238.
- KÜHNER R., 1938: Le genre *Mycena* (Fries). Lechevalier, Paris. *Encycl.Mycol.* 10. 710 S.
- KÜHNER R. und ROMAGNESI H., 1953: Flore analytique des champignons supérieurs. Masson et Cie., Paris. 557 S.
- KÜHNER R. und ROMAGNESI H., 1977: Compléments à la "flore analytique". Cramer, Vaduz. *Biblioth.Mycol.* 56. 478 S.
- KÜHNER R. und VALLA G., 1972: Contribution à la connaissance des espèces blanches à spores non amyloides du genre *Mycena* (Fries) S.F. Gray (Basidiomycètes Agaricales). *Travaux Laborat."La Jaysinia"* 4, 25-71.
- KUUSI T., LAAKSOVIRTA K., LIUKKONEN H., LODENIUS M. und PIEPPONEN S., 1981: Lead, cadmium, and mercury contents of fungi in the Helsinki area and in unpolluted control areas. *Z.Lebensm.Unters.Forsch.* 173, 261-267.
- KUYPER T.W., 1986: A revision of the genus *Inocybe* in Europe. I. Subgenus *Inosperma* and the smooth-spored species of subgenus *Inocybe*. *Persoonia suppl.* Vol. 3, 1-247.
- KUYPER T.W., 1989: Auswirkungen der Walddüngung auf die Mykoflora. *Beitr.Kenntn. Pilze Mitteleur.* 5, 5-20.
- LAIHO O., 1970: *Paxillus involutus* as a mycorrhizal symbiont of forest trees. *Acta Forest.Fenn.* 106, 1-72.
- LAMOURE D., 1975: Agaricales de la zone alpine genre *Omphalina* (2. partie). *Trav.Sci. Parc Nat.Vanoise* 4, 153-166.
- LAMOURE D., 1989: Species concept in the *Flammulina velutipes* group. *Opera Bot.* 100, 163-167.
- LANCONELLI L. und LANZONI G., 1988: Contributo allo studio del genere *Coprinus* Pers., 2. parte: sezione *Hemerobii* Fries, sottosezione *Setulosi* J. Lange. *Boll.A.M.B.* 31(5/6), 228-261.
- LANDOLT E., 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröff.Geobot.Inst. ETH,Stiftung Rübel,Zürich* 64, 1-208.
- LANGE J.E., 1935-1940: Flora agaricina danica. Copenhagen. 5 Bde.
- LANGE M., 1952: Species concept in the genus *Coprinus*. A study on the significance of intersterility. *Dansk Bot.Ark.* 14(6), 1-164.
- LANGE M. und SMITH A.H., 1953: The *Coprinus ephemerus* group. *Mycologia* 45, 747-780.
- LANZONI G., 1988: Appunti sul genere *Pholiotina* Fayod, sezione *Pholiotina*. *Boll.A.M.E.R.* 4(12), 17-29.
- LARSEN M. und COBB-POULLE L.A., 1990: *Phellinus* (Hymenochaetaceae). A survey of the world taxa. *Fungiflora*, Oslo. *Synopsis Fung.* 3. 206 S.
- LAST F.T., MASON P.A., WILSON J. und DEACON J.W., 1983: Fine roots and sheathing mycorrhizas: their formation, function and dynamics. *Pl.& Soil* 71, 9-21.
- LE GAL M., 1966: Contribution à la connaissance du genre *Scutellinia* (Cooke) Lamb. emend. Le Gal. *Bull.Soc.Mycol.France* 82, 301-334.
- LETTAU M., 1982: Vorläufige Liste verschollener und gefährdeter Grosspilze in Schleswig-Holstein. In: *Rote Listen der Pflanzen und Tiere Schleswig-Holsteins. Schriftenr.Landesamt Natursch.Landschaftspfl.Schl.-Holst.* 5, 57-71.
- LINDSEY J.P. und GILBERTSON R.L., 1977: A new *Steccherinum* (Aphylophorales, *Steccherinaceae*) on quaking aspen. *Mycologia* 69, 193-197.
- LUCCHINI G., ZENONE E., MARTINI E. und PELLANDINI W., 1990: I macromiceti delle Bolle di Magadino (Ticino, Svizzera). *Boll.Soc.Ticinese Sci.Nat.* 78, 33-132.
