

62
2017

Institut für
Waldschutz



Forstschutz Aktuell

Inhalt

Redaktionelles	3
Gernot Hoch, Jasmin Putz, James Connell	
Erste Massenvermehrung des Pinienprozessionsspinners (<i>Thaumetopoea pityocampa</i>) in Österreich	4
Martin Schebeck, Nina Dobart, Gregory Ragland, Axel Schopf, Christian Stauffer	
Diapause und Voltinismus des Buchdruckers: Ein genomischer Ansatz	9
Sylvia Schäffer, Michaela Kerschbaumer	
Borkenkäfer und ihr Zusammenleben mit Hornmilben (Acari, Oribatida)	13
Markus Blaschke, Alexandra Nannig	
Tribschäden am Tulpenbaum durch die Gattung <i>Botryosphaeria</i>	19
Thomas L. Cech, Ludwig Wiener	
<i>Pseudodidymella fagi</i> , ein neuer Blattbräunepilz der Rotbuche in Österreich	22
Gernot Hoch, Veronika Neidel, James Connell	
Massenvermehrung des Fichtennestwicklers <i>Epinotia tedella</i> in Kärnten	27
Alfred Fürst	
Einfluss des Probenahmeintervalls auf die Ergebnisse der Depositionsmessung und auf die errechneten Einträge	32
Personelles	35

Redaktionelles

Mit dieser Ausgabe der Fachzeitschrift "Forstschutz Aktuell" bietet das Institut für Waldschutz ein neues Online-Angebot: Um die Artikel schneller für die Leserschaft verfügbar zu machen, noch ehe der Umfang eines Heftes erreicht ist, werden einzelne Artikel fertig gestellt und bereits vorab online veröffentlicht. Sobald das Heft vollständig vorliegt, wird es in der gewohnten Weise als Druckmedium angeboten. Dies soll gerade bei der Meldung neuartiger oder außergewöhnlicher Schadaufreten die nötige Aktualität gewährleisten. Wir hoffen, dass dies auch für potenzielle Autorinnen und Autoren ein Anreiz ist, das Medium "Forstschutz Aktuell" verstärkt zu nutzen.

Die bewährte Printversion wird darüber hinaus natürlich erhalten bleiben. Diese ist als eines der Angebote der BFW-Bibliothek im BFW-Bookshop (Webshop: www.bfw.ac.at/webshop/) erhältlich. Das Inhaltsverzeichnis sowie die PDF-Dateien zum Herunterladen (teils in geringerer Auflösung) sind sowohl im Webshop als auch auf der Webseite „Fachzeitschrift Forstschutz Aktuell“ (<https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9534>) des Institutes für Waldschutz verfügbar. Auf dieser Seite gibt es eine übersichtliche Darstellung aller bislang erschienen Ausgaben.

Geschätzte Leserin, geschätzter Leser, es zahlt sich daher aus, immer wieder auf der „Forstschutz Aktuell“-Seite (<https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9534>) nachzusehen, was es Neues gibt.

Gottfried Steyrer und Gernot Hoch

Erste Massenvermehrung des Pinienprozessions- spinners (*Thaumetopoea pityocampa*) in Österreich

Gernot Hoch, Jasmin Putz, James Connell

Abstract

First outbreak of the pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa*) in Austria

An outbreak of *Thaumetopoea pityocampa* was recorded for the first time in Austria on approximately five hectares of pine forest on the south exposed slope of the Dobratsch mountain (Federal Province Carinthia). *Pinus nigra* trees on a steep, sun exposed field of scree were most severely affected. Feeding on *P. sylvestris* on the same site occurred at markedly lower intensity. Larval nests of older origin indicate that the forest was infested in the summer 2015 or earlier. We discuss the importance of the special climate on the site for larval survival during winter as well as the possible origin of this population.

Keywords |

Thaumetopoea pityocampa, range expansion, climate change

Kurzfassung | Im Winter 2016/17 wurde erstmalig in Österreich eine Massenvermehrung von *Thaumetopoea pityocampa* auf einer etwa fünf Hektar großen Kiefernwaldfläche an der Südseite des Dobratsch (Kärnten) beobachtet. Stark befallen waren in erster Linie Schwarzkiefern, die auf einem steilen, sonnenexponierten Geröllfeld stockten. Weißkiefern auf derselben Fläche waren deutlich weniger befallen. Der Befall hatte zumindest im Sommer 2015 begonnen, wie vorgefundene Raupennester älteren Datums zeigen. Die Bedeutung des besonderen Standortklimas für das Überleben der Raupen im Winter und die mögliche Herkunft der Population werden diskutiert.

Schlüsselworte | *Thaumetopoea pityocampa*, Arealausweitung, Klimawandel

Der Pinienprozessionsspinner, *Thaumetopoea pityocampa*, berüchtigt für seine auch für den Menschen schädlichen, mikroskopisch kleinen Gifthaare, ist ein Lehrbuchbeispiel für eine durch den Klimawandel induzierte Expansion des Verbreitungsgebietes von Insekten. Gut untersucht ist die in Frankreich seit den späten 1990er Jahren stattfindende Ausdehnung nach Norden und deren Zusammenhang mit höheren Wintertemperaturen (Robinet et al. 2007). Von den 1970er bis in die frühen 2000er Jahren wurde in den italienischen Alpen eine vertikale Ausweitung der Befallsgebiete in der Seehöhe um 110-230 m festgestellt. Diese Ausweitung war auch im Friaul festzustellen und wurde im Val Resia und im oberen Tagliamento-Tal näher untersucht, wo das Areal bis auf 1200-1300 m Seehöhe anstieg (Battisti et al. 2005, Battisti et al. 2006). Im Val Canale waren die auffälligen Gespinnster der Raupen in den letzten Jahren bis nördlich von Pontebba zu beobachten. So waren nur mehr wenige

Kilometer zu überwinden, bis *T. pityocampa* schließlich österreichisches Gebiet erreichte.

Massenvermehrung an der Südseite des Dobratsch

Im März 2017 wurde vom Landesforstdienst Kärnten ein sehr starkes Auftreten von *T. pityocampa* auf einer Fläche von etwa fünf Hektar an der Südseite des Dobratsch im Bereich oberhalb der Buchriegelhütte gemeldet. Im April 2017 erfolgte eine gemeinsame Begehung der Fläche, die folgende Beschreibung resultiert aus den dabei gemachten Beobachtungen.

Zentrum des Befallsgebietes auf 850-1000 m Seehöhe war ein sehr lichter Bestand von Schwarzkiefer (*Pinus nigra*) und Weißkiefer (*Pinus sylvestris*) auf einem steilen, südexponierten Geröllfeld vor einer Südwand des Dobratsch. Der Befall erstreckte sich bis in die an das Geröllfeld angrenzenden dichteren Waldbestände. Dort waren Nester vor allem an den Randbäumen, vereinzelt



Abbildung 1: Stark befressene Schwarzkiefern (*Pinus nigra*) auf einem Geröllfeld im Zentrum des Massenvermehrungsgebietes.

Figure 1: Heavily defoliated *Pinus nigra* on a field of scree in the centre of the outbreak area.

auch auf Wipfeln von weiter im Bestandessinneren stehenden Kiefern zu sehen. Auch Schwarzkiefern, die 100-150 m höher in der oberhalb des Geröllfeldes liegenden Felswand stocken, wiesen Nester auf. Die niedrigen, bis zehn Meter hohen Schwarzkiefern am Geröllfeld waren massiv befressen und trugen zahlreiche Raupennester (Abbildungen 1 und 2). Kleinere Bäume mit mehreren Nestern waren kahlgefressen. Die Schwarzkiefern waren wesentlich stärker befallen als die Weißkiefern, die auch nur vereinzelt Nester aufwiesen, und können in diesem Gebiet als eindeutig bevorzugte Wirtsart angesehen werden.

Der überwiegende Teil der Nester stammte aus dem Winterhalbjahr 2016/17. Einige Nester waren allerdings eindeutig älter, die Population war auf der Fläche also zumindest seit dem Sommer 2015 vorhanden. Ein großes, frisches Nest mit grünen Kotpartikeln wurde geöffnet. Darin befindliche lebende, gut entwickelte Raupen zeigen, dass die tiefen Temperaturen im Jänner 2017 mit mehreren Nächten unter -15 °C zumindest von Teilen der Population unbeschadet überstanden wurden (Abbildung 3).



Abbildung 2: Gespinnstnester der Prozessionsspinnerraupe.

Figure 2: Nests of pine processionary moth larvae.

Abbildung 3: Larve des
Pinienprozessionsspinners
im April 2017
(Foto: James Connell).

Figure 3: Larva of
Thaumetopoea pityocampa
in April 2017
(photo: James Connell).



Klimaabhängigkeit der Larvenentwicklung

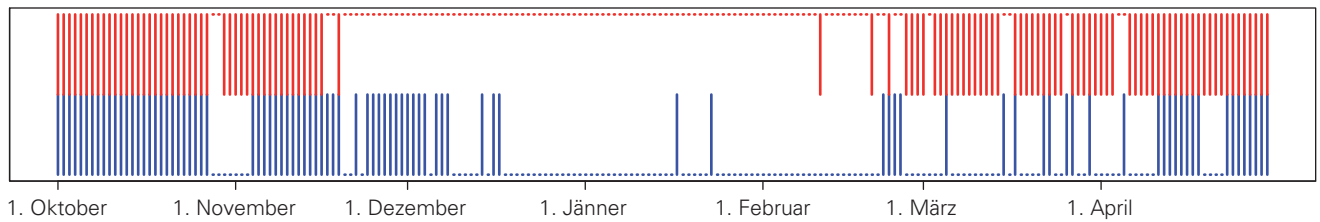
Die Bionomie von *T. pityocampa* ist an das mediterrane Klima angepasst. Falter fliegen im Sommer bzw. in den wärmeren Regionen im Spätsommer und legen die Eier an die Nadeln von Kiefern. Die Raupen leben gesellig in den auffälligen Gespinstnestern in den Baumkronen. Sie entwickeln sich den Winter hindurch, ohne eine Ruhephase einzulegen. Das Überleben und die Entwicklung sind von Temperatur und Sonneneinstrahlung abhängig. Im Spätwinter oder Frühjahr baumen die erwachsenen Raupen in einer Prozession ab, um sich im Boden zu verpuppen. Ein Teil der Population kann mehrere Jahre im Puppenstadium überleben (Battisti et al. 2005).

Basierend auf Laboruntersuchungen und validiert an Freilandpopulationen wurde von Battisti et al. (2005) ein Modell zur temperaturabhängigen Aktivität und Entwicklung der Raupen von *T. pityocampa* entwickelt. Tagestemperaturen (im Nest) über 9 °C aktivieren die Raupen, bei darauf folgenden Nachttemperaturen (an der Luft) über 0 °C fressen die Raupen. Je höher die Anzahl der Tage mit diesen Bedingungen im Winterhalbjahr ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich *T. pityocampa* in einem Gebiet etablieren kann. An Wintertagen kann die Sonneneinstrahlung ein wesentlicher Faktor sein und für die Raupen

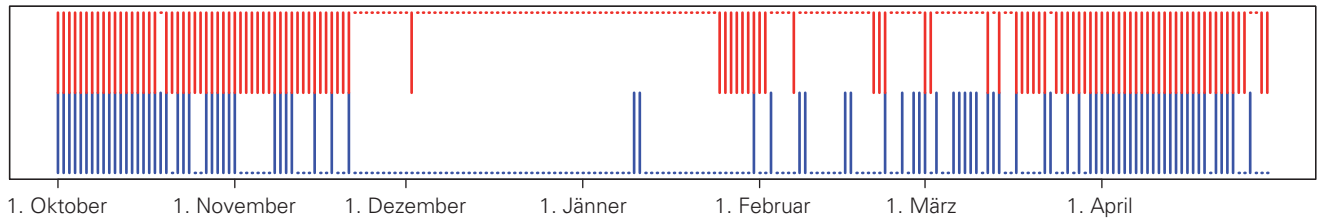
signifikant bessere Entwicklungsbedingungen an südexponierten Hängen im Gebirge bringen (Battisti et al. 2005). Die Raupen werden als moderat gefrier-tolerant eingestuft: Da sie aufgrund der fehlenden Ruhephase keine physiologischen Gefrierschutzanpassungen treffen können, gefrieren sie bereits bei durchschnittlich -7 °C. Das ist für die Tiere allerdings meist nicht letal; Raupen im Nest können eine Stunde bei -17 °C überleben. Allerdings erleiden die Raupen bei fortgesetzter Exposition gegenüber Temperaturen unter 0 °C eine kumulative Kälteschädigung (Hoch et al. 2009).

Temperaturmesswerte der Station Hermagor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, ZAMG, (direkt vom Befallsgebiet liegen keine Messwerte vor) geben einen Hinweis, wie die Bedingungen der letzten Jahre eine Etablierung von *T. pityocampa* erlaubten. Sowohl 2015 als auch 2016 waren bis Ende November zahlreiche Tage mit Fraßbedingungen gegeben. Von Dezember bis Anfang bzw. Ende Februar waren allerdings kaum solche Tage zu verzeichnen (Abbildung 4). Unter diesen Bedingungen wäre eine Etablierung einer Population nicht zu erwarten. Das zeigt die große Bedeutung der mikroklimatisch begünstigten Lage des sonnseitigen Geröllfeldes unter der Südwand des Dobratsch. In den Wochen ohne geeignete

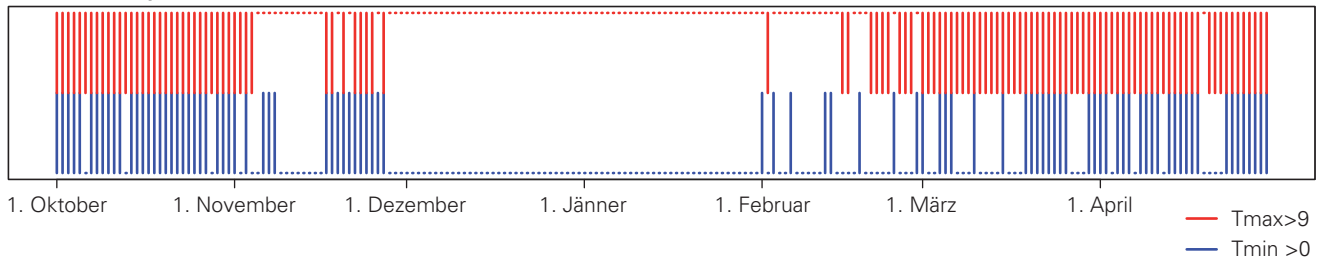
Winter 2014/15



Winter 2015/16



Winter 2016/17



Fraßbedingungen gab es auch in Hermagor Nächte mit Minimaltemperaturen über 0 °C. An einer sonnigen Südwand können die Tagestemperaturen über den Grenzwert von 9 °C steigen, auch wenn diese im Talboden nicht erreicht werden, und so eine Aktivierung der Raupen bewirken. Es gab darüber hinaus einige Tage mit Temperaturen über 9 °C in Hermagor. Auch wenn die Minimaltemperaturen danach unter den Gefrierpunkt sanken, hätten nach einem solchen warmen, sonnigen Tag noch einige Stunden über 0 °C in der Dunkelheit das Fressen der Raupen erlaubt. Die große Bedeutung der Exposition und damit einhergehender Temperaturunterschiede wurde in Südtirol näher untersucht (Battisti et al. 2005). Auch im benachbarten Friaul sind Nester von *T. pityocampa* in Höhen über 1000 m stets auf Schwarzkiefern an sonnseitigen, felsigen Steilhängen anzutreffen (Hoch, pers. Beobachtung).

Ausbreitungsmechanismen

Nicht nur die Wintertemperaturen, sondern auch die Sommertemperaturen beeinflussen die Populationsentwicklung von *T. pityocampa*. Der Grenzwert für den Flug der Falter liegt bei 14 °C, darüber nimmt die Flugaktivität der Weibchen mit steigender mittlerer Nachttemperatur linear zu (Battisti et al. 2006). Der Sommer 2003 wies in Norditalien außergewöhnlich viele Nächte mit Temperaturen über 14 °C auf. Und in diesem Jahr machten die untersuchten Populationen besonders deutliche, vertikale Ausbreitungssprünge von mehr als 100 Höhenmetern (Battisti et al. 2006). Der Sommer 2015 könnte in ähnlicher Weise günstig auf die Expansion gewirkt haben: In Hermagor (ZAMG) fiel die minimale Nachttemperatur im Juli 2015 nur in sieben Nächten und im August 2015 in 16 Nächten unter 14 °C.

