Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde = Bulletin suisse de mycologie
Herausgeber: Verband Schweizerischer Vereine für Pilzkunde
Band: 40 (1962)
Heft: 9

Artikel: Die Rolle des Wassers im Leben der höheren Pilze
Autor: Moser, Meinhard
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-937542

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

SCHWEIZERISCHE ZEITSCHRIFT FÜR PILZKUNDE

BULLETIN SUISSE DE MYCOLOGIE

Offizielles Organ des Verbandes Schweizerischer Vereine für Pilzkunde und der Vapko, Vereinigung der amtlichen Pilzkontrollorgane der Schweiz

Organe officiel de l'Union des sociétés suisses de mycologie et de la Vapko, association des organes officiels de contrôle des champignons de la Suisse

Redaktion: Julius Peter, Untere Plessurstraße 92, Chur. *Druck und Verlag:* Benteli AG, Buchdruckerei, Bern-Bümpliz, Telephon 66 39 11, Postcheck III 321. *Abonnementspreise:* Schweiz Fr. 10.–, Ausland Fr. 12.–, Einzelnummer Fr. 1.–. Für Vereinsmitglieder gratis. *Insertionspreise:* 1 Seite Fr. 90.–, ½ Seite Fr. 48.–, ¼ Seite Fr. 25.–, 1/8 Seite Fr. 13.–. *Adreßänderungen* melden Vereinsvorstände bis zum 2. des Monats an *Paul Staudenmann, Bonstettenstraße 7, Bern.*
Nachdruck, auch auszugsweise, ohne ausdrückliche Bewilligung der Redaktion verboten.

40. Jahrgang – Bern-Bümpliz, 15. September 1962 – Heft 9

SONDERNUMMER 47

Die Rolle des Wassers im Leben der höheren Pilze

Von Dr. Meinhard Moser, Imst

Das mykologische Schrifttum über höhere Pilze beschäftigt sich zum überwiegenden Teil mit systematischen Fragen, mit Anatomie und Morphologie, zum kleineren Teil mit physiologischen und biochemischen Themen. Sehr gering ist noch der Anteil soziologischer und ökologischer Veröffentlichungen, und all diese Arbeiten stützen sich fast ausschließlich auf Feldbeobachtungen. Um aber in manche Probleme des Pilzwachstums und der Ursachen ihrer Vergesellschaftung Einblick zu erlangen, sind auch experimentelle Untersuchungen unumgänglich notwendig. Experimentelle Untersuchungen mit von vorneherein beabsichtigter ökologisch-soziologischer Ausrichtung liegen meines Wissens auf dem Gebiet der höheren Pilze keine vor.

Neben der Nährstofffrage ist die entscheidende Rolle im Leben der Pilze auf jeden Fall dem Wasserhaushalt beizumessen. Bonnier und Mangin (1884) warfen als erste die Frage nach der Transpiration[1] der höheren Pilze auf und haben diese auch experimentell geprüft. Sie fanden eine Erhöhung der Transpiration durch Licht und gesteigerte Temperatur und eine Verminderung durch erhöhte Luftfeuchtigkeit. 1924 veröffentlichte Pieschel eine eingehendere Untersuchung über die Transpiration der Hutpilze. Die Messung des Wasserverlustes bei zunehmender Austrocknung uneingepflanzter Fruchtkörper ergab etwas parabelförmige Kurven. Höhere Freilandwerte begründet Pieschel mit erhöhter Transpiration

[1]) Evaporation = Verdunstung einer freien Wasserfläche (auch in Filterpapier usw.); Transpiration = Verdunstung eines lebenden Organismus (physikalischer + anatomisch-biologischer Vorgang).

durch allenfalls bewegte Luft, durch Wasserverluste und Störungen der Lebenstätigkeit während des Transportes bei den Objekten für die Laborversuche. Weiter wurden Werte für Fruchtkörper (*Tricholoma terreum*) ermittelt, die direkt in Wasser gestellt wurden. Andererseits konnte ein Fruchtkörper in Gelatine (90 % Wasser) dieser kein Wasser entreißen. Messungen mit dem Potometer ergaben zum Beispiel für *Amanita* und *Lactarius* sehr geringe Saugkräfte. An speziellen Standorten berücksichtigte Pieschel nur ganz kurz Sumpfstandorte. Auf Pieschels Versuche über die Wasserleitung im Fruchtkörper komme ich weiter unten zu sprechen.

Braunholz (1928) stellte fest, daß die Oberhaut der Fruchtkörper für Pilze keinen Transpirationsschutz darstellt (Gegensatz zur Lehrbuchmeinung!) und kam ferner zu dem Schluß, daß die Transpiration der höheren Pilze eine rein physikalische Angelegenheit sei, behauptet aber auch, daß der Quotient (T/E-Wert)

$$\frac{\text{Verdunstungsgröße des Pilzes}}{\text{Verdunstungsgröße einer gleich großen Wasserfläche}}$$

gleich 1 sei.

Seybold (1931) kommt durch Versuche mit *Agaricus arvensis* ebenfalls zu dem Schluß, daß der T/E-Wert in Ruhe gleich 1 sein müßte, wenn die Wassernachlieferung gleichmäßig erfolgt. Seybold stellte als Evaporimeter Oberflächenmodelle der Pilze aus Gips her, die Unterseite des Modelles sowohl wie des Pilzes wurde mit Paraffin überzogen.

Eine Arbeit, die sich zwar nicht direkt mit der Transpirationsmessung beschäftigt, jedoch den Einfluß der Transpiration auf die Entwicklung der Fruchtkörper von Tintlingen (*Coprinus*) behandelt, erschien 1907 von B.G. Lakon. Der Autor kommt zu dem Ergebnis, daß die Transpiration die Fruchtkörperbildung auslöst oder zumindest stark fördert und daß zur Fruchtkörperbildung für die einzelnen Arten wahrscheinlich artcharakteristische Minimaltranspirationen erforderlich seien. Diese Ergebnisse müssen aber mit großer Vorsicht aufgenommen werden und dürfen auf jeden Fall nicht verallgemeinert werden. Sie wurden auch schon 1919 von E. Schenk und 1934 von H. Borris stark kritisiert.

Schließlich sei noch eine Arbeit Knolls erwähnt (1912 a und b), der die Funktion der Zystiden und zystidenartigen Bildungen besonders in der Wasserabscheidung sieht, die dann von Bedeutung sei, wenn größere Wassermengen abgegeben werden müssen, als durch Transpiration möglich ist.

