

***Nectria decora* (Wallr.) Fuckel und ihre Anamorphe *Fusarium ciliatum* Link, sporophage Parasiten auf *Massaria inquinans* (Tode: Fr.) De Not.**

LUDWIG BEENKEN

Institut für Systematische Botanik, Universität München
Menzinger Straße 67, D-80638 München, Germany

Eingereicht am 31. 12. 1996

Beenken, L. (1997) - *Nectria decora* (Wallr.) Fuckel and its anamorph, *Fusarium ciliatum* Link, sporophagous parasites on *Massaria inquinans* (Tode: Fr.) De Not. Myc. Bav. 2: 48 - 60.

Key Words: Ascomycetes, *Massaria inquinans*, *Nectria decora*, *Fusarium ciliatum*, mycoparasitism, sporophagy, ascospores.

Summary: New collections of *Nectria decora* (Wallr.) Fuckel and *Fusarium ciliatum* Link show that both are parasites of *Massaria inquinans* (Tode: Fr.) De Not.. Their hyphae penetrate and infect the spores of the host. *F. ciliatum* is identified as the anamorph of *N. decora* by the identical ecology and morphological characteristics. A description and illustrations of the species are given. The ecology and taxonomy of *N. decora* are discussed.

Zusammenfassung: An Hand neuerer Aufsammlungen von *Nectria decora* (Wallr.) Fuckel und *Fusarium ciliatum* Link wird gezeigt, daß beide *Massaria inquinans* (Tode: Fr.) De Not. parasitieren, indem die Stromahyphen die Sporen des Wirtes penetrieren und infizieren. Auf Grund dieser Übereinstimmung in der Ökologie und in morphologischen Merkmalen kann *F. ciliatum* endgültig *N. decora* zugeordnet werden. Eine ausführliche Beschreibung und Illustration der Arten wird gegeben. Die Ökologie und die taxonomische Stellung von *N. decora* werden diskutiert.

Einleitung

Im Allacher Forst, einem Lohwald nordwestlich von München wurde im Frühsommer 1996 auf der Rinde eines umgesägten Stammes von *Acer pseudoplatanus* L., der mindestens schon seit dem Vorjahr an der Stelle lag, *Nectria decora* (Wallr.) Fuckel gesammelt. Im März 1997 wurde am selben Stamm auch deren Nebenfruchtform *Fusarium ciliatum* Link gefunden. Beide saßen auf den Ostiolen von *Massaria inquinans* (Tode: Fr.) De Not.. *N. decora* scheint recht selten zu sein. So haben schon WALLROTH (1833: 842) und FÜCKEL (1870: 179) sie als „sehr selten“ bezeichnet, und in der Botanischen Staatssammlung München (M) finden sich nur drei Belege aus der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Im Verbreitungsatlas der Großpilze Deutschlands (KRIEGLSTEINER 1993) ist sie nicht aufgeführt. Unter den Hypocreales gibt es viele fungicole Pilze die parasitisch oder saprophytisch auf anderen Pilzen der verschiedensten Gruppen wachsen (HELFER 1991, ROSSMAN 1996). Daß Ascosporen als Substrat dienen, konnte in der Literatur nicht gefunden werden. Somit stellt *N. decora* auch in ihrer Ökologie eine Besonderheit dar.

Material und Methoden

Die makroskopische Beschreibung und die Fotos (Abb. 1a, 2) entstanden nach frisch gesammeltem Material mit Hilfe eines Wild Binokulars; für das Foto (Abb. 1b) wurde das Objekt mit einer Rasierklinge längs geteilt und unter Wasser gelegt. Mit der Hellfeld- und der Interferenzkontrasteinrichtung eines Zeiss Forschungsmikroskops wurden in Wasser eingeweichtes Herbarmaterial und daraus hergestellte Dauerpräparate untersucht und fotografiert. Die Sporen und Asci bzw. die Konidien wurden im Wasser bei 1000facher Vergrößerung gemessen (Taf. 3c, d). Um

die Perithecienvand von *N. decora* in Aufsicht zu betrachten, wurden von halbierten Perithecienvand Quetschpräparate in Wasser angefertigt und später in Milchsäure und Milchsäure-Baumwollblau fixiert (Taf. 3a, b). Für die Längs- und Tangentialschnitte wurde *N. decora* bzw. *F. ciliatum* zusammen mit der befallenen *M. inquinans* aus der Rinde freipräpariert und zum einen mit dem Gefriermikrotom 10 µm dick geschnitten und in Milchsäure und Milchsäure-Baumwollblau fixiert (Taf. 2, 3e, 4), zum anderen in Historesin (Reichert-Jung, Nußloch/Heidelberg) eingebettet und 5 µm dick mit dem Mikrotom geschnitten (Taf. 1c). Chemische Reaktionen wurden mit 10%iger KOH, Milchsäure-Baumwollblau, Melzers-Reagens und Lugolscher Lösung überprüft.

Untersuchte Belege

Massaria inquinans (Tode: Fr.) De Not.: Deutschland: Bayern, Regierungsbezirk Oberbayern, München city, "Allacher Forst" S of the marshalling yard. 48°12'N, 11°28'E. Alt c. 500m. MTB 7734, 23.III.1996, L. BEENKEN, (TRIEBEL, Microfungi exs. 193, *Massaria inquinans*; M), (Taf. 1).

Nectria decora (Wallr.) Fuckel: Deutschland: Bayern, Regierungsbezirk Oberbayern, München city, "Allacher Forst" N of the marshalling yard. 48°12'N, 11°28'E. Alt c. 500m. MTB 7734, 7.VII.1996, L. BEENKEN, (TRIEBEL Microfungi exs. 198, *Nectria decora*; M), (Abb. 1, 3a-c; Taf. 2, 3, 4c-f). - Reichertshausen, kein Datum, kein Sammler (FUCKEL, Fungi rhenani 986; M - Isoleotypus); Italien: Parma, Giardino pubblico, III. 1874, G. PASSERINI. (RABENHORST, Fungi europaei 1827 *Nectria massariae* Pass.; M - Isolectotyp); Kanada: London, II.1980, J. DEARNESS. (ELLIS & EVERHART, North American Fungi 2548 *Calonectria dearnessii* Ellis & Everh.; M).

Fusarium ciliatum Link: Deutschland: Bayern, Regierungsbezirk Oberbayern, München city, „Allacher Forst" N of the marshalling yard. 48°12'N, 11°28'E. Alt c. 500m. MTB 7734, 10.III.1997, L. BEENKEN, (*Fusarium ciliatum* and *Nectria decora*; M), (Abb. 2, 3d, e; Taf. 4a, b).

