

Zur Fruchtkörperbildung höherer Pilze in künstlicher Kultur

Von W. Rawald*

Mit 2 Abbildungen

Die Fruchtkörperbildung der höheren Pilze ist bis zum heutigen Tage in ihren Beziehungen und Abhängigkeiten noch weitgehend unbekannt. Das trifft besonders für die Kultur unter künstlichen Bedingungen zu, bei der es noch nicht gelungen ist, die Fruchtkörperbildung der höheren Pilze nach Wunsch herbeizuführen. Wohl gibt es einige Arten wie *Flammulina velutipes* (Curt. ex Fr.) Sing. oder *Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff. ex Fr.) Sing. et Smith, die auf synthetischem Nährboden, und einige andere Arten wie *Panus tigrinus* (Bull. ex Fr.) Sing., *Gymnopilus spectabilis* (Fr.) Sing. und *Nematoloma sublateralium* (Fr.) Karst., die auf natürlichen Substraten häufig fruktifizieren. Aber auch bei diesen Arten konnte bisher nicht festgestellt werden, welchen Bedingungen diese Erscheinung unterliegt; und es ist erst recht nicht gelungen, Bedingungen herauszufinden, die die Fruchtkörperbildung bei anderen, nicht als fruktifizierend bekannt gewordenen Arten anregen können.

O. Brefeld (1908) beobachtete, daß Holzerstörer, die zur Fruktifikation neigen, in künstlicher Kultur vornehmlich dann Fruchtkörper ausbilden, wenn ihnen Brot oder Holz als Nährsubstrat angeboten werden. Die Beobachtung Brefelds, daß die Fruchtkörperbildung vor allem mit dem Wassergehalt des Substrates in Beziehung steht, fand Falck (nach Bavendamm 1939) bestätigt; denn er beobachtete, daß Feuchtigkeit in jedem Falle eine notwendige Voraussetzung sei, und empfahl, gegebenenfalls feuchte Kammern zu verwenden. Das Entstehen bizarrer Formen führte dieser Autor auf fehlende Beleuchtung zurück. Gute Erfahrungen mit gedämpftem Holz machte in dieser Hinsicht C. Rumbold (1908). Bavendamm (1939) vermutet, daß folgende Faktoren eine Induktion der Fruchtkörperbildung bewirken können: Beleuchtungsverhältnisse, Transpirationsbedingungen, Substraterschöpfung, Temperaturveränderungen usw. Auch Melin (1923) vertritt die Auffassung, daß der Pilzorganismus im Stadium der Fruchtkörperbildung größere Feuchtigkeitsmengen, verstärkte Lichtintensität usw. benötigt; freilich sei daraus kein Rückschluß auf das Myzelwachstum möglich.

Die Fruchtkörperbildung der Mykorrhizapilze scheint besonderen Abhängigkeiten zu unterliegen. L. G. Romell (1938) unternahm es, in einer Waldparzelle die Baumwurzeln abzuschlagen, und bemerkte, daß im folgenden Jahr eine wesentlich geringere Anzahl von Fruchtkörpern solcher Arten, die als Mykorrhizabildner zu gelten haben, anzutreffen war. Klimatische und ähnliche Bedingungen können diesen Effekt nicht hervorgerufen haben, da in einer Vergleichsparzelle, in der solche einschneidende Veränderungen nicht unternommen wurden, ein wesentlich größeres Aufkommen an Fruchtkörpern vorhanden war. Andererseits konnte Klushnik (1952) in Pflanznestern alter und neu angelegter Waldschutzstreifen ein außerordentlich starkes, über das der Umgebung weit hinausgehendes Aufkommen an Fruchtkörpern von Mykorrhizapilzen beobachten. Außerdem gelang es diesem Autor, Verbindungshyphen zwischen Fruchtkörpern und mykorrhizierten Wurzeln nachzuweisen. Wenn auch Dominik und Pachlewski (1956) die Meinung vertreten, daß das Aufkommen an Fruchtkörpern bestimmter Pilzarten noch keinen Rückschluß auf den Umfang der Mykorrhizabildung von Pflanzen zulasse, so muß man doch angesichts solcher Beobachtungen eine Beziehung zwischen der Fruchtkörperbildung und der Mykorrhizabildung durch entsprechende Pilzarten annehmen.