Auf Grund der bisher vorliegenden Arbeiten ergab sich zunächst die Notwendigkeit, Ergebnisse früherer Autoren mit verbesserten Methoden, unter anderen Gesichtspunkten und vor allem auf viel breiterer Basis nachzuprüfen. Ferner sollte vor allem im Sinne der ökologisch-soziologischen Ausrichtung der Untersuchung der Einfluß der Klimafaktoren (Wind, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Taubildung, Regen usw.) im Laboratorium und Freiland untersucht werden. Dafür war es auch notwendig, Pilze verschiedenster Standorte und verschiedendster systematischer Gruppen heranzuziehen, um eine möglichst breite Vergleichsbasis zu haben. Schließlich sollte vor allem die Austrocknungsfähigkeit von Fruchtkörpern in ihrer Beziehung zur Standortsbegrenzung für manche Arten und schließlich der Einfluß der Transpiration auf die Fruchtkörperbildung geprüft werden.

Da die Abnahme des Wasserverlustes eines freiliegenden Fruchtkörpers mit zunehmender Versuchsdauer keineswegs auf eine transpirationsvermindernde Reaktion des Fruchtkörpers zurückzuführen ist, sondern aus rein physikalischen Gründen bereits notwendig erfolgen muß, ist den derartigen Versuchen Pieschels wenig Wert beizulegen. Aus eigenen Versuchen erhielten wir etwa folgende Werte: *Gyromitra esculenta* transpiriert in den ersten beiden Stunden ca. 27 mg pro g Frischgewicht (bei 20 ° C und 45 % relativer Luftfeuchtigkeit), während der folgenden 8 Stunden nur noch durchschnittlich 18 mg. Bei 5 Fruchtkörpern von *Stropharia aeruginosa* (Grünspanträuschling) ergab sich während der ersten 5–6 Stunden ein Transpirationsabfall von stündlich ca. 1 mg, während der darauffolgenden 12 Stunden jedoch insgesamt nur noch 2 mg. Die Kurven für diesen Versuch seien in Fig. 1 dargestellt. Unterschiede im Kurvenverlauf bei den 5 Fruchtkörpern sind auf verschiedenen Alterszustand zurückzuführen.

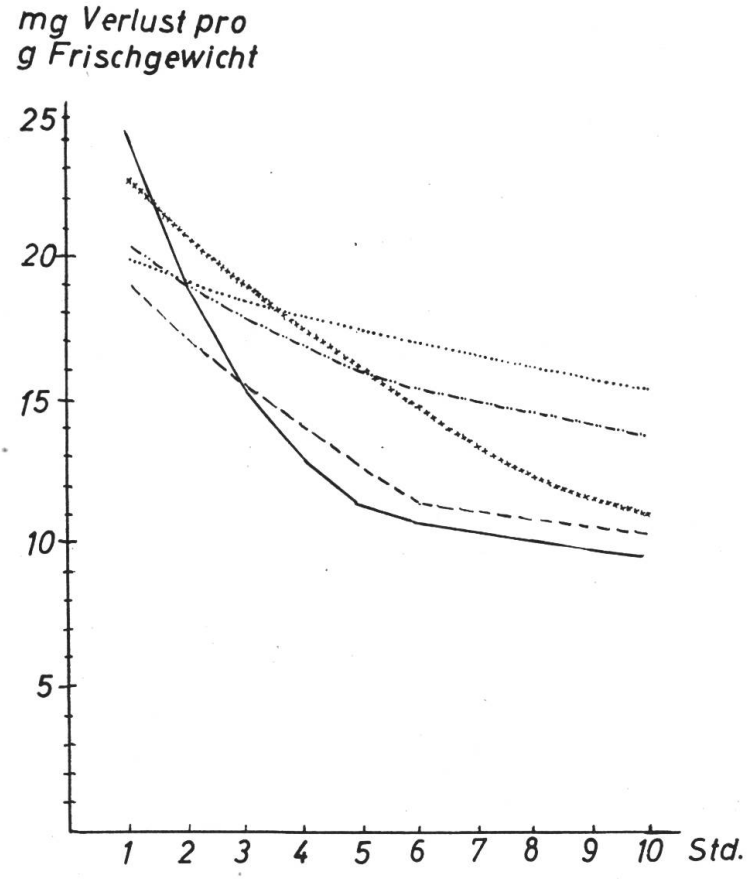
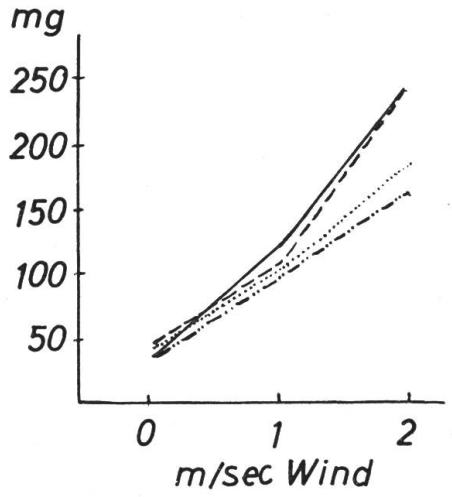


Fig. 1. Wasserverlust von 5 verschieden alten Fruchtkörpern von *Stropharia aeruginosa* während der ersten 10 Stunden des Austrocknens in ruhiger Luft bei 14 ° C und 52–55 % relat. Luftfeuchtigkeit.

Ähnlich sind natürlich für ökologische Vergleiche auch Versuche mit in Wasser eingefrischten Fruchtkörpern uninteressant. Die maximale Wassermenge, die unter Berücksichtigung des Bodenwassers dem Pilz in der Natur zur Verfügung steht, ist die Menge, die ein voll gesättigter Boden enthält, wobei noch die spezifische Saugkraft des Bodens berücksichtigt werden muß. Wir haben daher, um wenigstens annähernde Werte für die maximal mögliche Wasserabgabe zu er-

halten, die Fruchtkörper mit wassergesättigtem Boden in Gefäße eingepflanzt und die Öffnung mit Vaseline (bzw. Exsiccatorfett) verschlossen. Zur Feststellung minimaler Abgabewerte wurden Böden mit abgestuftem Wassergehalt verwendet. Die Feststellung der Transpirationsverluste wurde durch Wägung vorgenommen. Zu berücksichtigen bleibt dabei, daß nicht der gesamte Gewichtsverlust durch die Transpiration verursacht wird, sondern ein allerdings ziemlich kleiner Prozentsatz auch durch die Atmung zustandekommt. Nach Braunholz (1928) beträgt der Atmungsverlust in 24 Stunden 0,5–1 % des Frischgewichtes, so daß die Transpirationswerte ohne Berücksichtigung der Atmungsverluste um ca. $^1/_{12}$ zu hoch liegen würden.