Beschreibungen:

Massaria inquinans (Tode: Fr.) De Not. (Taf. 1), Massariaceae, Pyrenulales

Beschreibung des Fundes: Auf dünnen Ästen von *Acer pseudoplatanus* L., in Rinde eingesenkt, diese dadurch meist pustelförmig aufgetrieben, nur die Ostiola und die aus ihnen entweichenden großen, schwarzen Sporen sichtbar. Im Frühjahr ganze Äste bedeckend. **Ascomata:** Pseudothecien, kugelig, Durchmesser ca. 1-1,4 mm; Pseudothecienwand schwarz, im Längsschnitt un- deutlich zweischichtig, äußere Schicht 30-45 µm dick, aus 3-5 µm breiten Hyphen aufgebaut, Zellwände ca. 1 µm dick, dunkelbraun, im Tangentialschnitt (Taf. 1c) plectenchymatisch, Hyphen dicht, netzartig verzweigt (textura intricata, stellenweise textura prismatica), Zellen 4-6 µm breit, bis ca. 50 µm lang, innere Schicht ca. 10 µm dick aus 2-5 µm breiten Hyphen aufgebaut, Zellwände dünner, hellbraun, im Tangentialschnitt plectenchymatisch, Hyphen ca. 5 µm breit; Ostiolium 150-250 µm weit, das Periderm der Baumrinde durch brechend, nicht überragend; Ostioliumwand innen aus parallel zueinander angeordneten Hyphenenden, die der inneren Pseudothecienwandschicht entspringen, aufgebaut, diese 30-100 µm lang, 5 µm breit, septiert, Wände < 0,5 µm dick, farblos bis hellbraun, Spitzen am Ostioliumrand keulig erweitert, mit dunkelbraunem Inhalt, außen gleich der äußeren Pseudothecienwand, die bis zum Rand des Ostioliums reicht. Ein bis mehrere Pseudothecien von einem Pseudostroma umgeben, diese von einer aus dunkelwandigen Hyphen aufgebauten Zone (textura intricata) begrenzt (im Schnitt als schwarze Linie erkennbar), diese oft am Ostiolium in die Pseudothecienwand übergehend, der Pseudostromaanteil innerhalb der Linie meist heller gefärbt als das Substrat außerhalb. **Asci** bitunikat, 8-sporig, bis 320 µm x 40 µm groß, zylindrisch, mit kurzem „Stiel", Ektotunika dünn, Endotunika dick, in einer ca. 15 µm weiten, ringförmigen Struktur unterhalb der Ascusspitze endend (Taf. 1a, b). Sterile Elemente zwischen den Asci verzweigte, netzartig verbundene, septierte, 1,5-2,5 µm dicken farblosen Paraphysoiden mit Tröpfchen im Zellinhalt; im Bereich des Ostioliums wenige ca. 30-60 µm lange, 2-3 µm dicke, septierte, farblose Paraphysen mit keulig verdickten Enden (-5 µm).

Ascosporen (Taf. 1d-f): 78-96 μm x 18-22 μm (reif ohne gelatinöse Hülle gemessen), fusiform, symmetrisch bis leicht gebogen, 4-zellig, Endzellen ca. doppelt so lang wie die mittleren, am Mittelseptum manchmal leicht eingeschnürt, Septen zur Wand hin dreieckig verdickt, manchmal mit Porus in der Mitte (Taf. 1e). Sporenwand dreischichtig: Das Endospor wie die Septen farblos (im Schnitt oder an gequetschten Sporen sichtbar), ca. 2 μm dick, das Epispor dunkelbraun (in KOH blaugrau), ca. 0,5 μm dick und glatt, das Perispor als gelatinöse Scheide (in KOH stark aufquellend, Taf. 1f), das Epispor bildet um die Spore am Mittelseptum einen 1,5- 2 μm dicken Ring (Taf. 1e, f). Sporen jung hyalin, unseptiert, zuerst bildet sich das Mittelseptum, dann die beiden anderen (Taf. 1d), die Septen verdicken sich zur Außenwand hin, zum Schluß färbt sich das Epispor braun.

Bemerkung: *Massaria inquinans* ist nach MUNK (1957: 421-422) und ERIKSSON (1981: 84-85) auf die Gattung *Acer* beschränkt. Für Nordamerika geben SHOEMAKER & KOKKO (1977) und BARR (1979) auch die Gattung *Acer*, insbesondere *Acer saccharum* Marsh. an. In einem Punkt widersprechen sich die Beschreibungen: SHOEMAKER & KOKKO (1977) beschreiben den Ring um das Mittelseptum der Sporen nicht und interpretieren diese Beobachtung von MUNK (1957: 421-422) als Lichtbrechung am Mittelseptum. Auch ERIKSSON (1981: 84-85) und BARR (1979) erwähnen und zeichnen diese Wandverdickung nicht. HILBER et al. (1982-1983: 156-160) dagegen weisen auf sie hin und bilden sie ab. Die Untersuchungen am hier vorgestellten Material zeigen besonders im Längsschnitt deutlich die Verdickung des braunen Epispor am hyalinen Mittelseptum, die aber nicht so stark ausgeprägt ist wie bei MUNK (1957: 421) abgebildet. Die *Massaria*-Sporen im Exsikkat von ELLIS & EVERHART zeigten keinen Ring, die in den Exsikkaten von FÜCKEL und RABENHORST einen schwach ausgeprägten. Das Merkmal scheint also variabel zu sein.

Nectria decora (Wallr.) Fuckel (Abb. 1a, b; Taf. 2, 3, 4), Hypocreaceae, Hypocreales.

Synonyme (nach ROSSMAN 1983): *Sphaeria decora* Wallroth, *Calonectria decora* (Wallr.) Sacc., *Sphaeria agnina* Desm., *Calonectria agnina* (Desm.) Sacc., *Nectria massariae* Pass. in Rabenh., *Calonectria massariae* (Pass.) Sacc., *Calonectria dearnessii* Ellis & Everh.

Lateinische Originalbeschreibung von WALLROTH (1833: 842) als *Sphaeria decora* Wallr.:

4057. *Sph. decora* W. pyreniis exhibus globosotornatis pallide-miniatis, vellere furfuraceo delicato roseo, mox expallente vestitis, vertice papilla saturatiore minuta inscriptis, basi aequali stroma carnosum tenue hypophloedes occupantibus, confertissimis caespitulumque parvum hemisphaericum prominulum praestantibus. Ad Aceris campestris ramulos languidos Thrg. rariss.

Beschreibung des Fundes

Teleomorph (Abb. 1a): Auf *Massaria inquinans* parasitierend, mehrere (bis 20) Ascomata eng neben einander auf einem wattigen, weißlichen Stroma sitzend, das aus dem Ostiolum des Wirts kommt, oft umgeben von *Massaria*-Sporen; reife Ascomata vom Sommer bis Ende Herbst, im nächsten Frühjahr alte, überreife Exemplare. **Ascomata:** Perithezien gelb bis hell orange, trocken dunkel orange, in KOH die Farbe nicht verändernd, kugelig bis pyriform, 150-250 μm im Durchmesser, mit je einer ca. 50-110 μm breiten und ca. 20 μm hohen Papille im Bereich des Ostiolums, diese aus den das ganze Perithecium einhüllenden weißlichen Hyphen hervorschauend (Abb. 1a), Perithezien beim Trocknen nicht kollabierend. **Im Längsschnitt** (Taf. 2a, c, d): Perithezienwand (Taf. 2d) 15-25 μm dick, zweischichtig: innere Schicht 2-3 Lagen, dünnwandiger (< 0,5 μm), längsgestreckt, 5-12 x 1,5-2 μm großer Zellen; äußere Schicht: Zellen in 5-7 Lagen, dickwandig (1-2,5 μm), längsgestreckter (nach außen hin runder), Zellumen 5-10 x 2-7 μm , Wand im Bereich Papille/Ostiolum (Taf. 2c) 20-50 μm dick, dreischichtig: innen Zellen periphysenartig, dünnwandig (< 0,5 μm), 20-40 x 1,5-2,5 μm groß; in der Mitte Zellen der inneren Perithezien-

