Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., **56** (2), S. 37–43, 2004, ISSN 0027-7479.
© Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Forst, Braunschweig

Triebschäden an Mammutbaum (*Sequoiadendron giganteum*) durch *Botryosphaeria dothidea* auch in Deutschland nachgewiesen

Branch dieback of Giant Sequoia (*Sequoiadendron giganteum*) in Germany caused by *Botryosphaeria dothidea*

Rolf Kehr

Zusammenfassung

Der aus dem westlichen Nordamerika stammende Amerikanische Mammutbaum, *Sequoiadendron giganteum*, wird seit etwa 150 Jahren in Europa in Parks und auch im Rahmen forstlicher Versuchsanbauten angepflanzt. Diese Baumart galt bisher als relativ frei von schwerwiegenden Krankheiten und Schäden, sowohl innerhalb als auch außerhalb seines natürlichen Verbreitungsgebietes. In den letzten Jahren sind in Deutschland auffällige, unregelmäßig in der Krone verteilte Triebschäden beobachtet worden. Bei erkrankten Bäumen im Rhein-Main-Gebiet konnte der Pilz *Botryosphaeria dothidea*, der bereits in anderen europäischen Ländern mit Schäden an Mammutbäumen in Verbindung gebracht wurde, erstmals für Deutschland als Schaderreger an *Sequoiadendron giganteum* nachgewiesen werden. Der Artikel gibt zunächst einen Überblick über die Eigenschaften und Krankheiten von *S. giganteum* und stellt dann die Symptome der jetzt gefundenen Krankheit sowie Taxonomie und Biologie des Pilzes vor. Weiterhin werden mögliche Handlungsoptionen für den Umgang mit erkrankten Bäumen diskutiert.

Stichwörter: Triebschaden, Mammutbaum, *Sequoiadendron giganteum*, *Botryosphaeria dothidea*, *Botryosphaeria ribis*, *Dothiorella*

Abstract

Giant Sequoia, *Sequoiadendron giganteum*, has been planted in European parks and also in forest trials for approximately 150 years. It was previously viewed to be not very susceptible to serious pests and diseases, both inside and outside its natural habitat in Western North America. In recent years, irregularly distributed twig and branch dieback has been observed in trees of all ages in Germany. On diseased trees in the Rhein-Main area the fungus *Botryosphaeria dothidea*, which has also been associated with damage to *Sequoiadendron* in other European countries, was identified as the causal agent of damage to Giant Sequoia for the first time in Germany. The article presents general information on the characteristics and diseases of *S. giganteum* and gives details on the symptoms of the newly found disease and on taxonomy and biology of the causal fungus. In addition possible curative and preventive measures for affected trees are discussed.

Key words: Branch dieback, Giant Sequoia, *Sequoiadendron giganteum, Botryosphaeria dothidea, Botryosphaeria ribis, Dothiorella*

1 Einleitung

Der Amerikanische Mammutbaum, *Sequioadendron giganteum*, der zur Familie der Taxodiaceen gehört, wurde erst 1841 entdeckt und 1853 wissenschaftlich beschrieben (BOERNER, 1953/54; MARTIN, 1957/58). Sein natürliches Verbreitungsgebiet nimmt nur eine sehr kleine Fläche am Westhang der Sierra Nevada in Kalifornien ein, wo die Baumart in Höhenlagen von bis zu 2500 m in mehreren geographisch voneinander getrennten Beständen („groves") wächst. Das Klima der natürlichen Standorte ist kontinental geprägt und ausgesprochen sommertrocken; die Niederschläge von deutlich über 1000 mm fallen überwiegend im Herbst und Winter als Schnee (KLEINSCHMIT und DEKKER-ROBERTSON, 1994). Nicht zu verwechseln ist *S. giganteum* mit dem ebenfalls in Kalifornien beheimateten Küstenmammutbaum, *S. sempervirens*, der trotz enger Verwandtschaft ganz andere Eigenschaften, beispielsweise eine höhere Frostempfindlichkeit, besitzt und außerhalb seiner Heimat nur in wintermilden, beispielsweise auch für Weinbau geeigneten Gebieten erfolgreich angepflanzt werden kann.

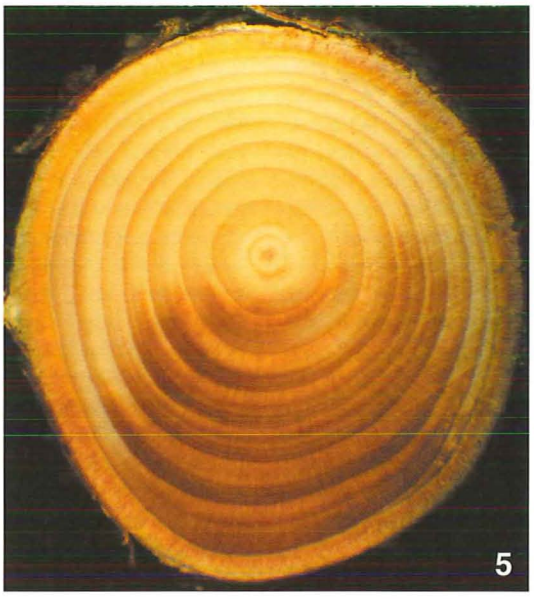
Der Mammutbaum gilt allgemein als relativ unempfindlich gegen Krankheiten und Schädlinge, aber in den letzten warmtrockenen Jahren wurden in Deutschland vermehrt Triebschäden beobachtet, die teils ungeklärt blieben, teils sekundären Pilzen zugeordnet wurden (NIESAR, 2003). Interessant sind diese Berichte im Hinblick auf besorgniserregende Schäden, die zunächst in den USA außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets aufgetreten sind und durch den Pilz *Botryosphaeria dothidea* verursacht werden (WORRALL et al., 1986; SCHARPF, 1993). In Europa wurde dieser Erreger bereits in Frankreich (MORELET et al., 1993), in Ungarn (VAJNA und SCHWARCZINGER, 1998) und offenbar auch in der Schweiz (BOLAY et al. zit. n. MORELET et al., 1993) nachgewiesen, während für Deutschland das Auftreten bislang nicht dokumentiert wurde. Im Jahr 2000 fand der Autor im Rhein-Main-Gebiet Mammutbäume mit starken Triebschäden, die den für *B. dothidea* beschriebenen ähnelten. Um eine verlässliche Krankheitsdiagnose zu erhalten, wurden mikroskopische und mikrobiologische Untersuchungen an erkrankten Bäumen durchgeführt. Im vorliegenden Artikel sollen zunächst die bislang bekannten Krankheiten und Schäden des Mammutbaumes vorgestellt werden und dann konkrete Informationen zur Ursache der derzeit vermehrt zu beobachtenden Triebschäden gegeben werden.