Als Evaporimeter kamen weiße Filterpapierscheiben nach Stocker zur Anwendung, um allenfalls Vergleiche mit Messungen bei Phanerogamen zu ermöglichen. Doch hat für Pilze diese Methode sehr viele Mängel, da der Pilz nie eine flache Oberfläche besitzt, ferner fast stets sehr dickfleischig ist und schließlich die einzelnen Teile unterschiedlich transpirieren. So gibt die Hutoberfläche mehr Wasser ab als die Stieloberfläche, das Hymenium wesentlich weniger.



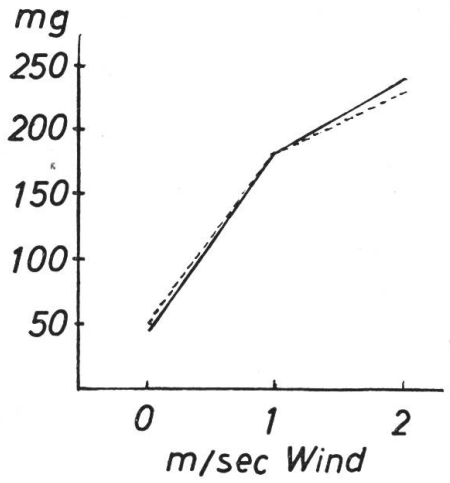


Fig. 2. Transpirations- und Evaporationswerte (nach Methode Seybold) von *Lyophyllum ambustum* (Fr.) Sing. in ruhiger Luft und bei Wind verschiedener Stärke. Pilz a ———, b —..—.., Modell a gefärbt – – – –, Modell b ungefärbt .....

Fig. 3. Transpirations- und Evaporationswerte für *Agaricus silvicola* (Vitt.) Sacc. nach der Methode Seybold bei ruhiger Luft und Wind verschiedener Stärke. ——— Pilz, ------- Modell.

Insofern ist die Seyboldsche Methode mit den Gipsmodellen wesentlich günstiger. Doch ergab es sich, daß die Farbe des Fruchtkörpers dabei keine ganz unwesentliche Rolle spielt, und es wurden dementsprechend die Modelle den Fruchtkörpern gemäß gefärbt. Als Beispiel bringe ich die Unterschiede für *Lyophyllum abustum*, einem Brandflächenpilz, in Fig. 2. Wir prüften zunächst auch die von Seybold mit *Agaricus arvensis* gewonnenen Feststellungen nach, daß der T/E-Wert bei Pilzen gleich 1 sein müsse (Fig. 3.), da uns dies äußerst zweifelhaft erschien. Für eine Anzahl Arten erhielten wir tatsächlich den Seyboldschen ent-

sprechende Ergebnisse, so bei *Agaricus silvicola*, *Lyophyllum ambustum* (ungefärbtes Modell!). Eine wesentlich größere Gruppe von Pilzen ergibt jedoch T/E-Werte, die kleiner als 1 sind. Es sind durchwegs Arten mit an sich sehr geringer Transpirationsrate (*Russula*, *Boletus*, *Cantharellus cibarius*, *Phlegmacium* und andere). Diese Arten ergeben nicht, wie es nach Seybold sein müßte, bei Windeinfluß ein stärkeres Abweichen von 1, sondern gerade dann eine Annährung an T/E = 1; Fig. 4 und 5 bringen hierfür zwei Beispiele. Der T/E-Wert in Ruhe kann sogar unter 0,5 sinken. Für diese T/E-Werte unter 1 ist der innere anatomische

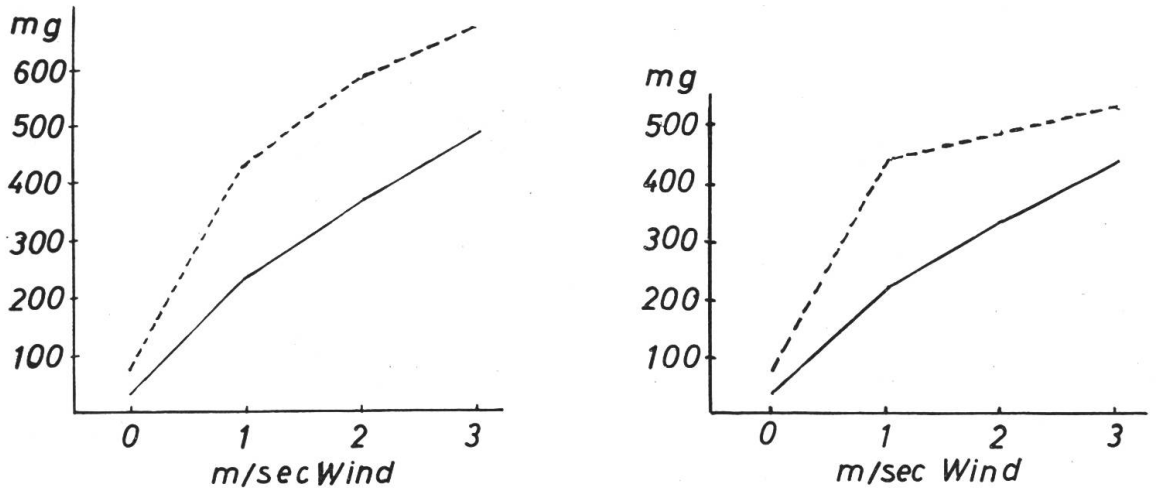


Fig. 4. Transpirations- und Evaporationswerte (Methode Seybold) für *Russula integra* L. ex Fr. in ruhiger Luft und bei verschiedener Windstärke. ——— Pilz, – – – – Modell.

Fig. 5. Transpirations- und Evaporationswerte (Methode Seybold) für *Boletus calopus* Fr. in ruhiger Luft und verschiedener Windstärke. ——— Pilz, – – – – Modell.

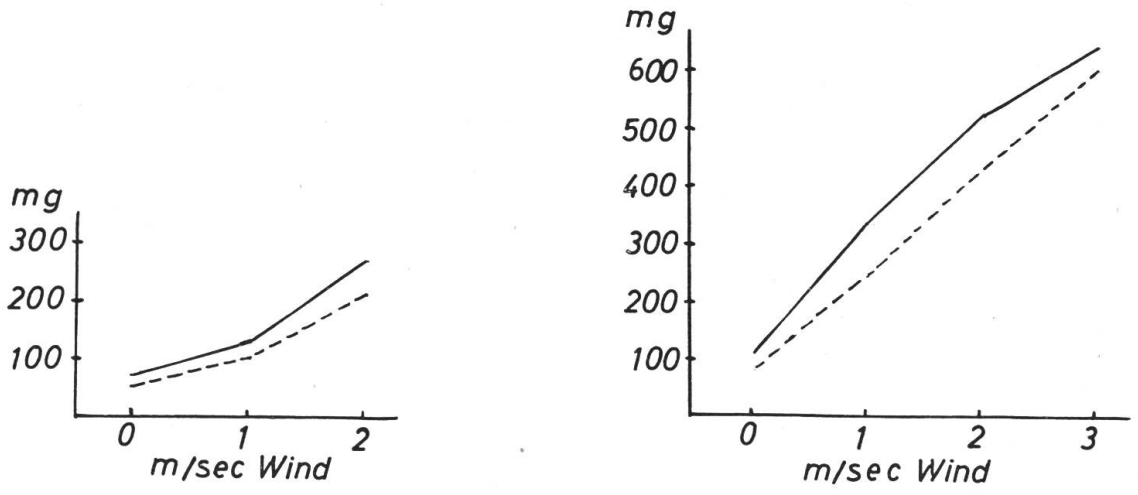


Fig. 6. Transpirations- und Evaporationswerte (Methode Seybold) von *Hygrocybe punicea* Fr. bei ruhiger Luft und verschiedener Windstärke. ——— Pilz, – – – – Modell.