- MAAS GEESTERANUS R.A., 1979: Three *Mycenas* revised. *Persoonia* 10, 277-282.
- MAAS GEESTERANUS R.A., 1980a: The *Mycena epipterygia*-group. *Proc.K.Ned.Akad.Wet., Series C* 83(1), 65-79.

- MAAS GEESTERANUS R.A., 1980b: Studies in Mycenas 1-8. Proc.K.Ned.Akad.Wet.,Series C 83(2), 167-186.
- MAAS GEESTERANUS R.A., 1984: Conspectus of the Mycenas of the northern hemisphere. 3. Section *Filipedes*. Proc.K.Ned.Akad.Wet.,Series C 87(4), 413-447.
- MAAS GEESTERANUS R.A., 1985: Conspectus of the Mycenas of the northern hemisphere. 4. Section *Mycena*. Proc.K.Ned.Akad.Wet.,Series C 88(3), 339-369.
- MAAS GEESTERANUS R.A., 1986: Conspectus of the Mycenas of the northern hemisphere. 8. Sections *Intermediae*, *Rubromarginatae*. Proc.K.Ned.Akad.Wet.,Series C 89(3), 279-310.
- MAAS GEESTERANUS R.A., 1987: Wie sieht *Mycena leptocephala* aus? Beitr.Kenntn.Pilze Mitteleur. 3, 139-143.
- MAAS GEESTERANUS R.A. und SCHWÖBEL H., 1987: Über zwei auf Koniferenholz wachsende, nitros riechende Helmlingsarten. Beitr.Kenntn.Pilze Mitteleur. 3, 145-152.
- MARTIN G.W. und ALEXOPOULOS C.J., 1969: The Myxomycetes. Univ.Iowa Press, Iowa City. 561 S.
- MARTIN G.W., ALEXOPOULOS C.J., FARR M.L. und McVAUGH ALLEN R., 1983: The genera of Myxomycetes. Univ.Iowa Press, Iowa City. 560 S.
- MARXMÜLLER H., HOLDENRIEDER O. und MÜLLER E.-D., 1990: Zur Verbreitung, Phänologie und Ökologie von *Armillaria mellea* s.l. in Südbayern. Ber.Bayer.Bot.Ges. 61, 115-134.
- MASON P.A., LAST F.T., PELHAM J. und INGLEBY K., 1982: Ecology of some fungi associated with an ageing stand of birches (*Betula pendula* and *B. pubescens*). For.Ecol. Management 4, 19-39.
- MCCREIGHT J.D. und SCHROEDER D.B., 1974: The effect of cadmium, nickel and lead on the growth of ectomycorrhizal fungi. Phytopathology 64, 583.
- MENGE J.A. und GRAND L.F., 1978: Effect of fertilization on production of epigeous basidiocarps by mycorrhizal fungi in loblolly pine plantations. Canad.J.Bot. 56, 2357-2362.
- METROD G., 1948: Essai sur le genre *Melanoleuca* Patouillard emend. Bull.Soc.Mycol.France 64, 141-165.
- MEUSEL H., JÄGER E. und WEINERT E., 1965: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Band 1. Fischer, Jena. 258 S.
- MIKOLA P., 1958: Liberation of nitrogen from alder leaf litter. Acta Forest.Fenn. 67, 1-10.
- MOLINA R., 1981: Ectomycorrhizal specificity in the genus *Alnus*. Canad.J.Bot. 59, 325-334.
- MONTHOUX O. und RÖLLIN O., 1988: Une nouvelle espèce d'Agaricales: *Entoloma alnetorum* Month. & Röll. Mycol.Helv. 3, 43-52.
- MOOR M., 1958: Pflanzengesellschaften schweizerischer Flussauen. Mitt.Schweiz.Anst. Forstl.Versuchswesen 34, 221-360.
- MOSER M., 1958a: Die künstliche Mykorrhizaimpfung an Forstpflanzen. I. Erfahrungen bei der Reinkultur von Mykorrhizapilzen. Forstwiss.Centralbl. 77, 32-40.
- MOSER M., 1958b: Die künstliche Mykorrhizaimpfung von Forstpflanzen. II. Die Torfstreukultur von Mykorrhizapilzen. Forstwiss.Centralbl. 77, 257-320.
- MOSER M., 1958c: Der Einfluss tiefer Temperaturen auf das Wachstum und die Lebenstätigkeit höherer Pilze mit spezieller Berücksichtigung von Mykorrhizapilzen. Sydowia 12, 386-399.
