Zeitschrift: Mycologia Helvetica

Herausgeber: Swiss Mycological Society

Band: 9 (1997)

Heft: 2

Artikel: Die Beschreibung der Diversität von Makromyzeten : Erfahrungen aus pilzökologischen Langzeitstudien im Pilzreservat La Chanéaz, FR = The description of diversity of macromycetes : results of fungal ecological longterm studies in mycological reserve of L...

Autor: Egli, S. / Ayer, F. / Chatelain, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1036356

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: 05.05.2025

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

Mycologia Helvetica **9(2): 19–32, 1997**

Die Beschreibung der Diversität von Makromyzeten. Erfahrungen aus pilzökologischen Langzeitstudien im Pilzreservat La Chanéaz, FR.

The description of diversity of macromycetes. Results of fungal ecological longterm studies in mycological reserve of La Chanéaz, FR, Switzerland

S. Egli, F. Ayer und F. Chatelain

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft,
CH-8903 Birmensdorf

Zusammenfassung – Im Pilzreservat La Chanéaz, FR, werden seit 1975 im Rahmen einer Untersuchung über den Einfluss des Pilzsammelns und anderer anthropogener Faktoren auf die Pilzflora pilzökologische Daten erhoben. Am Beispiel ausgewählter Datenreihen werden die verschiedenen Schwierigkeiten aufgezeigt, die sich bei der Beschreibung der Diversität von Makromyceten auf der Basis von Fruchtkörperbeobachtungen ergeben. Aufgrund der grossen Fluktuationen in der Fruchtkörperbildung, saisonal und von Jahr zu Jahr, bleibt ein Inventar auf der Basis von Fruchtkörperbeobachtungen immer unvollständig, es sei denn, die Beobachtungen werden über viele Jahre durchgeführt. Die Aufnahmefrequenz innerhalb eines Jahres beeinflusst dabei das Resultat in einem grossen Mass: eine Reduktion der Begehungen von wöchentlich auf zweiwöchentlich resultiert in einer Reduktion der Anzahl erfasster Arten um bis zu 39%. Kontinuität in methodischer und personeller Hinsicht bei der Aufnahmearbeit ist eine wichtige Voraussetzung bei Langzeituntersuchungen. Die Grenzen der Verwendung von Fruchtkörperbeobachtungen für verschiedene Fragestellungen werden diskutiert.

Resumé – Relevé de la diversité des macromycètes. Expériences faites lors d'un suivi à long terme dans la réserve mycologique de la Chanéaz, FR.

Dans le cadre d'une étude de l'impact des cueilleurs de champignons et autres facteurs anthropiques sur la flore fongique, des données mycoécologiques ont été relevées depuis 1975 dans la réserve de la Chanéaz, FR. A l'aide de quelques séries de données sélectionnées à titre d'exemple, certaines difficultés rencontrées lors du monitorage de la diversité des macromycètes sont mises en lumière. Étant donné que la formation des fructifications est soumise à de grandes fluctuations, tant au cours des saisons que d'une année à l'autre, un inventaire fondé sur le relevé des fructifications ne peut être complet que s'il est poursuivi durant plusieurs années. La fréquence des relevés influence

largement le résultat: en réduisant la cadence des relevés d'une semaine à une quinzaine, le nombre d'espèces a diminué jusqu'à 39%. La continuité de la méthode et du personnel durant la période d'observation est une importante condition dont dépend la réussite des études à long terme. Les limites de l'application des relevés de sporophores pour diverses études sont également discutées.

Riassunto – Rilevamento della diversità dei macromiceti. Esperienze di uno studio di monitoraggio micoecologico nella riserva fungina La Chanéaz, FR.

Nell'ambito di una ricerca sull'influsso della raccolta e di altri influssi antropici sulla flora fungina, vengono rilevati dal 1975 nella riserva fungina La Chanéaz dati micoecologici. All'esempio di serie scelte di dati, vengono mostrate le difficoltà della descrizione della diversità dei macromiceti sulla base dell'osservazione dei corpi fruttiferi. A causa della grande fluttuazione nella produzione di corpi fruttiferi, sia stagionale che annuale, un inventario sulla base di osservazioni dei corpi fruttiferi rimane sempre incompleto se le osservazioni non vengono ripetute per diversi anni. La frequenza dei rilevamenti nel corso dell'anno influisce in grande misura sui risultati: una riduzione del numero dei sopraluogi da settimanali a bisettimanali porta a una riduzione del numero delle specie rilevate fino al 39%. Una premessa importante per monitoraggi di questo tipo è la continuità nei metodi di rilevamento applicati e nel personale. Vengono discussi i limiti di applicazione dell'osservazione dei corpi fruttiferi per diverse problematiche.

Summary – Recording the diversity of macrofungi. Experiences from long-term mycological monitoring studies in the fungus reserve La Chanéaz, FR.

As part of a study on the effects of mushroom harvesting and other anthropogenic influences on fungal flora, the collection of mycoecological data has been in train in the fungus reserve La Chanéaz, FR, since 1975. Using selected data series as examples, the various difficulties arising in monitoring the diversity of macromycetes by recording fruiting bodies are pointed out. Due to the great fluctuations, both seasonal and from year to year, in fruiting body production, an inventary based on records of fruiting bodies is bound to be incomplete unless the observations are recorded over many years. The frequency of the surveys greatly influences the result: a reduction from once a week to only once a fortnight results in a decrease of 39% in the number of species found. Continuity of method and staff during the observation period is a major prerequisite for longterm studies. The limitations of the application of records of fruiting bodies in various studies are discussed.