Ungeachtet dessen bereitet es außerordentliche Schwierigkeiten, bzw. ist es noch nicht gelungen, mykorrhizabildende Pilze in der Laborkultur zur Fruktifikation zu bringen. So gelang es weder Fuchs (1911) bei *Lepista personata*, einem Wiesenpilz, noch Santos de Azevedo (1941) trotz Gewährleistung optimaler Bedingungen bei Stämmen von Mykor-

* Aus dem Institut für Spezielle Botanik der Universität Jena (Direktor: Prof. Dr. O. Schwarz).

rhizapilzen, die aus *Pinus pinaster* isoliert wurden, Fruchtkörper zu erzielen. Auch Sprau (1937) vermochte trotz Veränderungen der Kulturbedingungen und des Nährstoffangebotes nicht, Stämme von Mykorrhizapilzen, die aus *Orchis mascula* isoliert wurden, zur Fruktifikation zu bringen. Man mußte sich hiernach tatsächlich der Meinung von Tschastuchin (1930) anschließen, daß Mykorrhizapilze in Reinkultur keine Fruchtkörper ausbilden, obgleich Modess (1941) von einer in der Laborkultur erhaltenen Kümmerform eines Fruchtkörpers berichtet, die allerdings nicht sporulierte.

Fragt man nach den Ursachen, die für den Eintritt des Fruktifikationsstadiums verantwortlich sind, so findet man ebenso zahlreiche wie unterschiedliche Antworten. Die einen Autoren sehen das entscheidende Moment in der Versorgung des Myzels durch die Wurzeln mit Kohlenhydraten (z. B. Björkman 1949); zuweilen sind sie sogar geneigt, die Tatsache, daß die Fruchtkörperbildung vielfach gegen Ende der Vegetationsperiode eintritt, darauf zurückzuführen, daß zu diesem Zeitpunkt das Wachstum der Holzpflanzen, d. h. der Mykorrhizapartner, abgeschlossen ist und in die Wurzelgewebe reichliche Reservestoffmengen eingelagert sind. Dieser Annahme widerspricht aber, wie Rubin und Obrutschewa (1955) sehr richtig bemerken (und das erbrachten auch die eigenen Untersuchungen), daß in der künstlichen Kultur bei breiter Variierung der Kohlenstoffquellen die Myzelien der Mykorrhizapilze ebensowenig fruktifizieren wie die der nicht zur Mykorrhizabildung geeigneten Arten. Chudjakow (1952) sieht die Ursache in der Versorgung des Myzels mit Aminosäuren oder Oxyssäuren. Andere Autoren dagegen sehen die Schwierigkeit der Fruktifikation dieser Pilze in der Abhängigkeit von der Versorgung mit bestimmten Wirkstoffen; Melin (1925) spricht auch in diesem Zusammenhange von Phosphatiden, die von keimenden Samen ausgeschieden werden. Insgesamt weist die Literatur aus, daß mehrere Ansichten existieren, die jedoch nicht durch experimentell gewonnene Ergebnisse zu stützen sind.

Die eigenen langfristigen Beobachtungen in dieser Hinsicht erstrecken sich auf sämtliche verfügbaren ca. 90 *Tricholoma* (ss. lat.)-Stämme, von denen nur zwei zuweilen fruktifizierten: 1 Stamm *Tricholomopsis rutilans* (Schaeff. ex Fr.) Sing. (7) und 1 Stamm *Lycophyllum conglobatum* (Vitt.) (34). Diese Untersuchungen zur Fruchtkörperbildung der *Tricholoma*-Arten umfassen eine langfristige Beobachtung der Stammkulturen, eine Auswertung der Versuche zur Physiologie der *Tricholomen* sowie eigens dafür durchgeführte kleinere Versuche. Aus nahezu allen mit anderer Zielsetzung angestellten Versuchen wurden Kolben oder Schalen ausgewählt, die nach Abschluß des betreffenden Versuches weiterkultiviert und gegebenenfalls durch geeignete Maßnahmen (Paraffin-Verschuß, feuchte Kammern usw.) gegen übermäßiges Austrocknen geschützt wurden.

