

Zur Ökologie einiger an Brandplätzen vorkommender Blätterpilzarten

V. Hintikka

1. EINLEITUNG

Es ist in der Mykologie eine seit langem bekannte Erscheinung, dass auf verbranntem Boden, auf Waldbrandflächen und früheren Feuerstellen besondere Pilzarten auftreten, zu denen ausser zahlreichen Schlauchpilzen auch eine ganze Reihe von Blätterpilzen gehört. In dieser Hinsicht lassen sich die Pilzarten nach der Übersicht von M o s e r (1949 b) in Gruppen einteilen, und zwar in die anthracobionten, die ausschliesslich an Brandstellen angetroffen werden, ferner die anthracophilen, die derartige Standorte bevorzugen, gelegentlich aber auch auf nicht verbrannten Böden vorkommen, und schliesslich die indifferenten anthracoxenen sowie die Brandplätze meidenden anthracophoben Arten.

Unser Wissen von den Faktoren, die das Auftreten der anthracobionten und -philen Arten an den Brandplätzen bewirken, ist verhältnismässig dürftig und fusst grossenteils auf Untersuchungen an Schlauchpilzen. Die Physiologie des anthracobionten Pilzes *Pyronema omphalodes* ist relativ genau bekannt (R o b i n s o n 1926). S e a v e r (1909) hat ausserdem festgestellt, dass diese Pilzart in Treibhäusern an dampfsterilisierten Blumentöpfen auftritt, an die sie erst nach der Sterilisation gekommen sein muss, weil ihre Sporen keine Erhitzung vertragen. Seiner Ansicht gemäss wird das Aufkommen von *Pyronema* zunächst durch die bei der Sterilisation

freiwerdenden Nährstoffe ermöglicht. Auch M o s e r (1949 a) hat bei *Geopyxis carbonaria* beobachtet, dass sie Fruchtkörperanlagen bildet, wenn sie auf sterilisiertem Fichtenwaldhumus kultiviert wird, nicht aber auf unsterilisiertem.

In diesem Artikel wird die Beziehung von vier an Brandplätzen vorkommenden Hutpilzarten, nämlich *Pholiota (Flammula) carbonaria* (Fr.) Sing., *Lyophyllum sphaerosporum* Kühn. & Romagn., *Omphalia maura* Fr. und *Coprinus Boudieri* Quél., zu gewissen beim Verbrennen sich ändernden Standortsfaktoren untersucht. Die beiden ersteren sind nach M o s e r (1949 b) anthracobionte, die letzteren wiederum anthracophile Arten. In Finnland sind diese Arten m.W. nicht auf unverbranntem Boden gefunden worden. In Mitteleuropa kommt *Omphalia maura* gelegentlich u.a. in gewöhnlichem Fichtenwald vor (E b e r t 1958) und *Coprinus Boudieri* an morscher Eichenrinde (I m l e r nach M o s e r 1949 b). Nach dem Untersuchungsgut von L a n g e (1944) und E b e r t (1958) gehören diese vier Arten zu den charakteristischsten auf dem Boden früherer Feuerstellen vorkommenden Hutpilzarten. Als Reinkultur ist von diesen Arten nur *Coprinus Boudieri* (L a n g e 1952) gezüchtet worden, der auf Pferdemit- Agar regelmässig Fruchtkörper hervorbrachte.

2. BEZIEHUNG DER ARTEN ZUR AZIDITÄT

Von den Standortsfaktoren, die beim Abbrennen eine Veränderung erfahren, dürfte die Abnahme der Bodenazidität durch die Karbonate der Holzasche am wichtigsten sein.

Abb. 1 zeigt die pH-Werte von einigen Feuerstellen und Brandflächen sowie von den Standorten der untersuchten Arten.