1

2

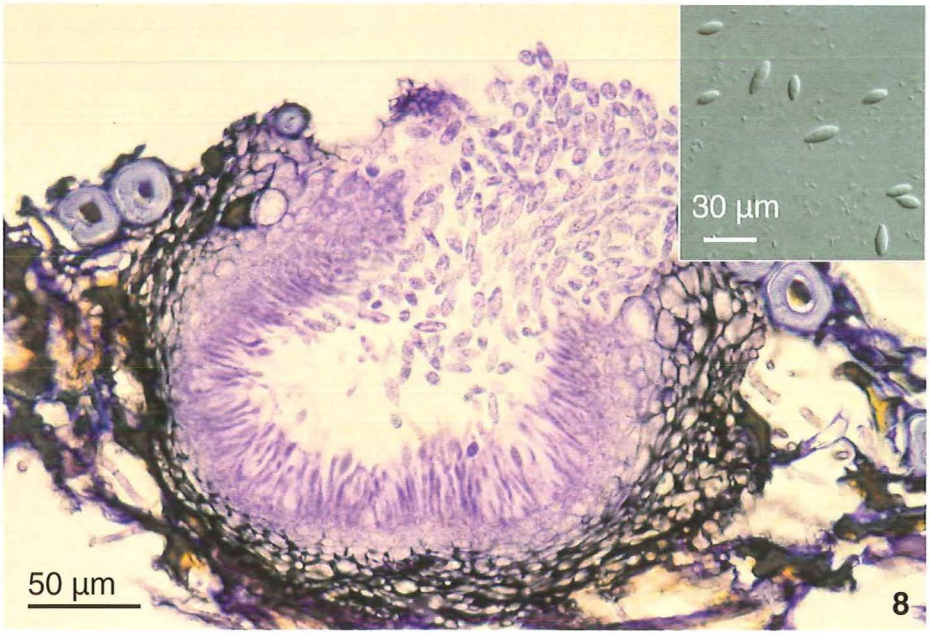
3

4


5

6

7


30 µm
50 µm
8

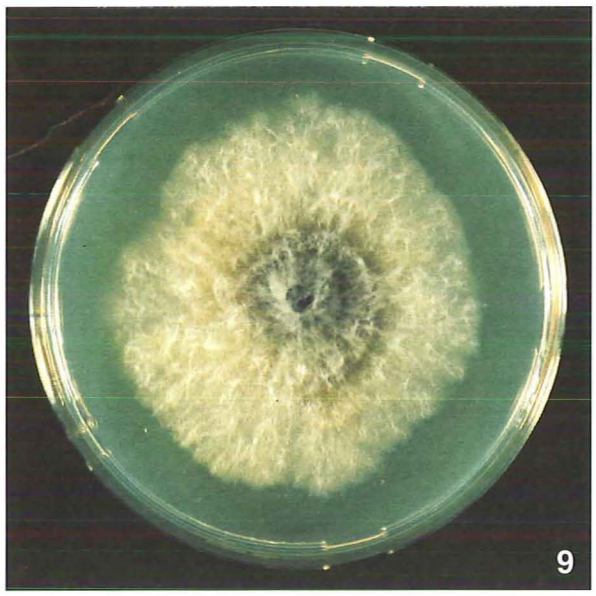


Abb. 1. Triebschäden an einem etwa 20-jährigen *S. giganteum* in Wiesbaden.
Abb. 2. Triebschäden an einem über 100-jährigen *S. giganteum* in Weinheim.
Abb. 3. Partielle Nadelaufhellungen an erkrankten Trieben von *S. giganteum*.
Abb. 4. Harzausscheidung (Pfeile) an erkrankten Trieben von *S. giganteum*.
Abb. 5. Querschnitt durch einen erkrankten Trieb mit deutlich sichtbarer, dunkler, harzangereicherter Zone.
Abb. 6. Nach Entfernen der Rinde sichtbare rötlich-braune Rinden- und Kambiumnekrose an einem befallenen Trieb mit Bildung von Ersatztrieben unterhalb des abgestorbenen Gewebes.
Abb. 7. Bildung von dunklen Pyknidien der *Dothiorella*-Nebenfruchtform von *B. dothidea* an erkranktem Trieb von *S. giganteum*.
Abb. 8. Querschnitt durch Pyknidium der *Dothiorella*-Nebenfruchtform von *B. dothidea* (Thionin-Färbung) mit reifen Konidien (auch inset).
Abb. 9. Eine Woche alte Kultur von *B. dothidea* auf 2 % Malzagar.
Abb. 10. Vier Wochen alte Kultur von *B. dothidea* auf 2 % Malzagar.

