

Zeitschrift: Mycologia Helvetica
Herausgeber: Swiss Mycological Society
Band: 1 (1983-1986)
Heft: 2

Artikel: Sporenabwurf und Fruchtkörperentwicklung des Goldstieligen Pfifferlings (*Cantharellus lutescens*) im Zusammenhang mit Klimafaktoren
Autor: Kälin, I. / Ayer, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1036453>

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: 14.03.2025

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

MYCOLOGIA HELVETICA

Vol. I No 2

1983

SPORENABWURF UND FRUCHTKOERPERENTWICKLUNG DES
GOLDSTIELIGEN PFIFFERLINGS (*CANTHARELLUS LUTESCENS*)
IM ZUSAMMENHANG MIT KLIMAFAKTOREN.

I. Kälin

Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen (EAFV)
CH-8903 Birmensdorf, Schweiz

und

F. Ayer

Lebensmittelinspektorat der Stadt Freiburg
CH-1700 Freiburg, Schweiz

Zusammenfassung: Die vorliegende Arbeit ist Bestandteil der Untersuchung über den Einfluss der Pilzernte auf die Fruchtkörperbildung, die seit 1979 im Pilzreservat "La Chanéaz" (FR) durchgeführt wird.

Sie soll am Beispiel des Goldstieligen Pfifferlings (*Cantharellus lutescens*) die Beeinflussung der Sporenproduktion durch das Klima zeigen und eventuelle Grundlagen liefern im Zusammenhang mit der Frage, inwieweit die Pilzernte in die aktuelle und potentielle Sporenproduktion eingreift.

Einunddreissig Fruchtkörper von *Cantharellus lutescens* wurden während ihres Wachstums beobachtet. Die pro zwei Tagen abgeworfene Sporenmenge und das Wachstum wurden mit meteorologischen Daten (Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Niederschläge) in Beziehung gebracht.

Die untersuchten Pilze erreichten eine durchschnittliche Lebensdauer von 49 Tagen und warfen total zwischen 250 000 und 100 Millionen Sporen ab. Der Sporenabwurf setzte unmittelbar nach Erscheinen des Fruchtkörpers ein. Es konnte eine ganz deutliche Abhängigkeit zwischen Wetterbedingungen und Sporenabwurf festgestellt werden. Warmes und trockenes Wetter erhöhte,

Regen und tiefe Temperaturen verminderten die Sporulation.

Eine vorzeitige Ernte kleiner Fruchtkörper verringert die Sporenproduktion um das tausend- bis zehntausendfache und kann das Vermehrungspotential des Pilzes beeinflussen.

Résumé (traduction R. Amiet): Cette étude fait partie d'une série d'investigations concernant l'influence de la récolte des champignons sur leur fructification. Ces recherches ont débuté en 1979 et se poursuivent dans la réserve de La Chanéaz (FR).

Elle démontre, à l'exemple de la chanterelle jaunissante (*Cantharellus lutescens*), le rôle déterminant du climat sur la production des spores. Elle a également pour but de fournir des éléments de base permettant de saisir l'importance de l'impact de la récolte des champignons sur la production actuelle et potentielle des spores.

Trente et un carpophores de *Cantharellus lutescens* ont été observés durant leur période de croissance. Tous les deux jours, on a récolté la quantité de spores déchargées et enregistré la croissance des carpophores, puis ces deux paramètres ont été mis en parallèle avec des données météorologiques (température et humidité relative de l'air, précipitations).

Les champignons étudiés produisirent entre 250 000 et 100 millions de spores pour une durée de croissance moyenne de 49 jours. La chute des spores se produisit sitôt après l'apparition des carpophores. On a constaté une relation tout à fait nette entre les conditions météorologiques et la chute des spores. Un temps chaud et sec favorisa la sporulation, alors que la pluie et de basses températures la réduisirent.

La récolte prématurée de petits carpophores réduit la production de spores de 1000 à 10'000 fois, et peut ainsi influencer le potentiel de reproduction du champignon.

Summary (translation: M. Sieber): The present study is part of an investigation of the influence of repeated selective collection on sporophore formation. The investigation was carried out with *Cantharellus lutescens* in the Fungus Reserve "La Chanéaz" (FR) and began in 1979. The aim of the investigation is to demonstrate the influence of the climate on spore production and to yield information on the extent to which repeated selective collection affects actual and potential spore production.

The growth of 31 fruit bodies of *Cantharellus lutescens* and

the number of spores released in consecutive two-day intervals were related to meteorological data (temperature, relative humidity, precipitation).

The fruit bodies investigated had an average life of 49 days, during which each released a total of between 250 000 and 100 million spores. Sporulation began immediately after the fruit bodies had appeared and was found to be strongly related to meteorological conditions, increasing in warm, dry weather and decreasing in wet, cold conditions.

Premature collection of small fruit bodies reduces spore production by a factor of 1000 to 10'000 and may influence the reproductive potential of the fungus.

VORWORT

Die Pilzernte war in der Schweiz bis anfangs der siebziger Jahre uneingeschränkt. Schon damals stellte man vor allem in Pilzsammlerkreisen fest, dass gewisse Speisepilze immer seltener wurden (Schlumpf 1974, Cattin 1974).

Einige Kantone begannen damit, die Pilzernte zu beschränken. Als erster führte der Kanton Obwalden im Jahre 1972 eine mengenmässige Beschränkung ein. In den Pflanzenschutzreservaten wurde das Pilzsammeln sogar gänzlich verboten. Der Kanton Graubünden führte 1975 Pilzschontage und eine mengenmässige Beschränkung ein. Die übrigen Kantone verhielten sich zunächst abwartend.

Eine vom Regierungsrat des Kantons Aargau eingesetzte Arbeitsgruppe "Pilzschutz" erachtete im Jahre 1975 aufgrund von Umfragen und Nachforschungen einschränkende Massnahmen zum Schutz der Pilze als nicht angebracht (Arbeitsgruppe Pilzschutz 1975).

In einer parlamentarischen Einfachen Anfrage im Nationalrat (1975, Ueltschi, Nr. 75 794) wurde der Pilzschutz auf eidgenössischer Ebene aufgegriffen. Das Bundesamt für das Forstwesen (BFF) gelangte mit einem Fragebogen an die kantonalen Beauftragten für Landschaftschutz, um das Ausmass des Pilzrückganges und die Notwendigkeit eventueller Pilzschutzmassnahmen abzuklären. Die Umfrage ergab, dass zwar teilweise ein Rückgang gewisser Speisepilzarten festgestellt werden konnte, dass wissenschaftliche Grundlagen jedoch fehlen und solche beschafft werden sollten. Die Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen wurde im Jahre 1978 ersucht, ein Untersuchungs- und Beobachtungsprogramm aufzustellen, das die Wirkung der Pilzernte auf den Pilzbestand dokumentieren soll. Das im Jahre 1975

begründete Pilzreservat "La Chanéaz" wurde freundlicherweise vom Freiburgischen Pilzverein als Testgebiet zur Verfügung gestellt.