Fig. 7. Transpirations- und Evaporationswerte für *Tricholoma vaccinum* Fr. ex Pers. in ruhiger Luft und verschiedener Windstärke. ——— Pilz, – – – – Modell.

Bau der Fruchtkörper verantwortlich zu machen, wie später gezeigt werden soll. Nicht aber kann man aus der Transpirationsrate immer auf den T/E-Wert schließen.

Scheinbare Abweichungen über 1, die natürlich nicht möglich sind, erklären sich, wenn man die Feinheiten der Oberflächenstruktur beachtet, die das Modell nicht wiedergeben kann. Es sind durchwegs Arten mit filzig-wolliger Hutoberfläche (Beispiel *Tricholoma vaccinum*, Fig. 7.) oder mit Schleimüberzügen (Beispiel *Myxacium mucosum*, *Hygrocybe punicea*, Fig. 6). Hierbei erfolgt eine nicht unerhebliche Oberflächenvergrößerung. Auch die Schleimhaut vergrößert ihre Oberfläche durch Unebenheiten bis zu 25–28 % (vgl. Fig. 8). Dazu kommen sicherlich noch artmäßige Unterschiede in der Dampfdruckdifferenz zwischen dem Fruchtkörperinneren und der Oberfläche, was von dem nur unerheblich schwankenden Dampfdruck in den Poren des Gipsmodelles abweicht. Auch bei dieser zweiten Gruppe ergibt sich bei zunehmendem Wind eine Annäherung an T/E = 1.

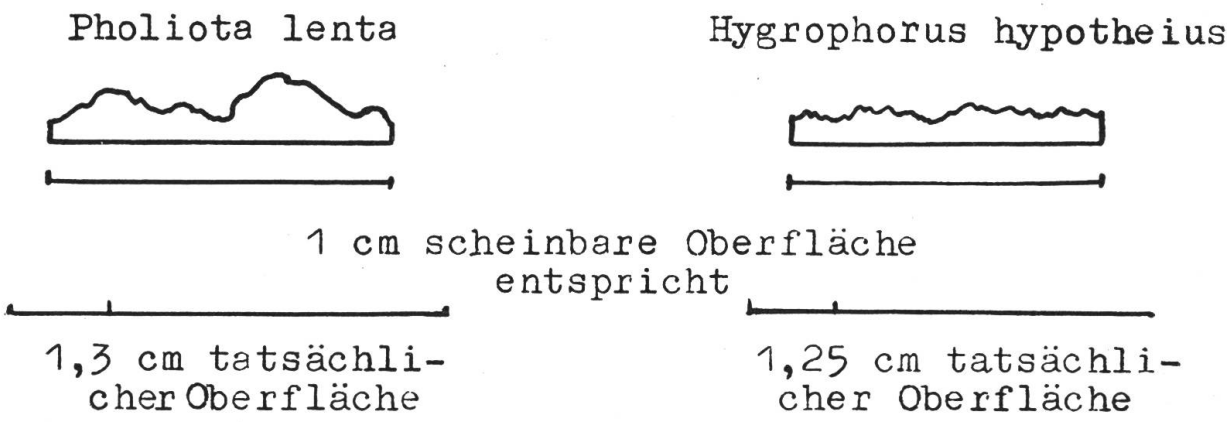


Fig. 8. Darstellung der tatsächlichen Oberfläche von 1 cm scheinbarer Oberfläche von *Pholiota lenta* und *Hygrophorus hypotheius* im Schnitt bei 3½facher Vergrößerung.

