

Nematodenzerstörende (endoparasitische) Pilze aus Waldböden von der Pfaueninsel in Berlin

G. FRITSCH
und
G. LYSEK

Institut für Systematische Botanik
und Pflanzengeographie der FU Berlin
Altensteinstraße 6, D-1000 Berlin 33

Eingegangen am 2.8.1983

Fritsch, G. & G. Lysek (1983) – Nematode destroying (endoparasitic) fungi from woodland soils in Berlin (West). *Z. Mykol.* 49(2): 183–194.

Key words: Nematode destroying fungi – Baermann-funnel technique – *Cephalosporiopsis carnivora* – *Harposporium oxycoracum* – *Nematoctonus leiosporus* – *Verticillium sphaerosporum* – *Myzocyttium* sp. – amount of endoparasites in soils.

Abstract: Using the Baermann-funnel technique, nematodes were extracted from soils of the nature reserve island "Pfaueninsel" in Berlin-West and examined for endoparasitic fungi. Five species were found: *Cephalosporiopsis carnivora*, *Harposporium oxycoracum*, *Nematoctonus leiosporus*, *Verticillium sphaerosporum* and one species of *Myzocyttium*.

With an increase of observations no further species were obtained from this site. About 0.5 % of the nematode population in the soils were found to be infected.

Zusammenfassung: Mit Hilfe der Baermann-Trichter-Technik wurden Nematoden aus Böden des Naturschutzgebietes „Pfaueninsel“ in West-Berlin isoliert. Diese Nematoden wurden auf endoparasitische Pilze untersucht. Dabei ließen sich fünf Arten finden: *Cephalosporiopsis carnivora*, *Harposporium oxycoracum*, *Nematoctonus leiosporus*, *Verticillium sphaerosporum* und eine *Myzocyttium*-Art.

Quantitative Betrachtungen zeigten, daß keine weiteren Arten zu erwarten waren und daß etwa 0,5 % der Nematodenpopulation in den untersuchten Böden infiziert sind.

Einleitung

Die Nematoden-zerstörenden Pilze, (Pilze, die von oder in Fadenwürmern leben) haben aus mehreren Gründen in den letzten Jahren die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Einmal lassen sich an ihnen ökologische und physiologische Versuche anstellen; außerdem erhofft man sich von ihnen Möglichkeiten zur biologischen Bekämpfung von (phytopathogenen) Bodennematoden.

Man unterscheidet heute bei diesen Pilzen zwei ökologisch gut charakterisierte Gruppen (Barron 1977, Lysek & Nordbring-Hertz 1983): die räuberischen Formen wachsen saprophytisch im Boden oder in verrottendem Pflanzenmaterial. Bekommen sie jedoch Kontakt mit Nematoden, bilden sie spezifische Fangorgane aus, mit deren Hilfe sie Nematoden festhalten und verdauen. Die Endoparasiten bilden ein Mycel im Körper ihres Wirtes, in diesem Fall eines Nematoden. Nach Abtötung und Erschöpfung dieses Fadenwurmes entlassen sie ihre Verbreitungsorgane nach außen, entweder als Zoosporen oder als Konidien.

Bisher wurden diese Pilze vor allem unter taxonomischen und physiologischen Gesichtspunkten untersucht. Um einen Überblick über die vorhandenen Arten- und Individuenzahlen, und damit über das natürliche Infektionspotential zu erhalten, wurde in Böden von der Pfaueninsel in Berlin nach Endoparasiten gesucht. Dabei zeigte sich, daß die Artenzahl deutlich begrenzt, das Infektionspotential jedoch beträchtlich ist.

Material und Methoden

1. Untersuchungsgebiet

Als Untersuchungsgebiet wurde der Nordwesten der Pfaueninsel in Berlin gewählt. Dieser Teil der unter Naturschutz stehenden Insel ist für den gesamten Besucherverkehr gesperrt. Die Bodenentwicklung entspricht der einer norddeutschen Auenlandschaft mit sandigem Untergrund; sie wird von dem Flußsee Havel mit seinen zeitweisen Überschwemmungen und einem um 1 m schwankenden Grundwasserstand bestimmt. Sowohl Kraut- wie Baumschicht sind gut entwickelt, wodurch der Boden einen hohen organischen Anteil aufweist. Unter diesen Bedingungen waren hier viele Nematoden und damit eine reiche Endoparasitenflora zu erwarten.

2. Isolierung der Nematoden

Die Nematoden wurden aus den Bodenproben mit Hilfe des Baermann-Trichters isoliert (Barron 1977, 1981; Lysek & Nordbring-Hertz 1983). Die erhaltenen Nematoden wurden auf einem 2 %igen Wasseragar ausplattiert und ständig beobachtet. Tote Nematoden wurden entnommen, und falls sie Zeichen einer Pilzinfektion aufwiesen, in eine weitere Kulturschale übertragen. Zusätzlich wurden Essigälchen (*Turbatrix acetii*) aus einer Kultur hinzugefügt; hierdurch kam es in der Regel zu Folgeinfektionen.

3. Bearbeitung der Isolate

Infizierte Fadenwürmer aus solchen Kulturen dienten zur Anfertigung mikroskopischer Dauerpräparate und zur Bestimmung. Dauerpräparate, die auch als Herbarbelege dienten, wurden mit Lactophenol-Baumwollblau gefärbt und in Karion F (Fa. Merck, Darmstadt) eingebettet.

Zeichnungen und Photographien wurden anhand solcher Präparate angefertigt.

Herbarbelege sind im Botanischen Museum, Berlin-Dahlem, hinterlegt.

