

Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abt. Waldschutz¹⁾, Göttingen
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Institut für Pflanzenschutz im Forst²⁾, Braunschweig

Mycosphaerella-Nadelpilze der Kiefer Schadssymptome, Biologie und Differentialdiagnose

Mycosphaerella-needle fungi on pines – symptoms, biology and differential diagnosis

Leo Pehl¹⁾ und Alfred Wulf²⁾

Dothistroma-Nadelbräune (Red band disease)
Mycosphaerella pini (Anamorph: *Dothistroma septospora*)

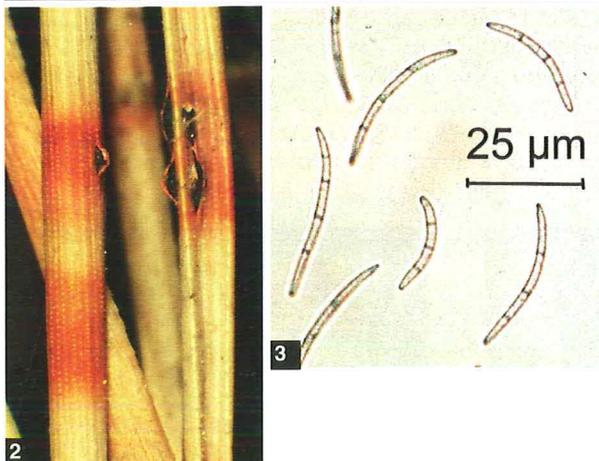


Abb. 1. *Dothistroma septospora*-Befall an *Pinus mugo*

Abb. 2. Nadelbereiche von *P. nigra* mit den für die Krankheit typischen ziegelroten, bandartigen Nekrosen (red bands)

Abb. 3. Konidiosporen von *D. septospora*

Lecanosticta-Nadelbräune (Brown spot disease)
Mycosphaerella dearnessii (Anamorph: *Lecanosticta acicola*)

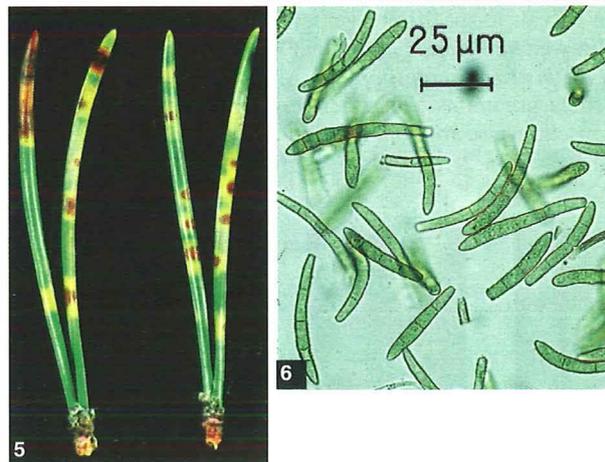


Abb. 4. *Lecanosticta acicola*-Befall an *Pinus mugo*

Abb. 5. Nadeln von *P. mugo* mit den im Krankheitsverlauf auftretenden charakteristischen, gelb umrandeten, braunen Nekroseflecken (brown spots)

Abb. 6. Konidiosporen von *L. acicola*; Interferenzkontrast

1 Einführung

Bei Quarantäneschadorganismen ist die sichere Diagnose der Erreger eine Grundvoraussetzung um die geltenden Quarantänevorschriften anwenden zu können.

Die Kiefernadel-Parasiten *Mycosphaerella pini* und *M. dearnessii* werden aufgrund ihrer ökonomischen Bedeutung in der EU als Quarantäneschadorganismen eingestuft (RICHTLINIE 2000/29/EG). Seit einigen Jahren nimmt die Verbreitung der Schadpilze in Europa zu. Auch in der Bundesrepublik konnten die Nadelparasiten bereits nachgewiesen werden (BUTIN und RICHTER, 1983; PEHL, 1995). Da sich beide Pilzarten morphologisch und in ihrer Symptomatik sehr ähneln, kann es leicht zu

Fehlbestimmungen kommen, zumal die Baumart Kiefer die größte Zahl an pilzlichen und tierischen Schädlingen aller Nadelbaumarten aufweist (HANISCH und KLITZ, 1990). Nachfolgend werden die makro- und mikroskopischen Merkmalsausprägungen beider Nadelparasiten in Abhängigkeit vom jeweiligen Krankheitsverlauf in der Form eines Diagnose-Merkblattes wiedergegeben.