Einleitung

Blütenpflanzen und einige Kryptogamen wie Moose und Flechten lassen sich in der Regel innerhalb eines einzigen Jahres inventarisieren. Pilze leider nicht. Ein wichtiger Grund dafür ist der, dass eine eindeutige Identifikation von Pilzen nur anhand von Fruchtkörpern möglich ist. Fruchtkörper werden bei den meisten Pilzarten jedoch nicht regelmässig gebildet, sondern nur unter ganz bestimmten Umweltbedingungen. Der vegetative Teil des Pilzes, das Mycel, ist zwar hinsichtlich seines Vorkommens viel konstanter und zuverlässiger, aber es ist mit herkömmlichen Methoden nicht oder nur mit erheblichem Aufwand identifizierbar. Diese Tatsachen sind allen bestens bekannt, die sich mit pilzökologischen Fragestellungen befassen, und sie sind von verschiedenen Autoren auch schon ausführlich beschrieben worden (Watling 1995; Arnolds 1995; Vogt et al. 1992).

Je länger man ein bestimmtes Gebiet anhand von Fruchtkörpervorkommen pilzökologisch erfasst, desto vorsichtiger schätzt man die Ergebnisse einzelner Jahre ein. Diese Erfahrungen wurden auch bei eigenen Untersuchungen im Pilzreservat La Chanéaz im Kanton Fribourg gemacht, wo seit 1975 auf Dauerbeobachtungsflächen pilzökologische Daten gesammelt werden, um den Einfluss des Pilzsammelns und anderer anthropogener Einflussfaktoren auf die Pilzflora zu untersuchen (Egli et al. 1990).

Anhand dieser über 20jährigen Datenreihe sollen anhand konkreter Beispiele einige ausgewählte Probleme aufgezeigt werden, die sich bei pilzökologischen Untersuchungen auf der Basis von Fruchtkörperaufnahmen ergeben. Ziel soll es sein, aus den bisherigen Erfahrungen dieser Langzeituntersuchungen Empfehlungen abzuleiten, die bei der Planung ähnlicher Untersuchungen hilfreich sein können.

Untersuchungsort und methodische Grundlagen

Das Pilzreservat La Chanéaz liegt im Schweizerischen Mittelland, in der Gemeinde Montagny-les-Monts (Kt. FR) auf 575 m ü.M. Es liegt auf Süsswassermolasse und erstreckt sich über eine Fläche von 75 ha. Das Reservat ist grösstenteils bewaldet und liegt in einem Laub/Nadel-Mischwald, welcher dem *Galio odorati-Fagetum typicum* zuzuordnen ist (mit den Ausprägungen *pulmonarietosum und luzuletosum*). Die mittleren Jahresniederschläge liegen zwischen 900 und 925 mm.

Für die einzelnen Untersuchungen sind insgesamt 15 Versuchsflächen eingezäunt worden, um unkontrollierbare Einflüsse durch PilzsammlerInnen und durch das Wild auszuschliessen. Die Versuchsflächen werden seit 1975 re-

gelmässig begangen und alle Makromyceten registriert, mindestens einmal pro Woche, je nach Notwendigkeit auch mehrmals pro Woche. Dies deshalb, weil alle Fruchtkörper erfasst werden sollen. Die registrierten Fruchtkörper werden mit einem Farbstoff (Methylenblau) markiert, um Doppelzählungen zu vermeiden. Seit 1990 werden die Pilzfruchtkörper mittels eines 1m²-Rasters kartiert.

Das den vorliegenden Betrachtungen zugrundeliegende Datenmaterial entstammt 5 Versuchsflächen à je 300 m² (insgesamt 1500 m²). Die Artenliste dieser 5 Flächen beschränkt sich auf die epigäischen (oberirdisch fruktifizierenden) Makromyceten, wobei einige Arten mit sehr kleinen und massenhaft auftretenden Fruchtkörpern ausgeschlossen wurden, wie einzelne Arten der Gattungen *Mycena, Galerina, Marasmius, Strobilurus, Conocybe.* Insgesamt wurden auf diesen 1500 m² 329 Pilzarten erfasst, wobei bei ca. 30 Kollektionen erst die Gattung bekannt ist, das heisst, die Art noch nicht restlos geklärt ist. Von den total 329 Arten sind 86 Arten den Speisepilzen zuzuordnen.

Resultate und Diskussion

Unregelmässigkeit in der Fruchtkörperbildung von Jahr zu Jahr

Wie viele Jahre sind nötig, um die Pilzflora einer Probefläche vollständig zu erfassen? Diese Frage stellt sich vor allem dann, wenn die zur Verfügung stehende Zeit knapp ist. Nach Vogt et al. (1992) genügen drei Jahre kaum, Dahlberg (1991) schlägt eine Untersuchungsdauer von 3–5 Jahren vor. Wie die Auswertungen im Pilzreservat La Chanéaz zeigen, kann die gestellte Frage nicht allgemeingültig beantwortet werden (Fig. 1). Mit einer Aufnahmedauer von 3 Jahren wurden durchschnittlich 62% aller Arten erfasst, im schlechtesten Fall (1980–1982) jedoch nur 49%, im besten Fall (1977–1979) 81% aller Arten. Mit einer Verlängerung der Aufnahmedauer auf 5 Jahre werden im Durchschnitt 12% mehr Arten erfasst, das Minimum liegt jedoch immer noch bei nur 56%. Bei nur einem Aufnahmejahr werden im schlechtesten Fall 10% und im besten Fall 65% aller Arten erfasst. Die Erfolgsaussichten sind also je nach gewählter Aufnahmeperiode enorm unterschiedlich. Generell wächst die Artenanzahl mit jedem zusätzlichen Jahr weiter an, mit zunehmender Aufnahmedauer wird dieser Anstieg jedoch kleiner, die Summationskurve der Arten über die Zeit flacht also zunehmend ab (vergl. Fig. 6, Aufnahmeetappe I).