2 Eigenschaften und Krankheitsanfälligkeit von *S. giganteum*

Der Mammutbaum gilt als eine der raschwüchsigsten Koniferenarten überhaupt (KLEINSCHMIT und DEKKER-ROBERTSON, 1994) und wurde, auch aufgrund der in seiner Heimat erreichten eindrucksvollen Größe und Schönheit, als populäres Parkgehölz bereits ab etwa 1855 in Deutschland vielerorts angepflanzt (PODHORSKY, 1940; MARTIN, 1957/58; SCHENK und LADURNER, 1981). Aufgrund seiner Raschwüchsigkeit und dem im 19. Jahrhundert allgemein auflebenden Interesse am Anbau fremdländischer Holzarten gab es ab etwa 1860 auch forstliche Versuchsanbauten, zunächst in eher wärmer geprägten Regionen, wie beispielsweise in dem von Freiherr CHRISTIAN VON BERCKHEIM 1862 gegründeten „Exotenwald" Weinheim (MARTIN, 1957/58). Dort erreichen die 1872 gepflanzten Mammutbäume inzwischen Oberhöhen von 55 m bei einem Derbholzvorrat von über 1400 fm/ha (BEYSE, 2000), was die mögliche Wuchsleistung dieser Baumart auf geeigneten mitteleuropäischen Standorten eindrucksvoll unter Beweis stellt. Im Gegensatz zur allgemeinen Auffassung ist *S. giganteum* aber nicht besonders wärmebedürftig, zeigt in Deutschland teilweise ausgezeichnete forstliche Zuwachsleistungen noch in 500 m ü. N. N (FULDNER, 1987) und gedeiht sogar noch in der Eifel bei etwa 600 m ü.N.N. (MARTIN, 1957/58).

S. giganteum gilt als relativ anpassungsfähig an die Bodeneigenschaften, ist aber außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes eher kalkmeidend (SCHENK und LADURNER, 1981). Er bildet in der Jugend eine Pfahlwurzel aus, besitzt ansonsten ein eher flaches Wurzelwerk, meidet Staunässe und toleriert trockene, durchlässige Böden nur, wenn tiefere Schichten besser wasserversorgt sind. Mammutbäume besitzen ein außergewöhnlich tanninreiches, fäuleresistentes und somit widerstandsfähiges Kernholz und können bis über 3000 Jahre alt werden (PODHORSKY, 1940).

Im natürlichen Verbreitungsgebiet gibt es an *S. giganteum* zwar eine Vielzahl von Insekten und Pilzen, die von Nadelschäden bis hin zu Fäulen für gelegentliche Schäden sorgen können (FARR et al., 1995), und häufig kommt es durch Blitzschlag und Waldbrand zu Schädigungen, aber schwere, bestandesbedrohende Probleme gibt es dort offenbar nicht. Bei der Anpflanzung außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes hingegen treten diverse Schäden und Krankheiten auf, die zum Teil existenzbedrohend sein können. Die in der Jugend ausgeprägte Pfahlwurzel, die später durch ein intensives Herzwurzelsystem ergänzt wird, führt bei Verwendung von Containerpflanzen immer wieder zu Anwuchsproblemen, da im Container eine kaum noch korrigierbare Spiralwurzel ausgebildet wird (FABRICIUS, 1950; MARTIN, 1957/58; BÖHLMANN, 1999). In Gebieten mit strengem Winterfrost kann es Probleme durch Frosttrocknis bei Jungbäumen geben, da die in der Sierra Nevada üblichen schützenden Schneemengen fehlen (FABRICIUS, 1950, 1959/60). Die in Deutschland bekannten forstlichen Anbauten haben aber z. B. den Extremwinter 1928/29 mit Temperaturen bis – 30 °C im Wesentlichen ohne Probleme überstanden, und im ebenfalls kalten Winter starben 1956 lediglich einige jüngere Bäume in forstlichen Versuchsanbauten durch Frosttrocknis (MARTIN, 1957/58; FULDNER, 1977). Dabei ist zu beachten, dass die Frostempfindlichkeit junger Pflanzen und auch die Wuchscharakteristik sehr provenienzabhängig sind, da im natürlichen Verbreitungsgebiet viele isolierte Vorkommen („groves") in unterschiedlichen Höhenlagen vorkommen und das Ausgangsmaterial dementsprechend gene-

tisch variiert (GUINON et al., 1982; KNIGGE, 1993; KLEINSCHMIT und DEKKER-ROBERTSON, 1994).

Von den Pilzerkrankungen ist eine durch *Cercospora sequoiae* verursachte Nadelschütte erwähnenswert, die sich durch eine von innen nach außen fortschreitende Kronenverlichtung äußert (MULDER und GIBSON, 1973; SINCLAIR et al., 1989). Der Grauschimmelpilz (*Botrytis cinerea)* und andere Pilze führen sehr häufig in der Anzuchtphase zu Schäden an Sämlingen und Jungbäumen sowie im ersten Lebensjahrzehnt (PODHORSKY, 1940; MARTIN, 1957/58; PEACE, 1962; FULDNER, 1981). Auch Pilze der Gattungen *Pestalotia* bzw. *Pestalotiopsis* sowie *Phomopsis* werden in der Literatur gelegentlich als Verursacher von Nadel- und Triebschäden erwähnt. Diese sind zwar als Schwächeparasiten an zahlreichen Koniferenarten weit verbreitet, treten aber auch oft als harmlose Saprophyten begleitend auf (HAHN, 1930; WILSON, 1937), was die Diagnose unklarer Krankheitsbilder erschwert. Die an Douglasie und anderen Nadelhölzern für eine schwere Rindenerkrankung verantwortliche *Phomopsis pseudotsugae* (heutiger Name *Allantophomopsis pseudotsugae*, Hauptfruchtform *Phacidium coniferarum*) wurde an Mammutbäumen in England und in anderen europäischen Ländern einschließlich Deutschland zwar festgestellt (WILSON und HAHN, 1929; HAHN, 1957a, 1957b; PEACE, 1962; FULDNER, 1987), scheint aber keine Aufsehen erregenden Schäden zu verursachen.

Altbäume auf ehemaligen Laubholzstandorten werden gelegentlich durch Hallimasch (*Armillaria mellea* s.l.) abgetötet, ein bei forstlichen Anbauten offenbar nicht zu unterschätzendes Problem (SCHENK und LADURNER, 1981; FULDNER, 1987; KLEINSCHMIT und DEKKER-ROBERTSON, 1994). Wipfelschäden werden in Einzelfällen durch Nageschäden von Hornissen verursacht (SCHELLACK, 1923, 1932). Daneben gibt es in der Literatur aber auch mehrere Berichte über ungeklärte Kronenschäden an Altbäumen. Beispielsweise zeigen in Südtirol viele Bäume eine charakteristische Wipfeldürre und werden als „schütter" oder „sehr schütter" eingeordnet, wobei die Schäden auf „ungünstige Umwelt- und Standortbedingungen", u. a. „Blitz, Wind, Schnee", zurückgeführt werden (SCHENK und LADURNER, 1981). Auch in der Grafschaft Yorkshire (England) wurde eine Spitzendürre an älteren Bäumen beobachtet, die als Immissionsschaden gedeutet wurde, da auch andere Nadelbäume dieselben Symptome aufwiesen (GULLIVER, 1987).

