Schriftenreihe Boletus	1984	Heft 2	Seiten 47 bis 55

THOMAS VOIGT

Die symbiotischen Pilze der Orchideen und ihre Stellung in der Systematik

Wie viele andere höhere Pflanzen sind auch die Orchideen mit im Boden lebenden Pilzen vergesellschaftet, wobei eine Mykorrhiza gebildet wird. Die Mykorrhiza der Orchideen ist endotroph, und die Symbiosepilze dringen über viele Haare der Orchideenwurzel in deren Rindenzellen ein, bilden im Falle der tolypophagen Mykorrhiza Hyphenknäuel, von welchen Nahrungsstoffe abgeschieden werden (HADLEY, WILLIAMSON 1971). Eine beachtliche Menge an Nahrungsstoffen wird schließlich bei der Verdauung und dem daraus resultierenden Zerfall der Hyphenknäuel freigesetzt (BURGEFF 1932, 1936). Bei der ptyophagen Mykorrhiza, die bei einigen asiatischen sogenannten „Moder"-Orchideen der Gattung *Gastrodia* angetroffen wird, dringen die Pilzhyphen zwar von außen her in die Rindenzellen ein, bilden aber keine Knäuel, sondern schwellen an der Spitze nur stark an, platzen und ergießen Hyphenplasma in die Zellen, was sich je nach Lebensdauer der Zelle mehrmals wiederholen kann. Viele „saprophytische" Orchideen, die z. T. der Wurzeln entbehren, werden entweder über Rhizome oder Knollen infiziert, in manchen Fällen mittels massiver Rhizomorphen des Pilzes. Sowohl bei der tolypophagen als auch der ptyophagen Mykorrhiza werden unverdauliche Pilzbestandteile in der Zelle nach Umkleidung mit einem dünnen Zellulosemantel abgelagert (BURGEFF 1936, HADLEY 1975). Im Titel ist von Symbiose die Rede, doch tatsächlich sind die meisten Mykorrhizasysteme chlorophyllhaltiger und -armer Orchideen als Fälle eines Parasitismus der Orchidee auf dem Pilz anzusehen (BURGEFF 1936, GÄUMANN 1951, HADLEY, PURVES 1974, HADLEY 1975). Nur in einigen Fällen liegen bis jetzt Hinweise für das mutualistische Verhalten der Mykorrhizapartner vor (HADLEY, ONG 1978, HIJNER, ARDITTI 1973). Betrachten wir den Gang der Entwicklung eines Orchideenmykorrhizasystemes. Die winzigen Orchideensamen, die nur aus Testa und einer Embryokugel bestehen, besitzen kein Speichergewebe und sind nur mit wenig Reservestoffen ausgerüstet. Ihnen ist nach erfolgter Quellung im Boden bzw. Erreichen erster Keimungsstadien eine Weiterentwicklung nur möglich, wenn sie von geeigneten, physiologisch passenden Mykorrhizapilzen infiziert werden, von welchen sie Wasser, Nährsalze und organische Verbindungen, vor allem Kohlenhydrate, sowie in speziellen Fällen Wachstumsregulatoren (z. B. Thiamin, Niacin) geliefert bekommen. MEAD und BULARD (1975, 1979) stellten bei Versuchen mit *Orchis laxiflora* fest, daß nach erfolgter Keimung auf künstlichen Nährmedien ein zu Anfang scheinbar schwaches Vitaminbedürfnis in ein ausgeprägtes für Thiamin umschlägt, denn ohne diesen Stoff starben die Protokorme nach einiger Zeit ab. Für einige Orchideenpilzisolate wiesen HARVAIS und PEKKALA (1975) eine Vitaminproduktion und -abgabe ins Kulturmedium nach. Außerdem fand HARVAIS (1972) bei Kulturversuchen von *Dactylorhiza purpurella*, der Purpurnblütigen Kuckucksblume, eine beeindruckende Wachstumsstimulation durch einige Aminosäuren.

