

## Diversität an Höheren Pilzen in Schweizer Wäldern.

### Ergebnisse einer Pilotstudie mit Stichprobenerhebungen in zwei Regionen im Vergleich mit sporadisch erhobenen Daten der Pilzkartierung

**BEATRICE SENN-IRLET, GUIDO BIERI,  
ROMANO DE MARCHI & SIMON EGLI**

SENN-IRLET, B., G. BIERI, R. DE MARCHI & S. EGLI (2001) - Diversity of Higher Fungi in Swiss Forests. *Z.Mykol.* 67(1): 137 – 156.

**Key words:** Mycofloristics, mapping methods, random sampling, database, Hymenomycetes, gastroid fungi.

**Summary:** An evaluation of regional distribution patterns of macrofungi should be based on an even sampling of the data. A test at randomly selected grid points of the Swiss forest inventory indicates yield (species richness) for a given time investment which can be compared to the database of macrofungi based on incidentally collected data. Two regions of Switzerland (on 40 stripes of 200m<sup>2</sup> each) displayed within two months a high fungal diversity of 253 (Arllesheim) and 351 (Payerne), respectively, macromycete species. 18% (region of Arlesheim) and 12.5% (region of Payerne), respectively of all species can be classified as widely distributed, among these were several edible fungi. The total number of species observed per stripe and grid point remained surprisingly similar, however, the various stripes shared only a few species. Two stripes of 200m<sup>2</sup> had on the average only 18% species in common, two grid points with a total area of 800m<sup>2</sup> each shared 11% species. The mycoflora within the stripes at a given locality displayed a higher similarity on species level than between different localities of a given region indicating a reaction of the mycoflora to small local habitat differences. The random sampling method was compared with the existing database for macrofungi of Switzerland based on entries from various mycologists. The random sampling method resulted in only 22 and 19% of species already reported for this region, when compared on species level.

**Zusammenfassung:** Auswertungen zur räumlichen Verteilung von Makromyzeten benötigen eine möglichst einheitliche, gleichmäßige Erhebung über den ganzen ausgewählten Raum. In einer Pilotstudie sollte die Menge der erfassbaren Arten an zufällig ausgelesenen Gitterpunkten des Landesforstinventars der Schweiz bei vorgegebenem Arbeitsaufwand geprüft und mit der bestehenden Datenbank verglichen werden. Eine solche Stichprobenerhebung von Pilzfruchtkörpern in zwei Regionen (je auf 40 Streifen von 200 m<sup>2</sup>) der Schweiz im September und Oktober 1999 zeigte eine beachtliche Artenvielfalt an Höheren Pilzen mit 253 (Arllesheim) resp. 351 (Payerne) auf Artebene bestimmten Arten. Der Anteil der weit

verbreiteten Arten beträgt 18% (Arlesheim) bzw. 12.5% (Payerne). Unter den häufigen Arten befinden sich auch zahlreiche Speisepilze. Pro Fläche konnte eine relativ konstante Artenzahl von Pilzen bestimmt werden, jedoch haben die diversen Flächen oft nur einen kleinen Prozentsatz gemeinsamer Arten. Zwei Teststreifen von je 200m<sup>2</sup> pro Probefläche weisen im Schnitt 18% gemeinsame Arten auf, zwei Probeflächen von je 800 m<sup>2</sup> gar nur 11%. Die Pilzflora auf den Teststreifen einer Probefläche ist unter sich etwas ähnlicher als zwischen den verschiedenen Probeflächen einer Region, was auf eine feine standörtliche Differenzierung unter den vielen Arten hinweist. In der Stichprobenerhebung wurden 22 bzw. 19 % gemeinsame Arten mit der bestehenden Datenbank der Makromyzetten der Schweiz für die entsprechende Region gefunden.

## Einleitung

Die Artenvielfalt der Pilze übersteigt in Wäldern in der Regel diejenige von Pflanzen (BIERI et al. 1992, SENN-IRLET et al. 2000). Eine Mehrzahl der über 5000 in der Schweiz nachgewiesenen Pilzarten, welche aufgrund von Fruchtkörpergrößen (über 2 mm Durchmesser) zu den sogenannten Makromyceten gerechnet werden, wachsen in Wäldern. Genauere Angaben zur Diversität in einheimischen Waldgesellschaften oder zumindest in pflanzengeographischen Regionen der Schweiz fehlen weitgehend. Insbesondere fehlen Angaben zur Pilzflora der im schweizerischen Mittelland verbreiteten, forstlich genutzten Mischwälder mit Buchen, Weißtannen und Fichten.

Pilze lassen sich im Feld nur mit Hilfe der Fruchtkörper bestimmen. Deren Kurzlebigkeit und scheinbar unregelmäßiges Erscheinen erschweren Aussagen zur Ökologie und zu möglichen Reaktionen auf Umweltbelastungen und Pilzsammeltätigkeit. Die große Vielfalt von dispers auftretenden Pilzarten auf scheinbar ähnlichen Standorten, ebenso wie die große zeitliche Variabilität mit z.T. großen jährlichen Fluktuationen im Auftreten der Pilzfruchtkörper erschweren die Erarbeitung von Gefährdungsgraden für jede Pilzart erheblich, wenn sie sich auf objektive und möglichst statistisch absicherbare Kriterien stützen sollen.

Die schweizerische Bundesverwaltung arbeitet seit Jahren an dem Ziel, für jede Organismengruppe eine nationale Rote Liste der gefährdeten Arten zu erarbeiten, die als Grundlage für konkrete Schutzkonzepte dienen kann. Damit soll den Verpflichtungen nachgekommen werden, welche mit der Unterzeichnung der Rio-Konvention (1992) eingegangen wurden. Die Kriterien für Rote Listen gefährdeter Organismen sollen den Empfehlungen der IUCN (1994) folgen und gelten international. Sie müssen folgende Grundlagen zur Verfügung haben:

- Angaben zu den häufigen, räumlich weit verbreiteten Arten
- Angaben zu seltenen Arten
- Angaben über Gefährdungen (direkte Beobachtungen oder Abschätzungen der Bedrohungssituation)
- Angaben zu zeitlichen Fluktuationen.

Seit Anfang der neunziger Jahre verfolgt die Schweizerische Mykologische Gesellschaft ein Inventarisierungsprojekt der einheimischen Pilzflora. Ziel für die Schweizerische Mykologische Gesellschaft ist ein „Atlas der Höheren Pilze der Schweiz“. Pilzfundmeldungen aus der ganzen Schweiz werden dazu zentral gesammelt. Bis Mitte 1999 konnten 132 767 Funde in eine elektronische Datenbank eingearbeitet werden. Die Daten stammen alle von freiwilligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus der ganzen Schweiz. 1999 ist die Datenbank an die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf transferiert worden. Eigentliche Stichprobenerhebungen mit einem standardisierten Erhebungsprotokoll (bezüglich

systematischen Gruppen, Anzahl Feldbegehungen, Intensität resp. Dauer der Felderhebung usw.) zu im voraus zufällig ausgelesenen Aufnahmeflächen fehlen, wodurch Aussagen zu lokalen Häufigkeiten stark relativiert werden müssen.

Eine im Herbst 1999 ausgeführte Pilotstudie in zwei Regionen der Schweiz sollte aufzeigen, wie viele Pilzarten mit einem minimalen Aufwand in der Hauptfruktifikationszeit mit taxonomisch und ökologisch geschulten Beobachtern erfasst werden können. Mit Beobachtungen auf im voraus festgelegten Stichprobenflächen soll die räumliche Struktur in der Artenvielfalt der Pilze und die Abhängigkeit von einer biogeographischen Region auf kleinräumlicher Skala (Landesforstinventar-Stichproben) aufgezeigt werden. Der gefundene Artenreichtum kann verglichen werden mit Angaben aus einer Datenbank, bestehend aus sporadisch notierten Pilzfunden aus mehreren Jahren. Es kann somit abgeschätzt werden, wie repräsentativ sporadische Fundmeldungen für die typische Pilzflora einer Region sind resp. welcher Prozentsatz die in Stichproben-erhebungen gefundenen Arten an der theoretisch zu erwartenden Artenvielfalt vertreten könnten.

## Material und Methoden

In zwei Regionen der Schweiz (Arlesheim, Nordwestschweiz, Tafeljura; Payerne, westliches Mittelland auf Molasse) wurden auf 10 zufällig ausgewählten Kilometerschnittpunkten der Schweizerischen Landeskoordinaten, die im Wald liegen (Gitterpunkte des schweizerischen Landesforstinventars, im folgenden LFI-Probefläche genannt), in jede Himmelsrichtung ein Streifen (Transekte) von 2 m Breite und 100 m Länge abgemessen, was eine totale Beprobungsfläche von je 800 m<sup>2</sup> ergibt. Im Raum Payerne wurde jeder der vier Streifen einzeln notiert. Im Raum Arlesheim wurden je zwei Streifen zusammengefasst (Nord-Süd, West-Ost).