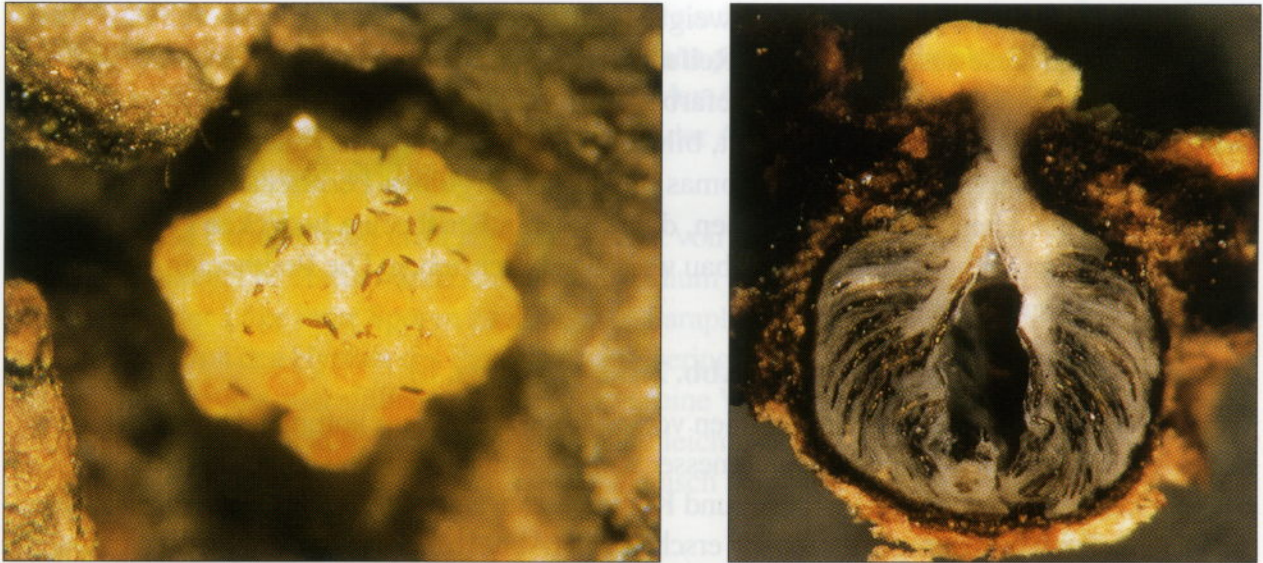


Abb. 1: a) *Nectria decora*, auf ihr die schwarzen Sporen des Wirtes, *Massaria inquinans*; b) *Nectria decora* auf *Massaria inquinans* im Längsschnitt. Oben die orangefarbenen Perithechien von *N. decora*, darunter in der Rinde eingesenktes Pseudothecium von *M. inquinans*, ausgefüllt mit den Stromahyphen des Parasiten, zwischen diesen die befallenen Ascosporen des Wirtes.

wand entspringend, längsgestreckt, dickwandig (1,5-3 μm), Zellumen 10-20 x 1,5-2 μm ; außen Zellen der äußeren Perithechienwand entsprechend, dickwandig (1-2,5 μm) Zellumen 4-10 x 2,5-3,5 μm , Wände zweier Perithechien mit der Außenschicht aneinanderstoßend. Freie Perithechienwände von einem lockeren Hyphengeflecht umgeben (Taf. 2d, 3e), Hyphen einfach bis mehrfach verzweigt, bis zu 40 μm von der Wand abstehend, aus langgestreckten Zellen (10-15 x 2-3 μm) und ovalen bis kugeligen Zellen (5-8 x 4-6 μm) aufgebaut, Zellwände farblos bis gelblich, 0,5-1 μm dick. **Wand in Aufsicht (Taf. 3a, b):** Zellen hyalin mit gelb-orangen Tröpfchen; innerste Schichten (Taf. 3a) pseudoparenchymatisch, Zellen angulär, 10-15 μm hoch und breit, dünnwandig (< 0,5 μm); äußere Schichten (Taf. 3b) pseudoparenchymatisch, Zellen angulär bis leicht epidermoid, 10-15 μm hoch und breit, nach außen hin kleiner werdend (5-10 μm), dickwandig (1,5-2 μm , in den Ecken -3 μm); darüber die aufgelagerten Hyphen (s.o.). Alle Zellwände in Baumwollblau tief blau gefärbt. **Asci (Taf. 3c, d):** unitunikat, dünnwandig (< 0,5 μm), reif keulig, 90-120 x 10-15 μm , ohne erkennbaren Apikalaparat (J-), Basis mit Hakenbildung, 8-sporig. **Sterile Elemente:** zwischen den Asci degenerierte, mit gelborangen Tröpfchen gefüllte Hyphen, deren Zellwände kaum erkennbar, unterhalb des Ostiolums viele, 30-40 x 1,5-2,5 (-3) μm große, unseptierte, leicht keulige Periphysen. **Ascosporen (Taf. 3c, d):** 20-30 x 5,5-7 μm , ellipsoid, bisweilen leicht gekrümmt, reif 4-zellig, Zellen mit einem oder mehreren, gelb-orangen, 1-5 μm großen Tröpfchen, oft am Mittelseptum, manchmal auch an den anderen Septen leicht eingeschnürt; Wand ca. 0,5 μm dick, reif dicht warzig bis spinulos, biseriat bis ungeordnet uniseriat im Ascus liegend, Wand und Septen in Baumwollblau blau gefärbt (Taf. 3c). Freie Sporen keimen teilweise schon im Perithecium aus ihren Endzellen aus (Taf. 3d). **Stroma (Abb. 1b; Taf. 2a, 4c):** auf dem Ostiolum von *M. inquinans* wie ein Pfropfen sitzend und deren ganzes Pseudothecium oder bis auf einen Spalt in der Mitte ausfüllend. Im Längsschnitt (Taf. 2a, 4c): aus parallel zur Längsachse des Wirtspseudotheciums, dicht nebeneinander verlaufenden, mehrfach septierten Hyphen aufgebaut (textura prismatica bis textura porrecta), unterhalb der Perithechien (Taf. 4c) Zellen längsgestreckt, 9-15 x 3-5 μm , im Bereich des Wirtstostiolums länger, 10-25 x 2-3 μm groß. Hyphen im Pseudothecium darunter lockerer liegend, Zellen 2-5 x 20-35-50 μm , alle Zellen dünnwandig (< 0,5 μm), zwischen den Sporen, Asci und Paraphy-

soiden des Wirtes locker netzartig verzweigt, 2-4 μm breit. Hyphen in die Sporen des Wirtes eindringend und diese ausfüllend (s.u.). **Reifung des Stromas:** Das sichtbare Stroma entwickelt sich aus einem lockeren, weiß bis cremefarbenen Hyphengeflecht, das aus dem Ostiolum des Wirtes kommt. Ist dieses voll ausgefüllt, bilden sich aus kugeligen Hyphenknäueln (Taf. 2b) zwischen den äußeren Hyphen des Stromas die hell ockergelben Peritheccien. Diese Hyphen gleichen den oben beschriebenen Hyphen, die die reifen Peritheccien bedecken (vgl. Taf. 3e). Das Stroma darunter hat schon den Aufbau wie oben beschrieben. Die Peritheccien werden mit der Reife dunkler orange gelb.

