

Untersuchungen an Heterobasidiomyceten, Teil 32*
über die Brandpilze von *Hypparrhenia hirta* (L.) Stapf.
I. *Sporisorium transfissum* (Tul.) G. Deml comb. nov.

G. DEML

Institut für Biologie I, Lehrstuhl Spezielle Botanik
 Auf der Morgenstelle 1, D-7400 Tübingen

Eingegangen am 6.7.1983

Deml, G. (1983) – Studies in *Heterobasidiomycetes*, part 32 – On the smut fungi of *Hypparrhenia hirta* (L.) Stapf. (*Poaceae*) I. *Sporisorium transfissum* (Tul.) G. Deml comb. nov., *Z. Mykol.* 49(2): 171–178.

Key Words: *Basidiomycetes*; *Ustilaginaceae*, smut fungi; *Sporisorium transfissum*, sori, teliospores, germination, Karyology, cultures.

Abstract: The smut that forms its sori in the spikelets of *Hypparrhenia hirta* (L.) Stapf. (*Poaceae*) was investigated. On the morphology of the sori the new combination *Sporisorium transfissum* (Tul.) G. Deml is proposed.

Zusammenfassung: Der Brandpilz, der seine Sporenlager in den Ährchen von *Hypparrhenia hirta* (L.) Stapf. (*Poaceae*) ausbildet, wurde untersucht. Auf Grund der Morphologie der Sporenlager wird die Neukombination *Sporisorium transfissum* (Tul.) G. Deml vorgeschlagen.

Einleitung

In den Infloreszenzen von *Hypparrhenia hirta* (L.) Stapf. (*Poaceae*, *Andropogonoideae*; Engler 1964, Tutin et al. 1980) treten Brandpilze auf. Nach der Ausbildung der Sori lassen sich zwei Formen unterscheiden. Beim Befallstyp 1 sind in den einblütigen Ährchen nur die generativen Teile vollständig in Sporenlager umgewandelt. Die Spelzen und die zweijährigen Teilblütenstände sind, wenn auch zum Teil etwas verkleinert, wohl entwickelt. Diesem Parasiten ist nach der Literatur (Zundel 1939) eindeutig der Name *Sphacelotheca transfissa* (Tul.) Zundel zuzuordnen.

Der zweite Befallstyp ist durch die Umwandlung der zwei traubigen Teilinfloreszenzen in je ein Sporenlager charakterisiert. Die Elemente der Teilinfloreszenzen und die Ährchen sind nicht mehr zu erkennen. Häufig, vor allem in jungen Stadien, sind die Sori von den Blattscheiden verdeckt. Als Brandpilze, die dieses Befallsbild hervorrufen können, sind bei Zundel (1930) und Fischer (1953) *Sphacelotheca andropogonis* (Opiz) Bubak und bei Zundel (1953) *Ustilago puellaris* Syd. angegeben.

* DEML, G. & F. OBERWINKLER – Studies in *Heterobasidiomycetes*, part 31 – On the anther smuts of *Silene vulgaris* (Moench) Garcke. Phytopath. Z. (Manuskript angenommen).

Von *Langdon* und *Fullerton* (1975) werden die Kriterien für die auf Poaceen vorkommenden Brandpilze der Gattung *Ustilago* definiert. Außerdem haben *Langdon* und *Fullerton* (1978) einige Vertreter der Gattung *Sphacelotheca* kritisch analysiert. Dabei konnten sie zeigen, daß die von *Clinton* (1902) vorgenommene Ausweitung der Gattung *Sphacelotheca* auf Brandpilze, die Gramineen befallen, nicht gerechtfertigt ist. Vielmehr sind die von ihnen bearbeiteten Arten in der von *Ehrenberg* bereits 1825 eingeführten Gattung *Sporisorium* einzuordnen.

