

# Zur Bedeutung pilzlicher Organismen als Risikofaktoren bei der Realisierung des Waldumbauprogramms im Bundesland Brandenburg

## 1 Einleitung

Jedes Pflanzenwachstum unter freiem Himmel stößt naturgemäß auf Risiken, die aus der Einwirkung abiotischer Faktoren (vor allem meteorogener Komponenten) oder biotischer Schaderreger resultieren. Mit solchen Beeinträchtigungen muss auch bei der Umgestaltung des Baumarten- und Altersklassenprofils in den brandenburgischen Wäldern gerechnet werden. Phytopathologische Untersuchungen hatten das Ziel, die potenzielle Gefährdung junger Laub- und Nadelgehölze durch mikrobielle Pathogene in Umwandlungsbeständen zu analysieren und nach Strategien für eine wirksame Abwehr relevanter Krankheitserreger zu fahnden. Vor allem interessierte die Frage, welche Schäden pilzliche Pathogene an den jungen Bäumen, speziell auf Standorten mit relativ geringer Trophie, hervorrufen können. Die dargestellte Thematik ist Teil einer Forschungsaufgabe und versteht sich als Beitrag zur erfolgreichen Realisierung des Waldumbaus im Land Brandenburg.

Die brandenburgischen Wälder sind größtenteils künstlich begründete, einstufige Reinbestände. Auffällig ist der hohe Nadelbaumanteil. Noch immer nimmt die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) mehr als 70 % der Waldfläche ein. Diese ungünstigen Voraussetzungen bewirken eine relativ hohe Labilität der Bestandeskomplexe gegenüber klimatischen und anthropogenen Beeinträchtigungen, eine starke Gefährdung durch Waldbrände sowie eine vermehrte Anfälligkeit gegenüber biotischen Schaderregern (Insektenfraß, Pilzbefall). Einen hohen Stellenwert bei der Reduzierung des Kiefernanteils zugunsten von Laubbäumen besitzen Trauben- und Stiel-Eiche sowie Rot-Buche. Daneben sollen auf geeigneten Standorten die Edellaubbäume (Ahorn, Esche, Linde, Ulme) gefördert werden. Auf mittleren und kräftigen organischen Nassstandorten bleibt die Schwarz-Erle die wirtschaftlich und ökologisch wichtigste Baumart. Als bedeutsame Mischbaumarten gelten Birke, Aspe und Eberesche [14].

## 2 Analyse der Diagnosearbeit und ausgewählter Daten des Forstschutzmeldedienstes

In den Jahren 1994 bis 2000 wurden von den Verfassern im Rahmen diagnostischer Arbeiten 219 mykologische Befunde an geschädigten jungen Laub- und Nadelbäumen angefertigt. Bei den untersuchten Proben handelte es sich um Pflanzenmaterial, welches hauptsächlich von den Dienststellen der forstlichen Praxis zur Prüfung auf Schaderreger an die Abteilung Waldschutz der Landesforstanstalt Eberswalde eingesandt wurde. Im Rahmen der vorliegenden Auswertung fanden Neuaufforstungen, Voran- und Unterbauten sowie Naturverjüngungen Berücksichtigung. Nahezu die Hälfte der Diagnosen betrifft Untersuchungen an Eichen-Arten (*Quercus petraea*, *Qu. robur*, seltener auch *Qu. rubra*). Fast ein Viertel aller Bestimmungen sind Befunde an Kiefern (meist *Pinus sylvestris*, vereinzelt *P. nigra*). Daneben kommen mit deutlich geringerer Häufigkeit Pilznachweise an folgenden Baumarten vor: Rot-Buche (*Fagus sylvatica*), Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*), Gemeine Fichte (*Picea abies*) und Ahorn-Arten (*Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*). Die Restgruppe setzt sich zusammen aus

Tabelle 1: Liste der am häufigsten nachgewiesenen Pilze (Taxa mit jeweils > 3 % Anteil)

lfd. Nr.	Taxon (wissenschaftliche Bezeichnung, Name der Krankheit bzw. des Pilzes)	Häufigkeit [%]
1	<i>Cylindrocarpon destructans</i> (ZINS.) SCHOLTEN,- „Wurzelfäule“ an jungen Eichen	14,6
2	<i>Lophodermium seditiosum</i> MINTER, STALEY & MILLAR,- „Kiefernscütte“	12,3
3	<i>Cytospora</i> spp.	6,4
4	<i>Fusicoccum quercus</i> OUDEM.- „Eichenrindenbrand“	6,4
5	<i>Phomopsis quercina</i> (SACC.) HÖHN.	5,0
6	<i>Sclerophoma</i> spp. ( <i>S. pithyophila</i> [CORDA] HÖHN., <i>S. xenomeria</i> FUNK)	5,0
7	<i>Melampsora pinitorqua</i> E. RÖSTRUP,- „Kieferndrehrost“	4,6
8	<i>Fusarium</i> spp.	4,1
9	<i>Armillaria mellea</i> s. l.- „Hallimasch“ (im weiteren Sinne)	3,7
10	<i>Heterobasidium annosum</i> (FR.) BREF.- „Wurzelschwamm“	3,7
11	<i>Botrytis cinerea</i> PERS.: FR.- „Grauschimmel“	3,2

Küsten-Tanne (*Abies grandis*), Lärche (*Larix*), Pappel (*Populus*), Erle (*Alnus*), Esche (*Fraxinus*), Linde (*Tilia*) und Birke (*Betula*).

Die am häufigsten festgestellten pilzlichen Organismen sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Neben der Diagnosearbeit wurden aktuelle Daten des Forstschutzmeldedienstes ausgewertet.