Anamorph *Fusarium ciliatum* Link (Abb. 2, 3d, e; Taf. 4a, b)

Konidiomata im Frühjahr aus den Ostiolen von *Massaria inquinans* kommend, orange (KOH -), kissenförmig, trocken 3-5 mm im Durchmesser und 3-4 mm in der Höhe, glatt, von halbkugeliger bis konischer Form oder Konidienträger und Konidien zu wenigen bis vielen Spitzen zusammen-

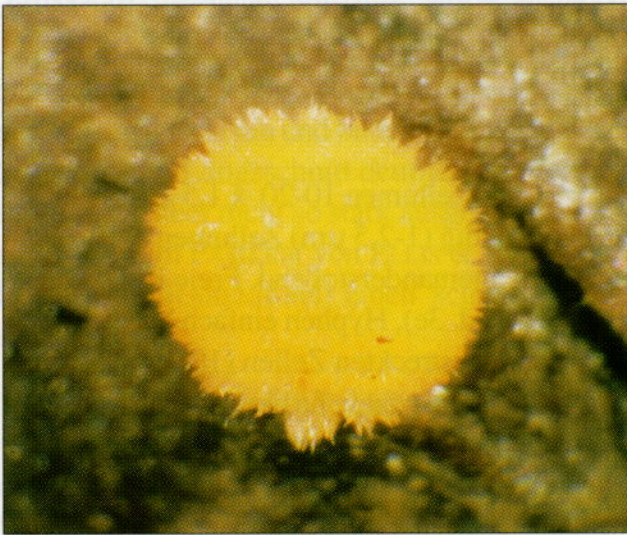


Abb. 2: *Fusarium ciliatum*

gelagert, dadurch pinselartig bis stachelig erscheinend (Abb. 1b), in Wasser wattig, oft eingerahmt von cremefarbenen Hyphen, diese aus langgestreckten und teilweise aus ovalen bis kugeligen Zellen (5-10 x 4-7 μm) aufgebaut, Zellwände farblos bis gelblich, ca. 0,5-1 μm ; Konidiomata jung cremefarben, wattig; **Konidien** (Abb. 3e) zylindrisch bis leicht keulig, gerade bis leicht gebogen, reif (40-) 60-90 x 3-4 (-5) μm , frei mit (1-) 3-7 dünnen Septen (selten ohne), am Konidienträger ohne oder mit einem Septum, Fußzelle nicht bis deutlich ausgeprägt, Zellinhalt mit vielen feinen, und wenigen (-3 μm) großen, gelblichen Tröpfchen, Zellwände farblos, hyalin, ca. 0,5 μm dick; Mikrokonidien und Chlamydosporen fehlen. **Konidienträger** (Abb. 3d) wenig bis reich verzweigt, aus einem gemeinsamen Stroma kommend, Zellen 5-40 x 2,5-5 μm , mit gelblichen Tröpfchen, Phialiden zylindrisch, 20-40 x 2,5-4,5 μm ; Hyphen des **Stromas** (Taf. 4a, b) parallel zur Längsachse des Wirtspseudotheciums, locker nebeneinander verlaufend, mehrfach septiert (textura porrecta), Zellen 8-20 x 2-4 (6) μm , manchmal in der Mitte und an Verzweigungspunkten auf bis 7 μm angeschwollen, Hyphen auf gleiche Weise wie bei der Teleomorphen in die Sporen des Wirtes eindringend (s.u.).

Die Infektion der Wirtssporen durch *N. decora* und *F. ciliatum* (Abb. 3a-c, Taf. 4d-f): In die jungen, noch hyalinen Sporen von *M. inquinans* (Taf. 4d) dringen die Hyphen von *N. decora* bzw. *F. ciliatum* direkt ein, ohne ihren Durchmesser zu ändern. Dort wachsen sie weiter bis die ganze Spore ausgefüllt ist; dabei werden die Septen aufgelöst. Zuletzt bleibt nur noch das gelatinöse Perispor der Spore um den Hyphenknäuel übrig. Bei reifen Sporen (Abb. 3a-c; Taf. 4e, f) erweitert sich die Hyphe des Parasiten, nachdem sie das Perispor durchdrungen hat, auf dem Epispor zu einem keulen- bis köpfchenförmigen Appressorium (3-6 μm breit) und dringt durch einen ca. 1 μm dünnen Penetrationskanal ein. Dieser ist in Aufsicht als heller Punkt in der Mitte des Appressoriums zu erkennen. Im Inneren erweitert sich die Infektionshyphe wieder, durchwächst das nächste Septum und füllt so die ganze Spore aus. Auch hier sind die Septen am Ende abgebaut; es bleiben nur das Epispor und das Perispor übrig. Die Infektionshyphen gleichen anfangs (Abb. 3a, b) in beiden Fällen den Stromahyphen: Sie sind septiert und 2-3 μm breit. Im Endstadium

(Abb. 3c) findet man zusätzlich bis zu 10 μm Breite aufgeblähte Hyphenzellen. Mehrfachinfektionen einer Spore sind häufig (bis zu 10 Penetrationen pro Spore). Die Infektionshyphen scheinen aber auch die Sporen wieder zu verlassen, da man den Appressorien ähnelnde Strukturen auf der Innenseite des penetrierten Epispors findet und auf der Außenseite normal dicke Hyphen, die von einem Penetrationskanal wegführen (Abb. 3c).

Das gelatinöse Perispor wird nicht abgebaut und ist von Hyphen frei, abgesehen von jenen, die in die Spore führen. Die Ascuswände sind im Endstadium aufgelöst, und die Lage der Asci ist meist nur noch an der Lage ihrer Sporen zu erkennen. Paraphysoiden sind noch erkennbar; sie unterscheiden sich von den Hyphen des Parasiten durch geringere Dicke. Diese scheinen nur das Lumen des Pseudotheciums auszufüllen und nicht tief in seine Wand einzudringen, so daß der Inhalt mit der innersten Zellschicht der Pseudothecienwand leicht von der restlichen Wand abreißt. Auch konnten im Pseudostroma der *Massaria* mikroskopisch keine Infektionen festgestellt werden.