Auf Madeira konnten im Frühjahr 1982 mehrfach *Hyparrhenia hirta* Pflanzen, deren Infloreszenzen Sporenlager von Brandpilzen aufwiesen, gesammelt werden. Die Befallsbilder entsprachen den beiden oben angegebenen Typen. In einigen Fällen standen die Stöcke der infizierten Wirtspflanzen mit unterschiedlichen Befallsbildern in unmittelbarer Nachbarschaft, in den anderen trat jeweils nur ein Befallstyp auf. In der vorliegenden Arbeit werden die auf *Hyparrhenia hirta* gefundenen Brandpilze, die dem oben genannten Befallstyp 1 entsprechen untersucht und ihre systematische Stellung diskutiert.

Material und Methoden

Für die Untersuchungen standen folgende Aufsammlungen aus Madeira/Portugal zur Verfügung:

GD 1103 Canico, Ponta de Oliveira, vom Hotel Galomar in Richtung Funchal, Wegränder, 30–50 m NN, 2.2.1982, leg. G. Deml – GD 1148 Canico, Levada dos Tornos, vom Fußballplatz bis zum ersten Tunnel, ca. 580 m NN, 21.2.1982, leg. G. Deml – GD 1149 Levada dos Tornos, kurz nach dem ersten Tunnel, 560 m NN, 21.2.1982, leg. G. Deml – GD 1150 Levada dos Tornos, am Ende der Levada bei Gaula, 500–480 m NN, 21.2.1982, leg. G. Deml – GD 1232 San Vicente, Ribeiro do Inferno, in Richtung Seixal, ca. 50 m NN, 26.2.1982, leg. G. Deml.

Von *Sphacelotheca transfissa* konnte kein Typusmaterial untersucht werden, da die Originalbelege nur im Museum d'Histoire Naturelle Laboratoire de Cryptogamie, Paris, Frankreich eingesehen und nicht ausgeliehen werden können. Bei *Zundel* (1939) ist jedoch neben der Beschreibung auch eine Photographie des *Tulasne'schen* Typus abgebildet. Dies ermöglichte einen eindeutigen Vergleich mit den vorliegenden Aufsammlungen.

Die lichtmikroskopischen Untersuchungen wurden an Handschnitten von Sporenlagern durchgeführt. Die Längs- bzw. Querschnitte wurden in aqua bidest. übertragen, mit 10%-iger Kalilauge für 15 Minuten inkubiert, ausgewaschen, mit 1%-iger wässriger Phloxinlösung gefärbt, erneut ausgewaschen und in Glycerin-Wasser (1:9/V:V) mikroskopiert.

Für die Keimungsversuche wurde ein Malzextrakt–Yeastextrakt–Pepton (MYP) Medium (*Bandoni* 1972) und 2%-iger Wasseragar verwendet. Ein Teil der Ansätze wurde als Objektträgerkulturen angelegt (*van Uden* 1951). Um die Kerne in den Basidien darzustellen, wurden sie mit HCl/Giemsa-Lösung (*Deml* und *Oberwinkler* 1982) gefärbt.

Von einigen Keimungsansätzen ausgehend, wurden Reinkulturen angelegt. Zu ihrer Charakterisierung wurden ihre Exoenzymaktivitäten auf festen Medien ermittelt (*Seeliger* 1956; *Hankin* und *Anagnostakis* 1975), die Bildung von Siderophoren (*Deml* und *Oberwinkler* 1980) überprüft und der Diazonium Blau B (DBB) Test nach *van der Walt* und *Hopsu-Havu* (1976) durchgeführt.

Zur rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung der Oberflächenstrukturen wurden Teliosporen mittels Doppelklebeband auf Präparatetischen befestigt, mit einer Gold-Paladium-Legierung besputtert und in einem Cambridge Stereoscan S 4–10 mikroskopiert.

Für die Berechnung der Größe wurden luftgetrocknete Teliosporen in das Glycerin-Wasser-Gemisch (1:9/V:V) gebracht. Nach einer Quellzeit von drei Stunden wurden die Sporenmaße über einen Zeichenspiegel von einem Lichtmikroskop auf ein Leitz A. S. M. System Socos übertragen und mit dem Uni-3/M Statistikprogramm berechnet. Die angegebenen Werte basieren auf jeweils 100 Teliosporen.

