

Unterricht unserer Schule – wie jeder andere mykologische Unterricht auch – ein wissenschaftlich-botanisches Fundament haben müsse. Das sei aber nur möglich, wenn schon im Kindesalter durch Heimatkunde und Heimatliebe das allgemeine biologische Verständnis geweckt werde. –

Der letzte Abend vereinte die Teilnehmer zum Abschiedsbeisammensein im Saal des »Luisenhofes« (Bad Weißer Hirsch). Persönliche Tischkarten – von Ella Depner mit frischgepreßten Moosen, Mykorrhizapflanzen und Waldblumen geschmückt – unterstrichen noch einmal das gegenseitige Einvernehmen, das während dieser Tagung mykologisch und menschlich zwischen in- und ausländischen Gästen geschaffen wurde. Für die einen machte sich Prof. Dr. Sörgel (Quedlinburg), für die anderen J. Moens (Antwerpen) zum Sprecher des Dankes an alle, die am Gelingen mithalfen. Als Ausklang zeigte Dr. A. Straus (Berlin) farbige Lichtbilder von früheren Mykologenkongressen in Ettlingen, Wien und Brüssel... So konnte Dr. Benedix die Deutsche Mykologentagung mit der Feststellung schließen, daß sie in jeder Hinsicht ihr Versprechen erfüllt habe, den Gedanken der Zusammenarbeit von Belgien her weiterzutragen bis zum Wiedersehen in Prag. –

»Zurückblickend auf Ihre Tagung muß ich Ihnen mitteilen«, schrieb Professor Lohwag am 8. Oktober 1957 aus Wien, »daß diese auf uns einen großen Eindruck hinterlassen hat und daß sie ein wirklicher Erfolg war.«

Mögen die nachstehenden Seiten dieses Urteil bestätigen helfen!*

B-x.

Wissenschaftliche Beiträge

Die lebende Zelle der Basidiomyceten

Von Manfred Girbardt **

Mit 2 Textfiguren und 1 Tafel (III)

Im allgemeinen ist für den Pilzsystematiker nur der ober- oder unterirdisch in Erscheinung tretende Fruchtkörper von Interesse. Das ihn aufbauende Geflecht von mehr oder weniger einförmigen Hyphen kann kaum für die Diagnostik herangezogen werden. Nur wenn Sonderbildungen des Mycel's wie Cystiden, Capillitiumfasern, Sphaerocysten usw. auftreten, kommt diesen der Wert eines systematischen Merkmals zu.

Wir sollten aber beim Anblick eines Fruchtkörpers nicht nur nach Besonderheiten suchen, um den Pilz taxonomisch einordnen zu können. Vielmehr sollten wir auch einmal daran denken, vor einer Naturerscheinung zu stehen, die nach dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens einfach als »Wunder« bezeichnet werden muß: Welch kompliziertes Zusammenspiel der verschiedensten Kräfte muß wirksam werden, um das einfache Mycel zur Ausbildung so hoch differenzierter Gebilde zu bewegen! Wie ist es möglich, daß zu bestimmten Zeiten und unter bestimmten Bedingungen die Hyphen sich zusammenschließen und Stiel, Hut, Hymenium, Farbstoffe usw. bilden? Über all das können wir vorläufig nur staunen und uns so recht der Begrenztheit unseres Wissens bewußt werden. Noch fehlen Mittel und Methoden, um tiefere Einblicke in das ablaufende Geschehen zu erlangen.

* Einen reich illustrierten Bericht dieser Tagung veröffentlichte auch Dr. Pilát in der »Česká Mykologie« XII/1 (1958).

** Aus dem Institut für Mikrobiologie und experimentelle Therapie Jena der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

Mit den hochentwickelten Phasenkontrast-Optiken sind uns jedoch die Mittel in die Hand gegeben, um wenigstens in die Verhältnisse bei den »einfachen« Hyphen eindringen zu können. Es ist ein beglückendes Gefühl, mitten hinein in das Lebensgetriebe der Zelle sehen zu können und zu erleben, wie sich nach langem Beobachten bestimmte Gesetzmäßigkeiten herauschälen. Man kann schwerlich beschreiben, wie dem Untersuchenden zu Mute ist, wenn die Zelle allmählich einige ihrer Geheimnisse preisgibt.