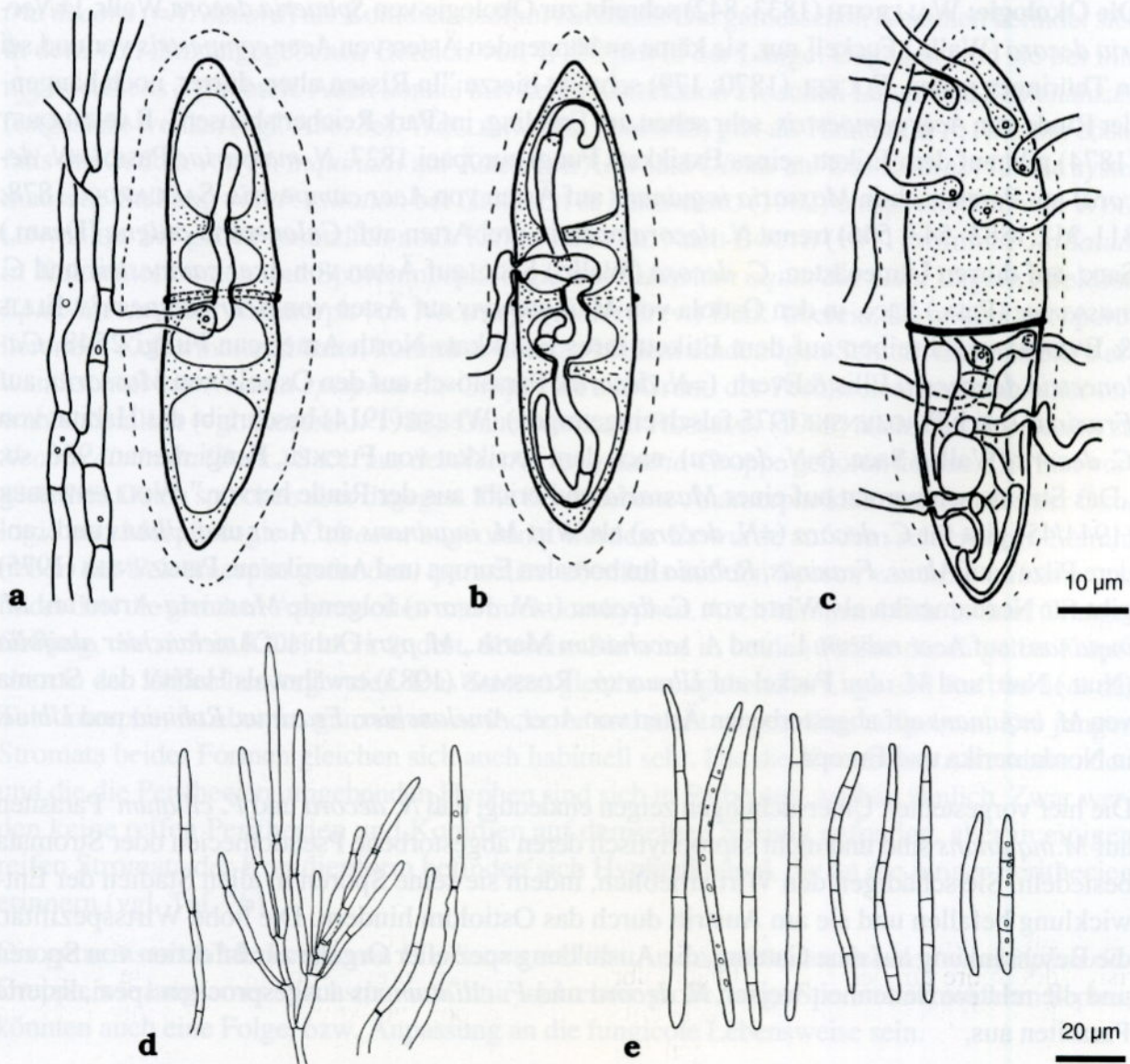


Abb. 3: a-c: Sporen von *Massaria inquinans*, die von den Hyphen von *Nectria decora* infiziert werden. a-b: Frühe Stadien der Infektion, ausgehend von je einem Appressorium (in Durchsicht), c: Endstadium der Infektion mit vielen Appressorien und austretender Infektionshyphe (Pfeil) (in Aufsicht, unterer Teil der Spore aufgeschnitten). d-e: *Fusarium ciliatum*: d: Konidienträger mit Konidien, e: Freie Konidien (teilsweise mit Zellinhalt gezeichnet).

In frühen Stadien des Befalls, wenn das Stroma und die Perithechien des Parasiten noch wenig entwickelt sind, findet man noch einige Sporen des Wirts in dessen Ostiolum-Kanal, zwischen den Hyphen des Parasiten. Auch sind noch nicht alle reifen Sporen infiziert. In Stromata mit reifen Perithechien sind alle Sporen stark befallen. In den Sporen um und auf den Perithechien der *N. decora* konnte dagegen keine Infektion festgestellt werden. Der Befall unter den Anamorphen entspricht dem eines frühen Stadiums der Teleomorphe.

Weitere Untersuchungen

Die Exsikkate von FÜCKEL und ELLIS & EVERHART zeigen, daß auch hier die Sporen von *M. inquinans* durch *N. decora* auf die gleiche Weise, wie oben beschrieben, infiziert werden. Leider sind an der Münchner Probe des Exsikkats von RABENHORST keine Fruchtkörper und Konidiomata mehr vorhanden. Ein untersuchtes Pseudothecium von *M. inquinans* wies keinen Befall der Sporen auf.

Diskussion

Die Ökologie: WALLROTH (1833: 842) schreibt zur Ökologie von *Sphaeria decora* Wallr. [= *Nectria decora* (Wallr.) Fuckel] nur, sie käme an hängenden Ästen von *Acer campestre* vor und sei in Thüringen selten. FÜCKEL (1870: 179) schreibt hierzu: "In Rissen alter, dürerer, noch hängender Rinde von *Acer campestre*, sehr selten, im Frühling, im Park Reichertshausen". RABENHORST (1874) gibt auf dem Etikett seines Exsikkats Fungi europaei 1827. *N. massariae* Pass. (= *N. decora*) an: Parasitisch in *Massaria inquinans* auf Ästen von *Acer campestre*. SACCARDO (1878: 311-312, 1883: 543, 546) trennt *N. decora* noch in drei Arten auf: *Calonectria anigna* (Desm.) Sacc. auf dürren Ulmenästen, *C. decora* (Wallr.) Sacc. auf Ästen von *Acer campestre* und *C. massariae* (Pass.) Sacc. in den Ostiola von *M. inquinans* auf Ästen von *Acer campestre*. ELLIS & EVERHART schreiben auf dem Etikett ihres Exsikkats North American Fungi 2548, *Calonectria dearnessii* Ellis & Everh. (= *N. decora*): Parasitisch auf den Ostiola von *Massaria*, auf *Fraxinus* (nach PIROZYNSKI 1975 falsch eingetragen). WEESE (1914) beschreibt das Habitat von *C. decora* (Wallr.) Sacc. (= *N. decora*) nach dem Exsikkat von FÜCKEL, Fungi rhenani 986, so: „Das Stroma schmarotzt auf einer *Massaria* und bricht aus der Rinde hervor.“ WOLLENWEBER (1944/45) gibt für *C. decora* (= *N. decora*) als Wirt *M. inquinans* auf *Acer* und *Ulmus* und „andere Pilze“ auf *Alnus*, *Fraxinus*, *Robinia* im borealen Europa und Amerika an. PIROZYNSKI (1975) gibt für Nordamerika als Wirte von *C. decora* (= *N. decora*) folgende *Massaria*-Arten an: *M. inquinans* auf *Acer rubrum* L. und *A. saccharum* Marsh., *M. pyri* Otth auf *Amelanchier alnifolia* (Nutt.) Nutt. und *M. ulmi* Fuckel auf *Ulmus* sp.. ROSSMAN (1983) erwähnt als Habitat das Stroma von *M. inquinans* auf abgestorbenen Ästen von *Acer*, *Amelanchier*, *Fraxinus*, *Robinia* und *Ulmus* in Nordamerika und Europa.

Die hier vorgestellten Untersuchungen zeigen eindeutig, daß *N. decora* und *F. ciliatum* Parasiten auf *M. inquinans* sind und nicht saprophytisch deren abgestorbene Pseudothecien oder Stromata besiedeln. Sie schädigen den Wirt erheblich, indem sie seine Sporen in allen Stadien der Entwicklung befallen und sie am Austritt durch das Ostiolum hindern. Die hohe Wirtsspezifität, die Beschränkung auf eine Gattung, die Ausbildung spezieller Organe zur Infektion von Sporen und die relative Seltenheit weisen *N. decora* und *F. ciliatum* als ausgesprochen spezialisierte Parasiten aus.

Ähnliches beschreiben schon TULASNE & TULASNE (1865) bei *Nectria stilbosporae* Tul., deren Myzel aus den Konidien des Coelomyceten *Stilbospora macrosperma* Pers. wachsen und deren Stroma aus dessen Konidiomata hervorbricht. Auch ihre Abbildungen erinnern an die Verhältnisse bei *N. decora*. ROGERSON & STEPHENSON (1993) beschreiben die Penetration von Myxomycetensporen durch myxomyceticole Pilze und geben ein transmissionselektronenmikroskopisches Bild

einer infizierten Spore. FRIES & SWEDJEMARK (1985) schlagen den Terminus „sporophagy“ für Hymenomyceten vor, deren Hyphen in Kultur Basidiosporen penetrieren und abtöten. Ihre Darstellung ähnelt der hier vorgestellten Interaktion zwischen zwei Ascomycetenarten, so daß man auch *N. decora* und *F. ciliatum* sprophag nennen kann.

