

**Zeitschrift:** Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule,  
Stiftung Rübel

**Band:** 59 (1993)

**Artikel:** Mykosoziologische Untersuchungen in Hartholz-Auenwäldern bei Brugg  
(Kanton Aargau) = Mycosociological research in hardwood alluvial  
forests near Brugg (Canton of Aargau)

**Autor:** Haldemann, Maja

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-377782>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.10.2024

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

## **Mykosoziologische Untersuchungen in Hartholz-Auenwäldern bei Brugg (Kanton Aargau)**

Mycosociological research in hardwood alluvial forests near Brugg  
(Canton of Aargau)

Maja HALDEMANN

### **1. EINLEITUNG**

Flussbegleitende Auenwälder gehören dank ihres dynamischen Wasser- und des damit verbundenen günstigen Nährstoffhaushaltes zu den artenreichsten Ökosystemen Mitteleuropas. Die Vielfalt an Phanerogamen (ELLENBERG 1986, KUHN und AMIET 1988a) ist gepaart mit einer überdurchschnittlich artenreichen Pilzflora, wobei der Anteil an selten beobachteten und taxonomisch schlecht bekannten Arten erhöht ist (EINHELLINGER 1973, STANGL 1970).

Die Weichholzaunen der Schweiz sind in den vergangenen Jahren mykosoziologisch intensiv untersucht worden (FAVRE 1960, Neubearbeitung durch BRUNNER und HORAK 1990, HORAK 1985, GRIESSER 1992). Über die Grosspilze einheimischer Hartholzaunen liegt nur eine einzige umfangreichere Studie aus den Bolle di Magadino im Tessin vor (LUCCHINI et al. 1990).

Die diesem Bericht zugrundeliegende Diplomarbeit stellt ein erstes Projekt zur Kenntnis der Pilze der Hartholzaunen der Alpennordseite dar. Im aargauischen "Wasserschloss", einem Auenwaldrelikt im Mündungsbereich von Aare, Reuss und Limmat, wurden in den Jahren 1991 und 1992 mykosoziologi-

sche und ökologische Untersuchungen durchgeführt. Das Hauptgewicht lag bei der Systematik der gefundenen Grosspilze. Zusätzlich wurden Produktivität und räumlich-zeitliche Verteilung der Fruchtkörper (regelmässige Kartierung) sowie Zusammenhänge zwischen Mykoflora, Vegetation und Mikroklima studiert. Der naturschützerische Wert des Wasserschlosses (ARBEITSKOMMISSION WASSERSCHLOSS 1984, HUBER 1991, 1993, FISCHER 1992, KELLER 1983) soll durch diese Untersuchungen aus mykologischer Sicht unterstrichen werden.

### **Verdankungen**

Ich danke Herrn Prof. Dr. E. Horak für seine kompetente Betreuung sowie den Herren Dr. B. Griesser und F. Graf für ihre spontane Unterstützung. Herrn Prof. Dr. E. Landolt danke ich herzlich für seine wertvollen Anregungen und die aufmerksame Durchsicht des Manuskriptes. Interessante Auskünfte erteilten mir die Herren Dr. N. Kuhn (WSL, Birmensdorf), B. Wichser (Wasserbauamt Windisch) und W. Wüst (Gemeindeförster von Windisch). Mein Dank gilt auch Frau A. Honegger, Herrn Dr. H.-R. Binz sowie allen anderen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Geobotanischen Institutes, die mir bei dieser Arbeit in irgendeiner Form behilflich waren.

## **2. MATERIAL UND METHODEN**

### **2.1. UNTERSUCHUNGSGEBIET**

Das Untersuchungsareal, der Aare-Schachen Windisch, liegt nordöstlich der beiden Ortschaften Brugg und Windisch im Kanton Aargau (Landeskarte Blatt 1070 "Baden", 1:25'000). Es gehört zum "Wasserschloss", dem Auengebiet des Zusammenflusses von Aare, Reuss und Limmat.

Das regionale Klima (Brugg, 352 m ü.M.) ist mit demjenigen von Zürich (569 m ü.M.) vergleichbar und ist typisch für das schweizerische Mittelland. Das Klima im Schachen ist gekennzeichnet durch eine hohe relative Luftfeuchtigkeit und eine etwas geringere Durchschnittstemperatur gegenüber dem Lokalklima (ZIEGLER 1963).

Der Aueboden des Aare-Schachens Windisch ist seit dem Jahr 1972 nicht mehr von Hochwasser überflutet worden (WICHSER, mdl. Mittl.). Das regelmässig an die Oberfläche tretende Grundwasser wurde somit zum entscheidenden Standortfaktor (KUHN und AMIET 1988a, ZIEGLER 1963).

Das Wasserschloss ist ein national bedeutender Auenwaldkomplex mit Inseln, feuchten Senken und vereinzelt Kiesbänken. Neben Röhrichten, Grossegegenriedern und Weichholzaunen stellt die Hartholzaue ein wichtiges Element

dar (KUHNS und AMIET 1988b). *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra*, *Ulmus scabra*, *Quercus robur* und *Prunus padus* prägen das Bild dieser erhaltengebliebenen Auenwaldrelikte (KELLER et al. 1989).

Durch energie- und landwirtschaftliche, forstliche sowie touristische Nutzung ist die Vegetation des Wasserschlosses jedoch stark beeinträchtigt worden (KRAMER und ZUMSTEG 1989, KUHNS und AMIET 1988a).

## 2.2. UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN

Im Frühling 1991 wurden im Aare-Schachen Windisch zwei Untersuchungsflächen ausgeschieden. Die erste (J, "Jungbestand") liegt in einem Schwarzerlen-Ahornbestand (Koordinaten 659.750/259.950). Die zweite, einem älteren Entwicklungsstadium entsprechende Fläche (A, "Altbestand") befindet sich in einem Hartholzauenbestand (Koordinaten 659.950/260.175). Bei ihrer Wahl wurde auf die pflanzliche Homogenität der Kleinstandorte und auf das Entwicklungsstadium der Waldbestände geachtet. Ausschlaggebend war aber die mykologische Felderfahrung von Herrn Prof. Dr. E. Horak.

Die auf 331 m ü.M. liegenden Flächen umfassen je 100 m<sup>2</sup> und wurden in zwei Untersuchungsstreifen (25 m x 2 m) unterteilt. Aufgrund der sehr aufwendigen Kartierungsarbeit mussten sie auf je 50 m<sup>2</sup> reduziert werden. Die Restflächen von J und A wurden jedoch auch regelmässig nach Pilz-Fruchtkörpern abgesucht (ohne Kartierungstätigkeit).

## 2.3. MIKROKLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN

Die Erfassung der Niederschläge (Freiland- und Bestandesniederschlag) sowie der Minimal- und Maximaltemperaturen erfolgte in wöchentlichen Intervallen (Messperiode 8.6.1991 bis 14.6.1992).

## 2.4. VEGETATIONSKUNDLICHE UNTERSUCHUNGEN

Die Vegetation der beiden Untersuchungsflächen wurde mit je zwei pflanzensoziologischen Aufnahmen (Aufnahmedaten: 2.5. und 7.8.1992) nach BRAUN-BLANQUET (1964) erfasst. Blütenpflanzen und Gefässkryptogamen wurden nach HESS et al. (1976-80) bestimmt.

Die pflanzensoziologische Zuordnung der untersuchten Bestände erfolgte nach MOOR (1958), ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) sowie KUHNS und AMIET (1988a).

Zur Beurteilung der Standortverhältnisse wurden die mittleren pflanzenökologischen Zeigerwerte nach LANDOLT (1977) berechnet.

## 2.5. MYKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

Die vorliegenden mykosoziologischen Studien befassen sich mit Makromyceten, also Pilzen mit makroskopisch sichtbaren Fruchtkörpern (Hutdurchmesser mindestens 1 mm). Von den *Basidiomycota* wurden nicht nur "Hutpilze" (*Boletales* und *Agaricales*), sondern auch *Aphylliphorales*, *Nidulariales* und *Tremellales* berücksichtigt. Auch Vertreter der *Ascomycota* und *Myxomycota* wurden in die Untersuchung miteinbezogen.

Die soziologische Bearbeitung von Pilzen ist im Vergleich zu pflanzensoziologischen Untersuchungen methodisch viel aufwendiger und zeitraubender. WINTERHOFF (1984b) gibt eine Übersicht über die zahlreichen Probleme, mit denen der Feldmykologe konfrontiert wird. Um trotzdem ein möglichst lückenloses Bild der lokalen Makromycetenflora zu erhalten, wurde die sogenannte "Sanktuariumsmethode" angewendet (GRIESSER 1992). Die beiden streifenförmigen Untersuchungsflächen J und A wurden nicht betreten, sondern bei jeder Feldbegehung entlang der mit Schnur gekennzeichneten Grenzen abgesucht. Innerhalb dieser Sanktuarien wurde der Fundort jedes Fruchtkörpers zentimetergenau ausgemessen. Neben diesen Intensivkartierungszonen wurde auch der unmittelbare Umgebungsbereich (U) von J und A regelmäßig nach Makromyceten abgesucht.

Die mykologischen Feldaufnahmen erstreckten sich über rund vier Monate (2.8.-23.11.1991) und erfolgten in ein- bis zweiwöchentlichen Intervallen. Von jedem Pilzfund wurde im Feld Fundort (J, A oder U), Datum, Zahl der Fruchtkörper, Wuchsform, Substrat und wenn möglich Gattungs- und Artname protokolliert. Bei eindeutig identifizierten Pilzfunden wurde zur Vermeidung von mehrmaligen Registrierungen der Hut abgeschnitten. Fruchtkörper unbekannter Pilzarten wurden makroskopisch dokumentiert (Beschreibung, Zeichnung im Massstab 1:1, z.T. Photographie) und über Nacht auf einem Lufttrocknungsgerät (Dörrex) getrocknet.

Für die mikroskopische Untersuchung wurden von den Exsikkaten Lamellenstückchen sowie Radial- und Tangentialschnitte von Hut- und Stielhaut in 4% KOH präpariert. Mit Hilfe eines Zeichentubus an einem Leitz-Dialux Lichtmikroskop wurde die Huthaut bei 500-facher, die Cystiden und Basidien bei 1000-facher und die Sporen bei 2000-facher Vergrößerung gezeichnet.