In den letzten Jahren gab es aus den USA, aber auch aus verschiedenen europäischen Ländern eine Vielzahl von Berichten zu Triebschäden, die durch den Pilz *Botryosphaeria dothidea* verursacht werden (WORRALL et al., 1986; MORELET et al., 1993; SCHARPF, 1993; VAJNA und SCHWARCZINGER, 1998). Auch in Deutschland wurden in den letzten Jahren auffällige, ungleichmäßig über die Krone verteilte Triebschäden registriert, die mit einem Absterben einzelner Äste und Kronenpartien einhergingen, deren Ursache aber bislang nicht eindeutig geklärt war.

3 Symptome des Triebsterbens

An Mammutbäumen im Alter von etwa 20 bis über 100 Jahre in Wiesbaden und bei Weinheim (Bergstraße) wurde ab dem Jahr 2000 ein Triebsterben beobachtet, das einige sehr typische Erkrankungssymptome aufweist. Unregelmäßig in der Krone verteilt zeigten sich rotbraune, abgestorbene Äste und Zweige (Abb. 1 und 2). Einzelne Seitenzweige waren zunächst noch ungewöhnlich hellgrün bis gelb, um dann im Verlaufe der folgenden Monate ebenfalls rotbraun zu werden und abzusterben (Abb. 3). Dieses Symptom der Triebaufhellung mit anschließendem Absterben ist grundsätzlich verschieden von der gleichmäßigen Nadelaufhellung ganzer Bäume, die Mammutbäume und auch manche anderen Koniferen aus Gründen des Frostschutzes während des Winterhalbjahres aufweisen. Die absterbenden Zweige und Äste sonderten fast immer Harztropfen ab, vor allem an der Übergangszone zu noch gesunden Zweigabschnitten (Abb. 4). Im Querschnitt erkrankter Äste war die von Harz durchtränkte Zone gut zu erkennen (Abb. 5). Die seit mehr als einem Jahr abgestorbenen Äste waren unbenadelt und grau. Nach Entfernung der Rinde betroffener Zweige und Äste konnte man rotbraune Nekrosen sehen, die sich sehr deutlich vom hellen, noch gesunden Gewebe unterschieden, das oftmals Ersatztriebe bildete (Abb. 6). Diese starben in manchen Fällen durch Voranschreiten der Erkrankung später ebenfalls ab. Der Ausfall einzelner Äste führte zur Löcherbildung in der Krone junger, normalerweise gleichmäßig dicht benadelter Bäume.

Auf abgestorbenem Nadel- und Zweiggewebe waren bei makroskopischer und mikroskopischer Untersuchung die Fruchtkörper verschiedener Pilze vorhanden, u. a. *Phomopsis occulta*, *Pestalotiopsis funerea, Camarosporium sp., Cladosporium* spp. und andere Ubiquisten. Bei genauer Suche waren an und unter der Zweigrinde frisch abgetöteter Triebe aber auch dunkle pyknidiale Stromata mit charakteristischen unregelmäßigen Höhlungen zu finden, in denen farblose, spindelige Konidien gebildet wurden (Abb. 7–8). Dieser Pilz konnte als die *Dothiorella*-Nebenfruchtform des Pilzes *Botryosphaeria dothidea* bestimmt werden.

4 Nachweis der Krankheitsursache

Obwohl *B. dothidea* in den letzten Jahren in anderen Ländern als wichtiger Krankheitserreger an *S. giganteum* bekannt geworden ist und somit bereits nach mikroskopischer Untersuchung der Schäden deren Erreger mit einiger Sicherheit feststand, wurden Abimpfungen aus dem betroffenen Gewebe, aber auch aus gesundem Nadel- und Zweiggewebe vorgenommen, um alle beobachteten Pilze in ihrer Rolle besser einschätzen zu können. Aus Tabelle 1 geht hervor, dass *B. dothidea* im Randbereich frischer Rindennekrosen tatsächlich dominiert. Ebenfalls sehr häufig war *Pestalotiopsis funerea*, der in Kultur oft sehr schnell Fruchtkörper bildete und räumlich offenbar sehr eng mit *B. dothidea* assoziiert war. Teilweise waren die Fruchtkörper beider Pilze im toten Gewebe jüngerer Zweigbereiche eng benachbart zu finden. In grünem, symptomlosem Gewebe ist *P. funerea* vor den *Phomopsis*-Arten absolut dominierend (Tab. 2), aber auch *B. dothidea* trat dort einige Male auf.

Die Häufigkeit von *B. dothidea* in frischen Nekrosen und die bekannte Tatsache, dass dieser Pilz auch in anderen Ländern in den letzten Jahren für schwere Kronenschäden an *S. giganteum* verantwortlich gemacht wurde, spricht dafür, dass er tatsächlich als Erreger der Schäden gelten darf. Das häufige Auftreten der fast allgegenwärtigen *Phomopsis* spp. und *P. funerea* erschwert dabei die Diagnose des eigentlichen Krankheitserregers. Auch MORELET et al. (1993) betonen, dass bei Abimpfungen vor allem

Tab. 1. Abimpfungen aus dem Randbereich frischer Rindennekrosen eines 20-jährigen, erkrankten *S.-giganteum*-Baumes in Wiesbaden (Probestücke 5 sec in 96 % Ethanol geschwenkt und auf 2 % Malzextraktagar ausgelegt)

Ergebnis	Anzahl	Prozent
Botryosphaeria dothidea (*Dothiorella*-Form)	30	43
Cryptosporiopsis grisea (Pers: Fr.) Petr. (= *C. abietina*)	3	4
Nodulisporium sp.	3	4
Pestalotiopsis funerea (Desm.) Stey.	15	21
Phomopsis sp.	9	13
unidentifiziert	1	<2
steril	9	13
Summe	**70**	