Die systematische Stellung

Für die systematische Einteilung der Hypocreales und speziell der Gattung *Nectria* sind die verschiedenen Anamorphe sehr wichtig (SAMUELS & ROSSMAN 1979, ROSSMAN 1996). Bis jetzt war die Zuordnung von *Fusarium ciliatum* zu *Nectria decora* nicht gesichert (ROSSMAN 1983, SAMUELS & NIRENBERG 1989). Schon RABENHORST (1874) beschreibt und zeichnet auf dem Etikett zu seinem Exsikkat *N. massariae* (= *N. decora*) ein Konidienstadium *Microcera*, zu dem das hier vorgestellte passen könnte. Eine Überprüfung an besser erhaltenem Originalmaterial steht noch aus. Die gefundenen Daten stimmen mit der Beschreibung von *Fusarium ciliatum* Link, Sektion *Submicrocera* Wollenw., bei WOLLENWEBER (1944/45) gut überein, das er *Calonectria decora* (= *N. decora*) als Konidienstadium zuordnet. Die gemessenen Konidien befindet sich in dem von ihm angegebenen Bereich von 7-130 µm in der Länge. Dagegen sind sie bei ihm nur höchstens 3 µm breit. Auch konnte hier keine Korrelation zwischen Länge und Septenzahl festgestellt werden (vgl. Abb. 3e). WOLLENWEBER (1944/45) gibt als Habitat für *F. ciliatum* ebenfalls die Ostiola von *M. inquinans* auf Ästen von *Acer* und *Ulmus* an. Das Konzept für die systematische Stellung von *F. ciliatum* bei GERLACH & NIRENBERG (1982) entspricht dem von WOLLENWEBER. Sie geben zusätzlich noch Kulturdaten an. Nach BOOTH (1971) stimmt *F. ciliatum* in Kulturmerkmalen und Sporenmorphologie mit *Fusarium aquaeductuum* Lagerh., Sektion *Episphaeria*, dem Anamorph von *Nectria purtonii* (Grev.) Berk. überein. Da er kein gut sporulierendes Kulturmaterial hatte, kommt er aber zu keinem eindeutigen Schluß. Eine nähere Verwandtschaft zur *Nectria episphaeria*-Gruppe ist auf Grund der Perithezienmerkmale eher unwahrscheinlich (vgl. ROSSMAN 1983). Daher vermutet ROSSMAN (1983) auch, daß *F. ciliatum* zu *Nectria diminuta* (Berk.) Sacc. aus der *Nectria episphaeria*-Gruppe gehören könnte. Die hier vorgestellten Daten sprechen aber dagegen. Die beschriebene Anamorphe kann auf Grund ihrer Ökologie und Morphologie *N. decora* zugeordnet werden: Es wurde auf dem selben *Acer*-Stamm neben der Teleomorpe gefunden, parasitiert ebenfalls auf den Sporen von *M. inquinans* und bildet dort die gleichen Appressorien und Infektionshyphen. Auch stimmen beide in ihrer Orange-färbung, die sich in KOH nicht ändert, überein. Sie wird in beiden Fällen durch gelbe Tröpfchen in den Zellen hervorgerufen. Das Stroma gleicht weitgehend in Lage und Aufbau dem der Teleomorpe, ist aber im ganzen etwas lockerer und nicht so geordnet aufgebaut. Die jungen Stromata beider Formen gleichen sich auch habituell sehr. Die die Konidiomata einrahmenden und die die Perithezien umgebenden Hyphen sind sich in Farbe und Aufbau ähnlich. Zwar werden keine reifen Perithezien und Konidien auf demselben Stroma gefunden, aber in einigen reifen Stromata der Konidienform befinden sich Hyphenknäuel, die an die junger Perithezien erinnern (vgl. Taf. 2b).

Die gemeinsamen Merkmale von *F. ciliatum* und den Anamorphen aus der *Nectria episphaeria*-Gruppe, wie langsames Wachstum in Kultur und relativ große, lange Sporen mit mehreren Septen, könnten auch eine Folge, bzw. Anpassung an die fungicole Lebensweise sein.

Nachdem ROSSMAN (1979a) die Gattung *Calonectria* auf die Typusart *C. pyrochroa* (Desm.) Sacc. beschränkt hat, steht sie wieder in der Gattung *Nectria* (ROSSMAN 1979b). Dort steht sie in einer heterogenen Gruppe von *Nectria*-Arten deren Perithezien ihre Farbe in KOH nicht ändern (ROSSMAN 1983). ROSSMAN (1983) stellt sie in die Nähe der von SAMUELS (1976) aufgestellten *Nectria-subfalcata*-Gruppe, deren Konidienstadien aber zu *Acrimonium* gehören. Eine weitere Be-

ziehung sieht ROSSMAN (1983) zu Arten der Gattung *Protocreopsis* und *Protocreopsis*-ähnlichen *Nectria*-Arten (vgl. DOI 1978), da die die Perithezien umgebenden Hyphen ihren Ursprung im Stroma haben und die Perithezienwand somit von einer Stromaschicht umgeben ist. Die Verwandtschaft von *Nectria decora* (Wallr.) Fuckel ist somit immer noch nicht geklärt (vgl. ROSSMAN 1983).

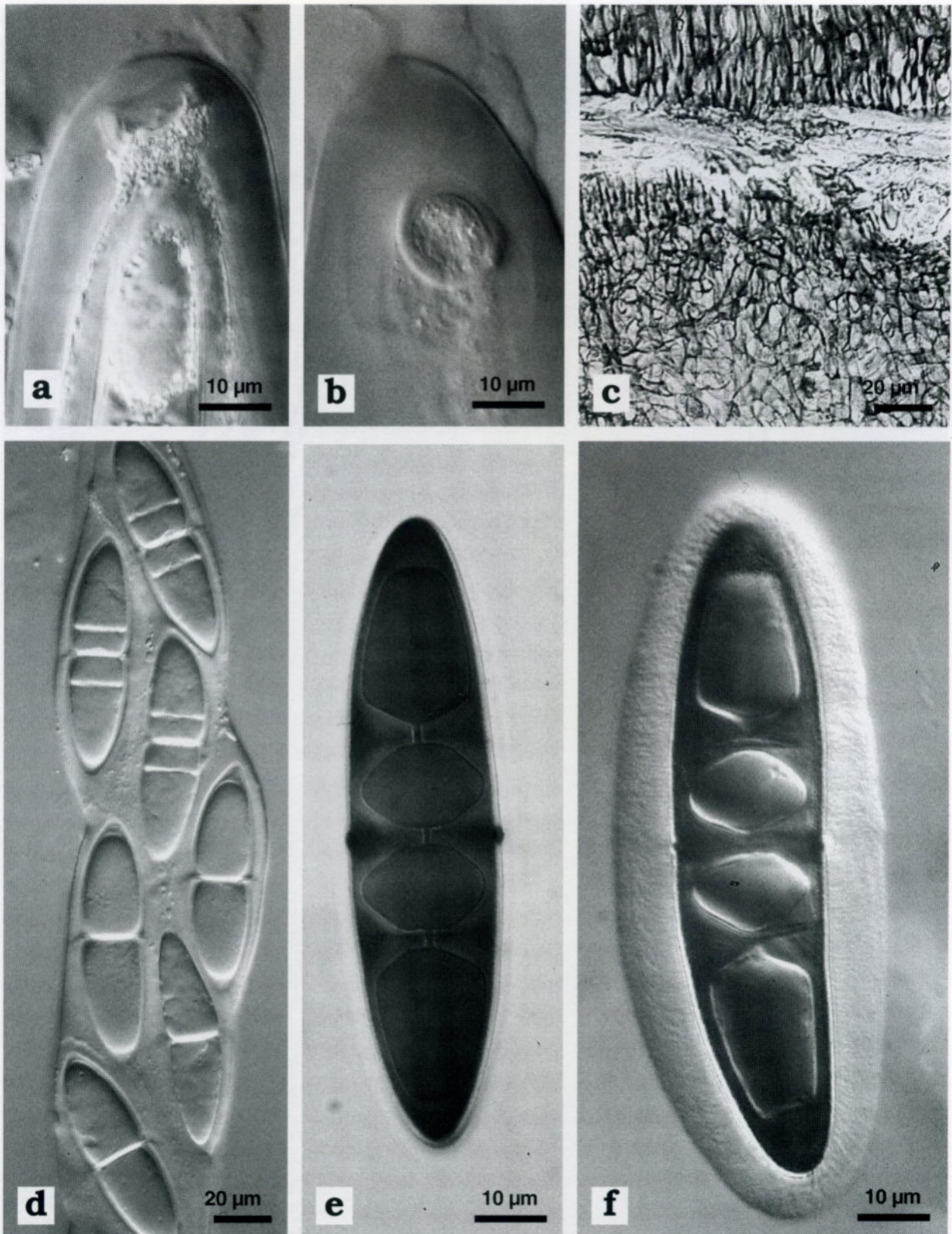
Weitere sporophage Pilze sind unter den fungicolen Pilzen zu erwarten, da gerade große Sporen eine einträgliche Nahrungsquelle darstellen. Deshalb würde es sich lohnen, sich mehr mit der Ökologie dieser Gruppe zu beschäftigen.

Danksagung:

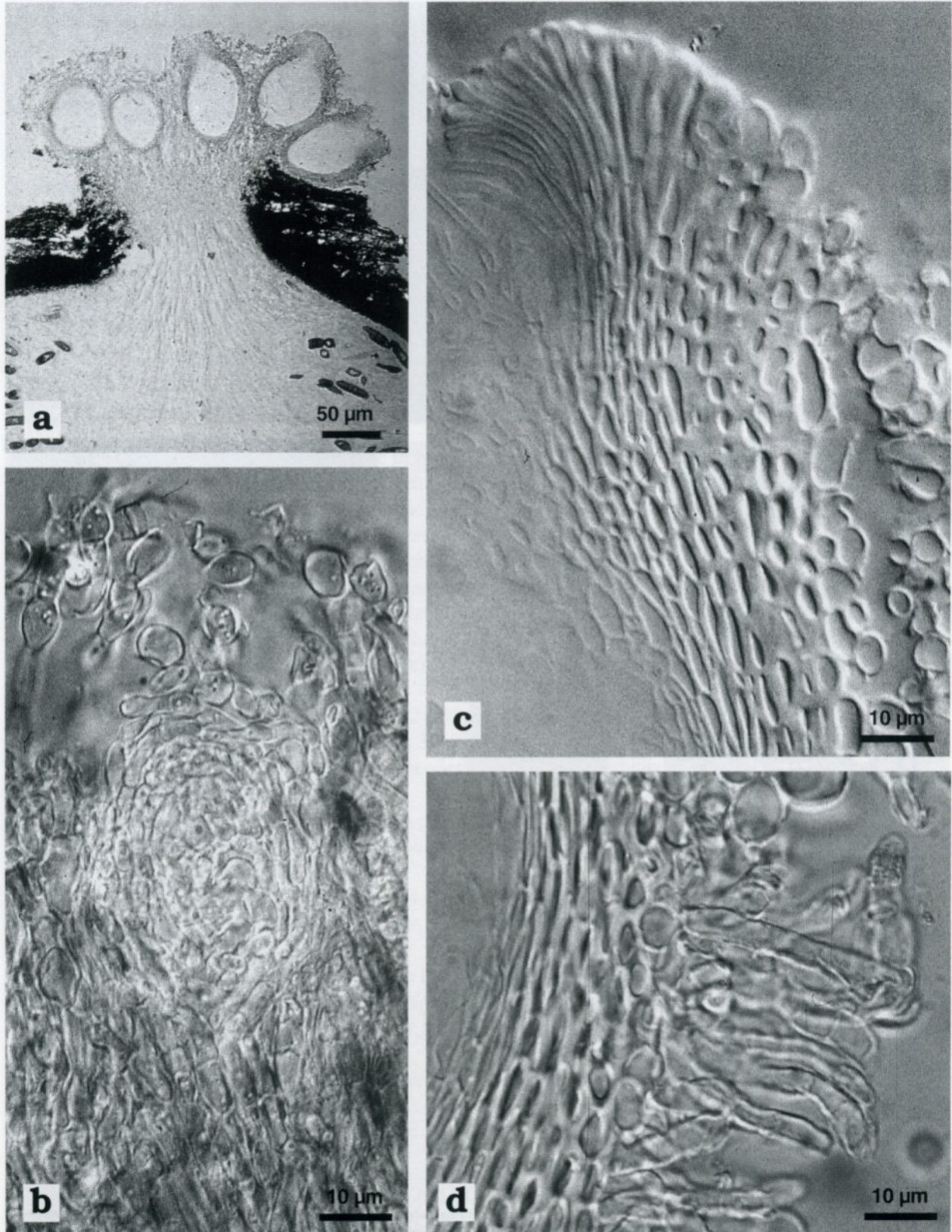
Ich danke Frau Dr. Dagmar TRIEBEL (München) für die Beratung und die Durchsicht des Manuskripts, Herrn Dr. Peter DÖBBELER (München), Herrn Dr. Heinrich DÖRFELT (Jena) und Herrn Dr. Michael Corlett (Ottawa) für die zur Verfügung gestellte Literatur.

Literatur:

- BARR, M. E. (1979) - On the Massariaceae in North America. *Mycotaxon* **9**: 17-37.
- BOOTH, C. (1971) - The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- DOI, Y. (1978) - A revision of the genus *Protocreopsis*. *Bull. Natl. Sci. Mus. Tokyo, ser. B (Botany)* **4**: 113-121.
- ERIKSSON, O. (1981) - The families of bitunicate ascomycetes. *Opera Bot.* **60**: 1-209.
- FRIES, N. & SWEDJEMARK, G. (1985) - Sporophagy im Hymenomyces. *Exp. Mycol.* **9**: 74-79.
- FUCKEL, L. (1869/70) - *Symbolae Mycologicae*. *Jahrb. Nassauischen Vereins Naturk.* **23/24**: 1-459.
- GERLACH, W. & NIRENBERG, H. I. (1982) - The Genus *Fusarium* - a Pictorial Atlas. *Mitt. Biol. Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **209**: 1-406.
- HELFER, W. (1991) - Pilze auf Pilzfruchtkörpern, Untersuchungen zur Ökologie, Systematik und Chemie. *Libri Botanici* **1**: 1-157, Eching.
- HILBER, O., HILBER, R. & ENDERLE, M. (1982-1983) - 6. Beitrag zur Kenntnis der Ulmer Pilzflora: Pyrenomyces I. *Mitt. Vereins Math. Ulm* **32**: 77-199.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (1993) - Verbreitungsatlas der Großpilze Deutschlands (West), Bd. II (Schlauchpilze), Stuttgart.
- MUNK, A. (1957) - Danish Pyrenomyces. A preliminary flora. *Dansk Bot. Ark.* **17**: 1-491.
- PIROZYNSKI, K. A. (1975) - *Calonectria decora*. *Fungi Canadenses* No. **74**, National Mycological Herbarium, Ottawa.
- ROGERSON, C. T. & STEPHENSON, S. L. (1993) - Myxomyceticolous Fungi. *Mycologia* **85**: 456-469.
- ROSSMAN, A. Y. (1979a) - *Calonectria* and its type species, *C. daldiana*, a later synonym of *C. pyrochroa*. *Mycotaxon* **8**: 321-328.
- (1979b) - A preliminary account of the taxa described in *Calonectria*. *Mycotaxon* **8**: 485-558.
- (1983) - The phragmosporous species of *Nectria* and related genera. *Myc. Pap.* **150**: 1-164.
- (1996) - Morphological and molecular perspectives on systematics of the Hypocreales. *Mycologia* **88**: 1-19.
- SACCARDO, P. A. (1878) - Enumeratio pyrenomycetum hypocreaceorum. *Michelia* **1**: 277-325.
- (1883) - *Pyrenomycologiae universae continuatio et finis*. *Sylloge Fungorum* **2**: 1-813.
- SAMUELS, G. J. (1976) - A revision of the fungi formerly classified as *Nectria* subgenus *Hyphonectria*. *Mem. New York Bot. Gard.* **26**: 1-126.
- SAMUELS, G. J. & NIRENBERG, H. (1989) - *Nectria* and *Fusarium*. 1. *Nectria setofusariae* and its anamorph *Fusarium setosum*. *Can. J. Bot.* **67**: 3372-3377.
- SAMUELS, G. J. & ROSSMAN, A. Y. (1979) - Conidia and classification of the nectroid fungi; in KENDRICK, B. (ed.): *The whole fungus, the sexual-asexual synthesis* **1**: 167-180, Nat. Museum of Canada, Ottawa.
- SHOEMAKER, R. A. & KOKKO, E. G. (1977) - *Massaria inquinans*. *Fungi Canadenses* No. **104**, National Mycological Herbarium, Ottawa.
- TULASNE, L. R. & TULASNE, C. (1865) - *Selecta Fungorum Carpologia* **3**: 1-219 + 22 Taf. Paris.
- WALLROTH, F. G. (1833) - *Flora Cryptogamica Germaniae* **2**: 1-923.
- WEESE, J. (1914) - Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Calonectria*. *Mycol. Centralbl.* **4**: 121-132.
- WOLLENWEBER, H. W. (1944/45) - *Fusarium*-Monographie, Fungi parasitici et saprophytici. *Zentralbl. Bakteriol., 2. Abt.*, **106**: 104-135.