## 3 Charakterisierung der am häufigsten diagnostizierten Pilze

### 3.1 *Cylindrocarpon destructans* (ZINS.) SCHOLTEN/ Teleom.: *Nectria radicola* GERLACH et NILSSON (Abteilung Ascomycota)- Erreger einer Wurzelfäule an jungen Eichen

14,6 % aller im Untersuchungszeitraum erhaltenen mykologischen Befunde betreffen den Kleinpilz *Cylindrocarpon destructans* (ZINS.) SCHOLTEN, der besonders an Eichen-Arten (*Quercus petraea*, *Qu. robur*, *Qu. rubra*) und Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) als Krankheitserreger aufgetreten ist. Der Pilz, „sonst ein nichtparasitärer Bestandteil der Rhizosphäre der Eiche sowie anderer Laubbäumen“ [2], vermag unter bestimmten Voraussetzungen pathogen zu werden und die Wurzeln lebender Gehölze zu infizieren. Zu umfangreichen Pflanzenausfällen in Verbindung mit *C. destructans* kam es zuletzt 1996 und 1997, wobei der Schwerpunkt des Infektionsgeschehens im Jahr 1997 lag (72 % aller *Cylindrocarpon*-Befunde). Nach dem spektakulären Spätfrostereignis in der Nacht vom 24. zum 25. Mai 1997 mit Temperaturen um -6 °C wurde eine massenweise Etablierung von *C. destructans* an den Wurzeln junger Eichen festgestellt. Betroffen waren vor allem Aufforstungen auf Freiflächen sowie verschulte und eingeschlagene Pflanzen. Voran- und Unterbauten blieben allerdings nicht vollständig

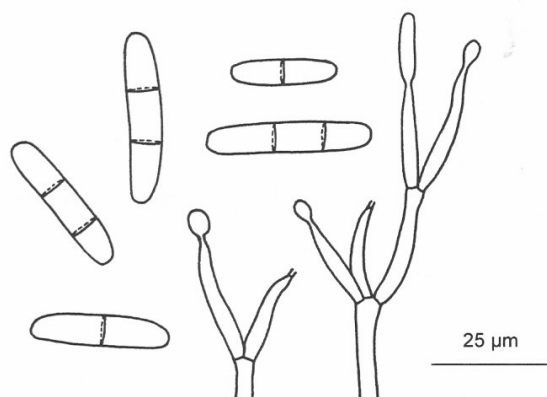


Abbildung 1: *Cylindrocarpon destructans* (ZINS.) SCHOLTEN, Konidienträger und Konidiosporen (Orig.)

verschont. An den Wurzeln geschädigter bzw. abgestorbener Pflanzen wurden zahlreich und stetig Konidienlager des Pilzes mit den charakteristischen Konidiosporen festgestellt (Abb. 1).

Offenbar wurde die Prädisposition für den Befall hauptsächlich durch extrem niedrige Temperaturen in den langen und kalten Wintern 1995/96 bzw. 1996/97 herbeigeführt. Der Erdboden war längere Zeit tief gefroren (hochgradige Austrocknung der Wurzeln), danach trat Staunässe beim Abtauen auf (Sauerstoffmangel im Wurzelbereich). Bereits im Frühjahr 1985 hatte *C. destructans* im ostdeutschen Raum gravierende Schäden an jungen Eichen und Rot-Buchen verursacht [11], nachdem im Winter 1984/85 strenger Frost aufgetreten war.

Auch ein zu langer Aufenthalt der Jungpflanzen im Einschlag erhöht das Risiko einer Infektion durch *C. destructans*. Der aus Baumschul-, Wald- und Ackerböden, Gartenerde, Grasland, Moor und Heide oft isolierte Pilz gilt als schwacher Parasit an höheren Pflanzen [4].

### 3.2 *Lophodermium seditiosum* MINTER, STALEY & MILLAR (Abteilung Ascomycota)- Erreger der KiefernSchütte

Wenngleich die Strategie des Waldumbaus überwiegend auf den Einsatz von Laubbäumen gerichtet ist, muss man doch berücksichtigen, dass die Gemeine Kiefer Hauptbaumart in den brandenburgischen Wäldern bleiben wird, jedenfalls auf den terrestrischen Standorten mit armer und ziemlich armer Nährkraft [14]. Deshalb sollen hier auch die an *Pinus sylvestris* vorgekommenen Schäden Berücksichtigung finden. An eingesandten Proben aus Pflanzungen und Naturverjüngungen der genannten Baumart war der Ascomycet *Lophodermium seditiosum* im gesamten Berichtszeitraum der am häufigsten diagnostizierte Nadelpilz. 12,3 % aller mykologischen Befunde entfallen auf diesen Krankheitserreger. Das untersuchte Pflanzenmaterial kam überwiegend aus den südlichen Teilen des Landes Brandenburg (Kippenaufforstungen). Vereinzelt wurde der Pilz auch an Schwarz-Kiefer (*Pinus nigra*) beobachtet.

Im Forstschutzmeldedienst ist die KiefernSchütte für Kulturen und Dickungen regelmäßig dokumentiert. Ein intensives Auftreten der Krankheit mit Besorgnis erregenden Schadbildern wurde in den brandenburgischen Wäldern zuletzt im Frühjahr 1995 registriert. Auf manchen Kulturflächen war zu diesem Zeitpunkt ein fast vollständiges Absterben der Nadelung erkennbar. Allerdings entspannte sich die Situation nach dem Austreiben der Kiefern relativ rasch. Im Jahr 1996 hatte sich das Auftreten der KiefernSchütte dann sprunghaft reduziert und zeigte in den beiden darauffolgenden Vegetationsperioden eine weiter rückläufige Entwicklung. Erst 1999 war wieder ein Anstieg der Schäden feststellbar.

Die „Schütte“ gilt als bedeutendste Nadelkrankheit der jungen Kiefer. Bei Sämlingen ist ein vollständiges Absterben möglich. An bereits ausgepflanzten Kiefern kommt es aber meist nur zu Wachstumsdepressionen bzw. Zuwachseinbußen, jedoch ist eine völlige Entnadelung möglich. Obwohl wüchsige Bäume in der Regel auch ein umfangreiches Auftreten der Krankheit scheinbar gut verkraften, besteht doch die Gefahr einer Etablierung von Schwächeparasiten (Hallimasch, Wurzelschwamm) und tierischen Schädlingen, wie *Pissodes notatus* (Kiefern-kulturrüssler), auf den schütteeinfizierten Pflanzen. Ab einem Pflanzenalter von 7–10 (12) Jahren besteht für die Kiefern bekanntlich keine akute Infektionsgefahr mehr. Anhaltende Niederschläge, besonders im Zeitraum von Juli bis September, stimulieren die Entwicklung des Pilzes (Fruchtkörperbildung, Sporenproduktion und -keimung). Begünstigt wird die Infektion auch durch hohe Feuchtigkeit am Standort (schattige Lagen, zu dichter Stand, intensiver Begleitwuchs). Existenzgefährdend tritt die Krankheit nur dann auf, wenn mehrere niederschlagsreiche Vegetationsperioden in Folge den Infektionsdruck massiv erhöht haben.