Nachdem die Massenvermehrungsgebiete im Val Canale etwa 30 km vom

Abbildung 4:

Tage mit maximalen Lufttemperaturen über 9 °C bzw. minimalen Lufttemperaturen über 0 °C, aufgezeichnet von der Messstation Hermagor (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik). Sind beide Temperaturbedingungen erfüllt, kommt es zur Fraßtätigkeit der Raupen.

Figure 4: Days with maximum air temperature above 9 °C and minimum night temperature above 0 °C, recorded at the meteorological station Hermagor (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik). Larval feeding occurs when both temperature conditions are met.

Priv.-Doz. DI Dr. Gernot Hoch,
Dⁱⁿ Jasmin Putz,
James Connell,
Bundesforschungszentrum für
Wald (BFW),
Institut für Waldschutz,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien, Österreich,
Tel.: +43-1-87838 1155,
gernot.hoch@bfw.gv.at,
jasmin.putz@bfw.gv.at,
james.connell@bfw.gv.at

Befallsgebiet am Dobratsch entfernt sind, ist eine von dort ausgehende Ausbreitung nicht auszuschließen. Die Befallssituation in den friulanischen Alpen zeigt die Fähigkeit der Art, klimatisch begünstigte Flächen auch in einiger Entfernung vom nächsten stärkeren Vorkommen zu besiedeln. Weiters befindet sich eine Autobahnraststätte nur 1,5 km Luftlinie vom Befallsgebiet entfernt, so dass auch ein Zuflug von mit Fahrzeugen transportierten Faltern denkbar ist.

Schlussfolgerungen

Überdurchschnittlich hohe Sommertemperaturen 2015 begünstigten die Ausbreitung, hohe Wintertemperaturen 2015/16 und 2016/17 ermöglichten das Überleben der Raupen der neu gegründeten Population. Da wir den Dobratsch als derzeitigen Nordrand eines

zusammenhängenden friulanischen Vorkommens des Pinienprozessionsspinners vermuten, scheinen Bekämpfungsmaßnahmen mit dem Ziel einer Ausrottung nicht sinnvoll – umso mehr als diese aufgrund des jahrelangen Überliegens der Puppen im Boden eine mehrjährige Aktion erfordern würden. Die Fraßtätigkeit der Raupen schwächt die Kiefern, starker Befall schlägt sich in Zuwachsverlusten nieder (Laurent-Hervouët 1986, Kanat et al. 2005). Ein Absterben von Kiefern wird auch bei mehrjährigem Befall nur selten beobachtet. Es ist im Lichte der zu erwartenden Klimaerwärmung mit der dauerhaften Etablierung dieses mediterranen Insekts auf klimatisch begünstigten Standorten im südlichen Österreich zu rechnen.



Literatur

Battisti, A., Stastny, M., Netherer, S., Robinet, C., Schopf, A., Roques, A., Larsson, S. 2005: Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. *Ecological Applications* 15: 2084-2096.

Battisti, A., Stastny, M., Buffo, E., Larsson, S. 2006: A rapid altitudinal range expansion in the pine processionary moth produced by the 2003 climatic anomaly. *Global Change Biology* 12: 662-671.

Hoch, G., Petrucco Toffolo, E., Netherer, S., Battisti, A., Schopf, A. 2009: Survival at low temperature of larvae of the pine processionary moth, *Thaumetopoea pityocampa* from an area of range expansion. *Agricultural and Forest Entomology* 11: 313-320.

Kanat, M., Alma, M. H., Sivrikaya, F. 2005: Effect of defoliation by *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) on annual diameter increment of *Pinus brutia* Ten. in Turkey. *Annals of Forest Science* 62: 91-94.

Laurent-Hervouët, N. 1986: Measurement of radial growth losses in some *Pinus* species caused by two forest defoliators. Part 1: The pine processionary caterpillar in the Mediterranean region. *Annales Sciences Forestières* 43: 239-262.

Robinet, C., Baier, P., Pennerstorfer, J., Schopf, A., Roques, A. 2007: Modelling the effects of climate change on the potential feeding activity of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lep., Notodontidae) in France. *Global Ecology and Biogeography* 16: 460-471.

Diapause und Voltinismus des Buchdruckers: Ein genomischer Ansatz

Martin Schebeck, Nina Dobart, Gregory Ragland, Axel Schopf, Christian Stauffer

Kurzfassung | Der Buchdrucker, *Ips typographus*, ist einer der wichtigsten Forstschädlinge an der Fichte in Europa. Während des Winters tritt der Adultkäfer in eine Diapause ein, welche einem genetischen Programm unterliegt. Beim Buchdrucker ist entweder eine obligate oder eine fakultative Diapause ausgeprägt. Obligat diapausierende Käfer können nur eine Generation pro Jahr (univoltin) ausbilden, fakultativ diapausierende Individuen bilden so lange weitere Generationen (multivoltin) aus, bis eine Diapause durch Umweltsignale – Temperatur und Photoperiode – ausgelöst wird. Daher ist der Diapauseotyp ein wesentlicher Parameter für die Abschätzung des Aggressionspotenzials des Buchdruckers. In einem Projekt am Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz der Universität für Bodenkultur Wien wird die Grundlage der Diapause mittels Genomanalyse untersucht. Dabei wird ein großer Teil des Genoms (ca. 250 Millionen Basenpaare) mittels *Next Generation Sequencing* analysiert, um jene Loci zu definieren, welche die Diapause festlegen. Diese Informationen sollen in Folge in Prognosemodelle, wie z.B. PHENIPS, integriert werden, um das Vermehrungs- und Schadpotenzial des Buchdruckers verfeinert abschätzen zu können.

Schlüsselworte | Buchdrucker, *Ips typographus*, Voltinismus, Diapause, Genomanalyse

Der Buchdrucker, *Ips typographus* (L.), zählt zu den bedeutendsten Fichtenborkenkäfern in Europa. Besonders nach abiotischen Störungen, wie Windwurf, Schneebruch oder Trockenheit, können die Populationsdichten dieses Forstschädlings rasch ansteigen und weitere ökologische sowie ökonomische Schäden nach sich ziehen – wie dies in Europa in den letzten Jahrzehnten regelmäßig zu beobachten war (Cognato 2015). Unterschiedliche Eigenschaften in der Biologie des Buchdruckers sind für sein großes Schadpotenzial verantwortlich: ein auf Geruchsstoffen beruhendes Kommunikationssystem (Pheromone), eine große Nachkommenschaft, die Möglichkeit, jährlich mehrere Generationen inklusive Geschwisterbruten

auszubilden, sowie seine Assoziation mit Bläuepilzen.

Diapause

Ob Populationen dieses Forstschädlings nun univoltin (eine Generation pro Jahr) oder multivoltin (mehrere Generationen pro Jahr) sind, hängt von einer Reihe von Faktoren ab. Einer davon steht mit der Überwinterungsbiologie des Buchdruckers in Zusammenhang. *Ips typographus* überwintert in einer speziellen Form der Diapause (Gonadendiapause), einer genetisch fixierten Entwicklungsruhe (Kostal 2006), bei der Gonaden sowie die Flugmuskulatur reduziert und Reservestoffe für eine erfolgreiche Überwinterung angereichert werden. Des Weiteren wird der Metabolismus redu-

Abstract

Diapause and voltinism of the European spruce bark beetle, *Ips typographus*: A genomic approach

Ips typographus is one of the most important forest pests in Europe. In winter this beetle enters an adult diapause, a genetically programmed overwintering strategy.

Ips typographus hibernates either in an obligatory or in a facultative diapause. Obligatory diapausing beetles establish only one generation per year (univoltine). Facultative diapausing beetles produce offspring until a diapause is induced by environmental cues, i.e., photoperiod and temperature (multivoltine). Thus, diapause is an important factor to estimate the aggressiveness of populations of this bark beetle. In a current project at the Institute of Forest Entomology (BOKU Vienna) we study the genetic basis of the beetles' diapause. Therefore, we analyze a part of the beetle's genome using *Next Generation Sequencing* to determine candidate loci regulating diapause. This information will help to improve phenology

models for estimation of reproductive success and hence the threat of this bark beetle to forests.

Keywords | European spruce bark beetle, *Ips typographus*, voltinism, diapause, genome analysis

Abbildung 1: Filialkäfer von *Ips typographus* (Foto: Andrea Stradner).

Figure 1: Filial generation of *Ips typographus* (photo: Andrea Stradner).



ziert und die Kältehärtigkeit erhöht (Schopf 1985 und 1989, Doležal und Sehnal 2007).

Beim Buchdrucker ist entweder eine obligate oder eine fakultative Diapause ausgeprägt. Obligat diapausierende Käfer treten noch in derselben Generation in eine Diapause ein, fakultativ diapausierende erst, wenn diese durch Umweltsignale (Tageslänge und Temperatur) induziert wird. Demnach können Individuen mit obligater Diapause nur eine Generation pro Jahr ausbilden, das heißt, sie sind univoltin, jene mit fakultativer Diapause mehrere, das heißt, sie sind multivoltin. In mitteleuropäischen Tieflagenpopulationen kommen hauptsächlich fakultativ diapausierende Käfer vor, in Hochlagen ist der Anteil obligat diapausierender höher. In nordskandinavischen Populationen dominieren obligat diapausierende Individuen. Der Anteil an fakultativ oder obligat diapausierenden Käfern in einer Population hat dennoch eine entscheidende Auswirkung auf das Schadpotenzial des Buchdruckers.

Aktuelles Projekt zur Diapause

In einem vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) finanzierten Projekt wird zurzeit die

genetische Basis des Diapauseverhaltens des Buchdruckers am Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz (Universität für Bodenkultur Wien), in Kooperation mit dem Department of Integrative Biology (University of Colorado, Denver), untersucht. Die Diapauseregulation unterliegt nicht einem einzelnen Gen, sondern einem komplexen Muster. *Ips typographus* hat eine Genomgröße von ca. 250 Millionen Basenpaaren. Durch *Next Generation Sequencing* ist es möglich, einen tiefen Einblick in das Genom von Organismen zu bekommen. Dadurch können tausende Regionen im Genom erfasst und Bereiche determiniert werden, die mit Diapause assoziiert sind. Durch eine bestimmte Methode – „double digest restriction site associated DNA sequencing“ (ddRADSeq) – wird die DNA eines Organismus mittels zweier Restriktionsenzyme in Fragmente von ca. 400-500 Basenpaaren zerschnitten. Diese werden mit individuellen Barcodes versehen, die eine Zuordnung des DNA-Teilstückes zu einer spezifischen Probe erlauben, und mit spezifischen Adaptoren angereichert, die wiederum das Binden der DNA auf einer „Plattform“ ermöglichen. Danach erfolgt die Sequenzierung der Fragmente auf dieser „Plattform“. Durch den Vergleich von Fragmenten gleicher Position im Genom kann nach Punktmutationen (Single Nucleotide Polymorphisms, SNPs) gesucht werden, die sich zwischen den Diapausetypen unterscheiden (Peterson et al. 2012). In weiterer Folge wird untersucht, ob diese SNPs mit Regionen korrelieren, die die Diapause regulieren.

In einem ersten Schritt werden die beiden Diapause-Typen (obligat oder fakultativ) von Käfern aus mitteleuropäischen (Tief- und Hochlagen) und nordskandinavischen Populationen mittels physiologischer Methoden (Versuche zum Schlupfverhalten und zur Gonadenentwicklung bei unterschiedlichen Tageslichtlängen) definiert. Anschließend werden diese beiden Gruppen mittels



Abbildung 2: Imago von *Ips typographus* (Foto: Andrea Stradner).

Figure 2: Adult of *Ips typographus* (photo: Andrea Stradner).

ddRADSeq analysiert und es werden Loci gesucht, die mit Diapause assoziiert sind. In einem nächsten Schritt können unterschiedliche Populationen auf ihren Anteil von obligat und fakultativ diapausierenden Individuen untersucht werden, um daraus Aussagen zum Voltinismus (Anzahl von Generationen pro Jahr) von Populationen ableiten zu können.

Schlussfolgerung und Ausblick

Die Ergebnisse des laufenden Projektes sollen helfen, Populationen in ihrer Zusammensetzung aus obligat und fakultativ diapausierenden Individuen zu bestimmen. Aus diesen Erkenntnissen kann auf das Vermehrungspotenzial der Populationen genauer geschlossen werden, wodurch Prognosemodelle (z.B.



Abbildung 3: Vom Buchdrucker frisch besiedelter Fichtenstamm (Foto: Andrea Stradner).

Figure 3: Recent infestation of Norway spruce by *Ips typographus* (photo: Andrea Stradner).

Martin Schebeck MMSc,
Dipl. Nina Dobart,
Univ.-Prof. Dr. Axel Schopf,
Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. Christian Stauffer,
Institut für Forstentomologie,
Forstpathologie und
Forstschutz,
Universität für Bodenkultur
Wien, Hasenauerstraße 38,
1190 Wien,
martin.schebeck@boku.ac.at

Prof. Gregory Ragland PhD,
Department of Integrative
Biology,
University of Colorado,
Denver, 1151 Arapahoe,
SI 2071, Denver, CO 80204,
USA

PHENIPS, Baier et al. 2007) verfeinert werden können.

Klimatische Veränderungen im Laufe der nächsten Jahrzehnte werden zu wärmeren Temperaturen und zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit von Extremwetterereignissen führen. Da die Umgebungstemperatur einen unmittelbaren Einfluss auf die Entwicklung von Insekten ausübt, können wärmere Bedingungen zu einer schnelleren Entwicklung des Buchdruckers führen. Durch Wetterextreme (Sturm, Trockenheit, Schnee, Eis) findet *I. typographus* eine große Menge an bruttauglichem Material vor, wodurch die Populationsdichten

rapide ansteigen und Schäden in Wäldern nach sich ziehen können. Neben einer genaueren Risikoabschätzung liefern die hier untersuchten Themen entscheidende Informationen über die Biologie dieses wichtigen Forstinsekts.

Danksagung

Das laufende Projekt zur genetischen Basis der Diapause des Buchdruckers wird durch Mittel des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) und der Stiftung „120 Jahre Universität für Bodenkultur“ finanziert. Wir danken Andrea Stradner für die Bereitstellung der Abbildungen. 🐞

Literatur

Baier, P., Pennerstorfer, J., Schopf, A. 2007: PHENIPS – A comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestations. For. Ecol. Manag. 249: 171-186.

Cognato, A.I. 2015: Biology, Systematics, and Evolution of Ips. In: Vega, F.E., Hofstetter, R.W. (Eds.): Bark Beetles, Biology and Ecology of Native and Invasive Species: 351-370. Academic Press, Elsevier, Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo.

Doležal, P., Sehnal, F. 2007: Effects of photoperiod and temperature on the development and diapause of the bark beetle *Ips typographus*. J. Appl. Entomol. 131 (3): 165-173.

Kostal, V. 2006: Eco-physiological phases of insect diapause. J. Ins. Physiol. 52: 113-127.

Peterson, B.K., Weber, J.N., Kay, E.H., Fisher, H.S., Hoekstra, H.E. 2012: Double Digest RADSeq: An Inexpensive Method for De Novo SNP discovery and Genotyping in Model and Non-Model Species. PloS ONE 7 (5): 1-11.

Schopf, A. 1985: Zum Einfluss der Photoperiode auf die Entwicklung und Kälteresistenz des Buchdruckers, *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae). Anz. Schädlingsskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 58: 73-75.

Schopf, A. 1989: Die Wirkung der Photoperiode auf die Induktion der Imaginaldiapause von *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae). J. Appl. Entomol. 107: 275-288.

Borkenkäfer und ihr Zusammenleben mit Hornmilben (Acari, Oribatida)

Sylvia Schäffer, Michaela Kerschbaumer

Kurzfassung | Das symbiotische Vorkommen von Borkenkäfern (Scolytinae) mit baumbewohnenden Hornmilben wurde bisher noch nicht genauer untersucht. In dem hier vorgestellten Projekt werden Proben aus Borkenkäferfallen und Rinden befallener Bäume ausgewertet, um die Artenvielfalt der Milben in den Käfergalerien, deren phylogeographische Verbreitung, aber auch ein mögliches phoretisches Verhalten der Tiere zu erfassen. Mithilfe morphologischer und molekulargenetischer Untersuchungen konnte bisher gezeigt werden, dass bis zu 37 verschiedene Hornmilbenarten den Baum als Lebensraum mit den Borkenkäfern gemeinsam nutzen. Nur eine Hornmilbenart, *Paraleius leontonychus*, verwendet den Käfer auch als Transportwirt, um einen neuen Lebensraum besiedeln zu können.