Die Beprobungsintensität wurde auf vier Exkursionen pro Stichprobe begrenzt, was einem Ab-suchen der Flächen alle 14 Tage in der Hauptfruktifikationszeit (September, Oktober) entspricht. Pro Feldbegehung einer Stichprobe der vorgegebenen einheitlichen Flächengröße von 800 m<sup>2</sup> sollten maximal sechs Stunden aufgewendet werden.

Die Pilze wurden wenn möglich im Feld auf Artebene angesprochen. Nur Arten der sogenannten Makromyceten sollten erfaßt werden, prioritär bodenbewohnende Arten. Kollektionen mit unsicherer Ansprache wurden ins Labor genommen und mit Hilfe von mikroskopischen und chemischen Merkmalen und Spezialliteratur bestimmt. Aus Zeitgründen musste bei einigen Kollektionen auf eine genaue Identifikation verzichtet werden, sobald sich diese als sehr arbeitsaufwendig herausstellte. Diese Taxa werden in den folgenden Auswertungen nicht berücksichtigt. Belege sind im Herbarium BERN hinterlegt.

Die Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft durchgeführt.

## Angaben zu den Stichprobeflächen

Die folgenden Angaben beinhalten Ortsgaben (Landeskoordinaten und Flurnamen) sowie eine kurze Charakterisierung der Waldvegetation mit den wichtigsten Baumarten in den beprobten LFI-Probeflächen basierend auf aktuellen Beobachtungen im Herbst 1999:

### a) **Region Arlesheim** (insgesamt 8 x 4 km, Beprobung durch Romano de Marchi):

Nr. 1 (604/255, Uf Egg): Laub-Nadel-Mischwald (*Pinus sylvestris* L., *Quercus* sp. *Fagus sylvatica* L.) ohne *Fagus*-Jungwuchs; südwestl. Hälfte Kalk-Föhrenwald. Nordöstl. Hälfte Jurakalk-Hangbuchenwald.

- Nr. 2 (604/256, Obmert): Laub-Nadel-Mischwald (*Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris*, *Abies alba* Mill.); z.T. mit kräftiger Naturverjüngung von *Abies alba* und Fichten. Im östlichsten Bereich ein Hang-Buchenwald mit kräftiger Naturverjüngung (*Acer pseudoplatanus* L., *Abies alba*).
- Nr. 3 (605/255, Ritteberg): Laub-Nadel-Mischwald (*Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Picea abies* (L.) Karsten und einzelnen *Quercus* sp.). Streckenweise mit Brombeer-Beständen.
- Nr. 4 (605/256, In den Tannen): Weißtannenwald mit eingestreuten *Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris* und *Picea abies*, mit z.T. reichlicher Naturverjüngung.
- Nr. 5 (607/256, Bielägerten): Buchen-Eichen-Mischwald mit eingestreuter oder stellenweise dominanter *Pinus sylvestris*. Fichten-Forst mit einzelnen *Fagus sylvatica*. Der Rest ein Buchen-Tannen-Mischwald, im östlichsten Teil mit kräftiger *Abies alba*-Naturverjüngung.
- Nr. 6 (609/256, Chuenisberg): Kalkbuchen-Wald mit einzelnen *Pinus sylvestris* und *Quercus* sp. mit z.T. anstehenden Kalkfelsen. Flacherer Teil ein frischer Buchen-Weißtannenwald.
- Nr. 7 (609/257, Cholholz): Buchen-Weißtannen-Wald mit eingestreuter *Ilex aquifolium* L. und *Acer pseudoplatanus*. Östliche Hälfte Kalkbuchen-Hallenwald, z.T. mit kräftiger Naturverjüngung (*Abies alba*, *Fagus sylvatica*).
- Nr. 8 (610/255, Nenzlingen): Mischwald (*Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*) mit spärlich eingestreuten *Abies alba*. Östliche Teilfläche zusätzlich mit einzelnen *Quercus* sp. und *Fraxinus excelsior*.
- Nr. 9 (610/256, Uf Egg): Buchen-Eichen-Wald mit eingestreuten *Ilex aquifolium*, *Pinus sylvestris* und *Abies alba*. Restliche Fläche Kalkbuchen-Hallenwald mit einzeln eingestreuten *Abies alba*, *Quercus* sp. und *Pinus sylvestris* mit kräftiger Naturverjüngung.
- Nr. 10 (610/257, Ruine Schalberg): westliche Hälfte: Laubmischwald (*Fagus sylvatica*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Tilia platyphyllos* Scop., *Fraxinus excelsior* L.); stellenweise mit kräftiger *Fagus sylvatica*-Naturverjüngung; ca. 25 m *Abies alba*-Jungforst. Östlicher Teil Buchen-Weißtannen-Mischwald, stellenweise mit *Abies alba*-Naturverjüngung.

**b) Region Payerne** (insgesamt 9 x 12 km, Beprobung durch Guido Bieri):

- Nr. 1 (569/189, Oleyres): Hallenbuchenwald mit *Picea abies*, einigen *Pinus sylvestris* und *Larix decidua*.
- Nr. 2 (569/186, Les Riaux): Plenterwald mit *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Fraxinus excelsior*, *Salix* sp.
- Nr. 3 (564/184, Vers-chez-Savary): Fichtenforst mit *Picea abies* und vereinzelt *Fagus sylvatica*, z.T. mit dichtem Brombeerunterwuchs.
- Nr. 4 (565/178, Lentigny): Mischwald (*Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Picea abies*) mit starker *Abies alba*-Verjüngung.
- Nr. 5 (567/185, Montagny-la-Ville): Hochwald mit *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, vereinzelt *Larix decidua*.
- Nr. 6 (568/185, Les Chaudaires): Hochwald (*Fagus sylvatica*, *Picea abies*), vereinzelt *Larix decidua*, *Abies alba*.
- Nr. 7 (571/178, Bois de Chavailles): Schluchtwald mit *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Abies alba*; z.T. sehr steil.
- Nr. 8 (568/179, Les Boennes): Fichtenforst am Bach entlang, ansonsten Fichtenforst mit *Fagus sylvatica* und viel *Abies alba*-Verjüngung.
- Nr. 9 (566/183, Chanéaz): Hochwald mit Waldöffnung, Fichtenforst und *Fagus sylvatica*-Fichten-Hochwald
- Nr. 10 (567/184, Forêt de Berley): *Fagus sylvatica*-Hochwald mit wenig *Picea abies*.

Vorgesehen waren vier Begehungen pro Fläche in den Monaten September und Oktober. Aufgrund der Witterungsbedingungen ergaben sich kleinere Abweichungen, insbesondere im Raum Payerne, wo sich die Beprobungen auf die Wochen 35 bis 45 erstreckten, während sie sich im Raum Arlesheim auf die Wochen 36 bis 45 beschränkten.

## Resultate und Diskussion

### Artendiversität in Zahlen

In beiden Regionen wurden Pilzarten aus allen großen systematischen Gruppen der Makromyceten nachgewiesen. Agaricales wurden mit Abstand am meisten gefunden. Die Region Payerne erwies sich als artenreicher als die Region Arlesheim (Tab. 1), welche insbesondere auffallend weniger Vertreter der Boletales aufwies. Bezüglich Artenvielfalt dominieren in beiden Regionen die saprotrophen Pilze (Tab. 2), wobei die Region Payerne deutlich mehr streuabbauende Arten aufweist als die Region Arlesheim. In beiden Regionen haben mit 45% die Ektomykorrhizapilze einen beachtlichen Anteil (Tab. 2).

Die Artenvielfalt im Vergleich der großen ökologischen Gruppen ist in der Region Payerne sehr stark korreliert ( $n = 10$ ;  $r^2 = 0.81$ ,  $p < 0.0003$ , vgl. Abb. 1), was insbesondere bedeutet, dass in dieser Region bei mehr Mykorrhizapilzarten auch eine größere Vielfalt an streu- und holzabbauenden Pilzarten zu finden ist. Für die Region Arlesheim konnte diese Beziehung nur gefunden werden, wenn drei Probeflächen aus der Analyse ausgeschlossen werden, mit allen LFI-Probeflächen gerechnet zeigt sich bei einer sehr großen Streuung keine entsprechend signifikante Beziehung ( $n = 10$ ,  $r^2 = 0.008$ ,  $p = 0.79$ ; vgl. Abb. 2).

### Variabilität in der regionalen Diversität

Die Verteilung der Arten auf die zehn beprobten Flächen pro Region (Tab. 3 und 4) zeigt, dass die einzelnen LFI-Probeflächen diesbezüglich sehr stark variieren. In jeder Fläche haben die Agaricales den größten Anteil am Artenbestand.