Die phytopathologische Bedeutung der Nadelparasiten hat auch das taxonomische Interesse an diesen Pilzen geweckt, so dass heute, nach mehrfachen Änderungen in der Bezeichnung der Haupt- und Nebenfruchtform, unterschiedliche Namen für die Schaderreger im Umlauf sind. Die wichtigsten Eckdaten zu beiden Pilzarten sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tab. 1. Kurzcharakteristik der *Dothistroma*- und *Lecanosticta*-Nadelbräune

| | <i>Dothistroma</i> -Nadelbräune | <i>Lecanosticta</i> -Nadelbräune |
|---|---|--|
| Teleomorph Synonyme | <i>Mycosphaerella pini</i> E. Rostrup ap. Munk <i>Scirrhia pini</i> Funk & A. K. Parker | <i>Mycosphaerella dearnessii</i> M. E. Barr <i>Scirrhia acicola</i> (Dearness) Siggers <i>Systemma acicola</i> F. A. Wolf & Barbour |
| Anamorph Synonyme | <i>Dothistroma septospora</i> (G. Doroguine) Morelet <i>Dothistroma pini</i> Hulbary <i>Cytosporina septospora</i> G. Doroguine | <i>Lecanosticta acicola</i> (Thümen) H. Sydow <i>Lecanosticta pini</i> H. Sydow <i>Septoria acicola</i> (Thümen) Saccardo |
| Geläufige Bezeichnungen | <i>Dothistroma</i> -Nadelbräune Red band needle blight, Red band disease Banda roja | <i>Lecanosticta</i> -Nadelbräune Brown spot needle blight Brown spot disease |
| Krankheit Wirtspflanzen | Nadelbräune, verzögerte Schütte Hauptwirt: <i>Pinus</i> spp., seltener auch: <i>Pseudotsuga menziesii</i> <i>Larix decidua</i> <i>Picea abies</i> | Nadelbräune, verzögerte Schütte Hauptwirt: <i>Pinus</i> spp., seltener auch: <i>Picea glauca</i> |
| Erstnachweis in der BRD Geogr. Verbreitung | 1983 an <i>Pinus nigra</i> Afrika, Amerika, Asien, Europa, Ozeanien Europa: Bulgarien, Deutschland, England, Frankreich, Griechenland, Italien, Österreich, Portugal, Rumänien, Schweiz, ehem. Jugoslawien | 1994 an <i>Pinus mugo</i> Amerika, Asien, Europa Europa: Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich, Schweiz, ehem. Jugoslawien |
| Einstufung als Quarantäneschadorganismus | EG: Anhang II/A2 (als <i>Scirrhia acicola</i>) EPPO: kein Eintrag | EG: Anhang II/A1 (als <i>Scirrhia acicola</i>) EPPO: A2-Liste |

2 Symptomatik und Krankheitsverlauf

Erste Anzeichen eines *Dothistroma*- oder *Lecanosticta*-Befalls zeigen sich als unspezifische gelbgrüne Infektionsflecken (Abb. 7a). Im weiteren Krankheitsverlauf kommt es bei einem Befall durch *Dothistroma septospora* zur Ausbildung von bandartigen, die Nadelachse umfassenden, hell- bis dunkelbraunen Nekrosen, die typischerweise rote bis ziegelrote Bereiche aufweisen (red bands, vgl. Abb. 2, 7b, 7c, 9a-c, 10). Im Fall einer Infektion

durch *Lecanosticta acicola* ist zunächst das Auftreten von braunen, punktförmigen bis fleckenartigen Nekrosen auffällig, die durch hellgelb nekrotisiertes Nadelgewebe vom übrigen, gesunden Gewebe abgegrenzt sind (brown spots, vgl. Abb. 5, 8a, 8b). Später können sich diese Flecken ebenfalls zu bandartigen Nekrosen erweitern, ohne jedoch Anzeichen von rötlichen Verfärbungen zu zeigen (Abb. 8b). In Abhängigkeit von der Wirtspflanze und dem Standort können die Befallsymptome jedoch