Die Entwicklung des Protokormstadiums schreitet symbiotisch zügig voran, und mit der Bildung des ersten grünen Blattes geht der Orchideenkeimling vom heterotrophen in den autotrophen Zustand über. Erste gebildete Wurzeln werden

dann ebenfalls infiziert. Die Mykorrhizastrukturen des Protokormstadiums und der später vorhandenen Wurzeln sind prinzipiell vergleichbar in Aufbau und Funktion (HADLEY 1975). Einzigartig im Falle der Orchideen scheint zu sein, daß mit dem Erreichen des autotrophen Stadiums, wo die Pflanze nun selbst Kohlenstoffverbindungen synthetisieren kann, trotzdem weiterhin angelieferte Kohlenstoffverbindungen des Mykorrhizapilzes genutzt werden, der Mykorrhizapilz dagegen kaum nennenswerte Kohlenstoffmengen zur Verfügung gestellt bekommt (SMITH 1967, HADLEY, PURVES 1974). Es ist sozusagen der bis jetzt einzige bekannte Fall, wo ein heterotropher Organismus (Pilz) einem autotrophen (Orchidee) mit positiver Bilanz Kohlenstoff liefert. In der Evolution der Orchideenmykorrhiza gibt es aber auch Fälle, daß ein Mykorrhizapilz die Fähigkeit zu speziellen Vitaminsynthesen verlor, und diese Stoffe wahrscheinlich von der Orchidee bezogen werden (HIJNER, ARDITTI 1973).

Wie ist zu erklären, daß trotzdem der Tatsache, daß die Orchidee auf Kosten ihres Wurzelpilzes lebt, dieser weiterhin in die Wurzel eindringt?

Nach GÄUMANN (1951) versuchen die Symbiosepilze aufgrund vorhandener parasitischer Tendenzen lebende Wurzeln zu befallen, eventuell spielt der Mechanismus einer chemotaktischen Anlockung eine Rolle. Die Orchidee ist jedoch daran angepaßt, den anfänglichen Parasitismus des Pilzes zu beherrschen und umzukehren. Dabei helfen neben leistungsfähigen Verdauungsmechanismen auch sogenannte Phytoalexine (GÄUMANN, KERN 1959, ARDITTI 1975). Zu den Phytoalexinen gehören mehrere Stoffgruppen, die von den verschiedensten Pflanzenarten als induzierbare Abwehrmechanismen gegen eindringende Mikroorganismen gebildet werden.

Mehrere Jahre nachdem bekannt geworden war, daß Orchideen eine Mykorrhiza bilden, begannen auf der ganzen Welt umfangreiche Versuche zur Isolation, Charakterisierung und taxonomischen Einordnung der Symbiosepilze. Die ersten bedeutenden Versuche in Hinblick auf die Isolation, Kultur und den Einsatz der echten Symbionten zur Orchideenaufzucht gelangen dem französischen Botaniker BERNARD Anfang unseres Jahrhunderts (1904, 1909). Er ordnete die erhaltenen Isolate der 1815 von DE CANDOLLE begründeten Imperfekten-Gattung Rhizoctonia zu, schon mit der Vermutung, daß es sich wahrscheinlich um Hymenomyceten handelt. Große Verdienste in der Erforschung der Orchideenpilze erwarb sich auch der Würzburger Prof. BURGEFF, der u. a. die Entwicklung der Methoden der nichtsymbiotischen Orchideenzucht entscheidend voranbrachte. Abgesehen von der provisorischen Art-Benennung vieler Rhizoctonien aufgrund morphologischer Merkmale, ordnete er sie mehreren physiologischen Gruppen zu (BURGEFF 1932, 1936). Dies geschah unter den Gesichtspunkten, welche Orchideensamen sie zur Keimung bringen und in welchem Ausmaß die Keimlinge in ihrer Entwicklung gefördert werden. Große Aufmerksamkeit widmete BURGEFF den asiatischen „saprophytischen" Orchideen und beschrieb die große Variabilität ihrer Mykorrhizaformen sowie mehrere Hauptfruchtformen ihrer Symbionten. Unter den beschriebenen Arten finden wir Marasmius coniatus BERK. et BR., „Xerotus" javanicus ADE und Armillaria mellea (VAHL ex FR.) KARSTEN s. l. Wie in den asiatischen, so wurden auch in unseren einheimischen „Moder"-Orchideen Corallorhiza trifida, Korallenwurz, und Epipogium aphyllum, Blattloser Widerbart, Schnallenmycelien beobachtet. Um welche Arten es sich hierbei handelt, ist noch unbekannt. In Anbetracht der Tatsache, daß in den Wurzeln „saprophytischer" Orchideenarten meist Schnallenmycelien vorkommen, während aus „grünen" Orchideen in der Regel nur schnallenlose Rhizoctonien erhalten werden, neigt BURGEFF zu der Ansicht, daß es sich bei den Rhizoctonien um die Haplophase von Basidiomyceten handelt, und stellt sogar noch die Hypothese auf, wonach die viele „saprophytische" Orchideen besiedelnde Dikaryo-