Das Mittel der Wahl, die lebenden Vorgänge einem großen Kreis zugänglich zu machen, ist das filmische Laufbild. Das geschriebene oder gesprochene Wort kann es nur notdürftig ersetzen. Im folgenden wird daher zum Teil auf die Filme verwiesen werden.

Der verwendete Pilz, *Polystictus (Trametes) versicolor* (L. ex Fr.), läßt sich leicht aus Sporen oder infiziertem Holz isolieren und auf Malzagar kultivieren. Für die mikroskopische Beobachtung werden Objektträger steril mit einer dünnen Schicht von Nähragar oder besser Nährgelatine (14–16%) überzogen. Auf diesen Objektträgern läßt man den Pilz in feuchten Kammern wachsen, bis er zur Beobachtung mit einem Deckglas bedeckt wird (1). Zum besseren Erkennen der Einzelheiten ist es unbedingt erforderlich, Phasenkontrasteinrichtungen zu verwenden und mit stärkster Vergrößerung (Ölimmersion 90×) zu arbeiten.

Vom Impfstück wachsen in Agar-Platten-Kulturen die Hyphen mehr oder weniger radial nach allen Seiten aus. Zur Untersuchung werden ausschließlich vegetative Dikaryohyphen des Pilzes verwendet, die durch Weiterimpfen von Mycelstücken vermehrt werden. Verfolgt man das Wachstum einer Hyphe, so zeigt sich, daß die Nebenhyphe stets hinter der Querwand der Haupthyphie auswächst und geringere Wachstumsgeschwindigkeit als die Haupthyphie hat (2).

Die Hyphen von *Polystictus versicolor* zeigen, wie die der meisten Pilze, ein ausgeprägtes Spitzenwachstum. Während bei höheren Pflanzen meist eine Streckungszone vorliegt, ist beim Pilz das Wachstum ausschließlich auf einen kleinen Bereich der Spitze beschränkt. Das heißt, die Gestalt der Hyphe wird endgültig durch das halbkugelförmige Ende festgelegt (3).

In der normal wachsenden Spitze jeder Hyphe von *Polystictus versicolor* liegt ein dunkler Körper, der Spitzenkörper genannt wird (Taf. III oben, Fig. a). Sehr viele *Basidiomyceten*-Arten haben einen solchen Spitzenkörper. Bisher wurde er bei 35 Arten gefunden (4). Er ist außerordentlich empfindlich gegen Störungen und löst sich bei Eingriffen irgendwelcher Art augenblicklich auf. Dies geschieht zu einem Zeitpunkt, in dem die anderen Zellorganellen noch keinerlei Reaktion zeigen. Man darf daher mit Sicherheit annehmen, daß die Zelle ungestört wächst, solange der Spitzenkörper sichtbar ist. Über seine chemische Natur und Funktion beim Wachstumsprozeß ist bisher nichts bekannt.

Bei Hyphenkrümmungen, wie sie extrem bei der Ausbildung des Schnallenauswuchses auftreten, liegt der Spitzenkörper vorübergehend exzentrisch. Die von ihm abgewandte Flanke der Hyphe wächst dann in verstärktem Maße, und auf diese Weise kommt die Krümmung zustande (Taf. III oben, Fig. b–d). Es war bisher nicht zu erkennen, auf welche Art von Reizen der Spitzenkörper mit einer Lageveränderung reagiert.

Das Plasma jeder einzelnen Zelle der Hyphe zeigt phasenoptisch einen deutlichen Unterschied zwischen Spitze und Basis. In der Spitze, also dem wachstumsfähigen Teil der Zelle, liegt phasenoptisch dunkles Plasma, d. h. solches mit einem hohen Gehalt an Trockengewichtssubstanz. Die optische Dichte nimmt in Richtung des basalen Teils der Zelle ab, was gleichbedeutend sein dürfte mit einer Zunahme an freiem Wasser. In dem basalen Teil bilden sich schließlich Vakuolen mit wäßrigem Inhalt (siehe z. B. auf Textabb. 1 e die Spitzenzelle!).

