
Waldschutzrisiko der Fichte

Cornelia Triebenbacher, Ludwig Straßer und Ralf Petercord

Schlüsselwörter: Sturm, Trockenheit, Borkenkäfer, Rüsselkäfer, Nonne, Fichtengespinstblattwespe, pilzliche Erkrankungen

Zusammenfassung: Zahlreiche Insekten und Pilze können Schäden an der Fichte verursachen. Sie ist die Baumart mit dem höchsten Waldschutzrisiko. In Folge des Klimawandels wird sich die Waldschutzsituation weiter verschärfen. Grundsätzliche Zusammenhänge und wichtige Schadorganismen werden dargestellt.

Die Fichte ist aus Sicht des Waldschutzes die kritischste Baumart in Mitteleuropa (Altenkirch et al. 2002). Schwedtfeger (1981) führt in seinem Lehrbuch »Die Waldkrankheiten« über 100 Schaderreger auf, die an Jungpflanzen, Nadeln, Trieben, Rinde, Holz und Wurzeln Schäden verursachen können. Trotz eines Schadholzanteils am Gesamtfichteneinschlag von circa 50 % im langjährigen Durchschnitt (Schröpfer et al. 2009) konnte in der Vergangenheit mit der Fichte erfolgreich Waldwirtschaft betrieben werden. Die Fichte wurde zum »Brotbaum« der deutschen Forstwirtschaft schlechthin (Schmidt-Vogt 1986; Thomasius 1990; Bor-

chert und Kölling 2004; Kölling 2014). Der »ökosystemare Widerstand« (Petercord und Straßer 2017) gegen den Anbau der Fichte außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets war bei Berücksichtigung der elementaren standörtlichen Anforderungen der Baumart beherrschbar und das Risiko ökonomisch kalkulierbar. Forstgeschichtlich betrachtet begann der gezielte Anbau der Fichte in der »Kleinen Eiszeit« (ca. 1400 bis ca. 1850) (Kölling et al. 2009) und damit in einer Klimaphase, in der insbesondere biotische Faktoren dem Anbau kaum Grenzen setzten. Allerdings finden sich auch aus dieser Phase Berichte über Borkenkäfermassenvermehrungen, die damals allerdings noch als »Wurmtrocknis« bezeichnet wurden (Gmelin 1787; Escherich 1923; Blankmeister und Hengst 1971). Interessanterweise stammen diese frühen Berichte aus Regionen, die als »Industriegebiete« des Mittelalters bzw. der frühen Neuzeit gelten. Holz war als Wirtschaftsgut in diesen Regionen von besonderem Interesse, Schäden am Wald folglich bedeutsam und berichtenswert. Gleichzeitig war der Fichtenanteil von Natur aus, oder durch die anthropogene Veränderung der Wälder, bereits groß genug für umfängliche Massenvermehrungen des Buchdruckers (*Ips typographus* L.). Vor der gezielten Förderung der Fichte ab Ende des 18. Jahr-



Abbildung 1:
Sturmschäden, wie hier nach dem Sturm Kyrill im Jahre 2007, sind immer wieder Ausgangspunkt von Borkenkäfermassenvermehrungen. Die Fichte ist als Flachwurzler anfällig für Sturmwurfschäden.

Foto: T. Immler

hunderts ist von einer indirekten Förderung in den vorangegangenen Jahrhunderten auszugehen (Sautter 2003), die je nach Region im Ergebnis vermutlich umfänglicher war, als wir uns heute vorstellen können. Die Auflichtung der Wälder durch intensive Brennholznutzung, Waldweide und Streunutzung begünstigte die natürliche Verjüngung der reproduktionsfreudigen, schnellwüchsigen Fichte gegenüber den Schattbaumarten, so dass ihr Anteil sukzessiv anstieg.

Die Massenvermehrungen der Borkenkäfer »resultieren stets aus verheerenden Sturm- oder Schneeschäden und vorausgehenden Trockenperioden« (Plochmann und Hieke 1986). Zukünftig werden in Folge des Klimawandels Sturmereignisse und Trockenperioden häufiger auftreten (Plöger und Böttcher 2015), gleichzeitig führen die höheren Temperaturen zu einer kürzeren Entwicklungsdauer der plurivoltinen Borkenkäferarten und damit zu mehr Generationen pro Jahr (Abbildung 1). Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts wird sich in Europa vielerorts eine Generation Buchdrucker pro Jahr mehr entwickeln können als heute (Jakoby et al. 2016). Die Fichte wird damit häufiger Opfer von Sturmereignissen sowie Massenvermehrungen des Buchdruckers werden (Wermelinger 2017).