Schlüsselworte | *Ips typographus*, Oribatida, *Paraleius leontonychus*, Phoresie

Borkenkäfer und Milben

Die Unterfamilie der Borkenkäfer (Scolytinae; Familie Curculionidae) ist weltweit verbreitet. Neben ihrer wichtigen Rolle als Primärkonsumenten im Ökosystem Wald sind Borkenkäfer vor allem aufgrund ihres schadenbringenden Auftretens in der Forstwirtschaft bekannt. Über die symbiotische Lebensweise mit anderen Organismen, wie Pilzen, Bakterien, Fadenwürmern (Nematoda) und Milben (Acari), ist noch wenig bekannt. Diese trägt aber möglicherweise viel zum Erfolg und Nicht-Erfolg der Käfer bei und sollte demnach nicht vernachlässigt werden. Es besteht schon lange Interesse daran, natürliche Gegenspieler der Borkenkäfer auch unter den Milben zu finden (Lieutier 1978, Kielczewski et al. 1983). Innerhalb der Milbengattung *Pyemotes* (Trombidiformes, Heterostigmata, Pyemotidae) gibt es Arten, die als solche Gegenspieler identifiziert wurden, wobei diese Milben Eier und Larven von Borkenkäfern parasitieren. Daneben gibt es mehrere dokumentierte Beispiele für

Milben, die in komplexen symbiontischen Interaktionen mit Borkenkäfern und Pilzen leben. Milben können das Pilzvorkommen in den Borkenkäferbrutsystemen wesentlich beeinflussen, indem sie sich einerseits vom Pilz ernähren und andererseits Pilzsporen in und zwischen den Bäumen transportieren. Das kann sich auf die Entwicklung, das Verhalten und die Populationsdynamik der Käfer auswirken (Hofstetter et al. 2007, Hofstetter und Moser 2014). Um nun z.B. Pilzsporen von einem Baum zum anderen zu transportieren, sind die Milben auf Phoresie angewiesen (siehe Klepzig et al. 2001 sowie Hofstetter et al. 2006). Phoresie bedeutet in der Zoologie, dass bestimmte Tierarten eine andere, meist deutlich größere, als Transportmittel nutzen. Die Milben der Ordnungen Mesostigmata und Trombidiformes stellen die meisten in den Borkenkäfergalerien bzw. auf den Käfern gefundenen Arten. In den von den Käfern geschaffenen Gängen finden Milben Nahrung, können sich vermehren und legen dort ihre Eier.

Abstract

Bark beetles and their associations with oribatid mites (Acari, Oribatida)

In this study we want to investigate symbiotic associations of bark beetles (Scolytinae) with arboreal mites, especially oribatid mites. In a current project at the Institute of Zoology, University of Graz, mites are extracted from galleries and pheromone traps to get insights in the diversity of oribatid species associated with bark beetles, to study their phylogeographic patterns, and to prove a possible phoretic behavior of the mites. First results show that the oribatid mite community of bark beetles consists of about 37 species, but only one species, *Paraleius leontonychus*, appears to be phoretic.

Keywords |

Ips typographus, Oribatida, *Paraleius leontonychus*, phoresy

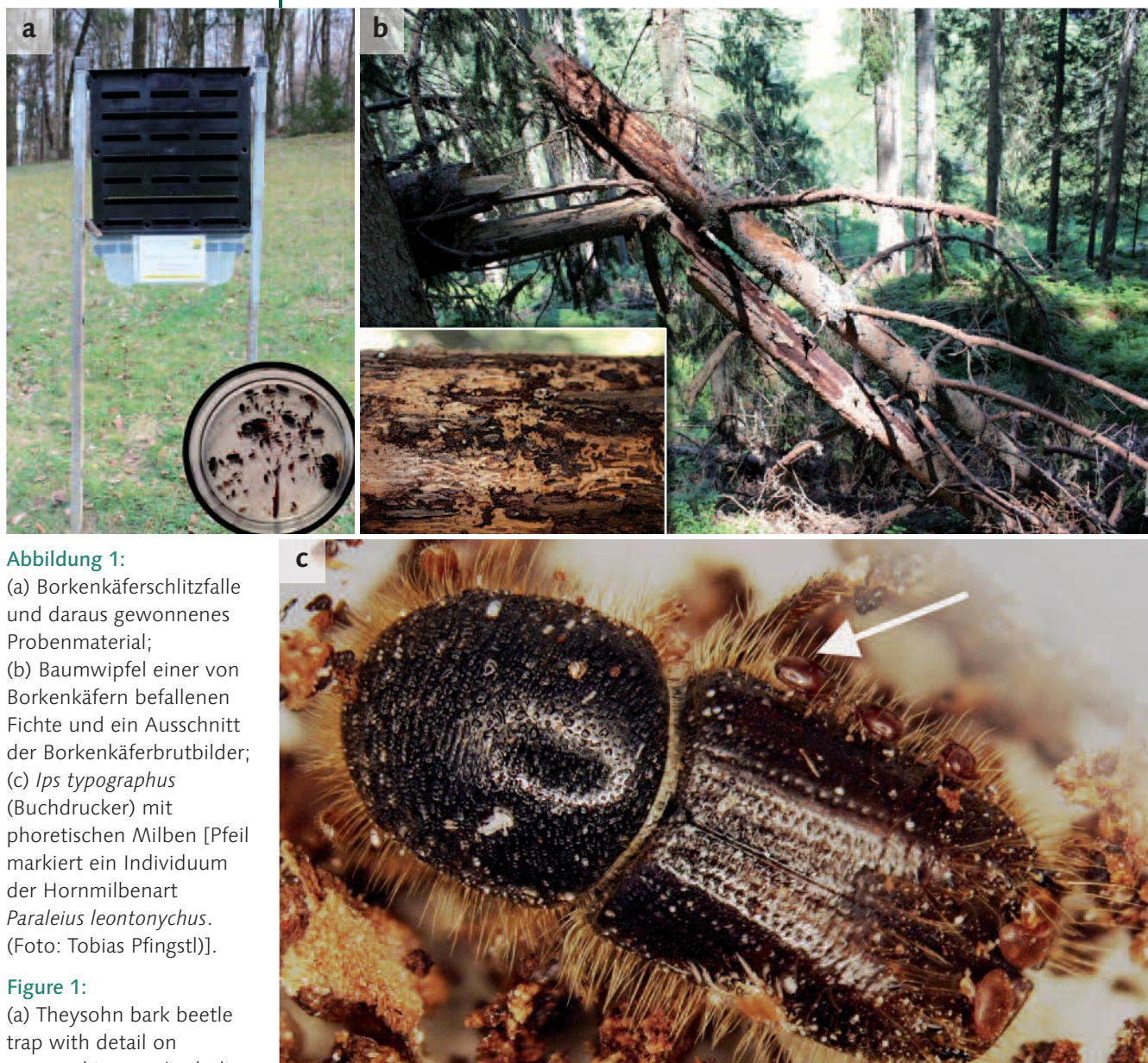


Abbildung 1:

(a) Borkenkäferschlitzfalle und daraus gewonnenes Probenmaterial;
(b) Baumwipfel einer von Borkenkäfern befallenen Fichte und ein Ausschnitt der Borkenkäferbrutbilder;
(c) *Ips typographus* (Buchdrucker) mit phoretischen Milben [Pfeil markiert ein Individuum der Hornmilbenart *Paraleius leontonychus*. (Foto: Tobias Pfingstl)].

Figure 1:

(a) Theysohn bark beetle trap with detail on captured insects (including bark beetles);
(b) treetop of *Picea abies* infested by bark beetles and detail of the galleries;
(c) *Ips typographus* with phoretic mites [arrow indicates one individual of the oribatid mite species *Paraleius leontonychus* (photo: Tobias Pfingstl)].

Hornmilben (Oribatida)

Die Hornmilben mit einer Körpergröße von 0,14 bis 2 mm sind eine äußerst form- und artenreiche Unterordnung der Acari und weisen mit Fossilfunden aus dem Devon ein geschätztes Alter von mehr als 380 Millionen Jahren auf. Mit ihrer euryöken Lebensweise können sie in allen möglichen Habitaten auf der Erde gefunden werden, z. B. in jeder Art von Waldboden, Überschwemmungswiesen, Moosen, Baumrinden und auch Gewässern.

Über ihre Verbreitungsstrategien ist noch wenig bekannt. Aufgrund ihrer geringen Körpergröße bzw. ihres geringen Gewichtes wäre eine Ausbreitung über Wind oder Wasser wahrscheinlich. Jedoch gibt es auch einige Belege für ein phoretisches Verhalten, wobei Insekten (Norton 1980, Coulson 2009) und Vögel (Krivolutsky und Lebedeva 2004) eine wichtige Rolle spielen. Aber auch tropische Frösche (Beaty et al. 2013) wurden schon als Phoresiewirte erkannt.

Vega und Hofstetter (2015) zeigen eine Liste von 270 bis jetzt gefundenen Milbenarten und deren Borkenkäfer-Wirte, worunter nur 17 Oribatidenarten zu finden sind. Da jedoch detaillierte und ausgedehntere Studien über Arten-diversität und -gemeinschaften von Hornmilben, die in Borkenkäferbrutsystemen leben, fehlen, hat die laufende Studie im Rahmen eines durch den FWF geförderten Projektes ein wichtiges Ziel. Außerdem sollen mithilfe unterschiedlicher molekulargenetischer Methoden erste Erkenntnisse über populationsgenetische und phylogeographische Muster verschiedener baumbewohnender Oribatidenarten gewonnen werden.

Wie bereits erwähnt, werden 17 verschiedene Hornmilbenarten als potenziell phoretisch angesehen (Vega und Hofstetter 2015 und darin erwähnte Literatur). Während für die meisten Arten diese Klassifizierung nur auf Einzelbeobachtungen basiert, wurde phoretisches Verhalten für die Art *Paraleius leontonychus* auch in zahlreichen Studien nachgewiesen (z.B. Moser et al. 1989, Pernek et al. 2012, Penttinen et al. 2013). Sie kann somit klar als die am häufigsten auf Borkenkäfern gefundene phoretische Art angesehen werden (siehe auch Norton 1980). Als morphologische Besonderheit unter den Hornmilben besitzt *P. leontonychus* eine starke, hakenähnliche Klaue an jedem Bein, mit der sie sich an den Borsten des Käfers festhalten kann (Penttinen et al. 2013).

Um das Phoresieverhalten zu verifizieren, untersuchen wir einerseits Baumrinden befallener Bäume (Abbildung 1a) und andererseits Material aus Borkenkäferfallen (Abbildung 1b). Aus den Rindenproben erhoffen wir uns, einen Überblick über nicht-phoretische, aber auch phoretische Milben und ihren Wirt zu bekommen. Durch Proben aus Pheromonfallen erhalten wir mehr Informationen über phoretische Hornmilben, speziell über *P. leontonychus*, und die als Transportmittel bevorzugten Käferarten.

Ergebnisse der Studie

Insgesamt konnten wir bis dato 30 Baumproben aus der Steiermark, Niederösterreich, aber auch aus Kroatien (Pula) untersuchen. Die Tiere wurden mit Hilfe eines Berlese-Apparates aus den Proben extrahiert und in 95-prozentigem Alkohol konserviert. Die zweite große Beprobung erfolgte über Lockstofffallen, ausgerichtet auf Buchdrucker (*Ips typographus*) und Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*). Das waren zum Großteil bestehende Fallen aus dem 2005 ins Leben gerufenen österreichischen Borkenkäfer-Monitoring des BFW (www.borkenkaefer.at). Sechs weitere Lockstofffallen wurden von uns selbst betreut. Insgesamt wurden in den Jahren 2015 und 2016 38 Standorte nahezu flächendeckend über ganz Österreich von Frühling bis Herbst beprobt (Abbildung 3).

In Summe konnten wir bis dato 37 verschiedene Hornmilbenarten in den Borkenkäfergalerien der Rindenproben finden. Elf davon waren in mehr als einem Drittel der Proben zu finden und können somit als typische „Hornmilben-Community“, welche gemeinsam mit Borkenkäfern lebt, bezeichnet werden (Abbildung 2). Ob diese Milben den Käfern schaden oder nutzen ist noch nicht geklärt. Aufgrund älterer Studien zur Ernährungsbiologie der Hornmilben (Schuster 1956, Luxton 1972) wissen wir, dass eine zoophage (räuberische) Ernährung äußerst selten vorkommt. Stattdessen zählt man sie hauptsächlich zur Gilde der *Makrophytophagen* (höhere Pflanzen als Nahrung: Laub, Holz, Pollen), *Mikrophytophagen* (Pilz-, Algen-, Bakterienfresser) und *Panphytophagen* (Allesfresser, div. Pflanzen und Humus) (Weigmann 2006).

Da wir aufgrund anderer Studien annehmen, dass es unter den die Borkenkäfergalerien bewohnenden Hornmilben nur eine echte phoretische Art gibt, sollte in den Pheromonfallen keine hohe Milbendiversität zugegen sein. Unsere

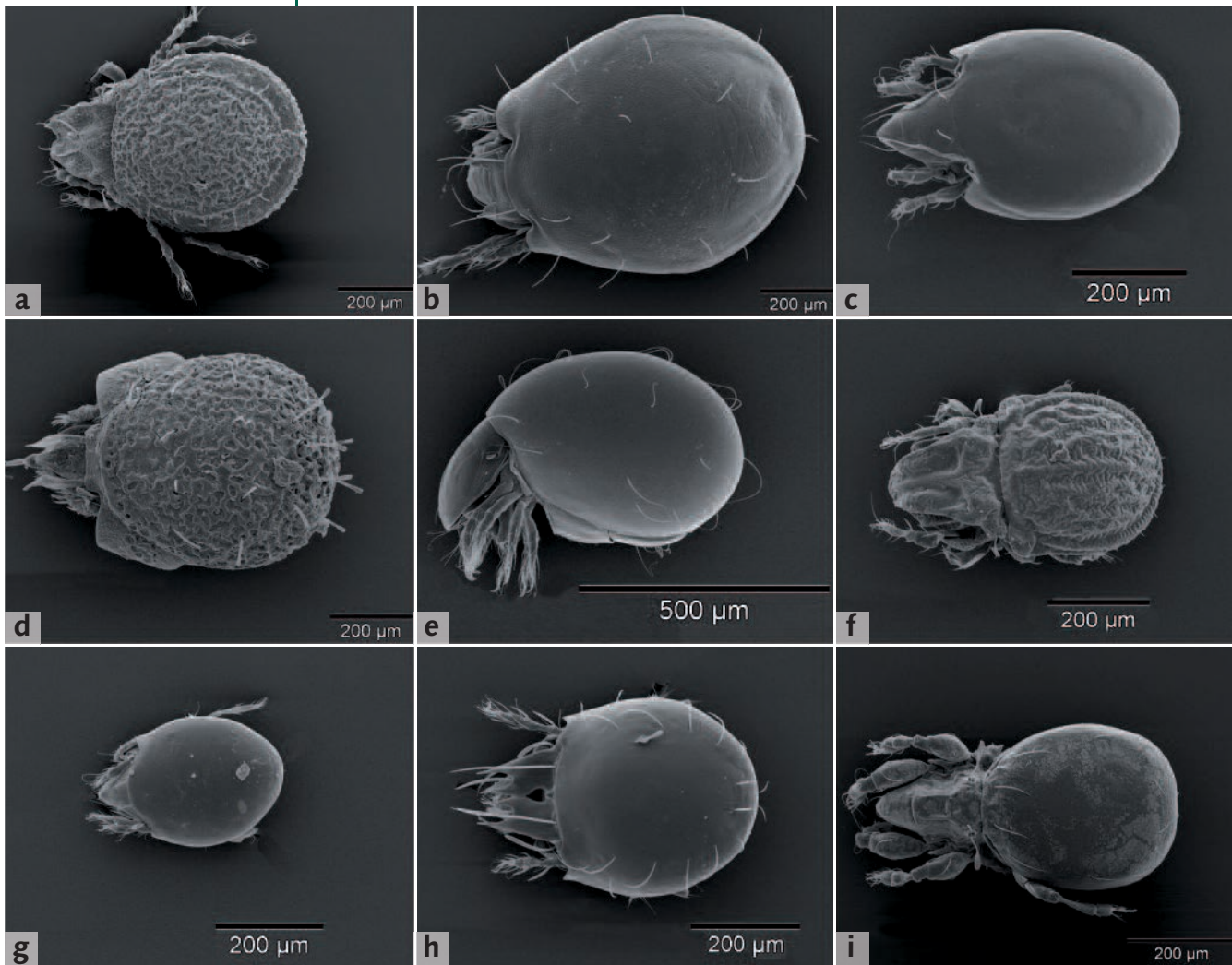


Abbildung 2:

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (von Edith Stabentheiner) verschiedener Hornmilbenarten aus Borkenkäferbrutbildern: (a) *Cepheus latus*, (b) *Diapterobates humeralis*, (c) *Scheloribates* sp., (d) *Eupelops* sp., (e) *Phthiracarus* sp. (Lateralsicht), (f) *Carabodes femoralis*, (g) *Chamobates* sp., (h) *Oribatella quadricornuta* und (i) *Eueremaeus* sp.