Die Identifikation der Pilzarten erfolgte anhand Standard- und Spezialliteratur

(vgl. GRIESSER 1992). Bei kritischen Funden erfolgte ein Vergleich mit Material aus dem Kryptogamenherbarium Zürich (Universität, Z und ETH, ZT), wo auch repräsentative Standardkollektionen aller untersuchten Pilztaxa hinterlegt wurden.

### 3. ERGEBNISSE

#### 3.1. MIKROKLIMATISCHE ERGEBNISSE

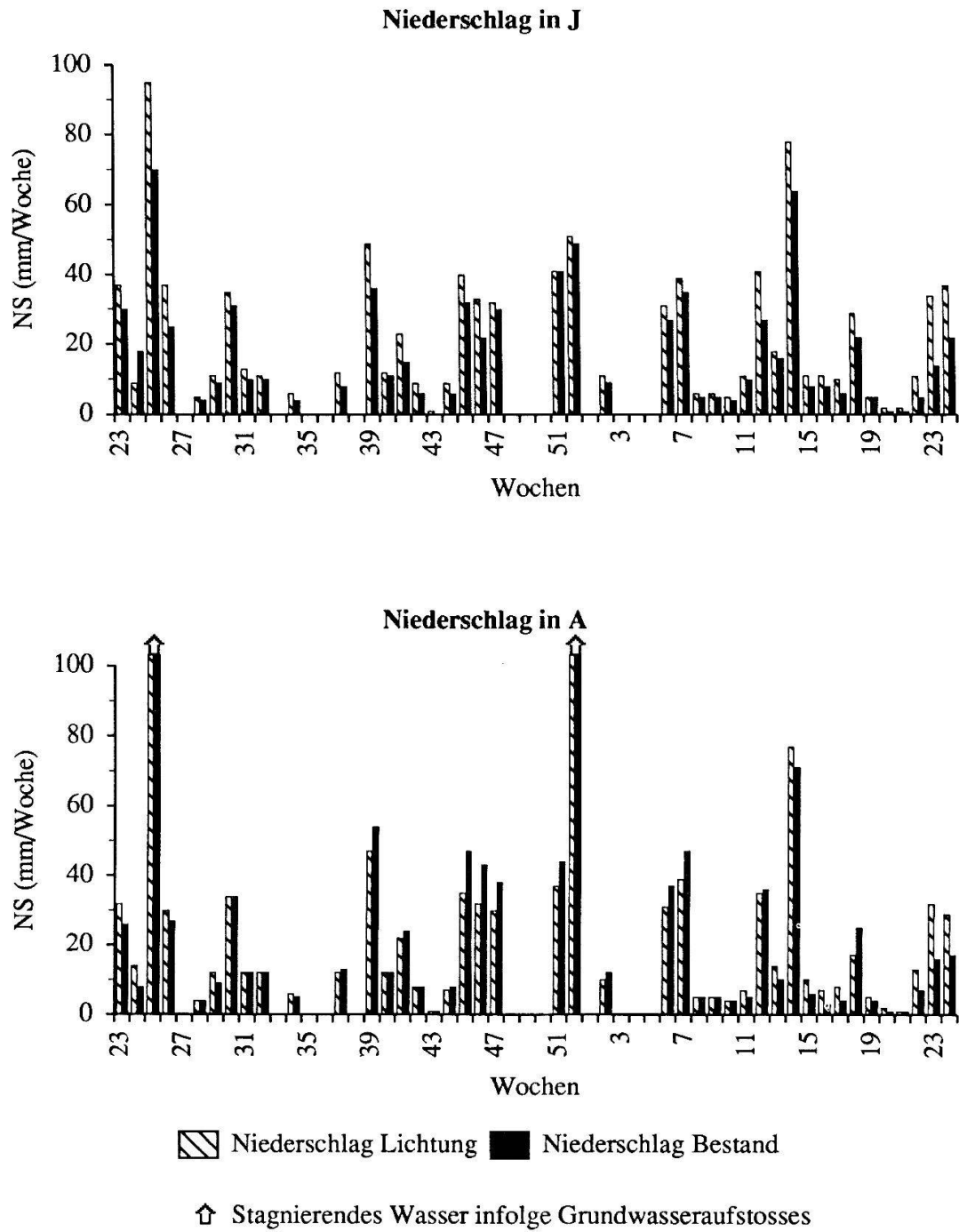
Fig. 1 zeigt den Verlauf der vom 8.6.1991 bis zum 14.6.1992 wöchentlich registrierten Niederschläge. Die totale, an den bezüglich der Baumkronen offenen Stellen gemessene Niederschlagsmenge dieser Untersuchungsperiode beträgt 969 mm in der Fläche J, 950 mm in A (Messstation Brugg-Wildegg: 982 mm). Beim zweimaligen Auftreten stagnierenden Wassers in der Fläche A handelt es sich um zutage tretendes Grundwasser (WICHSER, mdl. Mittl.).

Die wöchentlichen Niederschlagsmengen der beiden Flächen unterscheiden sich nur geringfügig. In J konnte der Einfluss der Interzeption (=  $NS_{\text{Lichtung}} - NS_{\text{Bestand}}$ ) klar nachgewiesen werden. Für die vorliegende Messperiode beträgt die durchschnittliche Interzeption 22% des Freilandniederschlags. In A wurden im Bestand oft gleiche oder sogar höhere Niederschlagsmengen als an der offenen Stelle registriert, vermutlich infolge Wasserabflusses entlang von Zweigen, welche den Auffangtrichter des Regenmessers tangierten.

Die wöchentlich registrierten Minimal- und Maximaltemperaturen sind aus Fig. 2 ersichtlich. Die fehlenden Werte sind auf einen Defekt der Quecksilbersäule ( $J_{\text{Bestand}}$ , 23. Woche 1991) bzw. auf den Diebstahl eines Messgerätes ( $J_{\text{Lichtung}}$ , 2. Woche 1992) zurückzuführen.

Während in der Fläche J die Maximaltemperaturen an der vegetationsfreien Stelle oft deutlich höher und die Minimaltemperaturen meist ein wenig tiefer lagen als im Bestand, kam der ausgleichende Einfluss der Vegetation in A weniger deutlich zum Ausdruck. Die Fläche J kann allgemein als "temperaturextremer" bezeichnet werden. Ihre Maximaltemperaturen lagen meist über denjenigen von A und erreichten den Höchstwert von 31°C im April 1992. Die generell in J tieferliegenden Minimaltemperaturen fielen im Januar 1992 auf den niedrigsten registrierten Wert von -11.5°C. Die grösste "Wochenamplitude" der Extremtemperaturen zeigte J im April 1992 mit 31.5°C.

Die zum Vergleich herangezogenen Witterungsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (SMA) bestätigen die eigenen mikroklimatischen



**Fig. 1.** Wöchentlicher Niederschlag in den Untersuchungsflächen J und A (8.6.1991-14.6.1992).

*Weekly precipitation on the research plots J and A (8.6.1991-14.6.1992).*

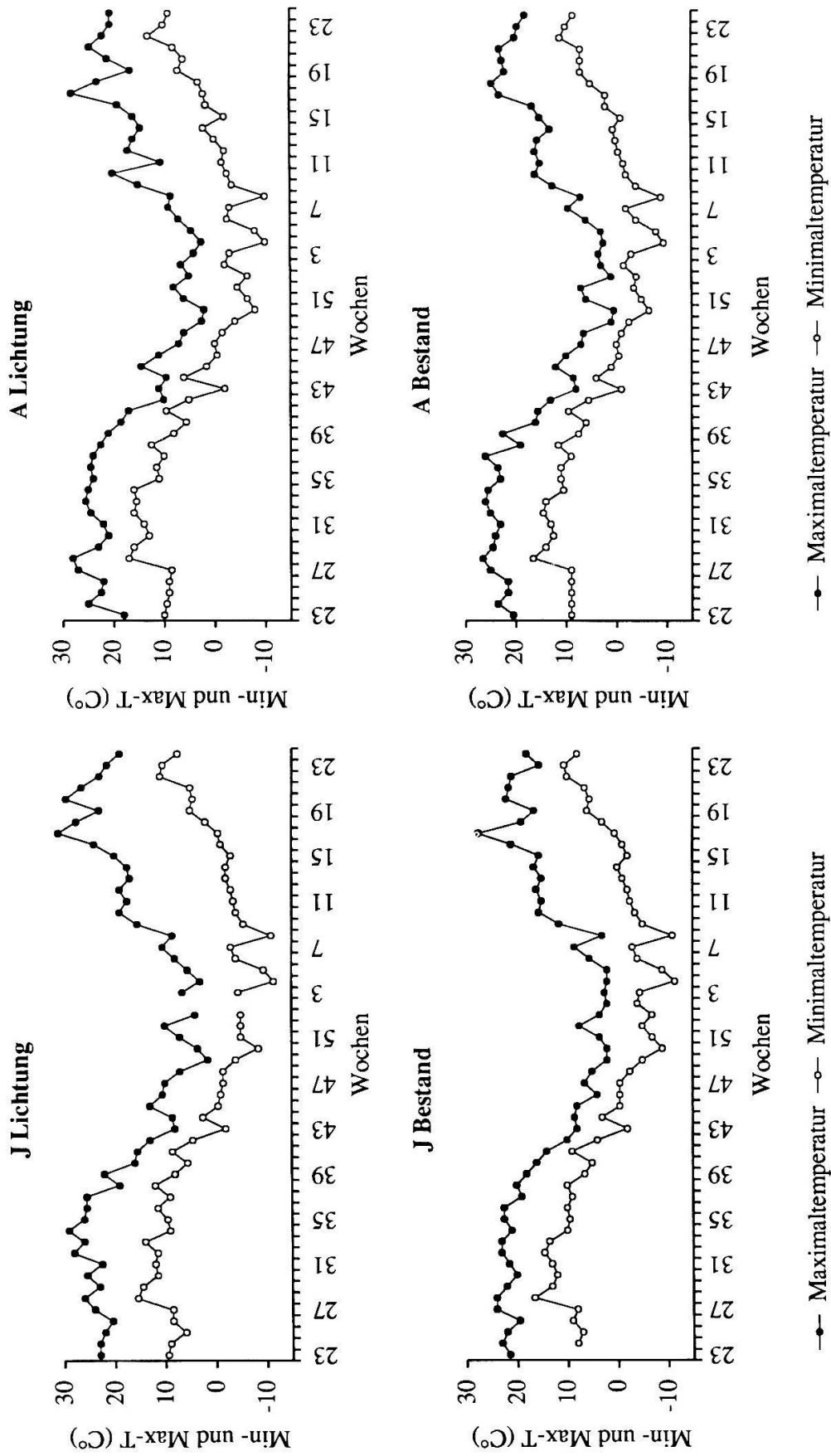


Fig. 2. Wöchentliche Minimal- und Maximaltemperaturen in den Untersuchungsflächen J und A (8.6.1991-14.6.1992).  
*Weekly minimum and maximum temperatures on the research plots J and A (8.6.1991-14. 6.1992).*



Messungen. Die Monate Juli, August und September waren im Durchschnitt viel zu trocken, zu sonnig und deutlich zu warm. Der bereits in der Nacht vom 22./23. Oktober aufgetretene erste Frost ist in dieser Region ein sehr seltenes meteorologisches Ereignis.