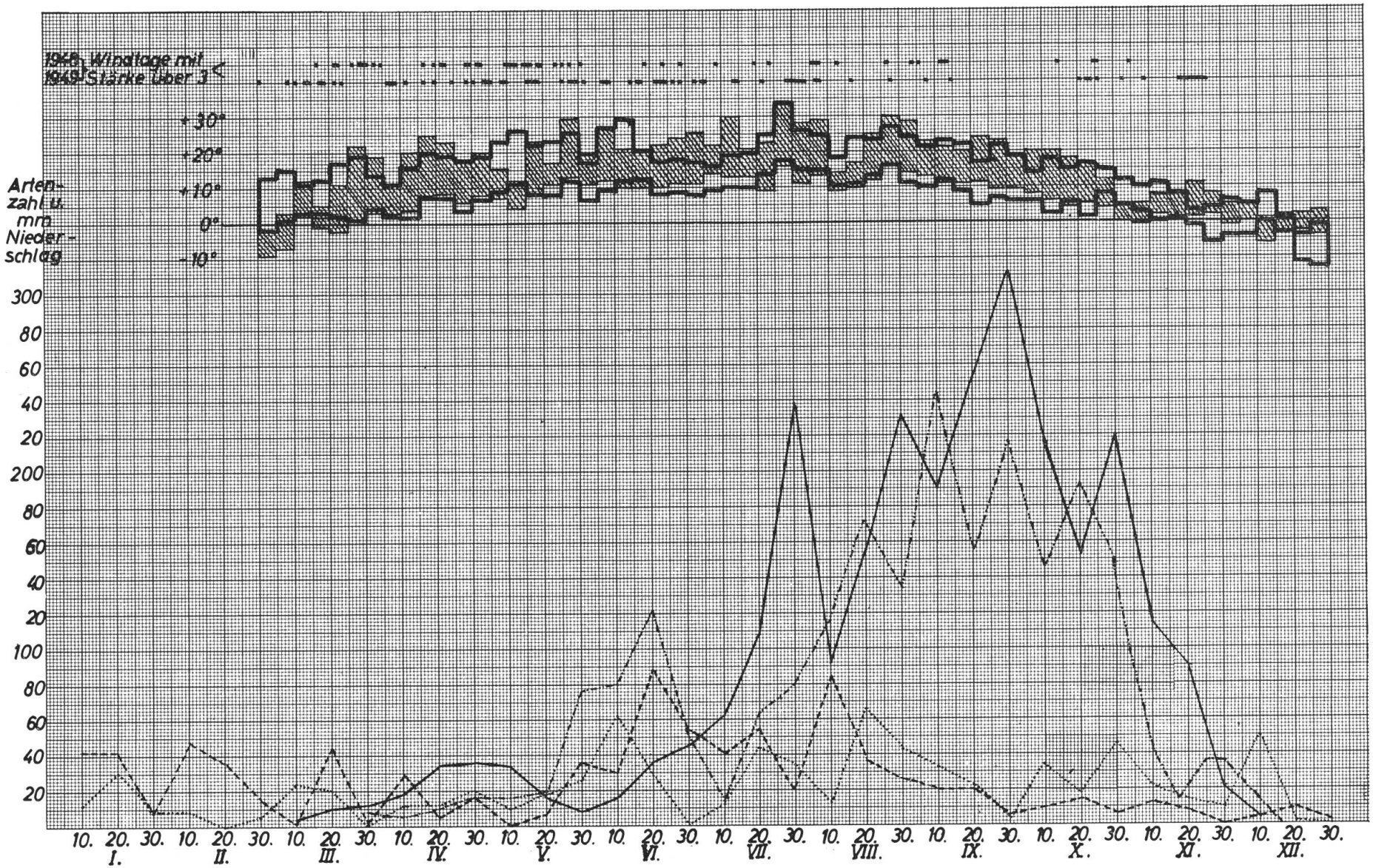
Schließlich sei noch erwähnt, daß wir uns zwar im Klaren sind, daß durch das Umpflanzen von Fruchtkörpern in Gefäße der natürliche Hyphenzusammenhang im Boden zerstört und damit eventuell die Wasserversorgung gestört wird. Da jedoch die meisten Arten Wasser durch den Stiel beliebig aufnehmen können, dürfte kaum eine wesentliche Veränderung der Ergebnisse erfolgen. Der Transport der Fruchtkörper für Laborversuche wurde stets in feuchtem Moos und verschlossenen Behältern und so rasch als möglich vorgenommen und vor Versuchsbeginn sorgfältig darauf geachtet, daß ein voller Turgeszenzzustand eingestellt war. Auch zeigten Versuche mit Morcheln und Cortinarien, die teils mit größeren Erdballen, teils ohne solche nach Entfernung des Mycels eingefrischt wurden, dieselben Aufnahmemengen. Dies bedeutet, daß das Mycel nur insoweit an der Wasseraufnahme beteiligt sein dürfte, als sie mit der Nährstoffaufnahme in Verbindung steht.

Als wichtigste Wasserquelle steht dem Pilz die Feuchtigkeit des Bodens zur Verfügung. Daneben sind Pilze auch in der Lage, mit ihrer Oberfläche die Niederschläge direkt zur Ausgleichung von Wasserdefiziten zu nutzen. Dies gilt natür-

lich vorwiegend für bereits ausgebildete Fruchtkörper. Ohne genügende Bodenfeuchtigkeit jedoch ist, zumindest in unseren Gegenden, keine Fruchtkörperbildung der Pilze möglich. Sehr schön kommt dies zum Ausdruck, wenn man die Zahl der jeweils auftretenden Pilzarten einer Gegend vergleicht mit den kurz vorher gefallenen Niederschlagsmengen und der herrschenden Temperatur (vor allem Bodentemperatur). Ich bringe in Fig. 9 eine derartige Darstellung für die Umgebung von Innsbruck für die Jahre 1948 und 1949. In der Figur ist die Anzahl der jeweils innerhalb von 10 Tagen gefundenen Pilzarten (4–5 Exkursionen) dargestellt, wobei jeweils ein annähernd gleich großes Gebiet begangen wurde. Die Niederschläge (Messungen des Meteorologischen Institutes Innsbruck) sind ebenfalls jeweils für 10 Tage zusammengefaßt. Die Temperaturen wurden nur von März bis Dezember berücksichtigt und zwar jeweils die durchschnittlichen Minimum- und Maximumtemperaturen für 5 Tage. Durch Striche sind die Tage gekennzeichnet, an denen der Wind mindestens Stärke 3 (nach der 12teiligen Skala) erreichte.

Betrachtet man den Verlauf der Pilzkurven der beiden Jahre, zo seigt sich, daß in beiden Jahren der Höhepunkt etwa im September oder Anfang Oktober erreicht wurde, wenn er auch 1949 wesentlich hinter 1948 zurückblieb. Die beiden Frühjahre hingegen zeigen besonders im Mai und Juni ausgesprochene Gegensätze. Vergleicht man die Pilzkurven mit den Niederschlagskurven, so ergeben sich interessante Folgerungen. 1948 hatten wir einen niederschlagsreichen Winter und bereits Anfang März ziemlich hohe Temperaturen und die Folge war ein früher Beginn des Pilzwachstums. Umgekehrt war der Winter 1949 sehr niederschlagsarm, die erste Märzhälfte wies weitgehend noch Temperaturen unter 0° auf, die ersten Pilze traten erst in den letzten Märztagen auf (und dies zum größten Teil auf Brandflächen, wo die Bodentemperaturen durchschnittlich 1–2° höher lagen als an anderen Standorten!). Auch bis April und Mai wirkt sich dies noch deutlich aus. Der Mai 1948 war sehr trocken mit Föhn, erst gegen Ende des Monats mit Niederschlägen, die Folge war große Pilzarmut in der zweiten Mai- und ersten Junihälfte. Anders 1949, wo der Mai und die ersten Junitage starke Niederschläge aufwiesen und sich eine Spitze im Pilzwachstum gegen den 20. Juni bildete. Dann setzte Trockenheit ein, und das Pilzwachstum sank bis Mitte Juli fast auf 0, zu einer Zeit, wo sich 1948 ein erstes Maximum eingestellt hatte. Anfang August 1948 erfolgte ein stärkerer Föhneinbruch, die Wochen vorher waren die Niederschläge gering und die Pilzkurve zeigt ein starkes Tal um den 10. August. Gegen den Herbst hinaus verliert sich die Abhängigkeit von den Niederschlägen (in Form von Regen), da der Taufall an Intensität stark zunimmt, die Temperaturen geringer werden, es sei denn, daß starker Wind die Taukondensation verhindert. Bei genügender Feuchtigkeit im Boden und durch Tau genügt zu dieser Zeit meist eine entsprechende Temperatur, was natürlich nicht besagen soll, daß Niederschläge sich nicht steigernd auswirken. In der ersten Novemberhälfte 1949 waren mehrfach stärkere Fröste zu verzeichnen, und das Pilzwachstum war bereits auf den Nullpunkt herabgesunken. In der zweiten Monatshälfte erfolgte ein stärkerer Föhneinbruch mit Temperaturanstieg, die Pilzkurve stieg nochmals bis auf 36 an!