Insgesamt wurde auf diese Weise die Abhängigkeit der *Tricholoma*-Fruchtkörperbildung von folgenden Faktoren untersucht (Rawald 1962; a—f):

- Temperaturschock (auch Unterkühlung),
 - Kultur unter verschiedenen Temperaturbedingungen (3—35° C),
 - Nährstoffkonzentration (das 0,1- bis 25-fache der normalen Konzentration),
 - Variation der Nährbodenkomponenten (21 Stickstoffquellen, 12 Kohlenstoffquellen),
 - Nährbodenkonsistenz (gelatinös—flüssig),
 - Beleuchtungsverhältnisse,
 - Feuchtigkeitsanteil gelatinöser Nährböden,
 - Wachstumsstimulatoren (in Form von Extrakten, 10 reinen Vitaminen, 22 natürlichen Substraten, Hefepreßsäften),
 - Verletzung des Myzels,
 - Alterung des Myzels,
 - Wasserstoffionen-Konzentration (p_H 3,0—8,5)
- und schließlich
- gemeinsame sterile und halbsterile Kultur mit Koniferen-Sämlingen (Kiefer, Fichte, Lärche).

Die Beobachtungen an dem relativ großen Bestand von *Tricholoma*-Stämmen (ss. lat.), die unterschiedlichen ökologischen Gruppen zugehören und infolgedessen mykorrhizabildende und nicht-mykorrhizabildende Arten umfassen, führten zu dem Ergebnis, daß — wie gesagt — nur jeweils 1 Stamm von *Tricholomopsis rutilans* (7) und *Lyophyllum conglobatum* (34) in der künstlichen Kultur Fruchtkörper erzeugen können. Andere Herkünfte derselben Arten vermögen dies nicht und bilden nicht einmal Fruchtkörperansätze, sog. Initialen, aus, wie sie z. B. bei *Pholiota*-Arten unter bestimmten Bedingungen erscheinen.

Es zeigt sich, daß Fruchtkörper in Schräg-Agarröhrchen vornehmlich dort auftreten, wo die Agarschicht dünner ist und infolgedessen schneller austrocknet, als es in dem restlichen Teil des Röhrchens der Fall ist. Andererseits sind Fruchtkörper relativ häufig in alten, überständigen Agarkulturen und am Rande der Kultur zu beobachten, nämlich dort, wo das Myzel auf die Gefäßwand auftritt. Andere Beziehungen waren nicht festzustellen.

In den Freiland-Synthesekulturen, in denen nachweislich starke Mykorrhizabildung vorhanden war, wurden Fruchtkörper in keinem einzigen Falle beobachtet.

Auch folgendes verdient noch erwähnt zu werden: Der fruchtkörperbildende Stamm von *Lyophyllum conglobatum* (34) neigt zur Ausbildung monströser Fruchtkörperformen (Abb. 1 links), bildet zuweilen aber auch reguläre, allerdings außerordentlich kleine Fruchtkörper aus (Abb. 1 rechts). Der fruktifizierende Stamm von *Tricholomopsis rutilans* (7)

