

An

# Forstschutz Aktuell

*Bitte an den zuständigen Forstschutzreferenten weiterleiten!*

Absender

**Bundeforschungs- und Ausbildungszentrum  
für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)  
Institut für Waldschutz  
Seckendorff-Gudent-Weg 8  
A-1131 Wien**

## Impressum

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Presserechtlich für den Inhalt verantwortlich:  
Dipl.-Ing. Dr. Harald Mauser

Bundeforschungs- und Ausbildungszentrum  
für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)  
Seckendorff-Gudent-Weg 8

A-1131 Wien

Tel. +43-1-87838 0

Fax: +43-1-87838 1250

Redaktion: Gottfried Steyrer,  
Christian Tomiczek, Christian Lackner  
Layout: Johanna Kohl

Bezugsquelle:

Bundeforschungs- und Ausbildungszentrum  
für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)  
- Bibliothek

Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien

Tel. +43-1-87838 1216

Preis: 6,— Euro

P-ISSN 1815-5103

E-ISSN 1815-5111

Nr. 36

Juli 2006



2

Bernhard PERNY, Hannes KREHAN und Thomas L. CECH

**Aktuelle Forstschutzprobleme im Frühjahr 2006**

6

Thomas L. CECH und Martin BRANDSTETTER

***Stigmia pulvinata* –  
assoziiert mit Zweigsterben und Kronenverlichtung  
von Linden (*Tilia* sp.) in Österreich**

7

Heimo SCHODTERER

**Bundesweites Wildeinflussmonitoring (WEM)**

13

James CONNELL und Gottfried STEYRER

**Vitalität von Raupen und ihre Bedeutung für die  
Entwicklung zum Schmetterling**

17

Andreas PFISTER, Thomas L. CECH und Hannes KREHAN

**Schäden als Folge von Spechtschlag**

20

Thomas KIRISITS und Thomas L. CECH

**Entwickelt sich die *Dothistroma*-Nadelbräune zu  
einem Forstschutzproblem in Österreich?**

27

Stefan SMIDT und Friedl HERMAN

**Fichtenwälder sind durch Ozon und  
Klimaänderung gefährdet**



Institut für Waldschutz

# Aktuelle Forstschutzprobleme im Frühjahr 2006

Bernhard PERNY, Hannes KREHAN und Thomas L. CECH

## Abstract

### Current forest health problems in spring 2006

Enormous amounts of snowfall, occurring in two waves during winter 2006, led to outraging snow break in many parts of Austria, affecting both young and old stands. An increase of bark beetle problems, especially *Pityogenes chalcographus*, is expected.

Damage by frost impact was observed in young stands of Douglas fir in the Burgenland and Lower Austria and in stands of European larch, mostly in Styria. Douglas fir was damaged by winter frost as well as frost drought. The weakened or dying parts of Douglas fir where often infested by secondary factors like small bark beetles (*Pityophthorus pityographus*) and Phomopsis bark disease (*Phomopsis pseudotsugae*). The reasons for liability to frost can be found in the long, hard winter of 2005/2006 and a perennial slight infestation of the trees by Woolly Aphid (*Giletella cooley*) and Sooty needle cast (*Phaeocryptopus gäumanni*). Remarkable is the noticeable occurrence of spider mites on Douglas fir, found only rarely so far.

In 2003, due to drought stress in urban areas, there was an increase of infestations by Leopard Moth (*Zeuzera pyrina*) mostly on ash, maple and lime trees. An outstanding outbreak of *Z. pyrina* along an avenue in a suburb of Vienna led to intensive sanitary felling of a large number of trees.

Like every year in some parts of Austria moths of the genus *Yponomeuta* occurred in masses predominantly on *Prunus padus*, which often lead to defoliation and total wrapping of trees with web. The moth *Gelechia turpella* was observed in Vienna on an old poplar wrapping the stem completely with web of the pupating larvae.

A mass outbreak of the weevil *Otiorrhynchus ligustici*, which is an agricultural pest, was observed in a village near Gänserndorf/Lower Austria. The surrounding gardens were infested by hundreds of beetles which were more of an annoyance than a damaging pest.

Willow anthracnosis, caused by *Pollaccia salicicola*, is reported from willows in Styria, Austria.

Keywords: Snow break, frost, Leopard Moth, *Yponomeuta*, *Otiorrhynchus ligustici*

Schlüsselworte: Schneebruch, Frost, Blausieb, *Yponomeuta*, *Otiorrhynchus ligustici*

### Schneebruch erhöht Borkenkäfergefahr

Durch die enormen Schneemassen, die im Winter 2005/2006 in zwei Wellen gefallen sind, kam es in vielen Teilen Österreichs zu ausgedehnten Schäden durch Schneebruch. Stangenhölzer wie auch ältere Bestände waren vor allem in Nieder- und Oberösterreich betroffen.

Besonders in jenen Gebieten, in denen der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) bereits ein Problem darstellt, kann sich die Lage noch weiter zuspitzen. Regional sind die Schadholzmengen bzw. der Arbeitsanfall aufgrund zeitintensiver Aufarbeitungsmaßnahmen der verstreuten Wipfelbrüche so hoch, dass eine rechtzeitige Abfuhr oder mechanische Behandlung des Holzes nicht möglich ist. Hier wird seitens der Behörden ein Einsatz von Insektiziden in Erwägung gezogen.

### Schäden an Douglasie und Lärche durch Frost und begleitende Faktoren

Anfang Mai wurden in einem Forstbetrieb im mittleren Burgenland Schäden an jungen Douglasien gemeldet. Diese waren über das ganze Revier verteilt und wiesen einheitlich rotbraune Verfärbungen der oberen Krone auf. Bei einer Begehung vor Ort konnte als Ursache Frost und insbesondere Frosttrocknis (Abbildung 1) festgestellt werden. In letzter Zeit führte dies regelmäßig (alle zwei bis drei Jahre) zu empfindlichen Ausfällen bei Jungpflanzen bis zum Dickungsalter, gelegentlich auch bei älteren Bäumen.

Bei den meisten betroffenen Pflanzen waren Knospen, Nadeln und Triebe abgestorben oder zumindest stark geschädigt. Die noch lebenden, stärkeren Pflanzenteile waren frisch vom Furchenflügeligen Fichtenborkenkäfer (*Pityophthorus pityographus*) befallen. Bereits im Vorjahr war auf einer anderen Fläche mit ähnlichen Symptomen neben Frost und diesem kleinen Borkenkäfer noch die Rindenschildkrankheit der Douglasie (*Phomopsis pseudotsugae*) am Absterben der Kronenpartien beteiligt. Der lang andauernde, kalte Winter sowie eine latente Schwächung durch die Rußige Douglasienschütte (*Phaeocryptopus gäumanni*) und die Douglasienwolllaus (*Gilletella cooley*) sind Mitverursacher dieser Douglasien-Schäden.

Im selben Zeitraum wurden ähnliche Schäden aus dem nördlichen Niederösterreich gemeldet. Auch die Lärche war von Frostschäden betroffen. Vor allem in der Steiermark wurden Schäden an den jungen Maitrieben durch Spätfrost beobachtet.



Abbildung 1:  
Frosttrocknisschäden an  
Douglasie im Burgenland

Figure 1:  
Damage by frost drought on  
Douglas fir in Burgenland

Weiterhin sehr häufig und massiv vorhanden ist die Rußige Douglasienschütte, die vor allem nach mehrjährigem Befall die Widerstandsfähigkeit der Bäume gegen andere Faktoren senkt. Auffallend ist, dass auf fast allen Nadelproben von Douglasie auffallende Saugschäden durch Spinnmilben zu finden sind. Bisher waren diese Schadorganismen an Douglasie noch nicht in größerem Ausmaß aufgetreten.



Abbildung 2:  
*Yponomeuta* sp.:  
Eingesponnener Stamm

Figure 2:  
*Yponomeuta* sp.:  
Trunk warped with air web

## Schorfkrankheit der Weiden

Aus der Steiermark (Bezirk Judenburg) wurde Anfang Juni von absterbenden Trieben verschiedener Weidenarten berichtet. Untersuchungen von Proben am BFW ergaben Trieb- und Zweigsterben unter schwarzbrauner Verfärbung der Rinde. Ursache für dieses als Schorf bekannte Schadbild sind gewöhnlich drei gemeinsam auftretende Mikropilze. Im konkreten Fall wurde nur einer davon, nämlich *Pollaccia salicicola* identifiziert. Obwohl die Symptome im Frühjahr auffällig sind, ist nicht mit nachhaltigen Schäden zu rechnen.

## Gespinstmotten

Auch im Frühling 2006 waren in vielen Teilen des Bundesgebietes entlang von Wasserläufen die bizarren Verwandlungskünste der Gespinstmotten (*Yponomeuta* sp.) zu beobachten (Abbildung 2 und 3). Im Extremfall waren größere Waldteile in die Gespinste der gefräßigen Schmetterlingsraupen gehüllt. Der Fraßschaden beschränkte sich im Wald allerdings vor allem auf die Traubenkirsche sowie auf andere Rosaceen-Arten.

Dass neben der Gattung *Yponomeuta* auch andere Motten Bäume „einspinnen“ können, zeigte sich an einer großen Pappel in Wien im Bereich der Dresdnerstraße. Hier waren die unteren vier Meter des Stammes komplett bis zum Boden eingesponnen (Abbildung 4). Unter dem



Abbildung 3:  
*Yponomeuta* sp.: Raupennest  
kurz vor Verpuppung

Figure 3:  
*Yponomeuta* sp.: Caterpillars  
tent short before pupation



Abbildung 4:  
*Gelechia turpella*: Gespinst an  
Pappelstamm

Figure 4:  
*Gelechia turpella*:  
Air web covered trunk of a poplar



Abbildung 5:  
Blausieb (Falter)

Figure 5:  
Leopard Moth (adult)

Gespinst fanden sich bereits mehrheitlich Puppen. Obwohl der überwiegende Teil der Individuen bereits vorzeitig gestorben und die verbliebenen Raupen und Puppen ebenfalls nicht völlig vital waren, schlüpfen im Labor des Instituts für Waldschutz einige Falter. Gemeinsam mit Peter Buchner, Mottenexperte aus Schwarza/NÖ, gelang die Bestimmung des Schmetterlings als *Gelechia turpella*, eine ausschließlich auf Pappeln lebende Mottenart. Der Schaden durch einen starken Lichtfraß in einer Kronenhälfte war nicht unerheblich. Der eigentliche Anlass für eine Bekämpfungsmaßnahme war aber durch eine gleichzeitig stattfindende Blattläuse-Invasion gegeben, die aufgrund der massenhaft ausgeschiedenen klebrigen Stoffwechselprodukte für eine erhebliche Belästigung sorgten. Überhaupt scheinen saugende Insekten und Milben, wie auch viele Blatt- und Nadelpilze, durch das bereits zweite kühl-feuchte Frühjahr stark zuzunehmen.

### Hohe Blausieb-Population

Für großes Aufsehen sorgte im Frühjahr 2006 die Fällung von insgesamt 154 Bäumen (vorwiegend Eschen) im Bereich der Altmannsdorfer Straße, einer Hauptverbindungsstraße in Wien, aufgrund eines massiven Befalles durch Schmetterlingsraupen von *Zeuzera pyrina* (Blausieb; Abbildung 5). Mitarbeiter des Institutes für Waldschutz beurteilten die Schadenssituation. Sie stellten fest, dass der Blausiebbefall deutlich über das durchschnittlich zu beobachtende Ausmaß auftrat.

Die schädigende Wirkung einer Besiedelung eines Laubbaumes durch die Holz bohrende Schmetterlingsart ist primär auf den intensiven Fraß der Raupen im Bastgewebe und im Holzkörper von lebenden Bäumen gegeben. Die Raupengänge sind etwa 20 cm lang. Im Zuge des zweijährigen Entwicklungszyklus können von einer Raupe auch mehrere Raupengänge angelegt werden. Je größer die



Abbildung 6:  
Blausieb-Befall an Linde in  
Baden

Figure 6:  
Leopard Moth: Damage on Lime  
tree in Baden

Raupe (in späteren Raupenstadien) wird, umso stärkere Äste bzw. Stammabschnitte werden ausgehöhlt. Die Folgen für den Baum sind eine Beeinträchtigung des Saftstromes sowie der Bruchfestigkeit und eine weitere Gefährdung durch Wundfäulepilze (Abbildung 6).

Im letzten Jahr sind in verschiedenen Städten Österreichs vermehrt Meldungen über Bohrlöcher an Laubbäumen als Folge eines Blausiebbefalles gemeldet worden. Vermutlich wegen der Sommertrockenheit 2003 und dem Folgestress dürfte sich die Blausiebpopulation in jüngster Zeit deutlich aufgebaut haben.

Bisher wurde dieser Holzbohrer niemals in großem Ausmaß vorgefunden. Es wurden meist nur einzelne Äste oder Stammabschnitte von den Larven befallen, sodass durch Entfernung der betroffenen Stellen (Gesundschneiden) keine weiteren Maßnahmen erforderlich waren. Im Falle einer starken Schädigung des Baumes sollte aus Sicherheitsgründen der Baum entfernt werden,

um Unfälle durch Stammbruch oder Astbruch vorzubeugen. Wirkungsvolle alternative Bekämpfungsmethoden zur akuten Bekämpfung des Blausiebes gibt es nicht. Weder Insektizidanwendungen noch biologische Verfahren kommen für eine erfolgreiche Bekämpfung dieses im Holz verborgenen Schädlings in Frage. Wichtigster natürlicher Feind ist der Specht, er kann aber die Einbohrung der Larven und damit die Schädigung des Baumes nicht verhindern.

Der starke, überdurchschnittliche Befall in dieser stark frequentierten Wiener Hauptverbindung machte das Fällen und das anschließende Verbrennen zur Vermeidung von Unfällen und der weiteren Ausbreitung des Schädlings notwendig.

### Rüsselkäfer-Invasion

Eine bemerkenswerte Massenvermehrung von Rüsselkäfern konnte in einer Siedlung in Gänserndorf-Süd beobachtet werden. Da die betroffene Siedlung an eine Waldfläche angrenzt und diese zuerst als Ausgangsort der Käferinvasion vermutet wurde, war das Institut für Waldschutz gefordert: Das Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) konnte nach einem Lokalausweis Mitte April 2006 den Käfer als Liebstöckel- oder Luzernerüssler (*Otiorrhynchus ligustici*) bestimmen (Abbildung 7). Diese Rüsselkäferart ist unter bestimmten Bedingungen in der Lage, sich an trocken-warmen Standorten - untypisch für die gesamte Käfergattung – lokal explosionsartig zu vermehren und von den Feldern in die Gärten der angrenzenden Siedlungen einzufallen. Dort kommt es dann durch die massenhaft auftretenden Käfer zu stärkeren Fraßschäden.