In einer Untersuchung von Arnolds (1995) über 7 Jahre auf einer Graslandfläche nimmt die Artenanzahl über die ganze Zeitspanne von 7 Jahren linear zu, also ohne eine ersichtliche Abflachung. Aus dem Verlauf dieser Entwicklung kann geschlossen werden, dass die wirkliche Artenanzahl auf dieser Versuchsfläche mit weiteren Aufnahmejahren weiter ansteigt und hier 7 Auf-

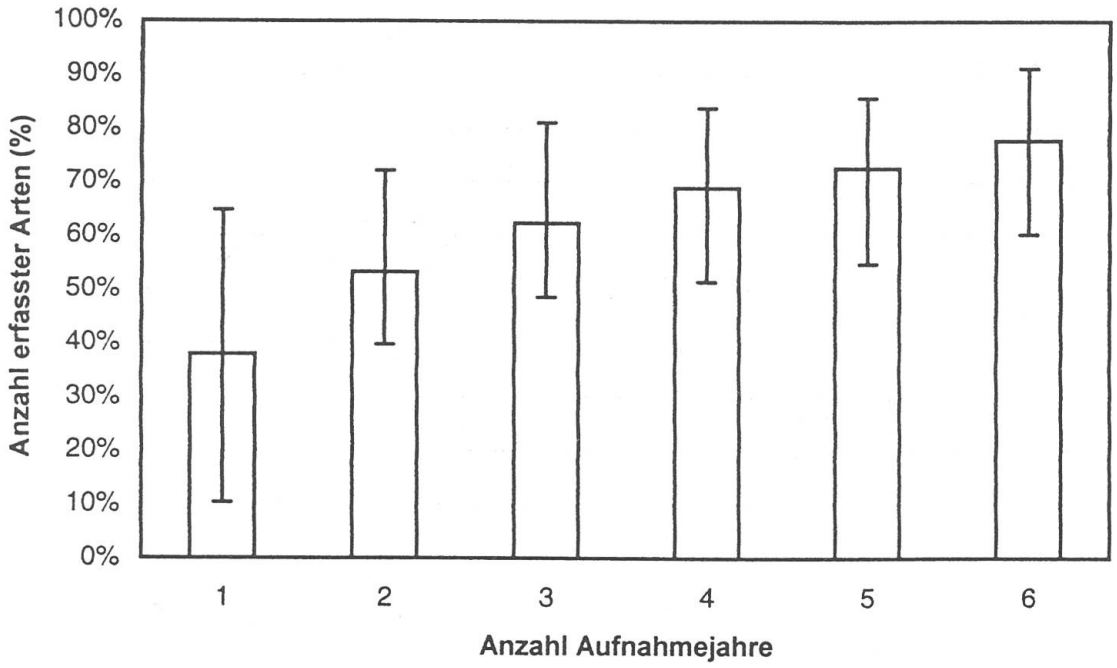

Fig. 1: Anteil erfasster Arten in Abhängigkeit von der Anzahl Aufnahmejahre (1–6 Jahre). Mittelwerte aus allen möglichen Perioden innerhalb des Zeitraums 1975–1989, mit Angabe des höchsten und des tiefsten Wertes.

nahmejahre noch nicht genügen oder die Aufnahmefläche vergrössert werden müsste.

Will man den Einfluss irgendeiner Behandlung auf die Artendiversität untersuchen, sollten im Idealfall Flächen zur Verfügung stehen, auf welchen die vorhandenen Pilzmycelien regelmässig jedes Jahr Fruchtkörper ausbilden. Da diese Bedingung jedoch kaum je erfüllt ist, enthalten langfristige pilzökologische Datenreihen mehr oder weniger grosse Lücken. Dies erschwert die Auswertung erheblich, vor allem dann, wenn statistische Auswertungsmethoden angewendet werden sollen. Bei den Auswertungen eines eventuellen Einflusses des Pilzsammelns und der Erntemethode auf die Pilzflora (Egli et al. 1990) konnten aus diesen Gründen nur diejenigen Arten ausgewertet werden, die bestimmte Minimal-Anforderungen erfüllten, das heisst, in einer minimalen Anzahl Jahren in allen Behandlungsvarianten fruktifizierten. Dass solche Bedingungen sehr schwer zu erfüllen sind, zeigt Fig. 2. Von den total 329 in der Periode 1975 bis 1994 nachgewiesenen Pilzarten fruktifizierten nur gerade 4 Arten – das sind rund 1% aller Arten – jedes Jahr. 122 Arten (37%) bildeten in diesen 20 Jahren nur in einem einzigen Jahr Fruchtkörper. In einer analogen Untersuchung über 7 Jahre auf Grasland (Arnolds, 1995) war der Anteil