Ergebnisse

B e f a l l s b i l d – Die paarigen Teilinfloreszenzen sind vollständig ausgebildet und treten aus den Blattscheiden hervor. Im Vergleich mit nicht infizierten Wirtspflanzen sind sie jedoch geringfügig verkleinert. Die Sori ersetzen die Blüten. Sie sind 2–3 mm lang und von den voll ausdifferenzierten, aber häutigen Spelzen eingeschlossen (Abb. 1).

S o r i – Die Sori sind von einer hell-beigen Hülle aus unregelmäßigen, dickwandigen hyalinen Zellen eingeschlossen. Die dunkelbraune Sporenmasse umgibt eine zentrale Columella, die aus Wirtszellen und interzellulär wachsenden Hyphen besteht. Bei einem Teil der Wirtszellen treten charakteristische Wandverdickungen, wie sie für Xylemelemente typisch sind, auf. Sie sind damit als Leitelemente bzw. Achsengewebe der Blüten aufzufassen. Die Sporen werden in sporogenen Hyphen angelegt und durch Verschleimen der umgebenden Hyphenwand freigesetzt. Zwischen den Teliosporen finden sich Reihen oder Gruppen von dickwandigen hyalinen Zellen (Abb. 2). Zur Zeit der Teliosporenreife wird die Hülle der Sori brüchig und ist dann häufig nur noch zum Teil vorhanden.

T e l i o s p o r e n – Die Teliosporen liegen einzeln vor. Sie sind mehr oder weniger kugelig, zum Teil aber auch unregelmäßig, braun gefärbt und, wie HCl/Giemsa Färbung zeigt einkernig. Die Messung von je 100 Teliosporen bei 4 Aufsammlungen ergibt eine durchschnittliche Größe von $12,5 \times 13,5 \mu\text{m}$. Die genauen Werte sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Das Exospor der Teliosporen ist durch, auf einer insgesamt granulären Oberfläche, dicht stehende Stacheln charakterisiert (Abb. 3). Die Teliosporenwand besitzt eine Dicke von ca. $1 \mu\text{m}$ und ist auf der Innenseite glatt.

K e i m u n g u n d K u l t i v i e r u n g – Die Teliosporen keimen ohne Ruhepause innerhalb von 48 Stunden sowohl auf MYP-Medium als auch auf Wasseragar. Die Abbildungen 4–9 zeigen einige Stadien der Keimung. In allen Fällen sind die Basidien zweizellig, wobei sich in jeder Zelle nach HCl/Giemsa Färbung zwei Kerne erkennen lassen (Abb. 4). Seitlich und endständig werden an deutlich erkennbaren Auswüchsen Basidiosporen abgegliedert. Diese Auswüchse sind besonders deutlich an Basidien zu erkennen, an denen die Basidiosporen bereits abgefallen sind (Abb. 5). Im Laufe der Basidiosporenontogenie wird der plasmatische Inhalt der Basidienzellen zusammen mit den beiden Kernen in die Sporidien transportiert (Abb. 6). In späteren Ontogeniestadien sind die Basidienzellen dann leer (Abb. 5). Manchmal am Promycel, meist aber erst, wenn sie abgetrennt sind, werden in den zweikernigen Basidiosporen (Abb. 7) Septen eingezogen. Diese Septen teilen die Zellen zunächst meist asymmetrisch (Abb. 8). Die Asymmetrie bleibt auch dann erhalten, wenn Dreizellstadien auftreten (Abb. 9).

Die zweizelligen Basidiosporen propagieren, nachdem die zweite Zelle annähernd die Größe der ersten Zelle erreicht hat, durch Sporidienbildung. Der Mechanismus der Sporidienbildung entspricht der der Basidiosporenbildung.