Methode: Vom Fuss des Fruchtkörpers wurde eine ca. 10 cm³ grosse Bodenprobe genommen, der ca. 10 cm³ dest. Wasser zugesetzt wurde, wonach sie 6—12 St. lang stehengelassen wurde. Von den Feuerstellen wurde eine entsprechende Probe von der Oberflächenschicht am Rand genommen. Die Azidität

wurde mit einer Glaselektrode gemessen. Die Messungen wurden im Oktober 1959 in Mittel-Uusimaa, hauptsächlich in der Landgemeinde von Helsinki durchgeführt. Die meisten Brandflächen und Feuerstellen stammten offenbar vom Sommer des gleichen Jahres.

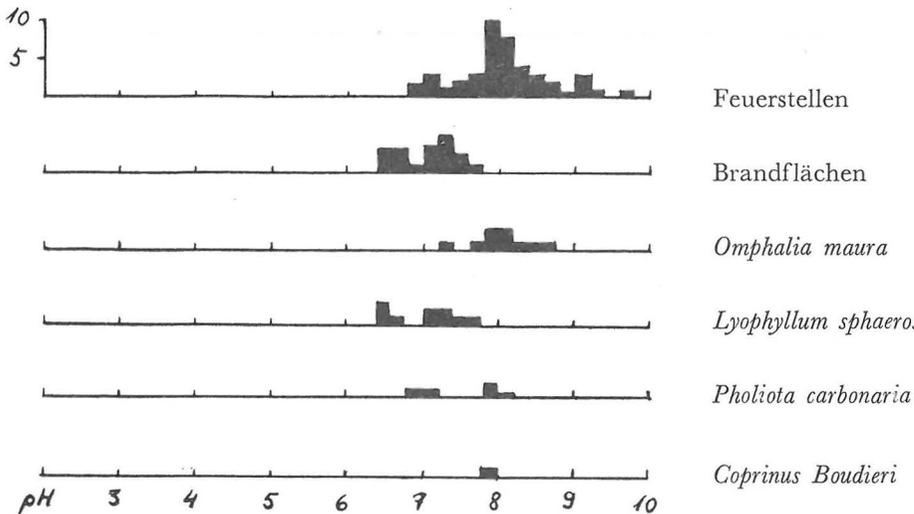


Abb. 1. pH-Werte von Feuerstellen und Brandflächen sowie von Standorten von 5 Pilzarten.

Wenn man als normale Azidität unserer Heidewälder nach Aaltonen (1940) pH 4—5 annimmt, so wird dieselbe durch das Abbrennen im ersten Jahr nach Abb. 1 um etwa 2.5—3 pH-Grad alkalischer, was im grossen und ganzen beispielsweise den Resultaten von Uggla (1958) entspricht. Das Ausmass der Veränderungen ist natürlich abhängig von der Intensität des Abbrennens, und an den Feuerstellen kann wegen des grösseren Aschegehalts pH sogar auf über 9.5 ansteigen. Diese Werte zeigen, dass die Basizität der Standorte der genannten Pilz bei uns ausserhalb der Brandplätze im Naturzustand etwas sehr Seltenes ist.

Das Gedeihen der untersuchten Pilzarten auf saurem Nährboden auf welchem sie in der Natur nicht angetroffen worden sind, konnte nur mit Hilfe von Reinkulturversuchen ermittelt werden. Zu diesen wurden folgende Stämme benutzt:

Pholiota carbonaria: Landgemeinde Helsinki, Hakkila, 3.10.59. Feuerstelle.

Coprinus Boudieri: Wie der vorige.

Omphalia maura: Espoo, Tapiola, 2.10.59, alte Feuerstelle.

Lyophyllum sphaerosporum: Loppi, Salo, 6.10.59. Brandfläche. Die Sporen der isolierten Form waren

glatt, völlig rund, Durchmesser 4—5 μ , je vier im Basidium.

Die Isolierung wurde in sämtlichen Fällen vom Zellgewebe des Fusses vorgenommen.

Versuch 1. Beziehung der Wachstumsgeschwindigkeit der Arten zur Wasserstoffionenkonzentration. Als Nährboden dienten die Lösungen A 1 + B nach L. Fries (1956), die sowohl getrennt von einander als auch vom Puffer (ebenfalls nach L. Fries) sterilisiert wurden. Der Versuch wurde in 100 ml Erlenmeyerkolben als vier Parallelkulturen ausgeführt. Versuchszeit 15 Tage. Ergebnisse in Abb. 2.