### 3.2. VEGETATIONSKUNDLICHE ERGEBNISSE

#### 3.2.1. Vegetationskundliche und pflanzensoziologische Charakterisierung der Untersuchungsflächen

Insgesamt wurden 36 Phanerogamenarten nachgewiesen in den beiden Untersuchungsflächen J und A (Tab. 1). In J wurden 23, in A 24 Taxa registriert, wobei elf Arten gemeinsam sind.

Die Waldgesellschaften der Flächen J und A sind innerhalb der Klasse *Querc-Fagetea* und der Ordnung *Fagetalia silvaticae* dem Verband des *Alno-Ulmion* zuzuordnen.

Die Fläche J zeigt in ihrer Artengarnitur eine ziemlich gute Übereinstimmung mit der Assoziation des *Carici remotae-Fraxinetum* Koch 1926. Wo früher *Fraxinus excelsior* und *Populus nigra* stockten (WÜST, mdl. Mittl.) und das "Aarli" den Schachen oberflächlich entwässerte (KRAMER und ZUMSTEG 1989), wurden um das Jahr 1965 tiefere Stellen mit Zivilisationsabfällen aufgefüllt. Zur Bodenverbesserung pflanzte man *Alnus glutinosa* an (Stickstoff-Fixierung in Symbiose mit Wurzelknöllchenbakterien). Spontan aufgekommen sind hingegen der in der zweiten Baum- und in der Strauchschicht dominante *Acer pseudoplatanus* sowie *Fraxinus excelsior* (WÜST, mdl. Mittl.). Das in der Krautschicht vorherrschende, feuchtigkeitszeigende *Equisetum hiemale* wird von KUHN (mdl. Mittl.) als persistent bezeichnet und stellt ein Relikt der ehemaligen Auenlandschaft dar.

Die Fläche A dürfte aufgrund ihrer Artengarnitur der Assoziation des *Fraxino-Ulmetum* Oberdorfer 1953 zuzuordnen sein. Das Alter dieses Bestandes beträgt ungefähr 80 Jahre (WÜST, mdl. Mittl.). Das kleinflächige Geländere relief führt zu unterschiedlicher Grundwasserbeeinflussung der Teilflächen und hat auch Konsequenzen bezüglich der Vegetationszusammensetzung: In der zweimal von Grundwasser überschwemmten Senke dominiert der nach DISTER (1980) gegen Überflutungen tolerante *Ranunculus ficaria*, während höhergelegene Bereiche von *Anemone nemorosa*, *Anemone ranunculoides* und *Allium ursinum* eingenommen werden.

**Tab. 1.** Pflanzensoziologische Aufnahmen der Untersuchungsflächen J und A.  
*Phytosociological list of phanerogames on the research plots J and A.*  
 BS<sub>1</sub> - erste (höhere) Baumschicht - *first (higher) tree layer*, BS<sub>2</sub> - zweite (niedrigere) Baumschicht - *second (lower) tree layer*, SS - Strauchschicht - *shrub layer*, KS - Krautschicht - *herb layer*, MS - Moosschicht - *moss layer*.

Untersuchungsfläche		Jungbestand (J)	Altbestand (A)
Aufnahmefläche	(m <sup>2</sup> )	50	50
Höhe	BS <sub>1</sub> (m)	15	25
	BS <sub>2</sub> (m)	8	12
	SS (m)	3	3
	KS (cm)	80	100
Kronenschluss	BS <sub>1</sub> (%)	60	60
	BS <sub>2</sub> (%)	80	60
Deckungsgrad	SS (%)	40	50
	KS (%)	60	90
	MS (%)	25	30
Artenzahl (ohne Moose)		23	24
<b>BS<sub>1</sub> und BS<sub>2</sub></b>			
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	4	.
	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	4	.
	<i>Prunus padus</i> L.	.	3
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	.	2
	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	.	1
<b>SS</b>			
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	3	1
	<i>Evonymus europaea</i> L.	1	1
	<i>Prunus padus</i> L.	1	3
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	1	.
	<i>Tilia cordata</i> Miller	1	.
	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	.	+
<b>KS (Holzgewächse)</b>			
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	2	1
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	1	.
	<i>Prunus padus</i> L.	+	2
	<i>Evonymus europaea</i> L.	+	1
	<i>Viburnum opulus</i> L.	+	.
	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	.	+
	<i>Cornus sanguinea</i> L.	.	+
	<i>Corylus avellana</i> L.	.	+
	<i>Quercus robur</i> L.	.	+
<b>KS (Dicotyledonen)</b>			
	<i>Lamium montanum</i> Pers.	3	.
	<i>Ranunculus ficaria</i> L.	2	3
	<i>Geum urbanum</i> L.	2	1
	<i>Ranunculus auricomus</i> L. s.l.	2	.
	<i>Anemone nemorosa</i> L.	1	2
	<i>Rubus idaeus</i> L.	1	2
	<i>Glechoma hederaceum</i> L.	1	.
	<i>Hedera helix</i> L.	+	1

**Tab. 1** (Forts. - continued)

Untersuchungsfläche	Jungbestand (J)	Altbestand (A)
<i>Alliaria officinalis</i> Andrz.	+	+
<i>Ajuga reptans</i> L.	+	.
<i>Geranium robertianum</i> L.	+	.
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	+	.
<i>Anemone ranunculoides</i> L.	.	1
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	.	1
<i>Galium aparine</i> L.	.	+
<i>Rubus cf. caesius</i> L.	.	+
<i>Urtica dioeca</i> L.	.	+
<b>KS (Monocotyledonen)</b>		
<i>Arum maculatum</i> L.	2	+
<i>Carex remota</i> Grufberg	+	.
<i>Carex strigosa</i> Hudson	+	.
<i>Allium ursinum</i> L.	.	2
<i>Paris quadrifolia</i> L.	.	1
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P.B.	.	+
<i>Poa trivialis</i> L.	.	+
<b>KS (Pteridophyten)</b>		
<i>Equisetum hiemale</i> L.	3	.
<p>Zusätzlich wurden in der Umgebungsfläche folgende begleitende Phanerogamen gefunden:</p> <p><b>Jungbestand:</b> BS: <i>Acer platanoides</i> L., <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Picea excelsa</i> (Lam.) Link, <i>Tilia cordata</i> Miller. SS: <i>Cornus sanguinea</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Crataegus</i> sp., <i>Lonicera xylosteum</i> L. KS: <i>Aegopodium podagraria</i> L., <i>Anemone ranunculoides</i> L., <i>Brachypodium silvaticum</i> (Huds.) P.B., <i>Circaea lutetiana</i> L., <i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill., <i>Galeopsis tetrahit</i> L., <i>Galium aparine</i> L., <i>Impatiens noli-tangere</i> L., <i>Lapsana communis</i> L., <i>Poa trivialis</i> L., <i>Ribes rubrum</i> L., <i>Stachys silvatica</i> L., <i>Urtica dioeca</i> L.</p> <p><b>Altbestand:</b> BS: <i>Acer pseudoplatanus</i> L., <i>Fagus silvatica</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Populus nigra</i> L., <i>Salix alba</i> L., <i>Ulmus scabra</i> Miller. SS: <i>Cornus sanguinea</i> L., <i>Crataegus</i> sp., <i>Ligustrum vulgare</i> L., <i>Lonicera xylosteum</i> L. KS: <i>Glechoma hederaceum</i> L., <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All., <i>Ranunculus aconitifolius</i> L., <i>Viola silvestris</i> Lam.</p>		

### 3.2.2. Zeigerwertanalyse

Die gewichteten pflanzenökologischen Zeigermittelwerte der beiden Untersuchungsflächen sind Tab. 2 zu entnehmen.

Der Vergleich der zwei Standorte anhand der Zeigermittelwerte der Krautschicht deutet auf sehr ähnliche ökologisch-edaphische Bedingungen hin. Leicht nässere Verhältnisse und grössere Temperaturdifferenzen in der Fläche J werden auch durch die mikroklimatischen Daten widerspiegelt.

**Tab. 2.** Gewichtete mittlere ökologische Zeigerwerte der Vegetation der Untersuchungsflächen J und A.

*Mean ecological indicator values of the vegetation on the research plots J and A.*

Zeigerwerte und Abkürzungen nach LANDOLT (1977).

*Ecological indicator values and abbreviations cf. LANDOLT (1977).*

F - Feuchtezahl - *humidity value*, R - Reaktionszahl - *reaction value*, N - Nährstoffzahl - *nutrient value*, H - Humuszahl - *humus value*, D - Dispersitätszahl - *dispersion value*, L - Lichtzahl - *light value*, T - Temperaturzahl - *temperature value*, K - Kontinentalitätszahl - *continentality value*.

	F	R	N	H	D	L	T	K
Krautschicht								
Zeigermittelwerte J	3.4	3.2	3.3	3.3	4.1	2.5	3.3	2.3
Zeigermittelwerte A	3.3	3.2	3.4	3.3	4.1	2.5	3.3	2.4
Anteil w (%) J	52							
Anteil w (%) A	52							

### 3.3. MYKOLOGISCHE ERGEBNISSE

#### 3.3.1. Registrierte Pilzarten

Im Laufe der mykologischen Feldaufnahmen (2.8. bis 23.11.1991) wurden in den beiden Flächen J und A sowie ihrem unmittelbaren Umgebungsbereich 252 Kollektionen von Fruchtkörpern meist mir anfänglich unbekannter Makromyceten angelegt. Bei ihrer Analyse wurde der Klasse der *Basidiomycota* Priorität gegeben.

Tab. 3 veranschaulicht die systematische Einteilung der gefundenen Pilztaxa und enthält zahlreiche mykoökologische Angaben.