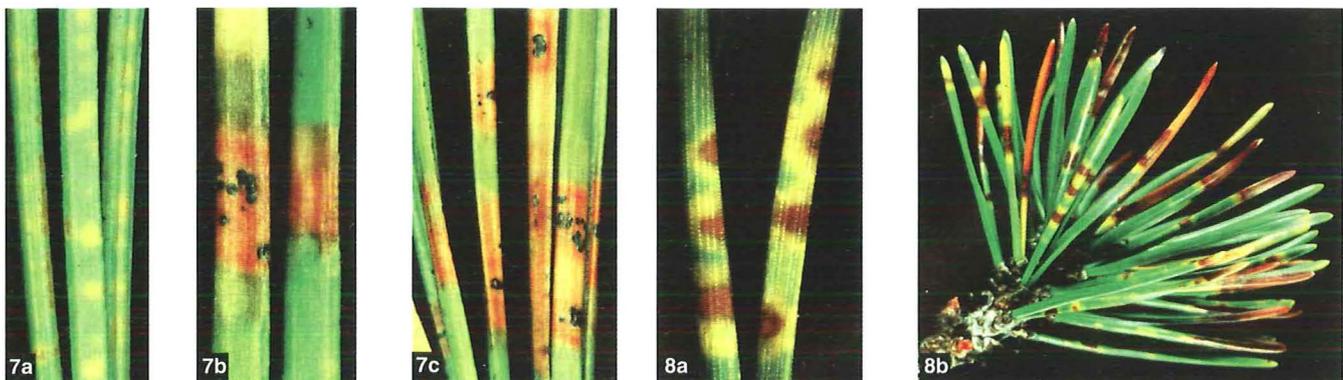


Abb. 7a-c: *Dothistroma*-Befall an *Pinus cembra*
a: gelbgrüne Infektionsflecken
b, c: rotbraune, bandartige Nekrosen mit unter der Epidermis entstehenden Fruchtkörperanlagen (schwarzes Stroma)

Abb. 8a, b: *Lecanosticta*-Befall an *Pinus mugo*
a: braune, gelb umrandete Nekroseflecken
b: braune, bandartige, gelb umrandete Nekrosen sowie bereits abgestorbene Nadelspitzen

mehr oder weniger stark variieren. So wird die für eine *Dothistroma*-Infektion typische rote bis ziegelrote Verfärbung des Nadelgewebes nicht regelmäßig so deutlich ausgeprägt wie in Abbildung 2, 9a, b oder 10 gezeigt. Vielmehr kann die Farbreaktion, ausgelöst durch die pilzeigene Substanz Dothistromin, auf sehr kleine Nadelbereiche beschränkt (Abb. 9c) oder auf den Fruchtkörper selbst in Form von roten Farbpigmenten reduziert sein (Abb. 11). Eine von *Lecanosticta acicola* befallene Kiefernnadel zeigt dagegen auch im Bereich der durch die Nadelepidermis brechenden Fruchtkörper keine rötlichen Farbpigmente oder rote Verfärbungen des Nadelgewebes (Abb. 12). Mit zunehmender Befallsdauer stirbt der oberhalb der Nekrose liegende Nadelbereich als Folge einer Unterbrechung der Wasser- und Nährstoffversorgung ab und die Nadelspitze oder größere Nadelbereiche verbraunen (vgl. Abb. 1, 4, 8b, 10). Erste Fruchtkörperanlagen erkennt man bei beiden Pilzen als unter der Epidermis liegende schwarze, rundliche Flecken (Abb. 7b). Sie durchbrechen bei

weiterem Wachstum die Nadelepidermis, wobei das Gewebe häufig entlang der Stomatalinien longitudinal zur Nadelachse aufreißt (Abb. 9a, 9b, 11, 12). Von *Dothistroma* oder *Lecanosticta* befallene Nadeln werden nicht sofort geschüttet, sondern können je nach Kiefernart und Befallsintensität noch 2 bis 3 Jahre am Zweig haften. Ein typisches Erscheinungsbild eines mehrjährigen *Dothistroma*- oder *Lecanosticta*-Befalls zeigt die Entnadelung der Pflanze bis auf den letztjährigen Nadeljahrgang (Pinzelstadium, Abb. 13).

