

Paul Heydeck<sup>1</sup>, Christine Dahms<sup>1</sup>, Bernhard Götz<sup>2</sup>, Angelika Hänisch<sup>3</sup>, Jörg Schumacher<sup>4</sup>

## Erster Nachweis der Dothistroma-Nadelbräune (*Dothistroma septosporum*) im Nordostdeutschen Tiefland

First record of Dothistroma needle blight (*Dothistroma septosporum*)  
in the northeast German lowlands

### Zusammenfassung

Im April 2015 wurde in einem brandenburgischen Arboretum eine rötliche Bänderung an vorjährigen Nadeln von *Pinus jeffreyi* Balf. (Jeffrey-Kiefer) und *Pinus ponderosa* Douglas ex C. Lawson (Gelb-Kiefer) festgestellt. Später konnte diese Symptomatik bei systematischen Kontrollen auch an *Pinus attenuata* Lemmon (Höcker-Kiefer) und *Pinus thunbergii* Parl. (Japanische Schwarz-Kiefer) beobachtet werden. Anhand von mikromorphologischen Untersuchungen und laborativen Analysen bestätigte sich der Verdacht auf eine Infektion durch den Quarantäneschadpilz *Dothistroma septosporum* (Dorogin) M. Morelet (Erreger der Dothistroma-Nadelbräune). Erkrankt waren ausschließlich jüngere Bäume in einem Geländebereich mit anhaltend hoher Luftfeuchtigkeit. Der weltweit vorkommende Krankheitserreger befällt überwiegend Kiefern-Arten (*Pinus* spp.). Gravierende Schäden verursachte er bislang speziell auf der Südhalbkugel. In letzter Zeit konnte *Dothistroma septosporum* allerdings auch in einigen europäischen Ländern bemerkenswert oft nachgewiesen werden. Möglicherweise geht die verstärkte Präsenz des Pilzes nördlich des Äquators auf die sich seit einigen Jahrzehnten abzeichnende Klimaveränderung zurück. Da der Krankheitserreger imstande ist, auch an der in Europa heimischen Schwarz-Kiefer (*Pinus nigra* J.F. Arnold) umfangreiche Schäden hervorzurufen,

resultieren aus dem Vorkommen forstwirtschaftliche Risiken. Zudem ist unklar, welche Intensität ein Befall von Reinbeständen der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) erreichen würde.

**Stichwörter:** *Dothistroma septosporum*, Dothistroma-Nadelbräune, Quarantäneschadorganismus, Kiefern-Arten, Bundesland Brandenburg

### Abstract

In April 2015, reddish banding at last year's needles of *Pinus jeffreyi* Balf. (Jeffrey pine) and *Pinus ponderosa* Douglas ex C. Lawson (Ponderosa Pine) was found in an Arboretum in the federal state of Brandenburg (Germany). These symptoms were observed in systematic controls at *Pinus attenuata* Lemmon (Knobcone pine) and *Pinus thunbergii* Parl. (Japanese black pine) later too. Based on micromorphological investigations and laborative tests, the suspected infection by the quarantine fungus *Dothistroma septosporum* (DOROGIN) M. Morelet (causative agent of Dothistroma needle blight) was confirmed. Only younger trees in an area with persistently high air humidity were diseased.

The worldwide occurring pathogen infects mainly pine species (*Pinus* spp.). It caused serious damage especially

### Institut

Landesbetrieb Forst Brandenburg, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde<sup>1</sup>

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde<sup>2</sup>

Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Referat Pflanzengesundheitskontrolle, Frankfurt (Oder)<sup>3</sup>

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Waldschutz, Freiburg im Breisgau<sup>4</sup>

### Kontaktanschrift

Dr. Paul Heydeck, Wiss. Leiter FV Waldschutz/Phytopathologie, Landesbetrieb Forst Brandenburg, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE), A.-Möller-Str. 1, 16225 Eberswalde, E-Mail: Paul.Heydeck@LFB.brandenburg.de

### Zur Veröffentlichung angenommen

17. November 2016

in the southern hemisphere until now. Lately however *Dothistroma septosporum* was remarkably often detected in several European countries. The increased presence of the fungus north of the Equator is supposed to originate in the recognizable climate change of the last few decades. The pathogen is capable of damaging the native to Europe Black pine (*Pinus nigra* J.F. Arnold) considerably. Therefore forestry risks result. In addition, it is unclear, what intensity an infestation of pure stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) would reach.

**Key words:** *Dothistroma septosporum*, red band needle blight, quarantine pathogen, *Pinus* spp., federal state of Brandenburg

## 1 Einleitung

Pilzliche Pathogene sind in der Lage, an den Nadeln einheimischer und ausländischer Koniferen schwerwiegende Schäden zu verursachen. Als Beispiele können die Krankheitserreger *Lophodermium seeditiosum* Minter, Staley und Millar (Kiefernscütte), *Chrysomyxa* spp. (Fichtennadelrost), *Rhizosphaera kalkhoffii* BUBÁK (Rhizosphaera-Nadelbräune), *Rhabdocline pseudotsugae* Syd. (Rostige Douglasenschütte) und *Phaeocryptopus gaeumannii* (T. Rohde) Petr. (Rußige Douglasenschütte) angeführt werden. Je nach Pilzart, Prädisposition und Intensität des Befalls wird die photosynthetische Leistung bzw. Stoffproduktion der Bäume mehr oder weniger stark beeinträchtigt. Schwerwiegende Schäden entstehen vor allem an Sämlingen und Jungpflanzen. Die auftretenden Nadelverfärbungen führen zwangsläufig auch zum Verlust der Schmuckreisqualität. Nicht selten werden die physiologisch geschwächten Bäume von Folgepathogenen besiedelt, beispielsweise durch Hallimasch-Arten (*Armillaria*

spp.). Solche „Schwächeparasiten“ können zum vorzeitigen Absterben der infizierten Gehölze führen.

Im Land Brandenburg besteht seit Jahren ein signifikanter Trend zu überdurchschnittlich hohen Lufttemperaturen; hinzu kommt die wachsende Trockenstress-Gefährdung (KALLWEIT, 2016). Vermehrt auftretende Witterungsextreme und der fortschreitende Klimawandel können Veränderungen des Pilzartenspektrums mit schwerwiegenden Folgen nach sich ziehen. Diese Vorgänge müssen sorgfältig analysiert werden. Besonderes Augenmerk ist auf die Quarantäneschadorganismen zu legen.

In einem brandenburgischen Arboretum wurden 2015 auffällige Verfärbungen an vorjährigen Nadeln zweier nordamerikanischer Kiefern-Arten – Jeffrey-Kiefer (*Pinus jeffreyi*) und Gelb-Kiefer (*Pinus ponderosa*) – registriert. Es handelt sich hierbei um 11-jährige Jungbäume, die aus Saatgut vom Naturstandort gezogen wurden (Abb. 1). Neben lebhaft gelben und braunen Farbtönen trat häufig eine ziegelrote Nadelbänderung auf, die sich in den darauffolgenden Wochen und Monaten intensivierte (Abb. 2). Bei systematisch durchgeführten Kontrollen wurden die beschriebenen Symptome in dem Arboretum an weiteren Baumarten beobachtet (FUCHS, 2016, unveröffentlichte Daten). Betroffen waren die ebenfalls aus Nordamerika stammende Höcker-Kiefer (*Pinus attenuata*) sowie die ursprünglich in Asien beheimatete Japanische Schwarz-Kiefer (*Pinus thunbergii*). In allen Fällen konzentrierten sich die Nadelschäden im unteren und mittleren Kronenbereich. Die markante Symptomausprägung deutete auf die Dothistroma-Nadelbräune hin (Erreger: *Dothistroma septosporum*). In Deutschland ist die Krankheit seit 1983 bekannt, wobei es sich um Nachweise in Bayern und Baden-Württemberg, ferner auch in Schleswig-Holstein handelt. Neben dem Vorkommen in Gärten und Parkanlagen trat der Pilz in Süddeutschland lokal auch schon in Waldbeständen auf (BLASCHKE und



**Abb. 1.** Symptome der Dothistroma-Nadelbräune an *Pinus ponderosa* (links) und *Pinus jeffreyi* (rechts).



Abb. 2. Charakteristische ziegelrote Bänderung an erkrankten Nadeln von *Pinus ponderosa*.

NANNIG, 2007; SCHUMACHER, 2014). Erstmals konnte der Krankheitserreger nun auch im Nordostdeutschen Tiefland diagnostiziert werden.

## 2 Die Dothistroma-Nadelbräune – eine neue Baumkrankheit in Brandenburg

### 2.1 Bestimmung des Krankheitserregers und Differenzialdiagnose

Für die diagnostischen Untersuchungen wurden von zwei erkrankten Bäumen (*Pinus jeffreyi*, *P. ponderosa*) Nadeln mit ausgeprägter ziegelroter Bänderung entnommen. Die Identifizierung des Krankheitserregers erfolgte zunächst anhand von mikromorphologischen Merkmalen. Dazu wurden die Entwicklungsstadien des Pilzes

nach 24-stündiger Feuchtkammer-Exposition der Nadelproben mikroskopisch untersucht. Bereits während der Musterung im Auflicht waren an den Nadeln die für *Dothistroma septosporum* typischen, dunkelrot-schwarz (BUTIN, 2011) gefärbten Conidiomata gut zu erkennen (Abb. 3). Bei der mikroskopischen Untersuchung der Konidienlager fanden sich in großer Zahl langgestreckte, zwei- bis vierzellige, hyaline Konidiosporen des Pilzes (Abb. 4). Die Bestimmung von *Dothistroma septosporum* erfolgte hauptsächlich nach Angaben bei PEHL und WULF (2001), BUTIN (2011) sowie OEPP/EPO (2015). Differenzialdiagnostisch war die Abgrenzung zu *Lecanosticta acicola* (Thüm.) Syd. (Erreger der Lecanosticta-Nadelbräune) erforderlich. Dieser in Deutschland erstmalig 1994 nachgewiesene Pilz kommt allerdings meist an Berg-Kiefer (*Pinus mugo* Turra) vor. Er gehört ebenfalls zu den Qua-



Abb. 3. Conidiomata von *Dothistroma septosporum* an einer Nadel von *Pinus jeffreyi*.



Abb. 4. Konidiosporen von *Dothistroma septosporum* im mikroskopischen Präparat.

rantäneschadorganismen (EG: Anhang II/A1, EPPO: A2-Liste). Der mikroskopische Befund wurde im Anschluss durch eine molekulargenetische Untersuchung abgesichert.

An den entnommenen Nadelproben fanden sich – allein oder in Kombination mit *Dothistroma septosporum* – weitere Kleinpilze (darunter parasitische Arten und Saprobionten), die ebenfalls Verfärbungen und Nekrosen an Nadeln von *Pinus* spp. verursachen können. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang vor allem *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter und *Lophodermium* spp. Seltener wurden *Truncatella conorum-piceae* (Tubeuf) Steyaert und *Sclerophoma* sp., vereinzelt auch *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton (Syn.: *Diplodia pinea* [Desm.] J. Kickx f.), diagnostiziert.

## 2.2 *Dothistroma septosporum* als Quarantäneschadorganismus

Der Kleinpilz *Dothistroma septosporum* – Erreger der Dothistroma-Nadelbräune der Kiefer (red band needle blight of pine, *Dothistroma* needle blight) – ist ein Quarantäneschadorganismus (QSO) der Pflanzenbeschauverordnung (PBVO) und im Anhang II Teil A Kapitel II der Richtlinie 2000/29/EG des Rates vom 8. Mai 2000 über Maßnahmen zum Schutz der Gemeinschaft gegen die Einschleppung und Ausbreitung von Schadorganismen der Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse unter der Bezeichnung „*Scirrhia pini* Funk et Parker“ gelistet. Er gehört damit zu den Schadorganismen, deren Auftreten in der Gemeinschaft festgestellt wurde und die für das gesamte Gemeinschaftsgebiet von Belang sind. Pflanzen zum Anpflanzen, außer Samen, müssen frei von diesem Erreger sein und dürfen nur innerhalb der EU verbracht werden, wenn durch amtliche Feststellung nachgewiesen wurde, dass weder am Ort der Erzeugung noch in unmittelbarer Umgebung seit Beginn der letzten abgeschlossenen Vegetationsperiode Anzeichen von *Scirrhia pini* aufgetreten sind (vgl. PFANNENSTILL, 2016). Der Krankheitserreger unterliegt in Deutschland gemäß § 59 Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) sowie § 1a Pflanzenbeschauverordnung (PflBeschauV) der gesetzlichen Meldepflicht.

In jüngster Zeit wurde anhand von molekulargenetischen Analysen eine vor allem an *Pinus nigra* vorkommende Variante des Pilzes als eigene Spezies (*Dothistroma pini* Hulbary) von *Dothistroma septosporum* abgetrennt (BARNES et al., 2004). Während *D. septosporum* weltweit verbreitet ist, beschränkt sich das Vorkommen von *D. pini* auf einige Gebiete in Nordamerika (mehrere Bundesstaaten der USA) sowie auf relativ wenige Fundorte in Russland und Europa. Beide Arten sind als Erreger der Dothistroma-Nadelbräune bekannt. *Dothistroma pini* wird gegenwärtig von der European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) nicht als Quarantäneschadorganismus eingestuft. Im Gegensatz zu *Dothistroma septosporum* bildet *D. pini* wohl keine Teleomorphe aus. Zudem konnte *D. pini* bislang nur auf *Pinus nigra*, *P. mugo* und *P. pallasiana* Lamb. (Synonym: *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* [Lamb.] Holmboe) festgestellt werden (EFSA, 2013).

Der diagnostisch abgesicherte Erregernachweis wurde umgehend an die für Quarantäneschadorganismen zuständige Behörde – der Pflanzenschutzdienst des Landes Brandenburg am Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LELF) mit Sitz in Frankfurt (Oder) – gemeldet. Von dort ging eine Mitteilung an die oberste Quarantäne-Behörde (Julius Kühn-Institut), die den Quarantänefall an die Pflanzenschutzorganisation für Europa und den Mittelmeerraum (EPPO) weiterleitete.

## 2.3 Vorkommen, Biologie und Schadwirkung von *Dothistroma septosporum*

*Dothistroma septosporum* ist ein weltweit verbreiteter, wissenschaftlich sehr gut untersuchter Nadelparasit, welcher an mehr als 80 Arten und Unterarten der Gattung *Pinus* Schäden verursacht (ENGESSER, 2011; EFSA, 2013; OEPP/EPPO, 2015). Unter günstigen klimatischen Bedingungen und bei hohem Infektionsdruck kann der Pilz auch andere Koniferen infizieren, so *Picea abies* (L.) H. Karst. (Gemeine Fichte), *P. omorika* (PANČIĆ) Purk. (Omorika-Fichte), *P. pungens* Engelm. (Stech-Fichte), *P. sitchensis* (Bong.) Carrière (Sitka-Fichte), *P. schrenkiana* Fisch. & C.A. Mey. (Schrenk-Fichte), *Larix decidua* Mill. (Europäische Lärche) und *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (Douglasie) – vgl. EFSA (2013). In der Schweiz findet man den Krankheitserreger vorwiegend an *Pinus mugo* (Berg-Kiefer) und *P. sylvestris* (Gemeine Kiefer), ferner an *P. cembra* L. (Zirbel-Kiefer), *P. nigra* (Schwarz-Kiefer), *P. aristata* Engelm. (Grannen-Kiefer) und *P. contorta* Douglas ex Loudon (Dreh-Kiefer) – vgl. ANGST und ENGESSER (2014). Aus Österreich wird über ein auffälliges Vorkommen der Dothistroma-Nadelbräune an *Pinus nigra*, *P. sylvestris*, *P. mugo* und *P. cembra* berichtet (KIRISITS und CECH, 2006, 2007). In Großbritannien hat der Krankheitserreger vor allem an *Pinus nigra* subsp. *laricio* (Poir.) Maire (Korsische Schwarz-Kiefer) umfangreiche Schäden verursacht (BROWN und WEBBER, 2008). DRENKHAN et al. (2014) fanden *D. septosporum* erstmalig an Tannen-Arten, darunter *Abies concolor* (Gordon) Lindl. ex Hildebr. (Kolorado-Tanne) und *A. alba* Mill. (Weiß-Tanne). Die Dothistroma-Funde in Süddeutschland beziehen sich überwiegend auf Kiefern-Arten: *Pinus nigra*, *P. mugo*, *P. sylvestris*, *P. strobus* L. (Weymouth-Kiefer), *P. ponderosa*, *P. contorta* (DELB et al., 2016). Darüber hinaus konnte der Krankheitserreger dort wiederholt an verschiedenen Fichten-Arten (*Picea abies*, *P. pungens*, *P. omorika*) diagnostiziert werden (LANG, 1987; BLASCHKE und NANNIG, 2007; SCHUMACHER, 2014).

In der Vergangenheit wurde über wirtschaftlich schwerwiegende Pflanzenverluste in Verbindung mit *Dothistroma septosporum* hauptsächlich aus wärmeren Gebieten südlich des Äquators berichtet, wo der Pilz zu den gefährlichsten Krankheitserregern an Kiefern zählt. So scheiterte in Ostafrika (Tansania) der großflächige Anbau von *Pinus radiata* D. Don (Monterey-Kiefer) vor allem durch die Dothistroma-Nadelbräune (UHLIG, 1975); danach breitete sich die Krankheit rasch über Zentral- und Südafrika aus (GIBSON, 1972). Auch in Nord-

und Südamerika (USA, Brasilien, Chile u.a.), in Asien sowie in Australien und Ozeanien (Neuseeland) trat sie mit unterschiedlicher Intensität auf. Die Schädwirkung war dort am größten, wo der Krankheitserreger eingeschleppt worden war und auf Wirtsbaumarten außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes traf. Besonders in Neuseeland wurden Pflanzungen von Monterey-Kiefer zur Abwehr der Dothistroma-Nadelbräune vom Flugzeug aus mit kupferhaltigen Fungiziden behandelt (BRADSHAW, 2004; SINCLAIR und LYON, 2005).

Seit einiger Zeit ist jedoch in weiten Teilen der Welt eine Intensivierung des Befalls verschiedener Kiefern-Arten in den natürlichen Verbreitungsgebieten zu beobachten (vgl. KIRISITS und CECH, 2006). Spätestens seit dem Jahr 2000 wird in Europa eine deutliche Zunahme des Auftretens von *Dothistroma septosporum* registriert. Der als wärmeliebend (ANGST, 2015) geltende Pilz wird in Europa meist als eingeschleppter Organismus betrachtet (ENGESSER, 2011).

Hohe Luftfeuchtigkeit am Standort begünstigt die Reproduktion des Krankheitserregers. Zudem wird die Entwicklung von *Dothistroma septosporum* maßgeblich durch meteorogene Faktoren beeinflusst. So gibt es Hinweise darauf, dass die Ausbreitung des Pilzes durch veränderte klimatische Bedingungen stimuliert wird (vgl. WOODS et al., 2005; WELSH et al., 2014).

Die Infektion beginnt bereits im April und erstreckt sich bis zum Oktober (KIRISITS und CECH, 2006). Sie erfolgt vorwiegend durch Konidiosporen, welche mit dem Wind über Regentropfen und feuchte Luft übertragen werden. Der Krankheitserreger dringt über die Stomata in das Nadelgewebe ein. Zuerst infiziert der Pilz die älteren Nadeljahrgänge (ANGST, 2015). Die Krankheit beginnt im bodennahen Bereich und dehnt sich auf den mittleren Kronenraum aus. Bei starkem Befallsdruck kann die gesamte Krone betroffen sein (KIRISITS und CECH, 2006). Als ideale Infektionsbedingungen gelten Regenperioden bei Temperaturen zwischen 21 und 30°C (ANGST und ENGESSER, 2014). Laborversuche haben gezeigt, dass die Keimung der Konidiosporen unter kontrollierten Bedingungen bei Temperaturen zwischen 5 und 30°C erfolgt, wobei das Optimum bei 22°C liegt (KARADŽIĆ, 1994). Mycelwachstum wurde in einem Temperaturbereich von 3°C (Minimum) und 29°C (Maximum) registriert, das Optimum wird mit 20°C angegeben.

In Großbritannien liegt die kritische Phase für den Befall im Frühjahr und Frühsommer, wenn sich Fruchtkörper an den Nadeln gebildet haben (BROWN und WEBBER, 2008). Schwere Krankheitsverläufe scheinen mit überdurchschnittlich hohen Niederschlägen im Infektionszeitraum assoziiert zu sein.

Oft schon nach einigen Wochen findet man auf den infizierten Nadeln gelbe bis hellgrüne Flecken. In Abhängigkeit von der Baumart kommt es später zur Ausbildung charakteristischer ziegelroter Bänder, auf denen sich die Conidiomata von *Dothistroma septosporum* entwickeln. Die ziegelrote Nadelbänderung wird durch das sekundäre Stoffwechselprodukt „Dothistromin“ hervorgerufen,

das aufgrund seiner chemischen Verwandtschaft zu den Aflatoxinen im Verdacht steht, kranzerogene Wirkung zu entfalten (BRADSHAW, 2004). Über eine unmittelbare Gefährdung von Mensch und Tier durch den Kontakt mit infizierten Nadeln ist bisher jedoch kaum etwas bekannt.

Auf abgestorbenen Nadeln findet man gelegentlich die Fruchtkörper (Pseudothecien) des sexuellen Entwicklungsstadiums. Der Pilz kann in totem Nadelgewebe überwintern.

### 3 Forstwirtschaftliche Risiken und Möglichkeiten zur Abwehr der Dothistroma-Nadelbräune

Bei einem festgestellten Vorkommen des Quarantäneschadpilzes wird durch die Pflanzenschutzbehörden meist die rasche Tilgung und sichere Entsorgung der erkrankten Bäume angeordnet (Auslöschung der Befalls-herde). Da der Krankheitserreger vorwiegend mit infiziertem Pflanzenmaterial verbreitet wird, sind verstärkte Kontrollen in den Baumschulen erforderlich. Höchste Aufmerksamkeit ist auch in öffentlichen Grünbereichen geboten. Häufig findet man dort Pflanzungen mit hoch anfälligen ausländischen Koniferen.

Aus dem Vorkommen der Dothistroma-Nadelbräune resultieren ernst zu nehmende forstwirtschaftliche Risiken. So kann der Krankheitserreger in Mitteleuropa besonders an der Schwarz-Kiefer (*Pinus nigra*) umfangreiche Schäden hervorrufen. Daneben sind die Berg-Kiefer (*P. mugo*) und die Weymouth-Kiefer (*Pinus strobus*) betroffen. Die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) – in Brandenburg gegenwärtig noch mit mehr als 70% an der Waldfläche beteiligt – wurde bislang als weniger empfindlich eingestuft. Das Auftreten des wärmeliebenden Krankheitserregers muss angesichts der prognostizierten Klimaveränderungen sensibel verfolgt werden. In diesem Zusammenhang erscheinen Versuchsanbauten mit den genannten „Gastbaumarten“ von besonderer Bedeutung.

Zwischenzeitlich konnte der Pilz auch im Freistaat Sachsen (an *Pinus jeffreyi*) erstmalig diagnostiziert werden (leg. J. JAKOBITZ, det. P. HEYDECK) – vielleicht ein Hinweis darauf, dass sich *Dothistroma septosporum* im ostdeutschen Raum allmählich etabliert. Eine verlässliche Prognose des Krankheitsgeschehens bzw. der Gefährdungssituation ist jedoch kaum möglich.

### Literatur

- ANGST, A., 2015: Die Rotbandkrankheit im Vormarsch. Wald und Holz **96**, 5/15, 32-33.
- ANGST, A., R. ENGESSER, 2014: Rotbandkrankheit der Föhre (*Dothistroma septosporum*). Factsheet zu besonders gefährlichen Pathogenen und Insekten. Nr. 4. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf.
- BARNES, I., P.W. CROUS, B.D. WINGFIELD, M.J. WINGFIELD, 2004: Multiple phylogenies reveal that red band needle blight of *Pinus* is caused by two distinct species of *Dothistroma*, *D. septosporum* and *D. pini*. Studies in Mycology **50**, 551-565.
- BLASCHKE, M., A. NANNIG, 2007: Dothistroma-Nadelbräune der Kiefer tritt wiederholt auch an Fichten auf. Forstschutz Aktuell **41**, 16-17.

- BRADSHAW, R.E., 2004: Dothistroma (red-band) needle blight of pines and the dothistromin toxin: a review. *Forest Pathology* **34** (3), 163-185.
- BROWN, A., J. WEBBER, 2008: Red band needle blight of conifers in Britain. Research Note – Forestry Commission, 8 S.
- BUTIN, H., 2011: Krankheiten der Wald- und Parkbäume. 4. Aufl., Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 319 S.
- DELB, T., BUBLITZ, R. JOHN, B. METZLER, J. SCHUMACHER, J. WUSSLER, 2016: Waldschutzsituation 2015/2016 in Baden-Württemberg, AFZ – Der Wald **71** (7), 14-18.
- DRENKHAN, R., K. ADAMSON, K. JÜRIMAA, M. HANSO, 2014: *Dothistroma septosporum* on firs (*Abies* spp.) in the northern Baltics. *Forest Pathology* **44** (3), 250-254.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY), 2013: Scientific Opinion on the risk to plant health posed by *Dothistroma septosporum* (Dorog.) M. Morelet (*Mycosphaerella pini* E. Rostrup, syn. *Scirrhia pini*) and *Dothistroma pini* Hulbary to the EU territory with the identification and evaluation of risk reduction options. *EFSA Journal* **11** (1), 3026, 173 S.
- ENGESSER, R., 2011: Die Dothistroma-Nadelbräune der Föhre. *Gärtner-Fachzeitschrift* **4**, 29.
- FUCHS, R., 2016: Forstpathologische Untersuchungen zum Vorkommen der Dothistroma-Nadelbräune (*Dothistroma septosporum*) im Bundesland Brandenburg. Bachelorarbeit, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Fachbereich für Wald und Umwelt.
- GIBSON, I.A.S., 1972: Dothistroma blight of *Pinus radiata*. *Annual Review of Phytopathology* **10**, 51-72.
- KALLWEIT, R., 2016: Klimaänderung und Witterungsdynamik in Brandenburg. AFZ-Der Wald **71** (3), 15-18.
- KARADŽIĆ, D.M., 1994: *Picea omorika* – a new host of *Dothistroma septospora*. *European Journal of Forest Pathology* **24**, 300-303.
- KIRISITS, T., T.L. CECH, 2006: Entwickelt sich die Dothistroma-Nadelbräune zu einem Forstschutzproblem in Österreich? *Forstschutz Aktuell* **36**, 20-26.
- KIRISITS, T., T.L. CECH, 2007: Auffälliges Vorkommen der Dothistroma-Nadelbräune an Zirben im oberen Murtal. *Forstschutz Aktuell* **41**, 13-15.
- LANG, K.J., 1987: *Dothistroma pini* an jungen Fichten (*Picea abies*). *European Journal of Forest Pathology* **17**, 316-317.
- OEPP/EPPPO, 2015: PM 7/46 (3) *Lecanosticta acicola* (formerly *Mycosphaerella dearnessii*), *Dothistroma septosporum* (formerly *Mycosphaerella pini*) and *Dothistroma pini*. *Bulletin OEPP/EPPPO Bulletin* **45** (2), 163-182. DOI: 10.1111/epp.12217, 15.07.2015.
- PEHL, L., A. WULF, 2001: *Mycosphaerella*-Nadelpilze der Kiefer. Schadsymptome, Biologie und Differentialdiagnose. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* **53** (9), 217-222.
- PFANNENSTILL, T., 2016: *Scirrhia pini* – Nadelbräune der Kiefer. Pflanzenschutzinformation, Pflanzengesundheitskontrolle 02/2016. Frankfurt (Oder), Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LELF).
- SCHUMACHER, J., 2014: Erstmaliges Auftreten der Dothistroma-Nadelbräune der Kiefer (Erreger: *Mycosphaerella pini* Rostr.) in Baden-Württemberg, Waldschutz-Info 2/2014, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg im Breisgau.
- SINCLAIR, W.A., H.H. LYON, 2005: Diseases of trees and shrubs. Ithaca, London, Cornell University Press, 660 S.
- UHLIG, S.K., 1975: Phytopathologie und Pflanzenschutz. Teil 1: Zusammenstellung der wichtigsten Parasiten und Krankheitserreger an tropischen und subtropischen Waldbäumen. Lehrmaterial zur Weiterbildungsmaßnahme „Tropische Forstwirtschaft“, TU Dresden, Sektion Forstwirtschaft, Bereich Tropische Forstwirtschaft, Tharandt.
- WELSH, C., K.J. LEWIS, A.J. WOODS, 2014: Regional outbreak dynamics of Dothistroma needle blight linked to weather patterns in British Columbia, Canada. *Canadian Journal of Forest Research* **44** (3), 212-219.
- WOODS, A., K.D. COATES, A. HAMANN, 2005: Is an unprecedented Dothistroma needle blight epidemic related to climate change? *BioScience* **55** (9), 761-769.