

Drei bis fünf Jahre später kommt es in den Beständen zu ersten gruppenweisen Absterbeerscheinungen. In der Folge bilden sich auffällige, annähernd konzentrische „Sterbelücken“ heraus (Abb. 10). An ihrer Peripherie schreitet der Befall zunächst ungebremst fort, wobei die Ausbreitungsgeschwindigkeit entlang von Kiefernwurzeln bis zu 2 m pro Jahr betragen kann. Erst im Bestandesalter von etwa 50 bis 70 Jahren kommt das Infektionsgeschehen allmählich zum Stillstand.

Befallsbegünstigende Faktoren

Die Infektion wird vor allem durch erhöhte pH-Werte des Oberbodens begünstigt. Bereits ab einem pH (H₂O)-Wert von >5,5 besteht ein gesteigertes Befallsrisiko.



Abb. 10: „Sterbelücken“ in Kiefernstangenholzern auf Kippen des Niederlausitzer Braunkohlenreviers (Bärenbrücker Höhe, mittleres Bestandesalter 16 Jahre [1996] bzw. 26 Jahre [2006], CIR 1:10.000)

Besonders gefährdet sind Bestände auf Carbonat führenden Substraten, meliorierten und zuvor ackerbaulich genutzten Flächen mit kaum entkalktem Oberboden. Auch dichtgelagerte, flachgründige, wechselfeuchte sowie sandige Böden begünstigen den Befall.

Die Wirtsabwehr wird durch periodischen Wassermangel und daraus resultierende Wurzelschäden dauerhaft geschwächt.

Für den Krankheitsverlauf sind mikrobielle Gegenspieler von maßgeblicher Bedeutung. Deren Vitalität wird vor allem durch die Reaktionsverhältnisse und den Feuchtezustand des Bodens gesteuert. Auf Neulandböden erhöht sich durch die geringe Präsenz von Antagonisten bzw. Konkurrenten das Wurzelschwammrisiko erheblich. Grundsätzlich sind Nadelholzreinbestände - aufgrund der größeren Anzahl von Wurzelkontakten zwischen empfindlichen Bäumen - wesentlich stärker durch *Heterobasidion* gefährdet als Laub- / Nadel-Mischbestockungen. Außerdem wird die Ausbreitung des Krankheitserregers durch eine flache Durchwurzelung und hohe Pflanzdichten begünstigt. Da Wurzelschwamm-Arten in besiedeltem Stubbenholz mehrere Jahrzehnte überdauern können, besteht in der folgenden Waldgeneration ein hohes Neuinfektionsrisiko.

Gegenmaßnahmen

Ist der Wurzelschwamm erst einmal in den Bestand eingedrungen, besteht kaum noch eine Möglichkeit, ihn erfolgreich zu bekämpfen. Sowohl die selektive Entnahme infizierter Bäume als auch eine großzügige „Rändelung“ der Befallsherde (Sanitärhiebe) bleiben weitgehend wirkungslos. Im Mittelpunkt der Schadensabwehr stehen deshalb **vorbeugende** Maßnahmen in noch weitgehend **symptomfreien** Beständen.

Das Ziel besteht darin, die Etablierung des Krankheitserregers auf den frischen Schnittflächen zu verhindern (Blockierung der Primärinfektion). Dazu können chemische Substanzen (Harnstoff) und pilzliche Konkurrenten eingesetzt werden. Als vorteilhaft hat sich besonders die Behandlung der Schnittflächen mit Sporen- und Myzelsuspensionen des Riesenrindenpilzes (*Phlebiopsis gigantea*) erwiesen (Abb. 11).



Abb. 11: Fruchtkörper des Riesenrindenpilzes (*Phlebiopsis gigantea*) auf der Schnittfläche eines maschinell behandelten Kiefernstubbens



Abb. 12: Stubbenbehandlung per Harvester mit speziellem Schnittsystem (Lochschwert)

In Deutschland steht hierfür ein Handelspräparat unter der Bezeichnung „ROTEX[®]“ zur Verfügung, welches durch Aufsprühen (maschinell mittels Spezialtechnik am Harvester) oder Bestreichen (manuell) appliziert werden kann (Abb. 12). Um eine ausreichende Wirkung zu erzielen, müssen mindestens 90 % der Stubbenoberfläche von dem Mittel bedeckt sein. Der Deckungsgrad ist durch Zugabe eines Lebensmittelfarbstoffes zu kontrollieren (Abb. 13).