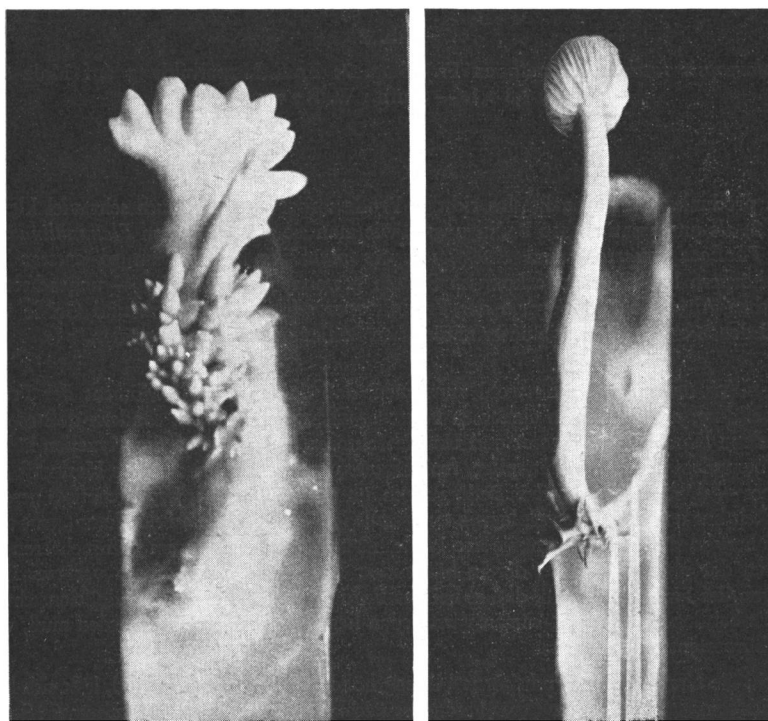


Abb. 1

Lyophyllum conglobatum (Vitt.) 34 in Schräg-Agarröhrchen auf VR-Agar: Links monströse Fruchtkörper und Fruchtkörper-Initialen, ca. 2 : 1; rechts gut ausgebildeter Fruchtkörper, ca. 1,2 : 1. — Aufn.: W. Rawald.



Abb. 2

Tricholomopsis rutilans (Schaeff. ex Fr.) Sing. 7: Fruchtkörperbildung auf Malz-Agar, ca. 1,8 : 1. — Aufn.: W. Rawald.

jedoch produziert fast ausnahmslos richtige Fruchtkörper — wenn auch sehr viel kleinere (Abb. 2) als unter natürlichen Bedingungen, wie man sie z. B. auch von *Flammulina velutipes*, *Pholiota squarrosa* und *Kuehneromyces mutabilis* kennt. Von so entstandenen Fruchtkörpern beider Stämme konnten Sporen gewonnen werden, die — ungeachtet der atypischen Ausmaße und Formen der Fruchtkörper selbst — in Form und GröÙe weitgehend denen entsprachen, die unter natürlichen Bedingungen erzeugt werden.

Angesichts dessen muß man wohl annehmen, daß das auslösende Moment der Fruchtkörperbildung nicht in einem einzelnen Faktor gesucht werden darf, sondern daß es einer bestimmten Kombination innerer und Umweltfaktoren bedarf, wenn die Myzelien höherer Pilze, besonders der Mykorrhizapilze, fruktifizieren sollen. Daß hierbei die Herkunft eines Stammes — d. h. die ökologischen Bedingungen, unter denen er sich, phylogenetisch gesehen, entwickelt hat und auf die er biologisch eingestellt ist — eine Rolle spielen kann, geht schon daraus hervor, daß es jeweils nur eine Herkunft bzw. nur ein Stamm von mehreren verfügbaren der gleichen Art ist, der in künstlicher Kultur zu fruktifizieren vermag. Es ist nicht von der Hand zu weisen, daß es bei der Fruchtkörperbildung eine Induktionsschwelle gibt, die bei den einzelnen Stämmen verschieden liegt, die aber erreicht werden muß, wenn Fruchtkörper entstehen sollen.

Worin die Ursachen der Fruchtkörperbildung höherer Pilze zu suchen sind, läßt sich heute noch nicht entscheiden. Es kann eine besonders reichliche Versorgung mit bestimmten Stoffen sein; es können aber auch Mangelfaktoren mitwirken, die das Myzel zur Fruchtkörperbildung umstimmen. Vielleicht spielt auch die Alterung der Myzelien dabei eine Rolle. Die Ursachen der Fruktifikation in künstlicher Kultur ausschließlich in einer Verletzung des Myzels oder in ähnlichem suchen zu wollen, erscheint nach dem vorliegenden Material unangebracht.

Literatur:

- Bavendamm, W.: Erkennen, Nachweis und Kultur der holzerstörenden Pilze. In E. Abderhalden: Handbuch d. biol. Arbeitsmeth. XII/2; 1939.
- Björkman, E.: The ecological significance of the ectotrophic mycorrhizal association in forest trees. — Sv. Bot. Tidskr. 43/2—3: 223; 1949.
- Brefeld, O.: Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie, 14: Die Kultur der Pilze. — Münster 1908.
- Chudjakow, J. P.: Zur Physiologie der Mykotrophie von Hölzern (russ.). — Tr. kompl. n. exp. po vopr. pol. lesorazv. 2/2: 47; 1952.
- Dominik, T., und Pachlewski, R.: Untersuchungen über den Mykotrophismus der Pflanzenassoziationen der unteren Waldstufe im Tatragebirge. — Acta Soc. Bot. Pol. 25: 3, 26; 1956.
- Fuchs, I.: Über die Beziehungen von *Agaricineen* und anderen humusbewohnenden Pilzen zur Mykorrhizabildung. — Bibl. Bot. 19; 1911.
- Klushnik, P. J.: Pilzarten, die Mykorrhiza der Eiche hervorrufen (russ.). — Lesnoe chozjajstvo 8: 63—65; 1952.
- Melin, E.: Experimentelle Untersuchungen über die Birken- und Espenmykorrhizen und ihre Pilzsymbionten. — Sv. Bot. Tidskr. 17: 1923.
- Melin, E.: Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. — Jena 1925.
- Modess, O.: Zur Kenntnis der Mykorrhizabildner von Kiefer und Fichte. — Symb. Bot. Upps. 5/1; 1941.
- Rawald, W.: Zur Abhängigkeit des Myzelwachstums höherer Pilze von der Versorgung mit Kohlenhydraten. — Z. f. Allg. Mikr.; 1962 (a).
- Rawald, W.: Über die Bedeutung wasserlöslicher Vitamine für das Myzelwachstum höherer Pilze. — Arch. f. Mikr.; 1962 (b).
- Rawald, W.: Über extrazelluläre Wirkungen höherer Pilze. — Mykorrhiza (Intern. Myk.-Symp. Weimar 1960); Jena 1962 (c).
- Rawald, W.: Untersuchungen zur Stickstoffernährung der höheren Pilze. — Mykorrhiza (Intern. Myk.-Symp. Weimar 1960); Jena 1962 (d).
- Rawald, W.: Das Myzelwachstum höherer Pilze in seinen Beziehungen zu natürlichen Substraten und deren Extrakten. — Arch. f. Forstw.; im Druck (e).
- Rawald, W.: Beiträge zur künstlichen Kultur höherer Pilze. — Z. f. Allg. Mikr.; 1962 (f).
- Romell, L. G.: Ein Versuch zur Unterteilung eines Rottannenbestandes und seine Beziehung zu Problemen der Mykotrophie. — Sv. Bot. Tidskr. 32: 89; 1938.
- Rubin, B. A., und Obrutschewa, N. W.: Die Physiologie der mykotrophen Ernährung von Hölzern (russ.). — Uspechi sovr. biol. 2: 192—210; 1955.
- Rumbold, C.: Beiträge zur Kenntnis der Biologie holzerstörender Pilze. — Nw. Z. F. u. L. 6; 1908.
- Santos de Azevedo, N. F. dos: Grundlagen für das Studium der ektotrophen Mykorrhiza an *Pinus pinaster* (Port.). — Public. d. Direc. d. Serv. Florest. Aquic. 8/2: 65; 1941.
- Sprau, F.: Beiträge zur Mykorrhizafrage. — Jb. f. wiss. Bot. 85: 151—185; 1937.
- Tschastuchin, W. J.: Untersuchungen zur Physiologie der Pilze (russ.). — Mat. po mikr. i fitop. 2: 1—55; 1930.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Pilzkunde](#)

Jahr/Year: 1961

Band/Volume: [27_1961](#)

Autor(en)/Author(s): Rawald Wolfgang

Artikel/Article: [Zur Fruchtkörperbildung höherer Pilze in künstlicher Kultur 83-87](#)