In der Region Payerne erwies sich die sogenannte Schluchtfläche (Nr. 7), ein *Dentario-Fagetum*, als besonders artenreich. Dazu beigetragen hat wohl insbesondere der Umstand, dass an diesem Steilhang der Boden nie ganz austrocknete und deshalb bei jeder Beprobung zahlreiche Fruchtkörper vorhanden waren. Die schwere Zugänglichkeit dürfte dieses Gebiet vor dem Tritt der meisten Pilzsammler und weiterer Waldbesucher schützen. Als artenarm erwies sich die LFI-Probefläche Nr. 3 mit reinem Fichtenforst und starkem Brombeer-Unterbewuchs in allen vier Streifen sowie der ausgesprochene Hallenbuchenwald (Nr. 1).

### Variabilität zwischen den vier Teststreifen einer LFI-Probefläche (kleinräumliche Diversität)

Eine Analyse der Artenvielfalt in den einzelnen Streifen der Region Payerne ergibt, dass zwischen 27 und 100 Arten pro Teststreifen gefunden worden sind, im Mittel  $57 \pm 20$  Arten. Überraschenderweise weisen die vier Teststreifen, d.h. ein Transekt von  $100 \times 2$  m, jeder LFI-Probefläche im Mittel ungefähr gleich viele Arten auf, nämlich zwischen 53 und 62 Arten bei einer ebenfalls vergleichbaren, wenn auch hohen Standardabweichung (vgl. Tab. 5). Der mit Abstand artenreichste Streifen befindet sich in der LFI-Probefläche Nr. 7 (Schluchtfläche), dem *Dentario-Fagetum* Steilhang. Dieser artenreichste Streifen zeigt eine 3,7 mal höhere Diversität als der artenärmste der Region (in Nr. 1, vgl. Tab. 5).

Der Anteil Arten in den Teststreifen am Artenpool einer LFI-Probefläche bewegt sich zwischen 30 und 60% (Daten nicht gezeigt) mit einem Mittelwert von 42%. Wurde also in einem Wald in einem Teststreifen nur gerade ein knappes Drittel der regional vorkommenden Arten gefunden, so sind es an anderer Stelle maximal etwas weniger als zwei Drittel.

**Tab. 1:** Artenvielfalt nach systematischen Kriterien

Systematische Gruppe nach HAWKSWORTH et al.1995	Region Arlesheim		Region Payerne	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Agaricales*	143	56.5	239	68.1
Boletales	10	4.0	19	5.4
Cantharellales	9	3.6	13	3.7
Dacrymycetales	1	0.4	1	0.3
Gomphales	4	1.6	2	0.6
Hericiales	1	0.4	2	0.6
Hymenochaetales	2	0.8	1	0.3
Lycoperdales	5	2.0	7	2.0
Nidulariales			2	0.6
Phallales			1	0.3
Poriales	19	7.5	10	2.8
Russulales	30	11.9	37	10.5
Schizophophyllales	1	0.4		
Sclerodermatales			1	0.3
Stereales	9	3.6	1	0.3
Thelephorales	1	0.4	4	1.1
Tremellales	1	0.4	1	0.3
Ascomycetes	17	6.7	10	2.8
<b>total</b>	<b>253</b>	<b>100%</b>	<b>351</b>	<b>100%</b>

\* Agaricales inklusive Cortinariales

**Tab. 2:** Artenvielfalt nach ökologischen Kriterien

Ökologische Gruppe	Region Arlesheim		Region Payerne	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Ektomykorrhiza-Arten	115	45 %	158	45 %
Saprotrophe Arten an Holz	83	33 %	75	21 %
Saprotrophe Arten auf Streu	48	19 %	108	31 %
Übrige (an Früchten, Pilzen, Moosen)	7	2 %	10	3 %

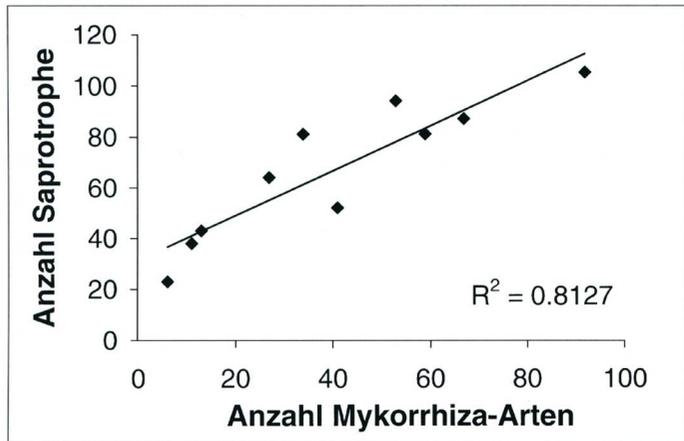
In der Region Arlesheim zeigt sich ein ähnliches Bild (Tab. 6), allerdings bei überall etwas geringerer Artenzahl. Der Streifen (hier als Streifen von 200 x 2 m notiert) mit der kleinsten Artenvielfalt zeigt gerade 18 Arten, während der artenreichste 63 Arten aufweist.

### Analyse der räumlichen Variabilität der Arten

Wird ein Vergleich auf Artebene durchgeführt, um die Homogenität der einzelnen Teststreifen bezüglich einer charakteristischen Pilzflora zu überprüfen, so zeigt sich, dass zwischen 54 und 79% aller Arten einer LFI-Probefläche in der Region Payerne jeweils nur in einem der vier Teststreifen gefunden wurden, 13 bis 22% in je zwei Teststreifen, zwischen 4 und 16% in drei Streifen und zwischen 7 und 12% in allen vier Streifen (Daten nicht gezeigt). Maximal 28% der Arten

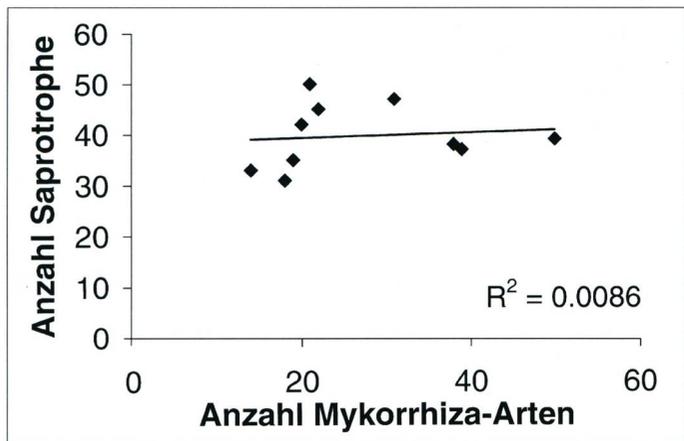
**Abb. 1:**

Beziehung zwischen der Anzahl saprotropher Arten und Mykorrhiza-Arten in den 10 LFI-Probeflächen in der Region Payerne aufgezeigt mit einem linearen Modell.



**Abb. 2:**

Beziehung zwischen der Anzahl saprotropher Arten und Mykorrhiza-Arten in den 10 LFI-Probeflächen der Region Arlesheim, aufgezeigt mit einem linearen Modell.



eines Waldes sind auf mehr als der Hälfte der Streifen gefunden worden und dies nur in der LFI-Probefläche Nr. 8. Zwei zufällig ausgewählte Teststreifen pro LFI-Probefläche weisen im Schnitt 18% gemeinsame Arten auf.

Im Schnitt hat es zwischen zwei LFI-Probeflächen in der Region Payerne nur gerade 11% gemeinsame Arten.

Die Teststreifen einer LFI-Probefläche sind demnach unter sich ähnlicher als die 10 LFI-Probeflächen einer Region untereinander, was bedeutet, dass jeder Waldbereich somit seine eigene charakteristische Pilzflora aufweist.

In der Region Arlesheim zeigt sich ein ähnliches Bild: zwei Streifen von 200 x 2 m einer LFI-Probefläche weisen zwischen 14% und 36% gemeinsame Arten auf (vgl. Tab. 6), im Schnitt aller 10 LFI-Probeflächen sind es 27%. Die Pilzfruchtkörper in der Region Arlesheim scheinen somit etwas konstanter aufzutreten als in der Region Payerne.

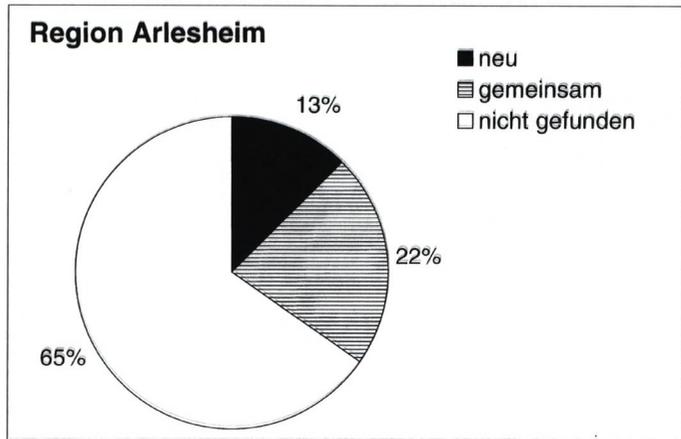
**Tab. 3:** Artenvielfalt (inklusive unbestimmte Arten) aufgeteilt nach systematischen Gruppen in den Stichprobenflächen der Region Payerne. Gezeigt sind nur die Resultate aus den Flächen mit vier Beprobungen.