Ergebnisse

1. Quantitative Betrachtungen

Zunächst sollten die vorhandenen Arten möglichst vollständig ermittelt werden. Entsprechend der in Abb. 1 dargestellten Kurve zeigte sich, daß nach 7 Isolierungsgängen 5 Arten gefunden worden waren. Weitere 9 Ansätze — die alle Endoparasiten lieferten — erbrachten keine neuen Arten. Die Kurve zeigt eine Sättigung, so darf man schließen, daß die vorhandenen Arten vollständig erfaßt waren.

Während dieser Isolierungen wurden aus 280 g Boden (Frischgewicht) insgesamt ca. 5000 Nematoden erhalten, in denen 18 Infektionen gefunden wurden. Dies entspricht einer Infektion auf 277 Tiere oder 0,36 %. Bei der benutzten Methode werden jedoch nur solche Nematoden isoliert, deren Bewegungsfähigkeit durch die Infektion noch nicht nennenswert beeinträchtigt ist, d. h. die noch nicht im Endstadium des Befalls sind. Somit dürfte die Infektionsrate im Boden tatsächlich etwas höher liegen. Zintz (1982) schätzt sie auf 0,5 %; beide Werte zeigen eine gute Übereinstimmung.

Darüberhinaus ließ sich eine jahreszeitliche Abhängigkeit der Nematoden- und der Endoparasitenpopulation insoweit erkennen, als im Oktober–November ein deutliches Nematodenmaximum auftrat, das etwa einen Monat später ein Maximum der Endoparasitenpopulation zur Folge hatte.

2. Die gefundenen Arten

2.1 *Myzocyttium* spec. (Schenk 1858).

Diese Gattung gehört den *Oomyces* an, die Vermehrung erfolgt durch zweigeißelige

Zoosporen. Diese suchen entweder einen neuen Wirt schwimmend auf – so etwa bei *M. anomalum* – und enzystieren sich auf der Cuticula des Nematoden. Phylogenetisch jüngere Arten, wie *M. humicola*, enzystieren sich kurz nach Verlassen der Sporangien und bilden klebrige Zysten, die sich an Nematoden anheften, sobald sie von ihnen berührt werden.

In beiden Fällen wachsen die Pilze mit einer Keimhyph in das Wirtstier ein und verdauen es beim Aufbau ihres Mycels. Bei der Reife, d. i. nach dem Verbrauch des Nematodeninhaltes, werden in den Nematoden eine Reihe kugelförmiger (den Nematodeneiern ähnelnder) Zoosporangien gebildet (Abb. 2), deren Austrittsöffnungen die Cuticula durchstoßen und die Zoosporen in die Umgebung entlassen. Darüber hinaus bildet das Mycel häufig Oogonien und Antheridien. Nach der Befruchtung der Eizellen enzystiert sich die Zygote zur Dauerspore, die beim Zerfall des toten Nematoden frei wird.

Der bei den Untersuchungen gefundene Pilz befand sich im Stadium der Zoosporenbildung. Da es nicht gelang, die Bildung der Zoosporen, ihre Freisetzung und die Neuinfektion zu beobachten, ließ sich die Art nicht bestimmen.

2.2 *Cephalosporiopsis carnivora* (Drechsler 1969)

Dieser Pilz bildet in den infizierten Fadenwürmern ein Mycel aus Hyphen mit ca. 2,0 μm Durchmesser; sie sind stark septiert und bestehen aus perlschnurartig aufgereihten Abschnitten. Die Konidiophoren sind ebenfalls stark septiert; sie wachsen aus dem abgetöteten Wurm heraus, verzweigen sich und bilden die Konidien auf flaschenförmigen Phialiden. Im Gegensatz zu anderen Endoparasiten besitzt *C. carnivora* septierte Konidien (Abb. 3). Diese sind klebrig, sie heften sich den Nematoden vor allem in der Kopfgregion an. Hier keimen sie aus und bilden im Wirt wiederum Verdauungshyphen.

Die Bestimmung dieses Pilzes bereitete große Schwierigkeiten, da die gefundenen Maße nicht mit den Werten aus der Literatur übereinstimmten (Tab. 1). Bereits Drechsler (1969) weist aber auf die große Variabilität des Pilzes hin. Doch betrachtet W. Gams¹ (Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn, Niederlande) den Fund als *C. carnivora*.

2.3 *Harposporium oxycoracum* (Drechsler 1941)

Dieser Pilz bildet in den befallenen Würmern ein Mycel aus 1–2 μm starken Hyphen aus. Nach dem Abtöten des Wirtes und der Verdauung brechen an mehreren Stellen der Cuticula die Konidiophoren heraus. Sie werden ca. 100 μm lang und tragen kurze rundliche Phialiden, auf denen je ein Konidium gebildet wird.

Diese Konidien sind sehr lang, jedoch sehr schmal (0,7–1,4 μm , im Mittel 0,9 μm) und auffällig gekrümmt (vgl. Tab. 1 und Abb. 4). Man deutet ihre Form als Anpassung an die Art der Infektion: Werden die Konidien von den Würmern gefressen, bleiben sie im Oesophagus stecken und dringen dabei zwischen die Muskelfasern ein. Hier keimen sie etwa in der Mitte aus, und die Verdauungshyphen wachsen in die Leibeshöhle des Wirtes ein. Teilweise bilden die Konidien am basalen Ende ein klebriges Sekret, das möglicherweise der Anlockung von Nematoden dient (Barron 1977, Jansson 1982) oder ein Gift enthält, das die Nematoden nach dem Verschlucken lähmt (entsprechende Beobachtungen machte Barron 1977).