Die KiefernSchütte wurde in der Vergangenheit umfangreich mit chemischen Präparaten bekämpft. Heute werden Fungizide zur Abwehr von *L. seditiosum* fast nur noch in Baumschulen, ausnahmsweise auch in Jungkulturen, eingesetzt. Im Wald sollten jedenfalls die prophylaktischen Maßnahmen im Mittelpunkt stehen (Herstellung ungünstiger Entwicklungsbedingungen für den Pilz): Dichtstand in Saaten und Pflanzungen ist zu vermeiden, ebenso der Kiefernabau in feuchten Lagen. Flächen mit starkem Unkrautwuchs sind umgehend zu pflügen. Schließlich sei noch darauf verwiesen, dass zwischen den einzelnen Kiefernherkünften Unterschiede im Grad der Anfälligkeit gegenüber *L. seditiosum* existieren.

Oft wird die Frage gestellt, ob auch in Naturverjüngungen mit einem relevanten Auftreten der KiefernSchütte zu rechnen ist. Zu dieser Problematik berichtet bereits STOLL (1959):

„In bedrohlichem Umfange hat die KiefernSchütte Naturverjüngungen befallen; der Bericht OLBERGS über katastrophalen Befall in dem von ihm eingehend untersuchten niedersächsischen Waldrevier läßt erkennen, daß diese Infektionskrankheit einen nicht zu vernachlässigenden Hemmfaktor der natürlichen Verjüngungsfreudigkeit der Kiefer darstellt. Die ermittelten Befallsgrade reichen an diejenigen der Kulturen und Jungwüchse heran. Vielfach steht als Folge eines hohen, nicht mehr vollständig ersetzbaren Nadelverlustes ein einziger Nadeljahrgang der assimilatorischen Funktion während der Vegetationsperiode jeweils zur Verfügung.“

Zum aktuellen Vorkommen der KiefernSchütte im Unterstand liegt Zahlenmaterial aus brandenburgischen Wäldern bislang nur in Form „freiwilliger Zusatzmeldungen“ der Forstdienststellen vor. Während sich im Jahr 1998 noch keine Mitteilungen finden, beläuft sich die 1999 in der Abteilung Waldschutz erfasste Befallsfläche auf mehr als 122 ha. Im Jahr 2000 wurden in Naturverjüngungen bereits auf 233 ha Schäden durch die KiefernSchütte gemeldet. Ein weiterer Anstieg dieser Zahlen ist sehr wahrscheinlich.

### 3.3 *Cytospora* spp., „Anamorphic Valsaceae“ [5]/ Teleom.: *Valsa*, *Leucostoma* (Abteilung Ascomycota)

Vertreter der Formgattung *Cytospora* sind an dem eingesandten Untersuchungsmaterial relativ häufig in Erscheinung getreten (6,4 % der mykologischen Befunde). Den Schwerpunkt bildete das Vorkommen auf abiotisch beeinträchtigten, geschwächten Pappeln und Eichen. Die Hälfte aller *Cytospora*-Nachweise entfällt auf das Jahr 1997, wo im Land Brandenburg noch Ende Mai verbreitet Spätfrost bis  $-6^{\circ}\text{C}$  registriert wurde. *Cytospora*-Arten sind kaum in der Lage, ernsthafte Schäden an Waldbäumen zu verursachen. Meist findet man sie

als Schwächeparasiten oder rein saprophytisch an der Rinde vorgeschädigter, absterbender sowie bereits toter Äste und Stämme. Oft treten *Cytospora* spp. in Begleitung relevanter Krankheitserreger, wie *Fusicoccum quercus*, auf.

### 3.4 *Fusicoccum quercus* OUDEM. (Gruppe „Mitosporische Pilze“),- Erreger des Eichenrindenbrandes

Der an eingesandtem Pflanzenmaterial mit einer Häufigkeit von 6,4 % aller mykologischen Bestimmungen nachgewiesene Krankheitserreger ist in der Lage, jüngere Eichen unter gewissen Voraussetzungen schwer zu schädigen (Rindennekrose, Absterben von Trieben). Forstpathologische Bedeutung besitzt *F. quercus* (Abb. 2) besonders in Baumschulen und Kulturen, wo der Pilz Sämlinge und Jungpflanzen zum Absterben bringen kann. Daneben vermag er auch Triebspitzen älterer Bäume abzutöten. Der Angriff auf das lebende Gewebe erfolgt zur Zeit der Vegetationsruhe [1]. Störungen des Wasserhaushaltes der Pflanzen, aber auch eine vorausgegangene Beeinträchtigung durch Frost, begünstigen die Infektion. BUTIN (1996) führt aus: „Gefährdet sind vor allem jüngere Bestände auf sandigen Böden mit einer geringen Speicherfähigkeit für Feuchtigkeit. Zur Vorbeugung eines Befalls sind daher stark wasserdurchlässige Böden zu meiden.“

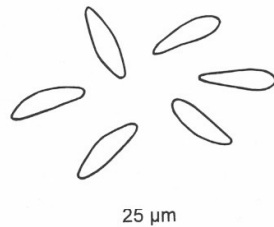
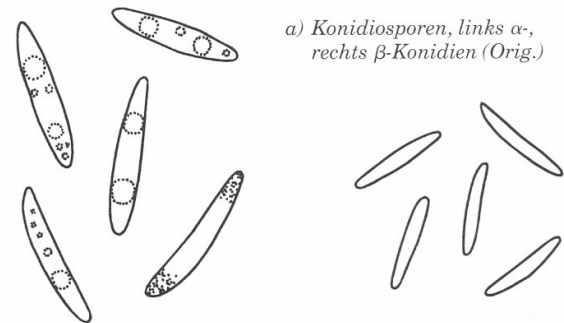


Abbildung 2: *Fusicoccum quercus* OUDEM.,- Makrokonidien (Orig.)

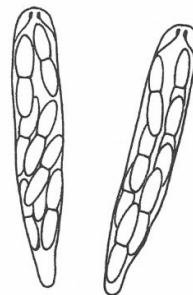
25 µm

Abbildung 3: *Phomopsis quercina* (SACC.) HÖHN.,-



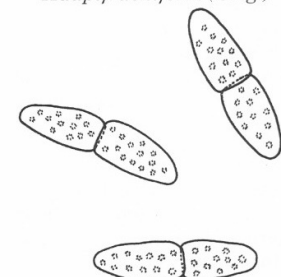
a) Konidiosporen, links  $\alpha$ -, rechts  $\beta$ -Konidien (Orig.)

20 µm



25 µm

b) Asci und Ascosporen der Hauptfruchtform (Orig.)