Schäden durch Insekten

Trotz der hohen Zahl der an der Fichte vorkommenden Arten, verursachen insgesamt aber nur wenige Arten gravierende, bestandsbedrohende Schäden. Neben dem bereits genannten Buchdrucker haben der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus* L.), die Nonne (*Lymantria monacha* L.), die Fichtengespinstblattwespe (*Cephalcia abietis* L.) und – als Kulturschädling – der Große Braune Rüsselkäfer (*Hylobius abietis* L.) als Schadinsekten eine besondere Bedeutung für die Fichtenwirtschaft. Allerdings erfolgt diese Einschätzung auf Grundlage einer retrospektiven Sicht, dass zukünftig auch weitere Schadinsekten an Bedeutung gewinnen können. Dies zeigen beispielsweise Schäden durch lokale Massenvermehrungen des Furchenflügeligen Fichtenborkenkäfers (*Pityophthorus pityographus* RTZB.) und der Gebirgsfichtenblattwespe (*Pachynematus montanus* ZADD.), die in den vergangenen Jahren auffällig wurden (Petercord und Andrae 2016).

Borkenkäfer

Pfeffer (1995) führt 39 Borkenkäferarten auf, die Fichten als Wirtspflanzen nutzen. Die Einnischung dieser Arten als Rinden-, Holz- oder Wurzelbrüter mit artspezifischen Anforderungen zur Vermeidung, respektive Reduzierung interspezifischer Konkurrenz um die Nahrungsressource, ist beispielhaft. Borkenkäfer sind grundsätzlich Sekundärschädlinge, das heißt sie be-



Abbildung 2: Buchdrucker bohren sich zur Brutanlage ein. Dabei entsteht das typische, »schnupftabakähnliche« braune Bohrmehl. Foto: G. Lobinger



Abbildung 3: Der Kupferstecher bevorzugt die dünnrindigen Stammteile von Jungfichten bzw. Kronen oder Äste von Altlichten. Foto: G. Lobinger



Abbildung 4: Das Brutsystem des Buchdruckers ähnelt einem aufgeklappten Buch, daher auch der Name »Buchdrucker«. Vom Muttergang gehen seitlich die Larvengänge ab, die in den Puppenwiegen münden. Foto: C. Triebenbacher



Abbildung 5: Die sternförmig ausgerichteten Muttergänge des Kupferstechers gehen von einer in der Rinde versteckten Rammelkammer aus. Die Verpuppung erfolgt in den Puppenwiegen in der Rinde. Foto: C. Triebenbacher

nötigen eine Vorschädigung oder Schwächung ihrer Wirtspflanze, um diese erfolgreich befallen zu können. Dies gilt grundsätzlich auch für den Buchdrucker und den Kupferstecher. Allerdings sind beide Arten befähigt, bei ausreichend hoher Populationsdichte und einer aus dieser resultierenden hohen Angriffsdichte heraus auch vitale Bäume erfolgreich zu befallen. Der Grad der notwendigen Vorschädigung muss daher artspezifisch und aus der jeweiligen Befallssituation heraus bewertet werden. Die Befähigung zum primären Befall macht den Buchdrucker und den Kupferstecher zu den gefährlichsten Schadinsekten der Fichte und in Folge – entsprechend dem hohen Fichtenanteil von 25,4% (BWI 3) am Gesamtwald in Deutschland – zu den wichtigsten Waldschädlingen. Die jeweilige Nische ist bei Buchdrucker und Kupferstecher über die Rindendicke definiert. Während sich der 4,2–5,5 mm große Buchdrucker (Schwerdtfeger 1981) in die dickrindigen Stammteile von Baum- und Althölzern einbohrt (Abbildung 2), verursacht der 1,8–2 mm große Kupferstecher Stehendbefall an Jungfichten (Abbildung 3) und befällt den dünnrindigen Kronenraum von Altfichten. Die Larvalentwicklung erfolgt unter der Rinde im Kambialbereich je nach Witterung in 6–10 Wochen in einem charakteristischen Brutbild aus Mutter- und Larvengängen (Abbildung 4 und 5). Beide Borkenkäferarten haben durch ihren plurivoltinen Generationswechsel ein enormes Vermehrungspotenzial. Je nach Witterungsverlauf können sie unter den gegenwärtigen Klimabedingungen 2–3 Generationen im Jahr anlegen. Hinzu kommen noch mehrere Geschwisterbruten je Generation, da die Elterntiere nach erfolgreicher Eiablage die Brutbilder verlassen und ihr Brutgeschäft anderen Orts fortsetzen. Der Furchenflügelige Fichtenborkenkäfer, der aktuell vermehrt auftritt, ist mit