¹ Wegen der Seltenheit dieses Pilzes bereitet Prof. Gams eine spezielle Veröffentlichung vor (Fritsch u. Gams, in Vorbereitung).

Obwohl die Maße der aufgefundenen Isolate nicht völlig mit den von D r e c h s l e r (1941) angegebenen übereinstimmen, kann die Bestimmung als sicher angesehen werden, denn bei *H. oxycoracum* besitzen die Phialiden nur je einen Hals, während bei dem evtl. noch infrage kommenden *H. helicoides* bis zu drei Hälse pro Phialide auftreten.

2.4 *Verticillium sphaerosporum* (G o o d e y 1951)

Das sich im Wurm ausbreitende Assimilationsmycel dieses Pilzes besteht aus septierten Hyphen mit auffällig kurzen Abschnitten. Sie sind mit bis zu 5 μm deutlich dicker als die Konidiophoren. Diese brechen nach der Abtötung und Verdauung des Wirtstieres hervor, sie sind nur ca. 1 μm breit und besitzen längere Hyphenabschnitte. Die fertilen Zweige tragen die Phialiden einzelstehend oder in kleinen Gruppen (bis zu 7 gefunden). Die Phialiden selbst sind flaschenförmig mit langen Hälse. Die Konidien sind rund, glatt und erreichen einen Durchmesser von 3 μm (Tab. 1 und Abb. 5).

Die Konidien sind etwas klebrig. Sie haften bei der Berührung durch einen Nematoden auf der Cuticula und bilden dann einen Keimschlauch, der den Nematoden durch die Cuticula infiziert.

Obwohl die Maße der erhaltenen Isolate dieses Pilzes nicht völlig mit der Beschreibung von G o o d e y (1951) übereinstimmen, bestand aufgrund der sonst guten Übereinstimmung kein Zweifel, daß es sich um *V. sphaerosporum* handelte.

2.5. *Nematoctonus leiosporus* (D r e c h s l e r 1941)

Die Gattung *Nematoctonus* (D r e c h s l e r 1941) ist in doppelter Hinsicht interessant: bereits bei seiner Beschreibung weist D r e c h s l e r auf die Schnallen hin, die eindeutig zeigen, daß es sich hierbei um einen dikaryotischen Basidiomyceten handelt. Außerdem sind in dieser Gattung Endoparasitismus und räuberische Lebensweise nebeneinander zu finden – von einer solchen räuberischen Form erhielt B a r r o n (1977) eine Teleomorphe (Hauptfruchtform), die zur Gattung *Hohenbuehelia* gehört.

Nematoctonus leiosporus bildet in den befallenen Älchen ein Mycel aus septierten Hyphen mit deutlichen Schnallen, die als Verdauungshyphen den Inhalt des Wirtstieres aufnehmen. Nach dem Verbrauch dieses Substrates wachsen aus dem Tier die Konidiophoren heraus, die aus vergleichsweise dünnen Hyphen mit Schnallen bestehen. Auf ihnen werden an Seitenästen keulenförmige Konidien von 20–27 μm Länge gebildet. Sie keimen am spitzen Ende mit einem etwas abknickenden Keimschlauch, an dessen Ende sich ein Sekrettropfen bildet (vgl. Abb. 6). Das dickere Ende des Konidiums wird dadurch entleert. In diesem Zustand ist das Konidium infektiös. Es heftet sich mit dem klebrigen Sekret an einen Nematoden und wächst dann von der Anheftungsstelle mit einer Keimhypho in das Tier hinein, wo das Verdauungmycel gebildet wird. B a r r o n (1977) beobachtete einen interessanten Abwehrmechanismus der Nematoden gegen den Parasiten. Sind in der Leibeshöhle längslaufende Hyphen ausgebildet, so gelingt es dem Nematoden zuweilen, diese Hyphen durch heftige Bewegungen zu zerbrechen. Das Protoplasma der gebrochenen Zellen fließt aus, so daß der Pilz abstirbt und das Älchen überlebt.

Diskussion

Die Versuche zeigen, daß bei genügender Nematodendichte parasitische Pilze mit großer Regelmäßigkeit aus Böden zu isolieren sind. Die Artenzahl scheint zunächst allerdings gering zu sein. Sie ist wohl auf die edaphischen Bedingungen, vor allem die regelmäßigen Überschwemmungen, zurückzuführen. Hierfür spricht, daß das sonst regelmäßige zu iso-

lierende *Meristacrum asterospermum* Drechsler nicht gefunden wurde. Ansonsten liegen über die zu erwartenden Artenzahlen kaum Vergleichsuntersuchungen vor. Es ist deshalb nun geplant, andere geeignete Waldbezirke aus Berlin auf die Endoparasitenflora der bodenlebenden Älchen hin zu untersuchen.

Darüber hinaus muß eingeräumt werden, daß die Isolationsmethode mit dem Baermann-Trichter natürlich nur solche Endoparasiten liefert, die ihren Wirt nicht sofort abtöten – wie dies etwa räuberische Arten tun. Solche, eventuell sofort nach der Infektion getötete oder zumindest gelähmte Älchen sind nicht mehr in der Lage, die Bodenprobe zu verlassen – und sind damit natürlich auch nicht mehr zu erfassen. Trotz der eingehenden Überprüfung ist diese Möglichkeit nicht auszuschließen. Allerdings merkt BARRON (1977) an, daß die Isolierung mit Hilfe des Baermann-Trichters mehr Arten liefert als andere Methoden. Der regelmäßige Erfolg bei der Isolierung darf jedoch auch nicht darüber hinwegtäuschen, daß diese Endoparasiten im Vergleich zu den räuberischen Arten seltener getroffen werden: Aus einer Bodenprobe lassen sich stets mehr räuberische als endoparasitische nematophage Pilze gewinnen. Auch von diesem Gesichtspunkt aus läßt sich die zunächst niedrig erscheinende Artenzahl verstehen.