Figure 2:

Scanning electron images (by Edith Stabentheiner) of different oribatid mite species extracted from galleries of bark beetles: (a) *Cepheus latus*, (b) *Diapterobates humeralis*, (c) *Scheloribates* sp., (d) *Eupelops* sp., (e) *Phthiracarus* sp. (lateral view), (f) *Carabodes femoralis*, (g) *Chamobates* sp., (h) *Oribatella quadricornuta* and (i) *Eueremaeus* sp.

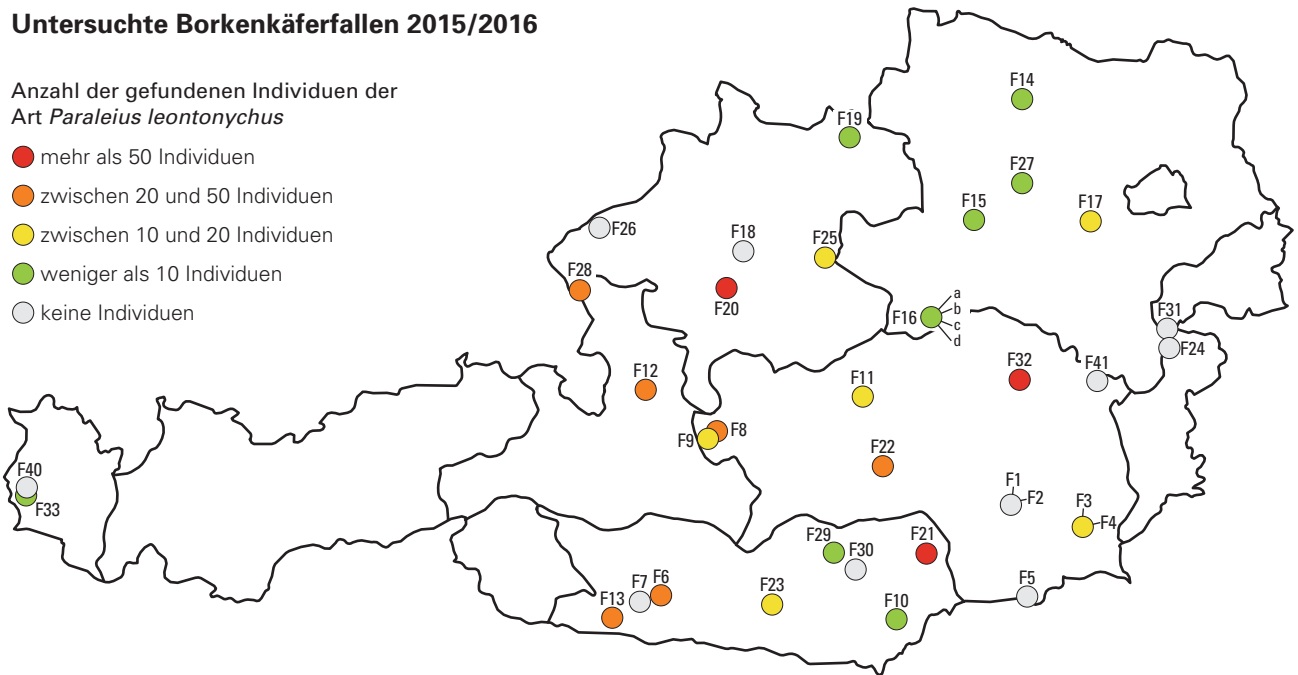
ersten Ergebnisse aus den Fallen bestätigen diese Annahme. Neben einzelnen Funden anderer Hornmilbenarten, welche durch zufällige Verbreitung durch Wind, Pflanzenteile oder andere Käfer erklärt werden (siehe auch Moser und Bogenschütz 1984), trat nur die Hornmilbenart *P. leontonychus* regelmäßig auf. Sie wurde in 25 von 38 Fallen nachgewiesen (Abbildung 3), wobei es sich

ausschließlich um Buchdrucker-Fallen handelte. Daher vermuten wir, dass *I. typographus* für diese Hornmilbe einer der wichtigsten Phoresiewirte in Österreich darstellt. Die hohe Individuenzahl in den Kalenderwochen 19 bis 21 (Abbildung 4) lässt vermuten, dass *P. leontonychus* jene Zeit des Käferflugs bevorzugt, in der die überwinterten Käfer ihre erste Brut anlegen. Einschränkung

Untersuchte Borkenkäferfallen 2015/2016

Anzahl der gefundenen Individuen der Art *Paraleius leontonychus*

- mehr als 50 Individuen
- zwischen 20 und 50 Individuen
- zwischen 10 und 20 Individuen
- weniger als 10 Individuen
- keine Individuen



F1 Mantscha I	F11 Gaishorn	F18 Wels Land, Lambach	F28 St. Georgen
F2 Mantscha II	F12 Scheffau/Tennengau	F19 Freistadt	F29 Strassburg
F3 Kohlberg I	F13 Gundersheim	F20 Gmunden	F30 Stobersdorf
F4 Kohlberg II	F14 Horn	F21 Wolfsberg Ost Teuffenbach, Mondi 409	F31 Siegraben
F5 Arnfels	F15 Melk	F22 Judenburg, Reiterberg	F32 Kindberg
F6 Greifenburg/Gerlamoos	F16a Scheibbs 115	F23 Gerlitz	F33 Rankweil Valduna
F7 Greifenburg/Eben	F16b Scheibbs 116	F24 Kobersdorf	F40 Rankweil Egata
F8 Schladming/Sonnenhang	F16c Scheibbs 284	F25 Steyr	F41 Festenburg
F9 Schladming/Hochwurzen	F16d Scheibbs 285	F26 Braunau	
F10 Bleiburg/KG Pribersdorf	F17 Hochstraß	F27 Landersdorf	

Abbildung 3: Standorte der untersuchten Borkenkäferfallen in Österreich und Häufigkeit der Funde der phoretischen Hornmilbe *Paraleius leontonychus* im Jahr 2015 und 2016.

Figure 3: Positions of bark beetle traps in Austria used in the study and observed frequency of *Paraleius leontonychus* in 2015 and 2016.

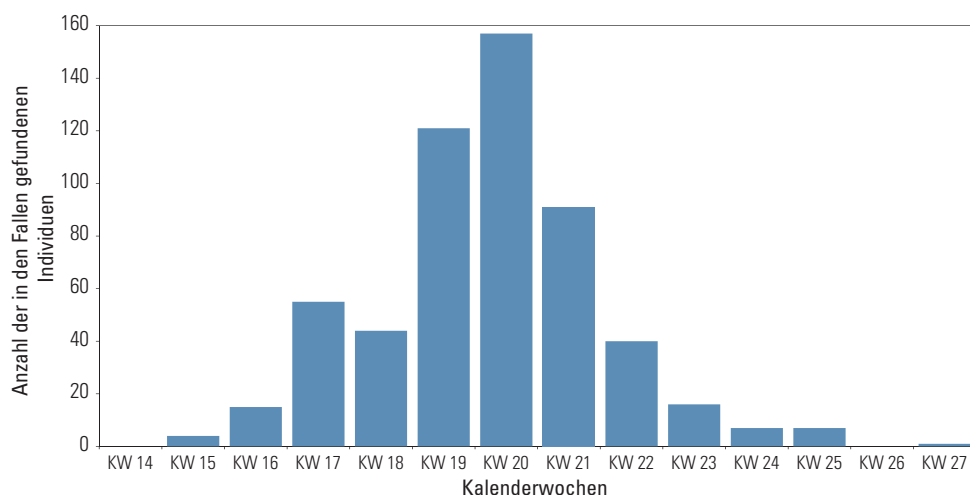


Abbildung 4: Anzahl der pro Kalenderwoche gefundenen Individuen von *Paraleius leontonychus* in allen 33 Pheromonfallen von April bis Juni 2016.

Figure 4: Occurrence of *Paraleius leontonychus* in all bark beetle traps per calendar week from April to June 2016.

Mag.^a Dr.ⁱⁿ Sylvia Schäffer,
Mag.^a Dr.ⁱⁿ Michaela
Kerschbaumer,
Institut für Zoologie,
Karl Franzens Universität
Graz,
Universitätsplatz 2,
8010 Graz, Österreich
sylvia.schaeffer@uni-graz.at
michaela.kerschbaumer@
uni-graz.at

wird festgestellt, dass nur wenige Standorte über den Sommer hinaus beprobt wurden und noch weitere Daten gesammelt werden müssen, um genauere Aussagen treffen zu können. Schließlich ist auch noch nicht ganz geklärt, ob die Milben Borkenkäfer vielleicht zu späterer Zeit im Jahr wiederum als Transportwirt nutzen. Es gibt außerdem keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl der in den Fallen gefangenen Käfer und dem Auftreten von *P. leononychus*, was eine Aussage über die Prävalenz der Milbe unmöglich macht.

Neben der Auswertung der Proben werden derzeit die ersten Milben genetisch untersucht bzw. starten erste Verhaltensexperimente, mit denen die Interaktion zwischen Milbe und Borkenkäfer untersucht werden soll.

Literatur

Beaty, L. E., Esser, H. J., Miranda, R., Norton, R. A. 2013: First report of phoresy by an oribatid mite (Trhypochthoniidae: *Archezogetes magnus*) on a frog (Leptodactylidae: *Engystomops pustulosus*). Int. J. Acarol. 39(4): 325-326.

Coulson, S. J. 2009: Association of the soil mite *Diapterobates notatus* (Thorell, 1871) (Acari, Oribatidae) with *Cynomya mortuorum* (Linnaeus, 1761) (Calliphoridae, Calliphorinae): implications for the dispersal of oribatid mites. Int. J. Acarol. 35(2): 175-177.

Hofstetter, R. W., Cronin, J. T., Klepzig, K. D., Moser, J. C., Ayres, M. P. 2006: Antagonisms, mutualisms and commensalisms affect outbreak dynamics of the southern pine beetle. Oecologia 147(4): 679-691.

Hofstetter, R. W., Dempsey, T., Klepzig, K. D., Ayres, M. P. 2007: Temperature-dependent effects on mutualistic, antagonistic, and commensalistic interactions among insects, fungi and mites. Community Ecol. 8(1): 47-56.

Hofstetter, R. W., Moser, J. C. 2014: The role of mites in insect-fungus associations. Ann. Rev. Entomol. 59: 537-557.

Kiełczewski, B., Wiśniewski, J. 1983: Bark beetle acarofauna in different types of forest habitat. Part I and II. Introduction and Mesostigmata. Fol. Forest. Pol. A (25): 129-162.

Klepzig, K. D., Moser, J. C., Lombardero, F. J., Hofstetter, R. W., Ayres, M. P. 2001: Symbiosis and competition: complex interactions among beetles, fungi, and mites. Symbiosis 30: 83-96.

Krivolutsky, D. A., Lebedeva, N. V. 2004: Oribatid mites (Oribatei) in bird feathers: Passeriformes. Acta Zool. Lituanica 14(2): 19-38.

Danksagung

Besonders bedanken möchten wir uns bei DI Gottfried Steyrer für sein Engagement bei der Koordination der Probenbereitstellung und dem Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) für die reibungslose und produktive Zusammenarbeit. Ein Dank gilt auch den teilnehmenden Landesforstdirektionen und vor allem jenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die für die Fallenbetreuung zuständig waren bzw. sind. Wir danken der Firma Witasek Pflanzenschutz GmbH (Kärnten) für die kostenlose Bereitstellung von MultiWit® Borkenkäferschlitzfallen und Pheromonen. Ein weiterer Dank gilt Ass.-Prof. Dr. Edith Stabentheiner und Dr. Tobias Pfingstl für die rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen bzw. Fotos in diesem Beitrag sowie Andrea Lienhard, MSc., für die Mithilfe in dieser Studie.

Lieutier, F., Laumond, C. 1978: Nématodes parasites et associés à *Ips sexdentatus* et *Ips typographus* (Coleoptera, Scolytidae) en région parisienne. Nematologica 24(2): 184-200.

Luxton, M. 1972: Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. I. Nutritional biology. Pedobiologia 12: 434-463.

Moser, J. C., Bogenschütz, H. 1984: A key to the mites associated with flying *Ips typographus* in South Germany. J. Appl. Entomol. 97: 437-450.

Moser, J. C., Eidmann, H. H., Regnander, J. R. 1989: The mites associated with *Ips typographus* in Sweden. Ann. Entomol. Fenn. 55: 23-27.

Norton, R. A. 1980: Observations on phoresy by oribatid mites (Acari: Oribatei). Int. J. Acarol. 6(2): 121-130.

Penttinen, R., Viiri H., Moser, J. 2013: The mites (Acari) associated with bark beetles in the Koli National Park in Finland. Acarologia 53(1): 3-15.

Pernek, M., Wirth, S., Blomquist, S., Avtzis, D., Moser, J. 2012: New associations of phoretic mites on *Pityokteines curvidens* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae). Open Life Sci. 7(1): 63-68.

Schuster, R. 1956: Der Anteil der Oribatiden an den Zersetzungs Vorgängen im Boden. Zoomorphology 45(1): 1-33.

Vega, F. E., Hofstetter, R. W. (Hsg.) 2014: Bark beetles: biology and ecology of native and invasive species. Academic Press, San Diego, California: 640 S.

Weigmann, G. 2006: Hornmilben (Oribatida). Tierwelt Deutschlands. 76. Teil. Goecke & Evers, Keltern: 520 S.

Tribschäden am Tulpenbaum durch die Gattung *Botryosphaeria*

Markus Blaschke, Alexandra Nannig

Kurzfassung | In einem Garten im Süden Bayerns wurden an einem erst vor einem Jahr gepflanzten Tulpenbaum, *Liriodendron tulipifera*, auffällige Blattverluste und Tribschäden beobachtet. Eine genaue Analyse der Schadstellen zeigte kleine schwarze in die Rinde der Triebe eingesenkte Fruchtkörper. Die auffällig großen lang-elliptischen Sporen, die sich in den Pyknidien entwickelten, erinnern an das *Diplodia*-Triebsterben. Vergleiche mit der Literatur aus dem nordamerikanischen Herkunftsgebiet des Tulpenbaums bestätigen den Verdacht eines Befalls durch einen Erreger aus der Gattung *Botryosphaeria*.

Schlüsselworte | Tribschäden, *Liriodendron tulipifera*, *Botryosphaeria*, neues Schadenssymptom, Schwächeparasit

Eine große Vielfalt an Baumarten findet sich insbesondere im urbanen Bereich. Neben heimischen Gehölzen wurden gerade hier in den letzten beiden Jahrhunderten auch vermehrt Baum- und Straucharten angebaut, die aus anderen Ländern zu uns gebracht wurden. Einige dieser Baumarten werden beispielsweise wegen ihrer besonderen Blüten, Blattformen oder Früchte in Gärten, Parkanlagen oder als Straßenbaum verwendet. Auf diesem Wege ergibt sich allerdings, dass neben den Pflanzen selbst auch andere Lebewesen verbreitet werden, die eine mehr oder weniger enge Beziehung zu diesen Pflanzen haben, wie Symbionten und wirtsangepasste Schädlinge.