C h a r a k t e r i s i e r u n g d e r K u l t u r e n – Für die Charakterisierung der Kulturen wurden je 2 Stämme von 2 Aufsammlungen eingesetzt. Die Ergebnisse des Screenings nach Exoenzymaktivitäten auf festen Medien sind in Tabelle 2 zusammengestellt. In den unter Eisenmangelbedingungen gewachsenen Kulturen konnten keine Siderophore nachgewiesen werden. Der DBB-Test (v a n d e r W a l t u n d H o p s u - H a v u 1971) ergab für alle getesteten Stämme nach drei Wochen eine durch Rotfärbung erkennbare positive Reaktion.

Diskussion und Taxonomie

Für die Benennung der Brandpilze in den Infloreszenzen von *Hyparrhenia hirta* (L.)

Stapf. stehen mehrere Namen zur Diskussion. Auf Grund der Ausbildung der Sori in den Ährchen bzw. Blüten handelt es sich bei der in dieser Arbeit untersuchten Spezies eindeutig um die von T u l a s n e (1847) beschriebene *Ustilago carbo columelifera a. transfissa* Tul. Z u n d e l (1939) schlägt für diese Art den Namen *Sphacelotheca transfissa* (Tul.) Zundel vor. Er gibt neben dem Befallsbild die dicht warzigen Teliosporen mit einem Durchmesser von 10,5–14 μm an. Diese Angaben stimmen gut mit den von uns ermittelten Werten von 12,5–13,5 μm überein. Bei der Zusammenstellung seiner „*Ustilaginales of the World*“ (Z u n d e l 1953) hat sich vermutlich nachträglich ein Übertragungsfehler eingeschlichen, da in dieser Arbeit als Durchmesser der Teliosporen nur 7–10,5 μm angegeben ist. Dabei handelt es sich aber genau um die Maßangabe, die Z u n d e l (1939) als Größe der sterilen Zellen in den Sporenlagern angibt.

L a n g d o n und F u l l e r t o n (1978) haben *Sphacelotheca hydropiperis* (Schum.) DeBary und einige auf Poaceen parasitierende Vertreter dieser Gattung vergleichend analysiert. Nach ihren Ergebnissen ist die von C l i n t o n (1902) vorgenommene Ausweitung der Gattung *Sphacelotheca* auf Brandpilze mit Gramineen als Wirtspflanzen nicht gerechtfertigt. Diese Parasiten sind vielmehr in der von E h r e n b e r g bereits 1825 eingeführten Gattung *Sporisorium*, mit *S. sorghi* als Typusart, einzuordnen. Die *Sporisorium*-Arten zeichnen sich durch einen eigenständigen Bauplan der Sori aus.

Die Sporenlager besitzen eine Peridie, die aus Hyphen besteht, eine Columella, die von Wirtsgewebe und Hyphen gebildet wird, und sterile Elemente, die sogenannten „partitioning cells“ (L a n g d o n und F u l l e r t o n 1978), die zwischen der Sporenmasse lokalisiert sind. Außerdem ist die Exoornamentation der Teliosporen durch zwei unterschiedliche Formen von Stacheln charakterisiert.

In allen wesentlichen oben genannten Merkmalen stimmt der in dieser Arbeit untersuchte Brand, der seine Sporenlager in den Blüten von *Hyparrhenia hirta* ausbildet, mit der Umschreibung von *Sporisorium* überein. Er ist deshalb in dieser Gattung einzuordnen. Die charakteristische Sporengröße von 12,5 x 13,5 μm weist, in Verbindung mit der Ornamentierung der Teliosporen, den hier analysierten Brand auf *Hyparrhenia hirta* als eigenständige Art aus.

Sporisorium transifissum (Tul.) G. Deml comb. nov.

Typus: auf *Andropogon hirta* L., LaCalle, Algerien, Mai 1841.

Basionym: *Ustilago carbo columelifera a. transfissa* Tul., Ann. Sci. Nat. III. 7: 81 (1847).