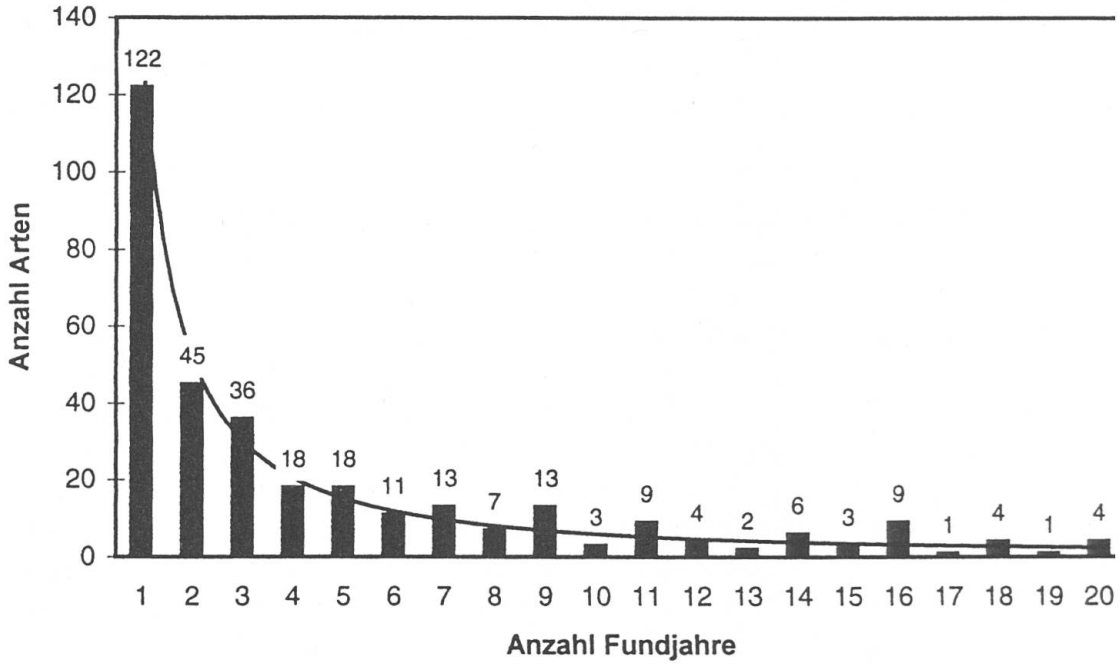

Fig. 2: Vorkommenshäufigkeit der 329 gefundenen Pilzarten im Zeitraum 1975–1994 (Anzahl Arten pro Häufigkeitsklasse; Klasse 1: nur in einem von 20 Jahren gefunden; Klasse 20: in jedem Jahr gefunden).

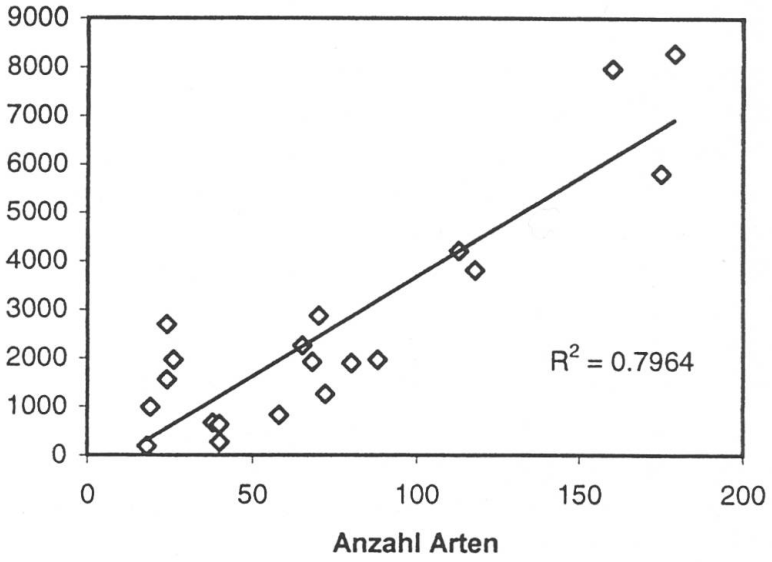

Fig. 3: Zusammenhang zwischen der Anzahl Pilzarten und der Anzahl Fruchtkörper für die 20 Untersuchungsjahre.

an Arten, die nur in einem Jahr fruktifizierten, vergleichbar (38%), währenddem der Anteil an Arten, die jedes Jahr fruktifizierten, bedeutend höher war (23%). Extrapoliert auf 20 Jahre, würde dieser Anteil jedoch bestimmt auch beträchtlich kleiner ausfallen.

Diese sogenannte Poisson-Verteilung findet sich auch in der Feinanalyse der Datenbank der Makromyceten der Schweiz (B. Senn-Irlet, pers. Mitteilung): für den Grossteil der in dieser Datenbank erfassten Pilzarten gibt es nur wenige Fundmeldungen, währenddem die Anzahl der Arten mit vielen Fundmeldungen sehr klein ist.

Wie die Daten aus dem Pilzreservat La Chanéaz zeigen, gibt es sogenannt gute und schlechte Pilzjahre. Die Unterschiede von Jahr zu Jahr können dabei sehr gross sein. Im artenärmsten Jahr 1989 wurden nur gerade 18 Arten gefunden, im reichsten Jahr 1993 waren es 179 Arten. Noch grösser sind die Unterschiede in der Fruchtkörperanzahl: im Jahr 1989 wurden lediglich 182 Fruchtkörper gezählt, im Jahre 1993 waren es total 8 284. Auch wenn nicht jedes Jahr die selben Pilzarten fruktifizierten, korreliert die Anzahl Fruchtkörper sehr gut mit der Artenanzahl (Fig. 3).

Unterschiede in der Fruchtkörperproduktion von Jahr zu Jahr sind zu einem grossen Teil auf unterschiedliche Wetterverläufe zurückzuführen. Nach Dahlberg (1991) sind 60–80% der Variation in der Fruchtkörperproduktion zwischen verschiedenen Jahren durch klimatische Faktoren erklärbar. Zu ähnlichen Schlüssen kommen auch Eveling et al. (1990).

Der Erfolg eines Inventars auf der Basis von Fruchtkörperbeobachtungen hängt also stark davon ab, ob man ein gutes Pilzjahr oder eine Folge guter Jahre erwischt oder nicht, und das ist bekanntlich im voraus, das heisst bei der Planung einer Untersuchung, nicht vorhersehbar.