Die Autoren danken den Berliner Naturschutzbehörden für die Möglichkeit, die Untersuchungen in dem für die Öffentlichkeit gesperrten Teil der Pfaueninsel durchzuführen. Herrn Prof. W. Gams, Baarn, sind wir für die Hilfe bei den Bestimmungen zu Dank verpflichtet.

Literatur

- BARRON, G. L. (1977) – The nematode-destroying fungi. Topics in Mycology No 1, Canadian Biological Publications, Guelph, Ontario Canada.
- (1981) – Predators and parasites of microscopic animals; in Biology of conidial fungi 2: 167–200. Academic Press London–New York 1981.
- DRECHSLER, C. (1941) – Some hyphomycetes parasitic on free-living terricolous nematodes. Phytopathology, 31: 773–802.
- (1969) – A nematode-destroying species of *Cephalosporiopsis*. Sydowia 22: 194–198.
- GOODEY, J. B. (1951) – A new species of hyphomycete attacking the stem eelworm *Ditylenchus dipsaci*. Trans. Br. mycol. Soc. 34: 270–272.
- JANSSON, H.-B. (1982) – Attraction of nematodes to conidia of endoparasitic nematophagous fungi. Trans. Br. mycol. Soc. 79: 25–29.
- LYSEK, G. & B. NORDBRING-HERTZ (1983) – Die Biologie nematodenfangender Pilze. Forum Mikrobiologie 6: 201–208.
- SCHENK, A. (1958) – Über das Vorkommen kontraktile Zellen im Pflanzenreich, Würzburg. – Vgl. ders. (1859): Verhandlungen der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft Würzburg A. F. 9: 27.
- ZINTZ, K. (1982) – Killerpilze gegen Fadenwürmer. Bild Wiss., Juni-Heft, 1982: 37.

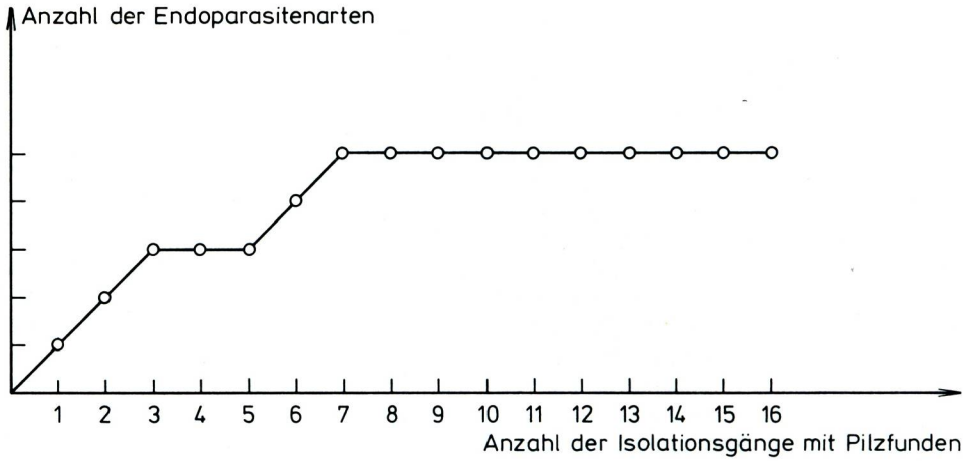


Abb. 1: Ermittlung der zu erwartenden Artenzahl durch Vergleich der Neufunde mit der Zahl der Isolationsgänge.

Fig. 1: Estimation of the probable number of species by comparing newly found species with the number of isolations.

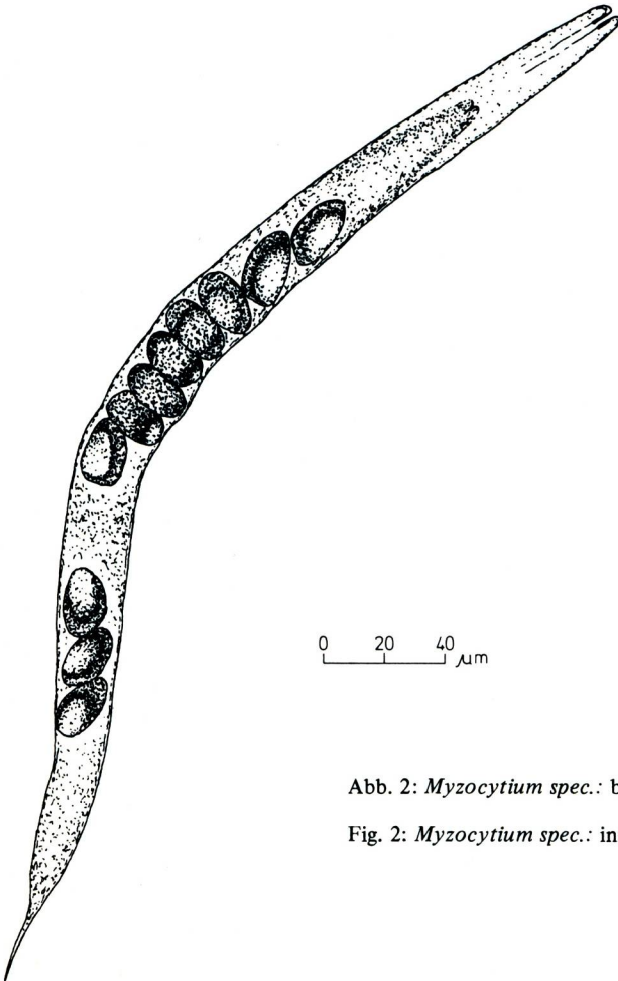


Abb. 2: *Myzocytiium spec.*: befallener Nematode mit jungen Zoosporangien.