Tab. 2. Abimpfungen aus grünen Zweigen eines 20-jährigen, erkrankten *S.-giganteum*-Baumes in Wiesbaden (Probestücke 5 sec in 96 % Ethanol geschwenkt und auf 2 % Malzextraktagar ausgelegt)

Ergebnis	Nadeln	Zweigrinde einjährig	zweijährig	mehrjährig	Summe	%
Botryosphaeria dothidea (*Dothiorella*-Form)		6	2		8	12
Botrytis cinerea Pers.			1		1	<2
Cladosporium sp.		1			1	<2
Epicoccum nigrum Link	1				1	<2
Mucor sp.			1		1	<2
Nodulisporium sp.	1				1	<2
Pestalotiopsis funerea	7	10	9	7	33	49
Phomopsis sp.			5	7	12	18
steril	5	3	1	1	10	15
Summe	**14**	**20**	**19**	**15**	**68**	

aus etwas älteren Nekrosen neben *B. dothidea* auch zahlreiche Sekundärpilze auswachsen und die Zuordnung der Schäden zum Erreger behindern. Die in den Abimpfungen sehr häufig aufgetretene *P. funerea* wird bei zahlreichen Koniferen immer wieder an geschädigten Teilen gefunden, ist aber überwiegend als endophytisch, saprophytisch oder höchstens schwach sekundär pathogen einzuschätzen. Bei der mit *S. giganteum* eng verwandten Küstensequoie (*Sequoia sempervirens)* ist er, wie auch in Tab. 2 dargestellt, als harmloser Endophyt aus grünen Nadeln isoliert worden (ROLLINGER und LANGENHEIM, 1993). Die in Tabelle 2 ebenfalls aufgeführte *Cryptosporiopsis grisea* (Synonym: *C. abietina*; VERKLEY, 1999) kann in Nordamerika Rindenkrebs an *S. sempervirens* verursachen (FARR et al., 1995) und ist auch in Deutschland gelegentlich als Schwächeparasit mit krebsartigen Schäden an Nadelhölzern assoziiert (PEHL et al., 2003), ist aber überwiegend als Endophyt und Saprophyt bekannt (KOWALSKI und KEHR, 1992; ROLLINGER und LANGENHEIM, 1993). Die in Tabelle 2 aufgeführte Gattung *Phomopsis* weist sowohl endophytische, saprophytische als auch zum Teil pathogene Vertreter auf (KOWALSKI und KEHR, 1992), aber die an Nadelhölzern pathogen in Erscheinung tretenden Arten *P. juniperovora* und *P. pseudotsugae* (WILSON und HAHN, 1929; HAHN, 1957a, 1957b) sind hier nicht gefunden worden. Somit ist, auch angesichts der bekannten Pathogenität von *B. dothidea,* dieser Pilz als wahrscheinlichste Ursache der Schäden anzusehen. Der Erreger ist damit in Deutschland erstmals mit den entsprechenden Kronenschäden an *S. giganteum* in Verbindung gebracht worden.

Angesichts des erst jetzt erfolgten Nachweises von *B. dothidea* als Erreger von Kronenschäden an *S. giganteum* stellt sich die Frage, ob nicht einige der früher beschriebenen Kronenschäden an Mammutbäumen bereits von diesem Erreger ausgelöst wurden. KLEINSCHMIT und DEKKER-ROBERTSON (1994) erwähnen „auf warmen Tieflandstandorten im Rhonetal in Frankreich Schäden durch eine *Phomopsis*-Art". Vermutlich ist es hier zu einer Verwechslung oder Fehldiagnose von Schäden durch *B. dothidea* gekommen, denn in Frankreich wurden Schäden durch diesen Pilz offenbar bereits 1978 beobachtet (MORELET et al., 1993). SCHMIDT (1937) erwähnt Mammutbäume, die in der Nähe von St. Ingbert um 1855 angepflanzt worden waren und im Alter von ca. 40 Jahren gefällt werden mussten, da „sie zu kränkeln begannen". Auch die von SCHENK und LADURNER (1981) erwähnten schütteren und wipfeldürren Bäume in Südtirol und die von GULLIVER (1987) in England beschriebene Spitzendürre an älteren Bäumen erregen einen gewissen Verdacht in Richtung *B. dothidea.* Die recht aktuelle Meldung von Triebschäden an Mammutbäumen in Deutschland durch NIESAR (2003), der allerdings *Pestalotiopsis funerea* als Ursache annahm, könnte möglicherweise auch auf *B. dothidea* zurückgeführt werden, was sich aber nur durch weitere Untersuchungen an betroffenen Bäumen klären ließe. Es erscheint auch möglich, dass *B. dothidea* und andere Schwächeparasiten die beim Mammutbaum mit zunehmendem Alter auffälligen morphologischen Veränderungen der Krone mit vorantreiben. FULDNER (1981) und BÖHLMANN (1999) betonen die sehr unterschiedliche Kronenmorphologie von *S. giganteum*, die selbstverständlich zunächst Ausdruck eines baumeigenen natürlichen Vorgangs ist. Die in der Jugend gleichmäßige, spitzkegelige Krone von *S. giganteum* wird mit zunehmendem Alter von einzelnen Starkästen dominiert, so dass die Bäume eine unregelmäßige, manchmal zerrissen aussehende Krone aufweisen. Die bei BÖHLMANN (1999) abgebildete ältere, „sich auflösende" Krone mit abgestorbenen Seitentrieben könnte durchaus aber auch von der hier beschriebenen Pilzerkrankung beeinflusst sein.