Synonym: *Sphacelotheca transfissa* (Tul.) Zundel, Mycologia 31: 582 (1939).

Herrn Prof. Dr. W. Sauer, Tübingen, danke ich für die Überlassung des Leitz A. S. M. System Socos für die Auswertung der Teliosporen. Danken möchte ich auch Frau A. Fuß für die Mitarbeit bei der Anlage und der Charakterisierung der Kulturen. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützte diese Arbeit durch eine Sachbeihilfe.

Literatur

- BANDONI, R. (1972) – Terrestrial occurrence of some aquatic *hyphomycetes*. Can. J. Bot. 50: 2283–2288.
- CLINTON, G. P. (1902) – North American *Ustilagineae*. Journal of Mycology 8: 128–156.
- DEML, G. & F. OBERWINKLER (1980) – Studies in *Heterobasidiomycetes*, part 6: 79. Siderochromes from *Heterobasidiomycetes* with ontogenetic yeast phases and related species. In: Current Developments in Yeast Research (Stewart, G. G., Russel, I., eds.) Toronto. Pergamon Press.
- – (1982) – Studies in *Heterobasidiomycetes*, part 24. On *Ustilago violacea* (Pers.) Rouss. from *Saponaria officinalis*. Phytopath. Z. 104: 345–356.

- EHRENBERG (1825) – In Link in Linnes Species Plantarum Ed. 4 (Willdenow's), Berlin, 6 (2): 86.
- ENGLER, A. (1964) – Syllabus der Pflanzenfamilien. 12. Aufl. Hrg. H. Melcher, Verlag Gebrüder Melchior, Berlin-Nikolassee.
- FISCHER, G. W. (1953) – Manual of the North American smut fungi. The Ronald Press Company, New York, 343 pp.
- HANKIN, L. & S. L. ANAGNOSTAKIS (1975) – The use of solid media for detection of enzyme production by fungi. *Mycologia* 67: 597–607.
- LANGDON, R. F. N. & R. A. FULLERON (1975) – Sorus ontogeny and sporogenesis in some smut fungi. *Austr. J. Bot.* 23: 915–930.
- – (1978) – The genus *Spacelotheca* (*Ustilaginales*): Criteria for its delimitation and consequences thereof. *Mycotaxon* 4: 421–456.
- SEELIGER, H. P. R. (1956) – Use of urease test for the screening and identification of *Cryptococci*. *J. Bact.* 72: 127–131.
- TUTIN, G. (1980) – *Poaceae* in Tutin et al. *Flora Europaea* Vol. 5, University Press, Cambridge.
- VAN DER WALT, J. P. & V. K. HOPUSU-HAVU (1976) – A color reaction for the differentiation of ascomycetous and basidiomycetous yeasts. *Ant. van Leeuw.* 42: 157–163.
- VAN UDEN, H. (1951) – Eine einfache Methode zum Studium der Pilzmorphologie im allgemeinen und der vegetativen Anastomosen im besonderen. *Arch. Dermatol. und Syphilis* 193: 468–484.
- ZUNDEL, G. W. (1930) – Monographic studies on the *Ustilaginales* attacking *Andropogon*. *Mycologia* 22: 125–158.
- (1939) – Studies on the *Ustilaginales* of the World. *Mycologia* 31, 572–589.
- (1953) – *Ustilaginales* of the world. Pennsylvania State University, School of Agriculture, State College, Penn. Contrib. no. 176, XI + 410 pp.