einer Körpergröße von 1–1,5 mm (Schwerdtfeger 1981) deutlich kleiner als der Kupferstecher. Im Gegensatz zu diesem ist der Furchenflügelige Fichtenborkenkäfer nicht plurivoltin, sondern durchläuft nur zwei Generationen pro Jahr mit Flugzeiten im Mai und Juli/August. Geschwisterbruten sind möglich. Seiner Größe entsprechend kann er die dünnrindigsten Pflanzen befallen und ist daher als Kulturschädling, insbesondere in Trockenphasen waldschutzrelevant. Holzbrütende Borkenkäfer, hier sei exemplarisch der Gestreifte Nadelnutzholzborkenkäfer (*Trypodendron lineatum* OL.) genannt, können an lagerndem Holz erhebliche technische Schäden verursachen. Als mycetophage Art benötigt der Gestreifte Nadelnutzholzborkenkäfer eine verringerte Holzfeuchte, um in seinen Brutsystemen, die bis zu ca. 10 cm radial in den Holzkörper hineinreichen können, seinen Ambrosia-Nährpilz erfolgreich

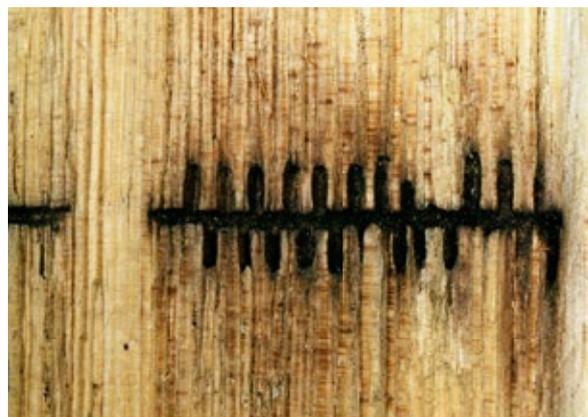


Abbildung 6: Leiterförmiges Brutbild des Nadelnutzholzborkenbohrers im Splintholz. Die Schwarzfärbung der Mutter- und Larvengänge wird durch den Ambrosia-Nährpilz verursacht, der den Larven als Nahrung dient.

Foto: S. Kinelnski, Bugwood.org

zu kultivieren (Abbildung 6). Die Art befällt daher in der Regel nur lagerndes Holz. Stehendbefall ist in ausgesprochenen Trockenperioden, wie beispielsweise im Sommer 2003 möglich und wird damit zukünftig wahrscheinlicher. Das Brutsystem besteht aus einer kurzen Eingangsröhre und gabelt sich dann in meist zwei Muttergänge auf. Das Weibchen nagt abwechselnd in den Gangboden und die Gangdecke einischen, in die jeweils ein Ei abgelegt wird. Die Larven erweitern diese Einischen im Laufe ihrer Entwicklung zu kurzen Larvengängen, die letztlich auch als Puppenwiegen dienen. Diese Larvengänge sind ca. 5 mm lang und verlaufen in Faserrichtung. So entsteht das typische Fraßbild eines einholmigen Leitergangs. Die Elterntiere betreiben eine umfangreiche Brutpflege, in dem sie den Nährpilz im Gangsystem während der Entwicklung der Larven pflegen und für eine ausreichende Belüftung des Systems sorgen (Petercord 2011). Geschwisterbruten sind daher ausgeschlossen. Die vollständig entwickelten Jungkäfer verlassen das Brutsystem über das Einbohrloch und überwintern in der Bodenstreu (Schwerdtfeger 1981). Es wird pro Jahr eine Generation durchlaufen (Schwerdtfeger 1981), es gibt allerdings Hinweise auf eine mögliche zweite Generation (Parini und Petercord 2006). Da die Art zu den Frühschwärmern zählt und Befall bereits Ende März beobachtet werden kann, sind entsprechende Waldschutzmaßnahmen sehr früh im Jahr notwendig.



Abbildung 7: Großer Brauner Rüsselkäfer. Der kräftig gebaute, braune Käfer gehört zu den gefährlichsten Kulturschädlingen der Fichte.

