

## Insekten – Schlüsselfaktoren der zukünftigen Waldentwicklung?

Verschiedene Untersuchungen deuten darauf hin, dass insektenbedingte Waldschäden in den vergangenen Jahrzehnten deutlich zugenommen haben, sowohl in der Schweiz als auch in Europa und in Nord-Amerika. In den USA beispielsweise ist die jährliche Fläche, auf der Wälder nach Befall von Insekten und Pathogenen absterben, rund 45 Mal grösser als diejenige der Waldbrände. Der daraus abgeleitete ökonomische Schaden ist etwa fünf Mal so hoch. Der erwartete Klimawandel dürfte die Rahmenbedingungen der Waldentwicklung stark verändern. In Zukunft werden vor allem Borkenkäfer eine Schlüsselrolle in der Waldentwicklung spielen. Die Waldwirtschaft wird sich darauf einstellen müssen.

A. Rigling, B. Forster, F. Meier, B. Wermelinger

### Borkenkäfer verändern Landschaften

Laut einer neuen Studie (Requardt *et al.* 2007) stellen Insekten die grösste Bedrohung der Wälder Europas dar, noch vor Stürmen und Feuer. Auch in den USA gelten Insekten und Pathogene als die wichtigsten Störungsfaktoren. Während die Bilder von wütenden Waldbränden wie z.B. in Kalifornien



Abb. 1: Von den längsgerichteten Muttergängen zweigen die Larvengänge seitwärts ab. (Foto: Beat Wermelinger).

regelmässig in den Medien zu sehen sind, finden Waldzerstörungen durch Insekten oder Krankheiten vergleichsweise wenig Beachtung, obwohl sie flächenmässig von wesentlich grösserer Bedeutung sein können. In den USA z.B. ist die jährlich von Insekten und Krankheiten befallene Waldfläche rund 45 Mal grösser als jene, die durch Brände zerstört wird, und der daraus abgeleitete ökonomische Schaden ist etwa fünf Mal so hoch (Dale *et al.* 2001).

Die beiden Sturmereignisse «Vivian» und «Lothar» hatten in der Schweiz zusammen rund 18,5 Mio m<sup>3</sup> Holz geworfen, was rund dem 4-fachen einer normalen Jahresnutzung entspricht. Die nachfolgenden Massenvermehrungen des Buchdruckers (*Ips typographus*, Abb. 1) führten zu einem Befall von weiteren rund 10 Mio m<sup>3</sup> Fichtenholz. Der Jahrhundertssommer 2003 liess die nach Lothar schon wieder abflauenden Borkenkäfer-Populationen nochmals drastisch ansteigen, was schätzungsweise weitere 2,5 Mio m<sup>3</sup> Schadholz verursachte (Meier *et al.* 2007). Seitdem gab es in der Schweiz keine weiteren Grosseignisse mehr und die Borkenkäferschäden gingen stark zurück (siehe Seite 4).

Diese Zahlen aus der Schweiz werden durch aktuelle Berichte über die Befallsituation in Nord-Amerika durch Borkenkäfer wie den Mountain Pine Beetle aufs Eindrücklichste bestätigt und in einen globalen Kontext

### Editorial

Hatten sie, liebe Leserinnen und Leser, in den letzten Wochen nicht auch das Gefühl, nach dem Eindunkeln im Garten oder auf der Terrasse in ein mediterranes Ambiente – ausgelöst durch das Zirpen der Grillen – einzutauchen? Mag sein, dass mich die nahenden Sommerferien etwas blenden und dass mir die ungewohnten Laute gar nicht so fremd sind, doch Tatsache ist, dass in den vergangenen Jahren vermehrt neue Tierarten – insbesondere Insekten – Gefallen an unserem wärmeren Klima gefunden haben. So wurde beispielsweise die Asiatische Baumwanze im Sommer 2007 erstmals in der Schweiz entdeckt.

Die Baumwanze ist jedoch nicht der alleinige Profiteur veränderter Umweltbedingungen. Untersuchungen zeigen, dass in den letzten Jahrzehnten die insektenbedingten Waldschäden deutlich zugenommen haben. Im letzten Jahr abgenommen haben in der Schweiz hingegen die Borkenkäferschäden. Ein Trend, welcher sich nach Hochrechnungen unserer Spezialisten von Waldschutz Schweiz, auch in diesem Jahr fortsetzen wird – vorausgesetzt, die extremen Witterungsereignisse, welche die Fichtenbestände schwächen, bleiben aus. Inwieweit Insekten zu Schlüsselfaktoren der zukünftigen Waldentwicklung und infolgedessen der zukünftigen Waldbewirtschaftung werden, erfahren sie im vorliegenden Informationsblatt Wald. Neben verschiedenen Aspekten möglicher Folgen des Klimawandels, werden auch die Lebensraumsprüche einer Flagship-Spezies des Naturschutzes – dem Auerhuhn – und jene des ebenso seltenen kleinen Abendseglers, erläutert. Während das Auerhuhn vielfältig strukturierte Gebirgswälder bevorzugt, beobachtet man den kleinen Abendsegler in den bewirtschafteten Kastanienselven des Tessins.

Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre.

Norbert Kräuchi

gestellt: Allein in der kanadischen Provinz British Columbia wurden im Jahr 2006 auf einer Fläche von 9,2 Mio ha Föhrenwälder abgetötet. Die Regierung schätzt, dass bis 2013 rund 80 % der hiebsreifen Föhren tot sein werden. Die besorgniserregende Epidemie hat die kanadische Regierung veranlasst, in den nächsten fünf Jahren 200 Mio Dollar in ein nationales Mountain Pine Beetle Program zu investieren (www.mpb.cfs.nrcan.gc.ca).

## Nehmen Borkenkäfer-epidemien zu?

Insektenbedingte Waldschäden haben in den vergangenen Jahrzehnten weltweit deutlich zugenommen (z.B. Logan *et al.* 2003, Schelhaas *et al.* 2003, Rouault *et al.* 2006).

Die zunehmenden Temperaturen der vergangenen Jahrzehnte haben die Entwicklung der Borkenkäfer gefördert: je wärmer es ist, desto schneller entwickeln sich die Larven, desto mehr Eier produzieren die Weibchen und umso mehr Generationen bilden sich pro Jahr aus. Zudem dürfte die heiss-trockene Witterung vergangener Jahre, speziell der Hitzsommer 2003, die Wirtsbäume geschwächt und ihre Widerstandskraft gegenüber Schadinsekten reduziert haben (Rouault *et al.* 2006). Wenn dann noch, wie in der Schweiz, innerhalb von nur 10 Jahren zwei extreme Stürme wie «Vivian» und «Lothar» durchs Land ziehen und grosse Mengen von brutfähigen Stämmen in den Wäldern zurücklassen, dann ist der Startschuss für eine Massenvermehrung der Borkenkäfer gefallen (Abb. 2).

## Was bringt die Zukunft?

Der gegenwärtige und erwartete Klimawandel dürfte die Rahmenbedin-

gungen der Waldentwicklung deutlich verändern. Die Prognosen sagen heisere und trockenere Sommer und warm-feuchte Winter sowie häufiger auftretende starke Stürme voraus (OcCC 2007). Bäume und Borkenkäfer dürften sehr unterschiedlich auf diese Veränderungen reagieren. Bäume sind nicht mobil, werden Jahrhunderte alt und brauchen oft Jahrzehnte, bis sie Samen produzieren. Kurzfristige Anpassungen an Umweltveränderungen, wie zum Beispiel Trockenheit, sind folglich nur beschränkt möglich. Im Gegensatz dazu profitieren Borkenkäfer schnell von den wärmeren Bedingungen und können sich auf der Suche nach brutfähigen Wirtsbäumen fliegend fortbewegen (Abb. 3). Diese ungleiche Flexibilität im Umgang mit den prognostizierten Umweltveränderungen kann zu radikalen Verschiebungen der eingespielten Wechselwirkungen zwischen Borkenkäfern, ihren natürlichen Feinden und den Wirtsbäumen führen.

Neben der rein temperaturbedingten Zunahme der Populationsdichten gibt es auch Anzeichen für ein sich veränderndes Zusammenspiel zwischen Schadinsekten und ihren Wirtsbäumen:

### 1) Die Gebiete, in denen Massenvermehrungen von Insekten möglich sind, weiten sich weiter aus.

Beispiel: Beim Mountain Pine Beetle (*Dendroctonus ponderosae*) wird heute in den Rocky Mountains eine massive Verschiebung der Gunstgebiete nach Norden und Osten beobachtet (z.B. Logan *et al.* 2003).

In der Sierra Nevada in Südspanien, breitet sich der Pinienprozessionsspinner (*Thaumetopoea pityocampa*), ein nadelfressender Schmetterling, zunehmend in höhere Lagen aus und bedrängt die Reliktvorkommen der Waldföhre (*Pinus sylvestris*). Im



Abb. 3: Nach dem Ausschlüpfen aus der Rinde fliegen die Käfer weg, um neue, befallstaugliche Wirtsbäume zu suchen. (Foto: Beat Wermelinger).

Extremfall könnte dies zu einem Verschwinden dieser Baumart führen, die in der Sierra Nevada die Waldgrenze bildet (Hodar *et al.* 2003).