phase von Basidiomyceten physiologisch besonders leistungsfähig sein soll, zumal die Orchidee obligat auf die vom Pilz gelieferten Kohlenstoffverbindungen angewiesen ist. Leider liegen von BURGEFF keine Angaben über Untersuchungen der Kernphasenverhältnisse seiner Orchideenpilze vor. Seit Anfang der 60er Jahre konnte das Rätsel um die systematische Stellung der Orchideenpilze gelöst werden, nachdem die Australier WARCUP und TALBOT (1966, 1967, 1971, 1980) in Anlehnung an die Methode nach STRETTON et al. (1964) ihre Rhizoctonien teilweise zur Fruktifikation brachten. Wie sich herausstellte, handelt es sich bei allen bestimmten Pilzen um Basidiomyceten der Gattungen Tulasnella SCHROET., Ceratobasidium ROGERS, Thanatephorus DONK, Sebacina TUL. und Ypsilonidium DONK emend. TALBOT. Diese Gattungen sind mehr oder weniger nahe verwandt und durch das Fehlen herkömmlicher Basidiomyceten-Hymenophore gekennzeichnet. Pilze der o. g. Gattungen werden in der Literatur unter der Bezeichnung resupinate (CHRISTIANSEN 1971) oder auch effuse (DONK 1964) Hymenomyceten geführt. Bei vielen entsteht das Hymenium direkt am das Substrat überziehenden Mycel unter Bildung mehr oder weniger senkrechter Trägerhyphen, an denen eine oder mehrere Basidien sitzen. Bei manchen Arten der Gattung Ceratobasidium werden zusätzlich noch Gloeocystiden als sterile Elemente des Hymeniums beschrieben.

Die Mehrzahl der bisher bekannten Orchideenpilze gehört zur Gattung Tulasnella. Kennzeichen dieser interessanten Gattung sind dick aufgeblasene Protosterigmen, die, zu viert auf der Basidie sitzend, vor der Basidiosporenbildung deren Zellplasma samt den jeweiligen Meiosekernen aufnehmen. Anschließend wird zwischen den Sterigmen und der Basidie ein Septum ausgebildet, was unter den resupinaten Hymenomyceten in dieser Form nur für Tulasnella typisch ist. Für Tulasnella calospora (BOURDIER) JUEL, OLIVE ist ein Abtrennen der Spiculae von den Protosterigmen beschrieben, indem weitere Septen gebildet werden (WARCUP, TALBOT 1967). In Anbetracht ihrer sonderbaren Morphologie ist es verständlich, daß die Protosterigmen von früheren Autoren als sessile Basidiosporen gedeutet wurden. Andere Autoren, wie z. B. ROGERS (1971), bezeichnen die eigentliche Basidie als Hypobasidie, dagegen die Protosterigmen als Epibasidien. Ähnlich einigen Vertretern der Familien der Auriculariaceae und Tremellaceae sind die Basidiosporen der Tulasnellaceae fähig, nach Austreiben eines sekundären Sterigmas eine sekundäre Basidiospore (meist eine Ballistospore) zu bilden. Dieses Merkmal führte zur Eingliederung in die Gruppe der Heterobasidiomyceten. Gleich denen anderer resupinater Basidiomyceten sind die Fruktifikationen der Tulasnellen meist krustenförmige Beläge von schleimiger bis wachsartiger Konsistenz, die dem Substrat, meist faulendem Holz, Baumrinde oder Bodenstreu, eng anliegen (DONK 1956). Mitunter ist aber die Bildung von Basidien dermaßen diffus, daß es wie bei Tulasnella calospora gar nicht zur Ausbildung typischer Hymenien kommt und nur hier und da einige Basidiosporen aus dem Boden herausragen (WARCUP, TALBOT 1967). Farbe und Ausmaß der Fruktifikationen der Tulasnellen korrelieren mit deren Alter.