Im vorliegenden Fall dürfte sich die Massenvermehrung (Abbildung 8) in dem Feld, das teilweise von der Siedlung eingeschlossen ist, entwickelt haben und durch die Witterung 2003 und 2004 sowie durch eine, von den Anrainern erwähnte Umstellung der Bewirtschaftung begünstigt worden sein. Angekündigt hat sich dieses Ereignis bereits ein Jahr vorher, als im nördlichen Teil der Siedlung die Rüsselkäfer schon merklich häufiger aufgetreten sind.

Besonders gefürchtet ist der Fraß der Käferlarven an Luzerne bzw. Klee und Hopfen, also an nicht forstlichen Pflanzen. Im Zuge dieser Vermehrung fand man Fraßschäden (Abbildung 9) vor allem an Primeln, Erdbeeren, Hauswurz und Japanischer Quitte (*Chaenomeles japonica*). Im Zuge des landwirtschaftlichen Exkurses und der Sichtung von mehreren hundert Käfern fanden sich als typisch forstliche Arten jeweils ein Zangenbock (*Rhagium inquisitor*) und ein Großer Brauner Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*), die tatsächlich vom Wald eingewandert sein dürften oder möglicherweise mit einem Sack Rindenmulch eingeschleppt wurden.

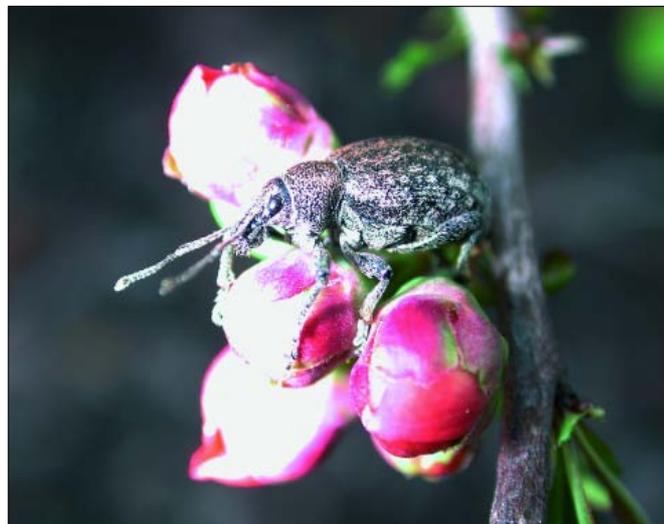


Abbildung 7:  
*Otiorrhynchus ligustici*  
(Käfer)

Figure 7:  
*Otiorrhynchus ligustici*  
(Beetle)



Abbildung 8:  
*Otiorrhynchus ligustici*:  
Akrobatische Einlage am Abgrund eines Einmachglases!

Figure 8:  
*Otiorrhynchus ligustici*:  
Beetle pyramid trials on the brink!



Abbildung 9:  
*Otiorrhynchus ligustici*:  
Fraß an *Primula* sp.

Figure 9:  
*Otiorrhynchus ligustici*:  
Beetles feeding on *Primula* sp.

# ***Stigmina pulvinata* – assoziiert mit Zweigsterben und Kronenverlichtung von Linden (*Tilia* sp.) in Österreich**

Thomas L. CECH und Martin BRANDSTETTER

## **Abstract**

### ***Stigmina pulvinata* – twig dieback and crown thinning of Limes (*Tilia* sp.) in Austria**

Crown thinning as a consequence of twig dieback is reported from urban sites in Vorarlberg and Upper Austria. The microfungus *Stigmina pulvinata* is associated with the phenomenon which was observed first in spring 2006. It can be assumed that there is causal relationship to the drought in 2003.

Keywords: *Tilia*, twig dieback, crown thinning, *Stigmina pulvinata*, Austria

Schlüsselworte: Linde, Zweigsterben, Kronenverlichtung, *Stigmina pulvinata*, Österreich

## **Aggressives Wachstum eines saprophytischen Pilzes**

Linden gelten im Allgemeinen als robuste Bäume. Meldungen über Absterbensfälle waren in Österreich bislang selten. Das änderte sich im Mai dieses Jahres, als aus Vorarlberg Berichte über massive Kronenverlichtungen bei Linden aller Altersstufen am Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) einlangten. Die Bäume hatten nur schwach ausgetrieben und es fanden sich zahlreiche abgestorbene Feinzweige.

Untersuchungen am Institut für Waldschutz ergaben, dass der Mikropilz *Stigmina pulvinata* Kunze ex Link mit dem Absterben der Feinzweige assoziiert war. Seine Pathogenität war bisher nicht bekannt war. *Stigmina pulvinata*, früher unter dem Namen *Coryneum pulvinatum* Link bekannt, gilt als Saprophyt an Zweigen und Ästen verschiedener Lindenarten.

Bei allen untersuchten Proben war diese Art an frisch abgestorbenen und absterbenden Zweigen in Form zahlreicher Fruktifikationen vorhanden. Es ist daher zu befürchten, dass diese Art unter bestimmten Umständen zu aggressivem Wachstum übergehen kann. Bemerkenswert ist, dass sich ein offenbar rindenpathogener Pilz in Kronen ausgewachsener Bäume derart ausbreiten kann, dass ein empfindlicher Verlust an Blättern und Zweigen eintritt. Dafür gibt es in der Forstpathologie kaum Beispiele. Die Folgen für die Bäume sind noch weitgehend



Abbildung 1:  
Lindenast mit Zweigsterben

Figure 1:  
Branch of *Tilia* with twig dieback



Abbildung 2:  
Sporenlager von  
*Stigmina pulvinata*

Figure 2:  
Conidiomata of  
*Stigmina pulvinata*



Abbildung 3:  
Sporen von  
*Stigmina pulvinata*

Figure 3:  
Conidia of  
*Stigmina pulvinata*

unklar, ebenso wie die Voraussetzungen dieser plötzlichen „Verhaltensänderung“ des Pilzes. Für letztere liegt die Vermutung eines Zusammenhanges mit dem Trockenjahr 2003 nahe, wofür auch das überregionale Auftreten der Schäden spricht (Engesser *et al.* 2006).

### Schäden in Vorarlberg und Oberösterreich

Fachkollegen aus Bayern sowie der Schweiz bestätigten eine weite Verbreitung des Phänomens bei Linden, allerdings bislang nur im urbanen Bereich. In der Schweiz sind die Schadbilder seit dem Vorjahr bekannt (Engesser *et al.* 2006).

Die ersten Fälle dürften schon im Jahr 2004 aufgetreten sein: Am Institut für Waldschutz des BFW wurde *Stigmia pulvinata* im Mai 2004 auf absterbenden Lindenzweigen, die aus Bayern stammten, diagnostiziert

(Herbarbeleg BFW 2006/29). In Österreich wurden diese Schäden bis Mitte Juni 2006 ebenfalls nur im urbanen Bereich beobachtet. Bestätigt sind sie in mehreren Gemeinden Vorarlbergs (Dornbirn, Frastanz, Feldkirch) sowie in Oberösterreich (Linz).

### Verwechslungsgefahr

Ebenfalls häufig sind zurzeit allerdings auch reine Blattschäden bei Linden, die durch die Blattbräune *Apiognomonia tiliae* hervorgerufen werden. Im Extremfall kann es durch die Blattverluste zu starken Verlichtungen kommen, freilich ohne das massive Zweigsterben.

### Literatur

Engesser, R., Forster, B., Meier, F. und Odermatt, O. 2006: Waldschutzsituation 2005 in der Schweiz. AFZ-Der Wald (7): 385-387.

## Bundesweites Wildeinflussmonitoring (WEM)

Heimo SCHODTERER

### Abstract

#### Austrian standardized monitoring of game influence on forest recreation

In order to cover the information gap concerning game influence on forest recreation within administrative districts in Austria, a new monitoring method based on "adaptive sampling" has been launched. From data of at least 40 samples in each district, the influence of browsing is classified in none- or light (influence), medium or heavy. The method was given official consent of the forest and hunting authorities and the results are expected with lively interest. The survey method is kept simple for economic reasons and gives a result for every district. As this cannot be simply summarised to results for regions or the whole of Austria, the results have to be statistically weighted. The first analysis will show the level of game influence in the districts and a repetition of the survey after three years will show the trend.

Keywords: Browsing, game influence, monitoring, forest recreation, forest-game-ecology

Schlüsselworte: Verbiss, Wildeinfluss, Monitoring, Waldverjüngung, Wald-Wild-Ökologie

### Geschichte

Bundesweite Daten über Verjüngung und Verbiss lieferte bisher nur die Österreichische Waldinventur (ÖWI). Ab 1970 wurde die freistehende Jugend auf temporären Flächen erhoben und das Verbissprozent je Baumart in Zehnteln der Stammzahl angegeben.

Die Zunahme von Naturverjüngung erforderte eine differenziertere Beurteilung der Verbisssituation. Im Gegensatz zur Aufforstung mit Mindestpflanzenzahl stellt in einer stammzahlreichen Naturverjüngung nicht mehr jede verbissene Pflanze automatisch einen Schaden dar.

Die ÖWI erhebt seit 1986 auch die Naturverjüngung unter Schirm (auf permanenten Probeflächen). Beurteilt wird zuerst, ob die Anzahl der unverbissenen Pflanzen das Verjüngungsziel erreicht. Wenn dies nicht der Fall ist, beurteilt man, ob und in welchem Ausmaß Verbiss dafür verantwortlich ist. Die Verjüngungsdaten der ÖWI werden auf Bundes- und Landesebene ausgewertet, für die Beurteilung des Wildeinflusses auf Bezirksebene ist das Probeflächennetz zu weitmaschig.

Österreichweite Angaben über die Verbisssituation in den Bezirken gibt es im jährlichen Österreichischen Waldbericht und Wildschadensbericht des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLF) gemäß §16 FG. Die Angaben

beruhen auf gutachtlichen Einschätzungen der Bezirksforstinspektionen (BFI), die an das BMLF gemeldet und zusammengefasst werden.

Neben den auf statistischen Erhebungen beruhenden ÖWI-Ergebnissen und den Schätzungen der BFI führten einige Bundesländer (V, T, OÖ, NÖ, ST) Verjüngungs- und Verbisserhebungen nach unterschiedlichen Methoden durch (Stagl 2001).

Der lange gehegte Wunsch nach nachvollziehbaren und vergleichbaren Daten für die Bezirke bekam im Jahr 2001/2002 durch die Kritik an der Tiroler Verjüngungszustandsinventur (VZI) seitens der Tiroler Jägerschaft die erforderliche Dringlichkeit. Damit konnte die Entwicklung einer von Forst- und Jagdwirtschaft anerkannten Methode für alle Bundesländer in Angriff genommen werden.

2002 wurde am Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) eine Arbeitsgruppe für ein bundesweites Wildeinflussmonitoring gebildet und unter Mitarbeit der Bundesländer Steiermark, Oberösterreich und Tirol eine Erhebungsmethode erarbeitet. Die Länder wollten dabei natürlich den Kontext zu ihren früheren Erhebungen nicht völlig verlieren. Zu Beginn des Jahres 2004 wurde die Methode den Forstdirektoren und den Landesjägermeistern vorgestellt und fand allgemeine Zustimmung. Lediglich Vorarlberg wollte vorerst bei seinem Kontrollzaunsystem bleiben. Im Mai 2004 wurden vom BMLF die Richtlinien mit den Mindestanforderungen an die Erhebung nach bundesweit einheitlichem Standard ausgesandt.

Es wurde vereinbart, nach der dreijährigen Erhebung und der ersten Auswertung eine Evaluierung der Methode durchzuführen. Der Bund finanziert die Erhebung zu 60 % mit einem Betrag von 90 Euro je Probefläche für 40 Probeflächen je Bezirk.

## Ziele und Rahmenbedingungen des WEM

Ziel des WEM ist, mit einer konsensfähigen Methode möglichst kostengünstig objektive Daten über Intensität und Entwicklung des Wildeinflusses in den Bezirken zu bekommen.

- **Ökonomie:** Das Verfahren musste auf einfach, eindeutig und kostengünstig erhebbaren Parametern beruhen. Die Größe der Probefläche beträgt daher maximal 100 m<sup>2</sup>, je Bezirk sind aus Gründen der statistischen Genauigkeit mindestens 40 Flächen nötig. Die Probepflanzenzahl wird aus Kostengründen nach oben limitiert. Die Vergleichbarkeit mit früheren Erhebungen der Länder soll so weit wie möglich gewahrt werden.
- **Politik:** Erhebungs- und Auswertemethode sollten von Anfang an von Forst (Landesforstdirektoren) und Jagd (Landesjägermeister) anerkannt und mitgetragen werden.

- **Wissenschaftliche Begleitung:** Die Erhebung sollte methodisch objektiv, nachvollziehbar und in allen Ländern einheitlich durchgeführt werden. Deshalb wurden begleitende Beratung bei Einschulung und Erhebung sowie Qualitätssicherung durch Kontrollerhebungen vorgesehen. Die Auswertung erfolgt zentral am BFW.

Die **Österreichische Waldinventur** erhebt die Verjüngung auf dem regelmäßigen Inventurraster und wahrt dadurch den exakten Flächenbezug. Die Verdichtung dieses Netzes für Aussagen auf Bezirksebene würde zwar ein besseres Ergebnis liefern als das WEM, würde aber den zur Verfügung stehenden finanziellen und personellen Rahmen bei Weitem sprengen. Um je Bezirk mindestens 40 Jugendflächen zu bekommen, wären mindestens 270 Inventurpunkte pro Bezirk nötig. (Zur Methode und Auswertung der ÖWI-Jugenderhebung siehe Schodterer 2001).

Der Vorteil der ÖWI gegenüber dem WEM ist der exakte Flächenbezug durch die Erhebung nach einem exakten Flächenraster. Die ÖWI liefert Informationen über die Waldfläche, die verjüngungsnotwendige Fläche, die verjüngte Fläche, die Fläche mit fehlender Verjüngung, die flächenmäßige Veränderung. Alle Größen können hochgerechnet und mit bekanntem Fehlerrahmen in Hektar angegeben werden. Demgegenüber kennt das WEM durch das Abgehen vom starren Raster die absolute Größe der eigenen Grundgesamtheit nicht.

Die ÖWI nimmt anhand des mehrjährigen Leittriebverbisses eine Beurteilung des Wildschadens auf den Verjüngungsflächen vor. Die Probefläche hat mit 300 m<sup>2</sup> eine wesentlich bessere Baumartenrepräsentanz und eignet sich daher wesentlich besser zur Verjüngungsanalyse.