Zeitpunkt der Aufnahme

Ganz ähnlich wie bei den Pflanzen unterscheiden sich Pilzarten sehr stark in ihrer jahreszeitlichen Erscheinungszeit. Der früheste Makromyceten-Fund der bisherigen 20jährigen Untersuchungsreihe im Pilzreservat La Chanéaz war *Hygrophorus marzeolus* in der Woche 15 (1977). Die spätesten Funde im Jahr waren *Russula ochroleuca und Hypholoma sublateritium,* beide wurden noch in der Woche 50 (1994) gefunden. Am meisten Makromycetenarten fruktifizieren in den Monaten August bis Oktober (Wochen 34–46, siehe Fig. 4). Die Chance, mit einer einzigen Begehung möglichst viele Arten zu erfassen, ist also in diesem Zeitraum am grössten, ganz besonders Ende September (Woche 40). Dies gilt selbstverständlich nur für Mittellandstandorte, die mit dem hier untersuchten Pilzreservat La Chanéaz ökologisch und pilzsoziologisch vergleichbar sind. In einem subalpinen Fichtenwald oder in der alpinen Stufe kann dies ganz anders aussehen. So liegt gemäss Graf (1994) die Hauptfruktifikations-

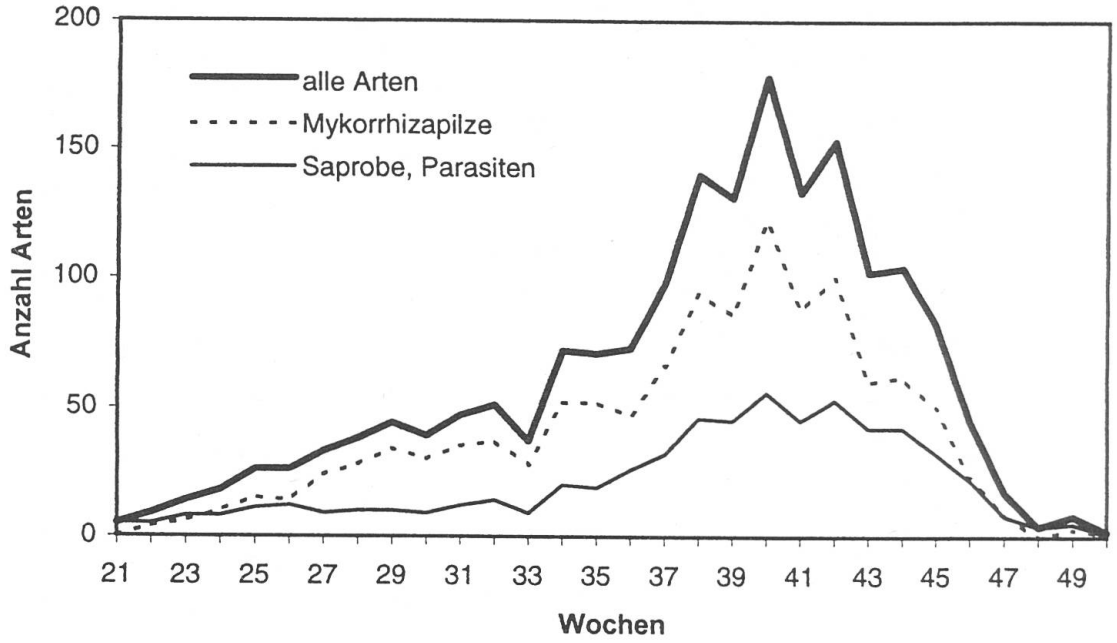

Fig. 4: Saisonale Verteilung der total 329 gefundenen Pilzarten, zusammengefasst für die Jahre 1975–1994.

phase der Makromyceten im alpinen Radöntertal (2500 m ü.M.) zwischen Ende August und Anfang September.

Vergleicht man die saisonale Artenverteilung der mykorrhizabildenden Pilzarten mit derjenigen der Saproben und Parasiten, stellt man ein unterschiedliches Verhalten fest (Fig. 4). Saprobe und Parasiten zeigen eine ausgeglichenere Verbreitung über die ganze Pilzsaison. Sie zeigen zwar auch in den Sommermonaten am meisten Arten, aber weit weniger ausgeprägt als die mykorrhizabildenden Arten. Bei den Mykorrhizapilzen ist ein markanter Anstieg anfangs September feststellbar, in der Artenanzahl wie in der Fruchtkörperproduktion. Das könnte damit zusammenhängen, dass bei Mykorrhizapilzen die für die Ausbildung von Fruchtkörpern notwendigen Nährstoffe, insbesondere Kohlenhydrate, erst zu diesem Zeitpunkt in vollem Umfang verfügbar werden, dann nämlich, wenn die Wirtsbäume der Mykorrhizapilze ihre Biomassenproduktion weitgehend abgeschlossen haben und beginnen, Reservestoffe in die Wurzeln zu verlagern.

Einfluss der Aufnahmefrequenz auf die Anzahl erfasster Arten

Für eine vollständige Erfassung aller Fruchtkörper einer bestimmten Versuchsfläche innerhalb einer Pilzsaison sind mehrere Aufnahmen notwendig. Dies deshalb, weil Pilzarten zu verschiedenen Zeitpunkten fruktifizieren und