Als zweite wichtige Gattung, zu der Orchideenpilze zählen, wäre Ceratobasidium zu nennen. Mehrere Arten dieser Gattung sind in der Lage, sekundäre Basidiosporen zu bilden (CHRISTIANSEN 1971). Weiteres Merkmal der Gattung Ceratobasidium sind faßförmige Basidien, an denen tubuläre bis schwach spitz zulaufende Sterigmen (2–4 je Basidie) herausgetrieben werden. Die Sterigmen sind von der Basidie niemals durch Septen getrennt (PILÁT 1971). Die Ceratobasidiomyceten fallen ebenfalls durch dem Substrat anliegende, dünne, krustenförmige Fruktifikationen auf, die in ihrer Konsistenz gespinst- bis wachsartig erscheinen. Sie bewohnen oft totes Holz oder führen eine parasitische Lebensweise. An Ceratobasidium-Species, die aus

Orchideenwurzeln isoliert worden sind, konnten keine Schnallen festgestellt werden. Über die Spezifität zu ihren Wirtsorchideen ist von den Ceratobasidium- wie auch anderen Orchideenpilzarten noch nicht viel bekannt. Ceratobasidium cornigerum (BOURDOT) ROGERS konnte in Schottland aus Goodyera repens, dem Netzblatt, isoliert werden, während der Pilz in Südaustralien mit mehreren Pterostylis- und Prasophyllum-arten symbiotisch lebt. Letztendlich existieren auch noch mehrere Isolate, die von Koniferen aus verschiedenen Ländern gewonnen wurden (WARCUP, TALBOT 1967). Goodyera repens scheint sehr spezifisch auf Ceratobasidium cornigerum angewiesen zu sein, das bevorzugt die Streu moosreicher Kiefernwälder besiedelt (HADLEY 1970, DOWNIE 1943).

Aus der Gattung Sebacina TUL., welche zur Familie der Tremellaceen gehört, wurde bislang nur eine Art, Sebacina vermifera OBERWINKLER, und ein noch nicht bestimmtes Isolat als mit Orchideen vergesellschaftet angetroffen (WARCUP, TALBOT 1967). Wie ermittelt werden konnte, ist S. vermifera in Australien ein spezifischer Symbiont für Orchideen der Gattungen Acianthus und Caladenia. Als Art wurde der Pilz in Europa von OBERWINKLER (1964) beschrieben, der ihn auf einem morschen Lindenstumpf und intrahymenial in den Fruktifikationen des resupinaten Basidiomyceten Uthatobasidium fuscisporum lebend fand. Beim intrahymenialen Wuchs erscheinen am Mycel von S. vermifera locker verteilte Basidien, ein Hymenium kommt nicht zustande. WARCUP und TALBOT (1967) beschreiben einen aus Orchideen isolierten Stamm, dessen Fruktifikation dünne, grauweiße Beläge auf dem Substrat darstellen. Von besonderer Eigenart ist die Genese der Basidiosporen der Tremellaceen. Nach der Meiose wird das Probasidium durch Septen längs in 2–4 Epibasidien geteilt. Anschließend treiben diese Epibasidien mehr (Tremella) oder weniger (Sebacina) lange Sterigmen aus, die in manchen Fällen in ein gelatinös-gallertiges Basidiocarp eingebettet sein können (ROGERS 1971).