3 Biologie und Morphologie der Erreger

Beide Nadelparasiten sind auf Kiefernarten spezialisiert. In Ausnahmefällen (hoher Infektionsdruck) werden auch andere Koniferen befallen. Mit der Entwicklung des Maitriebes im Frühjahr reifen parallel die Fruchtkörper der Pilze auf infizierten 1-jährigen und älteren Nadeln. Die parasitische Phase der Nadelbesied-

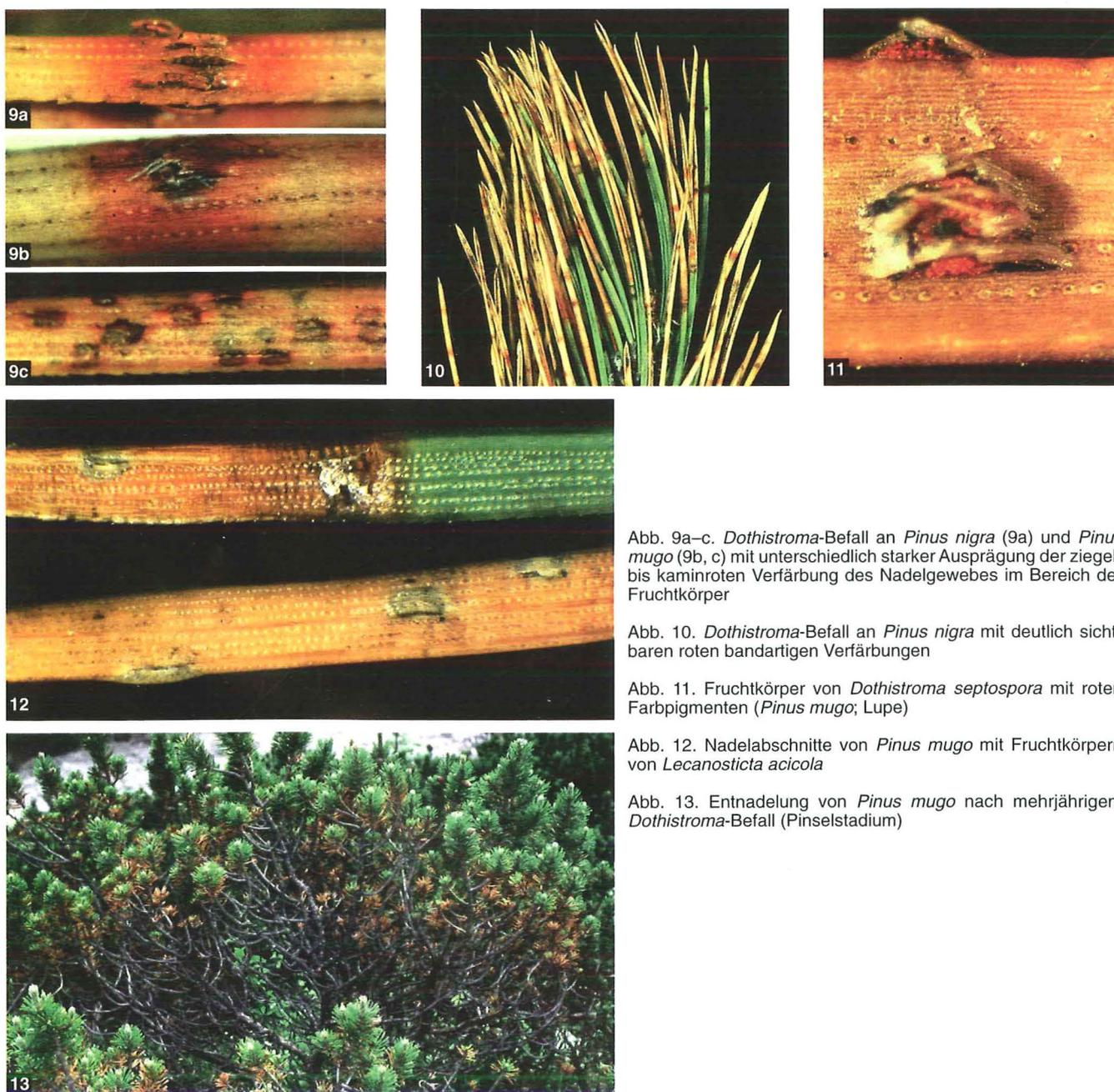


Abb. 9a–c. *Dothistroma*-Befall an *Pinus nigra* (9a) und *Pinus mugo* (9b, c) mit unterschiedlich starker Ausprägung der ziegel- bis kaminroten Verfärbung des Nadelgewebes im Bereich der Fruchtkörper

Abb. 10. *Dothistroma*-Befall an *Pinus nigra* mit deutlich sichtbaren roten bandartigen Verfärbungen

Abb. 11. Fruchtkörper von *Dothistroma septospora* mit roten Farbpigmenten (*Pinus mugo*; Lupe)

Abb. 12. Nadelabschnitte von *Pinus mugo* mit Fruchtkörpern von *Lecanosticta acicola*

Abb. 13. Entnadelung von *Pinus mugo* nach mehrjährigem *Dothistroma*-Befall (Pinzelstadium)

lung erfolgt bei beiden Pilzen durch das anamorphe Entwicklungsstadium mittels Konidiosporen. Die vom Frühjahr bis in den Herbst sporenführenden Fruchtkörper (Conidiomata) findet man im Bereich der nekrotisierten Nadelabschnitte sowie auf abgestorbenen Nadelpartien. Bei feuchter Witterung kommt es zur Bildung der Konidien, erkennbar als glasig-cremefarbene (*Dothistroma*, Abb. 