Betrachtet man die Formen der Niederschlagskurven und Pilzkurven, so zeigt sich schön die Parallelität. Doch läuft die Niederschlagskurve etwas voraus, im


1948 Windtage mit
1949 Stärke über 3 <
+30°
+20°
+10°
0°
-10°
Arten-
zahl u.
mm
Nieder-
schlag
300
80
60
40
20
200
80
60
40
20
100
80
60
40
20
10. 20. 30. 10. 20. 30. 10. 20. 30. 10. 20. 30. 10. 20. 30. 10. 20. 30. 10. 20. 30. 10. 20. 30. 10. 20. 30. 10. 20. 30. 10. 20. 30. 10. 20. 30.
I. II. III. IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII.

Frühjahr und Sommer weniger, im Herbst stärker, von 14 bis 60 Tage zunehmend! Diese Verschiebung folgt aus der verschieden langen Entwicklungsdauer der einzelnen Pilzarten. Im Frühjahr und Frühsommer treten die Großpilze noch verhältnismäßig etwas zurück, die Kleinpilze entwickeln sich rascher nach Regen. Im Mai und Juni 1949 stellten einen großen Teil der Pilzarten die Gattungen *Mycena*, *Rhodophyllus*, *Inocybe* und ähnliche. Im Herbst genügen für diese Arten schon geringe Niederschläge, während dann für die Masse der Großpilze (*Cortinarius ss., lat. Tricholoma usw.*) die Niederschläge von Wochen vorher wirksam werden können, vorausgesetzt, daß der Herbst selbst nicht sehr trocken ist. Nach meiner Ansicht ist nämlich für die Entwicklung der Großpilze eine zweimalige stärkere Feuchtigkeitsperiode nötig, nämlich zur Zeit der ersten Entwicklung der Fruchtkörperanlage und dann vor allem bei der Streckungsphase. Bleibt eine der beiden Feuchtigkeitsperioden aus, so kann die Bildung von Fruchtkörpern auch bei noch so günstig erscheinender Witterung ausbleiben. Sie kann sich aber auch über Monate hinaus verzögern. Der Juli und August 1942 waren in Tirol recht feucht, der September und Oktober trocken, ja fast niederschlagsfrei. Die Folge war das völlige Ausbleiben der Spätherbstpilze. Als aber im Mai und Juni 1943 stärkere Regenfälle einsetzten, erschienen plötzlich um den 20. Juni die ganzen Spätherbstpilze, also zu einer völlig abnormalen Zeit. Man muß also annehmen, daß die Anlagen bereits im Jahre 1942 im Juli und August entstanden sind und dann die Weiterentwicklung einstellten, bis günstige Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen einsetzten. Daß eine derartige Unterbrechung und spätere Fortsetzung der Entwicklung möglich ist, bewiesen mir Kulturversuche mit *Coprinus hansenii* und anderen Arten.

Für Morchelarten und *Hygrophorus marzuolus* scheinen ein niederschlagsreicher Spätherbst des Vorjahres zur Anlage nötig zu sein (Nov. 1947 107 mm, Dez. 68,4 mm), ferner ein schneereicher Winter, um die im Frühjahr nötige Feuchtigkeit zur Streckungsphase zu gewährleisten. (Jän. + Febr. 1948 200 mm!). Im März, April und Mai war dementsprechend die Quantität der genannten Arten sehr groß. Umgekehrt war sie im Frühjahr 1949 nur sehr gering, da nur schwache Niederschläge im Spätherbst und Winter vorausgegangen waren (Nov. + Dez. 1948 37 mm, Jan. + Febr. 1949 65 mm!). Ähnliche Beobachtungen wiederholten sich dann in den folgenden Jahren.

Ein weiteres Beispiel bietet die Masse der *Russula*-Arten, für deren normale Entwicklung mir ein feuchter Mai (oder Juni) ausschlaggebend scheint. Ist dies der Fall, so erreichen sie im Juli und August (Beginn oft schon Ende Juni) ihr Entwicklungsmaximum. So war es zum Beispiel 1943 und auch 1949. 1948, sonst ein sehr gutes Pilzjahr, hatte einen trockenen Mai. Die Folge war ein fast völliges Fehlen von sonst massenhaft auftretenden *Russula*-Arten, oder sie erschienen erst sehr spät (September und Oktober) und dann nur in verhältnismäßig geringer

---

◄

Fig. 9. Pilzwachstum und Klima in der Umgebung Innsbrucks in den Jahren 1948 und 1949. Anzahl der Pilzarten 1948 _____, 1949 _ _ _ _. Niederschläge 1948 _ _ _ _, 1949 ..... Temperaturen 1948 ▨, 1949 □ (die Obergrenze der Flächen gibt jeweils für 5 Tage die durchschnittlichen Maximumwerte, die Untergrenze die Minimumwerte an.

Anzahl. Ähnlich liegen die Bedingungen für die meisten Röhrlinge, und es ließen sich zahlreiche weitere Beispiele herausarbeiten. Ich verweise hier auch auf die Arbeit von K. Sprongl (1949), der aus dem Gaadener-Becken ähnliche Beispiele bringt. Auch Wilkins und Patrick (1939) und Wilkins und Harris (1946) haben diese Verhältnisse auf einer Versuchsfläche eingehend studiert und als minimale Bodenfeuchtigkeit, bei der überhaupt eine Fruchtkörperbildung möglich ist, 20 %, als Minimaltemperatur ca. 5° C gefunden, Bedingungen, die aber nur für wenige Arten ausreichend sind.

Die Beobachtung, daß zahlreiche kleinere Pilze vor allem der Wiesengesellschaften besonders zahlreich im Herbst auftreten, zu einer Zeit, wo die Taukondensation an Intensität zunimmt, legte mir den Gedanken nahe, daß die Pilze auch mit der Oberfläche in der Lage sind, Wasser aufzunehmen und so tagsüber erlittene Verluste auszugleichen. Daß der Tau (vor allem auch die innere Taubildung des Bodens) durch Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit wirksam werden kann, ergibt sich von selbst. Ich werde in einem anderen Artikel auf diese Fragen noch genauer eingehen. In der folgenden Tabelle sind einige Beispiele für die Wasseraufnahme-Geschwindigkeit über Stiel und Hut gegeben. Zum Versuch wurden Fruchtkörper verwendet, die vom normal turgeszenten Zustand weg 10 % Gewichtsverlust erlitten hatten.