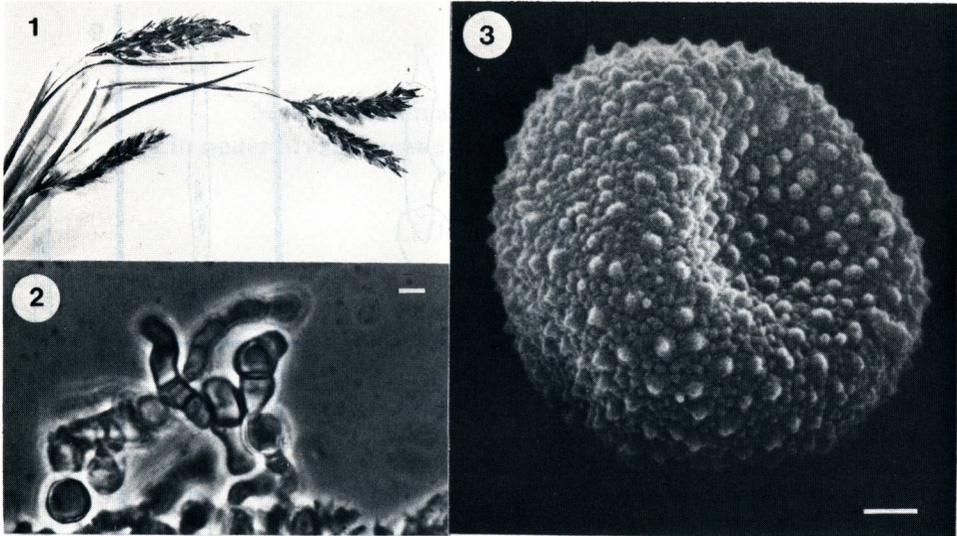
Tabelle 1: Größe der Teliosporen*
Size of teliospores.

Aufsammlung	1103	1149	1150	1232
Länge	11.18–15.86	12.01–15.64	12.34–16.68	9.80–14.35
Breite	10.62–14.11	11.98–16.16	11.02–14.87	9.13–13.16
Mittelwert	12.49–13.54	13.01–13.99	13.50–14.30	11.41–12.24
Mittelwert aller Messungen	12.60–13.51			

* Die Meßwerte sind in μm angegeben

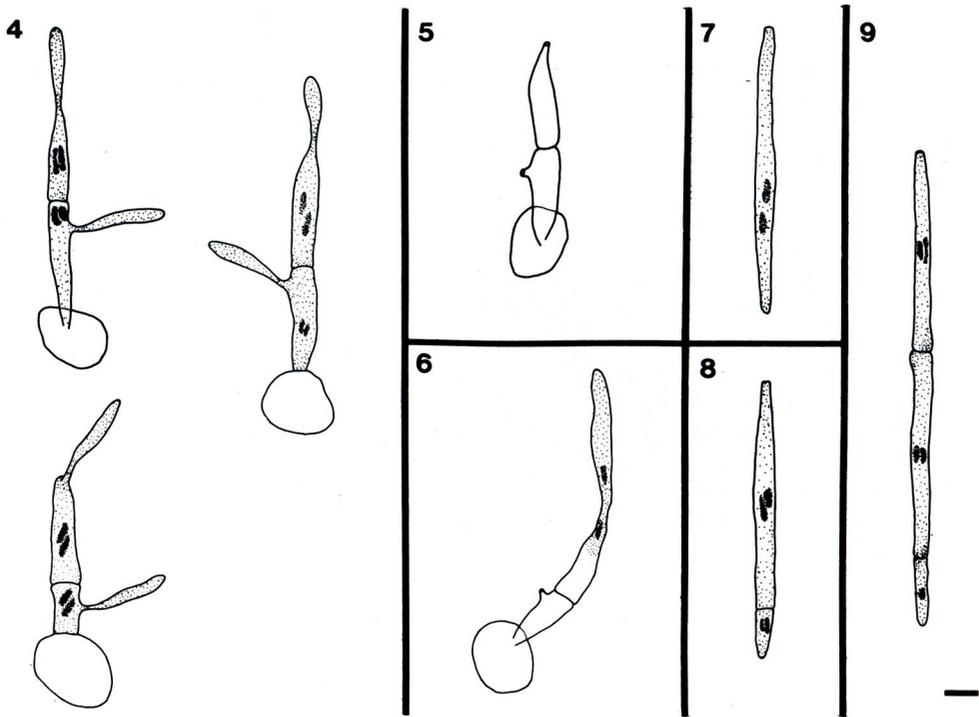
Tabelle 2: Exoenzymaktivitäten auf festen Medien
Aktivity of exoenzymes on solid media