14) oder dunkel-olivfarbene Sporenmasse (*Lecanosticta*, Abb. 16). Verbreitet werden die Konidien durch auf die Sporenmasse auftreffende Regentropfen (Nahbereich) sowie durch Vögel und Insekten (größere Distanzen). Beide Pilzarten dringen über Spaltöffnungen in die Nadel ein. Erste Befallsymptome werden nach einer Inkubationszeit von bis zu 4 Wochen sichtbar. Zur Entwicklung der Hauptfruchtform und damit zur Ausbildung der windverbreiteten Ascosporen (Ferntransport) kommt es erst auf abgestorbenen, oft schon abgeworfenen Na-

deln. Diese Entwicklungsform repräsentiert bei beiden Pilzarten die saprophytische Phase der Pilzentwicklung und wird nicht in jedem Jahr und an jedem Standort ausgebildet. In Tabelle 2 sind noch einmal die wichtigsten Merkmale beider Pilze zusammengefasst.

4 Schlussbetrachtung

Eine eindeutige Diagnose der *Dothistroma*- oder *Lecanosticta*-Nadelbräune an infizierten Kiefern ist mit makro- und mikroskopischen Bestimmungsmethoden nur in bestimmten Stadien der Krankheitsentwicklung möglich. Charakteristisch für einen Befall durch *Dothistroma septospora* ist die Ausbildung der ziegelroten, bandartigen, quer zur Nadelachse verlaufenden Verfärbungen. Diese findet man jedoch erst auf bereits abgestorbenen



Abb. 14. Conidioma von *Dothistroma septospora* mit glasig-cremefarbener Sporenmasse bei feuchter Witterung