20 µm

Günstige Entwicklungsbedingungen fand *F. quercus* auch nach dem vorn bereits erwähnten Spätfrostereignis im Mai 1997 (umfangreiches Angebot an vorgeschädigten jungen Eichen). Die Mehrzahl der Schäden wurde in den südlichen Teilen des Landes Brandenburg beobachtet. Daneben kam der Pilz rein saprophytisch auf abgestorbenen Pflanzenteilen vor. In Begleitung von *F. quercus* wurden bei den Untersuchungen an geschädigten Eichen besonders folgende Saprophyten und Schwächeparasiten festgestellt: *Phomopsis quercina*, *P. quercella*, *Colpoma quercinum*, *Cytospora* spp., *Fusarium* spp. (vgl. auch Tab. 2).

Die in den brandenburgischen Wäldern weit verbreiteten Sandböden neigen aufgrund ihrer hohen Wasserdurchlässigkeit zu rascher Austrocknung. Obwohl Stiel- und Trauben-Eiche im Trockengebiet Brandenburgs Elemente der natürlichen Waldgesellschaften darstellen und ihr Anbau „mit Einschränkungen bis in den Z-Bereich“ empfohlen wird [7], besteht erfahrungsgemäß auf Standorten mit geringer Nährkraft und ungünstigem Wasserhaushalt namentlich in der Anwuchsphase (Wirkung des „Pflanzschocks“) ein relativ hohes Erkrankungsrisiko. Die Anregung von HEINSDORF et al. (2000), bei der Eiche wegen des besseren Wurzelwachstums verstärkt von der Saat Gebrauch zu machen sowie die Möglichkeit der Naturverjüngung zu nutzen, wird auch aus phytopathologischer Sicht unterstützt.

### 3.5 *Phomopsis quercina* (SACC.) HÖHN./ Teleom.: *Amphiportha leiphaemia* (FR.) BUTIN (Abteilung Ascomycota)

Die genannte Spezies ist an den mykologischen Befunden mit einer Häufigkeit von 5 % beteiligt. *P. quercina* gilt als Folgepilz nach Dürreschäden [1, 17] und „saprophytisch lebender Begleitpilz von *Fusicoccum quercus*“ [2], – letzterer erregt den Rindenbrand der Eiche (siehe vorn). In den Jahren 1996 und 1997 war *P. quercina* die häufigste aller von uns auf Triebspitzen bzw. Rinde vorgeschädigter jüngerer Eichen (meist *Quercus petraea*, *Qu. robur*) angetroffenen Pilzarten (Abb. 3).

### 3.6 *Sclerophoma* spp., „Anamorphic Dothioraceae“ [5]/ Teleom.: *Sydowia*, *Xenomeris* (Abteilung Ascomycota)

*Sclerophoma*-Arten sind häufig vorkommende Saprophyten und Schwächeparasiten, die sich auf Nadeln bzw. Triebspitzen vorgeschädigter bzw. bereits abgestorbener Koniferen etablieren (z. B. nach Frost, Wassermangel oder überdurchschnittlicher Stickstoffversorgung der Pflanzen). Oft findet man sie auch nach Insektenschäden oder einem Befall durch andere, phytopathologisch relevante Pilzarten. Der Anteil von *Sclerophoma* spp. an den mykologischen Befunden beträgt 5 %; die Mehrzahl der Nachweise stammt von Gemeiner Kiefer.

### 3.7 *Melampsora pinitorqua* E. ROSTRUP (Abteilung Basidiomycota),- Erreger des Kieferndrehrostes

4,6 % aller mykologischen Befunde betreffen den Rostpilz *M. pinitorqua*. Allerdings wurden neun der insgesamt zehn Bestimmungen im Jahr 1994 durchgeführt, wo der Kieferndrehrost in den brandenburgischen Wäldern geradezu epidemisch auftrat. Der an *Pinus sylvestris*, seltener auch auf anderen Kiefern-Arten zu beobachtende Krankheitserreger verursacht einseitige Infektionsstellen an den Maitrieben junger Bäume, wodurch es zu Entwicklungsstörungen kommt (S-förmige Krümmungen, Deformationen, Knospensucht, Mehrgipfligkeit, Abbrechen von Triebspitzen). Im Juni erscheinen blassgelbe Flecke auf der Rinde, später bilden sich die hell- bis orange-gelb gefärbten Aecidien des Pilzes. *M. pinitorqua* gehört zu den wirtswechselnden Rostpilzen. Dikaryontenwirte: Aspe (*Populus tremula*), Silber-Pappel (*P. alba*) und Grau-Pappel (*P. canescens*). Als wirksamste Bekämpfungsmaßnahme gilt zwar die Entfernung aller Aspen, Silber- und Grau-Pappeln

im Umkreis von wenigstens 300 m (sicherer sind 500 m), – in Wäldern ist ein solches Vorgehen aber oft nicht praktikabel.

### 3.8 *Fusarium* spp., „Anamorphic Hypocreaceae“ [5]/ Teleom.: *Gibberella*, *Nectria* (Abteilung Ascomycota)

*Fusarium*-Arten (4,1 % aller mykologischen Befunde) sind vorwiegend saprophytisch im Boden vorkommende Kleinpilze. Lebende Sämlinge und Jungpflanzen werden meist erst bei herabgesetzter Vitalität besiedelt. Manche *Fusarium* spp. bilden phytotoxische Stoffwechselprodukte (Welketoxine), die eine irreversible Schädigung der Wirtspflanze hervorrufen können. Das untersuchte Pflanzenmaterial stammte nahezu ausschließlich von Eichen (*Quercus petraea*, *Qu. robur*, *Qu. rubra*).

### 3.9 *Armillaria mellea* s. l., Hallimasch im weiteren Sinne (Abt. Basidiomycota)

3,7 % aller im Untersuchungszeitraum formulierten mykologischen Befunde betreffen den Nachweis von Hallimasch-Arten. Im Gegensatz zu den bisher aufgeführten Spezies handelt es sich dabei um „Großpilze“. Zu dieser Kategorie zählt man alle Pilzarten mit makroskopisch wahrnehmbaren Fruchtkörpern (Durchmesser > 4 mm), ungeachtet ihrer systematischen Stellung [12]. Man unterscheidet heute in Europa sieben Hallimasch-Arten, von denen fünf forstpathologische Bedeutung besitzen [13, 16].