5 Biologie und Taxonomie des Erregers

Botryosphaeria dothidea (Mougeot ex Fr.) Ces. & de Not. (Synonym *B. ribis, B. berengeriana*) ist ein weltweit verbreiteter Schwächeparasit, der an zahlreichen Pflanzenarten vorkommt. Er wurde an mindestens 100 Gattungen, die meisten davon allerdings Laubhölzer, schon parasitisch nachgewiesen (PUNITHALINGAM und HOLLIDAY, 1973; SINCLAIR et al., 1989). Die von ihm angegriffenen Seitenzweige sterben oft ab, und bei geschwächten Pflanzen kann das Pathogen anschließend in den Hauptstamm vordringen und dort Nekrosen auslösen (SINCLAIR et al., 1989). Die von WORRALL et al. (1986) zweifelsfrei als zugehörig nachgewiesene *Dothiorella*-Nebenfruchtform ist diagnostisch wichtig, da die *Botryosphaeria*-Hauptfruchtform im abgestorbenen Gewebe, wenn überhaupt, erst später gebildet wird. Die schwarzen pyknidialen Stromata der *Dothiorella*-Form sind bis 1 mm groß, entwickeln sich unter der toten Rinde und durchbrechen diese bei Reife (Abb. 7). Die pyknidialen Höhlungen innerhalb der Stromata sind 150–250 µm im Durchmesser und produzieren an 14–24 × 2–3 µm messenden Konidienträgern die farblosen, einzelligen, leicht zugespitzten und an der Basis teilweise deutlich abgeflachten Konidien (Abb. 8). Diese treten in heller Masse aus reifen Fruchtkörpern, sind in der Größe sehr variabel und messen bei dem in Deutschland bislang gefundenen Material 17–25 × 5–7 µm. WORRALL et al. (1986) nennen für *S. giganteum* in den USA etwas größere Konidienmaße von 24–32 × 8–10 µm. Ältere Konidien nehmen teilweise eine hellbraune Farbe an und können ein bis drei Septen ausbilden. Gelegentlich werden auch 1–1,5 × 2,5–4 µm messende Mikrokonidien gebildet. Im abgestorbenen Gewebe können sich bei geeigneten Bedingungen erst nach einigen Monaten bis etwa ein Jahr nach dem Gewebetod die Pseudothecien der Hauptfruchtform entwickeln, weswegen sie für die rasche Diagnose absterbender Zweige nicht zur Verfügung stehen.

In Reinkultur auf Malzagar zeigt der Pilz ein schnelles Wachstum, besonders bei höheren Temperaturen von bis zu 35 °C. Das

Optimum liegt bei 25–30 °C, was ihn als ausgesprochen wärmeliebend ausweist (SINCLAIR et al., 1989; BROOKS und FERRIN, 1994). Das Myzel ist zunächst fast weiß und wird dann im Verlauf weniger Wochen zunächst grünlich-grau und dann dunkelgrau bis fast schwarz in älteren Kolonien (Abb. 9 und 10).

Die Infektion des Pflanzengewebes geschieht offenbar überwiegend durch Konidien, wobei Regen und Regenspritzwasser im Spätfrühjahr und Frühsommer eine große Rolle spielen (SINCLAIR et al., 1989). Laut WORRALL et al. (1986) waren bei künstlichen Infektionsversuchen an *S. giganteum* zwar Rindenwunden nötig, damit sich der Pilz etablierte, aber es gab Hinweise darauf, dass unter natürlichen Bedingungen geschwächte Rinde auch ohne Verletzungen besiedelt werden kann. Dies lässt sich auch aus den eigenen Isolierungen von grünem Gewebe eines erkrankten Baumes folgern (Tab. 2), wo der Pilz mit einer gewissen Häufigkeit ebenfalls vorhanden war. Aus der Literatur ist bekannt, dass bei *B. dothidea* zwischen Infektion und Symptomausprägung eine recht lange Inkubationszeit von mehreren Monaten liegen kann (SINCLAIR et al., 1989), was die aus grünem Gewebe stammenden Isolate erklärt. Vermutlich wäre der Pilz auch häufig in vergilbenden Zweigen mit beginnenden Symptomen zu isolieren.

Die Namensgebung der *Dothiorella*-Nebenfruchtform ist recht verwirrend, da der Pilz ursprünglich von SACCARDO an *Aesculus* als *Fusicoccum aesculi* beschrieben wurde. Später wurde er von PETRAK als identisch mit einem weiteren an dem *Aesculus*-Zweigmaterial gefundenen Pilz gehalten und als *Septomyxa aesculi* bezeichnet. Erst später wurde erkannt, dass sich am untersuchten Zweigmaterial doch zwei unterschiedliche Pilze befanden, eine *Diplodina* (Konidienform von *Cryptodiaporthe aesculi*) und die hier besprochene *Dothiorella* (als Nebenfruchtform von *B. dothidea*) (SUTTON, 1980; WORRALL et al., 1986). Laut SUTTON (1980) ist *Dothiorella aesculi* Petrak derzeit der korrekte anzuwendende Name für die Nebenfruchtform, aber nach einer fälligen Überarbeitung der Gattung erscheint es möglich, dass künftig der Name *Fusicoccum aesculi* wieder als gültig angesehen werden könnte.

6 Krankheitsbegünstigende Faktoren

B. dothidea ist als Schwächeparasit einzuschätzen. In den USA außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets ist er besonders problematisch an Mammutbäumen, die in warmen Tieflagen der westlichen Vereinigten Staaten angepflanzt werden (SCHARPF, 1993). Auch bei den bekannt gewordenen Funden in Frankreich und Ungarn (MORELET et al., 1993; VAJNA und SCHWARCZINGER, 1998) sowie nun auch in Deutschland (Rheinebene) handelt es sich um Gebiete mit hoher Sommerwärme, wo eine entsprechende Disposition der Bäume gegeben sein dürfte. Ein ganz wesentlicher Faktor neben hoher Sommerwärme ist Trockenstress (SINCLAIR et al., 1989). In der Heimat von *S. giganteum* ist es zwar auch sommertrocken, aber die Jahresniederschläge sind wesentlich höher als in den meisten Gebieten, in denen die Baumart künstlich angepflanzt wird. Außerdem stocken die natürlichen Bestände auf eher tiefgründigen Böden mit genügend Wasserreserven (BEYSE, 2000). Hohe Sommerwärme sowie Wassermangel auf trockenen Böden fördern somit die Ausprägung der Erkrankung. Auch bei zahlreichen anderen Pflanzenarten korrelieren Schäden durch *B. dothidea* mit Trockenjahren (BROOKS und FERRIN, 1994).