Die zusammen mit dem Freiburgischen Pilzverein im Jahre 1979 begonnenen Untersuchungen werden voraussichtlich 1989 abgeschlossen sein. Dabei steht die Untersuchung des Einflusses der Pilzernte auf die Fruchtkörperbildung im Vordergrund. Andere Faktoren wie Pilzertechnik, Bestandesstruktur, Holzernte und Witterung sollen miteinbezogen werden. Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis eines ersten, mittlerweile abgeschlossenen Teilprojektes.

Aus finanziellen Gründen können diese Faktoren allerdings nicht systematisch angegangen werden. Die aufwendigen Feldbeobachtungen sind nur deshalb durchführbar, weil Mitglieder des Freiburgischen Pilzvereins und freiwillige Helfer gegen geringes Entgelt ihre Dienste zur Verfügung stellen. Dieser wertvolle Beitrag an den Pilzschutz in der Schweiz verdient Anerkennung.

FRAGESTELLUNG

Die Sporulation ist neben anderen Vermehrungsformen wie peripheres Wachstum des Pilzthallus im Boden, Neuansiedlung durch transportierte Mycelfragmente ein wichtiger Faktor für die Verbreitung unserer Speisepilze. Die von Pilzen produzierten Sporenmengen können sich in riesigen Größenordnungen bewegen, ein Fruchtkörper von Calvatia maxima (Riesenbovist) bildet zum Beispiel bis zu 8 Billionen Sporen.

In der Regel kommt aber nur ein verschwindend kleiner Prozentsatz der Sporen zur Keimung und kann einen neuen Pilzthallus bilden.

Das Sammeln von Pilzfruchtkörpern führt über eine Reduktion der Gesamtsporenzahl ganz offensichtlich zu einer Verringerung der Chance einer Thallusneubildung. Wie stark sich dieser Effekt unter Berücksichtigung aller anderen vermehrungsbeeinflussenden Faktoren schlussendlich auf die Verbreitung einer Pilzart auswirken kann, weiss man heute noch nicht. Nur arbeitsintensive Feld- und Laborversuche können näheren Aufschluss darüber geben.

Die vorliegende Untersuchung soll einen Teilaspekt dieses Problemkreises beleuchten. Sie soll eventuelle Zusammenhänge zwischen klimatischen Faktoren, Sporenabwurf und Lebensdauer eines Pilzes am Beispiel des Goldstieligen Pfifferlings (*Cantharellus lutescens*) aufzeigen. Bisher gemachte Untersuchungen auf diesem Gebiet beschränken sich fast ausschliesslich auf Schimmelpilze oder pathogene Pilze. Einzig Buller (1958) erwähnt, dass bei *Agaricus*-Arten die Temperatur einen Einfluss auf die Sporenproduktion haben muss.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind nicht unbedingt auf andere Pilzarten übertragbar, sollen aber als Modell Grundlagen zur Thematik des Einflusses der Pilzernte auf die Fruchtkörperbildung liefern.

UNTERSUCHUNGSOBJEKT

Versuchsfläche.

Die Versuchsfläche liegt im Pilzreservat "La Chanéaz" auf dem Gebiet der Gemeinde Montagny-les-Monts, FR (LK 1:25 000, Blatt 1184 (Payerne), Koordinaten 566,400/183,400). Sie ist eine von insgesamt 13 Versuchsflächen und liegt an einem südexponierten Waldrand, 575 m ü.M. Vegetationskundlich ist der Standort dem Pruno-Fraxinetum zuzuordnen. Der Boden kann als Anmoorgley charakterisiert werden. Die Fläche misst 63 Quadratmeter. Sie wurde im Mai 1979 mit einem 2 m hohen Maschendrahtzaun umgeben, um unkontrolliertes Pilzsammeln auszuschliessen (Abb. 1).

Untersuchter Pilz.

Der untersuchte Pilz, Cantharellus lutescens (Goldstieliger Pfifferling), gehört zur Ordnung der Aphyllophorales und zur Familie der Cantharellaceae. Er wurde ausgewählt, weil er als Verwandter des Eierschwammes (*Cantharellus cibarius*) zur Familie der im Zusammenhang mit dem Pilzrückgang meistgenannten Pilze gehört und zudem auf der Versuchsfläche in genügender Zahl auftrat. Sonst ist diese Pilzart bei uns eher seltener anzutreffen.

Im Handbuch für Pilzfreunde (Michael-Hennig 1964) wird er wie folgt beschrieben (Abb. 2): Hut rauchbraun oder braunschwärzlich; etwas flockig bis zartschuppig - runzelig, kahl werdend; anfangs genabelt, bald durchbohrt, schliesslich ausgebreitet bis trichterförmig; 3-6 cm breit, dünnfleischig. Rand kraus und gelappt. Unterseite: Gelb bis orangegeb, bisweilen bläulichweiss oder bläulichrosa; anfangs fast glatt, später mit unregelmässigen, gewundenen Runzeln oder Adern oder rippenförmigen Längsfalten (keine Blätter), die entferntstehen, gabelig verzweigt und zuletzt weiss bereift sind und herablaufen. Stiel lebhaft orangegeb, oben trichterförmig erweitert, oft breitgedrückt, rinnig; 3-4 x 0,5-1 cm; bis zum Grunde röhrig-hohl. Fleisch weisslich, nach aussen gelblich; mild; mit starkem, angenehm süslichem (nach Mirabellen), im Alter aber fast widerlichem Geruch. Sporen farblos, elliptisch bis eiförmig, 9-12 x 6-8 µm. Staub hellgelblich. An den Basidien 4-8 Sporen, die sich nacheinander entwickeln (bei Craterellus nur 2 Sporen). Vorkommen: August bis Novem-

ber in Gebirgsnadelwäldern auf feuchtem, moosigem Boden, besonders auf Kalk; nur stellenweise.

METHODIK

Sporenernte.

In der eingezäunten Probefläche wurden 31 Pilzfruchtkörper unmittelbar nach ihrem Erscheinen zufällig ausgewählt und nummeriert. Die meisten Pilzfruchtkörper erschienen zwischen dem 26. Juli und dem 28. Juli 1979. Eine Gruppe von 10 Pilzen wurde erst 10 Tage später unter Kontrolle genommen. Jeder Fruchtkörper wurde mit einem Dach aus Aluminiumfolie gegen Niederschläge geschützt (Abb. 3). Die Sporenauffangschale aus Aluminiumblech (0,2 mm) wurde mit einer Aussparung für den Pilzfuss und einem Einführschlitz versehen. Eine Kunststoffbeschichtung (Polypropylen, 50 µm) auf der Innenseite der Schale gewährleistete ein gutes Haften der Sporen.

Jeden zweiten Tag wurden Pilzhöhe und Hutdurchmesser gemessen und die Sporenauffangschalen gewechselt. Diese wurden luftdicht verpackt und bis zur Auswertung bei 4° C aufbewahrt.

Ein gewisser Verlust an Sporen ist bei der beschriebenen Methode unvermeidlich. Sporen, die durch Luftströmungen seitlich weggetragen wurden oder durch das Loch am Pilzfuss oder den Einführungsschlitz fielen, gingen für die Zählungen verloren. Der Verlust durch seitliche Luftströmungen dürfte jedoch sehr gering sein, wurden doch bei der Auswertung des Sporenmaterials praktisch keine Sporen in den Randpartien der Auffangschalen festgestellt.

Die Klimadaten Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit wurden mit einem Thermohygrographen während der gesamten Versuchsdauer aufgezeichnet. Dieser befand sich in einer Messhütte, 1,2 m über dem Boden, in einer Entfernung von 450 m nordöstlich der Versuchsfläche.

Durch Störung bedingte fehlende Messwerte wurden anhand der Messreihen der Synoptischen Wetterstation Payerne umgerechnet (Distanz zur Versuchsfläche: 4,5 km). Die Tagesniederschläge wurden direkt von dieser Beobachtungsstation übernommen.

Quantitative Auswertung.

Aufbereitung des Sporenmaterials.

Die Sporen wurden zunächst auf der Auffangschale okular und stereomikroskopisch grob auf Menge und Verteilung, Zustand und Reinheitsgrad untersucht. Um das Sporenmaterial in eine für die mikroskopische Auswertung geeignete Form zu bringen, wurden in Vorver-

suchen verschiedene Methoden verglichen. Dabei hat sich in bezug auf Genauigkeit und zeitlichen Aufwand folgende Methode als die geeignetste herausgestellt: Die Sporen werden im Wasser-Ultraschallbad in einem speziellen Beschallungs- und Sporenfärbemedium (Tabelle 1) in einer Glasküvette von der Auffangschale gelöst und suspendiert (Abb. 4). Dabei wird die Auffangschale während der ganzen Beschallungsdauer von ca. 30 Sekunden im Medium geschwenkt.

Tabelle 1: Beschallungs- und Sporenfärbemedium

Abel'sche Flüssigkeit	300 ml
(Aethanol 96%:	25 ml
konz. Ammoniaklösung 0,9:	25 ml
konz. Glycerin 1,26:	15 ml
entsalztes Wasser:	30 ml)
entsalztes Wasser	700 ml
Methylenblau	400 mg
alkohollösliches Wasserblau	180 mg
alkohollösliches Safranin Geigy	200 mg
Netzmittel (Agepon oder Mucosol)	40 Tropfen

Vor Gebrauch filtrieren.

Die Sporensuspension wird unter Vakuum (Wasserstrahlpumpe) filtriert (Gelman Membranfilter, 0,8-1,2 μm Porenweite, 47 mm Durchmesser, nutzbare Fläche 7,768 cm^2). Die Filtereinrichtung ist mechanisch mit dem Ultraschallbad verbunden und schwingt mit (Abb. 5). Dadurch wird ein gleichmässiges, einschichtiges Sedimentieren der Sporen auf dem Filter erreicht (Abb. 6).

Wird bei der okularen Beurteilung übermässig viel Sporenmaterial festgestellt, muss die Auffangschale in 2 oder mehr Stücke geteilt und jedes Stück separat behandelt werden. Für die spätere mikroskopische Auswertung ist es wichtig, dass die Sporenschicht auf dem Filter nicht mehr als einschichtig ist. Anschliessend werden die Filter im Wärmeschrank bei 40° C während 60 Minuten getrocknet. Durch diesen Vorgang werden die Sporen durch das Glycerin an den Filter geklebt. Das Beschallungs- und Sporenfärbemedium kann jeweils nach der Filtration für weitere 10-15 Durchgänge verwendet werden.

Auszählen des Sporenmaterials.

Das gesammelte Sporenmaterial war im allgemeinen durch relativ viel

Fremdpartikel wie Insektenexkrementen, Pollen, Algen usw. verunreinigt. Es war aus diesem Grund nicht möglich, automatische Partikelzähler zu verwenden. Diese Fremdkörper wären ebenfalls als Sporen taxiert worden, und es hätten sich Fehlwerte ergeben. Die Auszählung musste okular am Mikroskop durchgeführt werden, um Fremdpartikel ausscheiden zu können.

Für die Auszählung wurde ein Ortholux Mikroskop Leitz mit Epi-Objektiven verwendet. In einem Okular war ein Mikrometernetz mit einer 100er-Einteilung eingebaut (Abb. 7). Die drei Epi-Objektive (22:1, 32:1, 50:1) wurden mit Objektiv-Mikrometern geeicht, um die effektive Fläche des 100er-Quadrates bei den entsprechenden Vergrößerungen zu ermitteln. Nach diesen vorbereitenden Bestimmungen gestaltete sich der Zählvorgang relativ einfach, wenn auch sehr zeitaufwendig. Der Filter wird an der unbenutzten Randpartie mit einem Messingring beschwert, um ein durch Temperatur- und Feuchtigkeitsänderungen bedingtes Werfen des Filters zu verhindern. Durch Bewegen des Mikroskopisches wird das Filterzentrum eingestellt und von diesem Punkt aus zum Anfangsort der Zählung gefahren. Das 100er-Quadrat wird an 25 Stellen den Sporen superponiert. Die Auszählsequenz erfolgt mäanderartig von links oben nach rechts unten, wobei die horizontale und vertikale Verschiebung immer 4 mm beträgt (Abb. 8). Die Werte der 25 Zählungen wurden aufgenommen, gemittelt und auf die gesamte genutzte Membranfilterfläche umgerechnet. Bei Pilznummern mit mehreren Membranfiltern wurden die einzelnen Sporenwerte addiert.

ERGEBNISSE

Allgemeines.

Eine statistische Kontrolle der Auszählmethodik zeigte, dass zur Bestimmung der Sporenzahl 25 Probeauszählungen ausreichen. Der Variationskoeffizient Standardabweichung:Mittelwert als Mass für die relative Streuung ist für Probengruppen mit einem Sporenmittelwert grösser als 5 praktisch konstant und immer kleiner als 0,08 (0,03-0,08). Das bedeutet, dass die Verteilung der Sporen auf dem Filter äusserst gleichmässig ist. Eine Reduktion der Probenzählungen auf 20 oder 15 wäre innerhalb der gewünschten Genauigkeit ohne weiteres möglich gewesen.

Lebensdauer, Pilzgrösse und Sporenabwurf.

Die Abb. 9 zeigt den zeitlichen Verlauf der pro 2 Tage abgeworfenen Sporenmengen und die Entwicklung der Pilzoberfläche (berechnet

als Mantelfläche eines Kegels mit den Dimensionen des Pilzfruchtkörpers) am Beispiel eines einzelnen Fruchtkörpers. Die Sporenmenge N zeigt bei diesem, wie bei allen anderen Pilzen, beträchtliche, aber mehr oder weniger synchrone Fluktuationen. Deshalb wurde die Zeit-trendkurve, also der "durchschnittliche" Verlauf der Sporenabwurfmenge $\log N(t)$ mit der Zeit mittels einer Regression (cubic splines) bestimmt. Die "Abweichungen" der tatsächlich gemessenen Sporenabwurf-mengen $\log N$ vom Wert dieser Ausgleichskurve $\log N(t)$ bezeichnen wir als Residuen (In der entlogarithmierten Form handelt es sich dabei um das Verhältnis $N(t)/N$). Die durchschnittlichen Sporenabwurfwerte aller 31 ausgewerteten Pilze sind in der Abb. 10 in Form einer Quantildarstellung zusammengefasst. Das mittlere, eng schraffierte Band enthält einen Drittel aller Werte, die zwei anderen schraffierten Doppelbänder je einen weiteren Drittel der Beobachtungen. Die dick ausgezogene Kurve ist der Zentralwert. Sortiert man alle beobachteten Werte eines bestimmten Messtages nach der Grösse, dann befindet sich der Zentralwert in der Mitte dieser Reihe.

Es ist auffallend, dass der Sporenabwurf unmittelbar nach Erscheinen des Fruchtkörpers einsetzt. Die ersten erfassten Sporenmengen bewegen sich bereits zwischen 10'000 und 100'000 Sporen pro 2 Tage und Fruchtkörper. Die Menge der abgeworfenen Sporen nimmt mit zunehmendem Alter und Vergrösserung der Pilzoberfläche kontinuierlich zu, um dann mit dem Erreichen der Maximalgrösse des Fruchtkörpers, ungefähr 10 Tage vor dessen Absterben und Zerfall, wieder leicht abzusinken.

Die während der ganzen Lebensdauer eines Fruchtkörpers abgeworfene Sporenmenge beträgt durchschnittlich 29 Millionen Sporen (Maximum: 100 Millionen, Minimum: 250'000). Das erreichte Alter der Fruchtkörper bewegt sich zwischen 16 und 58 Tagen (durchschnittlich 49 Tage).

Sporenabwurf und Klima.

Der Zusammenhang zwischen den beobachteten Sporenabwurf-mengen N und den Klimafaktoren bzw. der Pilzoberfläche wurde mittels einer multiplen Regression berechnet. Dabei ist die Sporenabwurfmenge N die Zielgrösse und die Pilzoberfläche und die Klimafaktoren die "unabhängigen" Variablen. Mittelwerte, Streuungen und Regressionskoeffizienten sind in der Tabelle 2 angegeben. Die anhand dieses statistischen Modells berechneten Sporenabwurf-mengen sind in der Abb. 10 als gestrichelte Linie eingezeichnet. Diese berechnete Kurve folgt den beobachteten Werten und den grösseren Schwankungen recht gut.

Abbildung 12, ebenfalls eine Quantildarstellung, zeigt den Zusam-

Tabelle 2: Mittelwerte, Streuungen und Regressionskoeffizienten der Einflussvariablen.

	Sporenabwurf- mengen log N(i)	Einflussvariablen x(i)						Konstante
		Pilzmantel- fläche cm ²	Temperatur °C Max. Min.		Luftfeuch- tigkeit % Max. Min.		Nieder- schlag mm/Tag	
Mittel	5,51	22,1	16,8	7,0	99,2	60,9	4,3	-
Streuung	0,91	18,3	3,4	2,4	1,3	15,5	6,4	-
Zielvariable y(i)	Regressionskoeffizienten der Einflussvariablen x(i)							
y(i) = log N(i)	0,023	0,075	-0,05	-0,047	0,022	-0,017	7,508	
y(i) = log R(i)	-	0,040	0,017	-0,076	0,003	-0,012	6,670	

N(i) = beobachtete Sporenabwurfmenge

R(i) = Residuum = $\log(N(t_i)/N(i)) = \log N(t_i) - \log N(i)$

= Wert der über die Zeit ausgeglichenen Trendkurve (vergl. Abb. 9)

menhang zwischen Sporenabwurf und Klima noch deutlicher. Sie unterscheidet sich von der Abb. 10 insofern, als nicht die absoluten Sporenabwurfmengen, sondern deren Residuen, d.h. die durchschnittlichen Abweichungen der pro 2 Tage beobachteten Sporenwerte $\log N$ von den jeweiligen berechneten Zeittrendwerten ($\log N(t)$) dargestellt sind. Der Zeittrend wurde dadurch eliminiert, die Fluktuation um die Zeittrendkurve hingegen erfasst.

Vergleicht man die negativen und positiven Abweichungen mit den Klimadaten (Abb. 11), zeigt sich, dass bei Regenperioden und/oder kühler Witterung die Abweichungen immer in den negativen Bereich sinken, d.h. dass die tatsächlich beobachteten Sporenmengen $\log N$ dann jeweils kleiner sind als der berechnete durchschnittliche zeitabhängige Wert $\log N(t)$. Umgekehrt steigen die Abweichungen bei trockener und warmer Witterung auf positive Werte.

Es besteht also ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der abgeworfenen Sporenmenge und den Klimafaktoren Temperatur und Feuchtigkeit (Niederschlag, rel. Luftfeuchtigkeit). Die multiple Regression (gestrichelte Linie) zeigt diesen Zusammenhang denn auch sehr deutlich. Die Kurve folgt den Residuen sehr gut. Die aufgrund von Klimadaten und Pilzoberfläche zu erwartenden Abweichungen stimmen sehr deutlich mit den tatsächlichen Abweichungen überein.

Je wärmer und trockener die Witterung ist, desto grösser ist die effektive Sporenabwurfmenge.

DISKUSSION

Als erstes auffälliges Ergebnis ist die lange Lebensdauer der Fruchtkörper zu nennen. Für einen Vertreter aus der Familie der Cantharellaceen ist das zwar nicht unbedingt aussergewöhnlich. Fruchtkörper von *Cantharellus cibarius* erreichen eine Lebensdauer von 7 bis 84 Tagen (Durchschnitt: 27 Tage), wie eine Untersuchung zeigt, die im Jahre 1982 ebenfalls im Pilzreservat La Chanéaz durchgeführt wurde. Es erstaunt wohl vor allem deshalb, weil ein so delikater Pilz in ungeschützten Verhältnissen kaum ein solches Alter erreichen würde. Die lange Lebensdauer hat er wohl nur der Reservatisierung zu verdanken.

Ein gewisser Zusammenhang zwischen Sporenabwurfmenge und Klimafaktoren, mindestens der Temperatur, war zwar zu erwarten gewesen, da die Entwicklung der Sporen, wie dies des Fruchtkörpers als Wachstumsprozess temperaturabhängig sein muss. Es ist aber doch erstaunlich, wie klar und eindeutig Sporenabwurf und Klima korrelieren.

Wie Untersuchungen von Hawker (1957) und Griffin (1981) zeigen, sind bei der Sporenproduktion noch andere Faktoren beteiligt wie Nährstoffverhältnisse, Licht, CO₂/O₂-Verhältnis. Das Klima muss jedoch dabei eine ganz zentrale Rolle spielen.

Temperatur und Feuchtigkeit müssen auch bei der Initiierung der Fruchtkörperbildung beteiligt sein, wie die Erfahrung des Pilzsammlers zeigt. Nach Untersuchungen von Cléménçon (1979) sind klimatische Faktoren ausserdem für die Sporengrösse verantwortlich.

Es wäre interessant, die einzelnen Klimafaktoren in ihrem Einfluss zu gewichten. Das ist jedoch aufgrund dieser Untersuchung nicht möglich.

Die Entwicklung der Sporenvitalität während der Lebensdauer des Fruchtkörpers, gemessen am Keimverhalten, wäre ein weiterer wichtiger, in diesem Zusammenhang noch zu untersuchender Punkt.

Während der Auswertung der Pilzfruchtkörper wurde eine interessante Beobachtung gemacht. Fruchtkörper, die bezüglich Lebensdauer und Wachstumsentwicklung praktisch identisch sind, zeigen zum Teil grosse Unterschiede in der totalen Menge der abgeworfenen Sporen. Ein Vergleich der Sporen-Endsummen mit den berechneten Hymeniumsflächen (Kegelmantelfläche aus Pilzhöhe und Hutdurchmesser) zeigt tatsächlich eine grosse Streuung. Die Werte liegen zwischen 2'000 und 35'000 Sporen pro Quadratmillimeter Hymeniumsfläche. Man kann also innerhalb einer Art nicht unbedingt von der Grösse des Fruchtkörpers auf die totale Sporenproduktion schliessen.

Es ist äusserst problematisch, aufgrund dieser Untersuchung direkte Schlüsse im Zusammenhang mit Pilzschutzmassnahmen ziehen zu wollen. Erstens sind diese Resultate nicht unbedingt auf andere Pilzarten übertragbar, und zweitens weiss man, wie eingangs erwähnt, noch relativ wenig über die Bedeutung der Sporen für die Vermehrung, Verbreitung und Erhaltung einer bestimmten Pilzart.

Es lässt sich aber voraussagen, dass Pilze mit einer langen Lebensdauer, d.h. mit einer relativ geringen täglichen Sporenabwurftrate, wie zum Beispiel *Cantharellus lutescens*, gefährdeter sind als kurzlebige Arten. Nimmt man einmal an, ein Pilz werde 5 Tage nach seinem Erscheinen gepflückt, dann hat ein solcher Pilz erst einen relativ kleinen Prozentsatz seines Sporenpotentials abgeworfen. Ein kurzlebiger Pilz wie z.B. *Agaricus campestris* mit einer maximalen Sporenabwurf-dauer von 5-6 Tagen (Buller, 1958) hat in dieser Zeitspanne schon praktisch sein gesamtes Sporenpotential abgeworfen.

BIBLIOGRAPHIE

- Arbeitsgruppe Pilzschutz, 1975: Zur Frage des Pilzschutzes im Kanton Aargau. Baudepartement des Kt. Aargau, Sektion Natur und Landschaft.
- Buller, A.H.R., 1958: Researches on Fungi. Vol. II. Reprint Hafner Publishing Company, New York. (Originalausgabe: 1922).
- Cattin, S., 1974: Il faudra protéger les champignons. Schweizer Naturschutz 7/74, S. 18-26.
- Cléménçon, H., 1979: Biometrische Untersuchungen zur Variabilität der Basidiosporen. Beiheft VIII zur Sydowia: 110-138.
- Griffin, D.H., 1981: Fungal Physiology. John Wiley & Sons, New York.
- Hawker, L.E., 1957: The Physiology of Reproduction in Fungi. Cambridge University Press.
- Michael-Hennig, 1964: Handbuch für Pilzfreunde III. VEB Fischer Verlag, Jena.
- Müller, E. & W. Löffler, 1977: Mykologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Schlumpf, E., 1974: Pilzschwund und Pilzschutz. Schweiz. Z. Pilzk. 52: 4-9.

Datenverarbeitung: H. Flühler (EAFV)

Redaktion: S. Egli (EAFV)

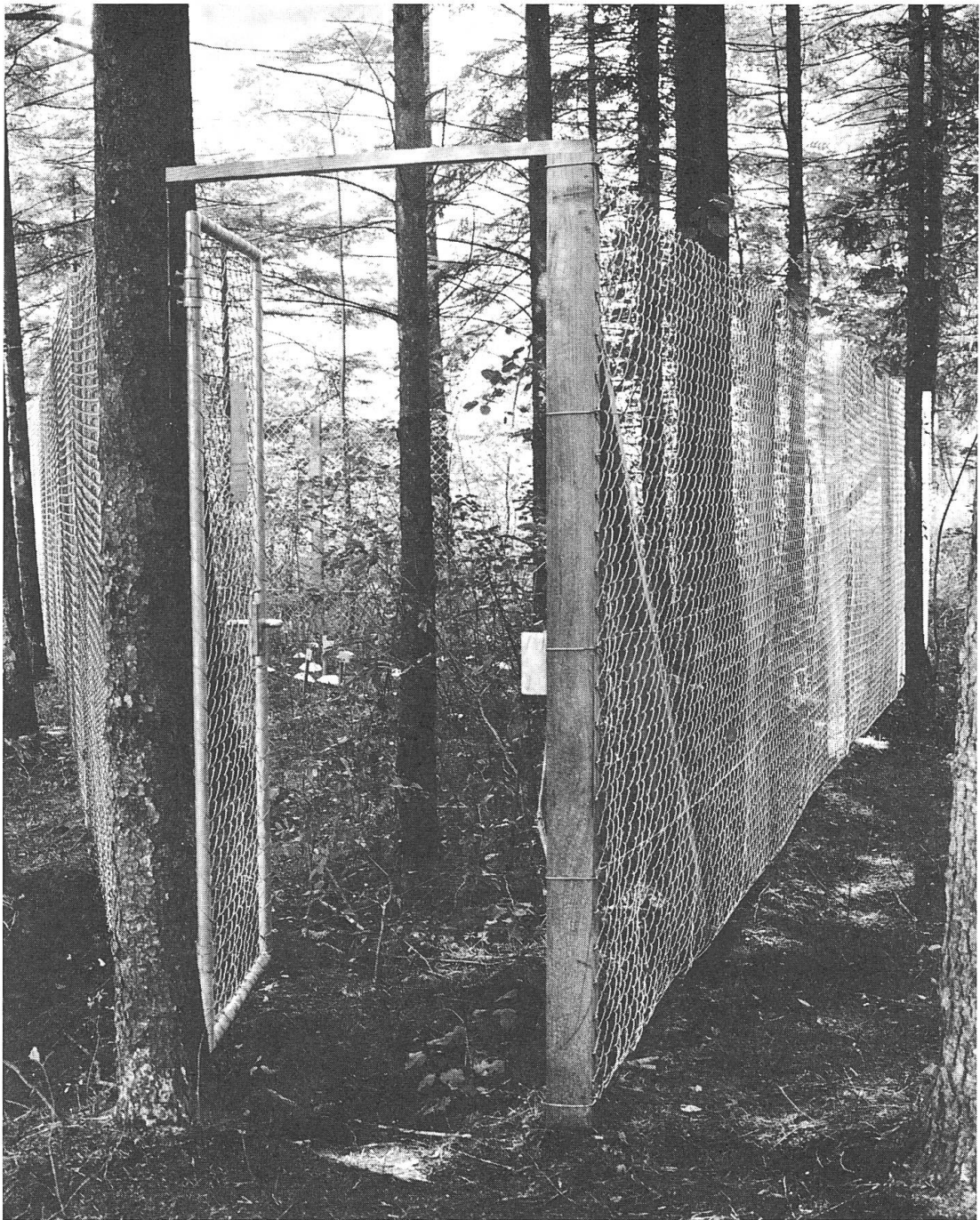


Abb. 1: Die Versuchsfläche im Pilzreservat "La Chanéaz" (FR).



Abb. 2: *Cantharellus lutescens*



Abb. 3: Markierte Fruchtkörper mit Schutzdach und Sporenauffangschale.



Abb. 4: Ablösen der Sporen von der Auffangschale im Ultraschallbad.

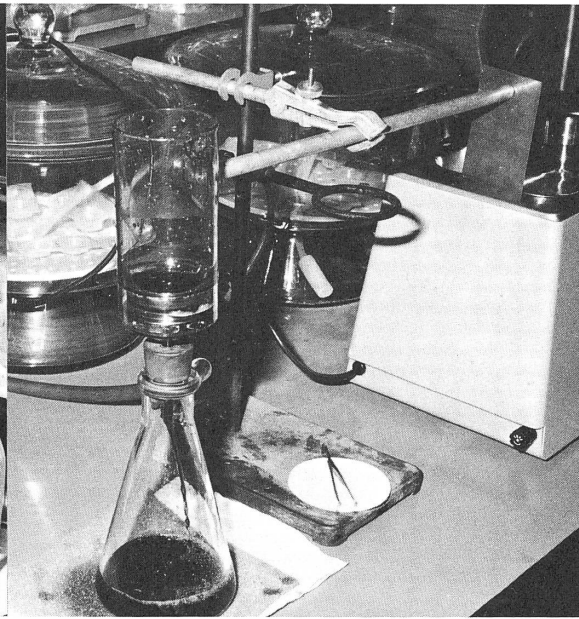


Abb. 5: Filtrieren der Sporensuspension. Die Filtriereinrichtung ist mechanisch mit dem Ultraschallbad (rechts im Bild) verbunden.



Abb. 6: Membranfilter mit ausfiltrierten Sporen.

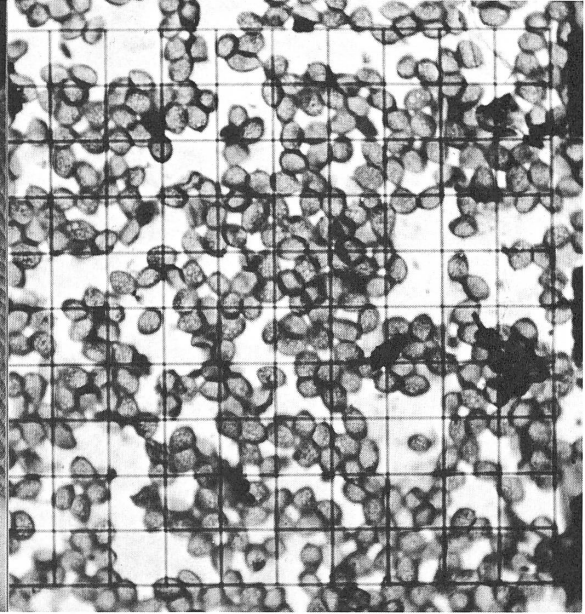


Abb. 7: Sporenzählung mittels eines Okular-Mikrometernetzes.

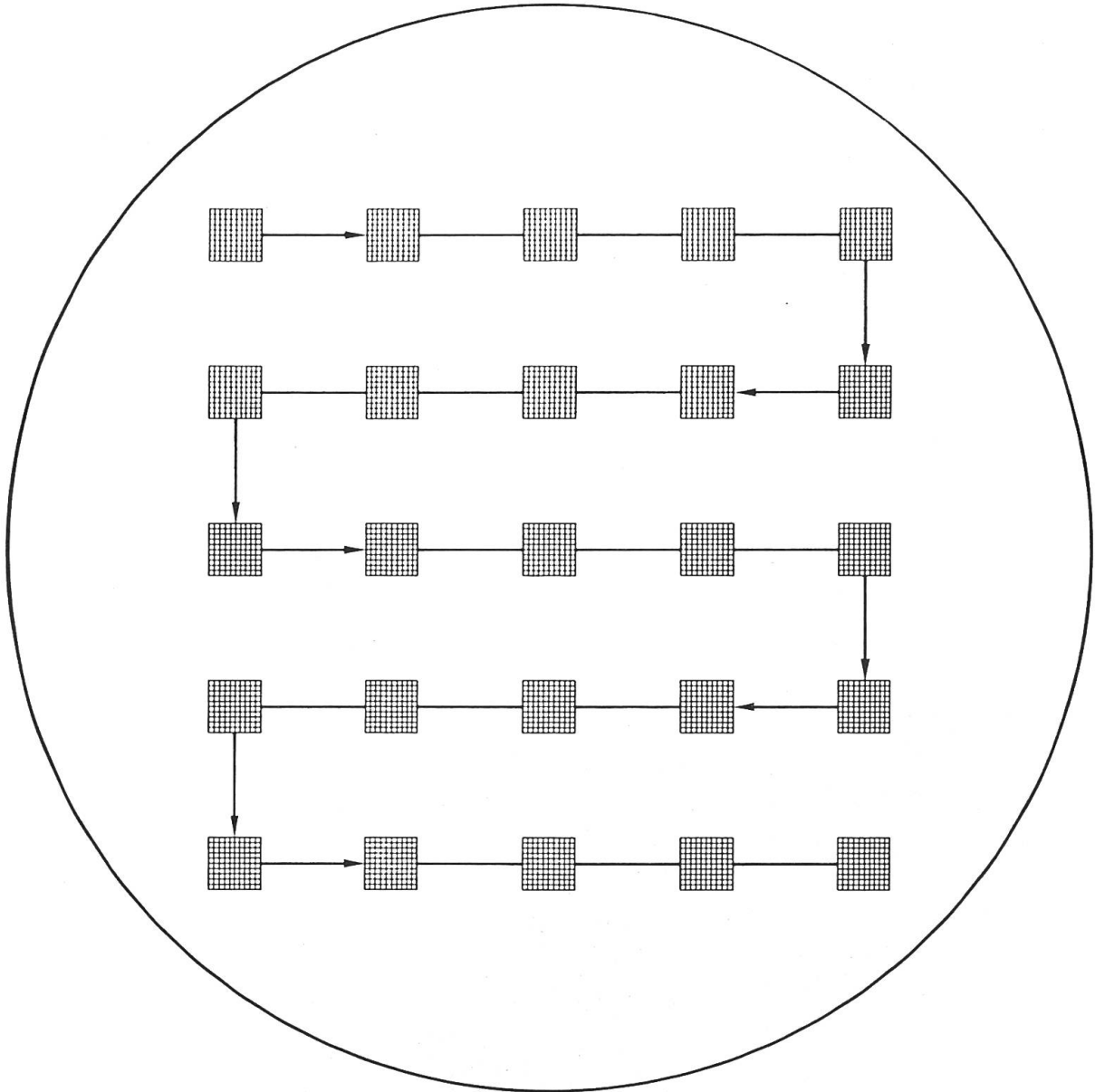


Abb. 8: Sequenz der 25 Auszählungen pro Membranfilter.

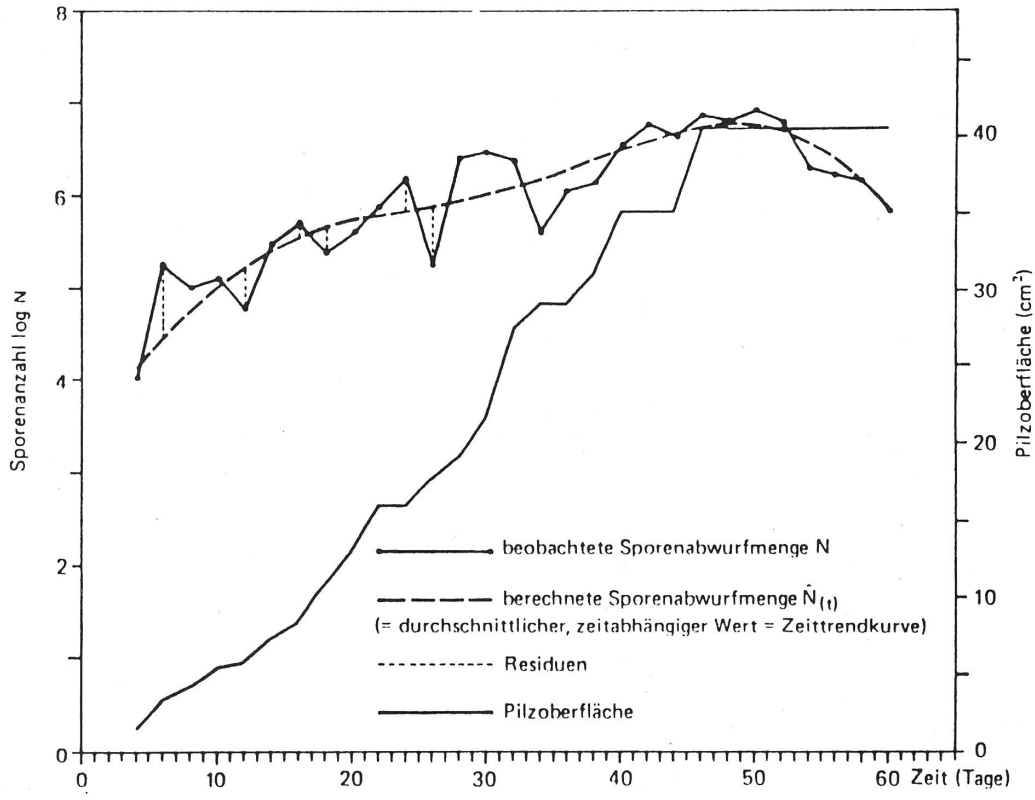


Abb. 9: Sporenabwurfmengen und Entwicklung der Pilzoberfläche eines einzelnen Fruchtkörpers. Pilzoberfläche als Mantelfläche eines Kegels mit H = Pilzhöhe und R = Hutdurchmesser.

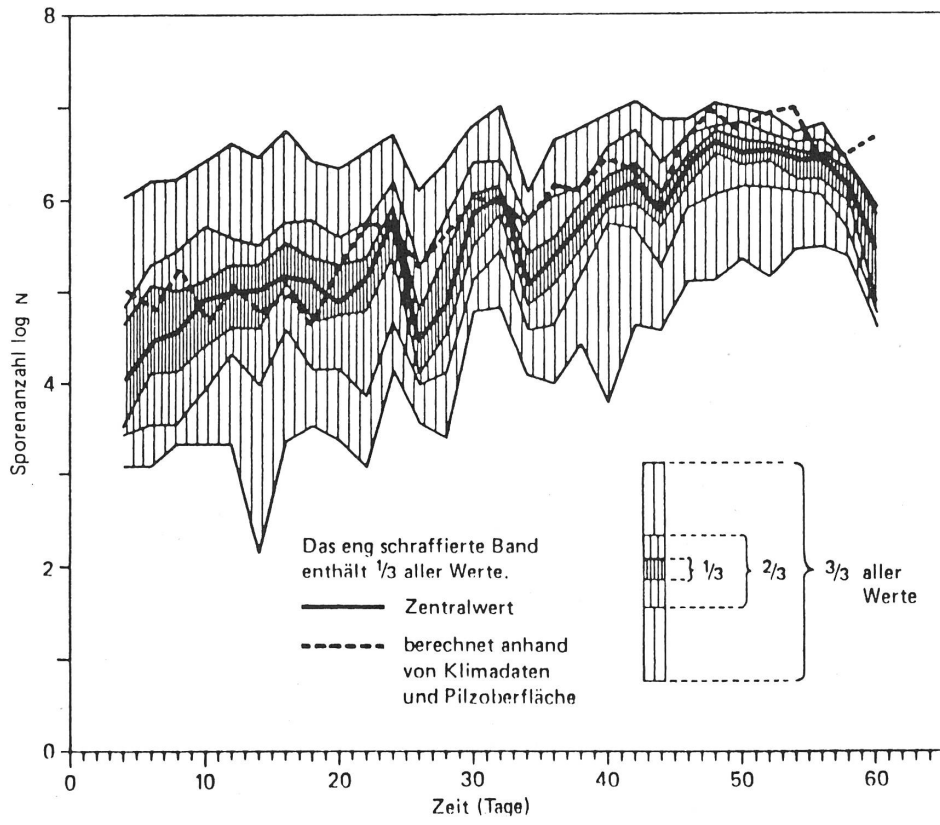


Abb. 10: Beobachtete und berechnete Sporenabwurfsmengen aller 31 Pilze. Quantildarstellung.

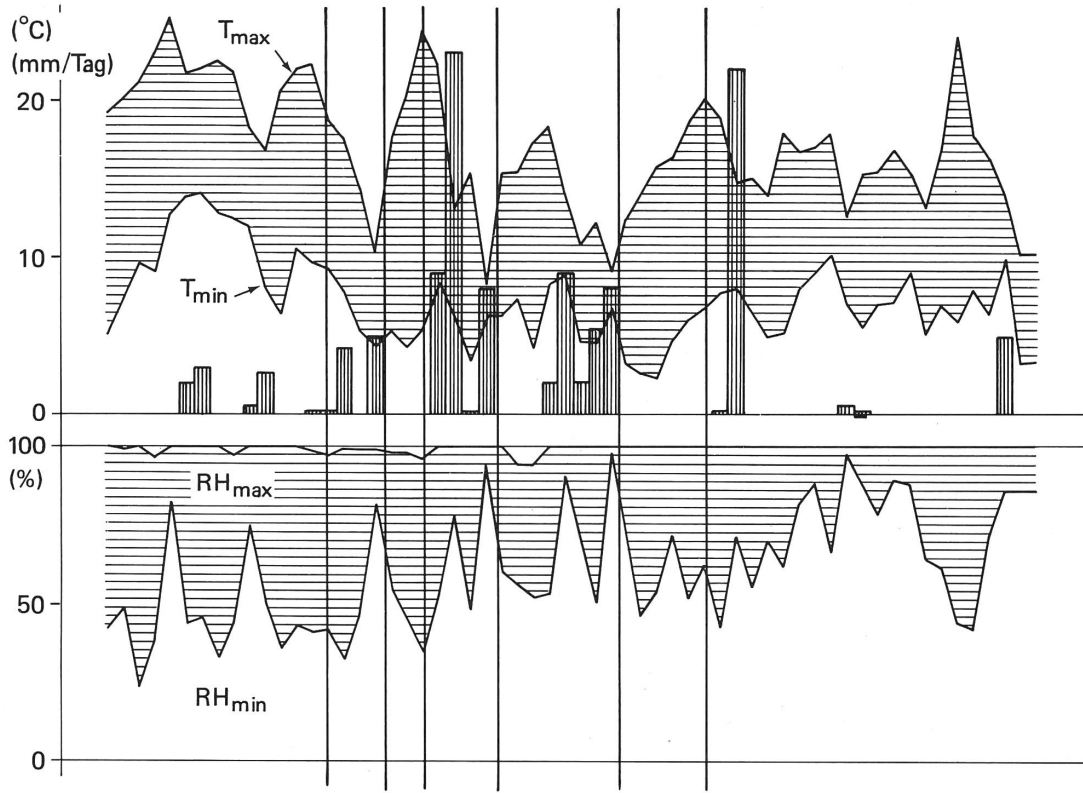


Abb. 11: Klimadaten während der Kontrollperiode. Temperatur $^{\circ}C$, Niederschläge pro Tag mm, relative Luftfeuchtigkeit %.

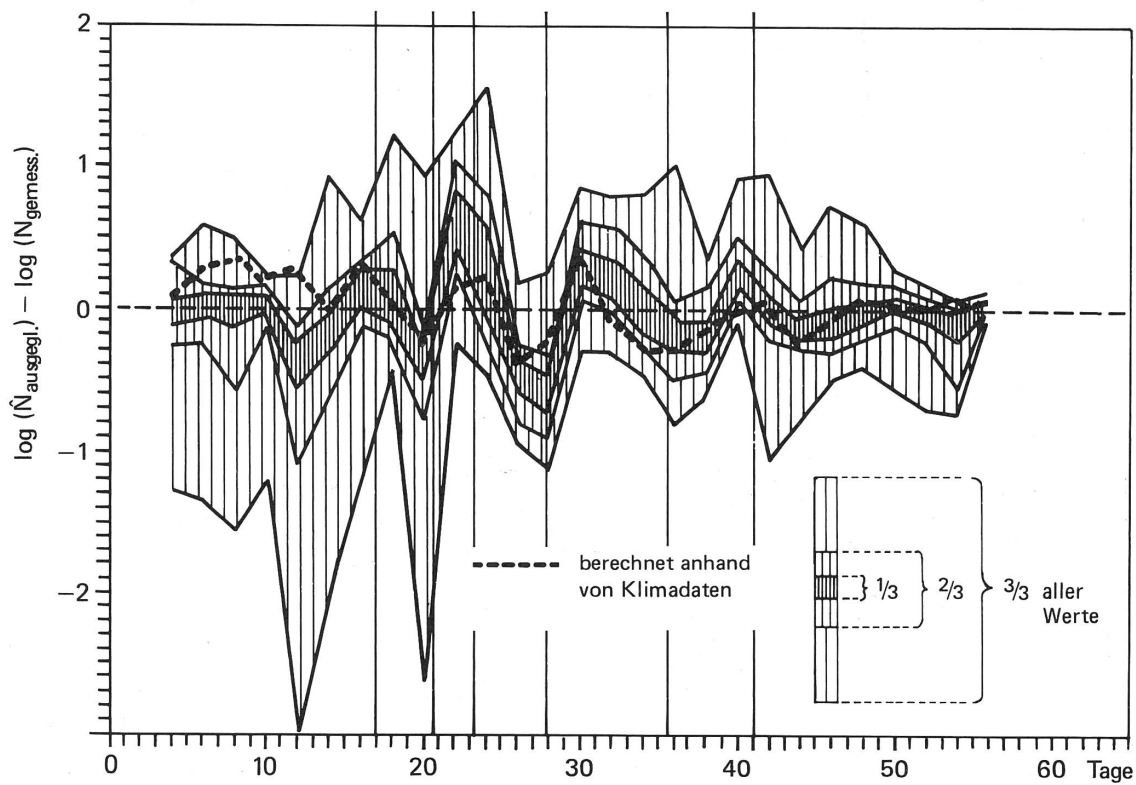


Abb. 12: Abweichung der effektiven, beobachteten Sporenzahl vom durchschnittlichen, zeitabhängigen, berechneten Wert.