Vertreter der Gattung *Armillaria* gehören als Schwäche- oder auch Primärparasiten zu den wichtigsten pilzlichen Schadern an Bäumen und treten an einer Vielzahl von Wirten auf. Inzwischen kennt man mehr als 600 Gehölzarten, an denen diese Pilzgattung festgestellt wurde [18]. Am schwerwiegendsten sind die im Kambialbereich verursachten Schäden. Daneben kommt es im besiedelten Holz zu Weißfäule (Wurzeln, Stammbasis). Bei unseren Untersuchungen konnten *Armillaria* spp. in Verbindung mit Absterbeerscheinungen an *Pseudotsuga*, *Pinus*, *Picea*, *Abies* und *Quercus* nachgewiesen werden. Dürreperioden, Schädlingsbefall, Frost, Mehltau, Schütte und Immissionen begünstigen die Infektion. Ein besonders hohes Befallsrisiko besteht in der Anwuchsphase (prädisponierende Wirkung des „Pflanzschocks“).

Charakteristisch für *Armillaria*-Arten ist das Vorkommen braun bis schwarz gefärbter „Rhizomorphen“. Man findet diese Myzelstränge sowohl im Boden als auch unter der Rinde bzw. Borke. Die Rhizomorphen dienen der Wasser- und Nährstoffleitung sowie der Ausbreitung des Pilzes im Bestand.

Zur Abwehr von Hallimaschinfektionen können nur prophylaktische Maßnahmen empfohlen werden. Praktikable Methoden zur direkten Bekämpfung des Pilzes sind gegenwärtig nicht bekannt. Beim Waldumbau ist vor allem auf die standörtliche Eignung der verwendeten Gehölze, eine gute Qualität des Pflanzenmaterials sowie die sorgfältige Ausführung der Pflanzung zu achten. Naturverjüngungen sind widerstandsfähiger als Pflanzungen. Auf Flächen mit starker Rhizomorphenverbreitung sollten keine Bodenarbeiten erfolgen. Verletzungen im Wurzel- und Stammbasisbereich der Bäume gilt es zu vermeiden. Vom Hallimasch besiedelte Stubben stellen relevante Infektionsquellen dar, doch wird die Rodung der Stöcke wegen der hohen Kosten nur im Ausnahmefall durchführbar sein.

### 3.10 *Heterobasidion annosum* (FR.) BREF., Wurzelschwamm (Abt. Basidiomycota)

Auch der Wurzelschwamm gehört zu den Großpilzen. Ihn betreffen 3,7 % aller im Berichtszeitraum durchgeführten mykologischen Bestimmungen. Der wurzelbürtige Schwächeparasit und Weißfäuleerreger verursacht in Nadelholzbeständen, namentlich an Fichten und Kiefern, umfangreiche Schäden („Rotfäule“, „Ackersterbe“). Unter bestimmten Voraussetzungen

vermag der Wurzelschwamm, der ein breites Wirtsspektrum aufweist<sup>1</sup>, selbst Laubgehölze zu infizieren, wobei er junge Bäume nicht verschont [8, 9]. Somit muss der Pilz auch beim Waldumbau Beachtung finden. Im Land Brandenburg wurde der Krankheitserreger außer an Nadelbäumen (Gemeine Kiefer, Douglasie, Europäische Lärche) mehrfach an jüngeren Rotbuchen und Rot-Eichen festgestellt.

Es gibt Vorschläge, die in Europa vorkommenden intersterilen Gruppen des Pilzes, bisher als P (pine), S (spruce) und F (fir) group bezeichnet, in den Rang eigenständiger Arten zu erheben [20].

Schwerpunkte des Infektionsgeschehens beim Wurzelschwamm im Land Brandenburg sind gegenwärtig Erstaufforstungen auf Kipprohböden [6]. Schon wenige Jahre nach durchgeführten Pflegeeingriffen bildeten sich in zahlreichen Stangenhölzern ausgeprägte Sterbelücken. – In Beständen erster Generation kommt *H. annosum* zunächst noch nicht vor. Eine entscheidende Rolle bei der Einwanderung des Pilzes spielen hier die im Verlauf der Durchforstung entstehenden Stubben. Gelingt es dem Wurzelschwamm, die vorhandenen Stöcke umfassend zu besiedeln, dann sind erhebliche Schäden im Bestand zu befürchten.

Zur Abwehr von *H. annosum* können gegenwärtig nur prophylaktische Maßnahmen empfohlen werden (sachkundige Auswahl der Baumarten, Beachtung der standörtlichen Gegebenheiten). Um das Einwachsen des Pilzes in frische Stubben zu verhindern, behandelt man in einigen Ländern die Stockoberflächen der Durchforstungsstubben von Kiefern mit chemischen oder biologisch wirksamen Präparaten, wie z. B. Harnstoff, Borax oder Oidiensuspensionen des Pilzes *Phlebiopsis gigantea* [FR.] JÜLICH. Dieses Verfahren ist aber nur auf noch nicht vom Wurzelschwamm besiedelten Flächen (Erstaufforstungen) effektiv. Haben sich im Bestand bereits Sterbelücken gebildet, kann man nur noch versuchen, diese unter Beachtung des Standortes mit Laubbäumen (weniger anfällig) zu schließen.

### 3.11 *Botrytis cinerea* PERS.: FR./Anamorphe: *Botryotinia fuckeliana* (DE BARY) WHETZEL (Abteilung Ascomycota),- Erreger der „Grauschimmelfäule“

Der saprophytisch und parasitisch lebende Kleinpilz wurde bei den durchgeführten diagnostischen Untersuchungen mit einer Häufigkeit von 3,2 % gefunden. Betroffen waren die Baumgattungen *Larix*, *Abies*, *Picea* und *Pinus*, ferner auch *Fagus*. Der Wirtspflanzenkreis von *B. cinerea* ist sehr groß. An Gehölzen schädigt der Pilz speziell die Maitriebe von Koniferen (junges Pflanzengewebe), besonders bei feuchtkühler Frühjahrswitterung. Infizierte Nadeln, zum Teil auch die sich entwickelnden Triebe, werden zum Absterben gebracht. *B. cinerea* bildet an der Oberfläche besiedelter Pflanzenteile charakteristische graue Myzelrasen mit Konidienträgern. Besonders anfällig sind Douglasie, Lärche, Tanne und Fichte. Der Erreger kommt auch als Schwächeparasit vor (z. B. nach Wassermangel oder Frost). Besonders gefährdete Baumarten sollten nicht in feuchten Senken angebaut werden [10]. In Baumschulen setzt man zur Abwehr von Schäden Fungizide ein.