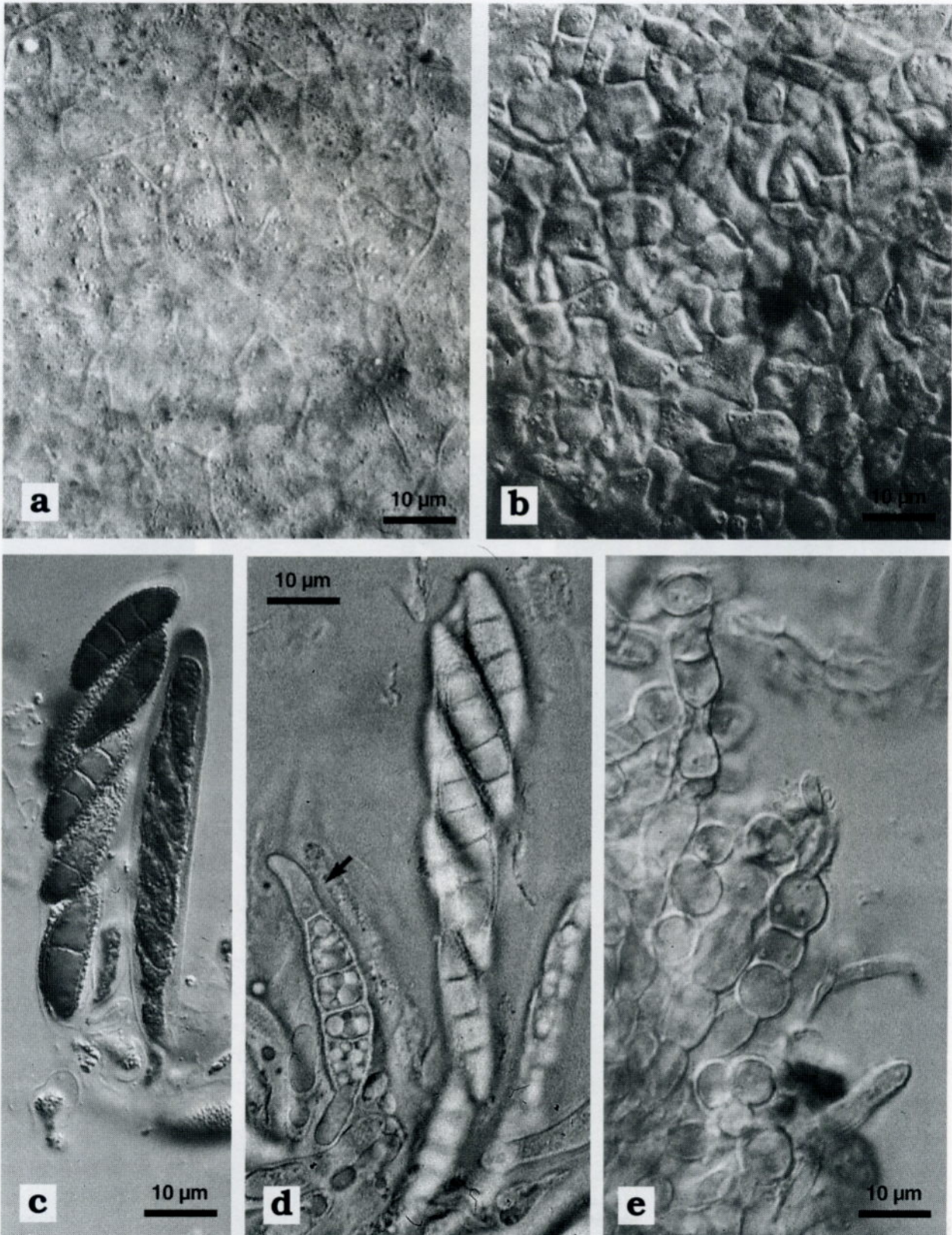
Tafel 1: *Massaria inquinans*: **a:** Ascusspitze mit ringförmigem Apikalapparat von der Seite; **b:** Ringförmiger Apikalapparat in kollabiertem Ascus; **c:** Peritheciengewand im Tangentialschnitt, parallel zur Längsachse; **d:** Junge Sporen im Ascus; **e:** Reife Sporen mit verdickter Wand am Mittelseptum, Septen mit zentralem Porus; **f:** Reife Spore mit gelatinösem Perispore (in KOH)



Tafel 2: *Nectria decora* Längsschnitte: **a:** Perithezien und das Stroma von *N. decora*, das im Ostiolarbereich von *M. inquinans* sitzt; **b:** Junges Perithezium umgeben von Stromahyphen; **c:** Apikaler Bereich der Perithezienwand, Papille; **d:** Zweischichtige Perithezienwand mit aufgelagerten Hyphen

Wiesner, J. (1914): Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Colomeria*. Mycol. Centralbl. 4: 131-134.

Wiesner, J. (1914/15): Fungus-Monographie, Fungi parasitici et saprophytici. Zentralbl. Bakteriol., 2. Abt., 106: 104-135.



Tafel 3: *Nectria decora*: **a:** Innenseite der Perithechienwand in Aufsicht; **b:** Äußere Schicht der Perithechienwand in Aufsicht; **c:** Asci (in Milchsäure-Baumwollblau gefärbt), links mit reifen Sporen, rechts jung; **d:** Ascus mit reifen Sporen und auskeimende Spore (Pfeil); **e:** Der Perithechienwand aufgelagerte Hyphen.

einer schuldigen...
 einer schuldigen...
 von Exemplaren auf Rindensm...
 beim vorzeitigen Ernten der Fruchtkörper gelang es mir,
 auch die Beeren auszugraben, die fest mit den Pflanzen verwachsen waren. Es sprach sich alles dafür,