Interessant sind die Veränderungen des Plasmas während des Wachstums (Textabb. 1). Beim Studium dieser Veränderungen lernen wir gleichzeitig die Entwicklungsrhythmik der Pilzhypen kennen. Bei 1 a hat die konjugierte Kernteilung der Paarkerne stattgefunden, die Spitzenzelle hat 2, Schnalle und subterminale Zelle haben je 1 Kern erhalten. Die Kernteilung erfolgt in einem Plasma mittlerer Dichte (1 e). Sobald die Querwände

in Haupthyphe und Schnallenauswuchs fertiggestellt sind, differenziert sich das vorher einheitliche Plasma des Schnallenbereichs. Unterhalb der Querwände tritt eine Verdichtung, oberhalb eine Verdünnung des Plasmas ein (1 b). Die subterminale Zelle erhält damit einen wachstumsfähigen Pol, und das dichte Plasma bildet eine Nebenhyphe (1 c u. d).

Der Schnallenkern ist nach Auflösung der trennenden Wände in die subterminale

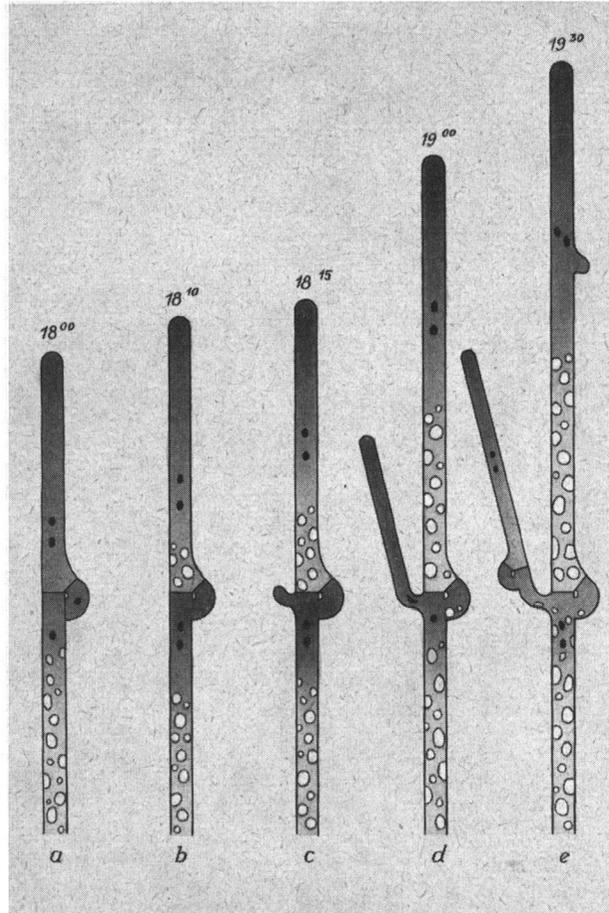


Abb. 1: Schema der Entwicklungsrhythmik von *Polystictus versicolor*. Die Schraffierung deutet die phasenoptisch sichtbare unterschiedliche Dichte des Plasmas an. Weitere Erklärung siehe Text! – Zeichnung: G i r b a r d t.

Zelle übergetreten (1 b), und nach einiger Zeit wandern beide Zellkerne in die Nebenhyphe ein (1 d). Hier bildet sich eine neue Schnalle, und die Kerne teilen sich. Nachdem die Querwände in dieser Schnallenregion fertiggestellt sind, kommt es an der inzwischen unbeflüßten weitergewachsenen Haupthyphe zur Bildung einer neuen Schnalle (1 e). Damit ist der Zyklus geschlossen, und die gleichen Vorgänge wiederholen sich. Zwischen 2 Schnallenbildungen an der Haupthyphe liegen etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden.

Die Zellkerne der Pilze sind lange Zeit Gegenstand heftiger Kontroversen gewesen. Es dreht sich dabei im wesentlichen um die Frage, ob er dem Kern höherer Organismen gleichwertig ist. Die Diskussionen hierüber sind noch nicht abgeschlossen, und es scheint, daß bei seiner Teilung andere Vorgänge als bei einer normalen Mitose ablaufen (5). Es wird jedoch noch geraume Zeit dauern, ehe man völlige Klarheit erlangen kann.

Im Lebendbild zeigt sich der Zellkern in sehr variabler Gestalt. Solange er sich als Wanderkern in der Spitzenzelle bewegt, ist der dunkle, tropfenförmige Nucleolus von einem spindeligen, hellen Raum umgeben (vgl. Taf. III oben, Fig. b-d!). Dieser Raum ist vermutlich mit Kernsaft angefüllt und wird bei Mikroorganismen Außenkern genannt. Besonders der Nucleolus zeigt eine Fülle von Formenwandlungen (6), und man muß sich von der Vorstellung lösen, daß ihm eine auch nur annähernd konstante Gestalt zukommt.

Die Wanderkerne bewegen sich in der Spitzenzelle etwa mit der Geschwindigkeit der wachsenden Spitze. Ehe die Kernteilung beginnt, bleiben die Kerne stehen und wandern ein kleines Stück rückwärts, während der Schnallenauswuchs gebildet wird. Die Hyphen Spitze wächst unterdessen unbeeinflusst weiter. Es liegen zahlreiche Untersuchungen zur Frage der Kernwanderung vor, doch bleibt es nach wie vor rätselhaft, welcher Art die bewegenden und steuernden Kräfte sind. Unter abnormen Verhältnissen zeigt auch der wandernde Kern anomales Verhalten, und hieraus lassen sich einige Hinweise auf den möglichen Wanderungsmechanismus bekommen (7).

Der ruhende Kern ist abgerundet. Den Außenkern umgibt eine deutliche Kernmembran, und der Nucleolus liegt meist als Kugel der Querwand an (Taf. III, Mitte). Dieses Stadium ist vorübergehend, und der Ruhekern wird gestaltmäßig wieder zum Wanderkern, wenn die Fusion der Schnalle erfolgt ist und der Schnallenkern in die subterminale Zelle übertritt.

An Hand von Ultradünnschnitten (8) – Dicke eines abgeschnittenen Scheibchens etwa 0,00003 mm – durch die Hyphen läßt sich eindeutig nachweisen, daß der Kernraum (Taf. III unten, ZK) von einer Membran (KM) umgeben ist. Der sogenannte Nucleolus (Nu) besteht aus winzigen Kügelchen, die wahrscheinlich große Bedeutung bei der Kernteilung haben.

Neben den Kernen sind am auffälligsten in den Zellen lange, fädige Gebilde und eine Unzahl winziger Kügelchen (Granula). Diese Organellen sind besonders im wachsenden Plasma in solcher Menge vorhanden, daß es sehr schwer ist, sie zu beobachten. Im ruhenden Plasma dagegen sind nur wenige vorhanden, so daß man sie hier auch lebend gut photographieren kann.

Das Vorkommen solcher fädigen und kugeligen Gebilde in vielen Pilzzellen ist seit langem bekannt. Man nennt sie allgemein Chondriosomen und bezeichnet die fädigen als Chondriokonten und die kugeligen als Mitochondrien. Die Gesamtheit aller in der Zelle vorhandenen Chondriosomen ist das Chondriom der Zelle.

Besonders im letzten Jahrzehnt sind die Mitochondrien der Tiere (auch Tiere haben wie fast alle Organismen solche Mitochondrien) Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden. Wenn man die Zellen zertrümmert und den Gewebebrei zentrifugiert, dann lassen sich Fraktionen gewinnen, die praktisch nur noch Mitochondrien enthalten. Bei der Untersuchung der Fraktionen erkannte man, daß sehr viele lebenswichtige Fermente, besonders für den Kohlehydrat-Stoffwechsel, in den Mitochondrien lokalisiert sind.

Das Elektronenmikroskop enthüllte weitere Einzelheiten. Es zeigte sich, daß die Mitochondrien aus vielen Lamellen oder Röhrrchen aufgebaut sind. Dies führt zu einer enormen Vergrößerung der inneren Oberfläche, und die vielgestaltigen Leistungen dieser winzigen Körperchen wurden eigentlich erst durch diese Erkenntnis verständlich.

Es muß vorläufig fraglich bleiben, ob die fädigen Gebilde in den Hyphen von *Polydicticus versicolor* den echten Chondriosomen der Tiere in stoffwechselphysiologischer Beziehung gleichzusetzen sind. Möglicherweise sind es andere plasmatische Gebilde, über deren Natur wir noch nichts wissen. Zur Aufklärung dieser Frage ist es wichtig, das Verhalten der Organellen in der lebenden Zelle zu untersuchen.

Im Film (9) wird gezeigt, wie die »Chondriosomen« verkleben oder verschmelzen können*. Dies tritt besonders auffällig bei der Bildung des sogenannten »Wandkörpers« (3) in Erscheinung. Es wird dabei durch Aggregation und Kontraktion unmittelbar an der Querwand ein kugeliges Gebilde erzeugt, das kurze Zeit an der Wand liegen bleibt. Später löst sich der Wandkörper wieder ab, streckt sich in die Länge und kehrt zur Fadenform zurück.

Unter normalen und experimentellen Bedingungen zeigen die fädigen Organellen einen lebhaften Formenwechsel, der den Wandlungen der Chondriosomen in tierischen Gewebekulturen sehr ähnelt. Es ist bisher nicht bekannt, ob und welche physiologischen Änderungen mit dem Gestaltwandel parallelgehen.

Im Elektronenmikroskop zeigt sich, daß die fädigen Organellen von vielen feinen Röhrenchen durchsetzt sind. Das Prinzip der starken Oberflächenvergrößerung ist damit verwirklicht. Eine umhüllende Membran konnte nicht nachgewiesen werden. Bei den granulären Einschlüssen ist jedoch eine solche Membran vorhanden.

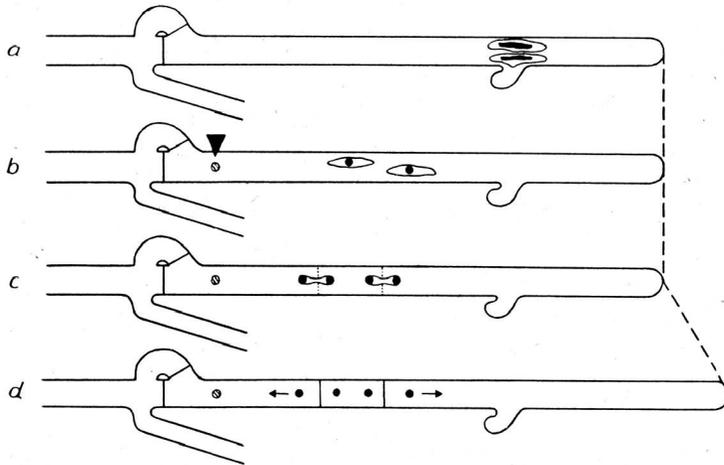


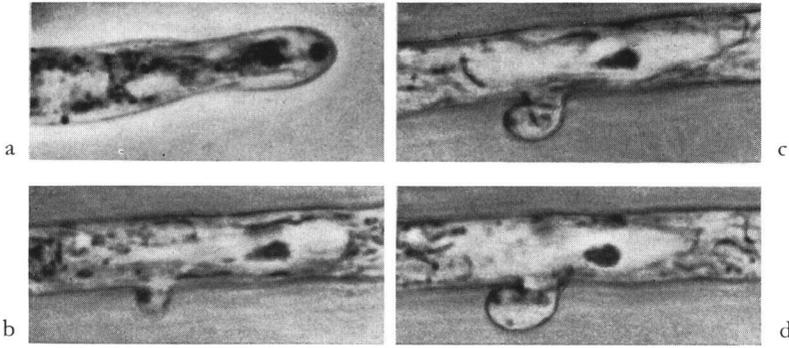
Abb. 2: Schema des operativen Eingriffes an der Spitzenzelle von *Polystictus versicolor*:

- a) Teilungsbereite Kerne.
- b) Durch das Anstechen (▼) werden die Kerne in der Hyphe zurückgeschleudert. Das Wachstum hört vorübergehend auf.
- c) Die Kerne teilen sich, und es entsteht
- d) eine zweikernige Zelle, die an zwei einkernige grenzt. Die Kerne wandern in Pfeilrichtung ab; das Wachstum der Spitze setzt sofort wieder ein.

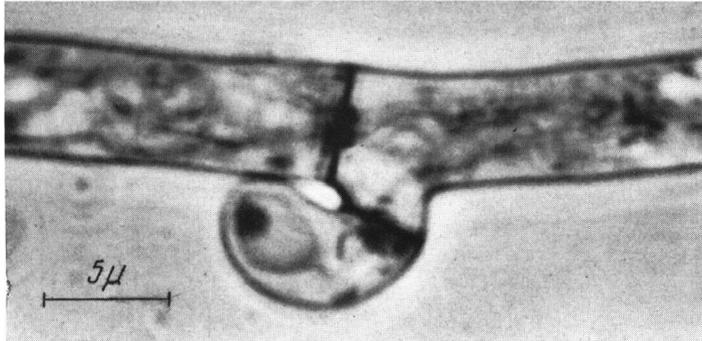
Zum tieferen Eindringen in das Wesen des Zellgeschehens tritt neben die Beobachtung des normalen Verhaltens der Zellorganellen der experimentelle Eingriff. Aus der Reaktion der Zelle auf bestimmte Gifte, Strahlen usw. lassen sich wertvolle Rückschlüsse ziehen. Wir betreten damit das große Gebiet der experimentellen Zellforschung.

Eines der Mittel, in die Zelle eingreifen zu können, ist die Mikrooperation. Mit ihrer Hilfe (10) können bei *Polystictus versicolor* verschiedene Fragen einer Klärung nähergebracht werden. Die Operationen werden mit dem Mikromanipulator und einer feinen Glasnadel durchgeführt in der Weise, daß die Hyphe im basalen Teil angestochen wird

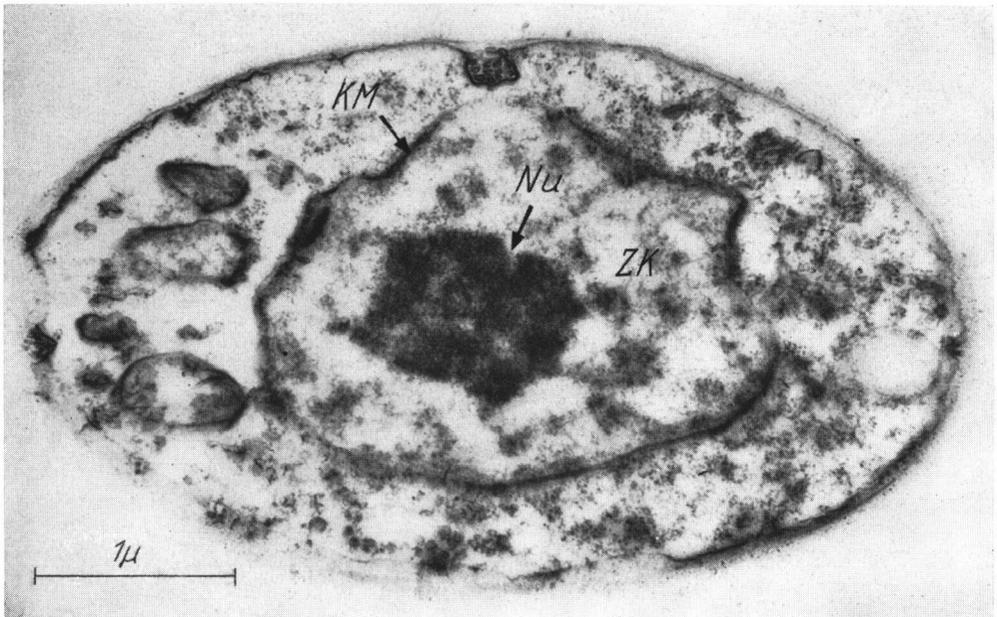
* Ein Bezug dieser Filme kann über das Deutsche Zentralinstitut für Lehrmittel (DZL), Berlin-W. 8, Krausenstraße, erfolgen.



Polystictus versicolor. a: Spitzenkörper in der wachsenden Spitze. b—d: Verhalten des Spitzenkörpers bei der Krümmung des Schnallenauswuchses. Beachte die exzentrische Lage beim Einsetzen der Krümmung! Phasenkontrast-Lebendaufnahmen, ca. 2 000 : 1.



Polystictus versicolor. Schnalle mit eingeschlossenem Ruhekern. Die Kernmembran ist deutlich sichtbar, Außenkern und Nucleolus sind abgerundet. Phasenkontrast-Lebendaufnahme, ca. 4 000 : 1.



Polystictus versicolor. Ruhekern querschnitt: Kernmembran (KM) und Nucleolus (Nu). Elektronenoptische Aufnahme, ca. 30 000 : 1. — Sämtl. Aufn.: M. Girbardt.

(Textabb. 2b). Der in der Zelle herrschende Druck preßt durch das winzige Loch Plasma aus. Dadurch rutscht der gesamte Zellinhalt nach hinten. Die Wunde wird im Verlauf weniger Sekunden verschlossen, und die Zelle lebt weiter.

Es ist, um ein Beispiel zu nennen, bei Pilzen nicht geklärt, ob die Kernteilung in unmittelbarem Zusammenhang mit der Querwandbildung steht. Wie schon mehrfach erwähnt, entstehen normalerweise die Querwände bei *Polystictus versicolor* immer in der Schnallenregion. Werden die teilungsbereiten Kerne (Textabb. 2a) durch die Operation an eine andere Stelle verlagert (Textabb. 2b) und teilen sich dort (2c), so entstehen die beiden Querwände mitten in der Hyphe (2d). An Hand zahlreicher Experimente ließ sich so nachweisen, daß die Querwandbildung von den sich teilenden Kernen induziert wird. Die weiteren Prozesse der Wandbildung verlaufen jedoch unabhängig von der Kernteilung.

Wie aus Abb. 2d weiter ersichtlich, entstehen sehr ungleichartige Zellen: Eine Spitzenzelle mit viel Plasma und einem Kern, eine Zwischenzelle mit wenig Plasma und 2 Kernen und schließlich eine dritte Zelle mit »inaktivem« Plasma und einem Kern. Da zumindest die vorderen beiden Zellen weiterwachsen, kann auf diese Weise die Wechselwirkung zwischen Kern und Plasma studiert werden.

Abschließend sei bemerkt, daß wir noch weit davon entfernt sind, das komplizierte Zellgeschehen zu verstehen. Ein winziger Teil der Arbeit ist erst getan, viele Untersuchungen müssen noch durchgeführt werden.

L i t e r a t u r :

- (1) Girbardt, M.: Eine Methode zum Vergleich lebender mit fixierten Strukturen bei Pilzen. Ztschr. wiss. Mikr. 63, 16-21 (1956)
- (2) » : Film HF 200: Das vegetative Mycel von *Polystictus versicolor* (L.).
- (3) » : Lebendbeobachtungen an *Polystictus versicolor*. Flora 142, 540-63 (1955)
- (4) » : Der Spitzenkörper von *Polystictus versicolor* (L.). Planta 50, 47-59 (1957)
- (5) » : Lebendbeobachtung der Kernteilung bei *Basidiomyceten*. Naturwiss. 43, 429-30 (1956)
- (6) » : Film HF 202: Der Zellkern von *Polystictus versicolor* (L.).
- (7) » : Schnallenanomalien bei *Polystictus versicolor* (L.). Arch. Mikrob. 23, 413-22 (1956)
- (8) » : Über die Substruktur von *Polystictus versicolor* (L.). Arch. f. Mikrobiol. 27 (1957)
- (9) » : Film HF 201: Das Chondriom von *Polystictus versicolor*.
- (10) » : Untersuchungen über die Querwandbildung bei *Basidiomyceten*. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. 68, 423-34 (1955).

Une nouvelle définition des Agaricales

par Marcel L o c q u i n

Jusqu'à ces toutes dernières années, la définition la plus généralement admise des *Agaricales* était toujours imprégnée de la pensée de notre maître à tous le regretté Elias F r i e s.

Certes, la compréhension des *Agaricales* a été tantôt dilatée tantôt restreinte suivant que l'on y a inclu ou non les *Russules*, les *Bolets*, les *Lenzites*, mais la définition fondamentale n'a pas varié; ce n'est que l'interprétation de cette définition qui a changé.

Les travaux de Roger H e i m, de Georges M a l e n ç o n, de Rolf S i n g e r ont pourtant battu en brèche cette définition classique de l'ordre des *Agaricales* en jetant une lumière sur la précarité des critères sur lesquels repose cette définition. Pourtant peu de mycologues se sont hasardés jusqu'ici à rompre avec la routine et à rechercher sérieuse-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1957

Band/Volume: [23_1957](#)

Autor(en)/Author(s): Girbardt Manfred

Artikel/Article: [Die lebende Zelle der Basidiomyceten 69-74](#)