Schließlich wäre noch die Gattung Thanatephorus DONK zu erwähnen, von welcher bisher 3 Arten als mit Orchideen in Symbiose lebend beschrieben wurden (WARCUP, TALBOT 1966, 1967). Es handelt sich um Th. cucumeris (FRANK) DONK, Th. orchidicola WARCUP und TALBOT und Thanatephorus sterigmaticus (BOURDOT) TALBOT. Th. cucumeris ist schon seit langem als steriles Mycel unter dem Namen Rhizoctonia solani KÜHN bekannt und konnte als ubiquitär verbreiteter Parasit von verschiedenen Kulturpflanzen isoliert werden. DOWNIE (1957) gelang die Isolation von Th. cucumeris (von ihr als Corticium solani bezeichnet) in Großbritannien aus den Wurzeln von Dactylorhiza purpurella. Makro- und mikroskopisch fallen Thanatephorus-Arten durch mehr oder weniger flockige Fruktifikationen auf, die durch separate Anhäufungen von Basidienbildungen an kräftigen, aufgerichteten und verzweigten, kurz septierten Hyphen zustande kommen. Thanatephorus-Fruktifikationen sind niemals wachsartig oder schleimig (DONK 1956). Von STRETTON et al. (1964) wurde ein Th. cucumeris-Stamm beschrieben, bei welchem die Basidien an bestimmten Stellen Synnema-ähnlicher Gebilde, die eine Höhe von 15 mm erreichten, zu beobachten waren. Mit einer Dicke von 6–17 µm erscheinen Thanatephorushyphen sehr kräftig, wobei auch hier keine Schnallen auftreten.

Eine Eigenschaft mehrerer Orchideensymbionten der Gattungen Tulasnella und Ceratobasidium ist die Bildung von Monilien auf Grundlage septierter Kurzhyphen bzw. Sprossung bereits vorhandener Monilienketten (BURGEFF 1936, WARCUP, TALBOT 1966, 1967, 1971). Bei lokaler Anhäufung großer Mengen von Monilien kommt es zur Bildung beachtlicher Sklerotien, die in künstlicher Kultur entweder im oder auf dem Substrat zu beobachten sind. We-

gen ihrer Fähigkeit, Fette speichern zu können, kommt ihnen Bedeutung als Speicher- und Überdauerungseinheiten zu.

Nach wie vor existieren große Mengen von Rhizoctonia-Isolaten, deren taxonomische Zugehörigkeit wegen fehlender Fruktifikationen noch ungeklärt bleibt. Nach Vorschlägen BURGEFFs aus dem Jahre 1936 können Orchideenpilze in der folgenden Weise benannt werden:

Mycelium Radicis (M. R.) + Gattungsname der Wirtsorchidee in Klammern + deren Artname im Genitiv.

Beispiel: Isolat aus Orchis mascula:

M. R. (Orchis) masculae

Seit KNUDSON (1922) mit seinen sensationellen Ergebnissen den Weg für die nichtsymbiotische Orchideenvermehrung wies, hat die Aufzucht von Orchideen mit Hilfe ihrer natürlichen Wurzelpilze zunehmend an Bedeutung verloren. Gerade die gefragten tropischen epiphytischen Orchideen weisen auch bei pilzfreier Aufzucht meist ein zufriedenstellendes Wachstum auf, und nicht zuletzt ist die Gewährleistung der Bedingungen für eine symbiotische Aufzucht eine diffizile Angelegenheit, denn es ist schwierig, in künstlicher Kultur das zum raschen Wachstum der Orchideenpflänzchen notwendige symbiotische Gleichgewicht über längere Zeit aufrecht zu erhalten (BURGEFF 1936, HADLEY 1969, BORRISS 1970). Dennoch ist die symbiotische Methode bei Einsatz geeigneter Nährböden (WARCUP 1973, 1975) für die Aufzucht europäischer Erdorchideen empfehlenswert (SEITZ 1975).