Symptome und pilzliche Strukturen

Im Frühjahr 2015 erhielt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft eine Probe von Zweigen eines Tulpenbaums (*Liriodendron tulipifera*), der erst vor rund einem Jahr als Großbaum in einen Garten in Südbayern gepflanzt

worden war. Die Zweige hatten zu Beginn der Vegetationszeit nur noch aus einzelnen Knospen ausgetrieben. Große Rindenbereiche waren bereits von außen erkennbar verfärbt und abgestorben (Abbildung 1).

Unter der Rinde der abgestorbenen Triebbereiche ließen sich überall schwarze, in die Rinde eingesenkte Fruchtkörper finden. Aus den Öffnungen der Fruchtkörper hatten sich deutliche gekringelte Sporenranken herausgedrückt (Abbildung 2). Bei einem Schnitt durch diese Fruchtkörper fiel sofort ein deutlich erkennbares weißes Zentrum auf (Abbildung 3). Unter dem Mikroskop zeigte sich, dass es sich um Pyknidien mit auffällig großen lang-elliptischen Konidiosporen (30-35 x 12 µm) handelte (Abbildung 4). Diese ähneln auffällig den Sporen von *Diplodia sapinea*, dem Erreger des *Diplodia*-Kieferntriebsterbens.

Anhand der Morphologie von Pyknidien und Sporen konnte die Gattung *Botryosphaeria* als Ursache für die Schäden diagnostiziert werden.

Abstract

Branch dieback of tulip tree (*Liriodendron tulipifera*) by the genus *Botryosphaeria*

Conspicuous leaf loss and shoot disease were observed on a tulip tree, *Liriodendron tulipifera*, planted one year ago in a garden in southern Bavaria. A detailed analysis of the damaged areas showed small, black fruiting bodies sunken into the bark. The strikingly large elongate-oval spores that developed in the pycnidia are reminiscent of *Diplodia* dieback. Comparisons with the literature of the North American area of origin of tulip tree confirm the suspicion of an infection by a pathogen of the genus *Botryosphaeria*.

Keywords | shoot disease, tulip tree, *Liriodendron tulipifera*, *Botryosphaeria*, new symptoms

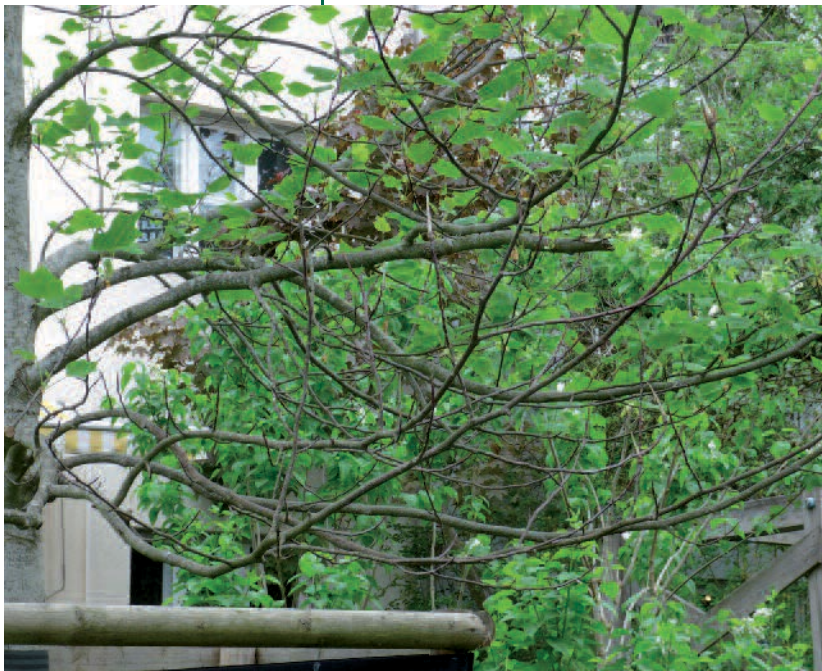


Abbildung 1: Der befallene Tulpenbaum zeigt insbesondere an den unteren Ästen nur noch einen sehr geringen Laubaustrieb.

Figure 1: Reduced foliage on lower branches of the infested tulip tree.



Abbildung 2: Aus den Fruchtkörpern entwickeln sich auffällige Sporenranken.

Figure 2: Curls with spores protrude from the pycnidia.

Krankheitsbild in Nordamerika

Triebsterben und Astnekrosen durch Pilze der Gattung *Botryosphaeria* sind aus verschiedenen Bundesstaaten der USA bekannt (University of Georgia 2015). Die Pilze gelten als weitgehend wirtsunspezifisch und entsprechende Triebschäden sind auch vom Tulpenbaum bekannt (Bush 2015, Moorman 2015).

Häufig fallen die Schäden erst im Zusammenhang mit der zwangsläufigen Welke der Blätter an den befallenen Trieben auf. Neben der häufig dunklen bis schwarzen Verfärbung der Rinde geht auch eine Verfärbung des darunter liegenden Holzkörpers einher.

Pilze der Gattung *Botryosphaeria* können in den Fruchtkörpern von befallenem Holz oder auch als Endophyt in immergrünen Blättern, zum Beispiel auf Rhododendronpflanzen, überwintern und im Frühjahr durch die Ausbreitung der Sporen junge Triebe von potenziellen Wirtspflanzen befallen. Als Eintrittspforten für die Pilzsporen gelten neben Wunden und Wachstumsrissen auch die Astnarben und Lentizellen an den Zweigen (Sinclair & Lyon 2005, Bush 2015).

Die Pilze treten in erster Linie als Schwächeparasit nach einer Vorschädigung durch Hitze, Trockenheit, Frost oder Bodenverdichtung in auffälligem Maße auf. Es konnten zwar unterschiedliche Schadauswirkung durch Pilze der Gattung *Botryosphaeria* differenziert werden, Arten, die als primäre Pathogene in Erscheinung treten, sind aber bislang nicht beobachtet worden.

Bekannte Gegenmaßnahmen

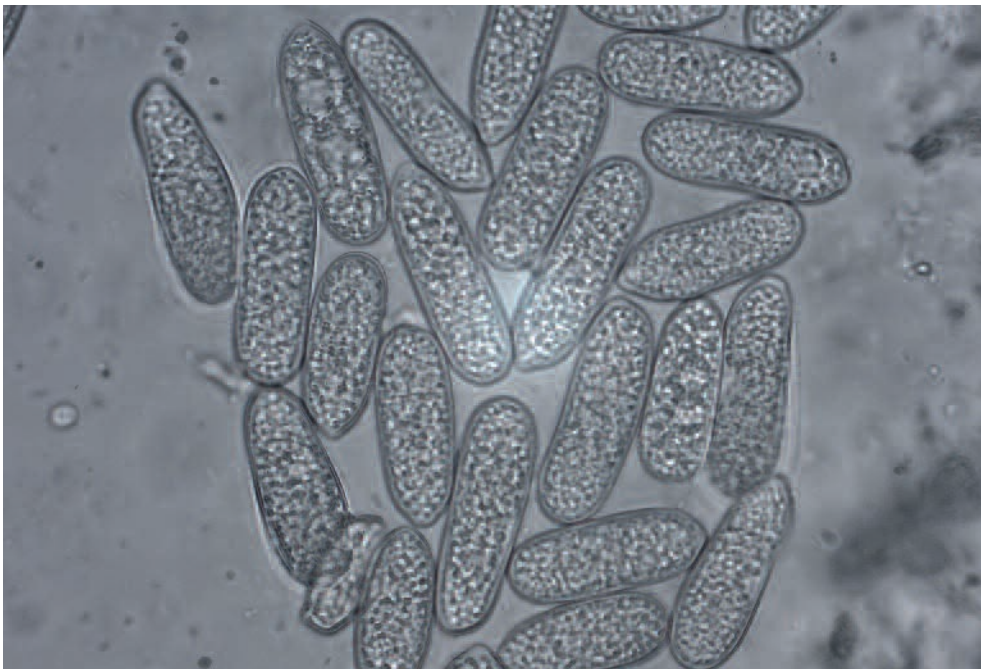
Als Gegenmaßnahmen werden nur allgemeine Hinweise zu Pflanzenhygiene genannt, wie das Zurückschneiden von befallenem Material und die Desinfektion der Werkzeuge bei der Arbeit mit befallenem Material. Darüber hinaus wird die bestmögliche Vermeidung von Stressfaktoren, wie Trockenheit und unangepasste Bodenverhältnisse, für die Pflanzen angeregt.





Abbildung 3: Aufgeschnittene Pyknidien mit einer schwarzen Außen-seite und dem helleren Fruchtkörperinneren.

Figure 3: Dissected pycnidium shows black walls and lighter interior.



Literatur:

Bush, E. 2015: Botryosphaeria Canker and Dieback of Trees and Shrubs in the Landscape, Virginia cooperative Extension, Virginia State University, Publication 450-726, S. 1-6

Moorman, G. 2015: Botryosphaeria Canker, www.extension.psu.edu/pests/plant-diseases/all-fact-sheets/botryosphaeria-canker (13.05.2015)

Sinclair, W.A. and Lyon, H.H. 2005: Disease of Trees and Shrubs, 2. Auflage, Cornell University Press, Ithaca, New York

University of Georgia 2015: Widely Prevalent Fungi of the United States, Botryosphaeria dothidea, <http://www.prevalentfungi.org/subject.cfm?id=545> (30.07.2015)

FOR Markus Blaschke,
Abteilung Biodiversität,
Naturschutz, Jagd,
Bayerische Landesanstalt für
Wald und Forstwirtschaft,
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1,
85354 Freising, Deutschland,
Tel. +49-8161-71-4930,
markus.blaschke@lwf.bayern.de

Alexandra Nannig,
Abteilung Waldschutz,
Bayerische Landesanstalt für
Wald und Forstwirtschaft,
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1,
85354 Freising, Deutschland

Pseudodidymella fagi, ein neuer Blattbräunepilz der Rotbuche in Österreich

Thomas L. Cech, Ludwig Wiener

Abstract

Pseudodidymella fagi, a leaf spot-fungus of European beech new to Austria

A new fungal disease of European beech, *Pseudodidymella fagi*, is reported for the first time from Austria. The species is probably native to Japan and likely invaded Europe accidentally. The fungus causes leaf spots resembling those caused by beech anthracnose *Apiognomonia errabunda*. In Austria, the disease appeared in 2016 in several regions, one hotspot is located in the federal province Salzburg in the Bluntau Valley near Golling. Potential consequences of repeated infestations are discussed.

Keywords | European beech, *Fagus sylvatica*, leaf spots, *Pseudodidymella fagi*, Salzburg

Kurzfassung | Eine neue Krankheit der Rotbuche, verursacht durch den Mikropilz *Pseudodidymella fagi*, wurde in Österreich erstmals beobachtet. Die Art ist vermutlich in Japan beheimatet und dürfte unbemerkt in Europa eingewandert oder eingeschleppt worden sein. Sie verursacht Blattflecken, die denjenigen der Buchenblattbräune *Apiognomonia errabunda* ähneln. Die Krankheit trat 2016 überregional in Österreich auf, ein Befallsschwerpunkt befand sich in Salzburg im Bluntatal bei Golling. Mögliche Folgen langfristigen Befalls werden diskutiert.

Schlüsselworte | Europäische Buche, *Fagus sylvatica*, Blattflecken, *Pseudodidymella fagi*, Salzburg

Die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) war in Europa bisher im Wesentlichen von einer einzigen Blattkrankheit betroffen, der Buchenblattbräune *Apiognomonia errabunda* (Roberge ex Desm.) Höhn. Diese Schlauchpilzart verursacht als Folge niederschlagsreicher Witterung im Frühjahr sowie der Aktivität saugender Insekten an Blättern braune Flecken, die sich meist zu größeren Flächen vereinigen. Bei starkem Befall ist das ganze Blatt braun, vertrocknet und fällt ab. Gelegentlich werden auch Triebe und Zweige bis etwa 1 cm Durchmesser befallen, wodurch es zu auffälligem Zweigsterben in der Krone kommen kann. *Apiognomonia errabunda* ist ein weit verbreiteter Endophyt, der normalerweise in lebenden Blattgeweben symptomlos lebt und auch bei Massenaufreten kaum nennenswerte Schäden hervorruft, da Pilz und Wirt gut an einander angepasst sind. Die Buchen treiben nach Verlust der Blätter neu aus und zeigen im nächsten Jahr keine Folgen der vorjährigen Blattverluste mehr.

2016 traten ab Ende Juli in mehreren Bundesländern innerhalb weniger

Wochen Blattverfärbungen an Buchen auf, die während der restlichen Saison größtenteils als separierte Flecken erhalten blieben, gelegentlich zu größeren braunen Flächen zusammenwuchsen, hingegen meist nicht zur kompletten Verbraunung und zu vorzeitigem Blattfall führten (Abbildung 1). Die Flecken waren rundlich-oval bis unregelmäßig gelappt, auch eckig, über die gesamte Blattspreite verteilt, hellbräunlich und wiesen teils scharf, teils diffus abgesetzte dunkelbraune Randpartien auf (Abbildung 2).

Apiognomonia errabunda konnte in diesen Flecken nie nachgewiesen werden. Da keinerlei Fruktifikationen an den Blättern vorhanden waren, wurden im Laufe des Sommers und Herbstes 2016 mehrere Male Blattproben von Buchen aus dem Bluntatal (Gemeinde Golling, Salzburg) gezogen, da dort die Blattflecken am intensivsten in Erscheinung traten. Erst gegen Ende der Saison erschienen kleine Fruktifikationen eines Schlauchpilzes. Diese entwickelten ihre Sporen erst in der Laubstreu im Frühjahr 2017 und konnten als Pseudothezien der



Abbildung 1: Blätter von Rotbuchen mit starkem Befall durch *Pseudodidymella fagi*.

Figure 1: Leaves of European beech with intense infestation by *Pseudodidymella fagi*.



Abbildung 2: Buchenblatt mit Flecken von *Pseudodidymella fagi*.

Figure 2: Leaf of beech with spots caused by *Pseudodidymella fagi*.

Pilzart *Pseudodidymella fagi* C.Z. Wei, Y. Harada & Katum identifiziert werden. Im Sommer 2017 wurden weitere Blattproben aus der Streu gezogen und auf diesen die Sporenlager der ungeschlechtlichen Form nachgewiesen. Insgesamt wurden über 100 Einzelblätter von drei Standorten im Bluntauental, zwei Standorten in der Steiermark und einem Standort in Vorarlberg geworben.