In Polen wird neuerdings versucht, die Ausbreitung des Wurzelschwammes im Bestand durch das Anlegen ringförmiger Barrieren („Quarantäneringe“) um kleinere, sich entwickelnde Befallsstellen (Krankheitszentren) zu begrenzen. Die im Umkreis der „Sterbelücken“ befindlichen Bäume werden dazu gefällt und mit *Phlebiopsis gigantea* behandelt. Durch diese Maßnahme wird im Wurzelsystem eine biologisch aktive Barriere errichtet, die *Heterobasidion* offenbar nicht zu überwinden vermag. Eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg dieser Maßnahme ist allerdings, dass die Befallsherde schon in der Entstehungsphase erkannt werden.



Abb. 13: Lebensmittelfarbe signalisiert den Deckungsgrad der Stubbenoberfläche

Die rechtliche Grundlage des Einsatzes von *Phlebiopsis gigantea* zur Abwehr des Wurzelschwammes bildet in Deutschland die „Liste über Stoffe und Zubereitungen, die in Pflanzenschutzmitteln enthalten sein dürfen, die nach § 6a Abs. 4 Satz 1 Nr. 3 Buchstabe b des Pflanzenschutzgesetzes für landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder gärtnerische Zwecke zur Anwendung im eigenen Betrieb hergestellt werden dürfen“. Alternativ können Durchforstungsarbeiten auch im Winter, bei Lufttemperaturen unter 0 °C, durchgeführt werden. Das Infektionsrisiko ist in dieser Zeit sehr gering, weil die Freisetzung von Wurzelschwammsporen vollständig zum Erliegen kommt.

Kontakt

Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde
Alfred-Möller-Straße 1, 16225 Eberswalde
Tel.: 0 33 34 / 65-109; Fax: 0 33 34 / 65-117
E-Mail: LFE@lfe-e.brandenburg.de
Paul.Heydeck@lfe-e.brandenburg.de

Informationen des Landesforstbetriebes Forst Brandenburg erhalten Sie im Internet unter:

www.mil.brandenburg.de
www.waldwirtschaft-aber-natuerlich.de

Informationen des Landeskompetenzzentrums Forst Eberswalde erhalten Sie im Internet unter:

www.lfe.brandenburg.de

Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.
Brauhausweg 2, 03238 Finsterwalde
Tel.: 0 35 31 / 79 07 16; Fax: 0 35 31 / 79 07 30
E-Mail: d.knoche@fib-ev.de

Impressum

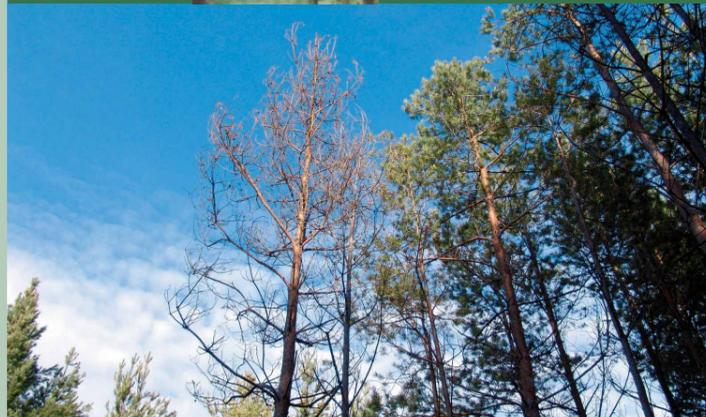
Herausgeber:
Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft
des Landes Brandenburg

Landesbetrieb Forst Brandenburg

Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde

Gesamtherstellung: Druckhaus Eberswalde
Fotos: P. HEYDECK (Abb. 2-9, 11-13, Titelbild),
C. DAHMS (Abb. 1), D. KNOCHE / C. ERTL (Abb. 10)
1. Auflage: 10.000 Exemplare

Eberswalde, im Januar 2010



Informationen für Waldbesitzer

Wurzelschwamm als Krankheitserreger in Acker- und Kippenaufforstungen

Biologische Grundlagen -
Symptomanalyse - Abwehrmaßnahmen



Wurzelstamm ► Ackersterbe / Rotfäule

Wurzelschwamm-Arten sind holzerstörende, Weißfäule verursachende Pilzarten. Sie gelten in den Wäldern der nördlich gemäßigten Klimazone als wirtschaftlich bedeutendste pilzliche Schaderreger.