## 4 Vorkommen weiterer Pilze

Neben den oben dargestellten Taxa wurden zahlreiche weitere Pilzarten diagnostiziert. In Tabelle 2 sind diese weniger häufig festgestellten Vertreter aufgelistet. Bei den meisten han-

<sup>1</sup> SCHWARZE (1999) beziffert die Anzahl der Wirtspflanzen unter Berücksichtigung mehrerer Literaturquellen auf ca. 200. Ausführliche Informationen über *H. annosum* findet man bei WOODWARD et al. (1998).



Tabelle 2: Liste der weniger häufig festgestellten Pilze (Taxa mit jeweils <3 % Anteil)<sup>1</sup>

Ifd. Nr.	Taxon (wissenschaftlicher Name, ggf. deutsche Bezeichnung des Pilzes bzw. der Krankheit), Klassifikation	Häufigkeit [%]	betreffene Baumarten	Besiedelungsstatus, ggf. prädisponierende Faktoren
1	<i>Trichoderma</i> sp./ <i>Trichoderma</i> PERS.: „Anamorphic Hypocreaceae“ [5], T.: <i>Hypocrea</i> (Ascomycota)	2,7	RBU, TEI, REI	S (Wurzeln)
2	<i>Phomopsis</i> sp./ <i>Phomopsis</i> (SACC.) BUBÁK: „Anamorphic Valsaceae“ [5], T.: <i>Diaporthe</i> (Ascomycota)	2,3	BAH, BFI, ER, GKI, SAH	S, SP (Triebe, Rinde); Wassermangel, Frost
3	<i>Nectria cinnabarina</i> (TODE: FR.) FR., „Rotpustelpilz“, „Rotpustelkrankheit“ (Ascomycota)	1,8	BAH, RBU, TEI	S, SP, WP (Triebe, Rinde); Austrocknung der Wurzeln (nach Pflanzung), Frost, Schnittwunden
4	<i>Alternaria</i> sp./ <i>Alternaria</i> NEES: „Anamorphic Pleosporaceae“ [5], T.: <i>Lewia</i> (Ascomycota)	1,4	RBU, SAH, TEI	S (verschiedene Pflanzenteile)
5	<i>Cladosporium</i> sp./ <i>Cladosporium</i> LINK: „Anamorphic Mycosphaerellaceae“ [5], T.: <i>Mycosphaerella</i> , <i>Venturia</i> (Ascomycota)	1,4	ELA, SAH, TEI	S (verschiedene Pflanzenteile)
6	<i>Colpoma quercinum</i> (PERS.: FR.) WALLR., „Eichen-Schildbecherling“ (Ascomycota)	1,4	EI, SEI	E, SP, S (Zweige, Rinde); Lichtmangel, Frost
7	<i>Microsphaera alphitoides</i> GRIFF. & MAUBL., „Eichenmehltau“ (Ascomycota)	1,4	TEI, EI	P (Blätter, Triebe); trockene und warme, sonnige Witterung
8	<i>Pestalotiopsis</i> sp., darunter <i>P. funerea</i> (DESM.) STEY./ <i>Pestalotiopsis</i> STEYAERT: „Anamorphic Amphisphaeriaceae“ [5], T.: <i>Pestalospaeria</i> (Ascomycota)	1,4	KTA, TEI	S, SP (Triebe); Vorschädigung durch meteorogene Faktoren
9	<i>Phaeocryptopus gaeumannii</i> (ROHDE) PETRAK, „Rußige Douglasenschütte“ (Ascomycota)	1,4	DG	P (Nadeln); hohe Luftfeuchtigkeit, Dichtstand
10	<i>Cryptosporiopsis grisea</i> (PERS.) PETRAK/ T.: <i>Pezicula cinnamomea</i> (DC.) SACC., „Pezicula-Krebs“ (Ascomycota)	0,9	EI	SP, S (Rinde); Wassermangel
11	<i>Lophodermium abietis</i> ROSTRUP (Ascomycota)	0,9	FI, GFI	E, SP, S (Nadeln); Lichtmangel, Frost
12	<i>Lophodermium pinastri</i> (SCHRAD.) CHEV. (Ascomycota)	0,9	GKI, SKI	S (Nadeln)
13	<i>Melanconium sphaeroideum</i> LINK/ T.: <i>Melanconis alni</i> TUL. (Ascomycota)	0,9	ER	S (Triebe, Rinde)
14	<i>Penicillium</i> sp. / <i>Penicillium</i> LINK: „Anamorphic Trichocomaceae“ [5], T.: <i>Eupenicillium</i> , <i>Talaromyces</i> (Ascomycota)	0,9	RBU, TEI	S (Wurzeln)
15	<i>Phacidium coniferarum</i> (HAHN) DICOSMO, NAG RAJ & KENDRICK, „Phomopsis-Krankheit“, „Rindenschildkrankheit“ der Douglasie (Ascomycota)	0,9	DG	S, SP, WP (Triebe, Rinde); Störung des Wasserhaushaltes („Pflanzschock“), mechanische Verletzungen
16	<i>Rhizosphaera oudemansii</i> MAUBL./ <i>Rhizosphaera</i> L. MANGIN & HAR.: „Anamorphic Venturiaceae“ [5], T.: <i>Phaeocryptopus</i> (Ascomycota)	0,9	DG, KTA	S (Nadeln)
17	<i>Apiognomonina errabunda</i> (ROBERGE) HÖHN., „Blattbräune“ der Buche (Ascomycota)	0,5	RBU	E, P, S (Blätter); Befall durch gallbildende Insekten
18	<i>Apiognomonina tiliae</i> (REHM) HÖHN., „Blattbräune“ der Winter-Linde (Ascomycota)	0,5	LI	E, P, S (Blätter); Befall durch gallbildende Insekten
19	<i>Cenangium ferruginosum</i> FR.: FR., „Kieferntriebschwinden“ (Ascomycota)	0,5	GKI	S, SP (Triebe); Trockenstress
20	<i>Coryneum</i> sp./ <i>Coryneum</i> NEES: „Anamorphic Melanconidaceae“ [5], T.: <i>Pseudovalsa</i> (Ascomycota)	0,5	EI	S (Triebe, Rinde)
21	<i>Diplodina acerina</i> (PASS.) SUTTON/T.: <i>Gnomonia cerastis</i> (RIESS) CESATI & DE NOTARIS [21] = <i>Cryptodiaporthe hystrix</i> (TODE) PETRAK (Ascomycota)	0,5	BAH	E, P, S (Blätter); Trockenheit, Befall durch gallbildende Tiergruppen
22	<i>Fusicoccum galericulatum</i> SACC./T.: <i>Cryptodiaporthe galericulata</i> (TUL.) WEHM. [3, 15] (Ascomycota)	0,5	RBU	SP, S (Rinde); abiotische Faktoren
23	<i>Kabatina abietis</i> BUTIN & PEHL, „Kabatina-Nadelbräune“ der Tanne (Mitosporic fungi)	0,5	KTA	P, SP, S (Nadeln)
24	<i>Lachnellula willkommii</i> (R. HARTIG) DENNIS, „Lärchenkrebs“ (Ascomycota)	0,5	ELA	P (Rinde); anhaltend hohe Luftfeuchtigkeit
25	<i>Libertella faginea</i> DESM./ <i>Libertella</i> DESM.: „Anamorphic Diatrypaceae, Xylariaceae“ [5], T.: <i>Diatrypella</i> , <i>Barrmaelia</i> (Ascomycota)	0,5	RBU	S (Rinde)
26	<i>Macrophoma fraxini</i> DELACR. (Mitosporic fungi)	0,5	ES	S (Rinde)
27	<i>Melanconium betulinum</i> KUNZE & SCHM./ <i>Melanconium</i> LINK: „Anamorphic Melanconidaceae“ [5], T.: <i>Melanconis</i> (Ascomycota)	0,5	BI	S (Zweige)
28	<i>Ophiostoma</i> sp. (Ascomycota)	0,5	EI	S (Rinde)
29	<i>Phoma</i> sp./ <i>Phoma</i> SACC.: „Anamorphic Pleosporaceae“ [5], T.: <i>Pleospora</i> (Ascomycota)	0,5	EI	S (Triebe, Rinde)
30	<i>Phomopsis quercella</i> (SACC. & ROUM.) DIED./ <i>Phomopsis</i> (SACC.) BUBÁK: „Anamorphic Valsaceae“ [5], T.: <i>Diaporthe</i> (Ascomycota)	0,5	SEI	S (Rinde)
31	<i>Rhabdocline pseudotsugae</i> H. SYDOW, „Rostige Douglasenschütte“ (Ascomycota)	0,5	DG	P (Nadeln); intensive Niederschlags-tätigkeit im Frühjahr und Vorsommer
32	<i>Rhizoctonia solani</i> KÜHN/T.: <i>Thanatephorus cucumeris</i> (FRANK) DONK (Basidiomycota)	0,5	RBU	S, P (Wurzeln); feucht-kühle Witterung
33	<i>Rhizosphaera kalkhoffii</i> BUBÁK, „Rhizosphaera-Nadelbräune“ der Fichte/ <i>Rhizosphaera</i> L. MANGIN & HAR.: „Anamorphic Venturiaceae“ [5], T.: <i>Phaeocryptopus</i> (Ascomycota)	0,5	BFI	P, S (Nadeln)
34	<i>Rhytisma acerinum</i> (PERS.) FR., „Teerfleckenkrankheit“ des Ahorns, „Ahornrunzelschorf“ (Ascomycota)	0,5	AH	P (Blätter)
35	<i>Sphaeropsis sapinea</i> (FR.) DYKO & SUTTON, „Diplodia-Triebsterben“ (Mitosporic fungi)	0,5	GKI	S, P (Triebe); Witterungsanomalien (überdurchschnittl. hohe Temperaturen)
36	<i>Truncatella truncata</i> (LÉV.) STEY. (Mitosporic fungi)	0,5	EI	S (Triebe, Rinde)
37	Zygomycet, nicht näher det. (Zygomycota)	0,5	TEI	S (Wurzeln)