Enzyme	Stamm	
	1103	1150
Amylase	—	—
Arbutin	7+	10+
DNAase	—	—
Lipase	3+	3+
Polygalacturonase	—	—
Pectatlyase	—	—
Phosphatase	3+	3+
Protease	3+	3+
RNAase	3+	3+
Urease	4+	2+



Tafel 1: *Sporisorium transfiissum*. Abb. 1: Befallsbild von *Sporisorium transfiissum* auf *Hyparrhenia hirta* (Länge des Ährchens ca. 4 cm). Abb. 2: Sterile Zellen („partitioning cells“) aus den Sporenlagern (Meßstrich = 5 μm). Abb. 3: Exoornamentation der Teliosporen (Meßstrich = 2 μm).

Table 1: *Sporisorium transfiissum*. Fig. 1: Infection of *Sporisorium transfiissum* on *Hyparrhenia hirta* (Length of the spiklets 4 cm). Fig. 2: Partitioning cells from the sori (Standard 5 μm). Fig. 3: Teliospore ornamentation (Standard 2 μm).



Tafel 2: Keimung der Teliosporen. Abb. 4: Die Basidienzellen sind dikaryotisch. Abb. 5: An leeren Basidienzellen sind die sterigmata-ähnlichen Auswüchse. Abb. 6: Mit den beiden Kernen wandert das Cytoplasma in die Basidiospore. Abb. 7: Zweikernige Basidiospore. Abb. 8: In den Basidiosporen werden asymmetrisch Septen eingezogen. Abb. 9: Dreizellige Sporidie. Maßstrich für alle Abbildungen 5 μ m.

Table 2: Germination of the teliospores. Fig. 4: basidial cells are dikaryotic. Fig. 5: Empty basidial cells with sterigma-like outgrowth. Fig. 6: Nuclei with the cytoplasm are transferred into the basidiospore. Fig. 7: Dikaryotic basidiospore. Fig. 8: Basidiospores become asymmetrically septate. Fig. 9: Three-celled sporidium. Standard for all figures 5 μ m.



Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.
German Mycological Society

Dieses Werk stammt aus einer Publikation der DGfM.

www.dgfm-ev.de

Über [Zobodat](#) werden Artikel aus den Heften der pilzkundlichen Fachgesellschaft kostenfrei als PDF-Dateien zugänglich gemacht:

- **Zeitschrift für Mykologie**
Mykologische Fachartikel (2× jährlich)
- **Zeitschrift für Pilzkunde**
(Name der Hefreihe bis 1977)
- **DGfM-Mitteilungen**
Neues aus dem Vereinsleben (2× jährlich)
- **Beihefte der Zeitschrift für Mykologie**
Artikel zu Themenschwerpunkten (unregelmäßig)

Dieses Werk steht unter der [Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](#) (CC BY-ND 4.0).



- **Teilen:** Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, sogar kommerziell.
- **Namensnennung:** Sie müssen die Namen der Autor/innen bzw. Rechteinhaber/innen in der von ihnen festgelegten Weise nennen.
- **Keine Bearbeitungen:** Das Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Es gelten die [vollständigen Lizenzbedingungen](#), wovon eine [offizielle deutsche Übersetzung](#) existiert. Freigibiger lizenzierte Teile eines Werks (z.B. CC BY-SA) bleiben hiervon unberührt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Mykologie - Journal of the German Mycological Society](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [49_1983](#)

Autor(en)/Author(s): Deml Günther

Artikel/Article: [Untersuchungen an Heterobasidiomyceten, Teil 32 über die Brandpilze von *Hyparrhenia hirta* \(L.\) Stapf. I. Sporisorium transfissum \(Tul.\) G. Deml comb. nov. 171-178](#)