Systematische Gruppe nach HAWKSWORTH et al.1995	Fläche						
	1	2	3	4	5	6	7
Agaricales	61	89	59	116	92	107	161
Boletales	5	2	10	2	7	12	2
Cantharellales	2	4	3	7	7	3	6
Dacrymycetales	1		1	1	1	1	1
Gomphales	1						2
Hericiales	1	1	1		1		
Hymenochaetales						1	
Lycoperdales	2	1	2		3	4	3
Nidulariales	1	1	1	1	1	1	
Phallales			1				
Poriales	4	3	1	1	5	5	4
Russulales	10	11	11	14	22	16	14
Sclerodermatales						1	
Stereales	1				1	1	1
Thelephorales	1	2	1	1		1	
Tremellales			1	1			
Ascomycetes	1	2	1	4	2	4	4
<b>total</b>	<b>91</b>	<b>116</b>	<b>93</b>	<b>148</b>	<b>142</b>	<b>157</b>	<b>198</b>

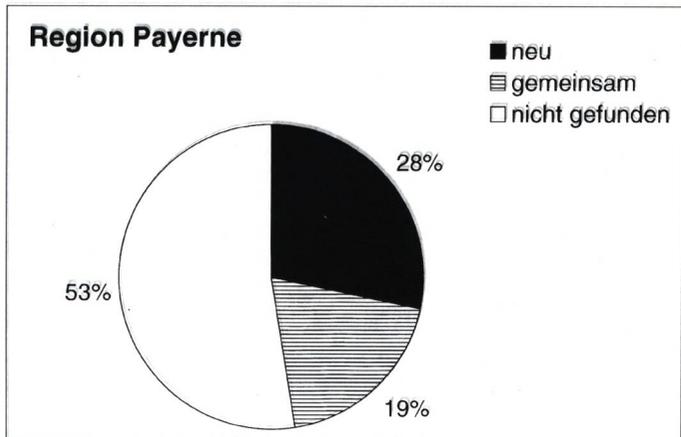
**Tab. 4:** Artenvielfalt aufgeteilt nach systematischen Gruppen in den 10 Stichprobenflächen der Region Arlesheim.

Systematische Gruppe nach HAWKSWORTH et al.1995	Fläche									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Agaricales	24	41	38	43	42	48	29	39	38	28
Boletales	4	3	2	1	2	3			1	
Cantharellales	3	4	6		2	5	3		3	
Dacrymycetales							1			
Gomphales			2			2				
Hericiales			1		1					
Hymenochaetales			1		1			1		
Lycoperdales	2	1	1	3		3	1	1	3	1
Poriales	4	5	6	8	6	4	6	3	9	6
Russulales	6	13	11	4	14	15	4	5	7	3
Stereales	2	2	2	3	2	1	1	3	3	2
Tremellales							1			1
Ascomycetes	5	9	7	5	5	7	8	9	7	7
<b>total</b>	<b>50</b>	<b>78</b>	<b>77</b>	<b>67</b>	<b>75</b>	<b>88</b>	<b>54</b>	<b>61</b>	<b>71</b>	<b>48</b>

**Abb. 3:** Vergleich der in der Stichprobenerhebung gefundenen Artenvielfalt mit der aus dieser Region bekannten Artenvielfalt gemäss der „Datenbank der Makromyzeten der Schweiz“ im Raum Arlesheim.



**Abb. 4:** Vergleich der in der Stichprobenerhebung gefundenen Artenvielfalt mit der aus dieser Region bekannten Artenvielfalt gemäss der „Datenbank der Makromyzeten der Schweiz“ im Raum Payerne.



Im Schnitt hat es zwischen zwei LFI-Probeflächen in der Region Arlesheim 22% gemeinsame Arten. Auch hier zeigt sich somit das gleiche Bild wie in der Region Payerne: jeder Kilometerschnittpunkt zeigt in einer Pilzsaison eine ziemlich eigenständige Pilzflora.

In den Stichprobenerhebungen im Herbst 1999 wurden insgesamt 509 Arten bestimmt. 117 (= 22%) konnten in beiden Regionen gefunden werden, die übrigen Arten jeweils nur in einer der beiden Regionen.

**Vergleich mit der bestehenden Datenbank**

Die beiden Regionen wurden für diese Pilotstudie gewählt, weil die „Datenbank der Makromyzeten der Schweiz“ bereits zahlreiche Fundmeldungen aus diesen Regionen enthält. Die Stichprobenerhebung im Herbst 1999 erlaubt somit einerseits die Aussagekraft der bisherigen Fundmeldungen einzuschätzen, andererseits die Aussagekraft einer einjährigen Beprobungsserie zu prüfen.

**Tab. 5:** Artenzahl (inklusive unbestimmte Arten) in den je vier Transekten (je 200 m<sup>2</sup>) pro LFI-Probefläche aus der Region Payerne mit je vier Beprobungen.

LFI-Probefläche	Transekt 1	Transekt 2	Transekt 3	Transekt 4	Mittel pro LFI	Total Arten
Nr. 1	34	48	27	40	37 ± 9	91
Nr. 2	60	44	55	29	47 ± 14	116
Nr. 3	30	42	39	54	41 ± 10	93
Nr. 4	76	60	59	78	68 ± 10	148
Nr. 5	37	93	44	47	55 ± 26	142
Nr. 6	74	65	65	51	64 ± 10	153
Nr. 7	60	85	89	100	84 ± 17	196
<b>Mittel Nr 1–7</b>	<b>53</b>	<b>62</b>	<b>54</b>	<b>57</b>	<b>57 ± 20</b>	<b>135</b>

**Tab. 6:** Die Artenzahl in den zwei Streifen (N-S und W-E, je 400m<sup>2</sup>) pro LFI-Probefläche in der Region Arlesheim mit je vier Beprobungen.

LFI-Probefläche	Transekt 1 (N-S)	Transekt 2 (W-E)	Anteil gemein- samer Arten	Mittel pro LFI	Arten total
Nr 1	30	32	11	31	50
Nr 2	55	52	27	54	79
Nr 3	48	57	24	53	81
Nr 4	48	41	20	45	69
Nr 5	39	57	19	48	77
Nr 6	53	63	27	58	89
Nr 7	40	28	10	34	57
Nr 8	43	45	23	44	64
Nr 9	51	45	21	48	73
Nr 10	42	18	7	30	51
<b>mittel</b>	<b>44.9</b>	<b>43.8</b>	<b>19</b>	<b>44 ± 10</b>	<b>69</b>

Bei einem Vergleich der beiden Datensätze – Stichprobenerhebung einerseits, Datenbank andererseits – können zwei Aussagen angestrebt werden. Einerseits ein sehr einfacher, allgemeiner Vergleich der gefundenen Artenzahlen, unabhängig davon, um welche Arten es sich handelt. In einem zweiten Schritt kann untersucht werden, wie viele Arten jeweils sowohl in der Erhebung im Herbst 1999, als auch in der bestehenden Datenbank nachgewiesen sind. Es zeigt sich, daß im Raum Arlesheim in einer Saison mit insgesamt nur vier Exkursionen pro Fläche 40% (253 von 638 Arten) der in der Datenbank verzeichneten Artenzahlen gefunden werden konnten. Beim Vergleich auf Artebene zeigt sich allerdings, dass nur 25% der Arten in beiden Datensätzen (Datenbank bzw. vorliegende Untersuchungen) vorkommen.

Im Raum Payerne sind im Zuge der vorliegenden Untersuchungen mit 351 Arten 66% von den 522 bisher in der Datenbank aufgezeichneten Arten gefunden worden, wenn nur auf die Artenzahl geachtet wird und nicht auf die Information um welche Arten es sich handelt. Wird der Anteil gemeinsamer Arten untersucht, liegt der Anteil ebenfalls nur bei 27%. 91 (Arlesheim) resp. 209 (Payerne) Arten wurden in der Stichprobenerhebung neu für die Region nachgewiesen.

Wird die Anzahl Fundmeldungen in Relation zu der sie repräsentierenden Anzahl Arten gesetzt (vgl. Tab. 7) so zeigt sich, dass die Daten der bestehenden Datenbank die wirklichen Häufig-

**Tab. 7:** Vergleich der Stichprobenerhebungen im Herbst 1999 mit langjährig erhobenen Daten der „Datenbank der Makromyzeten der Schweiz“ in den zwei Untersuchungsregionen.

	Arlesheim		Payerne	
Datenbank der Makromyzeten CH				
Anzahl Arten	638	100%	522	100%
Fundmeldungen insgesamt	2562		796	
-----				
Beprobung Herbst 1999:				
Anzahl Arten	253*		351	
Anzahl Funde	1393		2328	
-----				
Gemeinsam mit Datenbank	162	25%	142	27%
-----				
nicht wiedergefunden	475	74%	389	75%
-----				
Erstmalige Beobachtung („neu“)	91	+14%	209	+39%
-----				
Artenzahl insgesamt (neuer Stand)	729		731	
-----				
Gemeinsame Arten der beiden Regionen	339 (29%)			

\* Zu dieser Artenzahl hinzu kommen noch einige zusätzliche Arten, deren beobachtete Fruchtkörper nicht auf Artebene bestimmt werden konnten; in der Region Arlesheim sind dies 29 Kollektionen, in der Region Payerne 129.

keitsverhältnisse der einzelnen Pilzarten generell schlecht wiedergeben. In der Stichprobenerhebung wird jede Art im Schnitt zwischen 5.8 und 6.6 Mal nachgewiesen, in der Datenbank der Makromyzeten ist dies im Schnitt jedoch viel weniger. Die meisten Arten sind nur ein einziges Mal gemeldet worden. Die wirkliche Häufigkeit der häufigen Arten wird somit stark unterschätzt.

Aus beiden Regionen zusammen sind neu insgesamt 1181 Arten nachgewiesen. Davon sind 339 Arten den beiden Regionen gemeinsam, was 29% des bekannten Artenpools beider Regionen entspricht. Die übrigen 71 % sind dagegen nur aus einer Region nachgewiesen. Aufgrund der bestehenden Daten lassen sich kaum Schlüsse ziehen, ob die Pilzflora dieser beiden Regionen wirklich so unterschiedlich ist oder ob mehrjährige gezielte Beobachtungen zeigen würden, dass sich die Pilzflora dieser beiden unterschiedlichen geographischen Räume (Jura und Mittelland) doch stärker überschneidet.

Wenn auch die Übereinstimmung auf Artebene zwischen der Stichprobenerhebung und der bestehenden Datenbank gering erscheint, so zeigt ein Vergleich auf Artebene (Tab. 8), dass die in der „Datenbank der Makromyzeten der Schweiz“ aufgeführten Arten mit vielen Fundmeldungen auch während der Stichprobenerhebung 1999 nachgewiesen worden sind. Die häufig genannten Arten der Datenbank wurden somit auch in der Stichprobenerhebung erfasst, was darauf hindeutet, dass Arten, welche zeitlich in unterschiedlichsten Wochen und Jahren gefunden worden sind („zeitliche Häufigkeit“), auch Arten sind, welche in einer gegebenen Pilzsaison in einer bestimmten Region sehr weit verbreitet sind („räumliche Häufigkeiten“). So scheint die aus diversen Jahren häufig gemeldete Art *Russula cyanoxantha* in der Tat im Herbst 1999 weit verbreitet gewesen zu sein. Bemerkenswert ist, dass sich unter den zehn häufigsten Makromyzeten vier Speisepilze (*Russula cyanoxantha*, *Amanita rubescens*, *Xerocomus chrysenteron* und *Cantharellus*

**Tab. 8:** Die 10 Arten mit der höchsten Anzahl Fundmeldungen in der „Datenbank der Makromyzeten der Schweiz“ im Vergleich mit der Frequenz dieser Arten in der Stichprobenerhebung 1999 im Raum Arlesheim.

<b>Pilzart</b> <i>Wissenschaftlicher Name</i>	<b>Anzahl Fundmeldungen</b> in der Datenbank der Makromyzeten	<b>Beprobung Herbst 1999</b> Vorkommen in Anzahl LFI-Probeflächen
<i>Russula cyanoxantha</i>	67	7
<i>Megacollybia platyphylla</i>	56	6
<i>Amanita rubescens</i>	44	1
<i>Russula nigricans</i>	38	2
<i>Hypholoma fasciculare</i>	36	7
<i>Fomitopsis pinicola</i>	34	5
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	30	1
<i>Lactarius piperatus</i>	30	–
<i>Cantharellus cibarius</i>	29	1
<i>Calocera viscosa</i>	28	1

**Tab. 9:** Die weit verbreiteten Pilzarten pro Region (in mindestens acht von 10 Stichprobenflächen beobachtet)

<b>Anzahl Flächen</b>	<b>Region Arlesheim</b>	<b>Region Payerne</b>
10	<i>Hygrophorus eburneus</i> <i>Hypoxylon fragiforme</i> <i>Marasmiellus ramealis</i>	<i>Mycena flavescens</i> <i>Mycena galopus</i> <i>Mycena pura</i> <i>Mycena zephyrus</i> <i>Laccaria laccata</i>
9	<i>Mycena crocata</i> <i>Xylaria hypoxylon</i>	<i>Inocybe nitidiuscula</i> <i>Laccaria amethystea</i> <i>Mycena cf. filopes</i> <i>Xylaria hypoxylon</i>
8	<i>Bisporella citrina</i> <i>Inocybe petiginosa</i> <i>Laccaria amethystea</i> <i>Lycoperdon pyriforme</i> <i>Mycena renati</i>	<i>Clitocybe phaeophthalma</i> <i>Collybia butyracea</i> var. <i>asema</i> <i>Collybia tuberosa</i> <i>Mycena epipterygia</i> <i>Pluteus cervinus</i> <i>Russula fellea</i> <i>Russula nigricans</i> <i>Xerocomus badius</i> <i>Xerocomus chrysenteron</i>

*cibarius*) befinden, was darauf hinweist, dass sich das Pilzsammeln für Speisezwecke in dieser Region lohnen dürfte und entsprechend hoher Sammeldruck besteht.

### Weit verbreitete Arten

Im laufenden Projekt „Biodiversitäts-Monitoring Schweiz“ (vgl. Vielfalts-Blatt – Newsletter zum Biodiversitäts-Monitoring Schweiz, Nr. 1-6, herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft Hinter-

mann & Weber AG, Reinach; Locher, Brauchbar & Partner AG, Basel und J. Rohner, Münchenstein im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft) wird versucht, mit einem sogenannten Indikator Z7 die Summe der Arten einer taxonomischen Einheit zu erfassen, die auf mindestens 50% von definierten Rasterzellen des betrachteten Raumes vorkommen.

Für den Raum Arlesheim sind es nach dieser Vorgabe 48 (18%) Arten, im Raum Payerne 60 (12.5%), darunter 11 Speisepilze. Diese können als die typische, aspektbildende Mykoflora dieses Herbstes angesehen werden. Bemerkenswert ist das konstante (und bezüglich Fruchtkörper reiche!) Auftreten zahlreicher *Mycena*-Arten in der Region Payerne, eine Gruppe von Saprophyten mit fragilen Fruchtkörpern.

Ein Vergleich der weit verbreiteten Arten (Tab. 9) in beiden Regionen zeigt, dass nur gerade zwei Arten in beiden Regionen zu den sehr verbreiteten Arten gezählt werden können, nämlich der auffällige, leicht erkennbare *Laccaria amethystea* und ein Laubholz bewohnender Schlauchpilz, *Xylaria hypoxylon*.

## Überprüfen von möglichen Ursachen der beobachteten Unterschiede in der Artenvielfalt der Regionen Arlesheim und Payerne

### • Räumliche Heterogenität

Die einfachste Erklärung für die Beobachtung, dass im Raum Arlesheim deutlich weniger Arten als im Raum Payerne gefunden wurden, könnte in der Größe des Untersuchungsraumes – und damit verbunden – in der möglicherweise größeren standörtlichen Heterogenität liegen. Die Beprobungsflächen im Raum Arlesheim umfassen nur gerade 32 km<sup>2</sup> während sie im Raum Payerne auf einer Fläche von 108 km<sup>2</sup> verteilt liegen. Weil der Raum Payerne von zahlreichen größeren Agrarflächen durchzogen ist, musste sich die gleiche Anzahl Probeflächen auf eine größere Gesamtfläche verteilen. Der Raum Arlesheim erweist sich demnach als stärker bewaldet als der Raum Payerne.

Im Raum Arlesheim liegen alle Flächen im Tafeljura in einem Höhenbereich von 387 bis 710 m ü.d.M., an Hängen aller Expositionen. Der Boden ist stellenweise sehr flachgründig. Wenn auch *Fagus sylvatica* und *Abies alba* dominieren, so kommt insgesamt eine große Fülle an weiteren Baumarten vor (*Quercus* sp., *Pinus sylvestris*, *Picea abies* u.a.), welche als Symbionten oder als Substrat (Streu, Holz) zur Artenvielfalt der Pilze beitragen könnten. Das Landesforstinventar listet als potentielle Waldgesellschaften nach ELLENBERG & KLÖTZLI (1972) das *Galio odorati-Fagetum typicum*, das *Dryopterido-Abietetum* und das *Pulmonario-Fagetum typicum* auf.

Die Gegend um Payerne liegt in schwach hügeligem Gelände im schweizerischen Mittelland in einem Höhenbereich zwischen 580 und 720 m ü.d.M. Die Waldvegetation besteht hauptsächlich aus einem *Luzulo sylvaticae-Fagetum typicum* mit vielen (angepflanzten) Fichten, daneben kommen das *Galio odorati-Fagetum*, das *Milio-Fagetum* und in der Schluchtfläche das *Dentario-Fagetum typicum* vor. Der Boden ist nirgends wirklich flachgründig. Als Wirtspflanzen für Mykorrhizapilze dominieren insbesondere *Picea abies*, *Abies alba* und *Fagus sylvatica*. Andere Baumarten (*Larix decidua*, *Pinus sylvestris*) sind nur vereinzelt zu finden. Bis auf einen einzigen Streifen, weist keine Fläche eine beachtliche Hangneigung auf. Die Gesamtwuchsleistung der Waldbäume wird gemäß Landesforstinventar aus forstwirtschaftlicher Sicht als etwas geringer eingestuft als im Raum Arlesheim.

Gemäß den Angaben des Landesforstinventares ist der Nadelholzanteil im Bestand in beiden Regionen vergleichbar, ebenso der Schädigungsgrad der Bäume. Das mittlere Bestandesalter beträgt in der Region Arlesheim 103 Jahre, im Raum Payerne 55 Jahre, das heißt, dass im Schnitt in der Region Payerne der gut durchforstete Wald deutlich jünger ist als in der Region Arlesheim. Es scheint somit, dass jüngere Bestände eine größere Artenvielfalt zeigen als ältere Bestände oder die Arten in älteren Beständen unregelmäßiger fruktifizieren.

Der Raum „Arlesheim“ ist somit landschaftlich und vegetationskundlich vielfältiger als der Raum „Payerne“. Im Raum Arlesheim dürften somit mehr Pilzarten erwartet werden können als in den stark forstwirtschaftlich beeinflussten Wäldern der Region Payerne. Dies scheint nach den absoluten Zahlen gefundener Pilzarten dieser Pilotstudie gerade nicht der Fall zu sein. Folgende Überlegungen zur Erfassungsdauer der Artenvielfalt könnten aber die Vermutung stützen, dass der Raum Arlesheim in der Tat artenreicher sein könnte.

Die bekannte Artenvielfalt im Raum Arlesheim gemäß den Angaben der Datenbank der Makromyzeten beruht auf 172 Funddaten, während sie im Raum Payerne auf über 500 Funddaten beruht. Obwohl die Datenbank der Makromyzeten der Schweiz für beide Regionen eine momentan vergleichbare Artenzahl zeigt, so wurde diese im Raum Payerne mit sehr viel mehr Exkursionen erreicht als im Raum Arlesheim. Dies lässt sich mit einer Artensummutationskurve bildlich illustrieren. Die Steigung dieser Kurve ist für den Raum Arlesheim viel steiler als für den Raum Payerne. Rein statistisch gesehen ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß mit zusätzlichen Exkursionen im Raum Arlesheim noch etliche bisher unerfaßte Arten nachgewiesen werden. Mit einer gleichen Anzahl Exkursionen kann somit in den beiden Regionen nicht der gleiche Anteil der wirklich vorhandenen Pilzflora nachgewiesen werden. Ein weiteres Element in dieser Argumentationskette ist in der hydrologischen Situation der beiden Regionen zu sehen: die flachgründigen Kalkböden des Juras trocken viel rascher aus als die tiefgründigeren Böden auf Molasse im Mittelland. Die Bodenfeuchtigkeit bleibt somit im Raum Payerne über eine längere Zeitperiode günstig für die Pilzfruktifikation als dies in der Region Arlesheim der Fall ist. Die vorhandene Pilzflora zeigt sich hier somit eher als in einer Region mit trockenheitsanfälligen Böden.

#### • **Witterung**

Obwohl der Grobverlauf der Witterung derselbe war, insbesondere mit einer ausgesprochenen Trockenphase zu Beginn September (ANONYMUS 2000), dürfte in den Auswirkungen der Witterung wohl eine wichtige Erklärung für die beobachteten Unterschiede in der Pilzartenfülle der beiden Regionen liegen. Diese Trockenphase wirkte sich nach Feldbeobachtungen auf die Bodenfeuchtigkeit an den Hängen des Tafeljuras stärker aus als auf die wenig geneigten, tiefgründigen Böden des Mittellandes. Die Pilzflora im Raum Payerne zeigte rascher eine Erholung nach einsetzenden Regenfällen in der zweiten Septemberhälfte. Insgesamt lagen die Niederschlagswerte für die beiden Regionen etwas über dem Durchschnitt bei deutlich überdurchschnittlichen Monatsmitteltemperaturen. Wichtiger als genauere Angaben zum Bestandes- oder zum Mikroklima wären demzufolge hydrologische Daten zu den Stichprobenflächen, welche für statistische Auswertungen verwendet werden könnten.

#### • **Beobachterabhängigkeit**

Bei der riesigen Fülle an Pilzarten, deren z.T. kleine Fruchtkörper nur mit Übung im Feld erkannt und angesprochen werden können, muss bei Pilzinventaren stets auch mit einem Beobachter-

fehler gerechnet werden. Mit der Einbeziehung mehrerer Mitarbeiter für die gleichen Probestellen kann dieser weitgehend eliminiert werden (vgl. SENN-IRELT et al. 2000).

Die kurze Vorbereitungszeit für dieses Pilotprojekt erlaubte keine spezielle Schulung und Abstimmung der Artenkenntnisse der Mitarbeiter. Bei den Basidiomyceten mit größeren Fruchtkörpern, insbesondere den Agaricales, dürfte der Beobachterfehler zu vernachlässigen sein.

### Vergleich mit ähnlichen Untersuchungen

Vergleiche mit anderen pilzfloristischen Untersuchungen sind stets etwas problematisch. Denn selbst wenn mit definierten Testflächen eine Vollerhebung der Pilze resp. auch nur der Makromyceten angestrebt wird, so sind nie alle systematischen Gruppen gleich gut erfaßt. Der Einfluss der Beobachtungsintensität darf ebenfalls nicht unterschätzt werden (EGLI et al. 1997). Wöchentliche Begehungen in einem abgeschlossenen Pilzreservat zeigen, daß eine Reduktion der Begehungen auf die Hälfte, das heißt nur noch alle zwei Wochen, wie in der hier vorgestellten Pilotstudie, in der Regel eine Reduktion der Anzahl erfaßter Arten um durchschnittlich 15% zur Folge hat. Eine Reduktion auf eine Begehung pro Monat verringert die Artenzahl bereits um 31% (EGLI et al. 1997).

Während die meisten pilzfloristischen Studien Arten aus den Agaricales, den Boletales, den Russulales und den Gasteromyceten in der Regel vollständig zu erfassen versuchen, so differiert die Auswahl insbesondere bei den Aphyllophorales. Die holzabbauenden Rindenpilze werden oft vernachlässigt (wie in unserer Pilotstudie auch) und die Abgrenzung gegenüber kleinfrüchtigen Ascomyceten ist fließend.

Trotz all dieser Einwände zeigt sich (Tab. 10), daß die beiden untersuchten Regionen der Schweiz eine reiche Pilzflora aufweisen, unter Berücksichtigung der übrigen Artennachweise aus der „Datenbank der Makromyceten der Schweiz“ sogar deutlich reicher als beispielsweise die 16 Waldreservate der Niederlande (VEERKAMP & KUYPER 1993). Insbesondere ist der Anteil der Mykorrhizapilze viel höher, sind doch in niederländischen Wäldern nur gerade 86 (16%) Arten im Zeitraum von drei Jahren auf insgesamt exakt vergleichbarer Fläche gefunden worden. Dies könnte auf eine deutlich geringere Umweltbelastung durch Stickstoffdeposition hindeuten. In der Tat zeigen Messungen (EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR AGRARÖKOLOGIE UND LANDBAU et al. 1996), dass für die Jahre 1986 - 1990 die jährliche Stickstoff-Deposition in der Region Payerne zwischen 20 und 30 kg N pro Hektar betrug mit punktuellen Maxima von etwas über 40 kg und in der Region Arlesheim zwischen 15 bis 20 kg N pro Hektare mit punktuellen Maxima von etwas über 20 kg. Für die Niederlande dagegen werden jährliche Werte zwischen 40 und 80 kg pro Hektar angegeben mit lokalen Maxima von 100 kg (DRAIJERS et al. 1989, VAN DIJK et al. 1989).

Desgleichen artenarm zeigten sich während 15 Begehungen über eine Dauer von 15 Monaten Föhren-Fichtenforste mit beigemischten Laubbäumen in Belgien (ALBERT & FRAITURE 1998) mit nur gerade 19 Mykorrhizaarten, deren Anteil 24% aller nachgewiesenen Arten beträgt. In mediterranen Steineichenwäldern vom Typ des *Viburno-Quercetum ilicis ornetosum* erwiesen sich mit 120 Arten fast 40% der Höheren Pilze als Mykorrhiza-Arten (PERINI et al. 1989); diese Wälder lassen sich somit bezüglich Mykorrhiza-Artenreichtum mit den beiden schweizerischen Regionen vergleichen.

Bei einem Vergleich der diversen floristischen Inventare bestimmter Räume zeigt sich auch, daß die Artenvielfalt nicht beliebig steigt. Das Wiener Becken (KRISAI-GREILHUBER 1992) weist

**Tab. 10:** Artenvielfalt in unterschiedlichen Wäldern Europas mit definierter Untersuchungsfläche

	<b>Untersuchungs- fläche</b>	<b>Untersuchungs- jahre</b>	<b>Beobachtete Artenzahl</b>
<b>a) flächendeckende Beprobung</b>			
VEERKAMP & KUYPER (1993) Waldreservate der Niederlande	1.6 ha	3	540
TYLER (1989) S-Schweden (Hagebuchenwald) Nur bodenbewohnende Arten	1.5 ha	5	302
ALBERT & FRAITURE (1998) Belgien (Föhren-Fichtenforst)	0.24 ha	2	79
EGLI et al. (1997) Schweizer Mittelland, La Chanéaz	0.15 ha	20	329
PETRINI et al. (1989) Toskana (Steineichenwald)	1 ha	4	309
Stichprobenerhebung Payerne & Arlesheim	1.6 ha	1	503
<b>b) nicht flächendeckende Beprobungen</b>			
KRISAI-GREILHUBER (1992) Wiener Becken	414 km <sup>2</sup>	6	1241
„Datenbank der Makromyzeten der Schweiz“ Fläche 550/200, Delsberg (Jura)	250 km <sup>2</sup>	36	2468
Raum Payerne und Arlesheim gemäss „Datenbank der Makromyzeten“	226 km <sup>2</sup>	33	1183
KOST & HAAS 1989 Wälder SW-Deutschlands	387 ha	15	1158
SENN-IRLET et al. 2000 Hochmoorgebiet Bellelay (Berner Jura)	51 ha	15	684

„nur“ gerade etwas mehr als einen zweieinhalb Mal so großen Artenreichtum auf wie in der Stichprobenerhebung der beiden Schweizer Regionen bei einer um ein Vielfaches größeren Untersuchungsfläche. Auch die jahrelangen Untersuchungen einer sehr aktiven Amateurgruppe im Schweizer Jura (Fläche Delsberg in der „Datenbank der Makromyzeten der Schweiz“) resultieren im Nachweis von knapp 2500 Arten. Artensummutationskurven (z.B. TOFTS & ORTON 1998) bestimmter Regionen lassen dagegen oft keine mathematisch definierbare obere Grenze erkennen.

## Schlussfolgerungen

Die Stichprobenerhebung von Pilzfruchtkörpern in zwei Regionen der Schweiz im Herbst 1999 zeigte eine beachtliche Artenvielfalt mit 253 resp. 361 auf Artebene bestimmten Arten. Diese Zahlen können als erste Angaben für das Projekt „Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM-CH)“ betrachtet werden, wo mit dem Indikator Z3 die Zahl der mit standardisierten Methoden nachweisbaren wildlebenden Arten der Schweiz erfasst werden soll. Die in der Stichprobenerhebung erfasste Artenzahl, welche sich auf nur vier Beprobungen in einer Saison abstützt, entspricht grob 50% der für diese Region bisher bekannten Pilzarten.

Es wurden in den zwei untersuchten Regionen verschiedene Arten der provisorischen Roten Liste (SENN-IRELT et al. 1997) gefunden: Im Raum Arlesheim wie im Raum Payerne je 11 Arten, was knapp 5% der ausgeschiedenen Rote-Liste-Arten ausmacht. Während der Stichprobenerhebung wurde je eine weitere Art gefunden womit sich die Zahl auf je 12 erhöht.

Die untersuchten Regionen weisen an den zufällig ausgewählten LFI-Gitterpunkten die für die Region typische, weit verbreitete Waldvegetation auf. Keine der gewählten Flächen fiel in ein Biotop mit einem schutzwürdigen Vegetationstyp (HEGG et al. 1993).

Der Anteil der weit verbreiteten Pilzarten gemäß Indikator Z7 (siehe oben) schwankt zwischen 18% (Arlesheim) und 12.5% (Payerne), d.h. dass es sich bei etwas weniger als 1/5 aller beobachteten Arten um weit verbreitete Arten handelt.

In beiden Regionen wurden zahlreiche Speisepilze gefunden. Während in der pilzärmeren Region Arlesheim verschiedentlich Pilzsammlern begegnet wurde und abgeschnittene Fruchtkörper auf eine rege Pilzsammlertätigkeit hinwiesen, erwies sich die pilzreichere Region Payerne als deutlich weniger stark aufgesuchte Gegend. Bei reger Pilzsammlertätigkeiten ist somit nicht auszuschließen, daß einige wenige Arten nicht beobachtet werden konnten, weil sie bereits gepflückt oder zertrampelt waren.

Eine Analyse der räumlichen Verteilung der Pilze in der Region Payerne und Arlesheim zeigt, dass zwar in den schmalen Streifen überall ungefähr eine gleich hohe Artenzahl gefunden werden kann – in Arlesheim noch gleichmässiger als in Payerne –, diese Anzahl aber von sehr unterschiedlichen Arten stammt. Diese Beobachtung erinnert an die Diskussion unter Ökologen um die Funktion der grossen Artenvielfalt. Braucht ein Ökosystem die vielen Arten, wie sie in der Tat in den meisten Organismengruppen beobachtet werden, oder ist die Funktionstüchtigkeit auch mit weniger Arten gewährleistet (vgl. LAWTON 1994)? Besetzt jede Art eine ganz bestimmte Nische oder teilen sich mehrere die gleiche? Die ähnliche Artenzahl in unterschiedlichen Regionen könnte auf ökologische Redundanz auch bei Pilzen hindeuten, wie sie von WALKER (1992) postuliert worden ist und seither in ökologischen Debatten immer wieder aufgegriffen wird. Danach würden für die gleiche Ökosystemfunktion, beispielsweise den Abbau von frischen Buchenblättern, verschiedenste Arten mit der annähernd gleichen Leistungsfähigkeit existieren. Primär Zufallsprozesse in der Besiedlung steuern das tatsächliche Vorkommen.

Die gleiche räumliche Analyse zeigt im weiteren, dass die Pilzflora einer LFI-Probefläche in sich etwas ähnlicher ist als zwischen den verschiedenen LFI-Probeflächen einer Region.

Reagiert hier die Pilzflora auf sehr feine standörtliche Unterschiede in Mikroklima und in bodenchemischen Differenzierungen inklusive Streudicke, Verteilung von Stickstoff und organischen Verbindungen und reflektiert damit unterschiedliches Verhalten resp. unterschiedliche Nischen-

besetzung der einzelnen Pilzarten oder spielen vor allem Zufallsereignisse in der Mycel- und Fruchtkörperentwicklung eine grosse Rolle und eine grosse Konkurrenzskraft über eine längere Zeitperiode der einmal etablierten Arten?

Auf der Ebene des Waldbestandes könnte eine längere, eventuell gar jahrhundertalte Besiedlung zu einer gemeinsamen Standortentwicklung mit sehr stabilen Konkurrenzverhältnissen unter den Arten mit wenig Dynamik im Artbestand geführt haben. Ein Argument für diese Hypothese liefert die Beobachtung, dass es bekanntlich schwer fällt, für die meisten Pilzarten neben Substratanprüchen noch präzise Standortansprüche zu formulieren. Während Zeigerarten unter den Höheren Pflanzen Mitteleuropas (ELLENBERG et al. 1991) längst Allgemeinwissen geworden sind, sind solche für Pilzarten nicht ausgearbeitet. Es könnte somit geschlossen werden, dass der Artbestand sowohl von symbiotischen wie von saprotrophen Pilzen auf der Ebene eines grösseren Waldbestandes eine relativ geringe Dynamik aufweist und neue Arten sich nur schwer ansiedeln können. Hinzu kommt die Möglichkeit, dass zumindest einige Pilze ein sehr ausgedehntes Mycelnetz bilden und die einzelnen Klone eine grosse Fläche einnehmen, wie dies für *Armillaria bulbosa* (SMITH et al. 1992) nachgewiesen worden ist. Auf evolutionsbiologische Fragen übertragen würde dies bedeuten, dass die Makromyzeten die evolutionären Kosten einer Standortsspezialisierung mit starken Anpassungen an abiotische Faktoren meiden zugunsten von erhöhter Konkurrenzkraft unter einer breiteren ökologischen Amplitude.

Eine einjährige Stichprobenerhebung in einem witterungsmässig nicht zu ungünstigen Jahr kann in etwa 50% der vorkommenden Pilzflora einer relativ gut untersuchten Region (nur Makromyzeten!) erfassen und dürfte rund 25% der wirklich vorkommenden Pilzarten zeigen.

Auf die Erfassung von Myxomyceten sollte aufgrund der gänzlich anderen Ernährungsweise dieser Organismen verzichtet werden. Ebenso auf kleine streuabbauende Ascomyceten (Leotiales) aufgrund des enormen zeitlichen Aufwandes beim Absuchen im Felde und beim Bestimmen.

Mit einer umfassenderen quantitativen wie qualitativen Auswertung der Artenvielfalt bezüglich Substratanprüche (funktionelle Gruppen) und regionalem Vorkommen (Seltenheitsgrad) ließe sich für die Wälder ein Index für jedes Waldökosystems pro Region ausarbeiten (COURTECUISSÉ 1999), welcher für ein Monitoring eingesetzt werden könnte. Änderungen in der regional charakteristischen Zusammensetzung in Bezug auf funktionelle Gruppen und nicht unbedingt bezüglich spezifischer Artenzusammensetzung sollen so verfolgt werden. Dabei gilt es insbesondere das Verhältnis der Mykorrhizapilze zu Streu- und Holzsaprophyten genauer zu analysieren. Änderungen in diesen Verhältnissen können auf schwerwiegende Umweltveränderungen hinweisen (VEERKAMP & KUYPER 1993; FOLKE & KNUDSEN 1994).

## Literatur

- ALBERT, T. & A. FRAITURE (1998) - Recherches mycocoenologiques au bois de la Lauzelle (Ottignies-Louvain-la-Neuve, Belgique). Belg. J. Bot. **131**: 225-236.
- ANONYMUS, 2000 - Witterungsbericht vom September 1999. Schweiz. Z. Forstwesen **151**(1): 31.
- BIERI, C., S. LUSSI, B. SENN-IRLET & O. HEGG (1992) - Zur Synökologie der Makromyzeten in wichtigen Waldgesellschaften des Berner Mittellandes, Schweiz. Mycol. Helv. **5**: 99-127.
- COURTECUISSÉ, R. (1999) - Fungal analysis of some forests and natural habitats in Northern France. Diversity, functional and patrimonial evaluation. Book of Abstracts XIII Congress of European Mycologists, Alcalá de Henares (Madrid) Spain, p. 27.

- DRAIJERS, G.P.J., W.P.M.F. IVENS, M.M. BOS & W. BLEUTEN (1989) - The contribution of ammonia emissions from agriculture to the deposition of acidifying and eutrophying compounds on stands. *Environm. Pollut.* **60**: 55-66.
- EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR AGRARÖKOLOGIE UND LANDBAU (FAL); INSTITUT FÜR UMWELTSCHUTZ UND LANDWIRTSCHAFT (IUL), LIEBEFELD, BERN & EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT UND LANDTECHNIK (FAT), TÄNIKON (1996) - Ammoniak-Emissionen Schweiz. Stand, Entwicklung, technische und betriebswirtschaftliche Möglichkeiten zur Reduktion, Empfehlungen. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau. FAL, Liebefeld, Bern, 61 Seiten.
- ELLENBERG, H., H.E. WEBER, R. DÜLL et al. (1991) - Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* **18**: 1-248.
- ELLENBERG, H. & F. KLÖTZLI (1972) - Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. *Mitt. Schweiz. Anstalt forstl. Versuchswesen* **48(4)**.
- EGLI, S., F. AYER & F. CHATELAIN (1997) - Die Beschreibung der Diversität der Makromyzetten. Erfahrungen aus pilzökologischen Langzeitsstudien im Pilzreservat La Chanéaz FR. *Mycol. Helv.* **9**: 19-32.
- FOLKE, K. & H. KNUDSEN (1994) - The role and use of ectomycorrhizal fungus biodiversity as an indicator of „sustainable forestry“. *Biodiversity* **77**: 57-59.
- HAWKSWORTH, D.L., P.M. KIRK, B.S. SUTTON & D.N. PEGLER (1995) - Ainsworth & Bisby's Dictionary of Fungi. 8<sup>th</sup> edition, International Mycological Institute, Egham.
- HEGG, O., C. BÉGUIN & H. ZOLLER (1993) - Atlas schutzwürdiger Vegetationstypen der Schweiz. Hrg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 160 Seiten.
- IUCN (1994) - Red List Categories. 21pp. The World Conservation Union, Cambridge.
- KOST, G. & H. HAAS (1989) - Die Pilzflora in Bannwäldern in Baden-Württemberg. Ein Beitrag zur Kenntnis der Vergesellschaftung Höherer Pilze in einigen süddeutschen Waldgesellschaften. *Mitt. FVA Baden-Württemberg* **4**: 9-182.
- KRISAI-GREILHUBER, I. (1992) - Die Makromyzetten im Raum von Wien. *Oekologie und Floristik. Libri Botanici* **6**.
- LAWTON, J.H. (1994) - What do species in ecosystems? *Oikos* **71**: 367-374.
- PERINI, C., C. BARLUZZI & V. DE DOMINICIS (1989) - Mycoconeological research on evergreen oak woods in the hills adjacent the Maremma coastline (NW of Grosseto, Italy). *Phytocoenologia* **17**: 289-306.
- SCHWEIZERISCHES LANDESFORSTINVENTAR (1988) - Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf. Bericht 305.
- SENN-IRLET, B., CHR. BIERI & R. HERZIG (1997) - Provisorische Rote Liste der gefährdeten Höheren Pilze der Schweiz. *Mycol. Helv.* **9**: 81-110.
- SENN-IRLET, B., P. BAUMANN, P. & E. CHÉTELAT (2000) - Räumlich-zeitliche Artenvielfalt der Pilze im Hochmoor von Bellelay. *Mycol. Helv.* **11**: 17-96.
- SMITH, M.L., J.N. BRUHN & J.B. ANDERSON (1992). The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms. *Nature* **356**: 429-431.
- TOFTS, R.J. & P.D. ORTON (1998) - The species accumulation curve for Agarics and Boleti from a Caledonian Pinewood. *Mycologist* **13**: 98-102.
- TYLER, G. (1989) - Edaphical distribution and sporophore dynamics of macrofungi in hornbeam (*Carpinus betulus* L.) stands of south Sweden. *Nova Hedw.* **49**: 239-253.
- VAN DIJK, H.F.G. R.C.M. CREEMERS, J.P.L.W.M. RIJNERS & J.G.M. ROELOFS (1989) - Impact of artificial ammonium-enriched rainwater on soils and young coniferous trees in a greenhouse. Part. 1. Effect on soils. *Environm. Poll.* **62**: 317-366.
- VEERKAMP, M & TH. W. KUYPER (1993) - Mycological investigations in forest reserves in The Netherlands. In M E A Broekmeyer, W. Vos & H. Koop (eds) *European Forest Reserves*. PUDOC, Wageningen, p. 127-143.
- WALKER, B.H. (1992) - Biodiversity and ecological redundancy. *Biol. Conserv.* **6**: 18-23.



Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.  
German Mycological Society

Dieses Werk stammt aus einer Publikation der DGfM.

[www.dgfm-ev.de](http://www.dgfm-ev.de)

Über [Zobodat](#) werden Artikel aus den Heften der pilzkundlichen Fachgesellschaft kostenfrei als PDF-Dateien zugänglich gemacht:

- **Zeitschrift für Mykologie**  
Mykologische Fachartikel (2× jährlich)
- **Zeitschrift für Pilzkunde**  
(Name der Hefreihe bis 1977)
- **DGfM-Mitteilungen**  
Neues aus dem Vereinsleben (2× jährlich)
- **Beihefte der Zeitschrift für Mykologie**  
Artikel zu Themenschwerpunkten (unregelmäßig)

Dieses Werk steht unter der [Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](#) (CC BY-ND 4.0).



- **Teilen:** Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, sogar kommerziell.
- **Namensnennung:** Sie müssen die Namen der Autor/innen bzw. Rechteinhaber/innen in der von ihnen festgelegten Weise nennen.
- **Keine Bearbeitungen:** Das Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Es gelten die [vollständigen Lizenzbedingungen](#), wovon eine [offizielle deutsche Übersetzung](#) existiert. Freigebiger lizenzierte Teile eines Werks (z.B. CC BY-SA) bleiben hiervon unberührt.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Mykologie - Journal of the German Mycological Society](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [67\\_2001](#)

Autor(en)/Author(s): Senn-Irlet Beatrice, Bieri Guido, de Marchi Romano, Egli Simon

Artikel/Article: [Diversität an Höheren Pilzen in Schweizer Wäldern. Ergebnisse einer Pilotstudie mit Stichprobenerhebungen in zwei Regionen im Vergleich mit sporadisch erhobenen Daten der Pilzkartierung 137-155](#)