Jungbäume von *S. giganteum* werden oft erst einige Jahre nach der Pflanzung von *B. dothidea* angegriffen. Je nach Schwächung des Baumes kann der Pilz mit der Zeit die Oberkrone empfindlicher Bäume ganz abtöten und zum Ausfall der ganzen Pflanze führen (SCHARPF, 1993). Der Krankheitsverlauf hängt also davon ab, ob der Baum vital genug ist, den Erreger im Hauptstamm, den Hauptästen und in der Gipfelregion abzuwehren. Für betroffene Bäume in Frankreich ist beschrieben, dass Rindennekrosen über absterbende Seitenäste in den Hauptstamm eindringen (MORELET et al., 1993).

Da die Infektion meist wohl über Konidien abläuft und die Fruchtkörper des Pilzes an erkrankten und toten Zweigen gebildet werden, tragen Regenfälle im Spätfrühjahr und Frühsommer zur Infektion bei (SINCLAIR et al., 1989). Auch hier ist ein Unterschied zu den Verhältnissen in der Heimat der Baumart zu sehen, wo die Niederschläge überwiegend als Schnee fallen. Noch ungeklärt ist, ob milde Winter, wie sie z. B. in Weinbauregionen vorkommen, das Wachstum des wärmeliebenden Pilzes in infiziertem Gewebe begünstigen und damit das Voranschreiten der Erkrankung fördern.

Es kann zwar nicht völlig ausgeschlossen werden, dass sich in den letzten Jahren besonders aggressive Rassen von *B. dothidea* in Europa ausgebreitet haben und somit auch vom Erreger seit einiger Zeit ein stärkerer Krankheitsdruck ausgeht, aber aus der Literatur sind bislang trotz des Vorkommens des Pilzes auf zahlreichen unterschiedlichen Pflanzenarten keine Hinweise auf die Ausbildung pflanzenartspezifischer pathogener Rassen bekannt (PUNITHALINGAM und HOLLIDAY, 1973). Letztlich können hier nur Infektionsversuche und u. U. molekulargenetische Studien an verschiedenen Pilzisolaten Klarheit bringen.

7 Mögliche Gegenmaßnahmen und Empfehlungen

Die unschöne Verfärbung und das Absterben einzelner Baumpartien beeinträchtigt den ästhetischen Wert betroffener Bäume erheblich, und der Ausfall von Ästen führt mit der Zeit zur Löcherbildung in der Krone. Sofern es dem Baum gelingt, den Erreger außerhalb der Hauptachse abzufangen, mag der Baum sich befriedigend weiterentwickeln. Auf ungeeigneten Standorten (zu trockenen Böden) und bei starken Schäden sollte ernsthaft die Entnahme des ganzen Baumes erwogen werden, sofern keine dauerhafte Verbesserung der Baumvitalität möglich erscheint. Ansonsten sollte man die betroffenen Zweige und Äste, sofern erreichbar, großzügig ausschneiden und das Material vernichten. Dort, wo dies möglich ist, sollte man befallene Bäume ausreichend mit Wasser versorgen. Pflanzenschutzmittel sind bei Erkrankungen durch *B. dothidea* an anderen Pflanzenarten erfolgreich einsetzbar (PUNITHALINGAM und HOLLIDAY, 1973), so dass bei Jungbäumen und im Bereich der Baumschule auch die Anwendung zugelassener, möglichst systemischer Fungizide in Erwägung gezogen werden kann. Vorher sollten auch hier tote und kränkelnde Zweige und Äste ausgeschnitten und entsorgt werden. Der Pilz dringt in frische Wunden ein und ist durch Schnittwerkzeug übertragbar, weshalb entsprechende Vorsichtsmaßnahmen insbesondere in der Baumschule angebracht sind. Aufgrund der Infektionsgefahr durch Spritzwasser (Konidienfreisetzung) sollten erkrankte Jungbäume nicht über Kopf gewässert werden.

B. dothidea ist bekanntlich bei vielen Pflanzenarten vorhanden und insofern nicht neu im Gebiet, sondern die Ausprägung von Krankheitserscheinungen dürfte in erster Linie mit der Anfälligkeit der Bäume schwanken. In Deutschland ist angesichts der warm-trockenen Sommer der letzten Zeit die Zunahme von Triebschäden an *S. giganteum* nicht verwunderlich. Gebiete mit sehr hoher Sommerwärme sind offenbar grundsätzlich problematischer für den Mammutbaum, als dies noch vor einigen Jahren angenommen wurde. Insofern muss auch eine ansteigende Erkrankungsrate im Gefolge des außergewöhnlich warmen und trockenen Sommers 2003 befürchtet werden. Da der sichere Nachweis von *B. dothidea* an *S. giganteum* erst an wenigen

Standorten gelungen ist, sind bundesweit weitere Untersuchungen zum Auftreten von *B. dothidea* nötig. Prinzipiell sollte *S. giganteum* künftig sowohl im Bereich des urbanen Grüns wie auch in forstlicher Hinsicht in Mitteleuropa nur dort angepflanzt werden, wo genügend Bodenfeuchtigkeit in tieferen Schichten vorhanden ist und wo nicht hohe Sommerwärme und Bodentrockenheit in Kombination auftreten. Bereits FABRICIUS (1950) brachte es auf den Punkt, indem er ausführte: „Die *Sequoia* entwickelt bei uns nur da ihre volle Wuchskraft, wo sie genügend Bodenfeuchtigkeit findet."

Literatur

BEYSE, R., 2000: 125 Jahre Exotenwald in Weinheim/Bergstraße – Sein Schöpfer und seine Entwicklung. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **85**, 149–157.

BOERNER, F., 1953/1954: Ein einhundertjähriger Mammutbaum in Deutschland. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **58**, 11–13.

BÖHLMANN, D., 1999: Bäume, die in den Himmel streben und mächtiger als Säulen sind. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **84**, 151–166.

BROOKS, F. E., D. M. FERRIN, 1994: Branch dieback of southern California chaparral vegetation caused by *Botryosphaeria dothidea*. Phytopathology **84**, 78–83.