<sup>1</sup> die verwendeten Abkürzungen:

T.: Teleomorphe (Hauptfruchtform); E: endophytisch (symptomlos in lebendem Pflanzengewebe); S: saprophytisch (auf abgestorbenem Substrat); P: parasitisch (auf lebenden Pflanzenteilen, Krankheitserreger); SP: Schwächeparasit (auf vorgeschädigten Pflanzen); WP: Wundparasit (über Verletzungen eindringend)  
 AH = *Acer* sp., BAH = *Acer pseudoplatanus*, BFI = *Picea pungens*, BI = *Betula pendula*, DG = *Pseudotsuga menziesii*, EI = *Quercus* sp., ELA = *Larix decidua*, ER = *Alnus* sp., ES = *Fraxinus excelsior*, FI = *Picea* sp., GFI = *Picea abies*, GKI = *Pinus sylvestris*, KTA = *Abies grandis*, LI = *Tilia* sp., RBU = *Fagus sylvatica*, REI = *Quercus rubra*, SAH = *Acer platanoides*, SEI = *Quercus robur*, SKI = *Pinus nigra*, TEI = *Quercus petraea*

delt es sich um Spezies mit vorwiegend saprophytischer Lebensweise. Sie können lebende Bäume nicht oder nur bei entsprechender Prädisposition (als Wund- oder Schwächeparasiten) besiedeln. Einige Arten treten jedoch eindeutig parasitisch in Erscheinung. Die Mehrzahl der angeführten Spezies gehört zu den Schlauchpilzen (Abteilung Ascomycota); oft fand sich nur die Nebenfruchtform (Anamorphe).

## 5 Schlussfolgerungen

Aus den Untersuchungsergebnissen wird deutlich, dass zahlreiche phytopathologisch relevante Pilzarten auch in Umwandlungsbeständen fähig sind, Schäden an jungen Laub- und Nadelbäumen hervorzurufen. Diese Krankheitserreger müssen beim Waldumbau als Risikofaktoren beachtet werden. Einige Spezies können sich in manchen Jahren unter entsprechenden Rahmenbedingungen epidemisch entwickeln. Für die massenhafte Etablierung solcher Pathogene sind meist Witterungseinflüsse in Verbindung mit standörtlichen Komponenten entscheidend. Neben den forstpathologisch wichtigsten Vertretern sollten unbedingt auch die zahlreichen Schwächeparasiten Beachtung finden. Sie sind imstande, physiologisch beeinträchtigte junge Bäume ebenfalls stark zu schädigen und schließlich sogar zum Absterben zu bringen. Besonders gefährdet sind zweifellos alle Pflanzungen. Namentlich in den südlichen Teilen des Landes Brandenburg kam es auf Böden mit relativ geringer Trophie und ungünstigem Wasserhaushalt wiederholt zu Schäden. In Saaten und Naturverjüngungen wirken sich Witterungsextreme dagegen meist weniger gravierend aus. Grundsätzlich wird jedoch am Beispiel der Kiefernshütte gezeigt, dass auch in natürlich verjüngten Beständen pilzliche Erkrankungen bedeutungsvoll sein können. Unbedingt weiter zu analysieren ist die Schädigung junger Eichen.