- MOSER M., 1959: Die künstliche Mykorrhizaimpfung an Forstpflanzen. III. Die Impfmethodik im Forstgarten. Forstwiss.Centralbl. 78, 193-202.
- MOSER M., 1963a: Zur Variabilität von *Leucopaxillus mirabilis* (Bres.) Mos. Schweiz.Z. Pilzk. 41, 181-194.
- MOSER M., 1963b: Kleine Kryptogamenflora. Iia. Ascomyceten. Fischer, Stuttgart. 147 S.
- MOSER M., 1965: Der Wasserhaushalt höherer Pilze in Beziehung zu ihrem Standort.

- Schweiz.Z.Pilzk. 43, 161-172, 177-182.
- MOSER M., 1983: Kleine Kryptogamenflora. Iib/2. Die Röhrlinge und Blätterpilze. (5. Aufl.). Fischer, Stuttgart/New York. 533 S.
- MOSER M. und HASSELWANDTER K., 1983: Ecophysiology of mycorrhizal symbioses. In: LANGE O.L., NOBEL P.S., OSMOND C.B. und ZIEGLER H. (eds.), Physiological plant ecology, III. Springer, Berlin/Heidelberg. 392-422.
- MÜLLER M., 1958: Auewäldböden des schweizerischen Mittellandes. Diss.ETH Nr.2799, Zürich. 86 S.
- MURAKAMI Y., 1987: Spatial distribution of *Russula* species in *Castanopsis cuspidata* forest. Trans.Brit.Mycol.Soc. 89, 187-193.
- MURAKAMI Y., 1989: Spatial changes of species composition and seasonal fruiting of the Agaricales in *Castanopsis cuspidata* forest. Trans.Mycol.Soc.Japan 30, 89-103.
- MUTSCH F., HORAK O. und KINZEL H., 1979: Spurenelemente in höheren Pilzen. Z.Pflanzenphysiol. 94, 1-10.
- NEUHOFF W., 1956: Die Pilze Mitteleuropas. Iib. Die Milchlinge (*Lactarii*). Klinkhardt, Bad Heilbrunn. 248 S.
- NIEMELÄ T., 1975: On Fennoscandian Polypores. IV. *Phellinus igniarius*, *P. nigricans* and *P. populicola*, n. sp. Ann.Bot.Fenn. 12, 93-122.
- NIEMELÄ T., 1987: The raduloid species of *Schizopora*. Beitr.Kenntn.Pilze Mitteleur. 3, 365-370.
- NOORDELOOS M.E., 1979: *Entoloma* subgenus *Pouzaromyces* emend. in Europe. Persoonia 10, 207-243.
- NOORDELOOS M.E., 1980: *Entoloma* subgenus *Nolanea* in the Netherlands and adjacent regions with a reconnaissance of its remaining taxa in Europe. Persoonia 10, 427-534.
- NOORDELOOS M.E., 1987: *Entoloma* (Agaricales) in Europe. Beih.Nova Hedwigia 91, 1-419.
- NOORDELOOS M.E. und HAUSKNECHT A., 1989: Über einige neue und interessante Rötlinge aus Österreich. Z.Mykol. 55, 31-42.
- NORDSTEIN S., 1990: The genus *Crepidotus* (Basidiomycotina, Agaricales) in Norway. Fungiflora, Oslo. Synopsis Fung. 2. 115 S.
- OGAWA M., 1977: Ecology of higher fungi in *Tsuga diversifolia* and *Betula ermani* - *Abies mariesii* forests of subalpine zone. Trans.Mycol.Soc.Japan 18, 1-19.
- ORTON P.D., 1960: New check list of British agarics and boleti. Part III. Notes on genera and species in the list. Trans.Brit.Mycol.Soc. 43, 159-439.
- ORTON P.D., 1969: Notes on British agarics, III. Notes Roy.Bot.Gard.Edinburgh 29(1), 75-128.
- ORTON P.D., 1986: British fungus flora, agarics and boleti. 4. *Pluteaceae: Pluteus & Volvariella*. Roy.Bot.Gard., Edinburgh. 99 S.
- ORTON P.D. und WATLING R., 1979: British fungus flora, agarics and boleti. 2. *Coprinaeae* part 1: *Coprinus*. Roy.Bot.Gard., Edinburgh. 149 S.