Abb. 15. Kultur von *Dothistroma septospora* auf Malzagar

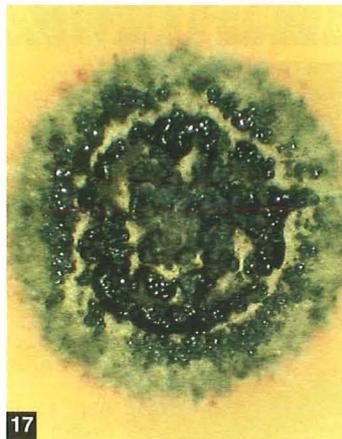
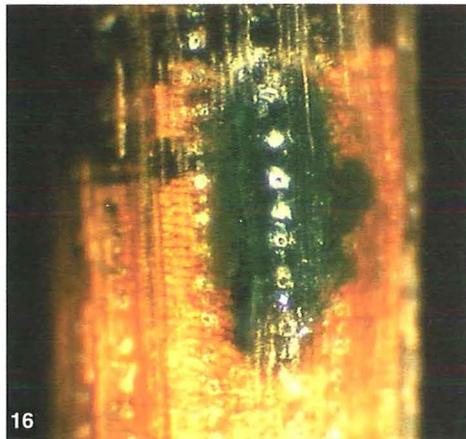


Abb. 16. Conidioma von *Lecanosticta acicola* mit dunkel-olivfarbener Sporenmasse bei feuchter Witterung

Abb. 17. Kultur von *Lecanosticta acicola* auf Malzagar

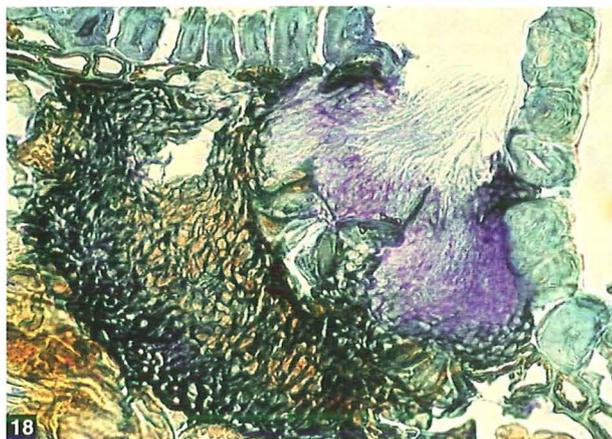


Abb. 18. Querschnitt durch ein Conidioma von *Dothistroma septospora*, Thioninfärbung

Abb. 19. Querschnitt durch einen Acervulus von *Lecanosticta acicola* mit seitlich austretenden Konidien, Thioninfärbung



Abb. 20. Querschnitt durch ein Ascomata von *Mycosphaerella pini*, Thioninfärbung

Abb. 21. Asci und Ascosporen von *Mycosphaerella pini*, Anilinblau-Färbung

Tab. 2. Morphologische und differentialdiagnostische Merkmale der *Dothistroma*- und *Lecanosticta*-Nadelbräune