Es handelt sich um Schwächeparasiten, deren Wirtsspektrum mehr als 200 Gehölzarten umfasst. Wirtschaftlich gravierende Schäden verursachen sie in Nadelholzbeständen, besonders an Fichte („Rotfäule“) und Kiefer („Ackersterbe“). Ferner können auch Laubbäume, wie Birken, Buchen, Eichen und Ebereschen, infiziert werden. Die Schadwirkung ist dort allerdings deutlich geringer.

Eine Ausnahme bildet die aus Nordamerika stammende Rot-Eiche, - sie kann stärker infiziert werden. In Europa unterscheidet man gegenwärtig drei Wurzelschwamm-Arten, die sich bezüglich ihrer Verbreitung, Wirtsspezifität und Fruchtkörpermorphologie unterscheiden: **Kiefern-Wurzelschwamm** (*Heterobasidion annosum*), **Fichten-Wurzelschwamm** (*Heterobasidion parviporum*) und **Tannen-Wurzelschwamm** (*Heterobasidion abietinum*).

Schadwirkung

Bei der harzreichen Kiefer beschränkt sich der Befall auf den Wurzelbereich, wo eine Weißfäule entsteht. Da hier auch die lebende Zellschicht, das sogenannte Kambium, zerstört wird, sterben die betroffenen Bäume rasch ab (Abb. 1). Ein Holzabbau im Stamm findet hingegen kaum statt. Betroffen sind speziell Erstaufforstungen ehemals landwirtschaftlich genutzter Flächen („Ackersterbe“) sowie Rekultivierungsbereiche, insbesondere des Braunkohlenbergbaus.

Befallsschwerpunkte in Brandenburg bilden gegenwärtig Kiefernstangenhölzer auf jungen Kippenböden im Süden des Bundeslandes. Natürliche Waldstandorte bleiben von den Schäden meist verschont. Die Infektionsprozesse werden dort durch das wesentlich stärker entwickelte Gegenspielerpotenzial (Mikroorganismen) begrenzt. Im Gegensatz zur Kiefer entsteht bei harzarmen Nadelbaumarten mit Kernfäuleempfindlichkeit (Fichte, Tanne)



Abb. 1: Wurzelschwamm-Schäden in einer Kippenaufforstung mit Kiefer

in den zentralen Stammbereichen (Reifholz) eineausgedehnte Weißfäule, nachdem der Erreger über das Wurzelsystem eingedrungen ist. Da der Kambialbereich erst sehr spät tangiert wird, führt der Befall nicht zum raschen Absterben der infizierten Bäume. Der technische Schaden ist hier weit bedeutsamer als die Mortalität. Selbst auf gewachsenen Waldstandorten können ca. 20 % des Fichtenstammholzes entwertet sein. Zudem erhöht sich die Windbruchgefahr beträchtlich. Bei der Fichte spricht man wegen der rotbraunen Färbung des besiedelten Holzes allgemein von „Rotfäule“ (Abb. 2).



Abb. 2: „Rotfäule“ an einer älteren Fichte

Symptome

Erkrankte **Kiefern** zeigen ein deutlich vermindertes Sprosswachstum. Aufgrund der rasch fortschreitenden Wurzelschädigung setzt schon wenige Jahre nach der Infektion - meist schlagartig - eine Braunfärbung der Kronen bzw. Entnadelung der Bäume ein (Abb. 3).

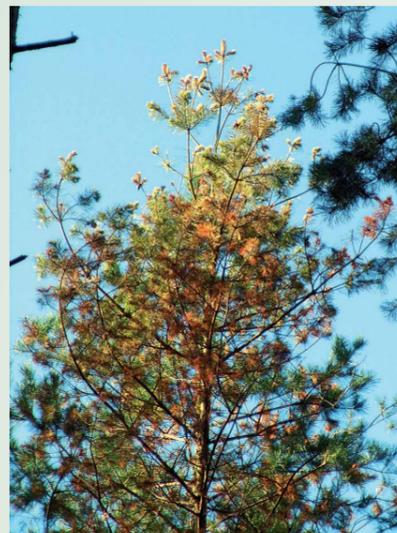


Abb. 3: Drastisch reduziertes Triebwachstum und rasche Braunfärbung der Nadeln



Abb. 4: „Sterbelücke“ in einer Erstaufforstung



Abb. 5: Wurzelschwamm - Myzel an einer Kiefernwurzel (Rindenschuppen entfernt)