- PALLMANN H., EICHENBERGER E. und HASLER A., 1940: Eine neue Methode der Temperaturmessung bei ökologischen oder bodenkundlichen Untersuchungen. Ber.Schweiz. Bot.Ges. 50, 337-362.
- PANT D.C. und TEWARI V.P., 1970: Observations on two species of the genus *Pustulina*. Mycologia 62, 1187-1194.
- PETRINI L.E. und MÜLLER E., 1986: Haupt- und Nebenfruchtformen europäischer *Hypoxylon*-Arten (*Xylariaceae*, Sphaeriales) und verwandter Pilze. Mycol.Helv. 1, 501-627.
- PIELOU E.C., 1977: An introduction to mathematical ecology. (2. Aufl.). Wiley, New York. 286 S.
- PILAT A., 1948: Monographie des espèces européennes du genre *Crepidotus* Fr. Atlas Champign.Europe (Prague) 4, 1-84.
- PRAT D., 1989: Effects of some pure and mixed *Frankia* strains on seedling growth in dif-

- ferent *Alnus* species. *Pl. & Soil* 113, 31-38.
- REID D.A., 1974: A monograph of the British Dacrymycetales. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 62, 433-494.
- REID D.A., 1984: A revision of the British species of *Naucoria* sensu lato. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 82, 191-237.
- RENVALL P., RENVALL T. und NIEMELÄ T., 1991: Basidiomycetes at the timberline in Lapland. 2. An annotated checklist of the polypores of northeastern Finland. *Karstenia* 31, 13-28.
- RICEK E.W., 1981: Die Pilzgesellschaften heranwachsender Fichtenbestände auf ehemaligen Wiesenflächen. *Z. Mykol.* 47, 123-148.
- RICEK E.W., 1989: Die Pilzflora des Attergaues, Hausruck- und Kobernausserwaldes. *Abh. Zool.-Bot. Ges. Österr.* 23, 1-439.
- RICHARD F., LÜSCHER P. und STROBEL T., 1978-1983: Physikalische Eigenschaften von Böden der Schweiz. *Eidg. Anst. Forstl. Versuchswesen, Birmensdorf.* 3 Bde.
- RIVA A., 1988: *Fungi Europaei: Tricholoma* (Fr.) Staude. Giovanna Biella, Saronno. 618 S.
- ROBICH G., 1989: Contributo al genere *Mycena* descrizione di alcune specie "corticole". *Boll. A.M.B.* 32(3/4), 162-180.
- ROMAGNESI H., 1940: Essai sur le genre *Tubaria* W. Sm. *Rev. Mycol. (Paris)* 5, 29-43.
- ROMAGNESI H., 1943: Etudes complémentaires sur le genre *Tubaria* et sur deux *Naucoria* tubarioïdes. *Rev. Mycol. (Paris)* 8, 26-35.
- ROMAGNESI H., 1952: Quelques *Omphalia* des sables maritimes fixés. *Rev. Mycol. (Paris)* 17, 39-45.
- ROMAGNESI H., 1962: Les *Naucoria* du groupe *centunculus* (*Ramicola* Velen.). *Bull. Soc. Mycol. France* 78, 337-358.
- ROMAGNESI H., 1975: Description de quelques espèces de *Drosophila* Quél. (*Psathyrella* ss. dilat.). *Bull. Soc. Mycol. France* 91, 137-224.
- RÜCKER T., WITTMANN H. und PEER T., 1990: Mykozoenologische Untersuchungen in Fichtenwäldern im Bundesland Salzburg, Österreich. *Mycol. Helv.* 4, 75-98.
- RUNGE A., 1986: Vorläufige Rote Liste der gefährdeten Grosspilze (Makromyzeten) in Nordrhein-Westfalen. In: Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere. 2. Fassung. *Schriftenr. Landesanst. Ökol., Landschaftsentwickl. Forstplanung Nordrh.-Westf.* 4, 1-16.
- RYVARDEN L., 1976-1978: *The Polyporaceae of North Europe.* Fungiflora, Oslo. 2 Bde. 507 S.
- SALIBA J. und DAVID A., 1988: Apports des caractères cultureux et des confrontations dans l'étude des représentants européens du genre *Steccherinum* (Basidiomycètes, Aphyllophorales). *Cryptogamie, Mycol.* 9, 93-110.
- SCHLECHTE G., 1986: Zur Mykorrhizapilzflora in geschädigten Forstbeständen. *Z. Mykol.* 52, 225-232.
- SCHLICHTING E. und BLUME H.P., 1966: *Bodenkundliches Praktikum.* Parey, Hamburg. 209 S.
- SCHMID-HECKEL H., 1985: Zur Kenntnis der Pilze in den nördlichen Kalkalpen. *Nationalpark Berchtesg., Forschungsber.* 8, 1-201.
- SCHMID-HECKEL H., 1988: Pilze in den Berchtesgadener Alpen. *Nationalpark Berchtesg., Forschungsber.* 15, 1-136.
- SCHROEDER D., 1984: *Bodenkunde in Stichworten.* (4. Aufl.). Hirt, Würzburg. 160 S.
- SCHÜEPP M., 1967: Lufttemperatur. 3.-4. Teil. *Klimatologie der Schweiz. Beih. Ann. Schweiz. Meteorol. Zentralanst.* 7C, 63-106.
- SCHWÖBEL H., 1987: Regional starker Rückgang der Mykorrhizapilz-Arten. *Südwestdeutsche Pilzrundschaue* 23(2), 30-33.
- SEAVER F.J., 1928: *The North American cup-fungi (Operculates).* New York. 284 S.

- SEAVER F.J., 1942: The North American cup-fungi (Operculates). Suppl. Edit. New York. 377 S.
- SEAVER F.J., 1951: The North American cup-fungi (Inoperculates). New York. 428 S.
- SEEGER R., 1978: Cadmium in Pilzen. Z.Lebensm.Unters.Forsch. 166, 23-34.
- SEEGER R., MEYER E. und SCHÖNHUT S., 1976: Blei in Pilzen. Z.Lebensm.Unters.Forsch. 162, 7-10.
- SHAFFER R.L., 1957: *Volvariella* in North America. Mycologia 49, 545-579.
- SHIMONO Y., 1991: Seasonal occurrence of *Russula japonica* fruit-bodies in a *Castanopsis* forest and the relation between their dimension and fruiting period, location and number. Trans.Mycol.Soc.Japan 32, 103-112.
- SINGER R., 1965: Die Pilze Mitteleuropas. V. Die Röhrlinge, Teil I: Die *Boletaceae* (ohne *Boletoideae*). Klinkhardt, Bad Heilbrunn. 131 S.
- SINGER R., 1973: The genera *Marasmiellus*, *Crepidotus* and *Simocybe* in the Neotropics. Beih.Nova Hedwigia 44, 1-517.
- SMITH A.H., 1972: The North American species of *Psathyrella*. Mem.New York Bot. Gard. 24, 1-633.
- SPICHER A., 1980a: Geologische Karte der Schweiz 1:500'000. (2. Aufl.). Schweiz.Geolog. Kommission, Bundesamt Landestop., Wabern.
- SPICHER A., 1980b: Tektonische Karte der Schweiz 1:500'000. (2.Aufl.). Schweiz.Geolog. Kommission, Bundesamt Landestop., Wabern.
- STANGL J., 1970: Das Pilzwachstum in alluvialen Schotterebenen und seine Abhängigkeit von Vegetationsgesellschaften. Z.Pilzk. 36, 209-255.
- STANGL J., 1971: Über einige Risspilze Südbayerns. Z.Pilzk. 37, 19-32.
- STANGL J., 1979: Die eckigsporigen Risspilze (4). Z.Pilzk. 45, 145-162.
- STANGL J., 1980: Schüpplingsfunde in der näheren und weiteren Umgebung von Augsburg. 25 Jahre Pilzverein Augsburg, 13-34.
- STANGL J., 1989: Die Gattung *Inocybe* in Bayern. Hoppea 46, 1-409.
- STANGL J. und VESELSKY J., 1976: Beiträge zur Kenntnis seltener *Inocyben*. 7. *Inocybe abietis* Kühner und irgend welche der nächst Verwandten. Ceska Mykol. 30, 65-80.
- STANGL J., SEDLMEIR A. und GEH G., 1987: Beobachtungen über das Pilzwachstum in den Flussauen der Wertach südlich von Augsburg. Beih.Z.Mykol. 7, 167-218.
- STEUBING L., 1965: Pflanzenökologisches Praktikum. Parey, Berlin/Hamburg. 262 S.
- STEYAERT R., 1967: Considérations générales sur le genre *Ganoderma* et plus spécialement sur les espèces européennes. Bull.Soc.Roy.Bot.Belgique 100, 189-211.
- STICHER H., SCHMIDT H.W. und GEISSMANN T., 1971: Agrikulturchemisches Praktikum für Landwirte und Förster. (2. Aufl.). Verlag der Fachvereine ETH, Zürich. 81 S.
- STRID A., 1973: Notes on lignicolous Aphyllophorales in the province of Dalarna and in Sonfjället National Park in Härjedalen (Central Sweden). Göteborgs Svampklubb, Arskrift 1972-73, 5-30.
- STRID A., 1975a: Lignicolous and corticolous fungi in alder vegetation in Central Norway with special reference to Aphyllophorales (Basidiomycetes). Kong.Norske Vidensk. Selsk. 4, 1-52.
- STRID A., 1975b: Wood-inhabiting fungi of alder forests in North-Central Scandinavia. 1. Aphyllophorales (Basidiomycetes). Taxonomy, ecology and distribution. Wahlenbergia 1, 1-237.
- STRID A., 1976: Wood-inhabiting fungi of alder forests in North-Central Scandinavia. 2. Hymenomycetidae-Agaricales and Gasteromycetidae. Göteborgs Svampklubb, Arskrift 1975-76, 11-40.
- SVRCEK M., 1948: Bohemian species of *Pezizaceae* subf. *Lachneoideae*. Sborn.Nar.Mus.v Praze, Rada B, Prir.Vedy 4(6), 1-95.
- SVRCEK M., 1971: Tschechoslowakische Arten der Diskomyzetengattung *Scutellinia* (Cooke) Lamb. emend. Le Gal (Pezizales), 1. Ceska Mykol. 25, 77-87.

- SZCZEPKA M.Z., 1987: Bestimmungsschlüssel für europäische Arten der Gattung *Paxillus* Fr. Beitr.Kenntn.Pilze Mitteleur. 3, 79-94.
- TARRANT R.F. und TRAPPE J.M., 1971: The role of *Alnus* in improving the forest environment. Pl.& Soil, spec.Vol.1971, 335-348.
- THÖNI L., PETER K., HERTZ J. und BÄCHTOLD H.-G., 1990: Ökologische Planung: Ergebnisse der Fallstudie Bündner Rheintal. ORL-Bericht 76. Verlag der Fachvereine, Zürich. 162 S.
- TRAPPE J.M., 1962: Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. Bot.Rev. 28, 538-606.
- TRAPPE J.M., FRANKLIN J.F., TARRANT R.F. und HANSEN G.M., 1968: Biology of alder. Proc.Symp.NW-Sci.Assoc., Pullman, Washington, 1967. 292 S.
- ULJE C.B. und BAS C., 1988: Studies in *Coprinus*. I. Subsections *Auricomis* and *Glabri* of *Coprinus* section *Pseudocoprinus*. Persoonia 13, 433-448.
- ULJE C.B. und BAS C., 1991: Studies in *Coprinus*. II. Subsection *Setulosi* of section *Pseudocoprinus*. Persoonia 14, 275-339.
- URFER C., GENSLER G., AMBROSETTI F. und ZENONE E., 1979: Regionale Klimabeschreibungen. 2. Teil: Alpennordhang, Graubünden und Alpensüdseite. Klimatologie der Schweiz. Band II. Beih. Ann. Schweiz. Meteorol. Zentralanst. 19, 247-437.
- UTTINGER H., 1965: Niederschlag. 1.-3. Teil. Klimatologie der Schweiz. Beih. Ann. Schweiz. Meteorol. Zentralanst. 5E, 1-124.
- VAN CLEVE K., VIERECK L.A. und SCHLENTNER R.L., 1971: Accumulation of nitrogen in alder (*Alnus*) ecosystems near Fairbanks, Alaska. Arctic Alpine Res. 3(2), 101-114.
- VESTERHOLT J. und KNUDSEN H., 1990: Truede storsvampe i Danmark - en rødliste. Botanisk Museum, København. 64 S.
- VILGALYS R. und MILLER O.K., 1983: Biological species in the *Collybia dryophila* group in North America. Mycologia 75, 707-722.
- VOLK O.H., 1940: Soziologische und ökologische Untersuchungen an der Auenvegetation im Churer Rheintal und Domleschg. Commun. Stat. Int. Géobot. Médit. Montpellier 72, 1-51.
- WATLING R., 1970: British fungus flora, agarics and boleti. 1. *Boletaceae*, *Gomphidiaceae*, *Paxillaceae*. Roy. Bot. Gard., Edinburgh. 125 S.
- WATLING R., 1971: The genus *Conocybe* subgenus *Pholiotina*. II. Some European exannulate species and North American annulate species. Persoonia 6, 313-339.
- WATLING R., 1981: Relationships between macromycetes and the development of higher plant communities. In: WICKLOW D.T. und CAROLL G.C. (eds.), The fungal community. Dekker, New York/Basel. 427-458.
- WATLING R., 1982: British fungus flora, agarics and boleti. 3. *Bolbitiaceae*: *Agrocybe*, *Bolbitius* & *Conocybe*. Roy. Bot. Gard., Edinburgh. 139 S.
- WATLING R. und GREGORY N.M., 1987: British fungus flora, agarics and boleti. 5. *Strophariaceae* & *Coprinaceae* p.p.: *Hypholoma*, *Melanotus*, *Psilocybe*, *Stropharia*, *Lacrymaria* & *Panaeolus*. Roy. Bot. Gard., Edinburgh. 121 S.
- WATLING R. und GREGORY N.M., 1989: British fungus flora, agarics and boleti. 6. *Crepidotaceae*, *Pleurotaceae* and other pleurotoid agarics. Roy. Bot. Gard., Edinburgh. 157 S.
- WEGELIN T., 1989: Schadstoffbelastung des Bodens im Kanton Zürich. Amt Gewässersch. Wasserbau, Fachstelle Bodensch., Zürich. 40 S.
- WHITE W.L., 1941: A monograph of the genus *Rutstroemia* (Discomycetes). Lloydia 4, 153-240.
- WINTERHOFF W., 1975: Die Pilzvegetation der Dünenrasen bei Sandhausen (nördliche Oberrheinebene). Beitr. Naturk. Forsch. Südwestdeutschl. 34, 445-462.
- WINTERHOFF W., 1977: Die Pilzflora des Naturschutzgebietes Sandhausener Dünen bei Heidelberg. Veröff. Landesstelle Natursch. Baden-Württ. 44/45, 51-118.
- WINTERHOFF W., 1984a: Vorläufige Rote Liste der Grosspilze (Makromyzeten). In: BLAB J., NOWAK E., TRAUTMANN W. und SUKOPP H. (eds.), Rote Liste der gefährdeten Tiere

- und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. (4. Aufl.). Kilda, Greven. 162-184.
- WINTERHOFF W., 1984b: Analyse der Pilze in Pflanzengesellschaften, insbesondere der Makromyzeten. In: KNAPP R. (ed.), Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. Junk, Den Haag. 227-370.
- WINTERHOFF W. und KRIEGLSTEINER G.J., 1984: Gefährdete Pilze in Baden-Württemberg. Rote Liste der Grosspilze. Beih.Veröff.Landesstelle Natursch.Baden-Württ. 40, 1-120.
- WIRTH V., 1980: Flechtenflora. Ulmer, Stuttgart. 552 S.
- WIRTH V., 1987: Die Flechten Baden-Württembergs, Verbreitungsatlas. Ulmer, Stuttgart. 528 S.
- WOJEWODA W. und LAWRYNOWICZ M., 1986: Red list of threatened macrofungi in Poland. In: ZAZYCKIEGO K. und WOJEWODA E. (eds.), List of threatened plants in Poland. Warsaw. 47-82.
- WOLDECKE K., 1987: Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Grosspilze, Stand 1987. Inform.dienst Natursch.Niedersachsen 7(3), 1-28.
- ZAVITKOVSKI J. und NEWTON M., 1971: Litterfall and litter accumulation in red alder stands in western Oregon. Pl.& Soil 35, 257-268.
- ZSCHIESCHANG G., 1987: Die Gattung *Conocybe* in der DDR. I. Bestimmungsschlüssel. Boletus 11(2), 35-49.

Adresse des Autors: Bernard GRIESSER  
Geobotanisches Institut ETH  
Zollikerstrasse 107  
CH-8008 Zürich