Für die wertvollen Hinweise zur Gestaltung des Manuskriptes möchte ich an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. KREISEL, Greifswald, recht herzlich danken.

Literatur:

ARDITTI, J. (1975): Orchid phytoalexines. Orchid Review **83**, 187–188

BERNARD, N. (1904): Recherches experimentales sur les Orchidées. Rev. gen. de Bot. **16**, 405–541, 458–478

BERNARD, N. (1909): L'evolution dans la Symbiose. Les Orchidées et leurs champignons commensaux. Ann. Sc. nat. **9**, 1–196

BORRISS, H. (1970): Samenvermehrung und Anzucht europäischer Erdorchideen. L'orchideé. Compt. rend 2. Congres Europeen de l'orchideé, Paris 1969. Monographie No. 2 C. N. I. H., 74–78

BURGEFF, H. (1932): Saprophytismus und Symbiose (Studien an tropischen Orchideen). Fischer, Jena

BURGEFF, H. (1936): Samenkeimung der Orchideen. Fischer, Jena

CHRISTIANSEN, M. P. (1971): Variation in the resupinate Homobasidiomycetes. Internat. Symp.: Evolution in the higher Basidiomycetes. (Ed. by PETERSEN, E. H.). The University of Tennessee Press, 259–274

DONK, M. A. (1956): Notes on resupinate Hymenomycetes – II, The tulasnelloid fungi. Reinwardtia **3**, 363–379

DONK, M. A. (1964): A conspectus of the families of Aphyllophorales. Persoonia **3**, 199–324

DOWNIE, D. G. (1943): The source of the symbiont of Goodyera repens. Trans. Bot. Soc. Edinb. **33**, 383–390

DOWNIE, D. G. (1957): Corticium solani – an orchid endophyte. Nature **179**, 160–161

GÄUMANN, E. (1951): Pflanzliche Infektionslehre. Birkhäuser, Basel

GÄUMANN, E., KERN, H. (1959): Über die Isolierung und den chemischen Nachweis des Orchinols. Phytopath. Zeitschr. **35**, 347–356

HADLEY, G. (1969): Cellulose as a carbon source for orchid mycorrhiza. New Phytol. **68**, 933–939

HADLEY, G. (1970): Non-specificity of symbiotic infection in orchid mycorrhiza. New Phytol. **69**, 1015–1023

HADLEY, G. (1975): Organization and fine structure of orchid mycorrhiza. Endomycorrhizas, (Ed. by SANDERS, MOSSE, TINKER), Academic Press, London, 335–350

HADLEY, G., ONG, S. H. (1978): Nutritional requirements of orchid endophytes. New Phytol. **81**, 561–568

HADLEY, G., PURVES, S. (1974): Movement of 14carbon from host to fungus in orchid mycorrhiza. New Phytol. **73**, 475–482

HADLEY, G., WILLIAMSON, B. (1971): Analysis of the post infection growth stimulus in orchid mycorrhiza. New Phytol. **70**, 445–455

HARVAIS, G. (1972): The development and growth requirements of Dactylorhiza purpurella in asymbiotic cultures. Canad. Journ. Bot. **50**, 1223–1229

HARVAIS, G., PEKKALA, D. (1975): Vitamin production by a fungus symbiotic with orchids. Canad. Journ. Bot. **73**, 156–163

HIJNER, J. A., ARDITTI, J. (1973): Orchid mycorrhiza: Vitamin production by the symbionts. Amer. Journ. Bot. **60**, 829–835

KNUDSON, L. (1922): Non-symbiotic germination of orchid seed. Bot. Gazette **75**, 1–5

MEAD, J. W., BULARD, C. (1975): Effects of vitamins and nitrogen sources on asymbiotic germination and development of Orchis laxiflora LAMK. and Ophrys sphegodes MILL. New Phytol. **74**, 33–40