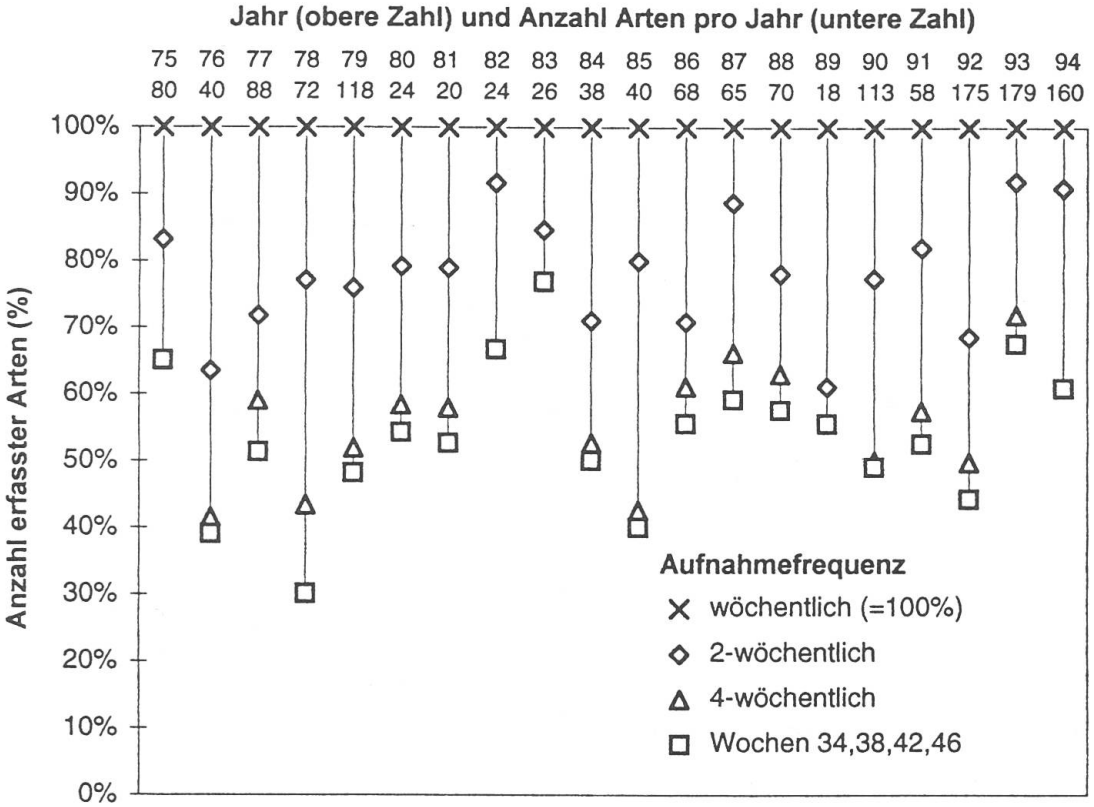

Fig. 5: Einfluss der Aufnahmefrequenz auf die Anzahl erfasster Arten für die Jahre 1975–1994.

zudem auch eine sehr unterschiedliche Lebensdauer aufweisen. Diesbezügliche Untersuchungen von Leusink (1995) zeigen je nach Pilzart mittlere Werte für die Lebensdauer von Fruchtkörpern zwischen 1,6 Tagen *(Mycena stylobates)* und 58,6 Tagen *(Collybia peronata)*.

Wie wichtig eine wöchentliche Begehung ist, zeigt Fig. 5. Eine Reduktion der Begehungen auf die Hälfte, das heisst nur noch alle 2 Wochen, hat eine Reduktion der Anzahl erfasster Arten um durchschnittlich 15% zur Folge (je nach Jahr 8–39%). Reduziert man auf nur noch eine Begehung pro Monat, so verringert sich die Artenzahl bereits um 31% (23%–59%). Mit je einer Aufnahme in den 4 artenreichsten Monaten erfasst man nur noch 64% aller bei wöchentlicher Begehung gefundenen Arten (23%–70%). Zu ähnlichen Ergebnissen ist auch Arnolds (1995) gekommen.

Die Frequenz der Begehungen ist oft begrenzt durch die Rahmenbedingungen einer Untersuchung. Der Aufwand einer vollständigen Erfassung aller Fruchtkörper ist enorm gross und deshalb oft nicht möglich. Man muss sich jedoch bewusst sein, dass eine Reduktion der Begehungsfrequenz – wie oben

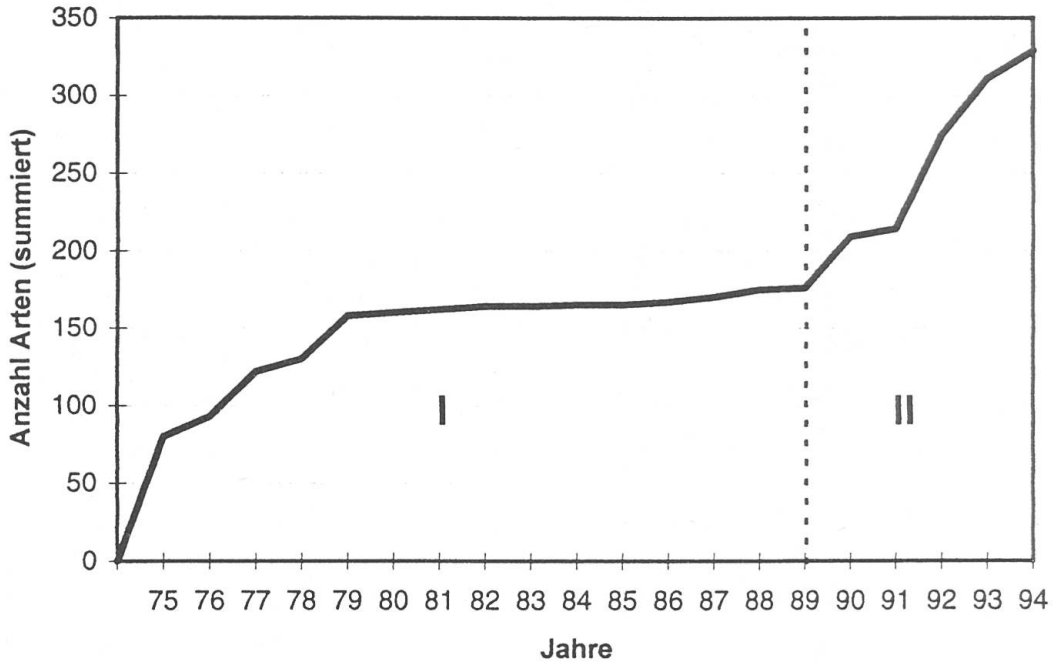

Fig. 6: Summationskurve der total erfassten 329 Pilzarten im Zeitraum 1975–1994. Der Untersuchungszeitraum ist in zwei Aufnahmeetappen unterteilt (I: 1975–1989; II: 1990–1994).

gezeigt – das Resultat eines Inventars enorm beeinträchtigen kann, besonders dann, wenn nur während weniger Jahre aufgenommen wird. Eine wöchentliche Begehung sollte deshalb wenn immer möglich eingehalten werden. Diesen Schluss ziehen auch Müller & Gerhardt (1995).

Methodische und personelle Kontinuität in der Aufnahmearbeit

Das Ergebnis einer Pilzaufnahme kann unter Umständen auch durch individuelle Faktoren beeinflusst werden. Das zeigt sich vor allem dann, wenn eine Versuchsfläche durch verschiedene Personen betreut wird oder wenn personelle oder methodische Änderungen in der Aufnahmearbeit stattfinden. Im Pilzreservat La Chanéaz wurde 1989 die Aufnahmearbeit auf den hier diskutierten 5 Versuchsflächen reorganisiert und einer einzigen Person übertragen. Zusätzlich wurden ab diesem Datum alle Fruchtkörper in einem $1m^2$-Raster kartiert. Dieser Wechsel ist in Fig. 6 klar ersichtlich. In der ersten Aufnahmeetappe (I) zeigt die Summationskurve der Arten einen normalen Verlauf: eine Kurve, die zu Beginn stark ansteigt, sich langsam abflacht und einer Horizontalen annähert. Mit dem Jahr 1990 steigt die Kurve wieder an. Aufgrund der Intensivierung der Aufnahmearbeit konnten viele neue Arten identifiziert werden. Unsichere Arten, z.B. aus der Untergattung *Telamonia*,

konnten dank vermehrt zur Verfügung stehender Zeit eingehender studiert werden.

Solche Tatsachen müssen bei der Auswertung und Interpretation von Zeitreihenuntersuchungen analysiert und berücksichtigt werden. Sie können – je nach Fragestellung – die Aussagekraft von Resultaten erheblich einschränken.

Ein weiteres augenfälliges Beispiel zeigt Watling (1995) im Kindrogan Field Center (Schottland), wo über 20 Jahre jährlich zur selben Zeit ein mykologischer Kurs stattgefunden hat. Der regelmässige Verlauf der Summenkurve der gefundenen Arten wird an zwei Punkten sichtbar gestört, indem dort die Kurve einen markanten Sprung nach oben macht. Der Grund dafür sind zwei Kongresse, die an diesem Ort stattfanden, und TeilnehmerInnen dieser Kongresse haben offensichtlich Arten gefunden, die vorher niemand beachtet oder gekannt hat.

Dieser Problematik muss unbedingt Beachtung geschenkt werden, vor allem dann, wenn historische Daten aufgearbeitet werden sollen, zum Zweck, Veränderungen in der Artenvielfalt festzustellen. Eine Wiederholung einer historischen Aufnahme an der selben Stelle ist nur dann sinnvoll, wenn genaue Angaben über das untersuchte Gebiet und über Zeitpunkt und Intensität der Begehung vorliegen. Zudem sollte die Artenkenntnis der Person, welche die historische Aufnahme machte, ungefähr reproduzierbar sein, was in der Praxis jedoch kaum erreicht werden kann. Andernfalls besteht die grosse Gefahr von Fehlinterpretationen, insbesondere wenn es darum geht festzustellen, ob gewisse Arten in der Zwischenzeit ausgestorben oder neu aufgetaucht sind.

Schlussfolgerungen

Während Fruchtkörper ohne Zweifel auf die Anwesenheit eines Pilzes schliessen lassen, sagt umgekehrt das Nichtvorhandensein von Fruchtkörpern nichts aus über die Existenz eines Mycels im Boden. Dies macht eine vollständige Erfassung der Diversität der Pilzflora auf der Basis von Fruchtkörpern schwierig, bzw. unmöglich. Auch bei einer noch so langen Untersuchungsperiode und noch so intensiver Aufnahmearbeit bleibt ein solches Inventar lediglich eine Annäherung an die Realität. Einige Gründe dafür wurden hier aufgezeigt.

Nicht zu vergessen ist, dass es auch Pilzmycelien gibt, die keine Fruchtkörper bilden, wie die sehr verbreitet vorkommenden mykorrhizabildenden Arten *Cenococcum geophilum, Tylospora fibrillosa* oder *Piloderma*-Arten. Hypogäische (unterirdisch fruktifizierende) Pilzarten sind zudem nur mit destruktiven Methoden erfassbar und bleiben deshalb bei solchen Untersuchungen meist nicht berücksichtigt. Ein Ausweg aus dieser Problematik wäre eine Beschrei-

bung der Diversität der Pilzflora auf der Basis der Identifikation der Pilzmycelien, des vegetativen Teils des Pilzes. Doch dies ist im Moment noch nicht realisierbar, obwohl die dazu notwendigen methodischen Voraussetzungen bereits recht gut entwickelt sind. Mit Hilfe der PCR-Technik (Polymerase Chain Reaction) lassen sich bereits sehr kleine Mengen von Pilzmycel genetisch charakterisieren und mit dem genetischen Muster von bekannten Pilzfruchtkörpern vergleichen und damit identifizieren. Flächenrepräsentative Aufnahmen lassen sich jedoch mit dieser Technik kaum machen, da der dazu notwendige Stichprobenumfang arbeitstechnisch nicht zu bewältigen ist. Zudem ist die räumliche Verteilung von Pilzmycelien im Boden sehr inhomogen (Dahlberg 1991), und es ist überhaupt schwierig, Pilzmycel im Boden zu beproben. Bei Mykorrhizapilzen ist dies bedeutend einfacher, da diese Pilze mit Pflanzenwurzeln Mykorrhizen ausbilden und dabei in der Regel eine genügend grosse Menge von Mycel auf einer Wurzelspitze konzentrieren, um es dem Untersucher ermöglichen, eine erfolgreiche PCR-Reaktion durchzuführen. Neben der genetischen Charakterisierung lassen sich Mykorrhizen auch mit Hilfe von morphologischen und anatomischen Kriterien beschreiben und mindestens teilweise identifizieren.