Foto: G. Csoka, Hungary Forest Research Institute, Bugwood.org

Rüsselkäfer

Nach wie vor ist der Große Braune Rüsselkäfer (*Hyllobius abietis*) einer der größten Gefahren bei der Kulturbegründung mit Nadelholz (Abbildung 7). Auch wenn die Pflanzung von Fichten rückläufig ist, spielt er auf vielen Sturmwurf- und Kalamitätsflächen eine große Rolle. Die Art ist in den Nadelwäldern Europas weit verbreitet (Schwenke 1974). Ihr Vorkommen reicht vom Tiefland bis ins Gebirge. Für seine Vermehrung benötigt der Große Braune Rüsselkäfer frische (bis zu zwei Jahre alte) Nadelholzstöcke. Neben der Fichte befällt er auch Douglasien, Lärchen und Tannen. Der Käfer, der mit einer Lebensdauer von bis zu drei Jahren vergleichsweise langlebig ist, fliegt in der gesamten Vegetationszeit. Allerdings können zwei größere Aktivitätsphasen beobachtet werden; die erste nach der Überwinterung der Altkäfer im Boden, Ende April/Anfang Mai und die zweite Ende Juli/Anfang August, wenn sich die ersten Jungkäfer am Brutgeschäft beteiligen. Der Käfer ernährt sich durch Rindenfraß an Wirtspflanzen jeden Alters. Die räumliche Nähe von frischen Nadelholzstöcken zur Eiablage und jungen Kulturpflanzen ist daher optimal für den Aufbau lokaler Massenvermehrungen. Der Käfer frisst an Altbäumen im Kronenraum, plätzwweise an Stamm und Ästen, und bei Jungpflanzen an den Stämmchen, vorzugsweise am Wurzelhals. Es bilden sich Rindentrichter, die stark harzen und den Fraßorten ein pockennarbiges Aussehen verleihen (Abbildung 8). Bei starkem Fraß kommt es bei jungen Pflanzen zur Ringelung, die Pflanze stirbt ab. Der Larvenfraß an den Wurzeln ist dagegen forstlich unbedeutend.



Abbildung 8: Typischer pockennarbiges Fraß des Großen Braunen Rüsselkäfers am Wurzelhals einer jungen Fichte. Verlaufen die Fraßstellen stammumfassend (Ringelung), stirbt die Pflanze ab.

Foto: G. Csoka, Hungary Forest Research Institute, Bugwood.org

Die Nonne

Die Nonne (*Lymantria monacha* L.) ist eine der bedeutendsten forstlichen Großschädlinge und tritt überall in Bayern an Fichte und Kiefer auf. Zu Massenvermehrungen neigt die Nonne im Flachland und Hügelland (bis etwa 800 m ü. NN.), hier vor allem in Gebieten mit Jahresniederschlägen von 400 bis 700 mm. Bekannte Massenvermehrungsgebiete in Bayern sind der Fichtengürtel der Münchener Schotterebene, der Nürnberger Reichswald, Teile des Oberpfälzer Waldes sowie des Frankenwaldes. Die letzte großflächige Massenvermehrung der Nonne in Bayern mit einem Befallsgebiet von circa 20.000 ha liegt inzwischen mehr als 25 Jahre zurück. Sie ist jedoch ein Schädling, der innerhalb von zwei Jahren aus der Latenz in Massenvermehrung übergeht (Lobinger 2012). In Fichtenbeständen reicht oft schon ein einmaliger Kahlfraß, um bereits im ersten Jahr zum Absterben der Bestände zu führen. In Kiefernwäldern kommt es häufig erst nach einem zweiten Fraßjahr zu hohen Absterberaten. Die Prädisposition der Bestände gegenüber nachfolgenden Schädlingen erhöht sich deutlich. Die Nonne ist ein polyphages Insekt. Das bedeutet, dass es nicht auf eine bestimmte Pflanze spezialisiert ist. Die Raupen fressen sowohl an Nadeln als auch an Laub. Als Hauptschädling ist sie aber vor allem in großflächigen Fichten- und Kieferbeständen zu finden. Die Eiraupen schlüpfen in Abhängigkeit von der Temperatur im April. Sie bleiben noch einige Stunden bis Tage in einem sogenannten »Larvenspiegel« gesellig beisammen, bevor sie in die Baumkrone wandern. Die Larvenentwicklung dauert von April bis Juli und umfasst 5–6 Stadien. Die ersten beiden Larvenstadien spinnen sich bei Beunruhigung (z. B. starkem Wind) ab und können dabei über weite Strecken verbreitet werden. Sie fressen zunächst die Mainadeln und Knospen, dann zunehmend verschwenderisch auch ältere Nadeln und/oder verursachen Löcherfraß an Blättern (Schwerdtfeger 1981). Typischerweise finden sich daher Blatt- und Nadelreste am Boden. Die Verpuppung erfolgt Mitte Mai bis Anfang Juni in Rindenritzen, meist im unteren Stammbereich, aber auch an Ästen oder der Bodenvegetation. Nach einer Puppenruhe von ca. 20 Tagen schlüpfen die Falter im Juli/August. Damit beginnt die Flugzeit der Falter zur Eiablage. Der Flugzeitraum erstreckt sich je nach Witterung bis in den September hinein. Die unter Rindenschuppen abgelegten Eier überwintern (Wellenstein 1978; Schwerdtfeger 1981; Lemme 2012).