MEAD, J. W., BULARD, C. (1979): Vitamins and nitrogen requirements of Orchis laxiflora LAMK. New Phytol. **83**, 129–136

OBERWINKLER, F. (1964): Intrahymeniale Heterobasidiomyceten. Fruchtkörperlose Sebacina-Sippen und ihre systematische Stellung. Nova Hedwigia **7**, 489–499

PILÁT, A. (1971): Diversity and phylogenetic position of the Thelephoraceae. Intern. Symp.: Evolution in the higher Basidiomycetes, (Ed. by PETERSEN, R. H.), The University of Tennessee Press, Knoxville, 309–329

PURVES, S., HADLEY, G. (1975): Movement of carbon compounds between the partners in orchid mycorrhiza. Endomycorrhizas, (Ed. by SANDNERS, MOSSE, TINKER), Academic Press, London, 175–194

ROGERS, D. P. (1971): Patterns of evolution to the homobasidium. Intern. Symp.: Evolution in the higher Basidiomycetes, (Ed. by PETERSEN, R. H.), The University of Tennessee Press, Knoxville, 241–257

SEITZ, H. M. (1975): Symbiotische Samenkeimung bei europäischen Orchideen. 8th WOC-Proceedings, Frankfurt a./M. 343–350

SMITH, S. E. (1967): Carbohydrate translocation in orchid mycorrhizas. New Phytol. **66**, 371–378

STRETTON, H. M., MC. KENZIE, A. R., BAKER, F., FLENTJE, N. T. (1964): Formation of the basidial stage of some isolates of Rhizoctonia. Phytopathology **54**, 1093–1099

WARCUP, J. H. (1973): Symbiotic germination of australian terrestrial orchids. New Phytol. **72**, 387–392

WARCUP, J. H. (1975): Factors affecting symbiotic germination of orchid seed. Endomycorrhizas, (Ed. by SANDERS, MOSSE, TINKER), Academic Press, London, 87–103

WARCUP, J. H., TALBOT, P. H. B. (1966): Perfect states of some Rhizoctonias. Trans. Brit. Myc. Soc. **49**, 427–435

WARCUP, J. H., TALBOT, P. H. B. (1967): Perfect states of Rhizoctonias associated with orchids I. New Phytol. **66**, 631–641
(1971): II, New Phytol. **70**, 35–40
(1980): III, New Phytol. **86**, 267–272

Anschrift des Verfassers:

T. VOIGT, DDR-9158 Hohndorf, Steigerweg 9

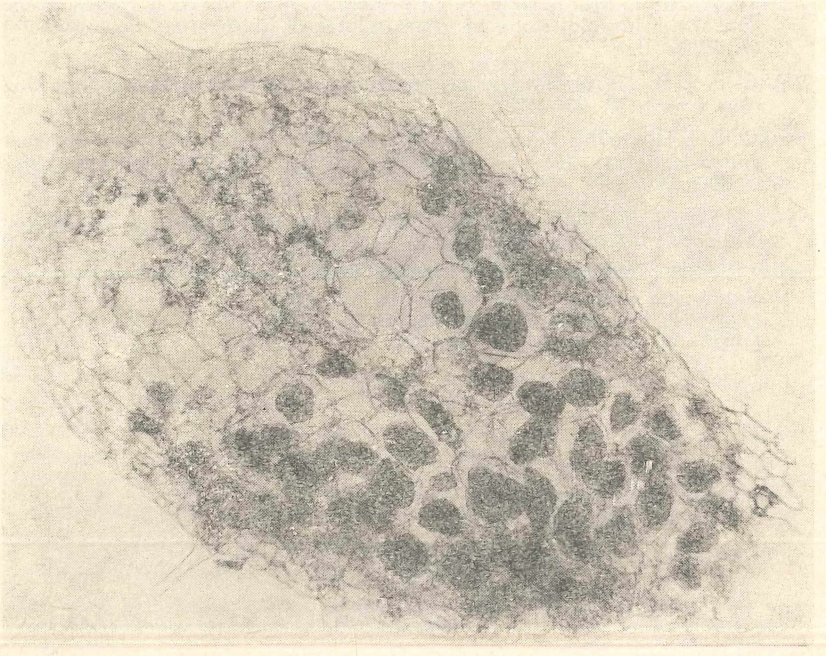

Abb. 1
Protokorn von Dactylorhizi majalis (symb.)