| Teleomorph | <i>Mycosphaerella pini</i> | <i>Mycosphaerella dearnessii</i> |
|------------|---|---|
| Vorkommen | vereinzelt auf abgestorbenem Nadelgewebe, gehäuft im Bereich rot verfärbter Nadelbereiche älterer, meist schon abgefallener Kurztriebe | vereinzelt auf abgestorbenem Nadelgewebe älterer, meist schon abgefallener Kurztriebe |
| Ascostroma | unter der Nadelepidermis entstehend, bei Reife die Epidermis durchbrechend, aus dickwandigen, pseudoparenchymatischen Zellen aufgebaut, uni- bis multilocular, schwarz, 400–1000 x 300–400 µm (vgl. Abb. 20) | unter der Nadelepidermis entstehend, bei Reife die Epidermis durchbrechend, aus dickwandigen, pseudoparenchymatischen Zellen aufgebaut, uni- bis multilocular, schwarz, 400–1200 x 120–250 µm |
| Fruchtform | Pseudothecium (ascoloculare Entwicklung, Abb. 20) | Pseudothecium (ascoloculare Entwicklung) |
| Loculi | kugel- bis birnenförmig, 70–110 x 70–90 µm, ostiolat, mit Periphysen besetzt, gewöhnlich mit Resten interthecialen Gewebes (Abb. 20) | kugel- bis flaschenförmig, 50–70 x 50–80 µm, ostiolat, mit Periphysen besetzt |
| Asci | sackförmig bis zylindrisch, 35–55 x 6–9 µm, 8-sporig, bitunikat, hyalin (Abb. 21) | sackförmig bis zylindrisch, 25–55 x 6,5–10,5 µm, 8-sporig, bitunikat, hyalin |
| Ascosporen | spindelförmig, 10–15 x 3–4 µm, hyalin, zweizellig typischerweise 4 Tröpfchen führend (Abb. 21) | spindelförmig, 7,5–13,5 x 2–3,5 µm, hyalin, zweizellig, typischerweise 4 Tröpfchen führend |
| Spermatien | stäbchenförmig, 1,5–2,5 x 0,5–1 µm, hyalin | stäbchenförmig, 2–4 x 0,8–1,3 µm, hyalin bis blassgrün |
| Anamorph | <i>Dothistroma septospora</i> | <i>Lecanosticta acicola</i> |
| Vorkommen | vereinzelt, seltener gehäuft auf nekrotisierten und abgestorbenen, verbräunten Nadelbereichen mit typischerweise bandartigen, ziegelroten Verfärbungen in ein Stroma eingesenkte Pyknidien (Abb. 18) oder acervuliartige, flachere Sporenlager, 300–650 x 150–300 µm, schwarz, Basalstroma aus dickwandigen, pseudoparenchymatischen Zellen aufgebaut | vereinzelt auf nekrotisierten und abgestorbenen, verbräunten Nadelpartien |
| Fruchtform | lang gestreckt bis leicht gebogen, fadenförmig, selten leicht keulenförmig 12–28–48 x 2,5–3 µm, 1 bis 5, meist 3 bis 4-zellig, glattwandig, hyalin, abgerundete Spitze, stumpfe Basis (Abb. 3) | Acervuli, 200–800 x 150–200 µm, schwarz bis dunkel-olivgrün, Basalstroma aus dickwandigen, pseudoparenchymatischen Zellen aufgebaut (Abb. 19) |
| Konidien | | gerade bis leicht gebogen, fadenförmig bis zylindrisch, 14–32–50 x 3–5 µm, 1 bis 6, meist 3 bis 4-zellig, dickwandig mit feinstacheliger bis warziger Oberfläche, hellbraun-olivfarben, abgerundete Spitze, abgeflachte, stumpfe Basis (Abb. 6) |
| Kultur | braun-schwarz bis grau-braun, auf MA 1,5–2 mm Zuwachs/Wo bei 20 °C, hell-cremefarbene Sporenmasse, Agar durch Diffusate leicht rot-braun verfärbt (Abb. 15) | schwarz-oliv, auf MA 2,5–3 mm Zuwachs/Wo bei 20 °C, olivschwarze Sporenmasse, Agar durch Diffusate hellgelbgrün verfärbt (Abb. 17) |

und verbräunten Nadelpartien. In Abhängigkeit von der Kiefernart und dem Standort der Pflanze kann dieses Merkmal allerdings unterschiedlich stark ausgebildet sein. Nicht jede von *Dothistroma septospora* befallene Nadel muss zwangsläufig auch rötliche, bandartige Verfärbungen aufweisen (vgl. Abb. 1, 9c). Je nachdem, ob die Nadel heller oder dunkler verbräunt, lassen sich vorhandene rötliche Verfärbungen schon auf den ersten Blick oder nur sehr schwer feststellen (vgl. Abb. 1, 10). Ein weiteres, sicheres Bestimmungsmerkmal der *Dothistroma*-Nadelbräune

ist die mikroskopische Untersuchung der Konidiosporen. Man findet sie in der Natur allerdings nur bei feuchter Witterung auf ausdifferenzierten Fruchtkörpern des Pilzes.

Eine Infektion durch *Lecanosticta acicola* lässt sich einzig an den charakteristischen Konidiosporen sicher diagnostizieren. Auch hier gilt, dass die Sporen nur bei feuchter Witterung auf vollständig entwickelten, die Nadelepidermis durchstoßenden Fruchtkörpern gebildet werden. Die zu Beginn der Krankheitsentwicklung erscheinenden, gelb umrandeten, braunen Nekrose-

flecken (sog. brown spots, vgl. Abb. 4, 8a) stellen im Gegensatz zu den bei *Dothistroma septospora* ausgebildeten red bands alleine kein eindeutiges Bestimmungsmerkmal dar und können lediglich als Verdachtsmoment dienen. Derartige Nekrosen können in diesem Stadium auch von anderen Pilzarten oder Insekten verursacht werden.