Fig. 2: *Myzocytiium spec.*: infected nematode containing young sporangia.

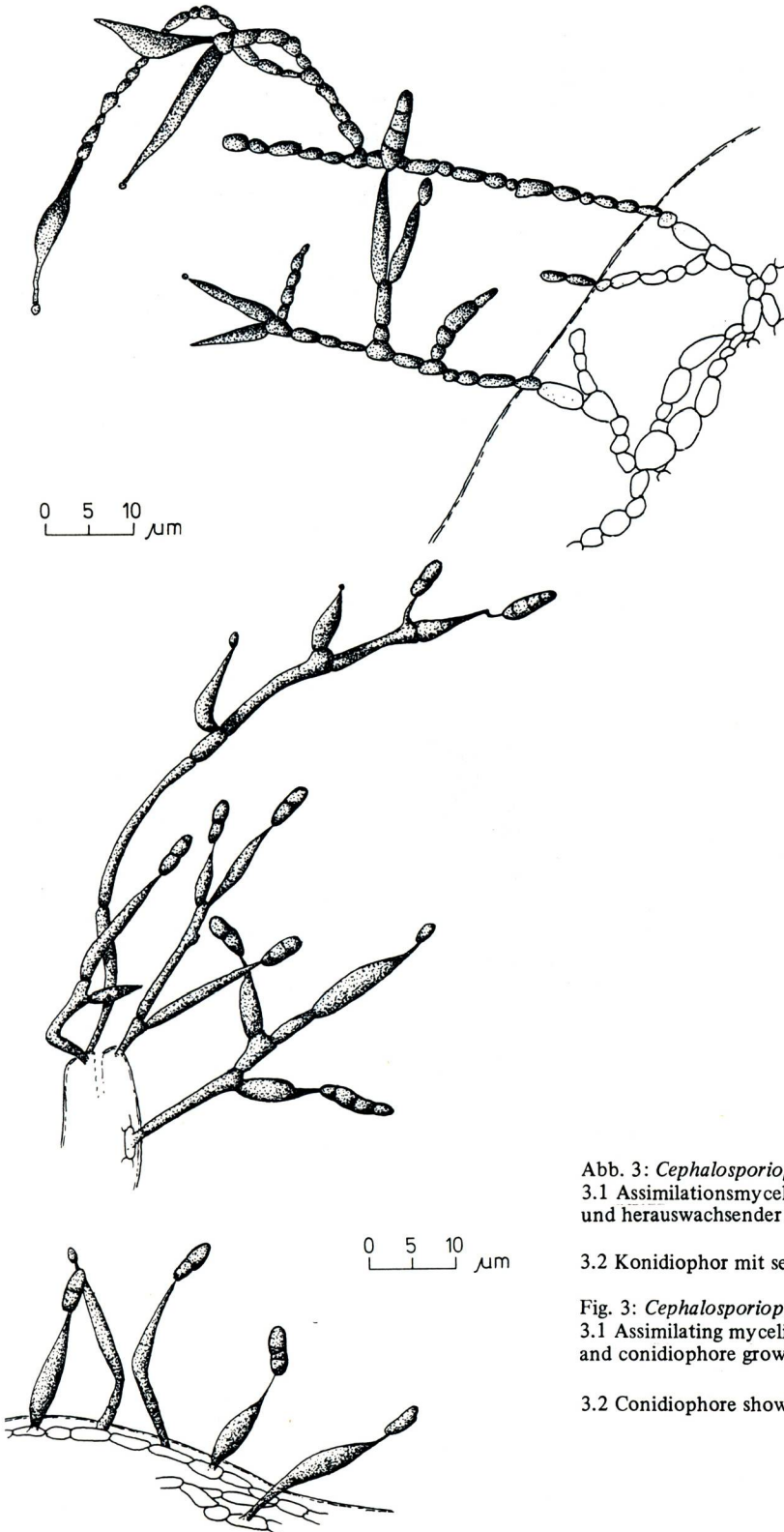


Abb. 3: *Cephalosporiopsis carnivora*:

3.1 Assimilationsmycel im befallenen Nematoden und herauswachsender Konidiophore.

3.2 Konidiophore mit septierten Konidien.

Fig. 3: *Cephalosporiopsis carnivora*:

3.1 Assimilating mycelium inside the infected nematode and conidiophore growing out of the body.

3.2 Conidiophore showing septate conidia.

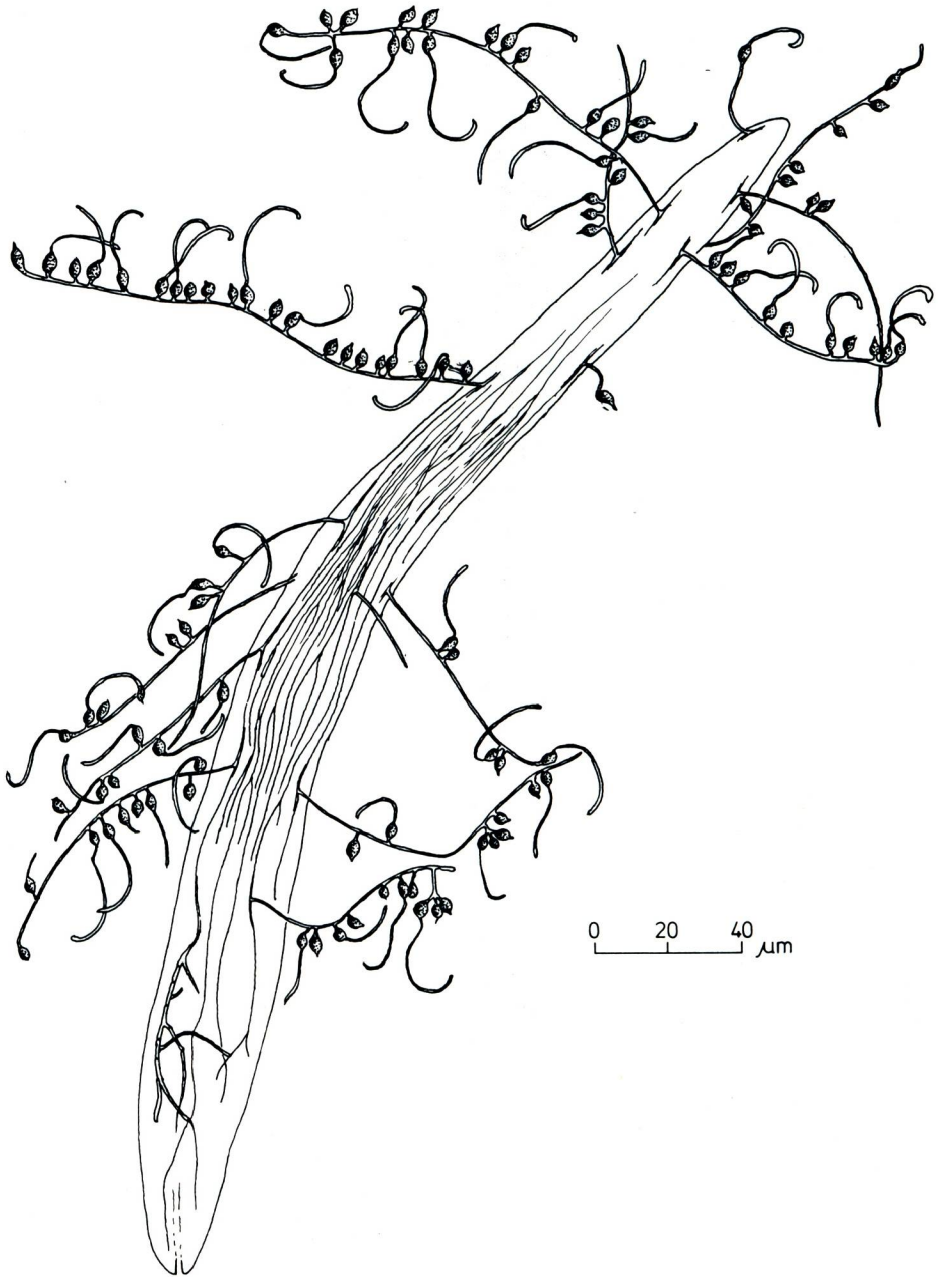


Abb. 4: *Harposporium oxycoracum*:
4.1 Nematode mit herauswachsenden Konidiophoren.

Fig. 4: *Harposporium oxycoracum*:
4.1 Nematode with conidiophores.

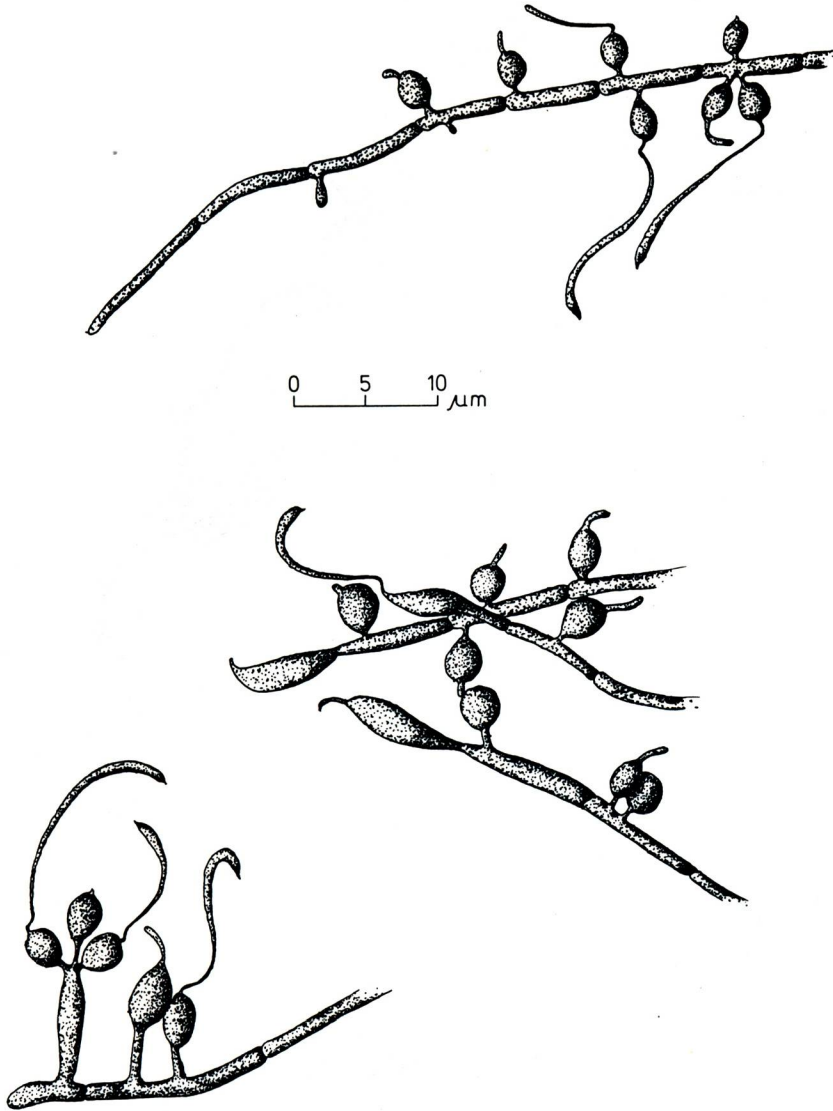


Abb. 4: *Harposporium oxycoracum*:
4.2 Teile der Konidiophoren mit Phialiden und Konidien.

Fig. 4: *Harposporium oxycoracum*:
4.2 Part of conidiophores showing phialides and conidia.

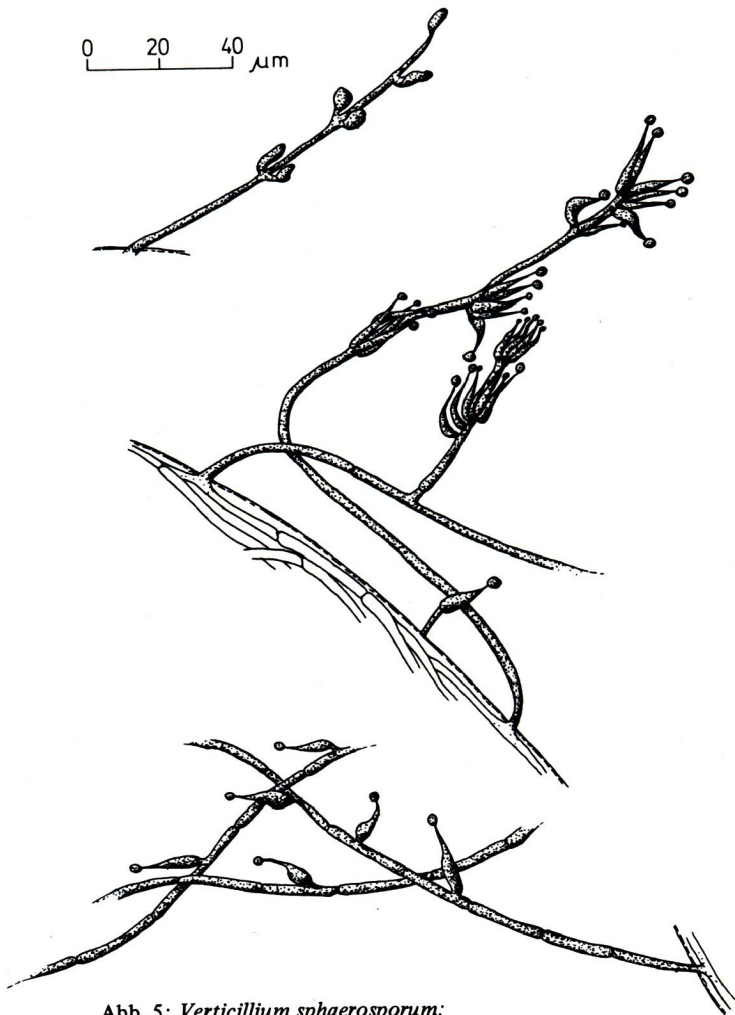


Abb. 5: *Verticillium sphaerosporum*:
5.1 Verschiedene Formen der Konidiophoren.
5.2 Teil eines Konidiophors mit Phialiden und Konidien.

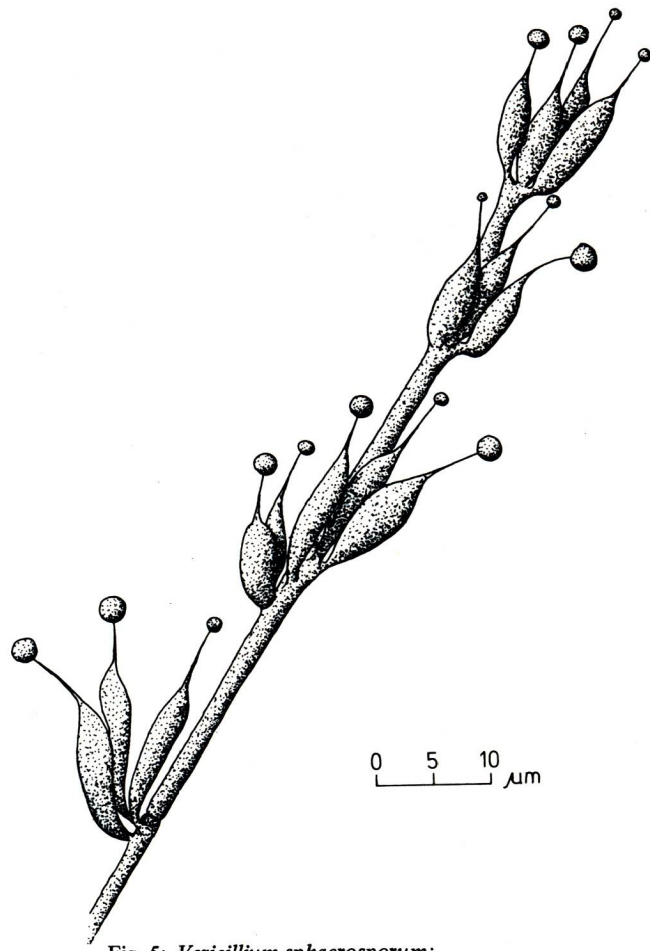


Fig. 5: *Verticillium sphaerosporum*:
5.1 Different types of conidiophores.
5.2 Part of a conidiophore with phialides and conidia.