Insgesamt wurden 77 Pilzarten registriert. Neben 69 Vertretern der *Basidiomycota* (90%) gehören sieben Arten (9%) zu den *Ascomycota* und ein Taxon (1%) zu den *Myxomycota*. Innerhalb der *Basidiomycota* sind die *Boletales* mit einer Art (1.5%), *Agaricales* mit 61 (88%), *Aphylophorales* mit vier (6%), *Nidulariales* mit einer (1.5%) sowie *Tremellales* mit zwei Arten (3%) vertreten. In der Fläche J wurden 32, in A 47 Taxa registriert, wobei 17 Arten (22%) gemeinsam sind. Weitere 15 Arten waren auf die unmittelbare Umgebung der Untersuchungsflächen beschränkt.

Die ökologische Gruppe der saproben Pilze nimmt mit 69 Taxa (90%) eine dominante Stellung ein. Nur sechs Arten (8%) sind obligate Ektomykorrhizapartner von Laubbäumen und zwei Arten (2%) zeigen eine parasitische Lebensweise.

### 3.3.2. Zeitliche Aspekte der Pilzfruktifikation

Um einen Einblick in die Periodizität der Fruchtkörperbildung zu gewinnen, wurde die Produktivität aller in den Flächen J und A identifizierten Arten studiert. Insgesamt wurden während der viermonatigen Kartierungsarbeit in J und in A 3669 Fruchtkörper gezählt. Betrachtet man die zeitliche Verteilung der Fruchtkörperbildung (Fig. 3), so lassen sich zwei Produktivitätsphasen unterscheiden. Die erste erreichte anfangs August mit 179 Fruchtkörpern (A, 31. Woche) ihr Maximum und endete in der 35. Woche mit einem (J) bzw. fünf (A) Fruchtkörpern. Einem Fruktifikationsunterbruch in der ersten Septemberwoche (36. Woche) folgte die zweite, ergiebigere Phase mit allmählich ansteigenden Fruchtkörperzahlen. Im Oktober (41. Woche) verzeichnete J die maximale Zahl von 423 Fruchtkörpern, welche in der nachfolgenden Woche vom absoluten Maximum von 721 Fruchtkörpern in A übertroffen wurde. Danach flaute die Produktivität bis Ende November (47. Woche) allmählich ab. Auf einer letzten Exkursion (48. Woche) wurde in den Untersuchungsflächen kein einziger Fruchtkörper mehr nachgewiesen.

---

**Tab. 3** (S. 63-66). Auflistung der in den Untersuchungsflächen J und A sowie im unmittelbaren Umgebungsbereich gefundenen Pilzarten. (Nomenklatur und Systematik: vgl. GRIESSER 1992).

*List of fungi registered on the research plots J and A and on closely adjacent areas (for literature cf. GRIESSER 1992).*

**Linker Tabellenteil - left part of Table:**

Gattung, Art, Autoren - *genus, species, authors*

sp. - (unbestimmte) Art - *(undetermined) species*

Ökologie - *ecology*

Substrat (alle Angaben holziger Substrate beziehen sich auf Laubholz) - *substrate*

Lebensweise - *mode of life*: EM - Ektomykorrhiza-Partner - *ectomycorrhizal*, P - Parasit - *parasitic*, S - Saprophyt - *saprobic*

Wuchsform - *habit*: e - einzeln - *single*, g - gesellig (zwei oder mehr Fruchtkörper beieinander stehend) - *gregarious*, b - büschelig (Stiele der Fruchtkörper basal verwachsen) - *fasciculate*

**Rechter Tabellenteil - right part of Table:**

Fundort - *location*: J - Fläche J (Jungbestand) - *research plot J*, A - Fläche A (Altbestand) - *research plot A*, U - unmittelbarer Umgebungsbereich der Flächen J und A - *closely adjacent areas of J and A*

Periodizität - *periodicity*

Wochen (1991) - Dauer der Fruktifikationsperiode(n) - *period(s) of fructification*

Produktivität - *productivity*

$\Sigma$  Fk - Summe der Fruchtkörper - *sum of the fruit-bodies*

\* Einzelne Nachweise zum Teil aus mehr als 15 Fruchtkörpern bestehend, wobei diese mit 15 Fruchtkörpern berücksichtigt sind - *some records consisting of more than 15 fruit-bodies are calculated as 15 fruit-bodies* .

Tab. 3

<b>KLASSE</b> <b>ORDNUNG</b> <b>Familie</b> Gattung, Art, Autoren, Ökologie (Substrat; Lebensweise - Wuchsform)	Fundort	Wochen (1991)	Σ Fk
<b>BASIDIOMYCOTA</b> ( <i>Homobasidiomycetes</i> )			
<b>BOLETALES</b> <b>Paxillaceae</b> <i>Paxillus atrotomentosus</i> (Batsch) Fr. Baumstrunk; S - g	U	31	2
<b>AGARICALES</b> <b>Tricholomataceae</b> <i>Armillariella mellea</i> (Vahl in Fl. Dan.: Fr.) Karst. s.l. moosiger Ast, Erde; P - g/b <i>Lyophyllum decastes</i> (Fr.) Sing. Erde; S - b <i>Collybia cookei</i> (Bres.) J.D. Arnold Baumstrunk; S - g <i>Marasmiellus albuscorticis</i> (Secr.) Sing. Ästchen; S - g <i>Megacollybia platyphylla</i> (Pers.: Fr.) Kotl. & Pouz. Erde; S - e <i>Marasmius cohaerens</i> (Pers.: Fr.) Fr. vergrabenes, verrottetes Holzstück; S - e <i>Marasmius rotula</i> (Scop.: Fr.) Fr. Holzstück, Ästchen, Rindenstück; S - g <i>Hemimycena</i> sp. 1 Blatt, Blattstiel ( <i>Fagus silvatica</i> ); S - g <i>Hemimycena</i> sp. 2 Ast ( <i>Fraxinus excelsior</i> ); S - e <i>Hemimycena</i> sp. 3 Rindenstück; S - e <i>Mycena acicula</i> (Schff.: Fr.) Kummer (vergrabene) Ästchen; S - e <i>Mycena adonis</i> (Bull.: Fr.) S.F. Gray Baumstrunk; S - e <i>Mycena adscendens</i> (Lasch) Maas Geest. Ästchen; S - e <i>Mycena amygdalina</i> (Pers.) Sing. ss. Kühn. Ästchen; S - e <i>Mycena filopes</i> (Bull.) Kummer Aststück, Rinde; S - b/e <i>Mycena galericulata</i> (Scop : Fr.) S.F. Gray Stammbasis ( <i>Alnus incana</i> ); S - e <i>Mycena haematopoda</i> (Pers.: Fr.) Kummer Baumstamm, Ast; S - b <i>Mycena hiemalis</i> (Osbeck in Retz.: Fr.) Quél. Rinden-, Wurzelstück, Baumstrunk; S - e <i>Mycena neocrispata</i> Kühn. & Valla Rindenstück, Ästchen, moosiger Baumstrunk; S - e	A,U J U J,A J U J,A,U J,A A J J,A U J J,A A A,U J,A J,A	42-47 41 44 31-38 41 44 31-39 42-46 32 32 31-43 44 44 32-43 31-45 42 38-43 33-41 32-42	*90 9 3 352 1 5 114 19 2 3 48 2 1 14 46 2 *40 37 12

Tab. 3 (Forts. - continued)

Arten	Fundort	Wochen	Σ Fk
<i>Mycena nitriolens</i> Valla Ästchen; S - e	J,A	39-42	22
<i>Mycena olida</i> Bres. Ast, Ästchen; S - e	A,U	42-44	12
<i>Mycena polyadelpha</i> (Lasch) Kühn. Blatt ( <i>Fagus silvatica</i> ); S - g	J,A	46-48	20
<i>Mycena pseudocorticola</i> Kühn. Stammbasis ( <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> ); S - e	J	32-44	11
<i>Mycena renati</i> Quéf. Baumstamm; S - b	U	37-38	*30
<i>Mycena speirea</i> (Fr.: Fr.) Gill. Ästchen, Rindenstück; S - e	J,A	31-41	1714
<b>Entolomataceae</b>			
<i>Entoloma byssisedum</i> (Pers.: Fr.) Donk Rindenstück; S - e	J	31	1
<i>Entoloma tenellum</i> (Favre) Noord. Erde; S - e	A	31-33	2
<b>Pluteaceae</b>			
<i>Pluteus atricapillus</i> (Batsch) Fay. morscher Baumstamm; S - e	U	38	2
<i>Pluteus podospileus</i> Sacc. ex Cub. morsches Holzstück; S - e	J	31-32	2
<i>Pluteus romellii</i> (Britz.) Sacc. Baumstamm, Ästchen; S - e	A	31-42	5
<i>Pluteus satur</i> Kühner & Romagnesi Erde, Baumstrunk; S - e	A,U	31-44	7
<b>Agaricaceae</b>			
<i>Melanophyllum echinatum</i> (Roth: Fr.) Sing. Erde; S - e	U	41	3
<i>Lepiota cristata</i> (A. & S.: Fr.) Kummer Erde; S - e	A,U	40-44	65
<i>Lepiota langei</i> Knudsen verrottetes Holzstück; S - b	U	41	4
<b>Coprinaceae</b>			
<i>Coprinus comatus</i> (Müll. in Fl. Dan.: Fr.) S.F. Gray Erde; S - e	J,U	41-46	52
<i>Coprinus cortinatus</i> Lge. Erde; S - e	J,U	31-38	3
<i>Coprinus disseminatus</i> (Pers.: Fr.) S.F. Gray Baumstamm; S - b	A,U	40	*40
<i>Coprinus kuehneri</i> Uljé & Bas Erde; S - e	A	31	1
<i>Coprinus xanthothrix</i> Romagn. bei/an Ast; S - e	A,U	33-47	7
<i>Pseudocoprinus</i> sp. 1 Erde; S - e	J	41	1
<i>Psathyrella candolleana</i> (Fr.: Fr.) R.Mre. Erde, Ast, Ästchen; S - e/g/b	J,U	1-33	18
<i>Psathyrella dicrani</i> (A.E. Jansen) Kits van Wav. Aststück; S - e/g	J,A	39-40	5
<i>Psathyrella velutina</i> (Pers.: Fr.) Sing. Erde; S - e/g	J,U	32-48	*50
<i>Psathyrella</i> sp. 1 Wurzelstück; S - e	J	44	1

Tab. 3 (Forts. - continued)

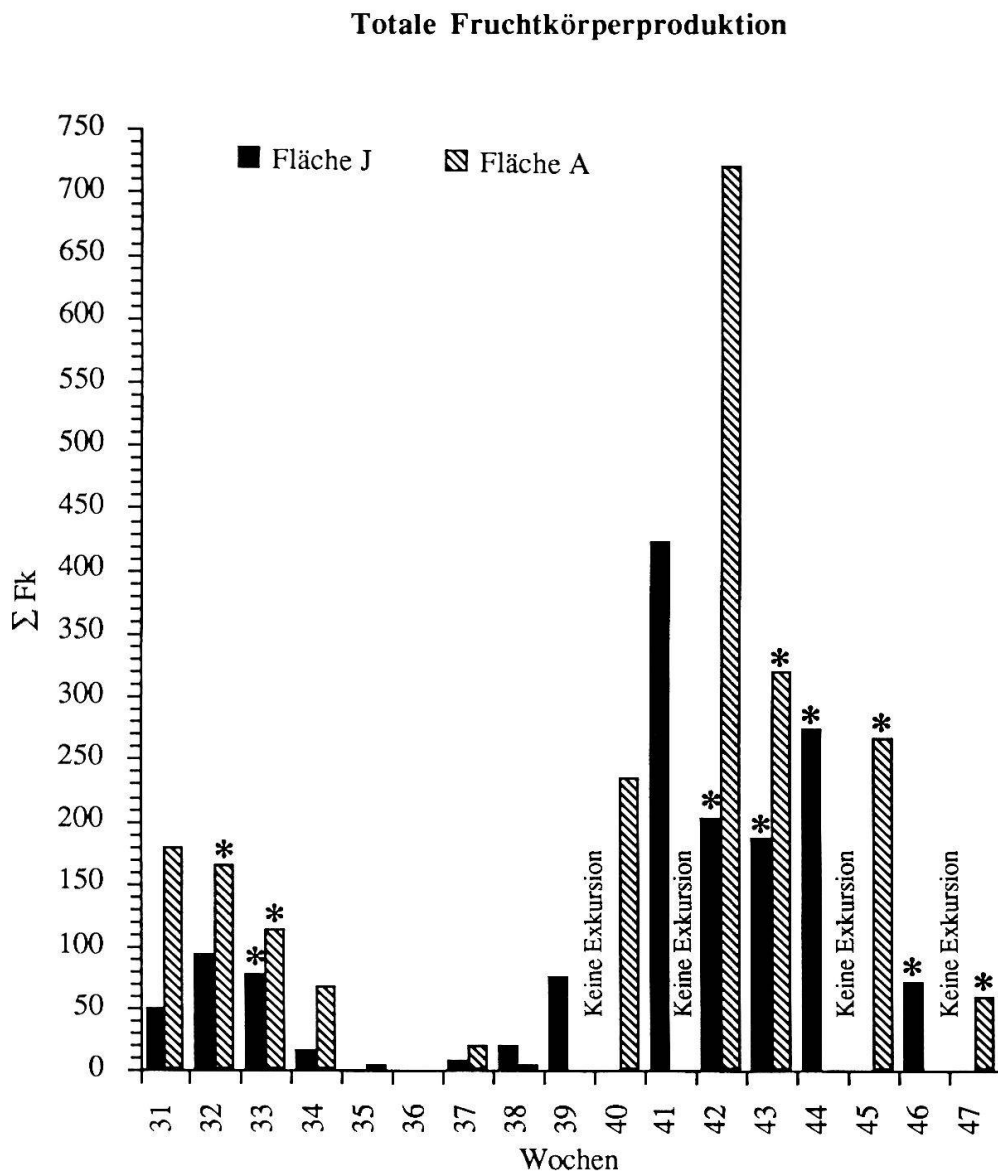
Arten	Fundort	Wochen	Σ Fk
<b>Bolbitiaceae</b>			
<i>Conocybe mesospora</i> (Kühn. ex) Kühn. & Watl. Erde; S - e/g	A,U	31-45	118
<i>Conocybe pilosella</i> (Pers.: Fr.) Kühn. Erde; S - e	J	44	1
<i>Conocybe rickeniana</i> P.D. Orton Erde; S - e	J	41-42	8
<i>Pholiotina arrhenii</i> (Fr.) Sing. Erde; S - e	U	44	1
<i>Pholiotina filaris</i> (Fr.) Sing. Erde; S - e	A	42	1
<b>Strophariaceae</b>			
<i>Tubaria conspersa</i> (Pers.: Fr.) Fay. Ast; S - e	A	42	1
<b>Crepidotaceae</b>			
<i>Simocybe rubi</i> (Berk.) Sing. Ästchen; S - e	A	31	3
<i>Crepidotus sphaerosporus</i> (Pat.) Lge. Ästchen; S - e/g	J,A	32-42	35
<b>Cortinariaceae</b>			
<i>Inocybe alluvionis</i> Stangl & Veselsky Erde; EM - e	A	42-43	4
<i>Inocybe langei</i> R. Heim Erde; EM - e	A	32	1
<i>Inocybe maculata</i> Boud. Erde; EM - e	A	33-34	38
<i>Naucoria bohémica</i> Vel. Erde; EM - e	A	40-42	2
<i>Naucoria escharoides</i> (Fr.: Fr.) Kummer Erde; EM ( <i>Alnus incana</i> ) - e	A	40-45	5
<i>Cortinarius scandens</i> Fr. Erde; EM - e/g	J,A,U	42-45	29
<b>APHYLLOPHORALES</b>			
<b>Clavariaceae</b>			
<i>Macrotyphula juncea</i> (Fr.) Berthier Ästchen, Blattrippen; S - g	A	42-47	*101
<i>Typhula erythropus</i> Pers.: Fr. Ästchen; S - g	A	45	1
<i>Typhula phacorrhiza</i> Fr. Erde; S - e	J,A	42-47	*423
<i>Typhula</i> sp. 1 Ästchen; S - e	J,A	44-47	*73
<b>Polyporaceae s.l.</b>			
<i>Polyporus tuberaster</i> Pers. Ast; S - e	J	31-32	2
<i>Polyporus varius</i> (Pers.) Fr. Ast; S - e	A,U	31-33	2
<i>Panellus serotinus</i> (Pers.: Fr.) Kühn. Baumstamm; S - e/d	U	47-48	*30



Tab. 3 (Forts. - continued)

Arten	Fundort	Wochen	Σ Fk
<i>(Gasteromycetes)</i>			
<b>NIDULARIALES</b>			
<i>Nidulariaceae</i>			
<i>Cyathus striatus</i> (Huds.: Pers.) Willd. verrottetes, vergrabenes Holzstück; S - e	U	38	1
<i>(Heterobasidiomycetes)</i>			
<b>TREMELLALES</b>			
<i>Tremellaceae</i>			
<i>Tremiscus helvelloides</i> (DC: Pers.) Donk morsches, vergrabenes Holzstück; S - g	U	31-37	11
<i>Exidia glandulosa</i> (Bull. ex St.Amans)Fr. Baumstamm; S - g	U	47	15
<b>ASCOMYCOTA</b>			
<b>PEZIZALES</b>			
<i>Helvellaceae</i>			
<i>Leptopodia elastica</i> (Bull. ex St.Amans) Boud. Erde; S - e	A,U	31-32	15
<i>Pezizaceae</i>			
<i>Tarzetta cupularis</i> (L.: Fr.) Lambotte ss. Dennis Erde; S - e/g	A	32-34	16
<i>Humariaceae</i>			
<i>Humaria hemisphaerica</i> (Wiggers: Fr.) Fuck. Erde; S - e	A	32-34	13
<b>TUBERALES</b>			
<i>Eutuberaceae</i>			
<i>Tuber rapaeodorum</i> Tul. Erde, im Moos; EM? - e	A	31	1
<b>HELOTIALES</b>			
<i>Sclerotiniaceae</i>			
<i>Sclerotinia tuberosa</i> (Hedw.: Fr.) Fuck. Erde, bei <i>Anemone nemorosa</i> ; P - g	U	13	3
<i>Helotiaceae</i>			
<i>Ascocoryne sarcoides</i> (Jacqu. ex S.F. Gray) Groves & Wilson Ast; S - b	A,U	43-48	*53
<b>SPHAERIALES</b>			
<i>Sphaeriaceae</i>			
<i>Xylaria hypoxylon</i> (L. ex Hooker) Grev. morscher Baumstrunk; S - g	J,A,U	33-48	*160
<b>MYXOMYCOTA</b>			
<b>LICEALES</b>			
<i>Liceaceae</i>			
<i>Lycogala epidendrum</i> (L.) Fr. Baumstamm; S - g	U	31	5

Bei zehn aufgrund ihrer Ökologie in drei Gruppen eingeteilten Pilzarten wurden die zeitlichen Fluktuationen der Fruchtkörperbildung näher untersucht. Die lignicol-saproben Pilzarten mit kleinen, kurzlebigen Fruchtkörpern und spezifischen, kleinflächigen Substratansprüchen (*Marasmiellus alboscorticis*,



**Fig. 3.** Produktivität aller in den Untersuchungsflächen J und A registrierten und identifizierten Pilzarten (2.8.-23.11.1991).

*Productivity of all fungi registered on the research plots J and A (2.8.- 23.11.1991).*

$\Sigma$  Fk - Summe der Fruchtkörper - *sum of the fruit-bodies*

\* Einzelne Nachweise zum Teil aus mehr als 15 Fruchtkörpern bestehend, wobei diese mit 15 Fruchtkörpern berücksichtigt sind - *some records consisting of more than 15 fruit-bodies are calculated as 15 fruit-bodies.*

*Marasmius rotula*, *Mycena acicula* und *M. speirea*) fruktifizierten in beiden Produktivitätsphasen. Von den terricol-saprogenen Pilzarten mit grösseren, robusteren Fruchtkörpern und Vorliebe für nährstoffreiche Böden wurden *Cornocybe mesospora* und *Psathyrella velutina* ebenfalls in beiden Phasen registriert, *Psathyrella candolleana* hingegen nur in der ersten Phase. Zu dieser Zeit, Mitte August, verzeichnete auch der Ektomykorrhizapilz *Inocybe maculata* einen einzigen, explosiven Fruktifikationsschub. Demgegenüber wurden die beiden anderen beobachteten obligaten Ektomykorrhizapartner *Inocybe alluvionis* und *Naucoria escharoides* ausschliesslich in der zweiten Produktivitätsphase registriert.

### 3.3.3. Zusammenhänge zwischen Pilzfruktifikation und Witterungsverlauf

Die Fruchtkörper-Periodizität der registrierten Pilzarten wurde mit den mikroklimatischen Messergebnissen in Beziehung gebracht.

Der anfangs August einsetzende erste Fruchtkörperschub der lokalen Pilzflora verzeichnete das Maximum in der 31. Woche - eine Woche nach den höchsten Juli-Niederschlägen. Die Produktivität sank danach allmählich ab, während die Minimaltemperaturen bis auf 14.5°C (32. Woche) und eine Woche später die Maximaltemperaturen auf 23°C (J) bzw. auf 26°C (A) kletterten. Die vergleichsweise spärlichen Niederschläge blieben in der drittletzten und in der letzten Woche dieser ersten Phase (33. und 35. Woche) vollständig aus. Der nachfolgende Produktivitätsunterbruch anfangs September (36. Woche) war durch weiterhin fehlende Niederschläge bedingt.

Die extrem hochsommerlichen Verhältnisse wurden erst in der zweiten Septemberwoche (37. Woche) durch Niederschläge und Temperaturrückgang beendet. Hierdurch wurde der zweite Fruktifikationsschub induziert. In J waren die Maximaltemperaturen auf 19°C gesunken. Gleichzeitig waren in A die Minima erstmals unter 10°C gefallen. Die maximale Fruchtkörperzahl der Untersuchungsfläche J (423 Fruchtkörper) wurde im Oktober (41. Woche) vorgefunden - nachdem in der letzten Septemberwoche (39. Woche) neue ausgiebige Niederschläge vermerkt wurden, die Maximaltemperaturen eine allmählich sinkende Tendenz zeigten und die Minimaltemperatur in der vorhergehenden Woche auf 5°C gefallen war. Diese Fruchtkörperzahl wurde in der nachfolgenden 42. Woche von den in A fruktifizierenden Pilzen übertroffen (721 Fruchtkörper). Die intensiv einsetzenden Niederschläge der 39. Woche flauten bis Ende Oktober allmählich ab.

Als Ende Oktober (43. Woche) die Temperaturen erstmals unter den Gefrierpunkt sanken, verzeichnete die zweite Fruktifikationsphase bereits abnehmende Tendenz. Sie endete, nach weiteren schwachen Frösten im November, abrupt in der 48. Woche.

## 4. DISKUSSION

### 4.1. MYKOSOZIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGSMETHODEN

In definierten Probestellen erhobene mykofloristische Daten weisen aufgrund der oft niedrigen Fruktifikationsrate und des hohen Dispersionsgrades der Makromyceten generell eine deutliche Abhängigkeit von Arealgröße und Beobachtungsdauer auf (BRUNNER 1987, WINTERHOFF 1984b). Die Fruchtkörper-Abundanz ist grossen saisonalen und annuellen Schwankungen unterworfen. Ein gutes Pilzjahr tritt im Durchschnitt nur alle drei bis vier Jahre auf (WINTERHOFF 1984b), ein "Maximalaspekt" sogar nur alle 25 Jahre (HORAK, mdl. Mittl.). Deshalb kann der Feldmykologe in den meisten Jahren lediglich ein Teilspektrum der tatsächlich in einem Habitat vorhandenen Pilzarten registrieren. Aufgrund einer auch nach drei intensiven Untersuchungsjahren noch immer ansteigenden Summationskurve der neu registrierten Arten erwartet GRIESSER (1992) bei fortgesetzter Feldbegehung das Auftreten zahlreicher weiterer Makromycetentaxa.

Aufgrund dieser Tatsachen erstaunt der im Rahmen dieser viermonatigen Untersuchungen erbrachte Nachweis von 77 Makromyceten. Der quantitative Vergleich der Diversität der Mykoflora mit derjenigen der Phanerogamen unterstreicht die grosse ökologisch-indikative Bedeutung der Pilze: In der Fläche J stehen 32 gefundene Pilztaxa 23 Pflanzenarten gegenüber, während in A die Dominanz der mit 47 Arten erfassten Pilzflora gegenüber 24 Phanerogamen noch ausgeprägter ist. Hierbei darf nicht vergessen werden, dass sich die Untersuchungen auf Makromyceten beschränkten. Unter Berücksichtigung der *Discomycetes* und *Sphaeriales* wäre die Artenzahl deutlich höher (LUCCHINI et al. 1990). Ferner dürften sich die aussergewöhnlichen klimatischen Bedingungen im Sommer und im Herbst 1991 ebenfalls negativ auf den Pilzaspekt ausgewirkt haben (EINHELLINGER 1969).

#### **4.2. BEDEUTUNG KLIMATISCHER FAKTOREN FÜR DIE PILZFRUKTIFIKATION**

Die Pilzfruktifikation wird durch das komplexe Zusammenwirken verschiedener Witterungs- und Standortbedingungen induziert. Der multifaktorielle Einfluss des Klimas ist besonders bedeutsam für das Mycelwachstum und die Bildung der Primordien (Präformation der Fruchtkörper im Boden) sowie der Fruchtkörper (BRUNNER 1987). Niederschläge und Temperaturen sind die entscheidenden ökologischen Faktoren für das Pilzmycel (FRIEDRICH 1940, HORAK 1963). GRIESSER (1992) stellte fest, dass in den untersuchten Auenwald-Standorten die lokalen Bestandes-Niederschläge und die Extremtemperaturen die Periodizität und die Fruchtkörper-Produktivität der Makromyceten kontrollieren.

In beiden Untersuchungsflächen wurde die Pilzfruktifikation durch die extrem trockenen, hochsommerlichen Verhältnisse vorübergehend vollständig unterdrückt. Die hohen Temperaturen dürften sich indirekt - über einen Wasserstress - ausgewirkt haben, indem durch erhöhte Evapotranspiration ein Wasserdefizit im Oberboden entstand. Auch GRIESSER (1992) beobachtete nach längeren Trockenperioden einen ausgeprägten Rückgang oder endgültigen Abbruch der Fruchtkörper-Abundanz einzelner Pilzarten und vermutet, dass diesem Phänomen eine Schwächung des Mycels oder eventuell eine Schädigung der Primordien zugrundeliegt.

Die beobachtete "Sommerdepression" unterteilte die festgehaltene Fruchtkörper-Produktivität in zwei Phasen, deren Maxima in beiden Flächen nach einer vorhergegangenen Niederschlagsspitze (Vorausgangsniederschläge) erreicht wurden. Höchste Fruchtkörper-Abundanz tritt nach intensiven Niederschlägen mit einer standort- und artspezifischen zeitlichen Verzögerung auf: Entwicklungsdauer der Primordien sowie ökophysiologische Ansprüche eines Pilztaxons bestimmen die Länge dieser sogenannten Reaktionszeit (GRIESSER 1992).

Generell vermochten die erstmals unter den Nullpunkt fallenden Temperaturen die quantitativ abnehmende Pilzfruktifikation nicht unmittelbar zu beeinflussen. Erst weitere, nachfolgende Fröste setzten der Fruchtkörperproduktion ein abruptes Ende. Dieser Befund steht in guter Übereinstimmung mit den Daten von GRIESSER (1992).

### 4.3. STANDORTBEDINGUNGEN UND MYKOFLORA

Chemische und physikalische Bodeneigenschaften sowie Struktur und Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaften bestimmen das lokale Artenspektrum der Mykoflora (ARNOLDS 1981, WATLING 1981, BRUNNER 1987). Stenöke Pilzarten können deshalb als mykoökologische Indikatoren herbeigezogen werden.

In der Pilzflora des untersuchten Auenstandortes sind speziell Feuchtigkeits-, Kalk- und Nährstoffzeiger zu erwarten. Unter den letzteren dürften nitrophile Arten begünstigt sein, da diese indirekt von der Symbiose der Erlen mit Luftstickstoff fixierenden Wurzelknöllchenbakterien profitieren. GRIESSER (1992) weist gewissen Makromyceten der Grauerlen-Auen (*Alnetum incanae*) edaphische Zeigereigenschaften zu. Einige dieser Indikatorarten sind bei den eigenen Untersuchungen ebenfalls beobachtet worden:

Zeigerarten für feuchte bis nasse Böden bzw. Substrate: *Collybia cookei*, *Mycena speirea*, *Naucoria escharoides*, *Pluteus romellii*, *Tremiscus helvelloides*, *Tubaria conspersa*.

Zeigerart für kalkhaltige Böden bzw. neutrale bis basische Bodenreaktion: *Tremiscus helvelloides*

Zeigerarten für nährstoffreiche Böden bzw. Substrate: *Conocybe pilosella*, *Coprinus cortinatus*, *Humaria hemisphaerica*, *Marasmius rotula*, *Naucoria escharoides*, *Pholiotina arrhenii*, *P. filaris*, *Tremiscus helvelloides*.

Zeigerarten für speziell stickstoffreiche Böden bzw. Substrate (oft an [sub-]ruderalen Standorten): *Conocybe rickeniana*, *Coprinus disseminatus*, *Lepiota cristata*, *Melanophyllum echinatum*.

KOST und HAAS (1989) bezeichnen auch *Inocybe maculata* als eine für nährstoffreiche bis subruderale Standorte charakteristische Art.

Bei der Beurteilung eines Standortes aufgrund spezifischer Makromyceten muss allerdings berücksichtigt werden, dass viele Pilztaxa lokale, substratspezifische Sippen (Ökotypen) ausbilden, welche morphologisch kaum unterscheidbar sind (GRIESSER 1992).

Ferner stellt jede Mykozönose ein kleinflächiges Mosaik vieler verschiedener "Mykosynusien" dar (ORSINO 1987). In den von den einzelnen Arten besetzten Mikrohabitaten können die Standortverhältnisse erheblich von den grossflächigen Bedingungen abweichen. Während terricol-saprobe Taxa direkt durch Bodeneigenschaften beeinflusst werden, sind für Lignicole die Eigenschaften des von ihnen besiedelten Substrates ausschlaggebend.

#### 4.4. MYKOSOZIOLOGISCHE CHARAKTERISIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

Der mykosoziologische Vergleich der in den Untersuchungsflächen J und A registrierten Makromyceten erfolgte mit Funden aus anderen Hartholzauen der Schweiz (LUCCHINI et al. 1990) und der Bundesrepublik Deutschland (WINTERHOFF, unveröff.) sowie mit drei Grauerlen-Standorten (GRIESSER 1992, HORAK, unveröff.). Bei der Interpretation einer solchen Literaturlauswertung müssen allerdings die unterschiedlichen Arbeitsmethoden und Beobachtungszeiträume mitberücksichtigt werden.

Zehn der im Untersuchungsgebiet registrierten Pilzarten treten entsprechend dieser Auswertung regelmässig in Auenwäldern auf: *Armillariella mellea*, *Collybia cookei*, *Marasmius rotula*, *Mycena galericulata*, *M. haematopoda*, *Pluteus atricapillus*, *Lepiota cristata*, *Coprinus xanthothrix* (Artengruppe *Coprinus domesticus*), *Naucoria escharoides* und *Cyathus striatus*.

Weitere kennzeichnende Auenwaldtaxa werden nur sporadisch in der Literatur erwähnt. Verantwortlich für solche Lücken sind fehlende pilzsoziologische Untersuchungen und mangelhafte Arbeitsmethodik, wobei aber auch Beobachtungsdauer und standortspezifische Eigenschaften eine Rolle spielen können. Zu diesen weniger bekannten Auenwaldarten gehören *Coprinus cortinatus*, *Simocybe rubi*, *Entoloma byssisedum* und Vertreter der Gattung *Mycena* (*M. filipes*, *M. pseudocorticola* und *M. speirea*). Ihre sehr kleinen Fruchtkörper weisen unauffällige Farben auf und sind infolge der raschen Vergänglichkeit nur während einiger Stunden oder weniger Tage erfassbar. Auch die erst im Spätherbst erscheinenden, fädig-keuligen Fruchtkörper von *Macrotiphula juncea* und *Typhula phacorrhiza* werden nur bei sehr genauer Arbeitsweise registriert.

Aufgrund mykosoziologischer Literaturangaben sind gewisse Pilztaxa für Auenstandorte charakteristisch, konnten jedoch in den eigenen Untersuchungen nicht nachgewiesen werden. Unter den saprob-lignicolen Arten sind dies neben einigen Vertretern der Gattung *Mycena* beispielsweise auch der spezifische Auenwald-Holzbewohner *Daedaleopsis confragosa* (KOST und HAAS 1989) sowie *Flammulina fennae* und *F. velutipes*. Letztere Art ist ein kältetoleranter, den winterlichen Pilzaspekt prägender Hutpilz.

Die beschränkte Untersuchungsdauer dürfte auch ein Grund für das Ausbleiben einiger typischer Ektomykorrhizapilze sein, welche im Vergleich zu Saproben sehr unregelmässig fruktifizieren (VILLENEUVE et al. 1989). Die Armut der Auenwälder an Mykorrhizapilzarten ist jedoch eine spezifische my-

kosoziologische Eigenschaft dieser Standorte (BUCH und KREISEL 1957, EINHELLINGER 1973, CARBIENER et al. 1975, KOST und HAAS 1989). Der im Untersuchungsgebiet vorgefundene Anteil Ektomykorrhiza bildender Pilzarten von 8% erreicht nach GRIESSER (1992) in mitteleuropäischen Weich- und Hartholzwäldern höchstens 20% des Gesamtartenbestandes. In Laub- und Nadelwäldern ausserhalb der Auenkomplexe steigt er auf 40 bis 60% an.

Im Untersuchungsgebiet kommen verschiedene potentielle Ektomykorrhiza-Wirtspflanzen vor (*Alnus glutinosa*, *A. incana*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Crataegus* sp., *Fagus sylvatica*, *Picea excelsa*, *Populus nigra*, *Prunus padus*, *Quercus robur*, *Salix alba*, *Tilia cordata*). Daher müssen die Ursachen der Armut an symbiontischen Pilzen unter den abiotischen Standortfaktoren gesucht werden: Auenböden weisen infolge Grundwasseraufstieges, Überschwemmungen und Symbiose der Erlen mit Luftstickstoff fixierenden Wurzelknöllchenbakterien ein günstiges Nährstoffangebot auf. Die Regel von BJÖRKMAN (1941, 1949) besagt jedoch, dass sich der Anteil der Ektomykorrhizapilze an der Mykoflora eines Standortes verkehrt proportional zum Nährstoffgehalt des Bodens verhält.

Interessant ist die Tatsache, dass fünf der sechs im Untersuchungsgebiet registrierten Ektomykorrhizapilze ausschliesslich in der Fläche A fruktifizierten. Dieses Phänomen könnte durch die unterschiedlichen Entwicklungsstadien der beiden Waldbestände bedingt sein. Im "Jungbestand" (J) dürften unter den Makromyceten r-Strategen und Generalisten dominieren, während hochspezialisierte Ektomykorrhizapilze im reiferen "Altbestand" (A) angesiedelt wären (VILLENEUVE et al. 1989).

Der generelle Nährstoffreichtum der Auenstandorte ist nicht nur eine Ursache der reduzierten Ektomykorrhiza-Frequenz, sondern erklärt auch das häufige Auftreten nährstoffliebender Makromyceten (KOST und HAAS 1989). Acht der im Untersuchungsgebiet registrierten Taxa gelten als Zeigerarten für nährstoffreichere Böden und vier als nitrotolerant bzw. nitrophil (vgl. Kapitel 4.3.). Oft lassen sich diese stickstoffbedürftigen Pilze auch an (sub)ruderalen Standorten beobachten (KOST und HAAS 1989, GRIESSER 1992). Im durch die Flussdynamik geprägten Ökosystem der Aue sind solche Habitate infolge Erosion und Aufschüttung von Natur aus vorhanden, während sie in weniger intakten, anthropogen beeinflussten Auenwäldern durch Eintrag von organischem Material und neben Weg- und Waldrändern entstehen können. So wurde die im Umgebungsbereich der Fläche J gefundene Pilzart *Melanophyllum echinatum* von SENN-IRLET (1987) und der in J massenweise aufgetretene *Coprinus comatus* von GRIESSER (1992) an anthropogen gestörten Standorten



entlang von Wegen registriert. *Psathyrella velutina*, die in dieser Fläche mit hoher Produktivität und überdurchschnittlich grossen Fruchtkörpern fruktifizierte, ist ebenfalls typisch für nährstoffreiche Ruderalstellen. Das früher lokal erfolgte Aufschütten mit Zivilisationsabfällen dürfte das Vorkommen dieser nitrophilen Taxa begünstigt haben.

Ein weiteres mykosoziologisches Merkmal der durch grosse Mengen an liegendem und stehendem Totholz gekennzeichneten Auen ist ihr Reichtum an lignicolen Pilzarten (CARBIENER 1981). Von den 77 im Untersuchungsgebiet registrierten Makromyceten zeigen 44 Taxa (57%) eine lignicol-saprobe Lebensweise. Nur 22 Arten (29%) sind als terricol-saprob und drei (4%) als foliicol-saprob einzustufen. Betrachtet man die beiden Flächen J und A einzeln, so sind 78% der in J und 74% der in A beobachteten Taxa Holzbewohner. Bei Berücksichtigung weiterer aphyllorphaler *Basidiomycota* sowie *Ascomycota* wäre die ökologische Bedeutung der Lignicolen in der Auswertung noch deutlicher zum Ausdruck gekommen. Würden episodische Spitzenhochwasser das Untersuchungsgebiet noch heute erreichen, so wäre der holzbewohnende Anteil der lokalen Mykoflora zusätzlich bereichert durch substratspezifische Pilzarten auf eingeschwemmtem Nadelholz.

Der auffallend grosse Anteil registrierter Pilzarten mit für Makromyceten vergleichsweise kleinen, ephemeren Fruchtkörpern erinnert an die Verhältnisse in tropisch-subtropischen Wäldern (KOST und HAAS 1989). Im Untersuchungsgebiet besonders reich vertreten waren fragile Fruchtkörper der Gattungen *Hemimycena*, *Mycena*, *Marasmiellus* und *Marasmius*.

#### 4.5. NATURSCHUTZASPEKTE

Um die Bedeutung der im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Makromyceten zu dokumentieren, wurden Rote Listen aus der BRD (LETTAU 1982, WINTERHOFF 1984a, WINTERHOFF und KRIEGLSTEINER 1984, RUNGE 1986, WÖLDECKE 1987), der ehemaligen DDR (BENKERT 1982), Österreich (KRISAI 1986, RICEK 1989), Dänemark (KNUDSEN und VESTERHOLT 1990) sowie Norwegen (BENDIKSEN und HØILAND 1992) herangezogen. Aus der Schweiz liegen noch keine Angaben über den Gefährdungsgrad von Makromyceten vor.

Allerdings ist bei der Beurteilung der Bedrohung von Pilzen aufgrund Roter Listen Vorsicht geboten. Infolge des sporadischen Erscheinens der meist rasch vergänglichen Fruchtkörper, des grossen Zeitaufwandes der mikroskopischen Bestimmung und mangels vertrauenswürdiger älterer Fundlisten sind Verbreitung und eventueller Rückgang für Makromyceten ungleich

schwieriger zu ermitteln als für Gefässpflanzen. Daher liegen für Grosspilze unvollständigere und unzuverlässigere Daten für die Erstellung Roter Listen vor (WINTERHOFF 1984a, 1987).

26 Arten (34%) der 77 identifizierten Makromyceten müssen gemäss dieser Auswertung als mindestens regional gefährdet oder selten bezeichnet werden. Ein bemerkenswerter Fund ist der im Aare-Schachen sehr häufig registrierte *Marasmiellus albuscorticis*. Nach LETTAU (1982) ist er in Schleswig-Holstein vom Aussterben bedroht. Der zu den Trüffeln gehörende, in einem Moospolster aufgespürte *Tuber rapaeodorum* ist eine weitere Besonderheit.

Diese Befunde unterstreichen die Bedeutung des Wasserschlosses als schützenswerten Lebensraum - sowohl für Pilze, als auch für gefährdete Blütenpflanzen (HUBER 1991, 1993, FISCHER 1992), Amphibien (KELLER 1983), Reptilien (DUSEJ und BILLING 1991), Vögel und Fledermäuse (ARBEITSKOMMISSION WASSERSCHLOSS 1984). Diese Artenvielfalt gilt es als möglichst intakte Lebensgemeinschaft zu erhalten!

## ZUSAMMENFASSUNG

Vom 2.8. bis zum 23.11.1991 wurden im Auengebiet des Zusammenflusses von Aare, Reuss und Limmat ("Wasserschloss") zwei je 50 m<sup>2</sup> grosse, im Aare-Schachen Windisch gelegene Untersuchungsflächen ("Jungbestand", J und "Altbestand", A; 331 m ü.M.) mykosoziologisch und mykoökologisch untersucht. Anhand vegetationskundlicher Erhebungen wurden die Flächen pflanzensoziologisch charakterisiert. Wöchentlich registrierte Minimal- und Maximaltemperaturen sowie Niederschläge (Messperiode 8.6.1991-14.6.1992) ermöglichten eine Analyse der Zusammenhänge zwischen mikroklimatischen Faktoren und der Fruktifikation der lokalen Makromycetenflora. Die Fruchtkörper-Produktion wurde in ein- bis zweiwöchentlichen Intervallen kartographisch erfasst ("Sanktuariumsmethode").

Die 77 in den Flächen J und A sowie in deren unmittelbaren Umgebung registrierten Pilzarten (69 *Basidiomycota*, sieben *Ascomycota* und ein *Myxomycota*) umfassen 69 Saprobe, sechs obligate Ektomykorrhizapilze und zwei Parasiten.

Aufgrund der Auswertung von Fundlisten aus anderen Auengebieten können zehn der nachgewiesenen Makromyceten als kennzeichnende Vertreter solcher Standorte bezeichnet werden. Das Auftreten von acht nährstoffzeigenden Pilzarten und vier spezifisch nitrophilen Taxa sowie die reduzierte Ektomykorrhiza-Frequenz (8%) weisen auf nährstoffreiche Substratbedingungen hin. Die Dominanz der Lignicolen (57%) ist ein weiteres Charakteristikum der lokalen Mykoflora.

Der Naturschutzwert des "Wasserschlosses" zeigt sich auch aus mykologischer Sicht: 26 der registrierten Pilzarten sind in Roten Listen Mittel- und Nordeuropas aufgeführt und müssen als regional gefährdet oder selten bezeichnet werden.

## SUMMARY

From 2 August until 23 November, 1991, mycosociological and mycoecological investigations took place in hardwood alluvial forests near the junction of the rivers Aare, Reuss

and Limmat, locally called "Wasserschloss".

In two phytosociologically defined research plots of 50 m<sup>2</sup> each (J and A, 331 m a.s.l.), the fruit-bodies of the macromycetes were registered ("sanctuary method") at weekly or fortnightly intervals, counted, mapped and determined. In addition, precipitation as well as minimum and maximum temperatures were recorded (8.6.1991-14.6.1992) and correlated with the response of the local fungus fructification.

The 77 fungus species identified on the two plots J and A and in closely adjacent areas consist of 69 *Basidiomycota*, seven *Ascomycota* and one *Myxomycota*. Saprobic fungi are dominating with 69 different taxa, followed by six obligate ectomycorrhizal symbionts and two parasites.

According to studies in similar habitats elsewhere, ten of the macromycetes observed can be classified as typical representatives of alluvial forests. Nutrient-rich substrate conditions are characterized by the record of eight ecologically indicative fungus species, four nitrophilous taxa as well as by the conspicuously reduced ectomycorrhiza frequency (8%). The predominance of the lignicolous fungi (57%) is another typical feature of the research area. The high conservational value of the nature reserve "Wasserschloss" is further confirmed from the mycological point of view: 26 of the 77 macromycetes analysed are actually registered in Red Data Books and must be considered as regionally endangered or rare.

## LITERATUR

- ARBEITSKOMMISSION WASSERSCHLOSS, 1984: Das bedrohte Wasserschloss. Aargauischer Bund für Naturschutz u.a. 66 S. (Polykopie).
- ARNOLDS E., 1981: Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. 1. Introduction and synecology. *Biblioth.Mycol.* 83, 407 S.
- BENDIKSEN E. und HØILAND K., 1992: Red list of threatened macromycetes in Norway. In: Directorate for Nature Management - Report 6, 31-42.
- BENKERT D., 1982: Vorläufige Liste der verschollenen und gefährdeten Grosspilzarten der DDR. *Boletus* 6(2), 21-32.
- 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, 23-74.
- BJÖRKMAN E., 1949: The ecological significance of the ectotrophic mycorrhizal association in forest trees. *Svensk Bot.Tidskr.* 43, 223-262.
- BRAUN-BLANQUET J., 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. (3. Aufl.). Springer, Wien/New York. 865 S.
- BRUNNER I., 1987: Pilzökologische Untersuchungen in Wiesen und Brachland in der Nordschweiz (Schaffhauser Jura). *Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich* 92, 241 S.
- 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.
- BUCH R. und KREISEL H., 1957: Höhere Pilze der Leipziger Auenwälder. *Z.Pilzk.* 23, 4-20.
- 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.

- DISTER E., 1980: Geobotanische Untersuchungen in der Hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit. Diss., Georg-August-Univ., Göttingen. 170 S.
- DUSEJ G. und BILLING H., 1991: Die Reptilien des Kantons Aargau - Verbreitung, Ökologie und Schutz. Mitt.Aarg.Naturf.Ges. 33, 233-335.
- EINHELLINGER A., 1969: Die Pilze der Garchingener Heide. Ein Beitrag zur Mykosoziologie der Trockenrasen. Ber.Bayer.Bot.Ges. 41, 130 S.
- EINHELLINGER A., 1973: Die Pilze der Pflanzengesellschaften des Auwaldgebiets der Isar zwischen München und Grüneck. Ber.Bayer.Bot.Ges. 44, 5-100.
- 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.
- FAVRE J., 1960: Catalogue descriptif des champignons supérieurs de la zone subalpine du Parc National Suisse. Ergebn.Wiss.Untersuch.Schweiz.Nationalparkes 6, 323-610.
- FISCHER L.A., 1992: Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen auf einem sekundären Auenstandort in Brugg (Kanton Aargau). Ber.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich 58, 55-85.
- FRIEDRICH K., 1940: Untersuchungen zur Ökologie der höheren Pilze. Pflanzenforschung 22, 1-53.
- GRIESSER B., 1992: Mykosoziologie der Grauerlen- und Sanddorn-Auen (*Alnetum incanae*, *Hippophaëtum*) am Hinterrhein (Domleschg, Graubünden, Schweiz). Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich 109, 235 S.
- HESS H.E., LANDOLT E. und HIRZEL R., 1976-80: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. (2. Aufl.). Birkhäuser, Basel. 3 Bde. 2690 S.
- 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.
- HUBER W., 1991: Bemerkenswerte Blütenpflanzen im Brugger Schachen - Grundlagen zu deren Erhaltung. Mitt.Aarg.Naturf.Ges. 33, 73-90.
- HUBER W., 1993: Artenvielfalt im Wasserschloss der Schweiz - Gefahren und Chancen für die Natur. Brugger Neujahrsbl. 103, 53-80.
- KELLER H., 1983: Das Wasserschloss der Schweiz - Lebensraum für seltene Amphibien. Brugger Neujahrsbl. 93, 117-127.
- KELLER H., BAUMBERGER H., EICHENBERGER R., STÜSSI-LAUTERBURG J., MENIG W., 1989: Das Wasserschloss. Der Zusammenfluss von Aare, Reuss und Limmat. 111 S.
- KNUDSEN H. und VESTERHOLT J., 1990: Endangered macromycetes in Denmark - a Red List. (In Danish). Skov- og Naturstyrelsen, Svampekundkabens Fremme, Søborg, 64 S.
- 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.
- KRAMER I. und ZUMSTEG M., 1989: Der Windischer Schachen. Zur 300jährigen Entwicklung einer Landschaft. Brugger Neujahrsbl. 99, 157-178.
- 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.
- 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: Die Auengebiete von nationaler Bedeutung des Kantons

- Aargau. Spezieller Teil. Eidg. Depart. Innern.
- LANDOLT E., 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 64, 208 S.
- 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.
- 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.
- MOOR M., 1958: Pflanzengesellschaften schweizerischer Flussauen. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen 34, 221-360.
- ORSINO F., 1987: Micosociologia, micocenologia e loro rapporti con la fitosociologia. In: PACIONI G. (ed.), Studies on fungal communities. Soc. Bot. Italiana, L'Aquila, 143-160.
- RICEK E.W., 1989: Die Pilzflora des Attergaues, Hausruck- und Kobernausserwaldes. Abh. Zool.-Bot. Ges. Österr. 23, 1-439.
- RUNGE A., 1986: Vorläufige Rote Liste der gefährdeten Grosspilze (Makromyceten) in Nordrhein-Westfalen. In: Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere. (2. Fassung). Schriftenr. Landesanst. Ökol. Landschaftsentwickl. Forstpl. Nordrh.-Westf. 4, 1-16.
- SENN-IRLET B., 1987: Macromycetes as an element of forest structure in the region of Bern (Switzerland). In: PACIONI G. (ed.), Studies on fungal communities. Soc. Bot. Italiana, L'Aquila, 195-219.
- STANGL J., 1970: Das Pilzwachstum in alluvialen Schotterebenen und seine Abhängigkeit von Vegetationsgesellschaften. Z. Pilzk. 36, 209-255.
- VILLENEUVE N., GRANDTNER M.M. and FORTIN J.A., 1989: Frequency and diversity of ectomycorrhizal and saprophytic macrofungi in the Laurentide Mountains of Quebec. Can. J. Bot. 67, 2616-2629.
- WATLING R., 1981: Relationships between macromycetes and the development of higher plant communities. In: WICKLOW D.T. and CAROLL G.C. (eds.), The fungal community. Dekker, New York/Basel. 427-458.
- WINTERHOFF W., 1984a: Vorläufige Rote Liste der Grosspilze (Makromyceten). 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 Makromyceten. In: KNAPP R. (ed.), Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. Junk, Den Haag. 227-370.
- WINTERHOFF W., 1987: Auswertung von Roten Listen der verschollenen und gefährdeten Grosspilze. Schriftenreihe für Vegetationskunde 18, 135-146.
- 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.
- WOLDECKE K., 1987: Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Grosspilze, Stand 1987. Inform. dienst Natursch. Niedersachsen 7(3), 1-28.
- ZIEGLER F., 1963: Waldbauliche Planung für die Schachenwäldungen in Windisch. In: Abschrift Kreisforstamt 4, Aarau. 18 S. (Polykopte).

Adresse der Autorin: Maja HALDEMANN, dipl. Natw. ETH  
Hinter Rein 271  
5235 Rüfenach AG