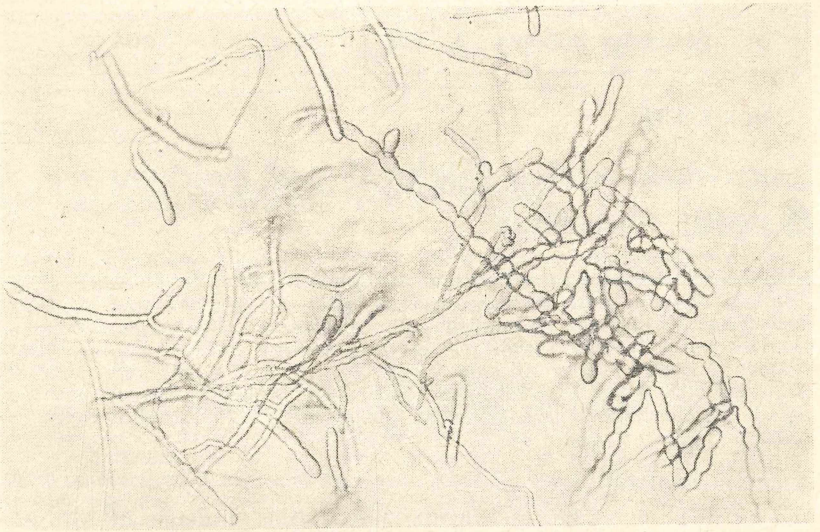

Abb. 2
Wurzelpilz aus Goodyera repens

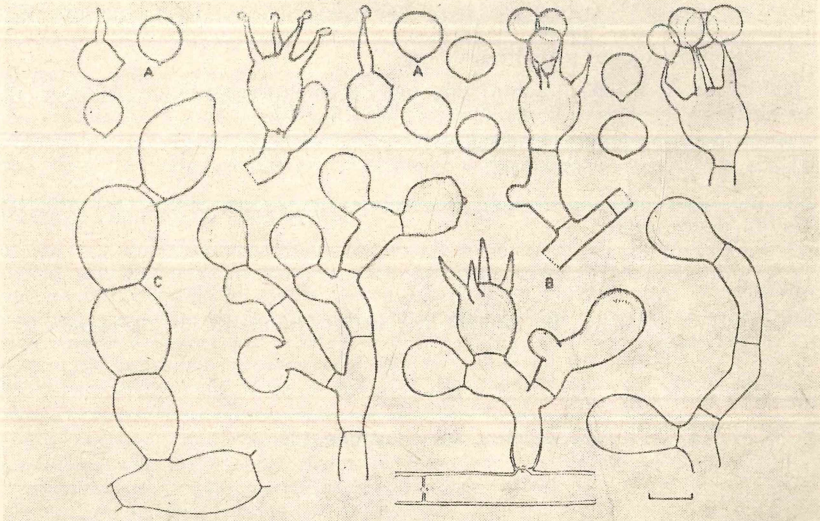

Fig. 1. *Ceratobasidium globisporum* sp.nov. A, Basidiospores; B, basidia; C, moniliform blastospores
Scale bars in Figs. 1 to 4 represent 10 μm.

Abb. 3
Reproduktion aus DONK (1964)
Fotos: Th. VOIGT

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Boletus - Pilzkundliche Zeitschrift

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: 8

Autor(en)/Author(s): Voigt Thomas

Artikel/Article: Die symbiotischen Pilze der Orchideen und ihre Stellung in der Systematik 47-55