In den Beständen bilden sich kreisförmige „Sterbelücken“ (Abb. 4, 10). Mitunter kommt es zur vollständigen Bestandesauflösung. An infizierten Wurzeln erkennt man unter den Rindenschuppen Überzüge aus seidenpapierartig-dünne Myzel des Erregers (Abb. 5).



Abb. 6: Kreisförmiger Umriss der „Rotfäule“ im Fällschnitt eines Fichtenstammes

Bei der **Fichte** tritt im fortgeschrittenen Krankheitsstadium eine flaschenförmige Verdickung des Stammgrundes auf, oft begleitet von Harzfluss. Nach dem Fällen des Baumes findet man im Reifholz des Stammes eine zentrisch gelegene, kreisförmig gestaltete, rotbraun gefärbte Fäule (Abb. 6), deren Durchmesser nach oben hin

abnimmt. In der Endphase des Abbauprozesses kommt es zu einem schalenförmigen Ablösen der Jahrringe (faseriger Zerfall des Holzes). Das stark vermorschte Substrat zeigt weiße Flecken mit dunklem Inhalt (Abb. 7).



Abb. 7: Endstadium der Holzersetzung an Fichte

Den sichersten Beleg für das Vorliegen einer Wurzelschwamm-Infektion liefern die 5 bis 20 cm breiten, konsolen- oder krustenförmigen, korkartig-zähen (mehrjährigen) Fruchtkörper des Pilzes (Abb. 8). Sie erscheinen an Stubben, Wurzelanläufen oder oberflächigen Wurzeln zumeist abgestorbener Bäume, oft bedeckt mit Nadelstreu.



Abb. 8: Hut- und krustenförmig gestaltete Wurzelschwamm - Fruchtkörper

Infektionsgeschehen in Kiefernbeständen

In Erstaufforstungsbeständen ist der Wurzelschwamm zunächst noch nicht vorhanden. Die Primärinfektion erfolgt durch Basidiosporen unmittelbar nach Lägerungs- bzw. Durchforstungsmaßnahmen über die Schnittflächen frischer Baumstubben (Abb. 9).

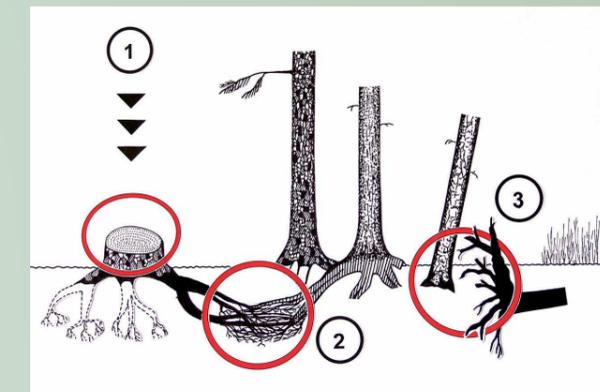


Abb. 9: Infektionsweg des Kiefern-Wurzelschwamms in Erstaufforstungen

- 1: Besiedelung frischer Stubben-Schnittflächen durch Basidiosporen (Primärinfektion)
- 2: Infektion benachbarter Bäume über Wurzelkontakte (Sekundärinfektion)
- 3: Entstehung von Sterbelücken

Besiedelt werden in aller Regel Stubben ab einem Durchmesser von ca. 10 cm, was einem Bestandesalter zwischen 15 und 20 Jahren entspricht. Als kritisch gelten die ersten Stunden bis Tage nach dem Eingriff. Später wird die Etablierung des Krankheitserregers durch pilzliche Konkurrenten verhindert. Rucke- oder Schälsschäden stellen für *Heterobasidion* keine bedeutsamen Eintrittsporten dar. Nach erfolgreicher Stubbenbesiedelung geht der Erreger durch Wurzelkontakte auf benachbarte, bis dahin befallsfreie Bäume über (Sekundärinfektion).