Abbildung 9: Die Larven der Fichtengespinntblattwespe bilden im Laufe ihres Fraßes sogenannte Gespinstsäcke, die gegen Ende der Larvenentwicklung mit Kot- und Nadelresten gefüllt sind und daher braun gefärbt sind.

Foto: M. Zubrik, Forest Research Institute, Slovakia, bugwood.org.

Die Fichtengespinntblattwespe

Die Fichtengespinntblattwespe (*Cephalcia abietis*) gehörte in den 1980er und 1990er Jahren zu den Hauptschädlingen an der Fichte in Bayern. In einem dreijährigen Rhythmus wurden in den höheren Lagen der ostbayerischen Mittelgebirge Fichtenbestände regional wechselnd, zum Teil stark entnadelnd (Lemme 2010). Gradationen entstehen meist in 60- bis 120-jährigen Reinbeständen in Höhenlagen von 600 bis 1.000 m ü. NN, seltener im Flachland. Die bayerischen Schadgebiete liegen im Frankenwald, Fichtelgebirge, Oberpfälzer Wald und Bayerischen Wald. Auch in den letzten Jahren neigt die Fichtengespinntblattwespe zu starker Vermehrung und verursacht nach wie vor zum Teil starke Fraßschäden (Lemme und Petercord 2010). Bei Kahlfraß auch an den Maitrieben kann es zum Absterben der Fichten kommen, ansonsten verursacht die Fichtengespinntblattwespe vornehmlich Zuwachsverluste. Dabei erhöht sich jedoch die Prädisposition betroffener Fichten gegenüber Borkenkäferbefall erheblich. Die Wespe ist 11–14 mm lang, Kopf und Brust sind schwarz mit gelber Musterung, der Hinterleib ist rötlichbraun. Die Larven sind bis zur letzten Häutung graugrün mit verwaschenen Längsstreifen, ab dann goldgelb oder grün. Der Hauptschwärmflug erfolgt Mitte Mai bis Mitte Juni bei sonnigem Wetter. Die Weibchen bewegen sich nach erfolgter Paarung am Baum empor zur Krone, um 4–12 Eier ringsum an den Altnadeln abzulegen (Escherich 1942). Je nach Temperatur schlüpfen die Larven nach 2–4 Wochen und legen zarte Gespinströhren an, die später zu größeren Gespinstsäcken zusammenwachsen. In den Gespinsten werden die abgebissenen Nadeln verzehrt, es sammeln sich mit der Zeit zunehmend Kot und Nadelreste

an. Der Fraß dauert 6–8 Wochen, von der oberen Krone abwärts und erfolgt bevorzugt auf der Sonnenseite. Im August/September lassen sich die Larven zu Boden fallen und graben sich 5–30 cm tief in den Mineralboden ein. Dort überliegen sie ein bis drei Jahre als Eonymphe in einer ovalen Erdhöhle. Die Schlupfbereitschaft der Pronymphe wird mit der Ausbildung des Puppenauges sichtbar. Ein Befall der Bestände wird durch zunehmende Entnadelung der Fichten und die großen rotbraunen Kotsäcke (Abbildung 9) in der Krone sichtbar (Pschorn-Walcher 1982).

Schäden durch Pilze

Schäden durch pilzliche Schaderreger sind an der Fichte bisher deutlich weniger auffällig als Schäden durch Insekten. Nichtsdestotrotz gibt es einige auffällige Krankheitsbilder, zu denen der Befall mit Hallimasch, die Rotfäule und das Sirococcus-Triebsterben zählen.

Hallimasch

Eigentlich ist es falsch, von dem Hallimasch zu sprechen. In der Vergangenheit wurde der Hallimasch zwar als eine Art angesehen, in Europa sind aber mindestens neun verschiedene Arten beschrieben, die sich aufgrund ihrer geographischen Verbreitung, ökologischen Anforderungen, Wirtsspezifität und phytopathologischen Bedeutung differenzieren lassen. Die Unterscheidung der Arten anhand ihrer Fruchtkörper ist grundsätzlich aber schwierig und mit Unsicherheit behaftet. Die bekannteste Art ist der Honiggelbe Hallimasch (*Armillaria mellea* [VAHL] KRUMM.). Die Bezeichnung Hallimasch (*Armillaria*) ist also eine Gattungsbezeichnung, die zur Klasse der Basidiomyceten und in dieser zur Ordnung der Blätterpilze und Familie der Ritterlingsartigen gehört. Hallimasch-Arten gibt es weltweit, sie ernähren sich in erster Linie saprophytisch von abgestorbenen Holzteilen im Boden und nehmen damit eine wichtige Rolle im Nährstoffkreislauf des Ökosystems Wald ein (Nierhaus-Wunderwald et al. 2012; Petercord und Straßer 2016).

Allerdings können Hallimasch-Arten, wie viele andere Pilzarten auch, von der saprobiotischen in eine parasitische Lebensform wechseln. Ausgelöst wird dieser Wechsel, wenn sich dem Pilz, durch eine vorangegangene Schwächung seiner potentiellen Wirtspflanze, dazu die Gelegenheit bietet. Faktoren, die den Befall begünstigen, sind Trockenstress, Staunässe, Wurzelverletzungen, Frost, Pflanzschock, Insekten- und (Blatt)Pilzbefall, Licht- und Nährstoffmangel,

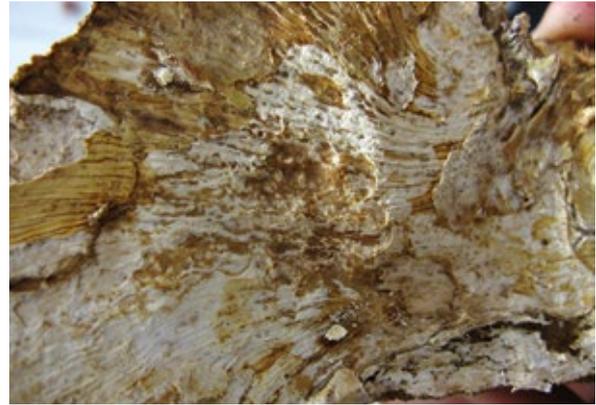


Abbildung 10: Hallimasch als Weißfäuleerreger. Typisch ist das weiße, fächerartige Myzel unter der Rinde.

Foto: R. Petercord

Schadstoffemissionen usw. (Petercord und Straßer 2016). Die Infektion erfolgt über Sporen bei großflächigen Wunden z. B. auch in der saprophytischen Form über die frische Schnittfläche der Stöcke oder als Wurzelinfektion über spezielle Ausbreitungsorgane die Rhizomorphen. Dabei handelt es sich um ein schnurförmiges Myzel, das von einer braun-schwarzen rindenähnlichen Struktur umgeben ist und ein hohes Regenerationsvermögen besitzt. Über die Stockinfektion kann es durch Wurzelverwachsungen oder durch Bodenrhizomorphe zur Infektion lebender Bäume kommen. Neben dem charakteristischen rhizomorphen Myzel gibt es dann auch weiße, fächerartige Myzelmatten (Abbildung 10), die sich an befallenen Bäumen im Kambiumbereich finden, das Kambium sukzessive abtöten und von hieraus als Weißfäuleerreger in den Holzkörper eindringen. Das fächerartige Myzel wird also nur am lebenden Baum in der parasitischen Lebensform gebildet. Es bleibt aber auch nach dem Absterben des Baums noch lange erhalten. Gelingt es dem Baum nicht, den Befall im Kambiumbereich abzuwehren, kann der Hallimasch innerhalb weniger Wochen den Ringschluss herstellen und den Baum dann sehr schnell abtöten. Kernfäulen können sich dagegen über Jahre hin entwickeln. Schwarze Demarkationslinien markieren dann im Querschnitt die Verbreitung des Pilzes in der Zeit, sie dienen ihm zur Abgrenzung gegenüber konkurrierenden Arten und zur Regulation der Feuchtigkeitsverhältnisse im bereits befallenen Holz (Nierhaus-Wunderwald et al. 2012; Petercord und Straßer 2016).

Rotfäule

Die Rotfäule der Fichte kann durch verschiedene Pilzarten ausgelöst werden. Wichtigster Erreger ist der Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum* [FR.] BREF). Gut 70% der Rotfäulen gehen auf diese Art zurück. Weitere Erreger sind »unter anderem *Armillaria mellea* (VAHL) KRUMM., *Coniophora puteana* (SCHUM.) KARST., *Resinicium bicolor* (ALB. & SCHW.) PARM. und *Serpula himantioides* (FR.) KARST.« (Butin 1989).

Typischerweise verursacht der Wurzelschwamm eine Wurzelfäule, die zu einer aufsteigenden Weißfäule im Kernholz führt (Butin 1989) und eine massive Entwertung des Erdstammstücks bedeutet. Der Stammbefall stellt im Gegensatz zur parasitischen Lebensweise in den Wurzeln die saprophytische Lebensweise dar. Die Ausweitung im Stammholz ist daher abhängig von der Baumart. Neben der Fichte werden auch die Kiefer, die Lärche und die Douglasie befallen. Die Infektion erfolgt nahezu ausschließlich über die Wurzel, teils durch Sporen, die mit dem Regen eingewaschen werden und auf der Wurzel keimen (Primärbefall) oder durch Wurzelkontakte mit befallenen Bäumen (Butin 1989). Dabei kann es sich auch um Stöcke handeln, die noch ca. vier Wochen nach der Fällung des Baums fängisch für die Sporen des Wurzelschwamms sind. Die Holzernte zur phytopathologischen Unzeit des Maximums der Sporenproduktion im Frühherbst erhöht das Befallsrisiko daher erheblich (Kohnle 2015). Darüber hinaus begünstigen Verletzungen an den Wurzeln bzw. den Wurzelanläufen oder Bodenverdichtung die Infektion.

Neben den wurzelbürtigen Stammfäulen gibt es auch Wundfäulen, die über Rindenverletzungen in den Stamm eindringen. Ursächlich sind Verletzungen, die während der Holzernte entstehen oder durch Rotwildschäle, die bei überhöhten Wildbeständen zu beobachten ist. Diese Wunden werden von Pilzsporen infiziert und führen dann zu den bekannten Stammfäulen, die offen oder auch überwallt auftreten können. Ein typischer Verursacher an der Fichte ist *Stereum sanguinolentum* (ALB. & SCHWEIN.) FR., der Blutende Schichtpilz (Kohnle 2015).

Sirococcus-Triebsterben

Das Sirococcus-Triebsterben der Fichte wird durch den Pilz *Sirococcus conigenus* (PERS.) P.F. CANNON & MINTER ausgelöst. Befallen werden die jeweils jüngsten Triebe, die sich charakteristisch krümmen und ihre Nadeln verlieren. Häufig bleibt an der Triebspitze ein Büschel verbraunter, zum Infektionszeitpunkt noch nicht vollständig ausgebildeter Nadeln als »Fahne« hängen. Mehrjähriger Befall führt zu einer im-

mer schütter werdenden Krone, die von außen nach innen verlichtet. Die Krankheit ist in Bayern nahezu landesweit anzutreffen, allerdings bilden die nährstoffarmen Standorte der ostbayerischen Mittelgebirge einen Befallsschwerpunkt. Ursächlich sind denn auch Ernährungsstörungen, vorrangig Magnesiummangel und ein unausgewogenes Magnesium/Stickstoff-Verhältnis in den Nadeln. Darüber hinaus wird der Befall durch schattige und luftfeuchte Lagen begünstigt. Die Infektion erfolgt in den Frühsommer- und Sommermonaten, wenn sich auf verbliebenen Nadeln und befallenen Zapfenschuppen die schwarzen Fruchtkörper (Pyknidien) bilden. Bei fortgesetztem Befall kommt es zu einem chronischen Befallsgeschehen, das letztlich im Absterben der betroffenen Fichten mündet (Stetter et al. 2004).

Literatur

Altenkirch, W.; Majunke, C.; Ohnesorge, B. (2002): Waldschutz auf ökologischer Grundlage. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart (Hohenheim): 434 S.

Blankmeister, J.; Hengst, E. (1971): Die Fichte im Mittelgebirge. Neumann, Radebeul: 286 S.

Borchert, H.; Kölling, C. (2004): »Brotbaum« Fichte besonders gefährdet. Waldbauliche Anpassung der Wälder an den Klimawandel jetzt beginnen, LWF aktuell 43: S. 28–30

Butin, H. (1989): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. 2. überarb. u. erw. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York: 216 S.

Escherich, K. (1923): Die Forstinsekten Mitteleuropas. Band II (Spezieller Teil, Erste Abteilung, Urinsekten, Gradflügler, Netzflügler und Käfer), Verlag Paul Parey, Berlin: 664 S.

Escherich, K. (1942): Die Forstinsekten Mitteleuropas. Band V: Hymenoptera (Hautflügler) und Diptera (Zweiflügler), Verlag Paul Parey, Berlin: 746 S.

Gmelin, J. F. (1787): Abhandlung über die Wurmtröcknis. Verlag der Crusiusischen Buchhandlung, Leipzig: 176 S.

Jakoby, O.; Stadelmann, G.; Lischke, H. Wermelinger, B. (2016): Borkenkäfer und Befallsdisposition der Fichte im Klimawandel. In: Pluess, A. R.; Augustin, S.; Brang, P. (Red.): Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptionsstrategien. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern; Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf; Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien: S. 247–264

Kohnle, U. (2015): Gegen Rotfäule kann man etwas tun. Badi-sche Bauern Zeitung Nr. 11: S. 30–31

Kölling, C. (2014): Die Fichte – Baumart oder Weltanschauung. LWF aktuell 98: S. 36

- Kölling, C.; Zimmermann, L.; Borchert, H. (2009): Von der »Kleinen Eiszeit« zur »Großen Heißzeit« – Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des Fichtenanbaus in Deutschland. LWF aktuell 69: S. 58–61
- Lemme, H. (2012): Von Eulen, Spannern und Nonnen in Bayern. LWF aktuell Nr. 91: S. 40–42
- Lemme, H.; Petercord, R. (2010): Neues Monitoringverfahren für die Fichtenspinstblattwespe in Bayern eingeführt. Forstschutz Aktuell Nr. 50: S. 20–23
- Lobinger, G.; Lemme, H.; Zeitler, J. (2012): Nonnen-Prognose neu konzipiert, LWF aktuell 89/2012, S. 26–29
- Nierhaus-Wunderwald, D.; Engesser, R.; Rigling, D. (2012): Hallimasch – Biologie und forstliche Bedeutung. Merkblatt für die Praxis Nr. 21, 2. überarb. Aufl., Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf: S. 8
- Parini, C.; Petercord, R. (2006): Der Laubnutzholzborkenkäfer *Trypodendron domesticum* L. als Schädling der Rotbuche. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz Nr. 59: S. 63–78
- Petercord, R.; Andrae, A. (2016): Auswirkungen des Klimawandels auf Schadinsekten an Bäumen am Beispiel der Gebirgsfichtenblattwespe (*Pachynematus montanus*). In: DUJESIEF-KEN, D. (Hrsg.): Jahrbuch der Baumpflege 2016, Haymarket Media, Braunschweig: S. 108–116
- Petercord, R.; Straßer, L. (2016): Der Pilz, der der Trockenheit folgt: der Hallimasch. AFZ-Der Wald 71 (16): S. 42–43
- Petercord, R.; Straßer, L. (2017): 112 Waldschutz der LWF – Eine gute Adresse, wenn's »pressiert«. – LWF aktuell 112: S. 6–8
- Petercord, R. (2011): Von Donnerbüschen, Rüsslern, Saurem Regen und Rehen – zur Waldschutzsituation der Weißtanne. LWF Wissen 66: S. 28–40
- Pfeffer, A. (1995): Zentral- und westpaläarktische Borken- und Kernkäfer (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae). Pro Entomologia, c/o Naturhistorisches Museum Basel: 310 S.
- Plochmann, R.; Hieke, Ch. (1986): Schadereignisse in den Wäldern Bayerns – Eine Zusammenstellung der forstlichen Literatur seit Beginn des 18. Jahrhunderts. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 71: 161 S.
- Plöger, S.; Böttcher, F. (2015): Klimafakten. Vollst. überarb. u. akt. Neuaufl., Westend Verlag, Frankfurt/Main: 184 S.
- Pschorn-Walcher, H. (1982): Unterordnung Symphyta, Pflanzenwespen. In: Schwenke, W. (Hrsg.): Die Forstschädlinge Europas. Ein Handbuch in 5 Bänden. Band 4: Hautflügler und Zweiflügler. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin: S. 4–196
- Sautter, R. (2003): Waldgesellschaften in Bayern: Vegetationskundliche und forstgeschichtliche Darstellung der natürlichen und naturnahen Waldgesellschaften. Wiley-VCH Verlag, Weinheim: 224 S.
- Schmidt-Vogt, H. (1986): Die Fichte. Bd. II/1, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin: 563 S.
- Schröpfer, R.; Utschig, H.; Zanker, T. (2009): Das Fichten-Konzept der BaySF – Bayerische Staatsforsten entwickeln neues Konzept zur Bewirtschaftung von Fichten- und Fichtenmischbeständen. LWF aktuell 68: S. 7–10
- Schwerdtfeger, F. (1981): Die Waldkrankheiten. Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschutzes. 4., neub. Aufl. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin: 486 S.
- Stetter, U.; Blaschke, M.; Helfer, W. (2004): Krumme Triebe, dürre Wipfel – Das Sirococcus-Triebsterben der Fichte im Bayerischen Wald. LWF aktuell Nr. 47: S. 24–25
- Thomasius, H. (1990): Vorkommen, Bedeutung und Bewirtschaftung der Fichte in der DDR. Forstw. Cbl. 109: S. 138–152
- Wellenstein, G. (1978): Lymantria In: Schwenke, W. (Hrsg.): Die Forstschädlinge Europas. Ein Handbuch in 5 Bänden. Band 3: Schmetterlinge. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin: S. 334–368
- Wermelinger, B. (2017): Insekten im Wald. Vielfalt, Funktionen und Bedeutung. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf; Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien: 367 S.

Keywords: Norway spruce, storm, drought, bark beetles, weevils, black arches moth, spruce webworm, Disease

Summary: Numerous insects and fungi can cause damage to Norway spruce. It is the tree species with the highest forest protection risk. As a result of climate change, the forest protection situation will continue to intensify. Basic relationships and important harmful organisms are presented.