Alle anderen Stadien der Krankheitsentwicklung einer *Dothistroma*- oder *Lecanosticta*-Infektion wie z. B. Infektionsflecken (vgl. Abb. 7a) oder sich unter der Nadelepidermis entwickelndes Stroma (vgl. Abb. 7b) erfordern zunächst die relativ aufwendige Isolierung des Erregers aus der Nadel auf einen künstlichen Nährboden. Erst nach einer anschließenden Wachstumsphase von 2 bis 4 Wochen kann man anhand der Pilzkultur (vgl. Abb. 15, 17) den Erreger zweifelsfrei bestimmen. Dagegen lassen sich ausdifferenzierte, die Nadelepidermis durchstoßende und durch trockene Umgebung nicht sporulierende Fruchtkörper beider Pilze (vgl. Abb. 9a, 12) durch Überführung in eine feuchte Kammer im Allgemeinen zur Sporenbildung anregen.

Zusammenfassung

Die pilzlichen Quarantäneschadorganismen *Mycosphaerella pini* (Anamorph: *Dothistroma septospora*) und *M. dearnessii* (Anamorph: *Lecanosticta acicola*) breiten sich in Europa an verschiedenen Kiefernarten weiter aus. Eine sichere Diagnose der morphologisch und symptomatisch sehr ähnlichen Nadelparasiten ist die Basis zur Verhinderung einer weiteren Verbreitung. Es wird ein Überblick über die verschiedenen Stadien des Krankheitsverlaufs beider Pilzarten gegeben. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Symptomatik und differentialdiagnostischen Merkmale gelegt. Angaben zur Biologie und Morphologie der Erreger vervollständigen die Darstellung aus phytopathologischer Sicht.

Stichwörter: Diagnose, *Dothistroma septospora*, *Lecanosticta acicola*, *Pinus*, *Mycosphaerella dearnessii*, *Mycosphaerella pini*, Quarantäne

Abstract

The needle-fungi *Mycosphaerella pini* (Anamorph: *Dothistroma septospora*) and *M. dearnessii* (Anamorph: *Lecanosticta acicola*) are under quarantine status and are spreading in Europe on several pine species. Therefore a reliable diagnosis of these fungi, which are very similar in morphology and development of symptoms, provides a basis for preventing their further spread. An overview of the various disease stages is given, with a focus on symptoms and characters useful for differential diagnosis. In addition, information on the biology and morphology of both fungi is presented.

Key words: Diagnosis, *Dothistroma septospora*, *Lecanosticta acicola*, *Pinus*, *Mycosphaerella dearnessii*, *Mycosphaerella pini*, quarantine

Literatur

- BUTIN, H., J. RICHTER, 1983: *Dothistroma*-Nadelbräune: Eine neue Kiefernkrankheit in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **35**, 129–131.
 HANISCH, B., E. KILTZ: Waldschäden erkennen: Fichte und Kiefer. Ulmer Verlag, Stuttgart, 1990, 334 S.
 PEHL, L., 1995: *Lecanosticta*-Nadelbräune – Eine neue Kiefernkrankheit in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **47** (12), 305–309.
 RICHTLINIE 2000/29/EG, 2000: Richtlinie des Rates vom 8. Mai 2000 über Maßnahmen zum Schutz der Gemeinschaft gegen die Einschleppung und Ausbreitung von Schadorganismen der Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse. Amtsblatt Nr. L 169/1 vom 10. 7. 00.

Fotos 1–21: L. PEHL

Für die Förderung der Arbeit mit Forschungsmitteln des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft über die Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft danken wir an dieser Stelle.

Kontaktanschrift: Dr. Leo Pehl, Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abt. Waldschutz, Grätzelstr. 2, D-37079 Göttingen.