Pseudodidymella fagi

Pseudodidymella fagi wurde 1997 als Blattparasit der Kerkbuche (*Fagus crenata* Blume) in Japan beschrieben (Wei et al. 1997). Auf dieser Buchenart

verursacht der Pilz Blattflecken, auf denen mehrheitlich oberseits weiße ungeschlechtliche Verbreitungseinheiten gebildet werden (Abbildung 3a und 3b). Diese bestehen aus einem weißen, nur geringfügig im Blattgewebe eingesenkten, locker kissenförmigen Geflecht mit oberflächlich dicht stehenden, fadenförmigen Hyphen, die bei stereomikroskopischer Betrachtung wie Borsten aussehen (Abbildung 3c). Diese als Mycopappus bezeichneten Strukturen (vgl. Gross et al. 2017, Hashimoto et al. 2017) werden als ganze Einheiten verbreitet, können aber auch in einzellige Einheiten zerfallen, was eine rasche Ausbreitung

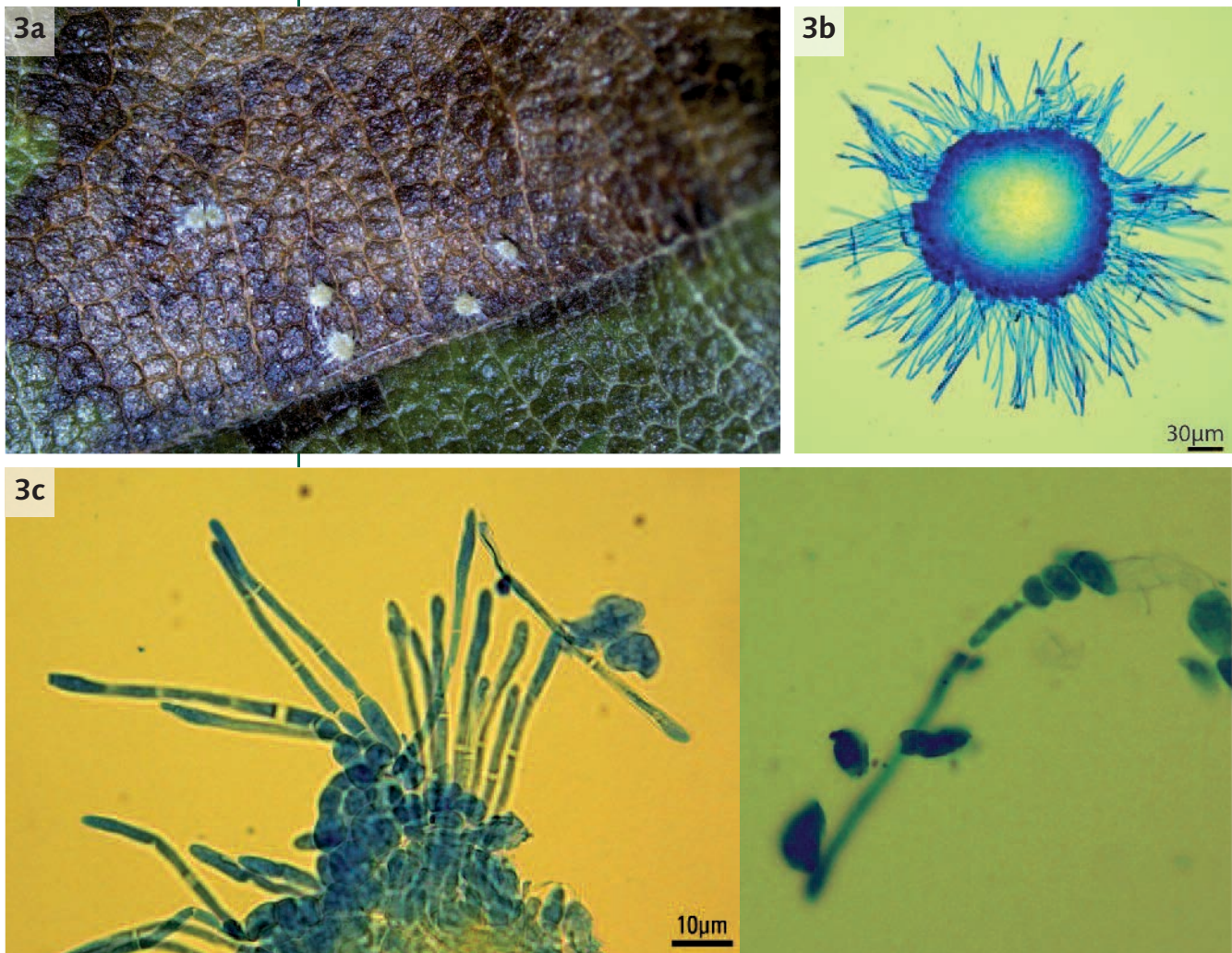


Abbildung 3: Ungeschlechtliches Verbreitungsstadium von *Pseudodidymella fagi* – Mycopappus: a) Blattfleck mit fast oberflächlichen Verbreitungseinheiten; b) Mycopappus im Durchlichtmikroskop; c) Mycopappus, Detail: in Einzelzellen zerfallend.

Figure 3: Asexual propagation unit of *Pseudodidymella fagi* – Mycopappus: a) Leaf spot with nearly superficial propagation units; b) Mycopappus (transmission microscope); c) Mycopappus, detail: disintegrating into single cell propagation units.

des Pilzes ermöglicht (Abbildung 3c): So werden im Frühjahr und Sommer weitere Buchenblätter infiziert und weitere Flecken erscheinen. Gegen den Herbst zu bildet der Pilz an der Blattoberseite in den Flecken oberseits abgeflachte, schwarze geschlechtliche Fruchtkörper (Pseudothezien; Abbildung 4a). Diese sind mit einer stromatischen Basis subkutikulär im Blattgewebe verankert und überwintern auf den abgefallenen Buchenblättern in der Blattstreu. Im April reifen in den Pseudothezien spindelförmige, einmal quer geteilte, farblose Ascosporen heran (Abbildung 4b), die durch einen runden Mündungsporus (Ostiolum) an der Spitze des Fruchtkörpers an die Blattoberfläche gelangen. Diese Sporen infizieren die jungen Buchenblätter im Mai, auf denen im

Frühsommer die ersten Blattflecken entstehen (Wei et al. 1997).

Verbreitung

In Europa wurde *P. fagi* erstmals im vergangenen Jahr in der Schweiz und in Deutschland an der Rotbuche nachgewiesen (Gross et al. 2017). Die Krankheit wurde in mehreren Schweizer Kantonen südlich und nördlich des Alpenbogens, hier unweit der österreichischen Grenze westlich von Feldkirch, sowie in Bayern (Schwarzwald, Allgäu, Raum München) identifiziert, wobei in einem Fall eine weitere Baumart, die Orient-Buche (*Fagus orientalis* Lipsky), im Botanischen Garten in München betroffen war (Gross et al. 2017). Die Autoren berichten darüber hinaus, dass die Symptome bereits 2008 in Zürich beschrieben worden waren.

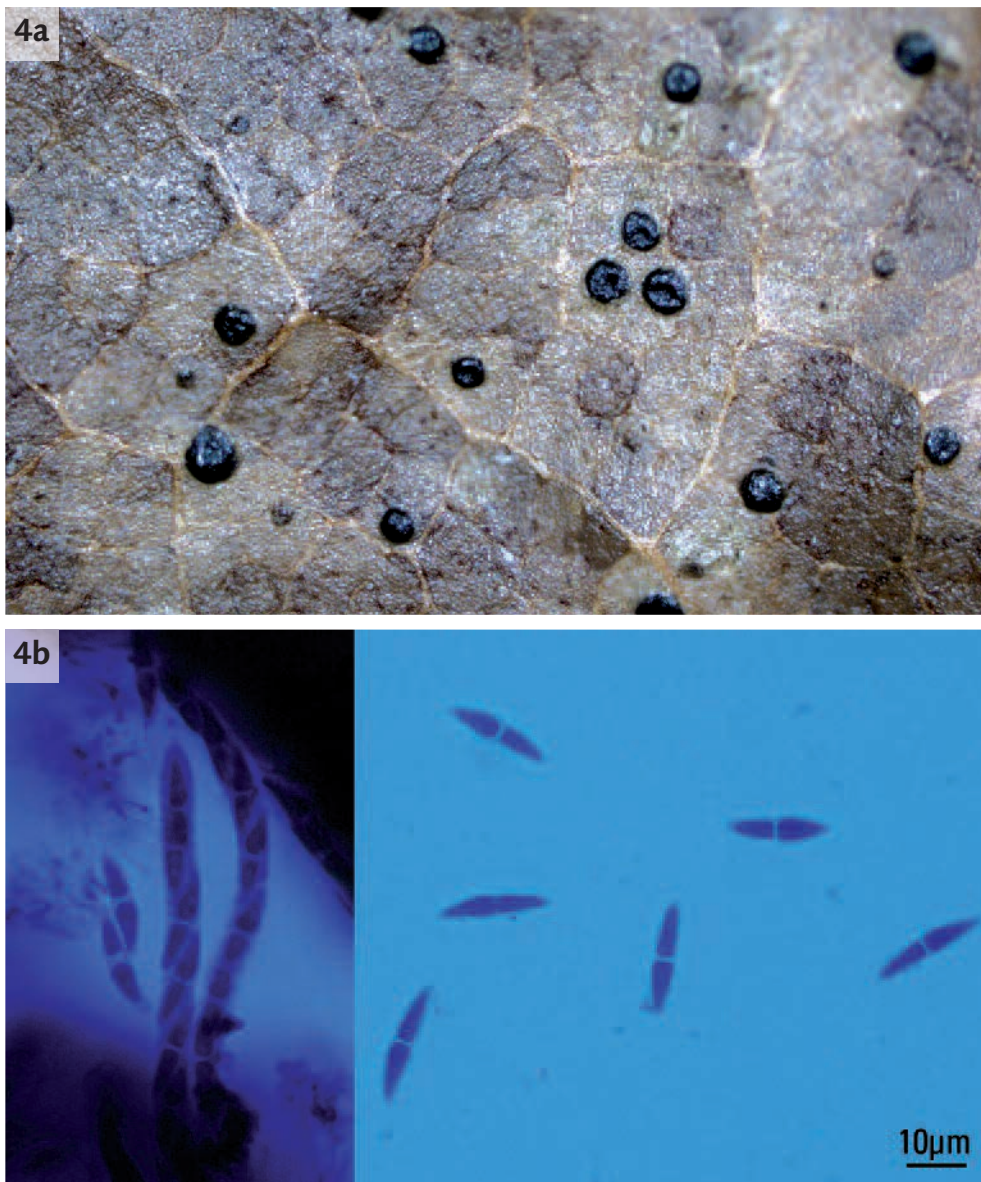


Abbildung 4:
Geschlechtliche Fruchtkörper (Pseudothezien) von *Pseudodidymella fagi* mit Ascosporen an Blättern aus der Streu:
a) Pseudothezien auf der Blattoberseite;
b) Ascosporen in Schläuchen, Ascosporen.

Figure 4: Sexual stage of *Pseudodidymella fagi*: fruiting bodies (pseudothecia) and ascospores on leaves from the litter:
a) Pseudothecia on the upper leaf surface;
b) Ascospores in asci, ascospores.

In Österreich wurden Blattflecken, die erst im Laufe des Sommers in Erscheinung traten, erstmals 2016 im Bluntautal im Gemeindegebiet von Golling im Bundesland Salzburg bei Buchen sämtlicher Altersstufen beobachtet. Vorausgegangen waren starke Spätfrostschäden im Frühjahr 2016. Die Standorte sind durch hohe Feuchtigkeit sowie Dichtstand der Buchen charakterisiert, was mit der Beobachtung in der Schweiz, wonach die Krankheit vor allem in luftfeuchten Buchendickungen auftritt, übereinstimmt (Gross et al. 2017). Eine Abnahme der Intensität der Blattflecken

mit zunehmender Baumhöhe (Gross et al. 2017) wurde hingegen nicht beobachtet (Abbildung 5).

Gleichartige Symptome waren auch in anderen Teilen Salzburgs (Bereich der nördlichen Kalkalpen im Flach- und Tennengau) sowie in anderen Bundesländern auffällig (Vorarlberg, Steiermark). Vermutlich wurden diese ebenso durch *P. fagi* verursacht.

Im Jahr 2017 war die Häufigkeit der Blattflecken im Raum Golling deutlich geringer als 2016, die Symptome waren dort jedoch weit verbreitet.

Abbildung 5: Rotbuche mit Blattflecken in der gesamten Krone.

Figure 5: European beech showing leaf spots in the entire crown.

Dr. Thomas L. Cech,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldschutz,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien, Österreich,
Tel.: +43-1-87838 1102,
thomas.cech@bfw.gv.at

Dr. Ludwig Wiener,
Amt der Salzburger
Landesregierung, Referat 4/02
Landesforstdirektion,
Fanny von Lehnert-Straße 1,
5010 Salzburg,
Tel.: +43 662 8042-3682,
ludwig.wiener@salzburg.gv.at



Mögliche Einwanderungswege und Schadensrisiko

Zur Ursache für die in Europa neue Verbreitung von *P. fagi* liegen zurzeit keine plausiblen Erklärungen vor. Gross et al. (2017) vermuten, dass die Art in den vergangenen Jahren eingeschleppt wurde und sich erst vor kurzem in auf-

fälligem Ausmaß ausgebreitet hat. Eine plötzliche Ausweitung des Areals einer an sich vorhandenen, aber übersehenen Pilzart erscheint Gross et al. (2017) hingegen unwahrscheinlich, selbst wenn dies durch die Änderung des Klimas bedingt sein könnte.

Den bisherigen Beobachtungen nach sind nachhaltige Schädigungen oder eine substantielle Schwächung der Buchen nicht aufgetreten. Allerdings sind Auswirkungen auf die Vitalität der Verjüngung (Buchenaufwuchs) vor allem in beschatteten, luft- und bodenfeuchten Lagen durchaus zu erwarten, wenn man von mehrjährig wiederholtem Befall ausgeht. Regenreiche Perioden im Frühjahr begünstigen den Befall (vgl. Gross et al. 2017).

Wenn auch die Beeinträchtigung der Photosyntheseleistung durch *P. fagi* bislang auf die zweite Jahreshälfte beschränkt ist, sollte nicht vergessen werden, dass pathogene Pilze, die zu epidemischer Ausbreitung neigen, bei zunehmender Infektionsintensität sprunghaft massivere Auswirkungen verursachen können, ein Phänomen, das beispielsweise bei Schütteepilzen von Kiefern wie *Dothistroma-Nadelschütte* und *Lecanosticta-Nadelbräune* auftritt. 🍄

Literatur

Gross A., Beenken L., Dubach V., Queloz V., Tanaka K., Hashimoto A., Holdenrieder O. 2017: *Pseudodidymella fagi* and *Petrakia deviata*: Two closely related tree pathogens new to central Europe. Forest Pathology 2017;00:e12351. <https://doi.org/10.1111/efp.12351>

Hashimoto A., Matsumura M., Hirayama K., Fujimoto R., Tanaka K. 2017: Pseudodidymellaceae fam. nov.: Phylogenetic affiliations of mycopappus-like genera in Dothideomycetes. Studies in Mycology 87: 187–206.

Wei C. Z., Harada Y., Katumoto K. 1997: *Pseudodidymella fagi* gen. et sp. nov. and its hyphomycete anamorph *Pycnopleiospora fagi* gen. et sp. nov. on *Fagus crenata* in Japan. Mycologia, 89: 494–502.

Massenvermehrung des Fichtennestwicklers *Epinotia tedella* in Kärnten

Gernot Hoch, Veronika Neidel, James Connell

Kurzfassung | Im Sommer 2016 trat in den südlichen Landesteilen Österreichs eine Massenvermehrung des Fichtennestwicklers *Epinotia tedella* (Lepidoptera, Tortricidae) von bemerkenswertem Ausmaß auf. Besonders stark betroffen war das Bundesland Kärnten, hier belief sich die Schadfläche auf zirka 5000 ha. Der Befall betraf vor allem Altbestände und hier wiederum die Bestandesränder. Der Fraß konzentrierte sich zumeist auf die Äste des unteren Kronendrittels der Fichten. Jungwuchs unter stark betroffenen Fichten erlitt zum Teil völligen Nadelverlust. Im Jahr 2017 trieben auch die vollständig entnadelteten Äste sowie die Jungbäume wieder aus.

Schlüsselworte | Fichtennestwickler, *Epinotia tedella*, Massenvermehrung, Kärnten

Ab dem Spätsommer 2016 wurde am im Süden Österreichs durch eine starke Braunverfärbung von Fichtenkronen auf eine großflächige Massenvermehrung von *Epinotia tedella* aufmerksam. Neben dem Larvenfraß (Abbildung 1) fiel im Herbst 2016 auf, dass zahlreiche junge Fichten mit Gespinstfäden geradezu überzogen waren. Die verfärbten Fichtenkronen in vielen Altbeständen sorgten im Winter für Besorgnis bei den Waldbewirtschaftern und in der Bevölkerung. Besonders stark betroffen war das Bundesland Kärnten, hier belief sich die Schadfläche auf zirka 5000 ha. Schwerpunkte waren Fichtenwälder höherer Lagen in den Bezirken Villach-Land, Feldkirchen, St. Veit an der Glan und Wolfsberg. Fraß durch *E. tedella* wurde auch aus der Steiermark gemeldet, bis in den Nordosten des Bundeslandes waren die Spuren der Raupen in deutlich erhöhter Dichte zu sehen. Allerdings war die Fraßintensität deutlich geringer als in Kärnten. Im Rahmen einer Begehung mit Vertretern des Landesforstdienstes wurden im April 2017 zwei

Befallsgebiete in Kärnten näher begutachtet. Die betroffenen Bäume hatten noch die meisten der ausgehöhlten, braunen und durch Gespinstfäden verbundenen Nadeln auf den Zweigen anhaften, so dass sich der Befall sehr eindrücklich darstellte. Anfang Juli 2017 erfolgte in einem der Gebiete eine weitere Begehung.