FABRICIUS, W., 1950: Zustands- und Erfahrungsbericht über ausländische Holzarten im Forstbezirk Weinheim. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **56**, 36–59.

FABRICIUS, W., 1959/1960: Die ersten 100 Jahre fremdländischer Baumpflanzungen im Exotenwald zu Weinheim. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **61**, 10–21.

FARR, D. F., G. F. BILLS, G. P. CHAMURIS, A. Y. ROSSMAN, 1995: Fungi on plants and plant products in the United States. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA, 1260 S.

FULDNER, R., 1977: Der Mammutbaum. Seine forstliche Wiederentdeckung und sein möglicher Beitrag zu einem umweltgerechten Waldbau. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **69**, 27–33.

FULDNER, R., 1981: Mammutbäume – Formen und Ertragsleistungen. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **72**, 143–148.

FULDNER, R., 1987: Der Anbau von *Sequoiadendron giganteum* in Deutschland. Holz-Zentralbl. **113**, 548–549.

GUINON, M., J. B. LARSEN, W. SPETHMAN, 1982: Frost resistance and early growth of *Sequioadendron giganteum* seedlings of different origins. Silvae Geneticae **31**, 173-178.

GULLIVER, R. L., 1987: Upper Crown Death of *Wellingtonia* in North Yorkshire. Quart. J. Forest. **81**, 178–180.

HAHN, G. G., 1930: Life-history studies of the species of *Phomopsis* occurring on Conifers. Part I. Trans. Brit. Myc. Soc. **15**, 32–91.

HAHN, G. G., 1957a: A new species of *Phacidiella* causing the so-called *Phomopsis* disease of conifers. Mycologia **49**, 226–239.

HAHN, G. G., 1957b: *Phacidiopycnis (Phomopsis)* canker and dieback of conifers. Plant Dis. Reptr. **41**, 623–633.

KLEINSCHMIT, J., D. L. DEKKER-ROBERTSON, 1994: Herkunftsversuche mit *Sequoiadendron giganteum* ([Lindl.] Buch.). Forstarchiv **65**, 139–146.

KNIGGE, W., 1993: Giant Sequoia (*Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) Buchholz) in Europe. Holz Roh- Werkstoff **51**, 145–155.

KOWALSKI, T., R. D. KEHR, 1992: Endophytic fungal colonization of branch bases in several forest tree species. Sydowia **44** (2): 137–168.

MARTIN, E. J., 1957/1958: Die Sequoien und ihre Anzucht. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **60**, 3–62.

MORELET, M., C. ANDRÉOLI, P. CHANDELIER, J.-E. MÉNARD, 1993: *Botryosphaeria dothidea* agent de Chancre sur *Sequoiadendron giganteum*. Rev. Forest. Franc. **45**, 37–42.

MULDER, J. L., I. A. S. GIBSON, 1973: *Cercospora sequoiae*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 366, 1–2.

MÜNCH, E., 1928: Frostgefährdung wintergrüner Gehölze. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **40**, 175–184.

NIESAR, M., 2003: Hinweis des Pflanzenschutzdienstes Bonn für Forst, Baumschulen/Weihnachtsbaumkulturen und öffentliches Grün vom 24. 07. 03. LWK Rheinland.

PEACE, T. R., 1962: Diseases of *Sequoia*. In: Peace, T. R., 1962: Pathology of Trees and Shrubs. Oxford University Press, Amen House, London, 730 S.

PEHL, L., R. KEHR, A. WULF, 2003: Zwei „neue" Schadpilze. TASPO-Journal **4** (7), 48-49.

PODHORSKY, J., 1940: Die Sequoien Kaliforniens; ihre Bedeutung in ihrer Heimat und für Mitteleuropa. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **53**, 1–29.

PUNITHALINGAM, E., P. HOLLIDAY, 1973: *Botryosphaeria ribis*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. **395**, 1–2.

ROLLINGER, J. L., J. H. LANGENHEIM, 1993: Geographic survey of fungal Endophyte Community Composition in leaves of coastal redwood. Mycologia **85**, 149–156.

SCHARPF, R. F., 1993: *Botryosphaeria* canker. In: Scharpf, R. F., 1993: Diseases of Pacific Coast Conifers. United States Department of Agriculture Forest Service, Agriculture Handbook 521, 200 S.

SCHELLACK, 1923: Hornissen-Schäden an Wellingtonien, *Sequoia gigantea*. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **35**, 245–246.

SCHELLACK, 1932: Hornissen-Schädigungen. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **44**, 413.

SCHENK, I., F. LADURNER, 1981: Sequoien in Südtirol. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **72**, 149–170.

SCHMIDT, TH., 1937: Älteste Mammutbäume in Deutschland. Mitt. Deut. Dendrol. Ges. **49**, 188–189.

SINCLAIR, W. A., H. H. LYON, W. T. JOHNSON, 1989: Diseases of Trees and Shrubs. Cornell University Press, London, 575 S.

SUTTON, B. C., 1980: The Coelomycetes. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England, 696 S.

VAJNA, L., I. SCHWARCZINGER, 1998: A hegyi Mamutfenyö (*Sequoiadendron giganteum*) ág- és vesszöelhalását okozó gombák Magyarországon. Növényvédelem, 133–136.

VERKLEY, G. J. M., 1999: A monograph of the genus *Pezicula* and its anamorphs. Studies in Mycology **44**, 180 S.

WILSON, M., 1937: The *Phomopsis* Diseases of Conifers. Scottish Forestry Journal **51**, 39–45.

WILSON, M., G. G. HAHN, 1929: The history and distribution of *Phomopsis pseudotsugae* in Europe. Phytopathology 19, 979–992.

WORRALL, J. J., J. C. CORRELL, A. H. MCCAIN, 1986: Pathogenicity and teleomorph-anamorph connection of *Botryosphaeria dothidea* on *Sequoiadendron giganteum* and *Sequoia sempervirens*. Plant Disease **70**, 757–759.

Zur Veröffentlichung angenommen: 14. November 2003

Kontaktanschrift: Dr. Rolf Kehr, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Forst, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig