

Über das Vorkommen sehr verschieden gestalteter Sporenformen an einem und demselben Fruchtkörper eines *Cortinarius*

beobachtet im November 1954

von Dr. Ernst Thirring, Wien

Bei einer Exkursion, die Dr. Eichhorn, Dr. Findeis, Dr. Peringer und ich am 2. 11. 1954 ins Gebiet der Rudolfshöhe bei Purkersdorf (Wienerwald) unternahmen, wurde, besonders am Westhang dieses Berges gegen Deutschwald, noch reichliches Wachstum einer größeren Anzahl von *Cortinarien*arten angetroffen, so daß die Bearbeitung und Bestimmung der Ausbeute mehrere Tage dauerte. Am 4. November erhielt ich von Dr. Eichhorn ein Exemplar, das mit keinem der anderen der Art nach übereinstimmte und das er für ein kleines Exemplar einer der Arten der *Anomalum*gruppe (von Dr. Moser in der 2. Auflage seines Bestimmungsbuches jetzt zur Untergattung *Inoloma* von *Pblegmacium* gerechnet), vielleicht *Pbl. (Inoloma) caninum* hielt; er bat mich, diese Bestimmung womöglich durch Feststellung der mikroskopischen Merkmale zu erhärten.

Nun war zwar, da uns jugendliche Fruchtkörperstadien der Art fehlten, aus der mikroskopischen Untersuchung eines einzigen, schon in voller Sporenentwicklung begriffenen Fruchtkörpers keine ganz eindeutige Artbestimmung mehr möglich, doch zeigten Lamellenschnitte durch unseren *Cortinarius* so auffallende und ungewöhnliche Befunde, daß ich glaube, sie hier mitteilen zu müssen.

Zunächst schienen die Schnitte das gewohnte Bild der *Cortinarien*hymenien zu bieten: eine gut geschlossene Basidienpalissade ohne vorragende Cystiden; die Basidien 4-sporig mit relativ kurzen Sterigmen und rundlichen bis kurz pflaumenförmigen Sporen von 7,5–9–(9,5) μ Länge, bei 6–7,5 μ Breite mit deutlich brauner etwas rauh-punktierter Sporenwand. Doch sah ich schon bei geringer Vergrößerung an einzelnen Stellen, vor allem dort, wo die Schnitte auch die Buchten zwischen 2 Lamellen getroffen hatten, einzelne Sporen oder Sporengruppen deutlich über das Niveau der anderen vorragen. Eine genaue Durchmusterung dieser Stellen bei stärkerer Vergrößerung ergab nun die Tatsache, daß es sich hier nicht um losgelöste Sporen handelte, die etwa durch den Deckglasdruck aus der Reihe der noch an den Sterigmen sitzenden anderen Sporen herausgepreßt worden wären, sondern um ganz anders geformte Sporen von 12,5–18–(21) μ Länge und 5–6–(6,5) μ Breite; sie saßen ebenso wie die Normalsporen zu viert an Basidien, die nur etwas längere Sterigmen (2–2,5 μ) aufwiesen, sich aber sonst nicht von den normalen Basidien unterschieden. Die Anzahl der solche Nebensporen – wie ich sie nennen möchte – entwickelnden Basidien war gegenüber der normaler Basidien sehr gering und betrug schätzungsweise kaum mehr als 1–2%. In keinem einzigen Fall fand ich Basidien, die beide Sporenformen entwickelten, stets waren entweder alle 4 Sporen normal oder alle 4 Nebensporen. Die Form der Nebensporen könnte man am ehesten »wurstförmig« nennen, d. h. also zylindrisch mit kurz abgerundeten Enden, manchmal mit einer geringfügigen Kröpfung, so daß der Zylinderdurchmesser vor und hinter der Kröpfstelle etwas verschieden wurde. Sie ähnelten dadurch sehr den Sporen von *Gomphidius*arten (vergl. Ricken, Blätterpilze, Tafel 3, Fig. 1 u. 2!), nur war natürlich die Farbe gleich braun wie die der Normalsporen und nicht schwärzlich wie bei *Gomphidius*. Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß auch zwischen den in reicher Menge vorhandenen abgefallenen Sporen des Präparates vereinzelt Nebensporen zu beobachten waren, die so augenfällig von den Normalsporen abstachen, daß man ohne den Beweis der Lamellenschnitte sie sicher für zufällig durch den Wind hergetragene und so ins Präparat gelangte Sporen einer anderen Pilzart hätte halten müssen.

Zu meiner Überraschung fand ich dann noch bei Schnitten, die auch die Huthaut mit umfaßten, an der Oberseite des Fruchtkörpers auch regelmäßig gereifte Sporen von wieder anderer elliptischer Form mit 12,5–18–(29) μ Länge und 9–12 μ Breite, die ich als

Chlamydosporen ansprechen möchte. Sie erinnerten ganz an die Chlamydosporen von *Nyctalis parasitica*, waren also glatt, ohne Skulptur und blaßbraun, entwickelten sich aber nicht wie bei dieser Art aus der Lamellentrama, sondern wie bei *Nyctalis asterophora* aus der Oberflächenschicht des Hutes. An mit Milchsäure-Anilinblau behandelten Exsikkatschnitten zeigte sich, daß der Zellinhalt der Basidien sowie der der Chlamydosporen sich sehr charakteristisch stark blau färbte, während die beiden reifen Basidiosporenarten, Normal- und Nebensporen, keinen Farbstoff mehr ins Innere eintreten ließen, also unverändert braun blieben.

Wengleich die Tatsache, daß auch bei *Cortinarien* neben Basidiosporen *Chlamydosporen* auftreten können, für mich neu und überraschend war, so stellt sie doch für *Basidiomyceten* im allgemeinen nichts prinzipiell Neues dar, da sie ja für die Arten der Gattung *Nyctalis* schon lange bekannt ist. Dagegen steht das Vorkommen zweier ganz verschieden gestalteter Basidiosporentypen an einem Fruchtkörper sehr entschieden in Widerspruch zur allgemeinen Erfahrung, wofür ich bloß zwei Zitate bringen möchte: Ricken sagt (Blätterpilze, Bd. I. p. II.): »Da am ganzen Pilz nichts so konstant ist wie . . . die Form und Größe der Sporen . . .« und J. E. Lange führt in *Flora Agaricina Danica*, Bd. III, p. 6 noch ausdrücklicher aus (ich gebe den Text des englischen Originals in deutscher Übersetzung): »Die Sporen der einzelnen *Cortinarien*arten scheinen nur wenig nach Größe, Form und Oberflächenskulptur (size, shape and configuration) zu variieren und sind daher von großem taxonomischen Wert für die Identifizierung einer Art, selbst wenn die Unterschiede zwischen den Sporen der betrachteten Art und denen der nächstverwandten Formen nur gering sind. Wann immer zwei Autoren für eine bestimmte Art völlig verschiedene Sporenmaße angeben, kann man es als erwiesen ansehen, daß sie nicht die gleiche Art, sondern zwei verschiedene Arten untersuchten«.

Natürlich will der Hinweis auf den Widerspruch unserer Beobachtung keineswegs die Autorität der hochverdienten zitierten Mykologen erschüttern, sondern nur zeigen, daß jede auf die Merkmale einer Art gerichtete Aussage grundsätzlich nur für normale Individuen der Art gültig sein kann. Ebenso wenig, wie das gelegentliche Auftreten der Mißbildung der Sechsfingerigkeit beim Menschen es überflüssig macht, bei einer Aufzählung der menschlichen Merkmale die Fünffingerigkeit zu betonen, haben wir Grund, die Gültigkeit der Ricken- und Langeschen Aussage für alle Normalindividuen der Arten zu bezweifeln. Aber es darf uns in einer Zeit, wo selbst in der Chemie das scheinbar so festgefügte Atom durch Kernumwandlungen seinen absoluten Sinn verloren hat, nicht wundern, wenn uns Beobachtungen, wie die eben geschilderten, daran erinnern, daß auch der Artbegriff nichts absolut Unwandelbares ist, und wir immer mit dem Auftreten abnormer Formen zu rechnen haben.

Daß solche, wenn auch selten, so doch häufiger als wir bisher ahnten, auftreten, scheint mir aus der Tatsache hervorzugehen, daß zu meiner Freude bei der Diskussion nach dem Vortrag, den ich über dieses Thema auf der Tagung der Österreichischen mykologischen Gesellschaft in Wien am 3. X. 1955 hielt, gleich von zweien unserer deutschen Gäste ganz ähnliche Beobachtungen bezeugt wurden: Herr Dr. Hans Haas, Schnait, hatte vor einiger Zeit, ebenfalls bei einem *Cortinarius*, ganz ähnliche wurstförmige Nebensporen neben normalen rundlichen noch im Zusammenhang mit den Basidien gefunden, ohne allerdings davon schon Mitteilung gemacht zu haben. Dr. M. Hallermeier, Göttingen, meinte sogar, es seien solche Formen, wie meine Nebensporen, bei *Cortinarien* ziemlich allgemein verbreitet, und er habe es sich deshalb zum Prinzip gemacht, keine Messungen von noch an den Basidien sitzenden Sporen durchzuführen, sondern nur die in Masse ausgefallenen Sporen zu messen, da nach seiner Ansicht die Nebensporen nicht frei ausfallen sollen, oder – wenn ich ihn recht verstanden habe – nur ein langgestrecktes Entwicklungsstadium normaler Sporen darstellen, welchem eine Umwandlung in Normalsporen und deren Ablösung von den Sterigmen folge. Diese Deutung gäbe eine verlockend einfache Erklärung für unsere Beobachtungen; ich muß sie aber doch als sehr unwahrscheinlich bezeichnen, da mir trotz Durchmusterung von Hunderten von *Cortinarien*lamellen-

schnitten bisher nur das einzige besprochene Exemplar den scharfen Kontrast Normalsporen-Nebensporen zeigte. Der normale Entwicklungsgang einer Spore, dessen verschiedene Stadien man unschwer an Lamellenschnitten noch nicht vollreifer Fruchtkörper beobachten kann, ist der, daß, angefangen von einem winzigen Sporensäckchen am Ende eines Sterigmas, wie beim Aufblasen einer Seifenblase ein stetiges Größerwerden dieses Säckchens bis zur Größe der definitiven Spore erfolgt, die sich nach Einwanderung von Protoplasma und haploidem Kern innerhalb der Sporensäckchenwand (Perispor) durch Ausbildung einer, dem Perispor dicht anliegenden, eigenen Hülle (Epispor) völlig von der Umgebung abkapselt. (Vergl. hiezu: H. Lohwag, Anatomie der *Asco-* und *Basidiomyceten*, Berlin, Verl. Gebr. Bornträger 1941, p. 32ff!) Eine rückläufige Entwicklung, bei der die reife Spore wesentlich geringeres Volumen als eines der vorangehenden Entwicklungsstadien aufwiese, habe ich selbst noch nirgends gesehen und auch in der Literatur nie angedeutet gefunden.

Sucht man nach einer Erklärung für das offenbar abnormale Auftreten zweier differenter Basidiosporentypen an einem Fruchtkörper, so scheinen sich drei hypothetische Möglichkeiten aufzudrängen: a) Ausmendeln nach Bastardierung, b) Mutation und c) Chimärenbildung.

Es scheint mir wünschenswert, diese theoretischen Möglichkeiten einmal im Lichte unserer bisherigen Kenntnisse etwas eingehender zu diskutieren. Zwar wird uns diese Diskussion – ohne die Möglichkeit einer experimentellen Nachprüfung unserer Folgerungen durch Zuchtversuche – noch zu keiner sicheren Deutung unseres Befundes führen. Aber wir können dadurch doch Anhaltspunkte gewinnen, worauf wir bei weiteren ähnlichen Beobachtungen besonders zu achten hätten, um mit der Zeit wenigstens ausgiebigeres statistisches Material für eine weitere Aufklärung zu erhalten.

a) Bastardierung und Ausmendeln.

Während Bastardierung von Tierarten schon im Altertum bekannt war und auch bei der Haustierzucht praktische Verwendung fand – man denke an die schon bei Homer und im alten Testament erwähnte Maultierzucht – war in der Botanik die Erkennung echter Bastarde und ihre bewußte Erzeugung in Kreuzungsversuchen wohl erst nach der Entdeckung der Bedeutung der Bestäubung für die Fortpflanzung der Blütenpflanzen möglich geworden. Aber in den noch nicht 200 Jahren seit dieser Entdeckung durch Kölreuter (1761), besonders aber nach den rund ein Jahrhundert später einsetzenden Kreuzungsversuchen Mendels und der Wiederentdeckung seiner Regeln um 1900 haben die Nutzpflanzenzüchter den Vorsprung der Tierzüchter leicht eingeholt, und der Kreuzungsversuch ist ein unentbehrliches Mittel zur Kombination erwünschter Eigenschaften in neuen Pflanzen- und Tierrassen geworden. Dem gegenüber sind unsere Kenntnisse über das Vorkommen von Pilzbastarden noch sehr kümmerlich; gelang es doch erst im zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts auch für die Basidienpilze das Vorhandensein eines Sexualzyklus aufzuklären, was aus dem Grunde so schwer war, weil hier die Sexualpartner – die Einkernmycelien – meist keine sichtbaren morphologischen Unterschiede aufweisen, sondern nur durch ihr physiologisches Verhalten gegenüber dem Sexualpartner erkannt werden können, und weil außerdem ihre Vereinigung zu Zweikernmycelien sich in der Natur im Substrat verborgen abspielt und sich so der Beobachtung entzieht, falls es nicht gelingt, durch Zucht auf geeigneten künstlichen Nährböden in Laboratoriumsversuchen Beobachtungsmöglichkeiten zu schaffen.

Solche Zuchten gelangen bisher vornehmlich an Pilzen mit verhältnismäßig einfachen Substratansprüchen (Dünger-, Holzbewohner wie *Coprinus* und *Schizophyllum*). Dabei konnte festgestellt werden, daß bei vielen Arten die von einer Basidie entstehenden Sporen verschiedenwertige Einkernmycelien entwickeln, die man in Ermangelung morphologischer Unterschiede als + und – Mycelien bezeichnet, die aber physiologisch männlichen und weiblichen Individuen (bzw. Zellen) entsprechen. Nur je eine Zelle eines + und eines – Myceliums sind imstande, durch Verschmelzung oder Einwanderung eines

Kernes in die andere Zelle Paarkernzellen zu bilden, die also diploid geworden sind, aber je einen haploiden + und — Kern enthalten, welche selbst nicht verschmelzen, sondern getrennt bleiben. Eine Paarung von Zellen zweier + Mycelien kommt bei diesen Arten ebensowenig vor, wie die zweier — Mycelien. Wir haben es hier mit »getrenntgeschlechtlichen« Arten zu tun.

Die Paarkernzellen vermehren sich durch Zellteilungen, wobei jeder der beiden haploiden Kerne sich mitotisch teilt und — meist unter Schnallenbildung — von jedem Kern ein Tochterkern in jede der beiden Tochterzellen gelangt; und so entstehen Zweikernmycelien (Diplomycelien). Sind solche Diplomycelien weiter herangewachsen und auch sonst alle nötigen Umweltbedingungen gegeben, so entsteht durch reichliche Verzweigung an einem Punkt zunächst ein Fadenknäuel als erste Anlage des Fruchtkörpers und, unter entsprechender Differenzierung der Geflechte, der Fruchtkörper, dessen Zellelemente als Abkömmlinge des Zweikernmycels auch diploid sind. Erst in den Basidien, die in ihren Jugendstadien immer noch 2 haploide Kerne zeigen, tritt dann die Verschmelzung beider zu einem diploiden Kern ein und vollendet so den Befruchtungsvorgang, der bei normalen Eibefruchtungen durch eine Samenzelle unmittelbar auf das Eindringen des Samenkerns in die Eizelle zu folgen pflegt.

In Basidienpilzen ist somit die Basidie die einzige Zellsorte mit diploidem Kern. Sie erzeugt nicht durch mitotische Teilungen neue diploide Tochterzellen, sondern ihr Kern teilt sich sofort meiotisch in 4 haploide Kerne, von denen normal jeder in ein Sterigma und Sporensäckchen einwandert und so zum Sporenkern wird.

Diese Einzelheiten mußten erwähnt werden, weil sie klarmachen, daß bei Kreuzungen nur der diploide Kern der Basidie uns das Recht gibt, diese als f_1 -Individuum mit gemischterbigem (heterozygoter) Erbmasse wie bei höheren Pflanzen und Tieren aufzufassen. Die Sporen aber, als Fortpflanzungszellen eines f_1 -Individuums, können in Bezug auf ein bestimmtes Anlagenpaar der Eltern nicht mehr heterozygot, sondern müssen rein sein. Die durch mitotische Kernteilungen aus den Sporen entstehenden Einkernmycelien sind also haploide f_2 -Individuen und müssen, da in solchen kein rezessives Gen durch ein dominantes überdeckt sein kann, auch phänotypisch rein ausmünden. Unterscheiden sich die elterlichen Einkernmycelien bloß in einem einzigen Genpaar (monohybride Kreuzung), so entstehen aus den 4 Sporen einer f_1 -Basidie 2 f_2 -Einkernmycelien, die völlig dem einen Elternteil gleichen und 2 f_2 -Einkernmycelien, die dem anderen Elternteil gleichen.

So betrachtet, erscheint auch die sogenannte »bipolare Sexualität« der bisher besprochenen Arten als nichts anderes, als eine monohybride Kreuzung eines + und eines — Mycels derselben Art. Die Kerne dieser Mycelien stimmen in ihrer Erbmasse sonst völlig überein und es genügt die Annahme eines einzigen Paares von verschiedenen Genen, von denen das eine den +Charakter, das andere den —Charakter eines Mycels bestimmt, um zu verstehen, daß bei der Sporenreife einer Basidie immer wieder zwei +Mycelien und zwei —Mycelien entwickelnde Sporen rein herausmünden müssen.

Bei der Untersuchung weiterer Pilzarten wurden aber auch kompliziertere Fälle sogenannt »tetrapolarer« oder »multipolarer Sexualität« festgestellt. Für sie alle ist kennzeichnend, daß aus den Sporen eines Fruchtkörpers mehr als ein Paar verschiedenwertiger Einkernmycelien hervorgehen, so daß die Zeichen + und — nicht mehr ausreichen, um jede Einkernmycelsorte eindeutig zu kennzeichnen. Das sei am Beispiel eines Pilzes mit tetrapolarer Sexualität kurz erläutert. Bei bipolaren Pilzen hörten wir schon, daß nur Zellen eines +Myceliums mit Zellen eines —Myceliums Paarkernzellen bilden oder »kopulieren« können, man nennt sie daher auch verträglich oder »kompatibel«. Man merkt diese Kompatibilität aber auch schon vor der Verschmelzung oder Kopulation daran, daß Äste dieser in naher Nachbarschaft auf einer Kulturplatte gekeimten Einkernmycelien unter dem Einfluß ausgeschiedener chemischer Wirkstoffe immer rascher auf einander zuwachsen, wenn es sich um kompatible Mycelien handelt, während eine solche be-

feuernde Wirkung beim Nebeneinanderkeimen zweier nicht kompatibler Mycelien – z. B. eines + und eines – Mycels – ausbleibt. Läßt man also eine größere Anzahl von Sporen eines Fruchtkörpers auf eine geeignete Zuchtplatte ausfallen, auf der sie auskeimen, so werden bei einer bipolaren Art + und – Mycelien in gleicher Anzahl entstehen müssen, da ja nach dem Uniformitätsgesetz alle Basidien als f_1 -Generation gleiche Erbmasse enthalten und die Sporen gleichartig ausmünden müssen. Und durchschnittlich jede zweite Begegnung zweier ausgekeimter Mycelien wird uns durch beschleunigtes Wachstum der Fäden auf einander zu ihre Kompatibilität verraten. Derselbe Versuch, mit einer tetrapolaren Art ausgeführt, zeigt uns, daß durchschnittlich nur jede vierte Begegnung Kompatibilität verrät, mit anderen Worten, daß ein bestimmtes Mycel in seiner Umgebung dreimal so oft auf inkompatible, unverträgliche Mycelien als auf zum Sexualpartner geeignete kompatible Mycelien stößt. Daß aber nicht alle Mycelien, die mit unserem Mycel nicht kopulieren konnten, unter sich gleichwertig sein können, ging aus der Beobachtung hervor, daß einzelne unter ihnen miteinander kopulierten. Eingehendere Untersuchungen erwiesen das Vorhandensein von 4 verschiedenwertigen Sporensorten (die sich auch an einer einzigen Basidie entwickeln können), von denen, wenn wir sie mit den Nummern 1, 2, 3, 4 kennzeichnen, nur z. B. 1 mit 2 und 3 mit 4 kompatibel sind. Sowohl die Zweikernmycelien, die aus der Paarung 1 und 2 hervorgingen, wie solche, die aus 3 und 4 entstanden, bringen Fruchtkörper hervor, die sich nicht voneinander unterscheiden, vor allem darin nicht, daß jeder bei seiner Sporenreife wieder alle 4 Sorten 1, 2, 3, 4 wie oben hervorbringt. Diese Verhältnisse entsprechen genau einem Ausmünden nach dihybrider Kreuzung, lassen sich also durch die Annahme völlig erklären, daß hier zwei unabhängig voneinander spaltende Genpaare für das Sexualverhalten entscheidend sind. Weitere Zuchten, bei denen das gegenseitige Verhalten von Sporen, die von Fruchtkörpern einer Art, aber von verschiedenen Orten stammten, untersucht wurde, brachten sehr interessante Ergebnisse, die in ihren Einzelheiten hier nicht dargelegt werden können, aber den Beweis lieferten, daß, wie bei anderen besser bekannten Lebewesen, auch bei Pilzen geographische Rassen häufig auftreten, die alle miteinander fruchtbar gekreuzt werden können. Weiters wurde das Vorkommen multipler Allelie in den geographischen Rassen mit großer Wahrscheinlichkeit festgestellt. Es handelt sich dabei um die Erscheinung, daß ein bestimmtes Gen in mehrfacher Richtung so mutiert hat, daß mehr als 2 Rassen entstanden sind, deren Eigenschaften aber in Kreuzungen stets nur paarweise kombiniert auftreten können, da die betreffenden Gene alle den gleichen Platz (locus) im festliegenden Plan der Genanordnung in den Chromosomen der betreffenden Art einnehmen. Es kann also in einer Spore mit haploidem Kern die betreffende Gensorte nur einfach vorhanden sein, und bei Kreuzung können in den Zweikernmycelien zwar in den beiden haploiden Kernen zwei verschiedene Allele und in der diploiden Basidie bei der Chromosomenpaarung vor der Meiose diese dicht nebeneinander liegen und jedes sich verdoppeln, aber bei der Verteilung des Erbmaterials müssen zwei der vier Sporen wieder je nur ein Gen der einen Rasse und 2 Sporen je nur ein Gen der anderen Rasse unverändert und rein mitbekommen, so daß bei einer nächsten Kreuzung die Basidie zwar wieder heterozygoten Material von zwei Allelen enthalten kann, es aber unmöglich ist, daß in einem diploiden Kern etwa drei oder vier der multiplen Allele zusammentreffen. Durch die Untersuchung von Sexualrassen der Pilze konnte also erkannt werden, daß die Prinzipien der Vererbung, wie sie am Beispiel der höheren Pflanzen und Tiere gewonnen wurden, zweifellos auch für Pilze Gültigkeit haben.

Woher kommt es nun, daß unsere übrigen Kenntnisse über das Vorkommen von Rassen- oder Artkreuzungen bei Pilzen noch immer sehr unbefriedigend hypothetisch geblieben sind? Das hängt wohl damit zusammen, daß wir über die Kompatibilität der Sexualrassen schon aus dem Verhalten der Einkernmycelien Auskunft erhalten, ohne daß es dabei notwendig wäre, die volle Entwicklung eines Fruchtkörpers aus den Zweikernmycelien abzuwarten. Wollen wir aber entscheiden, ob etwa zwei im Walde gefundene *Tricholoma*fruchtkörper A und B, die zwar einander ähneln, aber bei genauer

Beachtung aller Einzelmerkmale doch recht gut auf die Beschreibung zweier selteneren und weniger genau bekannten Arten passen, als getrennte Arten oder vielleicht nur als Rassen einer Art aufzufassen seien, so müßten wir, um volle Sicherheit der Entscheidung zu verbürgen, nach den klassischen Methoden Mendels folgende Maßnahmen treffen: 1. Getrenntes Ausfallenlassen von Sporen a) des Fruchtkörpers A, b) des Fruchtkörpers B auf ein geeignetes Zuchtmedium unter allen Kautelen, die das Mithineingeraten fremder Sporen verhindern können; 2. Auskeimenlassen von 1a und 1b zu den entsprechenden Einkernmycelien 2a und 2b; 3. Gewinnen von Zweikernmycelien durch Kopulation zweier verträglicher Einkernmycelien a) aus 2a, b) aus 2b und c) aus in wieder neue Kulturen unter Vermeidung von Fremdinfectionen überimpften Einkernmycelien von 2a und 2b (Kreuzungsversuch!). 4. Alle die aus den Zuchten 3a, 3b und womöglich 3c gewonnenen Zweikernmycelien müßten weiter getrennt und in möglichst großer Anzahl unter möglichst gleichbleibenden und den natürlichen Umweltsbedingungen entsprechenden Verhältnissen weitergezüchtet werden, bis Fruchtkörperbildung, Hymenialentwicklung, Basidienreife und Sporenbildung erfolgt. Erst, wenn diese heute noch utopisch anmutenden Bedingungen erfüllt sein werden, ließe sich feststellen:

A) ob alle aus Zucht 4a entstandenen Fruchtkörper in allen Merkmalen der vorliegenden Artbeschreibung unter sich und mit dem Mutterexemplar A übereinstimmen. Erst wenn dies zutrifft, ist der Schluß berechtigt, daß wir in dem Pilz A ein reinerbiges (homozygotes) Exemplar einer »guten« Art vor uns hatten. Zeigen sich jedoch auffällige Unterschiede und Abweichungen zwischen einzelnen dieser Fruchtkörper oder gegenüber dem Elternpilz A – seien es nun makroskopisch oder mikroskopisch sichtbare Form- oder Farbunterschiede (Größenunterschiede bei sonstiger Ähnlichkeit spielen vermutlich eine geringere Rolle, da es nie gelingen kann, Schwankungen der Umweltsbedingungen völlig auszuschalten) oder chemische (Geschmacks-, Geruchs- oder Reaktionsunterschiede) – so ist das ein Beweis für den Bastardcharakter (Heterozygotie) unseres Pilzes A, und die darauf passende »Artbeschreibung« verliert die Berechtigung, für die Diagnose einer reinen Art zu gelten.

B) Für die aus den Zuchten 4b gewonnenen Fruchtkörper gelten genau dieselben Kriterien, wie sie bei A ausgeführt wurden. Gleichen alle Fruchtkörper einander und dem Elternfruchtkörper B, so ist B eine homozygote »gute« Art und ihre Artdiagnose berechtigt. Ist dies nicht der Fall, so ist auch B nur ein Bastard und die Artdiagnose zu bezweifeln.

C) Haben sich gemäß A) und B) beide Elternarten als rein erwiesen und waren nach 3c Kopulationen von A-Einkernmycelien und B-Einkernmycelien eingetreten und aus den heterozygoten Zweikernmycelien in 4c-Zuchten Fruchtkörper zur Entwicklung gelangt, so ist damit einwandfrei eine Artbastardierung geglückt. Es wäre dann zu erwarten: 1. daß alle diese Fruchtkörper als f_1 -Individuen einander in ihren Merkmalen gleichen, 2. daß vielleicht – bei intermediärer Vererbung – einzelne Merkmale die Mitte zwischen den Merkmalen der beiden Eltern halten, oder 3. doch – bei dominantem Erbgang – die f_1 -Individuen in einzelnen Merkmalen mit dem Elter A, in anderen mit dem Elter B übereinstimmen, oder 4. – ein sehr unwahrscheinlicher, aber doch möglicher Fall, – daß alle f_1 -Individuen phänotypisch ganz dem einen Elternteil, z. B. A gleichen, was aber nur dann einträte, wenn gar keine intermediäre Vererbung vorläge und zufällig alle dominanten Gene in der Erbmasse von A und alle entsprechenden rezessiven Gene in der Erbmasse von B enthalten gewesen wären. Die von den heterozygoten Basidien des Bastardfruchtkörpers entwickelten Sporen enthielten dann, neben den sexusbestimmenden Genen, als haploide Zellen von allen Genpaaren (Allelen), in denen sich die Ausgangsarten A und B unterschieden, immer nur je einen Gen-Paarling – entweder den von A, oder den von B stammenden – in freier beliebiger Kombination, sei es, weil die den Artunterschied von A und B bestimmenden Allelenpaare von vornherein in verschiedenen Chromosomen lokalisiert wären und daher unabhängig voneinander mendeln können, sei es, weil bei 2, ursprünglich im gleichen Chromosom gelegenen (ge-

koppelten), Gensorten durch crossing-over eine Durchbrechung der Koppelung stattfand. Fassen wir die aus diesen Sporen entwickelten Einkernmycelien als f_2 -Individuen auf, so sind bei n Genpaaren, in denen sich die Elternarten A und B unterschieden, 2^n genotypisch verschiedene f_2 -Einkernmycelien zu erwarten, die bei Fehlen jeder Koppelung zwischen je zwei Genen alle gleich wahrscheinlich sind und daher in durchschnittlich gleicher Menge auftreten müssen. All dies ließe sich nur durch Aufzucht von weiteren Generationen nachprüfen, wobei die aus der Kopulation zweier f_2 -Einkernmycelien entstehenden Zweikernmycelien mit den daraus hervorgehenden Fruchtkörpern die f_3 -Generation darstellen. Phänotypisch müßte diese diploide Generation bei nur dominantem Erbgang schon 2^n verschiedene Fruchtkörperformen aufweisen, hinter denen sich aber 3^n verschiedene Genotypen versteckten, deren Zusammensetzung sich erst durch Zuchten von f_4 -Einkernmycelien und f_3 -Zweikernmycelien und Fruchtkörpern aufklären ließe. Die Wahrscheinlichkeit, daß irgendeine Genkombination schon in der f_3 -Generation rein homozygot auftritt, ist bei freiem Mendeln für jede gleich $1 : 2^{2n}$.

Ich gebe gerne zu, daß all das eben Vorgebrachte einstweilen reine Theorie ist, weil die künstliche Aufzucht von Pilzfruchtkörpern noch in den Kinderschuhen steckt und wir, wegen mangelnder Beherrschung besonders der für das Zustandekommen der Mykorrhizapilzymbiose mit ihren Holzgewächspartnern nötigen Bedingungen, von umfangreichen Familien der *Basidiomyceten* überhaupt noch keinen einzigen Fruchtkörper in Kultur heranziehen konnten.

Aber ich bin andererseits überzeugt, daß die beiden Grundübel, die ich durch die Schlagworte »Artenwasserkopf« und »Synonymenchaos« wohl ohne nähere Erklärung verständlich kennzeichnen möchte, und welche heute gleichermaßen Pilzfreunde und Fachmykologen quälen und belästigen, uns weniger Kopfzerbrechen verursachten, wenn wir uns daran gewöhnen könnten, die oben geschilderten Zusammenhänge nicht aus dem Auge zu verlieren und daraus die richtigen Konsequenzen zu ziehen. Die gemeinsame Ausgangssituation für beide Übel ist immer die gleiche: Ein Pilz wird gefunden, wir suchen ihn zu bestimmen und finden, daß keine der vorhandenen Artbeschreibungen auf unseren Pilz 100%ig zutrifft, und schon stehen wir vor dem Dilemma: Beschreiben wir ihn als neue Art, so ist dem Artenwasserkopf ein neuer Tropfen zugefügt; entschließen wir uns aber, ihn nach irgendeinem alten Bild doch als den bisher nur immer verkannten, jetzt aber endlich wiedergefundenen *Agaricus speciosus* (*Scop. ex Fr.*) *Rk. pro parte, nec Quelet, nec Lange, mihi* anzusehen, so hat das Synonymenlabyrinth nur eine neckische Irrgartenschleife dazugewonnen, durch die das Chaos nicht geordneter wurde. Halten wir uns also an die Erfahrung jener Nachbarwissenschaften, die in Bezug auf Zuchterfahrungen schon weitergekommen sind und daher ihre ähnlichen Probleme schon besser meistern können. Kein Blütenpflanzenbotaniker wird heute, wenn er unsere Auwälder durchstreift und dabei auf eine ungewohnte Weidenform stößt, mehr daran denken, er habe eine neue Weidenart entdeckt, und ein Weidenspezialist wird ihm vermutlich sagen können, welcher bestimmten Bastardform er sich gegenüberstand. Das gleiche gilt für einige weitere besonders mutationsfreudige Wildpflanzengattungen, z. B. *Hieracium* und natürlich für das Heer der Gartenpflanzen. Nun noch ein Zahlenbeispiel aus der Zoologie, das besonders deutlich zeigt, wohin es führen müßte, wollte man jede mögliche homozygote, also rein weiterzüchtende, durch Umkombination der Gene von *Drosophila melanogaster* zu erhaltende Rasse dieser Art mit einem eigenen Artnamen ausstatten. Ich zähle auf einer heute schon etwa 20 Jahre alten Genkarte der *Drosophila* 116 Loci, wo nur die wichtigsten bisher bekanntgewordenen Allelen ihren Sitz haben. Die ursprüngliche Wildform unterscheidet sich meist von den mutierten Rassen zunächst nur in einem Allelenpaar, aber es ist leicht möglich, durch Zucht weitere Stämme zu erziehen, die von der Wildform in vielen Allelenpaaren abweichen. Fragt man, wie viele reine Stämme sich herauszüchten ließen, wenn wir nur mit 20 Allelenpaaren Kombinationen vornähmen, so ließen sich schon 2^{20} , d. i. über 1 Million erblich verschiedener *Drosophila melanogaster*-Stämme ziehen (das sind mehr als alle bisher beschriebenen Tier- und Pflanzenarten), für

die wir neue Namen zu besorgen hätten. Bei 50 unterschiedenen Allelenarten wären es aber schon 2^{50} oder Billiarden neue Rassen, und nützen wir alle 116 Allelenpaare aus, so wäre die Zahl möglicher Kombinationen nahe an 100000 Quintillionen.

Der begeisterte Laienpilzfreund, der in seinem Eifer – »Zwar weiß ich viel, doch möcht ich alles wissen!« – gern zu jedem Fund einen sicheren Namen hätte, sollte also nicht schimpfen, wenn ihm selbst der Fachmann diesen Wunsch nicht immer erfüllen kann, sondern müßte einsehen lernen, daß es Mutationen – Seitensprünge der Natur – sind, die das unmöglich machen. Und weiters müßte er – ehe er sich darüber lustig macht – begreifen, daß auch hinter einer langatmigen Namengebung mit Zitierung diverser Autorennamen, wie ich sie parodierend in dem obigen fiktiven Beispiel gab, sich eine Unmenge zeitraubender, selten bedankter, aber sehr nötiger Arbeit verbirgt, die der mykologische Spezialist leisten muß, um die Variationsbreite einer stark veränderlichen Art festzustellen, von der entweder verschiedene – von verschiedenen Forschern zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten gefundene – Formen unter gleichen Namen, oder gleiche Formen unter verschiedenem Namen beschrieben wurden. Dabei haben sicher die meisten Autoren, gemäß dem Wissen und den Hilfsmitteln ihrer Zeit, alles getan, um das ihnen vorliegende Material gewissenhaft zu beschreiben, aber keiner konnte – bei der engen Begrenztheit seines Wirkens in Raum und Zeit – ahnen, ob die beschriebenen Pilzexemplare Individuen einer wenig oder einer stark veränderlichen Art, ob sie homozygot oder heterozygot seien. Auch wir können ja erst mutmaßen, ohne vorläufig unsere Meinungen durch Zuchtexperimente zu bestätigen. Solange sich daran nichts ändert, muß eben der Stand unserer systematischen Kenntnisse durch den Versuch gekennzeichnet bleiben, wenigstens durch das Zusammenfügen einiger Steinchen im großen Puzzlemosaik des Synonymenchaos zu Teillösungen einiger Probleme zu kommen. Da die Früchte dieser Tätigkeit nur sehr langsam heranreifen, dürften den an seine Bücher gebannten Mykologen oft faustische Gefühle beschleichen, wie sie unübertrefflich aus seinem ersten Monolog sprechen und dort nachzulesen sind.

Nun noch eine Bitte an die Fachkollegen: Da wir bei Funden von Einzelexemplaren nie wissen können, ob wir es mit einem reinen Artvertreter zu tun haben, sollte seine Beschreibung als neue Art auf jeden Fall dann unterbleiben, wenn das Material nicht ausreicht, um eine wirklich zureichende Diagnose mit Berücksichtigung aller makroskopischen, mikroskopischen und chemischen (Geruch, Geschmack, Reaktionen) Merkmale zu geben. Veröffentlicht man einen solchen Fund, so sollte dies nur als »Form« geschehen, indem der Autor sie, so gut dies möglich ist, beschreibt und seine Vermutung über die Zugehörigkeit zu einem Formenkreis einer Art oder Artgruppe äußert. Um darüber leichter sprechen zu können, könnte die Form benannt werden, ohne daß jedoch dadurch nach einer später vielleicht erfolgten Aufklärung der wirklichen Stellung der Form die definitive Benennung präjudiziert wäre. Der neutrale Ausdruck »Form« läßt die Frage offen, ob ihr schließlich der Rang einer Art, Unterart, Variation, Mutation oder einer nur umweltsbedingten Standortsmodifikation zugesprochen würde, was ja nur nach Wiederauffindung der Form und ergänzenden genaueren Untersuchungen möglich wäre. Bei einer Formbenennung sollten alle Eitelkeitsmotive ausgeschaltet und nur solche Namen verwendet werden, die ihre Wiederauffindung erleichtern, also solche, die entweder ihren Unterschied gegenüber anderen deutlich ausdrücken, oder ihren Fundort kennzeichnen. Ich glaube, daß dadurch das krankhafte Wachstum des Artenwasserkopfs in gesündere Bahnen gelenkt würde.

Nachdem wir uns die wichtigsten Ergebnisse der allgemeinen Erbforschung: Abhängigkeit der Merkmalsbildung von Genen und deren Verteilungsmodus bei Mitose und Meiose ins Gedächtnis zurückgerufen haben, wollen wir nun untersuchen, welche der drei auf p. 3 erwähnten Erklärungsmöglichkeiten dem Befund an unserem Cortinariusfruchtkörper mit zweierlei Sporen am ehesten gerecht wird.

Daß gerade die konstantesten Merkmale normaler Basidienpilze: Farbe, Form, Oberflächenskulptur und – innerhalb nicht zu großer Variationsbreite – auch die Größe der

Sporen durch Gene bedingt sind, dürfte wohl außer Zweifel stehen. Unbekannt ist die Anzahl der hierfür nötigen Gene. Doch dürfte allein der Ausfall oder die Veränderung eines dieser Gene genügen, um eine merkbliche Veränderung hervorzurufen. Weiter kann als erwiesen gelten, daß sie mit den sexusbestimmenden Genen der Art nichts zu tun haben, da die Sporen, aus denen sich die + und — Einkernmycelien der bipolaresexuellen Arten oder die viererlei Einkernmycelien der tetrapolaresexuellen Arten entwickeln, keinerlei Unterschiede erkennen lassen.

Wichtig erscheint mir folgende Überlegung: Da der chemische Bau der arteiligen Gene offenbar irgendwie den Gesamtstoffwechsel mitbestimmt und insbesondere in den Baustoffwechsel regelnd eingreifen muß, wenn wieder ein Individuum gleicher Art entstehen soll, erscheint der Schluß berechtigt, daß schon bei der ersten Aufbauarbeit, die die junge Spore zu leisten hat, d. i. bei der Ausbildung des Epispor, die regelnden Einflüsse der Gene des frisch in das Sporensäckchen eingewanderten haploiden Kernes maßgeblich zur Geltung kommen müssen. Weil aber die wesentlichen Kennzeichen der Spore eben vom Epispor abhängen — das von der Basidienwand gebildete Perispor ist nur ein hauchdünnes Häutchen, das zudem meist nach der Ausbildung des Epispor zerfließt — glaube ich den Satz aufstellen zu dürfen: »Mit Ausnahme eventueller Überreste des Perispor wird der Phänotypus einer Spore durch den Gegensatz des haploiden Sporenkerns geprägt«. Um jedem Mißverständnis vorzubeugen: Ich weiß natürlich, daß in einzelnen Fällen von Vererbungsversuchen bei höheren Organismen auch ein Anteil des Protoplasmas bei der Entwicklung bestimmter Merkmale angenommen werden muß (protoplasmatische Vererbung). Doch scheinen mir unsere Erkenntnisse auf diesem Gebiete noch zu spärlich und lückenhaft, als daß man sich von ihrer Anwendung auf das noch so dunkle Gebiet der Pilze wesentliche Aufhellung der Zusammenhänge erhoffen dürfte. Bei Annahme Mendelscher Vererbung, deren Anwendungsmöglichkeit sich schon bei der Untersuchung der Sexualverhältnisse der Pilze erwies, stehen wir doch auf weniger schwankendem Grund! Der hier gegebene Satz muß als Arbeitshypothese aufgefaßt werden, die ihren Wert erst erwiese, wenn die in den Folgesätzen vorausgesagten Erscheinungen des Ausmendeln einmal tatsächlich beobachtet werden. Nimmt man die Richtigkeit dieses Satzes an, so ist ein unmittelbarer Folgesatz: »Verschieden ausgebildete reife Sporen einer Art oder nahe verwandter Arten müssen Kerne enthalten, die sich mindestens durch ein Allelenpaar voneinander unterscheiden.« Wichtiger noch erscheint mir ein weiterer Folgesatz: »Bei einem Rassen- oder Artbastard, dessen Elternformen an Sporenmerkmalen zu unterscheiden sind, muß sich der Bastardcharakter schon am reifen Fruchtkörper erweisen lassen, da an seinen Basidien die f_2 -Individuen — die Sporen — das Ausmendeln der Elterneigenschaften schon phänotypisch erkennen lassen müssen.« Aus diesem Satz, auf den ich später noch zurückkommen werde, geht nun eindeutig hervor, daß die Erklärung a) Ausmendeln, auf unseren Cortinariusfall nicht zutreffen kann. Denn das Ausmendeln müßte — wegen der genetischen Gleichheit aller f_1 -Bastardbasidien — an allen Basidien des Fruchtkörpers gleichartig zu beobachten sein. Im einfachsten Fall, bei Verschiedenheit der Eltern in einem einzigen Allelenpaar, trüge jede Basidie je 2 rundliche Normalsporen und je 2 längliche Nebensporen, also die elterlichen Sporen im Verhältnis 1 : 1; in komplizierteren Fällen, wo mehrere Allelenpaare für den Unterschied in der Sporenform der Eltern verantwortlich wären, würden je nach Erbgang (dominante oder intermediäre Vererbung) eine größere Anzahl verschiedener Phänotypen in komplizierteren Verhältnissen, die sich erst durch ein Abzählen sämtlicher Sporen aller Basidien ermitteln ließen, entstehen. Es wäre aber auch hier ausgeschlossen, daß einzelne Basidien nur Langsporen und alle übrigen nur Kurzsporen hervorbrächten.

Dieses Verhalten zeigt eindeutig, daß das Kernmaterial jeder Basidie in sich homozygot war und dadurch nur eine Sporensorte ausbilden konnte. Wir fragen daher, ob uns Mutationsvorgänge eher eine Aufklärung unseres Cortinariusfalles bringen könnten.

(Fortsetzung folgt in Heft 2)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1956

Band/Volume: [22_1956](#)

Autor(en)/Author(s): Thirring Ernst

Artikel/Article: [Über das Vorkommen sehr verschieden gestalteter Sporenformen an einem und demselben Fruchtkörper eines Cortinarius beobachtet im November 1954](#)
[5-13](#)