Darstellung des Befalles in zwei Massenvermehrungsgebieten

In einem Waldgebiet auf der **Gerlitz (Bezirk Villach-Land)** zeigte sich in den Beständen (Fichte mit einzelnen beigemischten Lärchen) ab 1000 m Seehöhe deutlicher Befall durch *E. tedella*, der sich bis auf über 1400 m Seehöhe erstreckte. Am stärksten betroffen waren Althölzer entlang von Bestandesrändern, wie etwa entlang von Forststraßen. Bei diesen Bäumen waren es vor allem die Äste des unteren Kronendrittels, die starken Fraß aufwiesen (Abbildung 2). Typischerweise waren besonnte Kronenbereiche stärker betroffen. Vom Rand ins Bestandesinnere

Abstract

Outbreak of *Epinotia tedella* in Carinthia

An area-wide outbreak of *Epinotia tedella* (Lepidoptera, Tortricidae) occurred in the southern parts of Austria in the summer 2016. The federal province of Carinthia was affected the most, with significant defoliation on approximately 5000 ha. The most severe damage was noticed on edges of old stands where defoliation typically affected the lower third of the crown of Norway spruce. Spruce regeneration under such trees was sometimes completely defoliated. In 2017, totally defoliated branches of mature trees as well as defoliated young trees produced new foliage.

Keywords | Spruce needle miner, *Epinotia tedella*, outbreak, Carinthia



Abbildung 1: Larven und Fraßbild von *Epinotia tedella* im Herbst 2016 (Foto: James Connell, BFW).

Figure 1: Larvae and feeding damage of *Epinotia tedella* in autumn 2016 (photo: James Connell, BFW).

wurde der Befall geringer. Jungwuchs unterhalb der stark befallenen Bäume oder knapp daneben erlitt die meiste Schädigung durch Raupenfraß, oft wurde dieser fast vollständig entnadeln (Abbildung 3). Vermutlich entstand dieser Fraß durch Raupen, die aus der Oberschicht abbaumten, nachdem sie dort Nahrungsmangel oder Störung erlitten hatten.

In einer besichtigten Kultur wiesen nur die an einen Altbestand grenzenden Randbäume deutlichen Befall auf. Es waren etwa 70 % der Fichten im besichtigten Gebiet vom Befall betroffen. Davon hatten 60 % bis zu einem Drittel Nadelverlust erlitten, 35 % bis zu zwei Dritteln Nadelverlust und 5 % darüber (geschätzte Werte), wobei die stärkeren Fraßintensitäten stets an Bäumen aus der Verjüngung unterhalb befallener Altbäume beobachtet wurden.

Westlich des **Klippitztörls (Bezirk St. Veit an der Glan)** stellte sich das Befallsbild in Fichtenwäldern (mit einzelnen

Lärchen beigemischt) auf 1200 m bis 1400 m Seehöhe sehr ähnlich wie auf der Gerlitzten dar. Wieder waren die Bestandesränder am stärksten betroffen. Beim Altholz beschränkte sich der Befall auf das untere Kronendrittel, bei Stangenhölzern reichte der Befall mitunter bis zur Mitte hinauf. Jungwuchs unter oder direkt neben befallenen Altbäumen war am stärksten befallen, auch hier bis zur völligen Entnadelung. Insgesamt war der Befall schwächer als auf der Gerlitzten: Etwa 50 % der besichtigten Fichten waren geschädigt. Davon wiesen 75 % bis zu einem Drittel Nadelverlust, 20 % bis zu zwei Dritteln Nadelverlust und 5 % einen noch stärkeren Verlust der Nadelmasse auf (geschätzte Werte), wobei die stärkeren Fraßintensitäten stets Bäume aus der Verjüngung unterhalb befallener Altbäume betrafen.

In beiden Befallsgebieten war im April 2017 zu beobachten, dass sowohl das Kambium der vollständig befallenen Zweige als auch die Knospen am Leben waren. Dies traf auch für die kahlgefressenen Jungbäume zu. Auffallend war, dass bei besonders stark befallenen Ästen, die keine grünen Nadeln mehr aufwiesen, häufig nur Kotkrümel kleinen Durchmessers zu finden waren. Das weist darauf hin, dass die Raupen auf diesem Material ihre Entwicklung nicht vollenden konnten, sondern entweder abgewandert oder eingegangen waren. In einem besichtigten Bestand auf der Gerlitzten wurden im April 2017 Streuproben gesammelt (gesamt 314 g Streumaterial) und im Labor auf überwinternde Stadien von *E. tedella* untersucht: Insgesamt wurden 43 Puppen (74,5 % davon lebend) und 15 Larven (26,7 % davon lebend) gefunden (Abbildung 4).

Das Befallsgebiet Gerlitzten wurde im Juli 2017 erneut begangen. Alle betroffenen Fichten, auch die 2016 kahlgefressenen Bäume der Verjüngung, hatten wieder voll ausgetrieben (Abbildung 5). An den frischen Trieben des



unteren Kronenbereiches waren zahlreiche tote Falter und frische Fraßstellen mit feinen, grünen Kotkrümelchen zu sehen. Von drei im Vorjahr stark befallenen Probestämmen wurden Zweigproben aus der untersten Krone geworben und unter dem Auflichtmikroskop auf frischen Befall mit *E. tedella* untersucht. Es fand sich im Durchschnitt eine Raupe pro frischem Trieb (die Zweige hatten kaum Altnadeln). Es ist somit auch im Sommer 2017 eine hohe Befallsdichte vorhanden, und sichtbarer Fraß an den Fichten ist zu erwarten. Angaben zur Zahl der von einer Raupe im Laufe ihrer Entwicklung vertilgten Nadeln liegen zwischen 12 und 16 (Schedl 1950) und bis zu 40 (Kosibowicz et al. 2014). Führer (1978) nimmt 15 - 25 mm Triebstrecke als die von einer Raupe zerstörte Nadelmenge an und errechnet damit eine kritische

Dichte von 40 - 60 Raupen je Laufmeter Trieb. Das Ausmaß der Schädigung wird im vorliegenden Fall letztendlich stark davon abhängen, welchen Effekt die Wirkung natürlicher Gegenspieler (Räuber, Parasitoide, Pathogene) sowie die Quantität bzw. Qualität der Nahrung im zweiten Jahr der Massenvermehrung haben wird. Die warm-trockene Witterung dürfte Falterflug und Etablierung der Eiräupchen 2017 begünstigt haben.

Schadwirkung von *Epinotia tedella*
Epinotia tedella kann im österreichischen Alpengebiet in vielen Waldbeständen mit hohem Fichtenanteil gefunden werden (Schedl 1950, Schedl und Schedl 1951, Kurir 1953, Führer 1978). Bei geringen Dichten bleibt der Fraß meist unbemerkt. Speziell in Kärnten und der Steiermark ist der Fichtennestwickler

Abbildung 2: Von *Epinotia tedella* stark befallener unterer Kronenbereich von Fichten am Bestandesrand.

Figure 2: Significant damage of lower part of the crown of Norway spruce by *Epinotia tedella* on stand edges.

Abbildung 3: Jungwuchs unterhalb stark befallener Bäume wurde zum Teil vollständig entnadeln.

Figure 3: Complete defoliation of spruce regeneration located under heavily infested mature trees.



Abbildung 4: Gut in der Streu verborgene Puppe von *E. tedella* (Foto: James Connell, BFW).

Figure 4: Pupa of *E. tedella* is well hidden in the litter (photo: James Connell, BFW).

Abbildung 5: Neue Nadeln an den Fichten im Juli 2017. Die betroffenen Äste wurden im Jahr davor vollständig entnadeln.

Figure 5: New needles on Norway spruce in July 2017; affected branches were totally defoliated in 2016.



nicht unbekannt, was Aufzeichnungen zu vergangenen Massenvermehrungen zeigen, wie z.B. in den Jahren 1948-50 (Kurir 1953) oder 1956-57 (Maisner 1964). Der jüngste Bericht merkbaren Auftretens in Kärnten und der Steiermark

stammt aus dem Jahr 2009 (Tomiczek et al. 2010).

Aus den Beobachtungen vergangener Gradationen geht hervor, dass Fichten in praktisch allen Expositionslagen, in diversen Höhenlagen und jeden Alters be-

fallen werden können (Kalandra 1943, Kurir 1949, Kurir 1953, Meier et al. 2012). Darüber hinaus zeigte sich, dass Massenvermehrungen des Nestwicklers meist rasch wieder zusammenbrechen (Führer 1978, Meier et al. 2013, Kosibowicz et al. 2014). Während sich der Fraß an Altholz häufig auf die unteren Bereiche der Krone beschränkt, reicht er bei Stangenholz etwas weiter in höher gelegene Bereiche und kann gerade in Dickungen und an Jungfichten im Unterwuchs alter Bestände zu einer vollständigen Entnadelung führen (Kalandra 1943, Führer 1978). Ein epidemisches Auftreten in künstlichen Fichtenbeständen und Parkanlagen mit Verlust der Hälfte bis zu zwei Dritteln der Krone verursachte eine Reduktion des Maitrieb-

Längenwachstums um die Hälfte und den Austrieb sogenannter Hungertriebe (Kalandra 1943). Insgesamt hat die Fichte nach Fraß durch *E. tedella* wegen des späten Auftretens im Jahr und der Schonung der Knospen prinzipiell eine sehr gute Regenerationsmöglichkeit. So berichtet Führer (1978), dass sich entsprechend vitale Alt- und Stangenhölzer auch nach 90-prozentigem Kahlfraß wieder vollständig erholen können. Stark befallene Verjüngung kann teilweise ausfallen (Schedl und Schedl 1951). Über Folgeschäden durch Borkenkäfer an geschädigten Fichten wird nur selten berichtet (Führer 1978), eine dokumentierte Ausnahme stellt ein großes Schadereignis in Norditalien dar (Schedl 1950). 🐛

Priv.-Doz. DI Dr. Gernot Hoch,
Dipl. Veronika Neidel,
James Connell,
Bundesforschungszentrum für
Wald (BFW),
Institut für Waldschutz,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien, Österreich,
Tel.: +43-1-87838 1155,
gernot.hoch@bfw.gv.at,
veronika.neidel@bfw.gv.at,
james.connell@bfw.gv.at

Literatur:

Führer, E. 1978: *Griselda* und *Epinotia*. In: Schwenke, W. (Ed.): Die Forstschädlinge Europas, Bd. 3, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin: 134-152.

Kalandra, A. 1943: Erfahrungen über das epidemische Auftreten des Fichtenwicklers *Epiblema tedella* Cl. in den Jahren 1939-1941. Zentralblatt für das gesamte Forstwesen 69 (1): 18-27.

Kosibowicz, M., Grodzki, W., Jachym, M. 2014: Local outbreak of the spruce needle tortricid *Epinotia tedella* Clerk (Lepidoptera, Tortricidae) in the Sudetes in Poland. Beskydy 7(1): 29-38.

Kurir, A. 1949: Fichtennestwickler (*Epiblema tedella* Cl.) in Steiermark und Kärnten. Allgemeine Forst- und Holzwirtschaftliche Zeitung, Wien, 59: 47-48.

Kurir, A. 1953: Einige Untersuchungen aus der Gradation des Fichtennestwicklers (*Epiblema tedella* Cl.) in Österreich 1948-1950. Zentralblatt für die gesamte Forst- und Holzwirtschaft 72: 121-147.

Maisner, N. 1964: Untersuchungen zur Bionomie des Fichtennadelnestwicklers (*Epiblema tedella* Cl.) und die sein Auftreten begrenzenden Faktoren. Mitteilungen der forstlichen Bundesversuchsanstalt Mariabrunn 65: 49-70.

Meier, F., Engesser, R., Forster, B., Odermatt, O., Angst, A. 2012: Forstschutz-Überblick 2011. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landwirtschaft WSL, Birmensdorf. Web: <http://www.wsl.ch/fe/walddynamik/waldschutz/wsinfo/fsueb/fsub11d.pdf>: 5-6.

Meier, F., Engesser, R., Forster, B., Odermatt, O., Angst, A. 2013: Forstschutz-Überblick 2012. WSL Berichte 2, 2013. Web: <http://www.wsl.ch/fe/walddynamik/waldschutz/wsinfo/fsueb/fsub12d.pdf>: 4-5.

Schedl, K. E. 1950: Der Fichtennestwickler (*Epiblema tedella* Cl.). Flugblatt Nr. 3. Österreichisches Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 9 S.

Schedl, K. E., Schedl, C. 1951: Der Fichtennestwickler (*Epiblema tedella* Cl.). Eigenverlag Landesforstinspektion für Kärnten, Klagenfurt, 132 S.

Tomiczek, C., Cech, T. L., Fürst, A., Hoyer-Tomiczek, U., Krehan, H., Perny, B., Steyrer, G. 2010: Forstschutzsituation 2009 in Österreich. Forstschutz Aktuell, Wien, 49: 3-8.

Einfluss des Probenahmeintervalls auf die Ergebnisse der Depositionsmessung und auf die errechneten Einträge

Alfred Fürst

Abstract

Influence of the sampling interval on the measured deposition results and on the calculated impacts

On 20 Austrian level II plots (as of 2009: 16 plots) deposition impacts were measured within the ICP-FORESTS programme. Sampling and analysis of deposition are well harmonized across Europe. A weekly sampling interval is recommended, but it is possible to extend this interval up to one month. Higher sampling intensity is an important factor increasing the costs of the analysis. The goal of this study was to determine the impact of a longer sampling interval on the results of the deposition analysis.

If sampling was not performed immediately after a precipitation event NH_4 -nitrogen losses up to 50 % could be found in the sampler. Other parameters were rarely influenced by an extension of the sampling interval.

Keywords | Deposition, sampling interval, nitrogen impact, ICP-FORESTS

Kurzfassung | Im Rahmen des europäischen Waldzustandsmonitoring (UN/ECE ICP-Forests) werden unter anderem auch die Stoffeinträge auf 20 (ab 2009 nur 16) ausgewählten österreichischen Untersuchungsflächen kontinuierlich erfasst. Die Sammlung der Depositionsproben und die Analyse sind europaweit methodisch gut harmonisiert: Eine wöchentliche Probenahme wird empfohlen. Wo dies nicht möglich ist, kann das Intervall allerdings bis zu einem Monat verlängert werden. Gerade die Häufigkeit der Probenahme ist ein wichtiger Kostenfaktor bei den Depositionsuntersuchungen. Die Abschätzung des Einflusses des Probenahmeintervalls auf die errechneten Einträge war Ziel dieser Arbeit.

Wird die Probenahme nicht unmittelbar nach dem Niederschlagsereignis durchgeführt, sind deutliche Minderbefunde bei NH_4 -Stickstoff bereits im Sampler festzustellen (bis zu 50 %). Andere Parameter wurden hingegen durch ein längeres Probenahmeintervall kaum beeinflusst.

Schlüsselworte | Deposition, Probenahmeintervall, Stickstoffeintrag, ICP-FORESTS

Im Rahmen des europäischen Waldzustandsmonitoring (UN/ECE ICP-Forests) werden unter anderem auch die Stoffeinträge auf 20 (ab 2009 nur 16) ausgewählten österreichischen Untersuchungsflächen kontinuierlich erfasst (Neumann et al. 2016). Die Ergebnisse variieren in weiten Grenzen – die Bereiche und Mittelwerte sind in Tabelle 1 dargestellt.

Die Sammlung der Depositionsproben, die Analyse ausgewählter Inhaltsstoffe und die Ermittlung der Einträge sind europaweit methodisch harmonisiert (Hansen et al. 2013). Es wird eine wöchentliche Probenahme empfohlen. Wo dies nicht möglich ist, kann jedoch auch ein längeres Intervall bis zu einem Monat verwendet werden: Die Probenzahl ist ein wichtiger Kostenfaktor bei den Depositionsuntersuchungen. Wird anstelle der ein- oder zweiwöchentlichen

Probenahme eine vierwöchentliche Probenahme durchgeführt, so verringern sich die Kosten deutlich. Bis 2008 wurden auf allen Flächen vierzehntägige Intervalle eingehalten. Nachdem 2009 das Monitoring im Rahmen des Life+ Programmes auf einigen Flächen intensiviert wurde, musste im Gegenzug eine Intervallerstreckung auf vier Wochen vorgenommen werden. Wie sich diese Umstellung auf die Ergebnisse auswirken wird, soll nachfolgend erläutert werden.