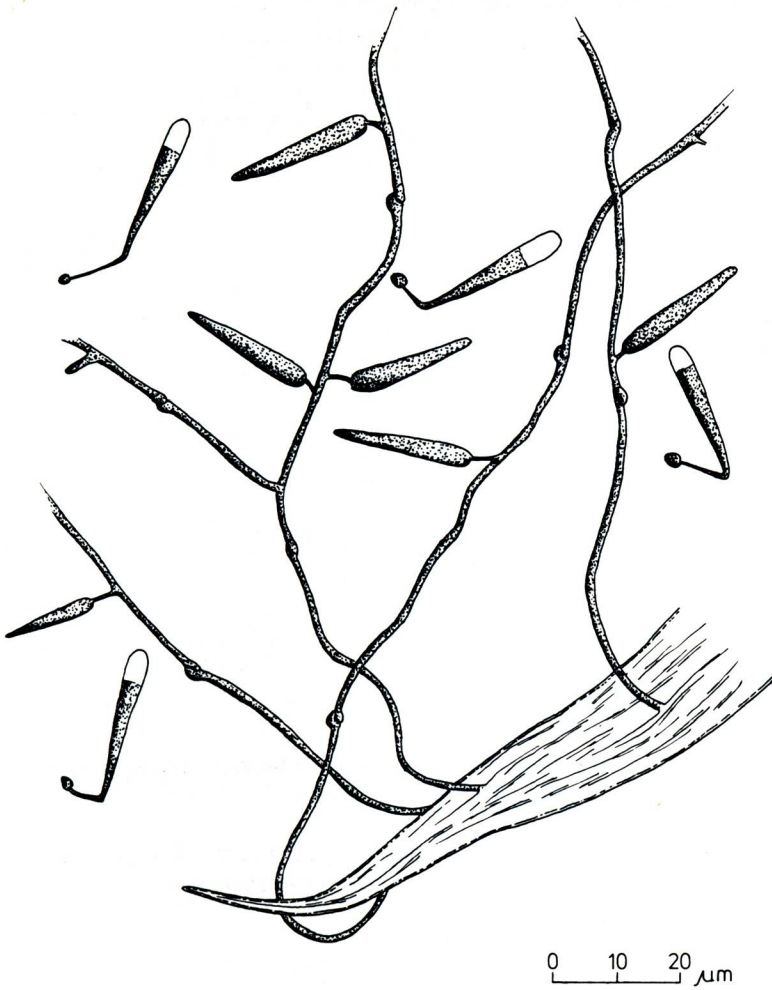


Abb. 6: *Nematoctonus leiosporus*: Schwanzende eines Nematoden mit Konidiophoren; man beachte die Schnallen und die auskeimenden Konidien.

Fig. 6: *Nematoctonus leiosporus*: tail of a nematode with conidiophores showing clamp connections and germinating conidia.

	<i>Cephalosporiopsis carnivora</i>	<i>Harposporium oxycoracum</i>	<i>Verticillium sphaerosporum</i>	<i>Nematoctonus leiosporus</i>
Literatur	Drechsler (1969)	Drechsler (1941)	Goodey (1951)	Drechsler (1941)
Zahl der Funde	3	2	7	5
Länge der Konidien				
Literaturangabe	3,0–4,2	15,0–25,0	2,0–3,0	20,0–27,0
Meßwerte	<u>8,7–9,2</u>	<u>23,0–28,5</u>	<u>2,0–2,8</u>	<u>20,6–25,5</u>
Breite der Konidien				
Literaturangabe	1,7–2,2	0,7–1,4	2,0–3,0	2,6–3,4
Meßwerte	<u>2,6–3,0</u>	<u>0,9–1,3</u>	<u>2,0–2,8</u>	<u>2,8–3,4</u>
Phialidenlänge				
Literaturangabe	5,0–12,0	3,5–4,5	5,0–8,0	—
Meßwerte	<u>14,3–25,7</u>	<u>2,2–3,9</u>	<u>7,2–14,3</u>	
Phialidenbreite				
Literaturangabe	1,5–2,7	3,5–4,5	2,0–2,5	—
Meßwerte	<u>2,9–3,5</u>	<u>2,2–3,9</u>	<u>1,4–3,4</u>	
Hyphendurchmesser				
Literaturangabe	1,2–2,6	1,0–3,0	1,5–4,0	1,5–2,0
Meßwerte	<u>1,5–2,5</u>	<u>1,0–1,8</u>	<u>1,0–3,8</u>	<u>ca. 1,0</u>

Tab. 1: Vergleich der Literaturangaben mit den eigenen Beobachtungen an vier isolierten endoparasitischen Hyphomyceten (alle Angaben in μm).

Tab. 1: Morphological data for four endoparasitic hyphomycetes. Comparison of dimensions from literature and from our own investigations (all dimensions in μm).



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): Fritsch G., Lysek Gernot

Artikel/Article: [Nematodenzerstörende \(endoparasitische\) Pilze aus Waldböden von der Pfaueninsel in Berlin 183-194](#)