Aufnahme durch:

	Stiel				Hut			
Minuten	0	4	10	30	0	4	10	30
Hygrocybe laeta								
Gewicht ..... g	0,54	0,56	0,72	0,80	0,52	0,62	0,74	0,81
Zunahme ..... %		3,7	33,33	48,14		19,23	42,3	55,76
Rhodophyllus serrulatus								
Gewicht ..... g	1,18		1,27	1,30	1,07		1,23	1,27
Zunahme ..... %			7,62	10,17			14,95	18,69
Phlegmacium balteatocumatile								
Gewicht ..... g	121,3		122,2	122,9	82,4		84,2	85,8
Zunahme ..... %			0,74	1,31			2,18	4,12
Hydrocybe biformis								
Gewicht ..... g	2,57		2,81	2,91	1,97		2,43	2,62
Zunahme ..... %			9,2	13,2			23,2	32,9

Es zeigt sich, daß in allen Fällen, wo eine solche erfolgen kann, die Aufnahme durch den Hut wesentlich größer ist (schon allein durch die größere aufnehmende Oberfläche erklärbar). Es sollte damit gezeigt werden, daß Wasseraufnahme in umgekehrter Richtung genau so möglich ist. Es geht aber auch aus der Tabelle hervor, daß mit zunehmendem Gewicht und Volumen die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme sowohl über Stiel als auch Hutoberfläche wesentlich absinkt. Kleine Pilze können also viel rascher ihr Wasserdefizit decken, erleiden allerdings auch viel raschere Wasserverluste. Die Wasseraufnahme durch den Hut ist in den

ersten Zeitabschnitten hoch und sinkt dann ab, durch den Stiel hingegen kommt sie erst nach einigen Minuten richtig in Gang.

Es ergibt sich also daraus, daß der Pilz zur Aufrechterhaltung seines Turgeszenzzustandes sowohl das Wasser des Bodens, als auch durch seine Oberfläche die Niederschläge in Form von Tau und Regen ausnützen kann.

Es knüpft sich daran die Frage nach der Wasserleitung im Pilzfruchtkörper.

Wasserleitung im Fruchtkörper und anatomischer Bau

Während im Mycelium der Wasserleitung die Aufgabe des Nährstofftransportes zukommt und der Wassertransport durch Diffusion oder in Gefäßhyphen (wie solche ja verschiedentlich aus Mycelsträngen bekannt sind) erfolgt, kommt dem Wasser im Fruchtkörper diese Aufgabe nur noch teilweise zu. Der größere Teil des Wassers hat hier die Aufgabe der Aufrechterhaltung des Turgeszenzzustandes, der meist erst eine geregelte Sporenausstreuung erlaubt. Der Transport des Wassers dürfte auch im Fruchtkörper zum Teil durch Diffusion erfolgen, der Hauptanteil entfällt jedoch auf rein kapillare Leitung, wie dies Färbeversuche in der Art Pieschels (1924) recht gut zeigen, soweit die Pilze die Farbstoffe überhaupt aufnehmen. Die von uns ausgeführten Untersuchungen bestätigen ziemlich genau die Typen Pieschels, lediglich die Type 5 konnten wir nicht feststellen. Dementsprechend unterscheiden wir:

1. Wasserleitung im ganzen Stielquerschnitt gleichmäßig: *Tricholoma terreum, pardinum, columbetta, Lepista nuda, Lyophyllum gambosum, Tricholomopsis rutilans, Oudemansiella platyphylla, Cystoderma carcharias, amiantinum, Hygrophorus eburneus, pennarius, gliocyclus, pudorinus, erubescens, Lactarius rufus (?), Pholiota carbonaria (?).*

2. Transport nur in einer äußeren Trichodermlage des Stieles: *Marasmius oreades, urens, fuscopurpureus.* Dabei war die Leitung ziemlich schwach. Demgegenüber war es im Versuch bei den glattstieligen Arten (*Marasmius scorodonius, bulliardi, rotula, wynnei* u. a.) niemals möglich, einen Wassertransport durch den Stiel nachzuweisen, während diese Arten ungemein leicht Wasser mit der Hutoberfläche aufnehmen und auch in feuchter Luft sehr hygroskopisch sind.

3. Leitung bevorzugt im Markzylinder: *Agrocybe praecox, dura* und *sphaleromorpha, Pholiota squarrosa, Hydrocybe triformis, biformis bivela, armillata, erythrina, angulosa, isabellina, Pholiotina funariophila, Clitocybe infundibuliformis, Omphalina philonotis* (in früher Jugend, dann hohlstielig!), *Collybia dryophila, Anellaria semiovata, Panaeolus fimicolus* (nur jung!), *Camarophyllus niveus* und *virgineus* (vielleicht fast alle hygrophanen Arten?).

4. Rindenschicht allein bevorzugt leitend: *Leucoagaricus pudicus, Macrolepiota procera, rhacodes* und *olivascens.*

Der 1. und 3. Typus, sicherlich auch die ökonomischsten, sind am stärksten verbreitet. Freilich sind ganz allgemein auch Übergänge zu finden, und es wirken sich wohl auch Alterszustände verschiebend aus.

Für die Größenordnung des Wassertransportes in einem Fruchtkörper ist maßgeblich die Struktur der Stieltrama verantwortlich. Bei zahlreichen Pilzen ist diese aus streng parallelen Hyphen aufgebaut, so daß die Interzellularräume ziemlich gradlinig verlaufen. Die Größe der Interzellularen hängt weitgehend von

der Dicke der Hyphen ab. Stiele mit schmalen Hyphen weisen meist enge Interzellularräume auf, dafür in größerer Anzahl. Bei Zunahme der Hyphendicke nimmt häufig auch die Größe der Interzellularräume zu, deren Zahl jedoch ab. Der erste Typus (Beispiel meiste *Galerina*-Arten) scheint durch leichtere und raschere Steigfähigkeit des Wassers entschieden im Vorteil. Bei einer Anzahl von Pilzen mit weitlumigen Interzellularen wird der Raum durch oft zahlreiche Konnektivhyphen (dünn) verringert (zum Beispiel verschiedene nicht hygrophane *Cortinariaceen* und *Coprinus*-Arten.)

Häufig finden sich an ausgewachsenen Fruchtkörpern große Markhohlräume, die bisweilen (*Amanita*, *Coprinus*, *Macrolepiota*) mehrere mm und selbst 1 cm Durchmesser erreichen können. Diese sind, sofern sie nicht allzu groß sind, häufig mit Wasser gefüllt (besonders bei *Coprinus*). Diese Räume dienen aber lediglich als Wasserspeicher und gehen an leitendem Querschnitt verloren.