Bei der Planung von Untersuchungen auf der Basis von Fruchtkörperaufnahmen muss klar sein, wie vollständig die Fruchtkörper erfasst werden sollen und wieviel Zeit und Arbeit man investieren will und kann. Die vorliegenden Ergebnisse sollen dazu beitragen, das Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen abzuschätzen. In diesem Zusammenhang muss man sich auch konkret überlegen, welche Fragen man beantwortet haben will und ob Fruchtkörperaufnahmen überhaupt der dafür geeignete Ansatz sind. Wie oben gezeigt, eignen sich Fruchtkörperaufnahmen nur bedingt für eine vollständige Inventarisierung der Pilzflora. Sinnvoll sind Fruchtkörperaufnahmen dagegen, wenn experimentelle Einflüsse auf die Fruchtkörperproduktivität und die Artendiversität studiert werden, das heisst, wenn verschiedene Flächen miteinander verglichen werden können. Durch den Vergleich von Teilflächen miteinander, beziehungsweise mit Kontrollflächen, werden Unregelmässigkeiten in der Fruchtkörperbildung von Jahr zu Jahr ausgeglichen. Sinnvoll sind Fruchtkörperaufnahmen auch dann, wenn der Fruchtkörper als solcher im Mittelpunkt steht. So interessiert im Zusammenhang mit Fragen des Artenschutzes, wo und unter welchen Umständen eine seltene Pilzart Fruchtkörper ausbildet. Der vegetative Teil des Pilzes ist hier erst in zweiter Linie von Interesse.

Wichtig bei der Planung von pilzökologischen Langzeituntersuchungen ist auch die Abklärung der Frage, ob eine Person zur Verfügung steht, die über eine genügende Artenkenntnis verfügt und über die ganze geplante Untersuchungsdauer zur Verfügung stehen kann.

Die Fruchtkörperbildung ist kein einfach verständlicher Vorgang, die Mechanismen sind komplex; sonst könnte man nicht erst einige wenige Pilzarten – alles saprobe Arten – kommerziell züchten und künstlich zur Fruktifikation anregen. Mykorrhizapilze stellen hier ganz besondere Probleme, dies deshalb, weil sie in einer mutualistischen Symbiose mit Waldbäumen leben und ohne Wirtspflanze nicht fruktifizieren können. Es ist anzunehmen, dass die Ausbildung von Fruchtkörpern und die Menge der gebildeten Fruchtkörper bei den Mykorrhizapilzen in einem engen Zusammenhang mit dem physiologischen Zustand des Wirtsbaumes stehen. Gerade diesen Ansatz gilt es in Zukunft weiterzuverfolgen, da eine Klärung solcher Wechselwirkungen möglicherweise Aussagen zulässt über die bioindikative Bedeutung bestimmter Arten und ihrer Produktivität für den Waldzustand.

Solange man die Faktoren, welche die Fruchtkörperbildung beeinflussen, nicht oder nur ungenügend kennt, wird es also ganz allgemein schwierig bleiben, Fruchtkörperdaten zu interpretieren. In dieser Hinsicht besteht auf diesem Gebiet noch ein sehr grosser Forschungsbedarf. Langzeitbeobachtungen unter Einbezug möglichst vieler potentieller, die Fruchtkörperbildung beeinflussender Faktoren können hier wichtige Antworten liefern.

Dank

Wir danken Beatrice Senn-Irlet und Rolf Mürner für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

Literaturverzeichnis

Arnolds, E. 1995. Problems in measurement of species diversity of macromycetes. In: Allsopp, D., Colwell, R.R. and Hawksworth, D.L. (eds.). Microbial Diversity and Ecosystem Function. CAB International. 337–353.

Dahlberg, A. 1991. Ectomycorrhiza in coniferous forest: structure and dynamics of populations and communities. PHD thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

Egli, S., Ayer, F. und Chatelain, F. 1990. Der Einfluss des Pilzsammelns auf die Pilzflora. Mycologia Helvetica 3: 417–428.

Eveling, D.W., Wilson, R.N., Gillespie, E.S. und Bataille A. 1990. Environmental effects on sporocarp counts over fourteen years in a forest area. Mycol. Res. 94: 998–1002.

Graf, F. 1994. Ecology and sociology of macromycetes in snow-beds with *Salix herabacea* L. in the alpine Valley of Radönt (Grisons, Switzerland). Diss. Botanicae 235, Cramer Verlag, Stuttgart. 242 p.

Leusink, L. 1995. De levensduur van paddelstoelen. Coolia 38: 106–114.

Müller, S. & Gerhardt, A. 1995. Untersuchungen zu Vorkommen und Ökologie von Grosspilzen im Raum Bielefeld. Teil 3: Zur Methodik ökologisch orientierter mykologischer Freilandarbeiten. Z. Mykol. 61: 213–232.

Vogt, K.A., Bloomfield, J., Ammirati, J.F. und Ammirati S.R. 1992. Sporocarp production by basidiomycetes, with emphasis on forest ecosystems. In: Carroll, G.C & Wicklow, D.T. (eds.). The fungal community. Its organization and role in the ecosystem. Dekker, New York. 563–581.

Watling, R. 1995. Assessment of fungal diversity: macromycetes, the problems. Can. J. Bot. 73 (Suppl.): S15–S24