In den Jahren 2013 und 2014 wurden in Wien (Standort BFW-Schönbrunn) Depositionssammler (3 x 5 Freiland-sammler) aufgestellt und 48 Wochen getrennt beprobt. Ziel war es, die Unterschiede beim ermittelten Gesamteintrag zwischen wöchentlicher (48 Probenahmen), einer zweiwöchentlichen (24 Probenahmen) und vierwöchentlichen (12 Probenahmen) Probenahme aufzuzeigen.

	Minimum	Maximum	Mittel
Niederschlagssumme (mm/a)	358,7	2098	1040
NH ₄ -N-Eintrag (kg/ha.a)	0,39	41,82*)	4,77
NO ₃ -N-Eintrag (kg/ha.a)	0,93	8,17	3,17
N-Eintrag (kg/ha.a)	1,40	47,20*)	7,93
Ca-Eintrag (kg/ha.a)	2,12	51,70*)	9,45
Mg-Eintrag (kg/ha.a)	0,32	6,86	1,89
Cl-Eintrag (kg/ha.a)	0,74	41,70*)	6,09
H-Eintrag (kg/ha.a)	0,005	0,870	0,121
S-Eintrag (kg/ha.a)	1,37	9,96	4,08
*) möglicherweise Kontaminationen der Sammler in Einzeljahren			

Tabelle 1: Einträge auf den österreichischen Untersuchungsflächen 1996-2014 (Freiland).

Table 1: Deposition on the Austrian Level II plots from 1996-2014 (bulk deposition).

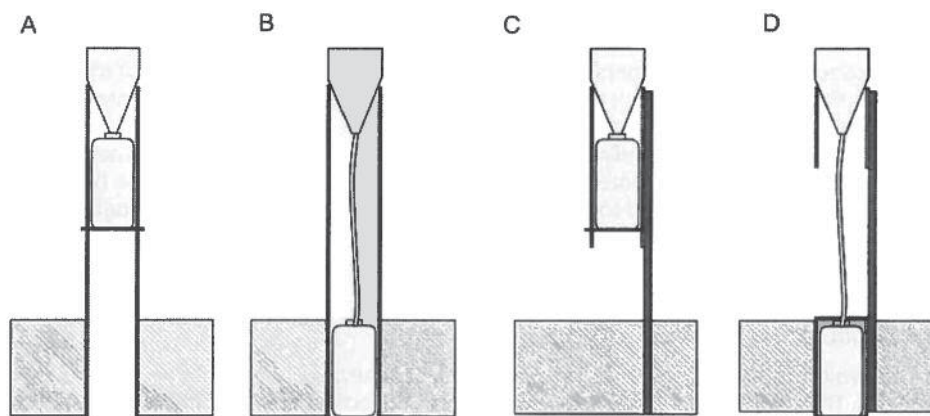


Abbildung 1: Depositionssammlertypen beim europäischen Waldzustandsmonitoring.

Figure 1: Types of deposition samplers used in the European monitoring system ICP-FORESTS.

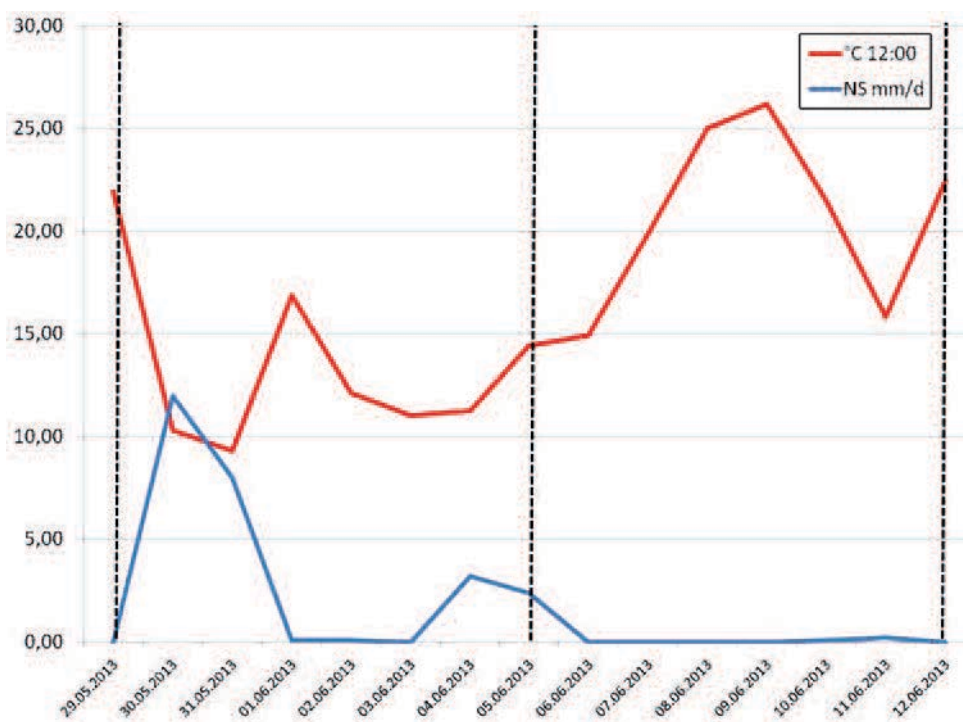


Abbildung 2: Gemessene Niederschlagsmengen (mm/Tag) und Mittagstemperaturen (°C) (strichliert sind die Probenahmetermine in den Wochen 23 und 24 eingezeichnet).

Figure 2: Daily precipitation (mm/day) and air temperature at 12:00 (°C) (sampling dates in the sampling weeks 23 and 24 are marked with dotted lines).

Tabelle 2: Niederschlags-summen bzw. errechnete Einträge (kg/ha) bei ein-, zwei- und vierwöchiger Probenahme in den Jahren 2013 und 2014 (48 Wochen) – Wien Schönbrunn.

	1 Woche	2 Wochen	4 Wochen
Anzahl der Probenahmen	48	24	12
Niederschlagssumme (mm)	370,6	364,3	383,3
NH ₄ -N-Eintrag (kg/ha)	2,00	1,06	1,05
NO ₃ -N-Eintrag (kg/ha)	0,71	0,56	0,85
N-Eintrag (kg/ha)	2,71	1,62	1,90
Ca-Eintrag (kg/ha)	10,91	10,05	10,51
Mg-Eintrag (kg/ha)	1,42	1,30	1,32
Cl-Eintrag (kg/ha)	1,62	1,43	1,48
H-Eintrag (kg/ha)	0,0029	0,0025	0,0024
S-Eintrag (kg/ha)	1,86	1,92	1,86

Table 2: Annual precipitation and calculated annual deposition (kg/ha) for one, two and four weeks sampling intervals in 2013 and 2014 (48 weeks) – Vienna Schönbrunn.

In Österreich werden Sammler der Type A (Abbildung 1) verwendet. Sie bestehen aus einem PVC-Rohr, in dem ein PE-Trichter und die Sammelflasche eingesetzt sind. Das PVC-Rohr schützt die gesammelte Probe vor direkter Sonneneinstrahlung. Durch den oberirdischen Sammelbehälter ist die gesammelte Probe aber höheren Temperaturen ausgesetzt als bei den Sammlertypen B oder D, bei denen der Sammelbehälter im Boden versenkt ist. Durch die höheren Temperaturen können Inhaltsstoffe, insbesondere Ammonium, ausgasen bzw. abgebaut werden.

Im Messzeitraum konnten die in der Tabelle 2 dargestellten Niederschlagssummen und Einträge (kg/ha) ermittelt werden.

Die Einträge sind generell überraschend niedrig. Größere Differenzen konnten nur beim NH₄-N-Eintrag (bzw. beim N-Eintrag) zwischen der einwöchigen und den zwei- bzw. vierwöchigen Probenahmen festgestellt werden. Diese Unterschiede bei den Einträgen wurden fast ausschließlich durch ein einziges Niederschlagsereignis in der Woche 23 mit sehr hohen NH₄-N-Einträgen hervorgerufen. In dieser Woche wurden auch sehr niedere Tagestemperaturen gemessen (mittags bis unter 10 °C). In der darauffolgenden Woche 24 stiegen die Temperaturen auf über 25 °C deutlich an (Abbildung 2).

Die Summe NH₄-N für die Wochen 23 und 24 betragen bei einwöchiger Messung 0,3 kg N/ha, während bei der zweiwöchigen Messung 23 und 24 nur mehr 0,045 kg N/ha vorhanden waren.

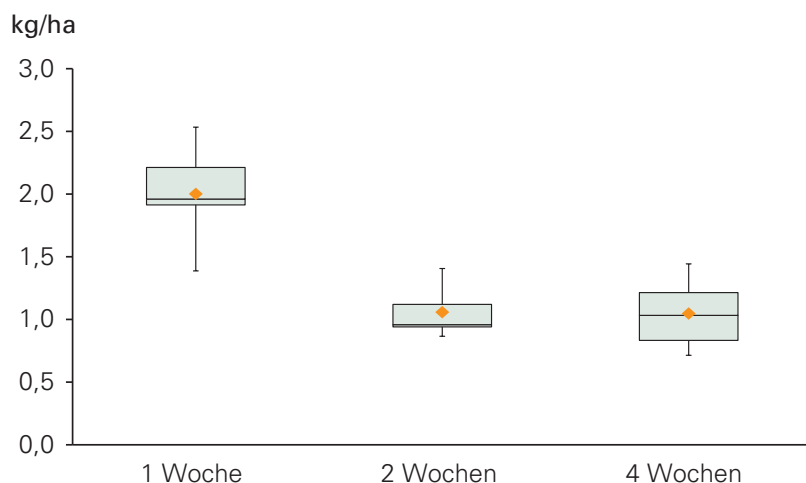
Auch wenn diese Unterschiede nur innerhalb kurzer Perioden auftreten, so sind die Auswirkungen auf die Jahreseintragssummen von NH₄-N doch sehr deutlich (Tabelle 2 und Abbildung 3).

Die Niederschlagssummen sowie die Ergebnisse der restlichen Elementeinträge variieren zwischen der ein-, zwei- und vierwöchigen Probenahme nur gering.

Die korrekte Erfassung der Stickstoffkonzentration in der Probe ist für die richtige Abschätzung des Stickstoffeintrages und der Einschätzung des Anteiles der Deposition am Stickstoffkreislauf

Abbildung 3: Boxplot-Darstellung der Eintrags-mengen in kg/ha für N-NH₄ (Variation innerhalb der fünf Einzel-sammler).

Figure 3: Boxplot diagram of the deposition impacts in kg/ha for N-NH₄ (variation within the five samplers).



wichtig. Dazu sollte die Probenahme unmittelbar nach jedem Niederschlagsereignis erfolgen, um anschließende N-NH₄-Verluste zu verhindern. Ansonsten kann der N-NH₄-Gehalt, wie gezeigt wurde, deutlich unterschätzt werden – im konkreten Fall bis zu 50 %! Die Unterschiede bei den übrigen Stoffeinträgen sind gering, sodass hier nichts gegen einen zwei- oder vierwöchentlichen Probenahmeintervall spricht. 🐸

Literatur

Hansen, K., Thimonier, A., Clarke, N., Staelens, J., Zlindra, D., Waldner, P., Marchetto, A. 2013: Atmospheric Deposition to Forest Ecosystems. In: Forest Monitoring: Methods for Terrestrial Investigations in Europe with an Overview of North America and Asia.; Developments in Environmental Science, Amsterdam, (18): 337-374.

Neumann, M. (Hrsg.) 2016: Waldzustandsmonitoring in Österreich – 20 Jahre Intensivbeobachtungsflächen (Level II), BFW-Berichte 152/2016.

Ing. Alfred Fürst,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldschutz,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
Tel.: +43-1-87838 1114,
alfred.fuerst@bfw.gv.at

Weblink:
www.waldmonitoring.at

Personelles

Neu am Institut für Waldschutz: Veronika Neidel

Dⁱⁿ Veronika Neidel, geboren in Wien, arbeitet seit Juli 2016 am Institut für Waldschutz in der Abteilung Entomologie. Als Karenzvertretung von Diana Mittermayr wird sie für zwei Jahre als technische Mitarbeiterin für verschiedene Aufgaben zuständig sein. Aktuell unterstützt sie durch ihr Mitwirken die experimentelle Entomologie, den Nematoden-Survey und phytopathologische Arbeiten. Intensiv hat sie sich darüber hinaus in die Bestimmung von Bockkäfern eingearbeitet.

Veronika Neidel studierte im Bachelorstudium Weinbau, Önologie und Weinwirtschaft an der Universität für Bodenkultur. Bald entdeckte sie ihr Interesse am Pflanzenschutz, absolvierte entsprechende Praktika und entschied sich schließlich, im Anschluss den Masterstudiengang Phytomedizin zu belegen. In ihrer Masterarbeit am Institut

für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz (IFFF-BOKU) unter der Betreuung von Dr. Gernot Hoch und Dr.ⁱⁿ Christa Schafellner beschäftigte sie sich 2016 mit den experimentellen Auswirkungen von Niederschlägen auf die Infektion von Schwammspinnerlarven durch die Mikrosporidie *Nosema lymantriae* (Titel: Effects of precipitation on fecal-oral transmission of the microsporidium *Nosema lymantriae* in experimental gypsy moth populations) und graduierte im November 2016 zur Diplom-Ingenieurin.

In der Freizeit verbindet sie ihr Hobby Laufen mit sozialem Engagement. Als Mitglied einer erfolgreichen BFW-Staffel nahm sie 2017 u.a. beim "Run for Charity" des Vienna City Marathon teil und lief dort für die Behindertenhilfe Bezirk Korneuburg.



IP-ISSN 1815-5103

E-ISSN 1815-5111

Impressum

Die Abkürzung BFW und der Kurzname „Bundesforschungszentrum für Wald“ werden stellvertretend für den Langnamen „Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft“ verwendet.

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.
Die Urheberrechte von namentlich nicht gekennzeichneten Fotos und Grafiken liegen beim Erstautor.

Presserechtlich für den Inhalt verantwortlich:
DI Dr. Peter Mayer
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum
für Wald, Naturgefahren und Landschaft
Seckendorff-Gudent-Weg 8
1131 Wien, Österreich
Tel. +43-1-87838 0

Redaktion: DI Gottfried Steyrer,
Priv. Doz. DI Dr. Gernot Hoch,
DI Christian Lackner

Layout: Johanna Kohl

Bezugsquelle: Bibliothek des BFW
Tel. +43-1-87838 1216
E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at
<http://bfw.ac.at/webshop>
Preis: 6,— Euro

Kontakt für Bayern:
Dr. Ralf Petercord
Bayerische Landesanstalt für Wald und
Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising, Deutschland
Tel. +49-8161-71 4928



Pilzfächer über 44 Holz zerstörende Baumpilze Einteilung nach Gefahrenstufen

Sie stehen vor einem Baum und entdecken einen Pilzfruchtkörper oder mehrere am Stamm, an den Wurzeln oder in der Krone. Es drängt sich die Frage auf: Besteht die Gefahr, dass der Baum brechen und ein Schaden entstehen könnte? Was kann ich dagegen tun? Wie beurteile ich die Situation? Daher hat ein Autorenteam des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) für Förster, Sachverständige, Baumpfleger, Gärtner, Schüler, Lehrer und an der Natur Interessierte diesen Fächer zusammengestellt.

- Hilfestellung zur Erstbestimmung von Baumpilzen
- Anschauungsmaterial über Baumpilze
- Entscheidungshilfe für weitere Untersuchungen von Bäumen im Wald, in Parkanlagen, Gärten und urbanen Bereich
- Einteilung hinsichtlich Stand- und Bruchsicherheitsgefahr
- Ausführliche Beschreibung der Besonderheiten der Pilzarten und des Holzabbaus
- Symbolbeschreibung am Deckblatt
- Wettertauglich, feuchtigkeitsabweisend und schmutzbeständig – ideal für Arbeiten im Wald und Garten



Ein fachlicher Begleiter für all jene, die mit Bäumen arbeiten und die sich für Bäume und Natur interessieren.

Bestellung: BFW - Bibliothek;
E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at
Tel.: +43 1 87838 1216

www.bfw.ac.at/webshop



Bundesforschungszentrum für Wald

Seckendorff-Gudent-Weg 8
1131 Wien, Österreich

<http://bfw.ac.at>