Nur bei wenigen Krankheitserregern besteht die Möglichkeit einer direkten Bekämpfung. Man wird sich daher vorwiegend auf die Anwendung prophylaktischer Maßnahmen konzentrieren. Letztere umfassen, wie bei der Charakterisierung der einzelnen Pilzarten vorn bereits näher beschrieben, waldbaulich-technologische Verfahren, Maßnahmen zur Blockierung der Infektionsprozesse und Methoden zur Beseitigung des Inokulums.

## Zusammenfassung

In den Jahren 1994 bis 2000 wurden im Land Brandenburg mykologisch-diagnostische Untersuchungen in Umwandlungsbeständen durchgeführt. Dabei konnten an Proben geschädigter junger Laub- und Nadelbäume zahlreiche Pilzarten mit phytopathologischer Bedeutung nachgewiesen werden. Diese Krankheitserreger können beim Waldumbau Probleme verursachen. Die festgestellten Pilzarten werden hinsichtlich ihrer biologisch-ökologischen Besonderheiten und der forstwirtschaftlichen Bedeutung diskutiert, wobei auch Maßnahmen zur Abwehr der Schäden Berücksichtigung finden.

## Summary

In the years from 1994 to 2000 mycological-diagnostic investigations were carried out in conversion stands in Brandenburg. A large number of phytopathological important fungus species could be proved at trials of damaged young deciduous and conifer trees. These pathogens can cause problems during forest conversion. Biology, ecology and forest importance of the found fungi are discussed and in addition, control treatments are described.

## Literatur

- [1] BUTIN, H.: Über den Rindenbranderreger *Fusicoccum quercus* Oudem. und andere Rindenpilze der Eiche. Eur. J. For. Path. **11** (1981), S. 33–44
- [2] BUTIN, H.: Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Stuttgart, New York 1996
- [3] BUTIN, H.; KOWALSKI, T.: Die natürliche Astreinigung und ihre biologischen Voraussetzungen. I. Die Pilzflora der Buche (*Fagus sylvatica* L.). Eur. J. For. Path. **13** (1983), S. 322–334
- [4] DOMSCH, K. H.; GAMS, W.: Pilze aus Agrarböden. Jena 1970
- [5] HAWKSWORTH, D. L.; KIRK, P. M.; SUTTON, B. C.; PEGLER, D. N.: Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. New York 1995
- [6] HEINSDORF, D.; HEYDECK, P.: Schäden in Kiefernstangenhölzern auf Kippsubstraten durch den Pilz *Heterobasidion annosum*. AFZ/Der Wald, Berlin **53** (1998) 13, S. 695–699
- [7] HEINSDORF, D.; BERGMANN, J.-H.; OTT, M.: Standortkundliche und waldbauliche Schlussfolgerungen aus den Untersuchungsergebnissen im Revier Sauen für das Waldumbauprogramm in Südbrandenburg. Beitr. Forstwirtschaft. u. Landsch.ökol., Berlin **34** (2000) 3, S. 102–108
- [8] HEYDECK, P.: Bedeutung des Wurzelschwammes im nordostdeutschen Tiefland. AFZ/DerWald; a. a. O. **55** (2000) 14, S. 742–744
- [9] HEYDECK, P.; DAHMS, C.: Diagnose Report 1998 (Bericht über die im Jahr 1998 in Verbindung mit eingesandtem Untersuchungsmaterial durchgeführten diagnostischen Arbeiten unter besonderer Berücksichtigung pilzlicher Organismen). Sonderdruck der Landesforstanstalt Eberswalde, Mai 1999
- [10] HOFFMANN, G.; KLUGE, E.; OTTO, D.: Anleitung zur Durchführung von Forstschutzmaßnahmen in Forstbaumschulen und Pappelmuttergärten. Merkblatt Nr. 36. Institut für Forstwissenschaften Eberswalde, 1966
- [11] KEBLER, W.: Wurzelfäule an Jungpflanzen von Eiche und Rotbuche durch *Cylindrocarpon destructans*. Soz. Forstwirtschaft, Berlin **38** (1988), S. 110 f.
- [12] KREISEL, H. (Hrsg.): Handbuch für Pilzfreunde. Bd. VI: Die Gattungen der Großpilze Europas. 2. Aufl., Stuttgart 1988
- [13] MARXMÜLLER, H.; HOLDENRIEDER, O.: Morphologie und Populationsstruktur der beringten Arten von *Armillaria mellea* s. l. Bayerische mykologische Zeitschrift **4** (2000), S. 9–32
- [14] MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN DES LANDES BRANDENBURG (Hrsg.): Waldbaurahmenrichtlinie der Brandenburgischen Landesforstverwaltung. 08. 12. 1998
- [15] MUNK, A.: Danish Pyrenomycetes. Dansk Botanisk Arkiv, Copenhagen **17** (1957) 1
- [16] NIERHAUS-WUNDERWALD, D.: Die Hallimasch-Arten. Biologie und vorbeugende Maßnahmen. Merkblatt für die forstliche Praxis. Wald und Holz **75** (1994) 7, S. 8–14
- [17] PEACE, T. R.: Pathology of trees and shrubs. Oxford 1962
- [18] SCHWARZE, F. W. M. R.; ENGELS, J.; MATTHECK, C.: Holzzeretzende Pilze in Bäumen. Strategien der Holzzeretzung. Freiburg i. B. 1999
- [19] STOLL, K.: Neuzeitliche Möglichkeiten der Kiefernshüttelebekämpfung auf chemisch-prophylaktischem Wege. Forst u. Jagd, Hannover **9** (1959) 3, S. 133–136
- [20] WOODWARD, S.; STENLID, J.; KARJALAINEN, R.; HÜTTERMANN, A. (Eds.): *Heterobasidion annosum*: Biology, Ecology, Impact and Control. Wallingford, New York 1998
- [21] WULF, A.: Pilzbedingte Blattkrankheiten an Ahorn unter besonderer Berücksichtigung des Bergahorns (*Acer pseudoplatanus* L.). Schriften Forstl. Fak. Univ. Göttingen u. d. Niedersächs. Forstl. Versuchsanst., Frankfurt a.M. **116** (1994)

Autorenanschrift:  
Dr. Paul Heydeck,  
DAI (FH) Christine Dahms  
Landesforstanstalt Eberswalde  
Alfred-Möller-Str. 1  
16225 Eberswalde