Bei anderen Arten kommen erweiterte Interzellularen durch lockere Verflechtung der Hyphen zustande, was ebenfalls in einer Verlangsamung des Wassertransportes resultieren kann. Umgekehrt ist bei *Catathelasma imperiale* gerade durch sehr dichte Verflechtung eine Armut an Interzellularen entstanden, was ebenfalls transpirationsvermindernd wirkt.

Anders verhält sich das locker-schwammige Gewebe hygrophaner Pilze, zum Beispiel *Hydrocybe*. Dieses ist reich an Interzellularräumen, die bei feuchtem Wetter mit Wasser vollgesogen sind (ohne wesentlich zu leiten), bei Trockenheit aber lediglich Luft enthalten. Die Interzellularräume dieses Typs können 20–30 μ messen (nie jedoch in der hier hauptsächlich leitenden Rindenschicht!), und bisweilen entsteht im Alter auch hier eine Markhöhle.

Bei manchen *Marasmius*-Arten, die dem Leitungstyp 2 folgen, sind ausgesprochen interzellulararme Gewebe im Stiel vorhanden, mit Ausnahme von saugfähigen Hohlräumen in einer äußeren Trichodermschicht, während der Stiel meist innen hohl ist.

Die Leitungstypen beruhen auf der Verteilung der Interzellularen: Typ 1 bei gleichmäßiger Struktur des ganzen Stielquerschnittes, Typ 2 saugfähige Hohlräume in der äußeren Trichodermschicht, Typ 3 dicht gebaute Rindenschicht mit lockerem Markzylinder, Typ 4 sehr lockeres Markgewebe (das Steighöhen wie bei *M. procera* von 20 cm und mehr nicht mehr zu leisten vermag) mit festerer Rindenschicht, die allein die Wasserversorgung gewährleisten muß.

Einen Sonderfall stellen noch die Täublinge mit bekannt schwacher Saugkraft dar, bei denen das Fleisch zum großen Teil aus rundlichen Zellen (Globozysten) und dazwischen eingestreuten Harzgängen besteht, außerdem oft noch mit großem Markhohlraum (geringe Transpiration!).

Discomyceten besitzen ebenfalls kugelige Zellstrukturen, leiten aber besser Wasser infolge zarterer Strukturen und kleinerer Interzellularen. Wenn Morcheln trotzdem nur eine geringe Transpiration aufweisen, so infolge des geringen Leitungsquerschnittes des Stieles (bei sehr großem Hohlraum). Die Stielwand ist nur 2–3 mm dick, und davon leiten nur die beiden 600–700 μ dicken Randschichten gut, die ziemlich dicht aus rundlichen Zellen mit Konnektivhyphen gebaut sind, während die ca. 300 μ dicke Mittelschicht aus einem sehr lockeren, hyphigen Geflecht infolge der großen Interzellularen nur schlecht, wenn überhaupt leitet.

Bei Gallertpilzen erfolgt die Wasseraufnahme durch Imbibition, und derartige Gallerten (*Tremellaceen* u. a.) können Wasser oft ziemlich zäh festhalten.

Strukturänderungen mit dem Alter wirken sich nicht unwesentlich auf die Transpiration aus. *Macrolepiota procera* hat in der Jugend 25–30 μ dicke Stielhyphen, im Alter nur noch 10–15 μ dicke, im Markgewebe jung 6–10 μ dicke, alt sind diese abgestorben und es finden sich nur spinnwebige Fäden von 1–3 μ Dicke. Die transpirierende Oberfläche hat sich jedoch vervielfacht.

Von den drei wesentlichsten Huthauttypen (zellig, hyphig-irregulär, hyphig-parallel) setzen die beiden lockergewebigen Strukturen der Wasserabgabe geringeren Widerstand entgegen. Dasselbe gilt für die Hutdeckschichten. Ich werde auf diese Fragen jedoch in einem folgenden Artikel über den Transpirationsschutz bei höheren Pilzen näher eingehen.

Literatur

Bonnier, G., u. Mangin, L., 1884. Recherches sur la respiration et la transpiration des champignons. Ann. Sc. Natur., sér. VI, t. XVII, 210–305.

Borris, H., 1934 a. Beiträge zur Wachstums- und Entwicklungsphysiologie der Fruchtkörper von Coprinus lagopus. Planta 22, 28–69.

– 1934 b. Über den Einfluß äußerer Faktoren auf Wachstum und Entwicklung der Fruchtkörper von Coprinus lagopus. Ebenda, p. 644–684.

Braunholz, K., 1928. Über die physiologische Bedeutung des Hautgewebes der höheren Pilze. Arch. f. Protistenkunde, 63, 261–321.

Knoll, F., 1912 a. Untersuchungen über den Bau und die Funktion der Cystiden und verwandter Organe. Jahrb. f. wiss. Botanik, 50, p. 453–501.

– 1912 b. Über die Abscheidung von Flüssigkeit an und in den Fruchtkörpern verschiedener Hymenomyceten. Ber. D. Bot. Ges. XXX, 36–44.

Lakon, B. G., Die Bedingungen der Fruchtkörperbildung bei Coprinus. Ann. Myc. V, 1907, p. 155–176.

Pieschel, E., 1924. Über die Transpiration und die Wasserversorgung der Hymenomyceten. Bot. Archiv VIII., p. 64–104.

Schenk, E., 1919. Die Fruchtkörperbildung bei einigen Bolbitius- und Coprinus-Arten. Beih. Bot. Zentralbl. Bd. 36, I., p. 355.

Seybold, A., 1932. Weitere Beiträge zur Transpirationsanalyse. IV. Über die Transpiration der Hutpilze. Planta 16, 518–525.

Sprongl, K., 1949. Witterung und Pilzwachstum in den Frühsommern 1947 und 1948. Wetter u. Leben, 2, p. 62–68.

Wilkins, W. E., und Harris, G. C. M., 1946. The ecology of the larger fungi. V. An investigation into the influence of rainfall and temperature on the seasonal production of fungi in a beechwood and a pinewood. Ann. appl. Biol. 33, 179–188.

– und Patrick, Sh. H. M., 1939. The ecology ... III. Constancy and frequency of grassland species with special reference to soil types. Ebenda, Bd. 26, p. 25–46.

TOTENTAFEL

Am 9. Juli 1962 haben wir unseren lieben Pilzlerfreund

Herrn Oskar Renner-Steiner

wohnhaft gewesen in Unterkulm, in seinem 54. Lebensjahr durch den Tod (Herzschlag) verloren. Der Verstorbene war seit 1952 Mitglied und seit 1958 Aktuar. Wir bitten, des lieben Verstorbenen ehrend zu gedenken. Den Angehörigen entbieten wir auch an dieser Stelle unser herzliches Beileid. *Verein für Pilzkunde Wynental*