Die Arten gediehen gut auch in ziemlich sauren Lösungen, *Pholiota* und *Lyophyllum* noch bei pH 3.2, und sämtliche Arten wiesen deutliches Wachstum bei pH 4 auf. Optimal war ungefähr pH 6, ausser bei *Omphalia maura*, deren Optimum über pH 7 lag. Bei dieser Art und bei *Coprinus* beeinträchtigte die Basizität das Wachstum am wenigsten, da sie noch bei pH 8.8 gediehen, während bei *Lyophyllum* und *Pholiota* das Wachstum schon bei ungefähr pH 7.5 stehenblieb. Nach Diagramm 1 wurde *Pholiota* einigemal an Stellen angetroffen, deren pH ca. 8 war. Die Art wuchs aber dann in der Asche zwischen Holzstückchen, in deren Innerem der pH-Wert niedriger sein kann als in den unmittelbar an die Asche angrenzenden Teilen.

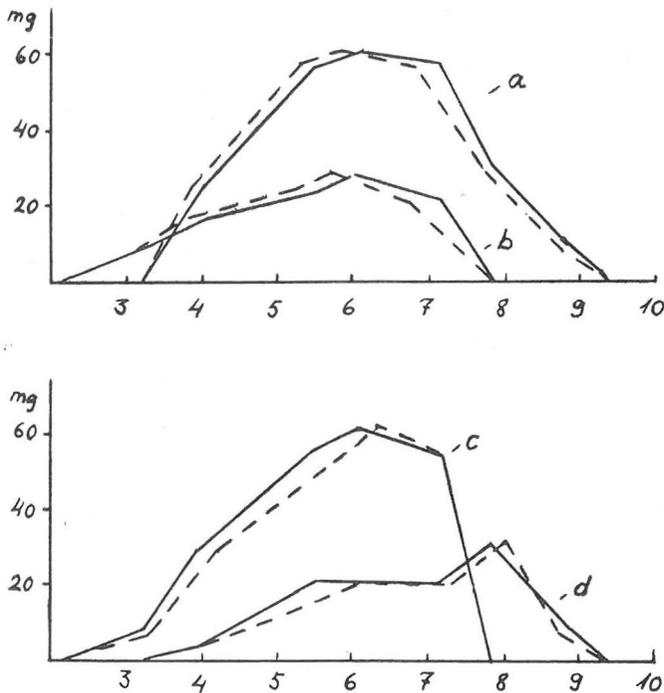


Abb. 2. Einfluss von Wasserstoffionenkonzentration auf das Wachstum von a) *Coprinus Boudieri*, b) *P. carbonaria*, c) *L. sphaerosporum* und d) *O. maura*. Ausgezogene Kurven: Anfangs-pH, gestrichelte: End-pH.

Im Vergleich zu anderen Heidewaldarten waren die untersuchten Arten weitgehend basophil. Beispielsweise die von Modess (1941) untersuchten Mykorrhizapilze, die in Nadelwäldern auftretenden *Marasmius*-Arten von Lindenberg (1944) sowie *Collybia butyracea* (Mikola 1957) wuchsen auf alkalischen Nährböden sehr schlecht oder überhaupt nicht. Desgleichen waren die von mir untersuchten *Mycena*-Arten deutlich azidophiler (Hintikka 1960). Am ehesten erinnerten die untersuchten Arten hinsichtlich

ihrer Aziditätsanforderungen an die coprophilen *Coprinus*-Arten, deren pH-Optimum desgleichen nahe beim Neutralpunkt liegt (L. Fries 1956), *Lyophyllum* auch an manche an Kulturstandorten vorkommende *Marasmius*-Arten (Lindenberg 1944). Der Versuch zeigt jedoch, dass diese vier Pilzarten der Brandstellen bei der Kultur im Laboratorium die Fähigkeit haben, in einem pH-Bereich zu wachsen, der nicht verbrannten frischeren Waldstandorten entspricht.