**Kontrollzäune** liefern für bestimmte Fragestellungen noch immer die besten Ergebnisse: Wo Verjüngung verbissbedingt ausbleibt oder Baumarten selektiv verschwinden, ist dies nur mittels Zaun einwandfrei beweisbar, allerdings ist anthropogene Beeinflussung nicht auszuschließen (Reimoser und Suchant 1991). Die Errichtung und Erhaltung eines Vergleichszaunes ist sehr teuer und nicht überall möglich. Sehr steile Lagen mit viel Schnee oder fernab der Forststraßen eignen sich nicht. Für diese Waldteile fehlt dann bei einer Beschränkung auf Zäune die Information. Aufgrund der hohen Kosten wird ein Zaun meist erst über beginnender Verjüngung errichtet, ein völliges Ausbleiben von Verjüngung wird bei solcher Vorgangsweise nicht erfasst.

Das WEM schließt die Informationslücken der beiden anderen Verfahren, kann diese also sehr gut ergänzen, jedoch nicht ersetzen. Die Ergebnisse dürfen daher nur in dem dafür vorgesehenen Rahmen interpretiert werden.

## WEM-Erhebung

Von den Landesforstdiensten werden Kartenunterlagen für die Bezirke erstellt. Der Erhebungsraster wird so gewählt, dass mindestens 40 weidefreie Jugendflächen ausgewertet werden können. Die Rasterpunkte werden terrestrisch eingemessen oder mit GPS-Geräten aufgesucht. Ist der Rasterpunkt zur Erhebung nicht geeignet, wird die Fläche verlegt (Abbildung 1). Dabei wird entweder in Zehnmeterschritten in den Haupthimmelsrichtungen gesucht (zum Beispiel im Flachland), oder es wird eine „Suchspirale“ im Uhrzeigersinn abgeschritten, bis ein geeigneter Aufnahmepunkt erreicht ist (empfehlenswert im Gebirge).

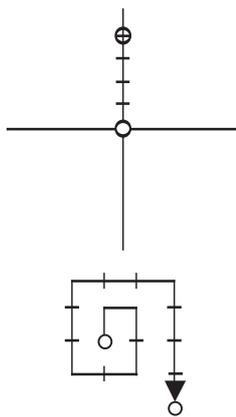


Abbildung 1:  
Verlegung der Probefläche in  
Haupt-Himmelsrichtungen  
oder in einer  
Suchspirale

Figure 1:  
Shifting the sample plot using  
the four points of the compass  
or alternatively in a clockwise  
spiral search method

Eine WEM-Probefläche hat eine Größe von 100 m<sup>2</sup> (Radius 5,64 m) und weist mindestens fünf Bäumchen über 30 cm mit 1,5 m Mindestabstand auf (Abbildung 2). Als Alternative zur Kreisfläche können auch zwei Rechtecke mit je 1 x 50 m in Schichtenlinie aufgenommen werden (dies wird nur in Tirol durchgeführt).

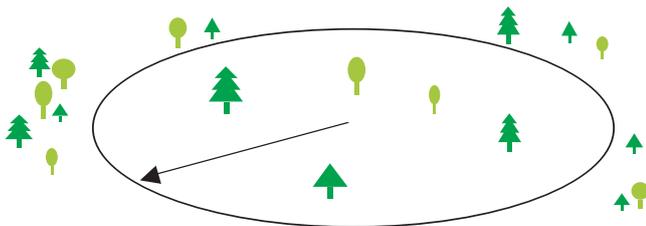


Abbildung 2:  
WEM-Probefläche (Schema)

Figure 2:  
WEM-sample plot scheme

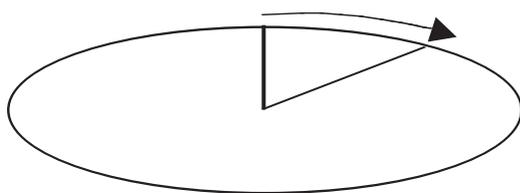


Abbildung 3:  
Erhebung der Bäume auf einer  
Achtelfläche, beginnend im  
Norden

Figure 3:  
Tree ascertainment on an eighth  
of a sample plot, starting at  
north

Je Baumart werden von Norden beginnend mindestens 30 Bäumchen über 30 cm Höhe aufgenommen, jedoch wird immer eine Achtel- oder Sechzehntelfläche fertig ausgezählt (Abbildung 3), außerdem bis zu 30 Bäumchen mit einer Höhe von 10-30 cm.

Folgende Parameter werden auf den Rasterpunkten erhoben:

- **Flächenmerkmale:** Koordinaten, Wuchsgebiet, Leitfunktion, Schutzmaßnahmen, Weideeinfluss, Fütterungen, Seehöhe, Grundgestein, Wasserhaushalt, Exposition, Relief, Hangneigung, Baumartenzusammensetzung des Altbestandes, potenzielle natürliche Waldgesellschaft, Bodenvegetation (Gräser, Kräuter, Farne - Himbeere, Brombeere - Sträucher, Zwergsträucher).
- **Baumartenmerkmale:** Anzahl der Achtelflächen, Höhenklasse der höchsten zehn Bäumchen (bei Teilaufnahme).
- **Pflanzenmerkmale:** Baumart, Höhenklasse, Schutz, Leittriebverbiss (kein/aktuell/vorjährig/beides), Fegeschaden.

## Dateneingabe und Auswertung

Die Dateneingabe erfolgt durch die Länder über Internet in eine BFW-Datenbank, das Auswertungsprogramm wurde am BFW entwickelt (Abbildung 4).

Als erster Schritt erfolgt auf jeder Fläche ein Soll-Ist-Vergleich. Sind ausreichend von Wild unbeeinträchtigte Pflanzen der geforderten Zielbaumarten der natürlichen Waldgesellschaft vorhanden, wird für die Fläche „kein oder geringer Wildeinfluss“ ausgewiesen. Das tatsächliche Verbissprozent wird nicht berücksichtigt und kann bei stammzahlreichen Verjüngungen sehr hoch sein. Kenngröße ist der Verbiss des vorjährigen Leittriebes oder ein Fegeschaden (vgl. Reimoser 1999).

Erreicht die Pflanzenzahl nicht das Mindestziel, dann wird der Wildeinfluss am Anteil der verbissenen Pflanzen je Baumart beurteilt (Abbildung 5 und 6). Die Zielbaumarten der Waldgesellschaft werden dabei einzeln betrachtet, die Mischbaumarten nur in Summe. Bei ausreichender Anzahl von über 30 cm hohen Exemplaren werden nur diese zur Beurteilung herangezogen, bei zu geringer Anzahl werden die 10-30 cm hohen Pflanzen zur Beurteilung dazu genommen. Im ersten Fall liegen die Beurteilungsgrenzen bei 15 und 30 %, im zweiten bei 30 und 50 %. Unter 15 (bzw. 30) % Verbissanteil wird „kein oder geringer Wildeinfluss“, zwischen 15–30 (bzw. 30–50) % „mittlerer Wildeinfluss“ und über 30 (bzw. 50) % „starker Wildeinfluss“ ausgewiesen.





Abbildung 5:  
Verbiss an Tanne, Kiefer und  
Eibe

Figure 5:  
Browsing of Fir, Pine and  
Yew

Abbildung 6:  
Verbiss an Buche, Eiche und  
Ahorn

Figure 6:  
Browsing of Beech, Oak and  
Maple

## Erwartete Ergebnisse

Die Erhebungen der ersten Aufnahmeperiode und die Dateneingabe werden bis Herbst 2006 abgeschlossen sein, mit der Auswertung wird noch im Winter 2006 begonnen.

## Bezirksergebnisse

Als Ergebnis wird ab 2007 für alle Bezirke das *Niveau* des Wildeinflusses vorliegen. Bevor die Folgerhebung 2007 – 2010 startet, soll die WEM-Methode evaluiert werden. Nach Abschluss der Folgerhebung kann ab 2011 ein neues *Niveau* und damit auch die Entwicklung des Wildeinflusses ausgewertet werden.

## Landes- und Bundesergebnisse

Durch den Suchvorgang handelt es sich nicht mehr um eine klassische Stichprobe, sondern um ein „Adaptive Sampling“ mit unterschiedlicher Netzdichte in den einzelnen Bezirken. Die erhobene Grundgesamtheit ist nicht die Waldfläche des Bezirkes, sondern die nach WEM-Kriterien verjüngte Waldfläche, deren Gesamtgröße aber nicht bekannt ist. Die Bezirksergebnisse können daher nicht einfach zu Landes- oder Bundesergebnissen aufsummiert werden, da sonst die kleinen Bezirke bzw. Bezirke mit geringer Waldausstattung überrepräsentiert wären. Für die Darstellung der Landes- und Bundesergebnisse müssen die Bezirksergebnisse mit den Bezirkswaldflächen (laut ÖWI) gewichtet werden.

## Interpretation der Ergebnisse

Ziel des WEM ist, für die einzelnen Bezirke eine möglichst objektive Maßzahl für den Wildeinfluss zu bekommen und deren Veränderung zu beobachten.

Der direkte Vergleich des Wildeinflusses zweier Bezirke oder Länder kann nicht ohne weiteres gezogen werden. So ist beispielsweise ein Anteil von 60 % „starkem Wildeinfluss“ je nach Waldgesellschaft unterschiedlich zu bewerten. In einem Auwald kann eine Verjüngung unter hohem Wildeinfluss vielleicht mit geringer Verzögerung trotzdem durchwachsen, während sich auf seichtgründigen, montanen oder subalpinen Standorten Verjüngung unter Umständen nicht mehr weiterentwickeln kann oder Baumarten aus ihr verschwinden. Mit anderen Worten: Für einen Bezirk mit sehr sensiblen Waldgesellschaften (Bergmischwald/Bodenschutzwald) kann 30 % starker Wildeinfluss alarmierend sein, während für einen Bezirk mit verjüngungsfreudigen, stabilen Waldgesellschaften der gleiche Wert keinen Grund zur Sorge darstellen muss (vgl. Schodterer 2002 und 2004).

Das WEM differenziert keine spezifischen kritischen Verbissprozent für einzelne Baumarten oder Waldgesellschaften, was bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen ist. Will man die WEM-Ergebnisse über den ursprünglichen Zweck hinausgehend verwenden, muss man zum Beispiel auf Ergebnisse der ÖWI, wie

etwa die Waldfläche und den Anteil von verbiss- oder entmischungsanfälligen Waldgesellschaften in einem Bezirk, als Interpretationshilfe zurückgreifen.

## Die Vorteile des WEM

Das WEM erlaubt die Abschätzung des Wildeinflusses auf die Waldverjüngung der Bezirke aufgrund objektiv erhobener Daten. Die gutachtliche Einschätzung durch die Bezirksforstbehörde kann so durch eine nachvollziehbare Erhebung untermauert werden. Anhand der Folgerhebung kann objektiv überprüft werden, ob angeordnete Maßnahmen (etwa im Abschussplan) Auswirkung auf die Waldverjüngung haben.

## Literatur

- Reimoser, F., Suchant, R. 1991: Systematische Kontrollzäune zur Feststellung des Wildeinflusses auf die Waldvegetation. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 163 (2): 27-31.
- Reimoser, F. 1999: Hinweise zum richtigen Gebrauch von Verbisskennzahlen. Schweiz. Zentralblatt für das Forstwesen, 150 (5): 184-186.
- Schodterer, H. 2001: Grundlagen für die Beurteilung der Wildschäden an der Verjüngung im österreichischen Wald im Rahmen der Österreichischen Waldinventur. Alpine Umweltprobleme, Beiträge zur Umweltgestaltung, Band A145: 187 S.
- Schodterer, H. 2002: Verjüngung und ihre Defizite im österreichischen Bergwald. Österreichische Forstzeitung, Leopoldsdorf, 113 (8): 16-17 und 113 (9): 16-17.
- Schodterer, H. 2004: Verjüngung und Wildeinfluss – Inventurergebnisse richtig interpretieren. BFW-Praxisinformation, Wien, (4): 14-17.
- Stagl, W. G. 2001: Verjüngungskontrollverfahren. Forstschutz Aktuell, Wien, (26): 15 S.



Foto: ÖBf AG

Abbildung 7:  
Verbiss an Esche

Figure 7:  
Browsing of Ash

# Vitalität von Raupen und ihre Bedeutung für die Entwicklung zum Schmetterling

James CONNELL und Gottfried STEYRER

## Abstract

### The role caterpillar fitness has in moth hatching

In May 2005, three forms of small green caterpillars considered to be either Winter Moth, *Operophtera brumata* (Linnaeus, 1758) and Northern Winter Moth, *Operophtera fagata* (Scharfenberg, 1805) were noted to pupate at a shorter length than described. 140 of these three larva forms were separated for pupation and further identification, and from these a single male moth of *O. brumata* hatched. In direct comparison seven hatched from eight clearly identifiable *O. brumata*. In rechecking the description material, a wider search was made to find explanations for the smaller larvae. From this search it was found the Winter Moths can pupate from 10 mm up to the 15-20 mm normal, but the smaller than 15 mm larvae's pupae 'fitness' has been compromised through feeding factors, and their success of attaining imago, severely affected or removed.

Keywords: *Operophtera brumata*, caterpillar trap, caterpillar vitality, pupae fitness, morphological features

Schlüsselworte: *Operophtera brumata*, Raupenfalle, Raupenvitalität, Puppenvitalität, Bestimmungsmerkmale

## Raupenerhebung 2005

Von Mai bis Oktober 2005 wurden am Institut für Waldschutz des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) mit Fallen Schmetterlingsraupen gesammelt und danach bestimmt. Unter vier Baumarten (Hainbuche, Spitzahorn, Esche, Zerreiche) wurde eine 3 x 5 m große Plastikplane samt Sammelvorrichtung aufgespannt. Ziel war es, die Identifikation von Raupen (in verschiedenen Stadien) zu verbessern und das baumartenspezifische bzw. polyphage Vorkommen einzelner Arten zu untersuchen (Connell und Steyrer 2005).

## Probleme bei der Bestimmung von drei Raupenvarianten

Insgesamt wurden 2005 in der Hainbuchen-Falle ca. 1500 bestimmbare Raupen der Art *Operophtera brumata* L. (Kleiner Frostspanner) und mehr als 1000, zunächst nicht identifizierbare Raupen gesammelt. Letztere wurden drei

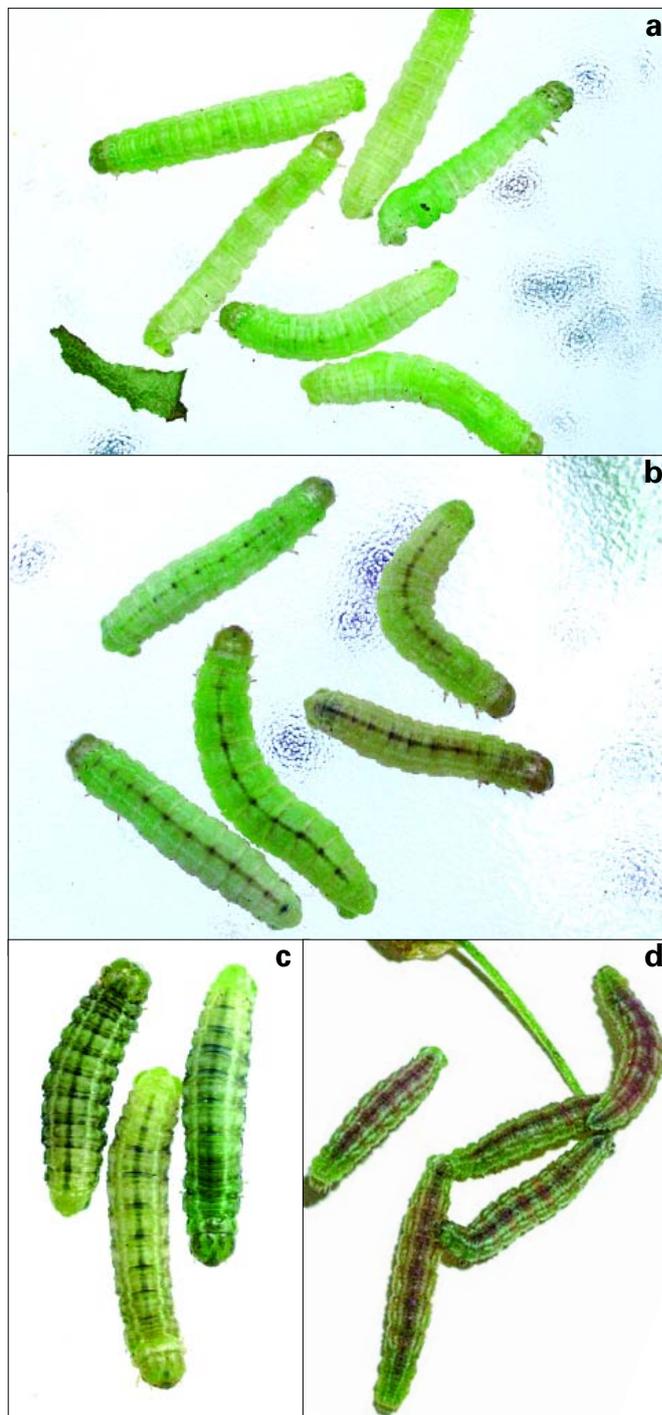


Abbildung 1:  
(a) Grüne Raupen (Variante 1), (b) Raupen mit dorsaler Dreieckszeichnung (Variante 2), (c) Raupen mit olivgrüner, mattschimmernder Rückenzeichnung und schmutzigweißen Seitenlinien (Variante 3), (d) Raupen von *Eupithecia inturbata* (Hübner 1817) für den Vergleich

Figure 1:  
Caterpillars: (a) variant 1, plain green; (b) variant 2, with triangular markings; (c) variant 3, with olive green matting and dirty cream/white sidelines; (d) *Eupithecia inturbata* (Hübner 1817) for comparison

Tabelle 1: Merkmale zur Raupenbestimmung von *Operophtera* sp.Table 1: General caterpillar descriptions of *Operophtera* sp.

Art	<i>Operophtera brumata</i> (L., 1758)	<i>Operophtera fagata</i> (Scharf., 1805)
Länge	15-20 mm	15-22 mm
Farbe	Hellgrün mit grünem Kopf oder dunkel/schwärzlich grün mit dunklem/braunem Kopf (Abbildung 2a).	Hellgrün oder dunkel-/schwärzlich grün, teilweise mit grauen dorsalen Streifen; bräunlich schwarzer oder schwarzer Kopf (Abbildung 2b).
Merkmal	Dunkelgrüne Rückenlinie und drei weiße oder gelblich weiße Seitenlinien, die oberste am dorsalen Rand, die mittlere an der Seite unterbrochen, und die dritte mit den Stigmen (Atemlöchern) kombiniert oder unterhalb der Stigmen. Stigmen nicht schwarz, meist braun, und oval. Stigmenrand ist schmaler.	Drei weiß-gelbe Linien an beiden Seiten, die obere breiter als bei <i>O. brumata</i> , und mit runden, schwarzen Stigmen. Rand der Stigmen ist breiter.

verschiedenen Farbvariationen zugeteilt und hatten bei der Verpuppung jeweils eine Länge von 11-12 mm (Abbildung 1). Die Beschreibungen von Raupen anderer Schmetterlingsarten stimmten nicht eindeutig mit den gefundenen Varianten überein. Nur einige Arten von *Euphthicea* sp. (Abbildung 1d), die jedoch nur an Baublüten fressen, waren in Länge und Rückenzeichnung ähnlich.

Zur Bestimmung beider *Operophtera*-Arten wurden folgende Beschreibungen (Tabelle 1) verwendet (Rebel 1910, Spuler 1910, Bevan 1987, Porter 1997, Lemme 2001, Bellmann 2003).

Nach Lemme (2001) bieten Form und Farbe der Stigmen (Atemlöcher) die einzige Unterscheidungsmöglichkeit: Schwarze Stigmen treten bei *O. fagata* auf, nie aber bei *O. brumata*. Nach Lemme (persönliche Mitteilung) ist dieses sichere Merkmal aber auch nur für das letzte Raupenstadium, in welchem die Raupen länger als 12 mm sein sollten, zutreffend.

### Kultivierung der Raupen zur Identifikation der Schmetterlinge

Eine Auswahl von 140 Raupen der drei Varianten (alle mit einer Länge 10-14 mm) wurde für die Verpuppung und die vollständige Entwicklung zum Schmetterling kultiviert. Von den hellgrünen Raupen der Variante 1 wurden 100 Stück, von der Variante 3 sieben Stück ausgewählt; der Rest entfiel auf Variante 2. Von diesen drei Stichproben schlüpfte nur ein einziger *O. brumata*, nämlich aus der Variante 1.

Im Vergleich dazu wurden acht eindeutig als *O. brumata* bestimmte Raupen (Länge von 15-19 mm) ebenfalls für die Verpuppung kultiviert; nur eine einzige schlüpfte nicht.

Auf diesem Kultivierungsergebnis aufbauend, wurden im Rahmen einer neuerlichen Literaturrecherche

- Beschreibungen von *O. brumata* und *O. fagata* gesucht, um diese den gefundenen Variationen gegenüberzustellen und
- Beschreibungen von 12 mm langen, unmittelbar vor der Verpuppung stehenden Raupen eruiert, die den *Operophtera*-Arten ähnlich sind.



Abbildung 2:  
(a) *Operophtera brumata* L.,  
(b) *O. fagata* Scharf.

Figure 2:  
(a) *Operophtera brumata* L.,  
(b) *O. fagata* Scharf.

### Körpergröße und Farbveränderungen als Indikator für Vitalität

In der Literatur werden keine *Operophtera*-Raupen mit 12 mm Länge beschrieben, deren Merkmale mit den gefundenen Raupen übereinstimmen. Sehr wohl werden aber Flügelspannweiten von 20 mm (statt der durchschnittlichen 30 mm) erwähnt. Der einzige aus dem Kultivierungsversuch geschlüpfte Falter hat 22 mm. Diese geringen Flügelspannweiten weisen auf kleine Puppen und kleine Raupen hin. Die Entwicklungsfähigkeit von Raupen

hängt direkt mit der Körpergröße zusammen. Van Dongen *et al.* (1999) beschreiben sie als verlässlichen Indikator für die Überlebensfähigkeit von Raupen und Puppen. Das Puppengewicht ist eindeutig ein Vitalitätsfaktor für die Schlüpf- und Reproduktionsmöglichkeit des Individuums. Drei Hauptgründe, die sich teilweise gegenseitig beeinflussen, bekräftigen diesen Zusammenhang:

### 1. Witterung und Phänologie:

Stimmen Schlupfzeitpunkt (der Raupen aus den Eiern) und Blattaustrieb aufgrund von Witterungsschwankungen nicht überein, hat dies einen entscheidenden Einfluss auf die Raupenvitalität. Feeny (1970) schreibt: "Wenn die Raupen vor dem Blattaustrieb schlüpfen, werden sie verhungern, schlüpfen die Raupen aber nach dem Blattaustrieb, so werden sie wegen des angestiegenen Tanningehaltes schlechter verdauliche Blätter zu fressen vorfinden. Das wirkt sich in geringerem Verpuppungsgewicht aus". Nach Visser und Holleman (2000) stören warme Frühjahre die zeitliche Koinzidenz der Phänologie von Frostspannern an Eiche. Weiters beschreibt Lemme (2001) den negativen Zusammenhang zwischen Puppengewicht und Blattentwicklung.

### 2. Natürliche Abwehrmechanismen:

Praktisch alle Pflanzen können chemische Abwehrstoffe entwickeln, um sich gegen Angriffe von Schädlingen zu wehren (Anonymus, <http://wwwfac.mcdaniel.edu/Biology/wildamerica/redwoodforest/Ealleochemicals.html>). Das Tannin der Eichenblätter zum Beispiel ist ein jährlich durch den Baum produzierter Stoff, der zur Abwehr von Fraßattacken durch eine breite Palette von Herbivoren dient. Reaktionen auf Attacken werden als "induzierte Abwehr" (inducible resistance) bezeichnet (Smetanska 2005) und werden wie folgt gegliedert:

- "Verzögerte induzierte Abwehr" (Delayed Inducible Resistance; DIR) wirkt auf Pflanzenfresser in der nächsten Generation oder im Folgejahr.
- "Schnell induzierte Abwehr" (Rapidly Inducible Resistance; RIR) wirkt auf Pflanzenfresser noch zu deren Lebzeiten. Sie sind entweder lokal auf die befreßenen Pflanzenorgane beschränkt oder reagieren systemisch in der ganzen Pflanze.

DIR beeinflusst möglicherweise Vitalitätsparameter (Raupenmortalität und Puppengewicht) der Frostspanner (Lemme 2001). Ein allgemein gültiger Zusammenhang für mehrere Baumarten konnte nicht nachgewiesen werden. Durch Studien ist belegt, dass die relative Wachstumsrate der Raupen von *Epirrita autumnata* Borkhausen (Birken-Moorwald-Herbstspanner) durch DIR bei *Salix borealis* verlangsamt wurde (Zvereva und Kozlov 2000). Durch dieses geringere Wachstum wird der Zeitraum verlängert, in dem die Raupen Angriffen durch Parasiten wie zum Beispiel Schlupfwespen ausgesetzt waren.

Aus anderen Publikationen geht hervor, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen RIR und der Qualität des Laubes wahrscheinlich ist. Die Studien von Klemola *et al.* (2004) über *Epirrita autumnata* auf Birke zeigen, dass die Raupen durch RIR als verhängnisvolle Konsequenz ihrer eigenen Fraßtätigkeit im späteren Raupenstadium eine schlechtere Futterqualität vorfanden. Weiters hat RIR eine verminderte Reproduktionsfähigkeit bei den adulten Schmetterlingen zur Folge.

### 3. Konkurrenz und Nahrungsmangel:

Ein dritter Grund bei Vorliegen einer Massenvermehrung könnte Nahrungsmangel aufgrund steigender Konkurrenz gewesen sein. Klemola *et al.* (2004) fanden heraus, dass die Kombination von Raupenmenge (Konkurrenz), der daraus resultierenden Futterknappheit und RIR bewirkte, dass die Raupen die Bäume auf der Suche nach anderer Nahrung bereits in einem früheren Stadium verließen. Wenn alternative Futterquellen nicht erreichbar, nutzbar oder nicht ausreichend vorhanden waren, führte dies unweigerlich zum Absterben der Raupen. Dieser Zusammenhang konnte bereits 2005 bei den BFW-Raupenfallen beobachtet, aber die Ursache nicht interpretiert werden. Obwohl die Bäume am Ende des Raupenfraßes noch immer bis zu 50 % belaubt waren, baumten die nicht vergesellschaftet fressenden Raupen zur Futtersuche ab. Dies würde die große Menge von unterentwickelten, aber identifizierbaren Raupen in den Fallen (im Gegensatz zu den unterentwickelten, nicht vitalen und daher anfangs nicht bestimmbar Raupen) erklären.

Möglicherweise war für die Variationen der Raupenfarbe ein chemischer, von den Hainbuchen produzierter (Abwehr-)Stoff verantwortlich. Einen Hinweis dafür gibt eine Studie über Versuche mit entwicklungshemmenden Wirkstoffen in Apfelplantagen. Nach deren Einsatz wird über Vitalitätsverluste, für Spanner atypische Bewegungen und Farbveränderungen bei Raupen berichtet (Schulz *et al.* 1999). Über die Art des Farbwechsels werden keine Angaben gemacht.

### Schlussfolgerung: Qualität wichtiger als Quantität

Aus der vorhandenen Literatur und den Resultaten der Kultivierungsversuche konnte geschlossen werden, dass die unbekannt kleinen Raupen aus den Fallen nichts anderes als nicht vitale Raupen von *O. brumata* oder *O. fagata* waren (Abbildung 3). Künftig wird es daher möglich sein, nicht vitale Raupen zu erkennen und vor der Verpuppung aufgrund ihrer Länge und Farbveränderungen zu separieren.

Bei der Erhebung 2005 wurden 3161 Raupen von 29 Arten in der Hainbuchen-Falle gesammelt. Es stellte sich heraus, dass bei ca. 2000 der eingesammelten 2918 Raupen der *Operophtera*-Arten, die nach dem 6. Mai 2005



Abbildung 3:  
 (a) Nicht vitale Raupen und  
 (b) vitale Raupen vom 12.05.2006



Figure 3:  
 (a) Unfit larvae and  
 (b) fit larvae, 12.05.2006

gefangen wurden, ein Unterschied in der Raupenentwicklung deutlich zu sehen war, der jetzt als entscheidendes Kriterium für die Raupen/Puppen-Vitalität bekannt ist. Auch andere Spannerarten (Geometridae) wie zum Beispiel der Große Frostspanner (*Erannis defoliaria*) und *Agriopsis* sp. hatten unter der Massenvermehrung zu leiden. Sie verpuppten sich mit geringer Vitalität und wiesen demzufolge niedrige Schlüpfraten auf. In derselben Hainbuchen-Falle wurden im Jahr 2006 jedoch nur 155 Raupen (13 Arten) gesammelt und davon 127 als *O. brumata* identifiziert.

Bei Berücksichtigung der Raupenvitalität und der damit verbundenen Chancen für die erfolgreiche Verpuppung und Fertigentwicklung war die Trendwende in der Gradation klar erkennbar. Die **Quantität der Raupen** im Jahr 2005 war sehr bedeutend, die verursachte Entlaubung beträchtlich und mit bloßem Auge sichtbar, aber der **Qualitätsparameter Vitalität** war noch wesentlich bedeutender, da das Absterben der Raupen wegen der Vitalitätsbeeinträchtigung vorausbestimmt war.

## Literatur

- Anonymus: What makes redwoods and other members of its family so resistant to attack? In: <http://wwwfac.mcdaniel.edu/Biology/wildamerica/redwoodforest/Ealleochemicals.html>
- Bellman, H. 2003: Der neue Kosmos Schmetterlingsführer. Kosmos Naturführer, Stuttgart: 445 Seiten.
- Bevan, D. 1987: Forest Insects. Forestry Commission, London: 153 S.
- Connell, J., Steyrer, G. 2005: Schmetterlingsraupen – Mit Fallen den „Fressmonstern“ auf der Spur. Forstschutz Aktuell, Wien (34): 28-32.
- Escherich, K. 1931: Die Forstinsekten Mitteleuropas. III. Band. Verlag Paul Parey, Berlin: 825 S.

- Feeny, P. 1970: Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of Spring feeding by Winter Moth caterpillars. *Ecology* 51 (4): 565-581.
- Klemola, T., Ruohomäki, K., Andersson, T., Neuvonen, S. 2004: Reduction in size and fecundity of the Autumnal moth, *Epirrita autumnata*, in the increase phase of a population cycle. *Oecologia* 141: 47-56.
- Lemme, H. 2001: Populationsdynamik der Frostspanner *Operophtera fagata* (Scharf.) und *Operophtera brumata* (L.) während einer Retrogradation in Ebereschen-Bestockungen des Erzgebirges. Dissertation, Technische Universität Dresden: 238 S.
- Porter, J. 1997: The colour guide to Caterpillars of the British Isles. Viking Verlag, Harmondsworth, England: 275 S.
- Rebel, H. 1910: Geometridae. In: Die Schmetterlinge Europas. II. Band. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 1-121.
- Schulz, C., Kienzle, J., Haug, P., Kumpmann, S., Zebitz, C. P. W. 2004: Combinations of *Bacillus thuringiensis*-products and NeemAzal-T/S for the control of the winter moth *Operophtera brumata* L. In: Kleeberg, H., Zebitz, C. P. W. (Hrsg.): Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones. Proc. of the 9th workshop, Hohensolms, Germany, March 13 - 15 2000, Trifolio-M GmbH, Lahnu: 119-125.
- Smetanska, I. 2006: Impact of elicitors on glucosinolate production in plants and exudates of turnip (*Brassica rapa*). Dissertation, Technische Universität Berlin: 166 S.
- Spuler, A. 1910: Die Raupen der Schmetterlinge Europas. IV. Band. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Van Dongen, S., Backeljau, T., Matthysen, E., Dhondt, A. A. 1998: Genetic population structure of the winter moth (*Operophtera brumata* L.) (Lepidoptera, Geometridae) in a fragmented landscape. *Heredity* 80: 92-100.
- Van Dongen, S., Sprengers, E., Löfstedt, C., Matthysen, E. 1999: Fitness components of male and female winter moths (*Operophtera brumata* L.) (Lepidoptera, Geometridae) relative to measures of body size and asymmetry. *Behavioral Ecology* 10 (6): 659-665.
- Visser, M. E., Holleman, L. J. M. 2000: Warmer springs disrupt the synchrony of oak winter moth phenology. *The Royal Society* 268: 289-294.

# Schäden als Folge von Spechtschlag

Andreas PFISTER, Thomas L. CECH und Hannes KREHAN

## Abstract

### Damage by woodpeckers

Damage by woodpeckers is reported from several stands in Styria and Lower Austria. Some species of woodpeckers suck the sap of various tree species in spring, leaving minute scars in the bark. Initially in characteristic rows, they may lead to large bark cankers when occurring in high numbers. The symptoms resemble somehow heat damages in tree protecting columns. The activity of the woodpeckers is normally limited to early spring, when there is a high sap-pressure.

Observations in Styria, however, revealed that trees are damaged also in winter.

Keywords: Woodpeckers, damage by sucking, Styria, *Acer pseudoplatanus*

Schlüsselworte: Specht, Rindenschäden, Baumsaft, Steiermark, Bergahorn



Abbildung 1:  
Erste Probeneinsendung aus  
Mürzzuschlag 2004, Stamm-  
querschnitt

Figure 1:  
First sample from the town of  
Mürzzuschlag, Styria, 2004,  
stem section

Im Jahr 2004 wurde die Fachabteilung 10 C Forstwesen des Landes Steiermark auf Ahornschäden im Raum Mürzzuschlag aufmerksam gemacht (Abbildung 1 und 2). In Aufforstungen waren Wucherungen und Rissbildungen am Stamm aufgetreten, die an Schäden durch Stammschutzsäulen erinnerten.

In manchen Typen von Stammschutzsäulen können durch Besonnung hohe Temperaturen entstehen, die vor allem bei dünnrindigen Baumarten wie Ahorn, Kirsche und Eberesche ein großflächiges Absterben der Rinde und danach manchmal der ganzen Pflanze verursachen. In weiterer Folge können pathogene Rindenpilze (*Nectria* sp., *Phomopsis* sp. u.a.) eindringen (Tomiczek 1999). Wenn es nicht zum Zurücksterben kommt, können auch Rindenwucherungen entstehen, die häufig sekundär von Insekten besiedelt werden. An den betroffenen Ahornbäumen waren diese Schäden allerdings oberhalb der Stammschutzsäulen lokalisiert. Eine erste Probenuntersuchung am Institut für Waldschutz des BFW brachte außer einer Ähnlichkeit mit eben jenen Schäden in Stammschutzsäulen kein eindeutiges Ergebnis. Die Vermutung, dass die Schäden als Folge von Wertastungen entstanden sein könnten, wobei pathogene Rindenpilze die Wucherungen ausgelöst haben könnten, hat sich nicht bestätigt.

Stereo- und lichtmikroskopische Untersuchungen ergaben, dass die Rindenschäden anfänglich aus winzigen punktförmigen Verletzungen bestehen, die auf Rindenge-



Abbildung 2:  
Rindenwucherung,  
Angstriebe und  
Folgeinfektion durch  
*Schizophyllum commune*  
(Murauen 2004)

Figure 2:  
Cankers, adventitious shoots  
and secondary infection by  
*Schizophyllum commune* (riparian forests of the river Mur, Styria 2004)



Abbildung 3:  
Primäre Spechtschäden  
(Raum Graz,  
April 2005)

Figure 3:  
Primary symptoms by wood-  
peckers (Area of Graz, Styria,  
April 2005)



Foto: Josef Öllerer

Abbildung 4:  
Überwallte Spechtschäden mit  
Längsrissen (Raum St. Pölten,  
April 2005)

Figure 4:  
Callused damages by woodpek-  
ers with longitudinal cracks (Area  
of Sankt Pölten, Lower Austria)



Abbildung 5:  
Frische Spechtschäden  
(Raum Mürzzuschlag,  
Dezember 2005)

Figure 5:  
Recent damage by woodpek-  
ers (area of Mürzzuschlag, Sty-  
ria, December 2005)

webe beschränkt sind und lokale Kalluswucherungen auslösen. Bei einer entsprechend großen Dichte derartiger „Mikro“-Wunden kommt es in der Folge zu ausgedehnten Wundkallusbildungen, zur Abschuppung abgestorbener Rindenteile und zu Rissbildungen unterschiedlicher Größe, wobei an letzteren Frost als Folgefaktor beteiligt ist. Pathogene Rindenpilze waren in sehr geringem Ausmaß vorhanden, außer *Nectria coccinea* in schon länger abgestorbenen Rindengewebeanteilen fand sich an den Proben kein biotischer Schadensfaktor.

Im April 2005 wurden aus dem Raum Graz mechanische Rindenverletzungen gemeldet, welche sich als Schäden durch Spechte herausstellten (Abbildung 3). Auch in anderen Bundesländern wurden derartige Symptome registriert (Abbildung 4). Der steirische Landesforstdienst

in den Bezirken achtete schließlich verstärkt darauf, wobei in der Folge Ähnliches auch bei anderen Baumarten (vor allem Ahorn, Buche, Roteiche und Weide) registriert wurde. Im Dezember 2005 gelang es, auf einer Fläche bei Mürzzuschlag einen Specht zu beobachten, wie er die Stämme bereits geschädigter Ahornbäume ein weiteres Mal „bearbeitete“ und dabei zum Teil massive Rindenverletzungen verursachte (Abbildung 5 und 6).

Dass Dreizehenspechte und Buntspechte bei beginnendem Saftfluss die dünne Rinde besonders von Ahorn, aber auch von anderen jungen Bäumen anschlagen und den austretenden Saft trinken, ist bekannt (Schwenke 1986). Ahorn ist wegen des hohen Zuckergehalts besonders beliebt. Aufgrund des Saftaustritts werden zusätzlich Insekten angelockt, die von den Spechten aufgelesen



Abbildung 6:  
Frische Spechtschäden, darunter alte Wucherungen (Raum Mürzzuschlag, Dezember 2005)

Figure 6:  
Recent damage by woodpeckers, below old cankers (area of Mürzzuschlag, Styria, December 2005)

werden. Andererseits können die Verletzungen so massiv ausfallen, dass sie den Baum für Insektenbefall prädisponieren, wodurch sich die Spechte quasi ihre eigene Nahrungsgrundlage schaffen (Pfister und Krehan 2005).

Über die Gründe des Aufschlagens von Stämmen außerhalb der Vegetationsperiode herrscht noch Unsicherheit. Es ist lediglich bekannt, dass einige Exemplare häufiger und andere Spechte praktisch nie solche Erscheinungen verursachen. Aufgrund des Territorialverhaltens von Spechten kann es dadurch punktuell zu schweren Schäden kommen, während andere Gebiete kaum betroffen sind.

Beobachtet wurden die Erscheinungen vorwiegend bei Ahornkunstverjüngungen, seltener bei anderen Baumarten. Inwieweit Naturverjüngungen ebenfalls von Spechten geschädigt werden, ist noch nicht bekannt. Aufforstungen werden häufiger im Hinblick auf Schäden inspiziert, Ahorn ist bei Aufforstungen beliebt und die Schäden fallen aufgrund niedrigerer Stammzahlen im Gegensatz zu Naturverjüngungen besonders ins Gewicht. Weiters erschweren Verwechslungen mit Bilchschäden (vgl. Schadensdiagnose- und Informationssystem BFW) die Beurteilung des Umfangs dieser Spechtschäden.

### Danksagung

Die Autoren danken Ing. Martin Schwarzauger, Ing. Thomas Schuster und Ing. Erwin Krusch (Landesforstdienst Steiermark), Dipl.-Ing. Karl Schuster (LWK Niederösterreich) und Dipl.-Ing. Josef Öllerer (BBK St. Pölten) für Ersthinweise und die Überlassung von Fotos.

### Literatur

- Pfister, A., Krehan, H. 2005: Spechtschäden an Ahorn. Internet: <http://www.stadtbaum.at>.
- Schwenke, W. 1986: Die Forstschädlinge Europas, Band 5: Wirbeltiere. Paul Parey, Hamburg, 300 S.
- Tomiczek, C. 1999: Schäden durch Stammschutzsäulen. Forstschutz Aktuell, Wien, (23/24): 24.

### Linktipp

Weitere Informationen zur Diagnose von Schadensursachen bei Bäumen finden Sie auf der Homepage des BFW: Schadensdiagnose- und Informationssystem:

<http://web.bfw.ac.at/ws/sdis.schadenstypen>

# Entwickelt sich die Dothistroma-Nadelbräune zu einem Forstschutzproblem in Österreich?

Thomas KIRISITS und Thomas L. CECH

## Abstract

### Is Dothistroma needle blight going to become an important forest disease in Austria?

Dothistroma needle blight (red band disease, red band needle blight) is caused by the ascomycete fungus *Mycosphaerella pini* (anamorph *Dothistroma septosporum*) and the anamorphic fungus *Dothistroma pini*. It is an important, worldwide distributed needle disease of various pine (*Pinus*) species. In former times serious damage by Dothistroma needle blight was mainly restricted to exotic plantations of Monterey pine (*Pinus radiata*) in the southern hemisphere, but during the last 15 years the disease has become more serious also on pines growing in their native environment in various parts of the world. Observations from Austria seem to underpin this view, as the disease is presently common on Austrian pine (*Pinus nigra*), Scots pine (*P. sylvestris*) and dwarf mountain pine (*P. mugo*) in several parts of the country. In this article the knowledge about Dothistroma needle blight is reviewed, the symptoms of the disease are described and illustrated and a preliminary appraisal of the situation of the disease in Austria is presented. It is likely that the currently observed high levels of disease intensity in Austria are related to weather conditions (wet spring and summer in 2004 and 2005) generally favouring epidemics of needle, leaf and shoot pathogens. Since it is at the moment not possible to give a definitive appraisal whether Dothistroma needle blight might become a serious disease in Austria, it is recommended to carefully monitor its incidence and level of severity on native pine species and to study its effects on the growth and survival of infected trees. This would allow a more accurate assessment of the forest health risk posed by Dothistroma needle blight.

Keywords: *Dothistroma septosporum*, *Dothistroma pini*, *Mycosphaerella pini*, *Pinus*, needle disease

Schlüsselworte: *Dothistroma septosporum*, *Dothistroma pini*, *Mycosphaerella pini*, *Pinus*, Nadelkrankheit

## Kurzfassung

Die Dothistroma-Nadelbräune (Rote Bänder-Krankheit, Rote-Bänder-Nadelbräune) ist eine wichtige, weltweit verbreitete Nadelkrankheit an verschiedenen Kiefernarten. Diese Krankheit wird von zwei nahe verwandten Schlauchpilzen, nämlich *Mycosphaerella pini* (Nebenfruchtform *Dothistroma septosporum*) und *Dothistroma*

*pini* hervorgerufen. Bis vor kurzem waren Probleme mit der Dothistroma-Nadelbräune fast ausschließlich auf Plantagen der Monterey-Kiefer (*Pinus radiata*) auf der Südhalbkugel beschränkt. Während der letzten 15 Jahre wurde jedoch in vielen Teilen der Welt eine Zunahme der Befallsintensität dieser Krankheit in den natürlichen Verbreitungsgebieten verschiedener Kieferarten beobachtet. Auch in verschiedenen Teilen Österreichs tritt diese Krankheit gegenwärtig häufig an der Schwarzkiefer (*Pinus nigra*), der Waldkiefer (*P. sylvestris*) und der Bergkiefer (*P. mugo*) auf. In diesem Beitrag wird die Dothistroma-Nadelbräune vorgestellt und die Befallsmerkmale der Krankheit werden beschrieben und illustriert. Ferner wird eine vorläufige Einschätzung der Situation dieser Nadelkrankheit in Österreich präsentiert. Die gegenwärtig in Österreich zu beobachtende hohe Befallsintensität ist wahrscheinlich auf Witterungsbedingungen (kühles Frühjahr und kühler Sommer in den Jahren 2004 und 2005) zurückzuführen, welche Epidemien von Nadel-, Blatt- und Triebkrankheiten generell begünstigen. Die zukünftige Gefährdung der heimischen Kiefernarten durch diese Nadelkrankheit ist momentan schwer einzuschätzen. Zur genaueren Beurteilung des Gefährdungspotentials durch die Dothistroma-Nadelbräune wäre es wünschenswert, die Befallshäufigkeit und Befallsstärke der Krankheit an den heimischen Kiefernarten an Dauerbeobachtungsflächen genau zu überwachen. Ebenso sollten die Auswirkungen der Krankheit auf das Wachstum und das Überleben befallener Bäume untersucht werden.

Die Dothistroma-Nadelbräune (Rote Bänder-Krankheit, Rote-Bänder-Nadelbräune) wird von zwei nahe verwandten Mikropilzen, die zu den Schlauchpilzen (Ascomyceten) gehören, hervorgerufen. Die eine Pilzart ist *Mycosphaerella pini* mit der ungeschlechtlichen Form *Dothistroma septosporum*, die andere Art ist bisher nur in ihrer asexuellen Form bekannt (*Dothistroma pini*) (Barnes *et al.* 2004).

Die Dothistroma-Nadelbräune wurde erstmals in den frühen 1960er-Jahren durch große Schäden in den Plantagen der Monterey-Kiefer (*Pinus radiata*) in Zentralafrika auffällig. Später trat die Krankheit auch in den Plantagen von *Pinus radiata* in Neuseeland, Chile und Australien auf und wurde zum wichtigsten Forstschutzproblem der Plantagenforstwirtschaft mit dieser Kiefernart (Bradshaw 2004).

Stark befallene Bäume können alle Nadeln bis auf jene des jüngsten Nadeljahrganges verlieren (Abbildung 1),



Abbildung 1:  
Starke Entnadelung einer Monterey-Kiefer (*Pinus radiata*) in einer Holz-Plantage auf der Nordinsel Neuseelands, verursacht durch die Dothistroma-Nadelbräune. Die Nadeln aller Nadeljahrgänge bis auf den jüngsten wurden geschüttet.

Figure 1:  
Severe defoliation of a Monterey pine (*Pinus radiata*) tree due to Dothistroma needle blight in a forest plantation on the North island of New Zealand. The needles of all needle sets besides the youngest one were shed.

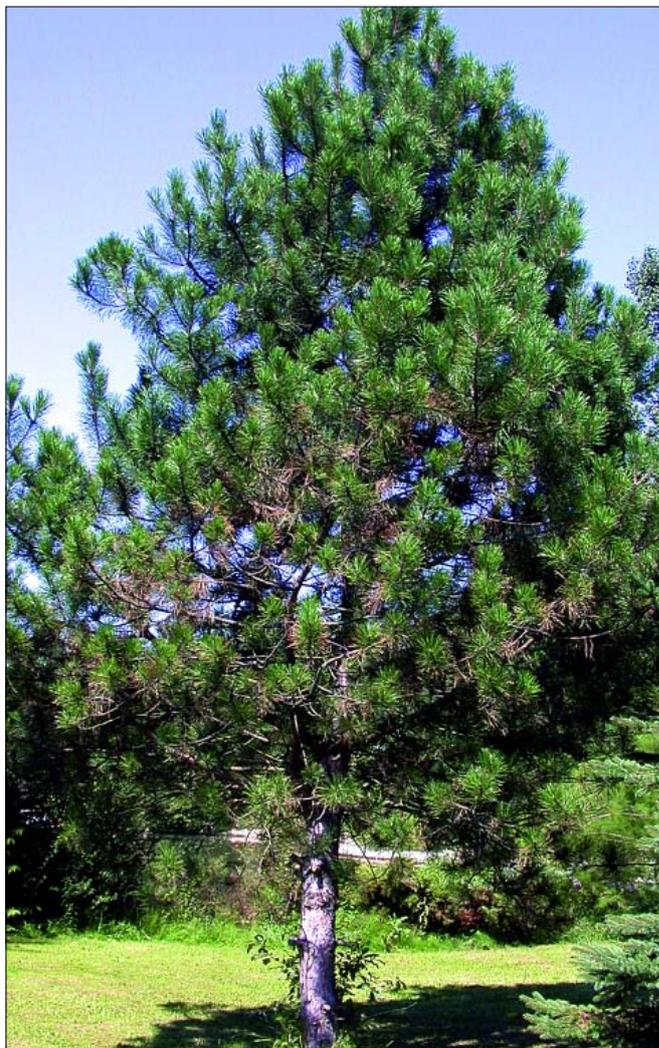


Abbildung 2:  
Die Dothistroma-Nadelbräune tritt vor allem im unteren und mittleren Kronenbereich jüngerer Kiefern auf (*Pinus nigra*).

Figure 2:  
Dothistroma needle blight occurs predominantly in the lower and middle crown of young pine trees (*Pinus nigra*).

was zu starken Zuwachsverlusten, bei mehrjährigem Befall auch zu Absterben führt. Während in Zentralafrika der Anbau der Monterey-Kiefer wegen dieser Nadelkrankheit aufgegeben werden musste, wird die Krankheit in Neuseeland, Chile und Australien routinemäßig mit anorganischen Fungiziden, vorwiegend Kupfer-Oxiden, vom Flugzeug aus bekämpft (in Neuseeland 2001-2002 106.451 ha) (Bradshaw 2004).

Die Dothistroma-Nadelbräune kommt an über 60 verschiedenen Kiefernarten vor, darüber hinaus an verschiedenen Fichten (*Picea* spp.), an Lärche (*Larix decidua*) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) (Bradshaw 2004). Eine ernste Schädigung tritt aber nur an Kiefern-Arten auf, wobei neben *Pinus radiata* die Schwarzkiefer (*Pinus nigra*), die Gelb-Kiefer (*Pinus*

*ponderosa*) und die Dreh-Kiefer (*Pinus contorta*) besonders anfällig sind. Die einheimische Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) gilt als weniger empfindlich.

Bis vor kurzem waren Probleme mit der Dothistroma-Nadelbräune fast ausschließlich auf Kiefern-Plantagen in wärmeren Gebieten, vor allem auf der Südhalbkugel beschränkt. Trotz der weiten Verbreitung der Krankheit sind schwerwiegende Epidemien auf der Nordhalbkugel bisher nur selten, und wenn, nur kleinflächig aufgetreten. Diese Situation könnte sich jedoch in Zukunft ändern. Während der letzten 15 Jahre wurde in vielen Teilen der Welt eine Zunahme der Befallsintensität der Dothistroma-Nadelbräune in den natürlichen Verbreitungsgebieten verschiedener Kiefernarten beobachtet (Bradshaw 2004, Woods *et al.* 2005).

## Symptomatik, Krankheitsverlauf und Biologie der Erreger

Die Symptomausprägung der Dothistroma-Nadelbräune variiert stark, Verwechslungsgefahr besteht mit anderen Pilzkrankheiten bzw. saugenden Insekten, Milben oder mit abiotischen Faktoren (siehe unten) (Butin 1996, Bradshaw 2004). Im Frühstadium der Infektion ist eine Identifikation nur mittels Isolierung des Erregers auf künstlichen Nährböden im Labor oder mit molekulargenetischen Methoden (Sequenzanalyse und PCR-RFLP-Analyse der ITS-Region der ribosomalen DNA) möglich (Barnes *et al.* 2004, Bradshaw 2004).

Die Dothistroma-Nadelbräune tritt aufgrund der dort günstigeren Infektionsbedingungen (höhere Luftfeuchtigkeit) vorwiegend im unteren und mittleren Kronenbereich (Abbildung 2), bei starkem Befallsdruck auch in der gesamten Krone (Abbildung 1) auf und ist an jungen Bäumen häufiger als im Altbestand. Der Pilz besiedelt Nadeln aller Jahrgänge (Abbildung 3). Zumindest bei der Schwarzkiefer sind jedoch einjährige und ältere Nadeln infektionsanfälliger als diesjährige Nadeln. Infektionen finden zwischen April und Oktober vorwiegend durch ungeschlechtliche Sporen (Konidien) statt. Die Verbreitung erfolgt bei Wind durch Regentropfen und feuchte Luft. Die Nadeln werden über die Spaltöffnungen besiedelt, optimale Infektionsbedingungen sind hohe Feuchtigkeit (Benetzung der Nadeloberfläche während mehrerer Tage) und Temperaturen zwischen 12 und 20°C. Starker Befall ist in Jahren mit warm-feuchter oder kühl-feuchter Witterung zu erwarten.



Abbildung 4:  
Gelbe, hellgrüne und braune Bänder als unspezifische Frühsymptome der Dothistroma-Nadelbräune (*Pinus mugo*)

Figure 4:  
Yellow, light green and brown bands as unspecific symptoms of Dothistroma needle blight (*Pinus mugo*)



Abbildung 3:  
Charakteristisches Befallsbild der Dothistroma-Nadelbräune vor dem Austrieb im Frühjahr. Am rechten Zweig sind einjährige und zweijährige Kiefernadeln befallen, am linken Zweig ist *Dothistroma*-Befall nur an den zweijährigen Nadeln erkennbar.

Figure 3:  
Characteristic features of Dothistroma needle blight prior to bud-burst in spring. On the twig on the right one-year-old and two-year-old needles of pine are affected, whereas on the twig on the left only two-year-old needles show symptoms and signs of Dothistroma needle blight.

Die ersten Symptome sind unspezifische hellgrüne oder gelbgrüne Flecken bzw. Bänder (Abbildung 4). Später entwickeln sich braune bis nahezu ziegelrote, ca. 1-3 mm breite, die Nadel umfassende Bänder (vgl. „Rote Bänder-Krankheit“ – Abbildungen 5, 6 und 7). Ziegelrote Bänder werden besonders auf der Schwarzkiefer ausgebildet (Abbildung 6), bei anderen Kiefernarten können sie dagegen fehlen. Die rote Färbung der Bänder wird durch das Toxin Dothistromin hervorgerufen, das vom Pilz produziert wird und das Nadelgewebe schädigt und abtötet. Dieses Toxin ist mit den hoch cancerogenen Aflatoxinen strukturell nahe verwandt. Das Risiko einer gesundheitlichen Gefährdung von Personen, die sich längere Zeit in Dothistroma-durchseuchten Beständen aufhalten, wurde allerdings noch nicht klar definiert (Bradshaw 2004). Auch eine Gefährdung von Wildtieren durch den Fraß befallener Nadeln ist nicht auszuschließen. Im Jahr der Infektion stirbt die Nadel oberhalb der nekrotischen Bänder oder die ganze Nadel ab (Abbildungen 3, 7 und 8). Besonders bei der Bergkiefer beginnt die flächige Verfärbung in der Regel an der Nadelspitze (Abbildung 7), wobei die Nadel-Basis noch längere Zeit grün bleibt (Abbildung 8), ehe die ganze Nadel abstirbt.



Abbildung 5:  
Braune Bänder mit gelben Rändern auf Nadeln einer Schwarzkiefer (*Pinus nigra*), ein unspezifisches Symptom der Dothistroma-Nadelbräune

Figure 5:  
Brown bands with yellow margins on needles of an Austrian pine (*Pinus nigra*) tree, an unspecific symptom of Dothistroma needle blight

In den rot-braunen nekrotischen Bändern und in abgestorbenen Nadelteilen zeigen sich nach einigen Monaten winzige dunkle Punkte, die asexuellen Fruchtkörper oder Conidiomata (Abbildung 6). Diese wölben die Epidermis nach oben und durchbrechen sie schließlich (Abbildungen 6 und 9). Innen werden farblose, ein- bis dreifach septierte, lang gestreckte, mitunter leicht gebogene, ca. 20-36 x 2,5 µm große Konidien gebildet (Abbildungen 9 und 10a) (Butin 1996). In Mitteleuropa treten auch sexuelle Fruchtkörper (Pseudothecien) vor allem auf der Schwarzkiefer häufig auf, die allerdings selbst bei stereomikroskopischer Betrachtung von den Conidiomata fast nicht zu unterscheiden sind (Butin 1996). Sie enthalten Asci mit je 8 zweizelligen, farblosen, ca. 12-14 x 3-3,5 µm großen Sporen (Butin 1996).

Das Schütten setzt erst nach ein bis drei Jahren ein. Besonders lange (zwei bis drei Jahre) bleiben die Nadeln bei der Schwarzkiefer haften, bei der Berg- und der Waldkiefer setzt das Schütten meist schon nach einem bis maximal zwei Jahren ein. Bei mehrjährigem Befall bleibt oft nur mehr der diesjährige Nadeljahrgang über („Pinself Stadium“, Abbildung 1).

## Verwechslungsmöglichkeiten

Verwechslungsgefahr besteht mit einer Vielzahl abiotischer (z.B.: Frost, Auftausalze, Nährstoffmangel, Luftverunreinigungen, Ozon) sowie biotischer Faktoren (parasitische Pilze, Insekten und Milben). Daraus wird die große Bedeutung der Fruchtkörper und Sporen für die Diagnose ersichtlich (Abbildungen 6, 9 und 10a).

Von den vielen Nadelkrankheiten, die an der Kiefer vorkommen, kann die Dothistroma-Nadelbräune vor allem mit der Lecanosticta-Nadelbräune (Erreger: *Lecanosticta acicola*, Hauptfruchtform: *Mycosphaerella dearnessii*) und mit der Lophodermella-Kiefernscütte (Schwedische Kiefernscütte, Erreger: *Lophodermella sulcigena*) verwechselt werden (Butin 1996, Bradshaw 2004).

*Lecanosticta acicola* ist in der EU als Quarantäneschädling (<http://www.eppo.org/QUARANTINE/listA2.htm>) eingestuft. Die EU-Mitgliedsstaaten sind verpflichtet, bei Auftreten des Pilzes ein Befallsmonitoring und Bekämpfungsmaßnahmen mit dem Ziel der Aus-

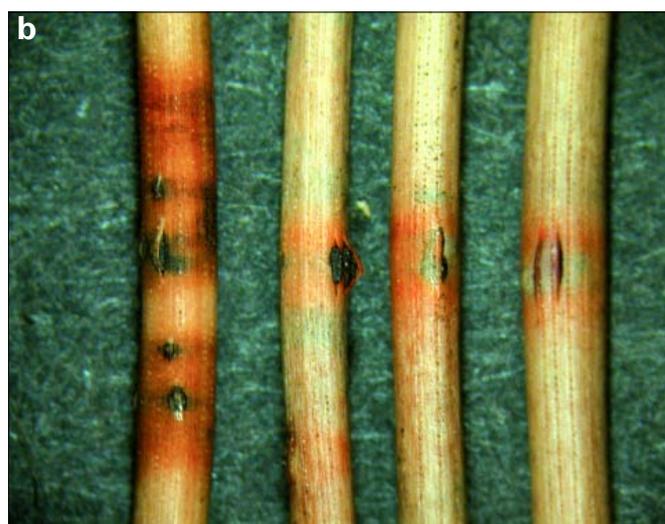


Abbildung 6:  
Rote Bänder mit Conidiomata von *Dothistroma septosporum* auf abgestorbenen Nadeln einer Schwarzkiefer (*Pinus nigra*)

Figure 6:  
Red bands with conidiomata of *Dothistroma septosporum* on dead needles of an Austrian pine (*Pinus nigra*) tree



Abbildung 7:  
Befallsmerkmale der  
Dothistroma-Nadelbräune  
auf der Bergkiefer (*Pinus  
mugo*): Gelbe und braune  
Flecken und Bänder an den  
Infektionsstellen und abge-  
storbene Nadelspitzen

Figure 7:  
Features of Dothistroma needle  
blight on dwarf mountain pine  
(*Pinus mugo*):  
Yellow and brown flecks and  
bands around sites of infection  
and dead needle tips

rottung des eingeschleppten Erregers durchzuführen. Daher ist eine sichere Unterscheidung der beiden Mycosphaerella-Nadelpilze besonders wichtig.

Die Befallsmerkmale und der Krankheitsverlauf der Lecanosticta-Nadelbräune und der Dothistroma-Nadelbräune sind einander sehr ähnlich. Querbänder treten bei beiden Krankheiten auf, doch sind diese bei *Lecanosticta acicola* nie rötlich verfärbt. Die in den Bändern entstehenden asexuellen Fruchtkörper (Conidiomata) brechen meist deutlicher über die Oberfläche heraus und zeigen wegen der gefärbten Sporen einen grünlichen Schimmer. Diese Merkmale sind bei Lupenbetrachtung mit einiger Erfahrung erkennbar. Die Konidien von *Lecanosticta acicola* sind olivgrün bis olivbraun gefärbt, warzig, gestreckt bis leicht gekrümmt, am unteren Ende abgestutzt, ein- bis dreifach septiert und 28-36 x 3-5 µm groß (Abbildung



Abbildung 8:  
Teilweise abgestorbene  
Nadeln als fortgeschrittenes  
Symptom der Dothistroma-  
Nadelbräune (*Pinus nigra*).  
Die Nadelbasis bleibt häufig  
noch lange grün, ehe die  
ganze Nadel abstirbt.

Figure 8:  
Partly dead needles as  
symptoms of Dothistroma  
needle blight (*Pinus nigra*).  
The needle base can remain  
green for a long time, before  
the entire needle dies.

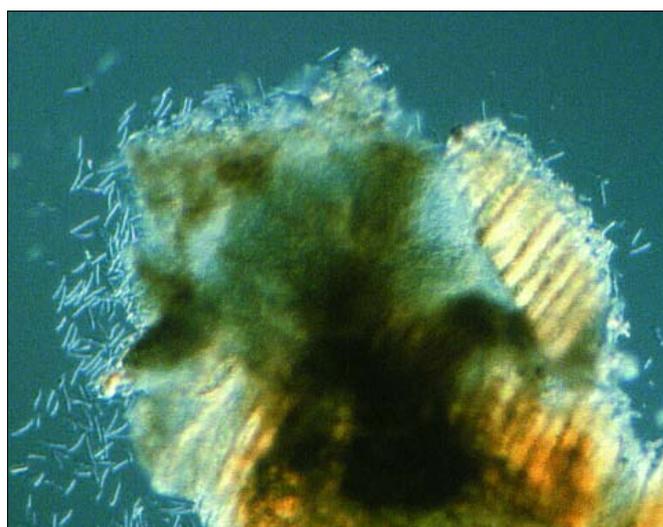


Abbildung 9:  
Conidioma und  
Konidien von  
*Dothistroma septosporum*

Figure 9:  
Conidioma and conidia of  
*Dothistroma septosporum*

10b) (Butin 1996). Sie unterscheiden sich damit auffällig von den Konidien der *Dothistroma*-Arten und stellen ein sicheres Diagnosemerkmal dar. Die Hauptfruchtform von *Lecanosticta acicola*, das *Mycosphaerella dearnessii*-Stadium, ist bisher in Europa nicht beobachtet worden. Wenn spezifische Befallsmerkmale, die entweder auf einen Befall durch *Dothistroma* (rötlich gefärbte Bänder auf den Nadeln, Conidiomata mit den charakteristischen Konidien) oder *Lecanosticta* (Conidiomata mit den charakteristischen Konidien) hindeuten, fehlen, ist eine Labor-Diagnose durch Isolierung des Erregers oder durch die oben bei *Dothistroma* beschriebenen molekulargenetischen Methoden möglich (Bradshaw 2004).

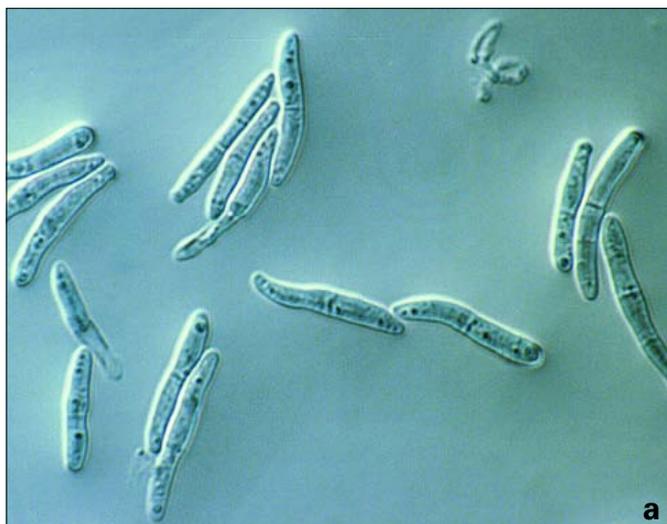


Abbildung 10:  
Vergleich der Konidienmerkmale von *Dothistroma septosporum* und *Lecanosticta acicola*:  
(a) Farblose, septierte Konidien von *Dothistroma septosporum*,  
(b) olivgrüne bis olivbraune, septierte, leicht gebogene und warzige Konidien von *Lecanosticta acicola*.



Figure 10:  
Comparison of the conidial characteristics of *Dothistroma septosporum* and *Lecanosticta acicola*:  
(a) Hyaline, septate conidia of *Dothistroma septosporum*,  
(b) olive-green to olive-brown, septate, slightly curved and warty conidia of *Lecanosticta acicola*.



Abbildung 11:  
Symptome der Lophodermella-Kiefernscütte an diesjährigen Kurztrieben der Bergkiefer (*Pinus mugo*) im Jahr des Befalls: Gelbe und rotbraune Verfärbungen des oberen Teils der Nadeln, die Nadelbasis bleibt noch lange grün und oft ist nur eine Nadel pro Kurztrieb befallen.



Figure 11:  
Symptoms of Lophodermella needle cast of pine on current-year shoots of dwarf mountain pine (*Pinus mugo*) in the year when infection took place: Yellow and red-brown discoloration of the upper parts of the needles, the needle base remains green for a long time and frequently only one needle of a dwarf shoot is affected.

In Österreich wurde *Lecanosticta acicola* bisher lediglich im Stadtgebiet von Hollenstein/Ybbs (Niederösterreich) nachgewiesen (Brandstetter und Cech 2003). In Süddeutschland wird dieser Erreger jedoch bereits recht häufig an der Bergkiefer in Gebieten nahe der österreichischen Grenze beobachtet.

Die Lophodermella-Kiefernscütte kommt in Österreich vorwiegend an der Bergkiefer in Hochlagen, weiters an der Spirke (*Pinus uncinata*) und seltener an der Waldkiefer vor. Befallen wird der jüngste Nadeljahrgang. Im Spätsommer und Herbst verfärbt sich die distale Nadelhälfte gelblich bis rotbraun, die Basis bleibt lange Zeit

grün und ist scharf vom verfärbten Nadelteil abgegrenzt (Abbildung 11). Oft wird nur eine Nadel pro Kurztrieb befallen (Abbildung 11). Die Nadeln bleiben über den Winter am Baum und verfärben sich im Folgejahr des Befalls grau. Zur Zeit des Neuaustriebs der Kiefern, im Gebirge zumeist im Frühsommer, bilden sich an den abgestorbenen Nadeln die sexuellen Fruchtkörper des Pilzes, dunkle Hysterothecien mit keulenförmigen Ascosporen. Die Hysterothecien sind als dünne, schwarze Striche an der Nadeloberfläche erkennbar. Ab Herbst bis zum nächsten Frühjahr werden die abgestorbenen Nadeln schließlich geschüttet.

## Dothistroma-Nadelbräune – zwei verschiedene Erreger

Bis vor kurzem war nur ein einziger Erreger der Dothistroma-Nadelbräune, nämlich *Dothistroma septosporum* (Hauptfruchtform: *Mycosphaerella pini*) bekannt. In einer kürzlich abgeschlossenen Studie wurde eine weltweite Sammlung von *Dothistroma*-Isolaten morphologisch und mit molekularen Methoden untersucht (Barnes *et al.* 2004). DNA-Sequenzunterschiede und kleine Unterschiede in den Dimensionen der Konidien rechtfertigten die Auftrennung in zwei verschiedene *Dothistroma*-Arten (Barnes *et al.* 2004). Während *Dothistroma septosporum* weltweit verbreitet ist, konnte *Dothistroma pini* bisher nur in einigen Bundesstaaten der USA (Minnesota, Nebraska, Illinois und Michigan), wo die eingeführte Schwarzkiefer befallen und schwer geschädigt wird, nachgewiesen werden. Eine Einschleppung von *Dothistroma pini* in andere Teile der Welt könnte erhebliche Forstschutzprobleme zur Folge haben. Gerade die Schwarzkiefer könnte in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet in Europa durch *Dothistroma pini* gefährdet sein. Dies würde die Einstufung dieses Pilzes als Quarantäneschädling durch die European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO, <http://www.eppo.org/>) und die EU rechtfertigen.

## Situation der Dothistroma-Nadelbräune in Österreich

Die Dothistroma-Nadelbräune ist in Österreich seit den 1950er-Jahren bekannt (Petrak 1961, Donaubaue, pers. Mitteilung). Die Symptome wurden damals immer wieder auf Nadeln von Schwarzkiefern im Steinfeld sowie im Marchfeld (Niederösterreich) beobachtet. Mittlerweile ist die Krankheit an allen in Österreich einheimischen (*Pinus nigra*, *P. sylvestris*, *P. mugo*, *P. uncinata* und *P. cembra*, siehe auch Brandstetter und Cech 2003) und einigen fremdländischen Kiefernarten nachgewiesen.

Unsere persönlichen, punktuellen Beobachtungen sowie Untersuchungen von Pflanzenmaterial, das zur Diagnose an das BFW eingeschendet wurde, lassen vermuten, dass die Befallshäufigkeit und die Befallsstärke der Dothistroma-Nadelbräune an Kiefern im Wald während der letzten Jahre zugenommen haben. Besonders in diesem Frühjahr scheint die Krankheit häufig und teilweise mit hoher Befallsstärke aufzutreten. Die Jahre 2004 und 2005 waren in vielen Teilen Österreichs durch kühlfeuchte Frühjahrs- und Sommerwitterung gekennzeichnet, was als Erklärung für die Zunahme der Krankheitsintensität der Dothistroma-Nadelbräune plausibel erscheint. Wie jüngste Untersuchungen in Britisch-Kolumbien gezeigt haben, ist die schwere *Dothistroma*-Epidemie an *Pinus contorta* var. *latifolia* vor allem auf einen Anstieg

der Niederschläge während des Sommers in der Periode zwischen 1998 und 2002 zurückzuführen (Woods *et al.* 2005). Das Pathogen könnte somit in vielen Teilen der Welt von Klimaänderungen profitieren.

Die zukünftige Gefährdung der heimischen Kiefernarten durch diese Nadelkrankheit, die von der EPPO auch als Quarantäneschädling vorgeschlagen wird (<http://www.eppo.org/QUARANTINE/listA2.htm>), ist momentan schwer einzuschätzen, könnte aber möglicherweise sehr hoch sein. Zur genaueren Beurteilung des Gefährdungspotentials durch die Dothistroma-Nadelbräune wäre es wünschenswert, die Befallshäufigkeit und Befallsstärke der Krankheit an den heimischen Kiefernarten in verschiedenen Teilen Österreichs an Dauerbeobachtungsflächen über mehrere Jahre genau zu überwachen. Ebenso sollten die Auswirkungen der Krankheit auf das Wachstum und das Überleben befallener Bäume untersucht werden.

## Beobachtungen bitte melden!

Da über die Verbreitung der Dothistroma-Nadelbräune und die Befallsintensität dieser Krankheit in verschiedenen Teilen Österreichs bisher sehr wenig bekannt ist, nehmen die Autoren diesbezügliche Beobachtungen aus der Praxis gerne entgegen.

## Danksagung

Wir danken Frau Irene Barnes und Prof. Michael J. Wingfield (Forestry and Agricultural Biotechnology Institute, FABI, Universität Pretoria, Südafrika) für die gute Zusammenarbeit bei Untersuchungen über die Erreger der Dothistroma-Nadelbräune und der Lecanosticta-Nadelbräune. Ferner danken wir Prof. Edwin Donaubaue für seine Hinweise zum Auftreten der Dothistroma-Nadelbräune in Österreich.

## Literatur

- Barnes, I., Crous, P. W., Wingfield, B. D., Wingfield, M. J. 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.
- Bradshaw, R. E. 2004: Dothistroma (red-band) needle blight of pines and the dothistromin toxin: a review. *Forest Pathology* 34: 163-185.
- Brandstetter, M., Cech, T. 2003: Lecanosticta-Kiefernadelbräune (*Mycosphaerella dearnessii* Barr.) in Niederösterreich. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 120 (3/4): 163-175.
- Butin, H. 1996: Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose – Biologie – Bekämpfung. 3. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, Deutschland und New York, USA. 261 Seiten.
- Petrak, F. 1961: Die Lecanosticta Krankheit der Föhren in Österreich. *Sydowia* 15: 252-256.
- Woods, A., Coates, D., Haman, A. 2005: Is an unprecedented Dothistroma needle blight epidemic related to climate change? *BioScience* 55 (9): 761-769.

# Fichtenwälder sind durch Ozon und Klimaänderung gefährdet

Stefan SMIDT und Friedl HERMAN

## Abstract

### Spruce forest are endangered by ozone and climate change

Despite of the reduction of emissions, spruce forests in Austria are endangered by air pollutants. The secondary pollutant ozone represents the most important pollution-related risk: 61 % of the spruce forest area is endangered. In regions of sub-optimal climatic conditions, ozone represents an additional stress factor.

Keywords: Ozone, spruce forests, AOT40, Climate Change

Schlüsselworte: Ozon, Fichtenwälder, AOT40, Klimawandel

## Kurzfassung

Fichtenwälder sind in Österreich trotz der Reduktion von Schadstoffemissionen noch immer durch Luftschadstoffe gefährdet. Der sekundäre Luftschadstoff Ozon stellt unter den Luftschadstoffen das größte Risikopotenzial dar: Nach Ergebnissen von Modellrechnungen können 61 % der Fichtenwaldflächen als ozongefährdet angesehen werden. Auch Änderungen des Klimas wirken sich großflächig negativ auf Fichtenbestände aus. Betroffen sind vor allem Gebiete des Alpenvorlandes und der Südosten Österreichs. Es sind dies auch jene Gebiete, die besonders stark durch Ozon belastet sind.

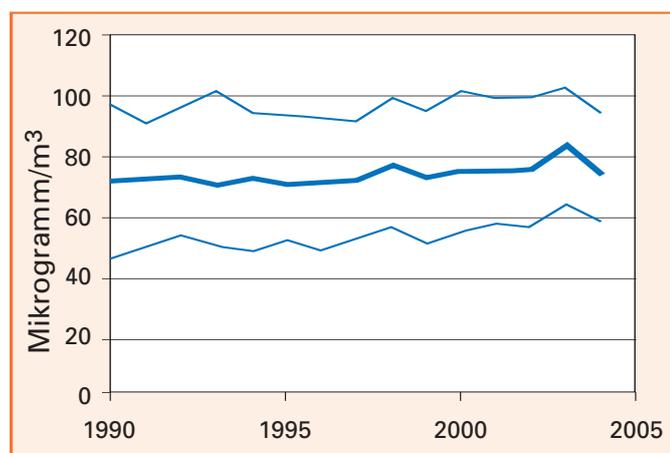


Abbildung 1:  
Ozontrend an österreichischen Waldmessstellen (Jahresmittelwerte 1990 bis 2004 und Bandbreiten der Jahresmittelwerte, n = 24)

Figure 1:  
Trend of ozone in forested areas of Austria (annual mean values 1990-2004 and ranges of annual mean values, n = 24)

## Ozon: Ein starkes Pflanzengift

Ozon wird nicht, wie die meisten anderen Luftschadstoffe, emittiert, sondern entsteht sekundär aus Vorläufern wie Stickstoffoxiden, Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid. Ozon bildet in der Luft und in weiterer Folge in Pflanzenzellen aggressive Reaktionsprodukte („Radikale“). Diese können den Stoffwechsel der Pflanzenzellen stark schädigen, indem sie zum Beispiel Eiweißstoffe, Biomembranen und Chlorophyll zerstören. Bei höherer Dosis entstehen im Blattgewebe chlorotische Veränderungen und/oder helle oder dunkle Punktierungen. Die Schädigung der Blätter und Nadeln hat eine Verminderung der Stoffproduktion auf Blatt- und Baumebene zur Folge.

## Ozonkonzentrationen während physiologisch aktiver Perioden am höchsten

Ozon zeigt einen typischen Tagesgang, der in tieferen Lagen stärker ausgeprägt ist als in Hochlagen: Während der Mittags- und Nachmittagsstunden bzw. während der photosynthetisch aktivsten Tageszeit sind die Konzentrationen meist am höchsten.

Die Ozonkonzentrationen sind durch einen Jahresgang charakterisiert; während des Austriebes und der Blättentwicklung sind die Ozonkonzentrationen für gewöhnlich am höchsten. Hohe Konzentrationen fallen somit mit Perioden hoher physiologischer Aktivität und damit höchster Sensibilität der Bäume zusammen.

## Ozonkonzentrationen nehmen zu

Messreihen des österreichischen Luftmessnetzes haben ergeben, dass die mittleren Ozonkonzentrationen seit dem Beginn der 90er Jahre an Waldmessstellen und in der Nähe von Waldgebieten (n = 41) ansteigen; im Mittel beträgt der Anstieg pro Jahr  $0,4 \mu\text{g m}^{-3}$  (Nagl und Spangl 2006). Abbildung 1 zeigt den deutlichen Anstieg der Ozon-Jahresmittelwerte von Waldmessstationen.

## Gefährdete Fichtenwaldgebiete

Die Fichte reagiert empfindlich auf Ozoneinwirkungen. Ihre Widerstandskraft hängt unter anderem von ihrer genetischen Anpassung an den Standort und damit auch von der Fähigkeit ab, die Ozonaufnahme zu verhindern oder das aufgenommene Ozon zu entgiften. Am Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) wurde in Zusammenarbeit

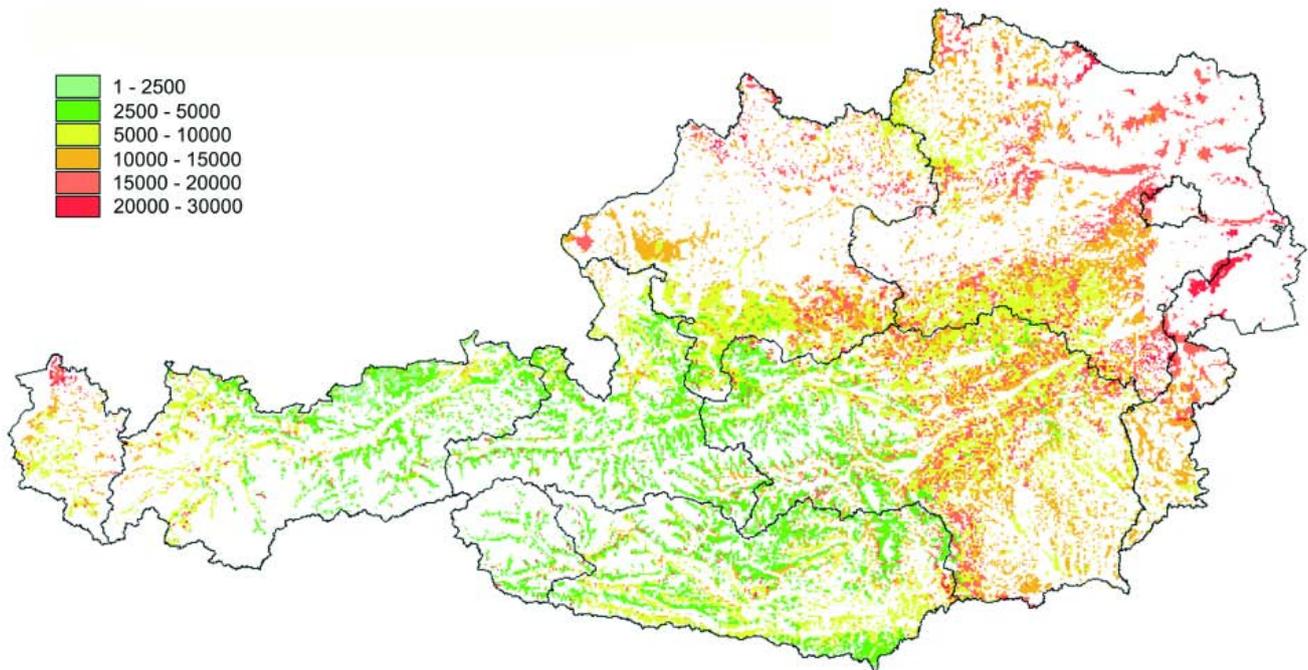


Abbildung 2:  
Durch Ozon gefährdete Fichtenwaldgebiete in Österreich. Bei AOT-Werten über 10.000 ppb.h (orange bis rot) kann von einer Gefährdung ausgegangen werden.

Figure 2:  
Austrian spruce forests endangered by ozone. In areas with AOT40 values above 10,000 ppb.h (orange to red) an ozone risk can be assumed.

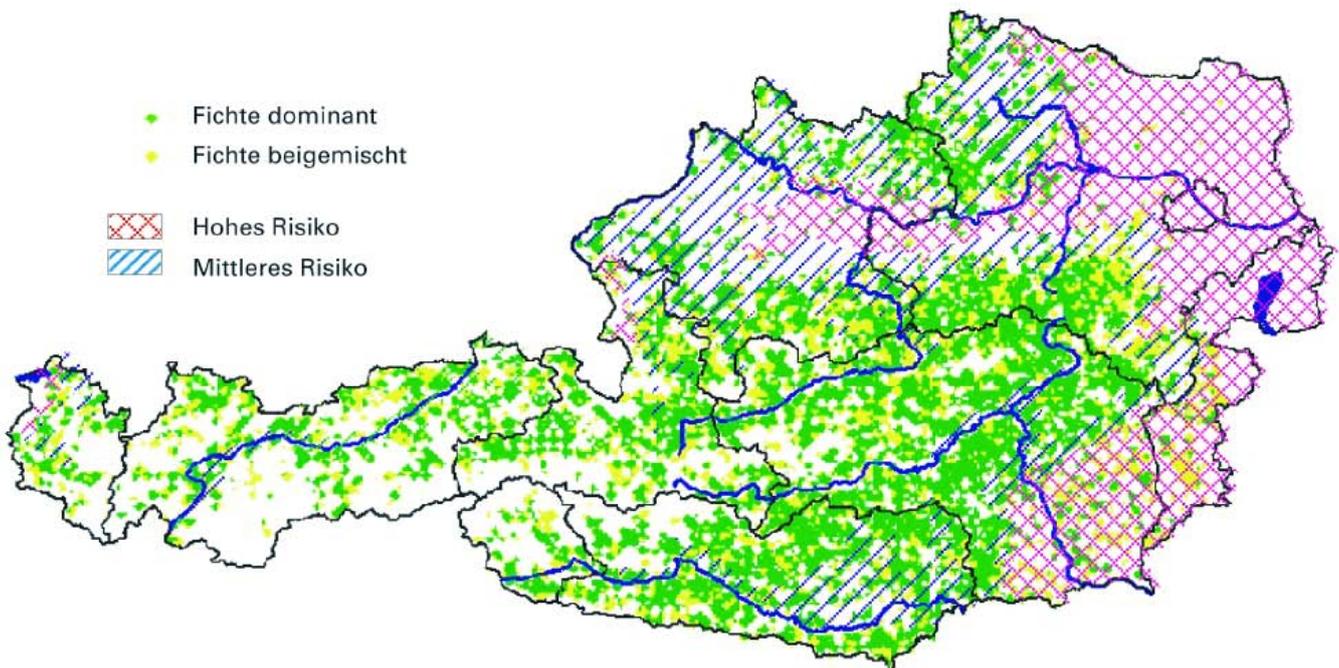


Abbildung 3:  
Risikogebiete für Fichte in Österreich unter dem Aspekt des Klimawandels (Leitgeb und Englisch 2006)

Figure 3:  
Risk areas for spruce forests in Austria taking into account Climate Change (Leitgeb und Englisch 2006)

mit den Austrian Research Centers Seibersdorf und der Universität Wien (Institut für Ökologie und Naturschutz) das Ozonrisiko für Fichten modelliert und für das gesamte Bundesgebiet dargestellt (Abbildung 2). Die Kalkulationen basieren auf dem Design und den Erhebungen der österreichischen Waldinventur, den Ozonmessdaten der Bundesländer, auf digitalen Höhenmodellen, Daten der

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und der Naturnähe- (Hemerobie-) Karte österreichischer Wälder. Das Risiko wurde auf der Basis des europäischen Critical Levels („AOT40“ = Summe der Überschreitungen der 1-Stundenmittelwerte von 40 ppb während der Vegetationsperiode; Grenzwert: 10.000 ppb.h) abgeschätzt. Die Modellierung ergab, dass die kritische Bela-

stungsgrenze bis zum Dreifachen überschritten wird und dass nicht standortgemäße Fichtenbestände besonders gefährdet sind. Insgesamt wurden im Zuge der Modellierung Grenzwertüberschreitungen auf 61 % der mit Fichten bestockten Flächen ausgewiesen. Nach dieser Auswertung sind nicht die Hochlagen, sondern mittlere Lagen besonders gefährdet.

Problemgebiete für Fichte unter sich ändernden klimatischen Bedingungen - Änderung des jährlichen Niederschlages und Änderung der Temperatursumme - wurde für das Bundesgebiet ausgewiesen (Englisch *et al.* 2005, Leitgeb und Englisch 2006; Abbildung 3).

Es sind dies zum Teil jene Gebiete, in denen die Fichte aufgrund der Niederschlags- und Temperaturverhältnisse schon heute stark gefährdet sind und in welchen auch ein besonders hohes Risiko durch Ozon ausgewiesen wurde, nämlich das Weinviertel, die Regionen südlich der Donau zwischen Linz und Wien, das oststeirische Hügelland, das Burgenland und der Bregenzer Wald.

## Literatur

- Englisch, M., Kazda, M., Starlinger, F., Leitgeb, E., Pampe, A. 2005: Site characteristics. In: The ecological and silvicultural bases for underplanting beech (*Fagus sylvatica* L.) below Norway spruce shelterwood (*Picea abies* L. Karst.). Hrsg. G. Oleskog und M. Löf. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Uni Göttingen, Frankfurt am Main (139): 20-27.
- Herman, F., Smidt, S., Loibl, W., Bolhar-Nordenkampf, H.R. 2005: Evaluation of the ozone-related risk for Austrian forests. In: Plant responses to air pollution and Global Change (Omasa, K., Nouchi, I., De Kok L.J., eds.). Springer: 53-61
- Leitgeb, E., Englisch, M. 2006: Klimawandel – standörtliche Rahmenbedingungen für die Forstwirtschaft. In: Klimawandel – Auswirkungen auf die Forstwirtschaft. BFW-Praxisinformation, Wien, (10): 9-11.
- Nagl, C., Spangl, W. 2006: Trends of ozone pollution levels in Austria. Proceedings of the Workshop „Critical levels of ozone: further applying and developing the flux-based concept“. 15-19. November 2005. Obergurgl, Tyrol, Austria.



**ECKDATEN**  
 Informationen aus der Forschung für die Praxis  
 Internetplattform mit Redaktionen in Österreich, Deutschland und der Schweiz

Ob Kalkulationshilfen für die Holzernte, Ratgeber für waldbauliche Maßnahmen, ob Neues aus Forstschutz und Forsttechnik – unter

## www.waldwissen.net

finden Sie dazu leicht verständliche und attraktiv aufbereitete Informationen.

### THEMEN

- Betriebsführung
- Forsttechnik
- Holz und Markt
- Inventur und Monitoring
- Naturgefahren
- Umwelt und Landschaft
- Wald und Gesellschaft
- Wald und Wild
- Waldbau und Planung
- Waldökologie
- Waldschutz



This project has received European Regional Development Funding through the INTERREG III B Community Initiative



Experten aus folgenden vier Waldforschungszentren liefern verdichtetes und aufbereitetes forstliches Wissen aus elf Fachgebieten:

- LWF, Freising (D)
- WSL, Birmensdorf (CH)
- BFW, Wien (A)
- FVA, Freiburg (D)



Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft  
 Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien  
 Tel.: 01/87838-0  
 bfw@waldwissen.net

Für besondere Themenschwerpunkte oder aktuelle Ereignisse werden Dossiers zusammengestellt, die Hintergrundinformationen und den aktuellen Stand des Wissens vermitteln.

Nachrichten über besonders wichtige Ereignisse

Beiträge in fünf Sprachen