3. STREUZERSETZUNGSFÄHIGKEIT DER ARTEN

In der Ökologie der Bodenpilze stellt ihre Fähigkeit, vermodernde Pflanzenreste und Streu auszunutzen, einen sehr wesentlichen Faktor dar. Zur Ermittlung dieser Fähigkeit führte ich folgenden Versuch durch.

Versuch 2. 1 g lufttrockene, im Herbst 1959 gesammelte, frisch abgefallene Espenblätter, vom Zweig abgeschüttelte braune Fichtennadeln, grüne Sprossen von *Pleurozium Schreberi* sowie mehrmals in kaltem Wasser und im Autoklav extrahierte Espenblätter wurden in 150 ml Erlenmeyerkolben abgewogen.

Nach der Sterilisation wurden 15 ml steriles Wasser zugesetzt. Versuchszeit 90 Tage, 2 Parallele. Die Ergebnisse sind aus Tab. 1 ersichtlich, worin die Zahlen den Trockensubstanzverlust in jeder Flasche im Laufe des Versuchs angeben.

Alle vier Arten vermochten auf der Streu zu wachsen und dieselbe auszunutzen. Besonders effektiv war *Pholiota carbonaria*, deren Myzel die Streu völlig überzogen und die ursprünglich schwarzbraunen extrahierten Espenblätter hellgelb entfärbten, was deut-

	<i>Populus</i>		<i>Pleurozium</i>		<i>Picea</i>		<i>Populus</i> extrahiert	
	% pH	Verlust	% pH	% Verlust	pH	% Verlust	pH	% Verlust
O	5.3	0.0	4.4	0.0	4.5	0.0	6.3	0.0
<i>Pholiota carbonaria</i>	4.5	53.7	5.3	36.8	4.7	3.7	4.6	46.3
	5.1	43.4	5.1	35.0	4.6	7.3	5.4	47.2
<i>Omphalia maura</i>	7.1	8.3	6.1	8.4	4.5	13.2	6.7	19.5
	7.0	8.7	4.6	1.4	4.5	5.6	6.6	16.7
<i>Coprinus Boudieri</i>	7.3	0.3	6.5	11.2	4.7	5.1	7.1	9.6
	7.2	2.7	6.5	13.7	—	—	7.2	9.6
<i>Lyophyllum sphaerosporum</i>	6.7	17.2	5.1	26.4	5.2	6.9	5.9	18.9
	6.5	14.2	5.3	12.2	4.9	1.4	—	—

Tabelle 1. Trockensubstanzverlust in % und Veränderungen des pH-Wertes bei der Zersetzung einiger Streuarten durch die untersuchten Pilze.

lich auf die Fähigkeit, Lignin zu zersetzen hinweist. Die Art zersetzte dieses Espenlaub deutlich wirksamer als z.B. *Marasmius perforans*, *M. androsaceus* und *Stropharia depilata*, die als sehr effektive Streuzersetzer gelten (Mikola 1956). *Coprinus Boudieri* bildete auf der Streu, deren Farbe während des ganzen Versuchs unverändert blieb, sehr spärlich Luftmyzel. *Omphalia* und *Lyophyllum* wuchsen deutlich langsamer als *Pholiota*, und die von ihnen zersetzte Streu wurde nur schwach heller (die extrahierten Espenblätter wurden graubraun). Die drei letztgenannten Arten sind als verhältnismässig schwache Streuzersetzer anzusehen. Nach Mikola (1956)

gibt es jedoch offenbar als Saprophyten auftretende Hutpilzarten, bei denen die Fähigkeit, Espenlaub zu zersetzen, ungefähr ebenso gross ist (z. B. *Marasmius epiphyllum* und *Laccaria laccata*).

Als Parallelversuch wurde einigen entsprechend behandelten Kolben anstelle von Wasser filtriertes Ascheextrakt (228 mg Trockensubstanz/L, pH 9.7) zugesetzt. Wegen der eigenen Puffersubstanzen der Streu führte diese Zugabe keine Veränderung des pH-Wertes herbei. Auch auf die Zersetzungsfähigkeit von *Pholiota* und *Omphalia* hatte sie keinen nennenswerten Einfluss.

4. KEIMEN DER SPOREN UND BILDUNG VON FRUCHTKÖRPERN

Da die Samen des an Brandstellen auftretenden *Geranium bohemicum* bekanntlich zum Keimen eine Wärmebehandlung erfordern, könnte man sich denken, dass die Sporen der anthracophilen Pilzarten einen entsprechenden Regulationsmechanismus hätten. Dies scheint jedoch nur sehr begrenzt der Fall zu sein.

Die auf Hagem-Agar gebrachten Sporen von *Omphalia* und *Coprinus* keimten in etwa 3—5 Tagen, *Pholiota* in 7—10 Tagen. Das Keimungsprozent war jedoch ziemlich niedrig, bei *Coprinus* ca. 0.3 % und bei *Pholiota* unter 0.1 %. Eine halbstündige Erhitzung bei 80° C auf Agar-Nährboden vernichtete die Keimfähigkeit bei allen drei Arten. Eine halbstündige Erwärmung bei 60°C hingegen

erhöhte die Keimfähigkeit von *Coprinus* auf ca. 7—8 %. Den fördernden Einfluss der Wärmebehandlung auf das Keimen dieser Art hat auch M. Lange (1952) festgestellt. Die Keimfähigkeit von *Pholiota* wurde durch die letztgenannte Erhitzung nicht wesentlich beeinflusst, während die Sporen von *Omphalia maura* ihre Keimfähigkeit völlig einbüssten.

Beim Abbrennen dürfte die Temperatur der Humusschicht, wenigstens wenn sie etwas feucht ist, im allgemeinen nicht über 50—60°C ansteigen (vgl. Uggla 1958), wobei die Wurzelstöcke und Samen der Pflanzen nicht selten am Leben bleiben. Eine solche Wärmeeinwirkung fördert offenbar die Keimung von *Coprinus Boudieri*, und geht kaum

über die Hitzebeständigkeit von *Omphalia* und *Pholiota* hinaus.

In der Regel keimen die Sporen der saprophytischen Hutpilzarten sehr leicht auf künstlichen Nährböden (N. Fries 1943). Von den Arten der Brandstellen keimen die Sporen von *Pyronema confluens* bereits in Zimmertemperatur und büssen bei Erhitzung ihre Keimfähigkeit ist leicht ein (Seaver 1909). Mindestens weicht die Hitzebeständigkeit der Sporen von *Omphalia maura* nicht wesentlich beispielsweise von derjenigen der Holzmoderpilze ab, von denen z.B. die Sporen der *Lenzites*-Arten nach Mizumoto (1958) in feuchtem Zustand bei 50°C in 1–2 Stunden ihre Keimfähigkeit verlieren.

Seaver (1909) hat auf die Bedeutung der beim Sterilisieren freiwerdenden Nährstoffe für das Auftreten der pyrophilen Arten hingewiesen. Zugleich ist nach Hawker (1957) die Kohlenstoffnahrung und ihre Konzentration einer von den wichtigsten, die Bildung von Fruchtkörpern und Sporen der Pilze regulierenden Faktoren. Die Beziehung zwischen diesen beiden wurde mit folgendem Versuch aufzuklären versucht.

Versuch 3. Zur Grundlösung, die pro 1 L je 0.5 g $MgSO_4$, KH_2PO_4 und NH_4Cl , ferner 1 ml 1%ige $FeCl_3$ -Lösung, 15 g Agar und 0,005 % Malzextrakt enthielt, wurden die folgenden Konzentrationen entsprechenden Mengen Glukose zugefügt: 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0 und 10.0 %. Von jeder Lösung wurden 5 ml als Schrägflächen in Reagenzröhrchen pipettiert, die dann im hellen Zimmer gehalten wurden. Versuchszeit 2 Monate. Zwei Parallelen.

Im allgemeinen bedeckten die Hyphen die ganze Schrägfläche, aber bei allen Arten blieb das Wachstum in 10 % etwa 7–10 mm vom Impfstück stehen.

Pholiota carbonaria brachte Primordien in den Konzentrationen 0.005–1.0 % hervor, aber von diesen entwickelten sich nur 0.5 % zu Fruchtkörpern, die 2–3 cm hoch waren (Abb. 2). In den schwächeren Konzentrationen war die Zuckermenge vielleicht für die Ausbildung der Fruchtkörper zu ihrer endgültigen Grösse zu gering. Das Wachstum der Myzelien war noch bei 5 % sehr kräftig. Auch bei Kultur auf Hagem-Agar, der 0.5 %

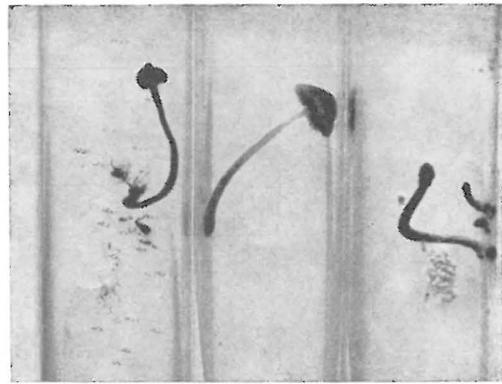


Abb. 3. Links *Lyophyllum sphaerosporum* (auf 0.1 %igem Glukoseagar), in der Mitte *Coprinus Boudieri* (0.05 %) und rechts *Pholiota carbonaria* (0.5 %).

Glukose und 0.5 % Malzextrakt enthält, brachte die Art regelmässig Fruchtkörper hervor.

Lyophyllum sphaerosporum bildete in den Konzentrationen 0.01–0.1 % kleine, primordienartige Hyphenhaufen, in denen auch kleine Konidien von etwa 2 μ Durchmesser entstanden. In beiden Konzentrationen von 0.1 % entstand auf der Schrägfläche ein ziemlich kleiner, ca. 1.5–2 cm hoher normaler Fruchtkörper, und in der einen 0.05 %igen nur ein 8 mm hoher Fuss ohne Hut.

Coprinus Boudieri brachte bei 0.05 % einen 15 mm hohen Fruchtkörper hervor, dessen Hut offen 5 mm breit war, und bei 0.1 % eine kleine Fruchtkörperanlage, deren Entwicklung jedoch stehenblieb. In grösseren Konzentrationen als 0.5 % konnte keine Ausbildung von Primordien beobachtet werden. *Omphalia maura* brachte in keiner Konzentration Ansätze zu Fruchtkörper hervor.

Die Zuckerkonzentration hatte bei den drei untersuchten Arten einen recht weitgehenden Einfluss auf die Ausbildung von Fruchtkörpern, und schon verhältnismässig schwache Konzentrationen hemmten ihre Entstehung gänzlich. Ob jedoch diese Erscheinung mit dem Auftreten der Fruchtkörper von pyrophilen Arten an den Brandplätzen etwas zu tun hat, lässt sich vorläufig noch nicht mit Sicherheit sagen.

5. ÜBER GEWISSE ANDERE FAKTOREN

Beim Verbrennen des Waldbodens werden ausser den oben erwähnten Faktoren noch zahlreiche andere auf diese oder jene Weise

verändert, so z.B. die Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse und die Zusammensetzung der Stickstoffnährstoffe. Als ein Umstand,

den man m. W. bisher kaum beachtet hat, der jedoch für die Brandplätze charakteristisch ist, wäre an die verschiedenen chemischen Einflüsse zu denken, die infolge der schwelenden Streu und des glimmenden Holzes zustandekommen. Bei der trockenen Destillation von Holz entstehen ausser teerartigen Stoffen u.a. Methanol und Azeton, die bekanntlich eine Hemmwirkung auf das Wachstum der Mikroben ausüben; Azeton z.B. ist zur Kaltsterilisation von Nährböden benutzt worden (S c h ö m m e r 1949).

Zur Aufklärung dieser Hypothese führte ich folgende Versuche durch.

Versuch 4. In Petrischalen und weithalsige, mit einem Wattebausch verschlossene, 70 ml Kolben, die in trockener Hitze bei 150°C sterilisiert worden waren, wurden im Gelände einige g Laub- und Nadelstreu getan. Im Labor wurde die Streu mit einigen ml mit dem Seitz-Asbestfilter sterilisiertem Azeton angefeuchtet, das dann eine Woche lang verdunsten durfte (die Petrischalen mit dem Deckel und die Kolben mit dem Wattebausch verschlossen), wonach steriles Leitungswasser zugesetzt wurde. Die Stellen, von denen die Proben stammten und die Anzahl der Proben, in denen sich Fruchtkörper von *Pholiota carbonaria* entwickelten, sind aus der Tabelle 2 ersichtlich. Versuchszeit 3 Monate.

Versuch 5. Behandlung der Proben wie bei Versuch 4, aber das Azeton wurde nicht sterilisiert. Von 35 von Waldboden genommenen Proben aus der Umgebung von Korso (U) erschien in einer ein Fruchtkörper von *Coprinus Boudieri*. Diese Probe stammte aus einem entwässerten Kraut- und Grasbruch. In einer aus vermoortem Fichtenbestand stammenden Probe erschien ein Fruchtkörper von *Pholiota carbonaria* und in fünf eine hellgelbe *Lachnea*-Art, die der anthracobionten *L. melaloma* sehr nahestand.

Ferner wurde noch ein entsprechender Versuch mit Butanol gemacht, bei dem von 20 Proben in einer Fruchtkörper von *Coprinus Boudieri* und in zwei *Pholiota carbonaria* erschienen, sowie ferner einige deformierte Fruchtkörper von Hutpilzen, deren Gattung nicht bestimmt werden konnte.

Nach Abschluss des Versuchs 4 wurde die Azidität derjenigen Proben gemessen, in denen sich Fruchtkörper von *Pholiota* entwickelten. Die pH-Werte schwankten zwischen 4.0 und 5.8 und lagen hauptsächlich bei pH 4.5. Offenbar vermag die Art Fruchtkörper in dem der Azidität der natürlichen Heidewälder entsprechenden pH-Bereich zu bilden, obwohl sie in der Natur auf ziemlich alkalische Standorte beschränkt ist.

Da sämtliche Proben an Stellen genommen wurden, wo keine Spuren von Hantierung mit Feuer wahrzunehmen waren, und da insbesondere Versuch 4 nach Möglichkeit unter

Vermeidung von Infektionen aus der Luft durchgeführt worden war, ist wahrscheinlich mindestens *Pholiota carbonaria* stellenweise bereits vor dem Abbrennen im Boden vorhanden und vermutlich auch *Coprinus Boudieri*. Hierauf könnte auch das rasche und regelmässige Auftreten der Fruchtkörper dieser Pilzarten an den Brandplätzen hinweisen. Beispielsweise nach den Beobachtungen von L a n g e (1944) erschienen von 100 im Frühjahr benutzten Feuerstellen im Herbst des gleichen Jahres an 61 *Pholiota carbonaria*, an 45 *Collybia ambusta* und an 18 *Coprinus Boudieri*, was eine enorm effektive Verbreitung voraussetzen würde, wenn man annimmt, dass die Arten erst nach dem Brennen angekommen wären.

	Proben zusammen	Proben mit Frucht- körper von <i>Pholiota</i>
Hyrylä, Pitkäsilta		
MT-Fichtenbestand, Moos	6	5
vermoorteter MT-Fichtenbestand, Moos	10	0
Fichtenbruch, Sphagnum	3	1
Hyrylä, Korkki		
VT-Kiefernwald, Streu	4	0
Trockner MT-Fichtenwald, Moos	6	5
Maantienkylä		
Junger VT-Kiefernbestand, Streu	5	5
» » von einem Reiserhaufen	3	1
Graswüchsiger MT-Mischwald	8	1
MT-Mischwald	11	0

Tabelle 2. Stellen, an denen die in Versuch 3 mit Azeton behandelten Proben genommen wurden, und Anzahl der Proben, in denen Fruchtkörper von *Pholiota carbonaria* entstanden. Sämtliche Proben aus dem Kirchspiel Tuusula.

Wie sich das Azeton bei dem Versuch auswirkte, muss vorläufig noch offen bleiben. In den Schalen wuchsen regelmässig viele Schimmelpilze, so dass es also jedenfalls nicht alle vernichtet hatte. Auch konnte nicht nachgewiesen werden, dass es die Keimung der Sporen von *Pholiota* oder *Coprinus* in Zimmertemperatur gefördert hätte, aber ebenso wenig liess sich eine nennenswerte Hemmwirkung wahrnehmen. Trotzdem dürfte es nicht unmöglich sein, dass die Arten gegen nach Art des Azetons wirkende Stoffe widerstandsfähiger wären als andere Mikroorganismen des Waldbodens.

LITERATUR

- Aaltonen, V. T., 1940: Metsämaa. — Porvoo. 615 pp.
- Fries, L., 1956: Studies in the physiology of *Coprinus* II — Sv. Bot. Tidskr. 50, 47—96.
- Fries, N., 1943: Untersuchungen über Sporenkeimung und Mycelentwicklung bodenbewohnender Hymenomyceten. — Symb. Bot. Ups. 6:4, 1-81.
- Ebert, P., 1958: Das Geopyxidatum carboariae, eine carbophile Pilzassoziation. — Zeitschr. für Pilzk. 24, 32—44.
- Hawker, L. E., 1957: The physiology of reproduction of fungi. — Cambridge Monogr. Exp. Biol. 6, 1—128.
- Hintikka, V., 1960: Das Verhalten einiger Mycena-Arten zum pH sowie deren Einfluss auf die Azidität der Humusschicht der Wälder. — Karstenia V, 107—121.
- Langé, M., 1944: Jagtagelser over svampefloraen paa Brandpletter. — Friesia 3, 58—61.
- »— 1952: Species concept in the genus *Coprinus*. — Dansk Bot. Ark. 44:6, 1—164.
- Lindeberg, G., 1944: Über die Physiologie ligninabbauender Bodenhymenomyzeten. — Symb. Bot. Ups. 8:2, 1—183.
- Melin, E., 1946: Der Einfluss von Waldstreueextrakten auf das Wachstum von Bodenpilzen, mit besonderer Berücksichtigung der Wurzelpilze von Bäumen. — Symb. Bot. Ups. 8:3, 1—116.
- Mikola, P., 1956: Studies in the decomposition of forest litter by basidiomycetes. — Comm. Inst. Forest. Fenn. 48:2, 1—22.
- »— 1957: Physiological variation in *Collybia butyracea* (Bull.) Fr. — Karstenia 4, 10—13.
- Mizumoto, J., 1958: Studies on *Lenzites abietina* Fr. and some of its allied species (XVI). — Journ. Jap. Forest. Soc. 40, 293—298.
- Modes, O., 1941: Zur Kenntniss der Mykorrhizabildner von Kiefer und Fichte. — Symb. Bot. Ups. 8:2, 1—146.
- Moser, M., 1949 a: Über das Massenaufreten von Formen der Gattung *Morchella* auf Waldbrandflächen. — Sydowia 3, 174—195.
- »— 1949 b: Untersuchungen über den Einfluss von Waldbränden auf die Pilzvegetation. — Ibid. 3, 336—383.
- Robinson, W., 1926: The conditions of growth and development of *Pyronema confluens* Tul. (*P. omphalodes* (Bull.) Fuckel). — Ann. Bot. Lond. 40, 245—272.
- Schömmér, F., 1949: Kryptogamen-Praktikum. — Stuttgart. 492 pp.
- Seaver, Fred J., 1909: Studies in pyrophilous fungi. — I. The occurrence and cultivation of *Pyronema*. — Mycologia 1, 131—139.
- Uggla, E., 1958: Skogsbrandfält i Muddus Nationalpark. — Acta Phytogeogr. Svec. 41, 1—116.