**2) Unauffällige Arten können unvermittelt zu Schädlingen werden.** Beispiel: Im Wallis wird seit einigen Jahren vermehrt ein Befall durch den bisher unauffälligen Blauen Föhrenprachtkäfer (*Phaenops cyanea*) festgestellt. Im Gegensatz zu früheren Jahrzehnten wird diese Art heute als verbreitet und aggressiv beurteilt (Wermelinger *et al.* 2008).

**3) Es kommt zu einer Erweiterung des Wirtsspektrums.** Bei Massenvermehrungen können Insekten auch Wirtsbaumarten befallen, die sie normalerweise kaum besiedeln. Beispiele: Die fünfnadeligen Föhren gelten in Nordamerika als anfälliger gegenüber Borkenkäfern als die robusteren zweinadeligen Föhren. Dies scheint mit ein Grund dafür zu sein, wieso in den Rocky Mountains die fünfnadeligen Föhren tendenziell in höheren Lagen angesiedelt sind. Bis anhin waren sie in diesen Höhenlagen vor dem Mountain Pine Beetle sicher, da sich diese Borkenkäferart in kälteren Lagen nur schlecht halten konnte. Im Zuge der Klimaerwärmung behaupten sich diese Borkenkäfer nun auch in den höher gelegenen Refugien der fünfnadeligen Whitebark Pine (*Pinus albicaulis*) und können diese Föhrenart erfolgreich befallen. Die Folgen könnten für die Föhrenbestände fatal sein (Logan pers. Mitteilung).

In den kanadischen Rocky Mountains wird beobachtet, dass der Mountain Pine Beetle in die bisher nicht befallenen Gebiete mit Jack Pine



Abb. 2: Ein Befall durch Borkenkäfer erfolgt fast immer fleckenweise. Die Befallsherde können sich ausweiten oder auch erlöschen. (Foto: Beat Wermelinger).

(*Pinus banksiana*) vordringt und neu auch diese Föhrenart befällt, was zu einer ökologischen und ökonomischen Katastrophe führen könnte.

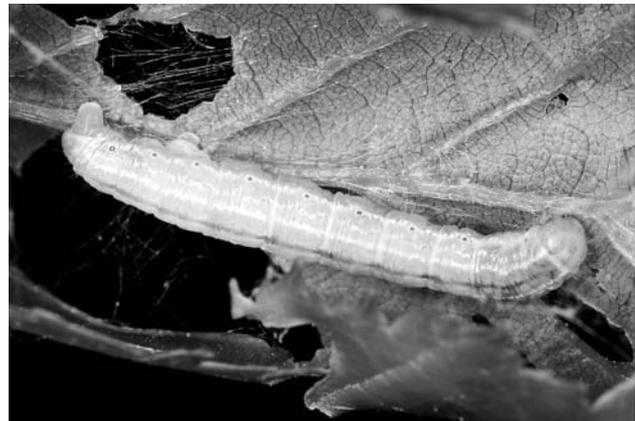
Auch der einheimische Buchdrucker kann im Zuge von Massenvermehrungen von der Fichte auf Föhrenarten übergehen, vor allem auf die Aufrechte Bergföhre (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*, Abb 4). Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Baumart ist zwar gering, doch der ökologische Schaden wäre erheblich, wenn diese seltene Baumart stark dezimiert würde.

**4) Bestimmte Entwicklungsphasen der Wirtsbäume und der Insekten verschieben sich und verlaufen nicht mehr synchron.** Beispiele: Der streng periodische Befall des Lärchenwicklers (*Zeiraphera diniana*), eines Falters, der alle 7 bis 11 Jahre zu teilweisem bis vollständigem Kahlfrass an den Lärchen in inneralpinen Tälern führt, gilt als eines der stabilsten Beispiele eingespielter Wechselwirkungen zwischen Insekten und Wirtspflanzen. Die regelmässig auftretende Entnadelung, die für die letzten 1200 Jahre nachgewiesen werden konnte, trat in den letzten beiden Zyklen 1989 und 1998/1999 nur schwach in Erscheinung (Esper *et al.* 2007). Es scheint, dass wiederholt warme Wintertemperaturen die Reservestoffe in den Lärchenwicklereiern erschöpften oder die veränderten



Abb. 4: Im Rorwald bei Giswil OW starben zahlreiche Aufrechte Bergföhren nach Buchdruckerbefall ab. (Foto: Thomas Reich).

Abb. 5: Höhere Temperaturen führen häufig zu einer stärkeren Vermehrung von blatt- und nadelfressenden Raupen. (Foto: Beat Wermelinger).



Temperaturverhältnisse die zeitliche Abstimmung von Austrieb der Lärche und Schlüpfen der jungen Eiräupchen störten (Baltensweiler 1993).

Spezielles Augenmerk muss auf neu auftretende, nicht einheimische Insekten gerichtet werden, die vor dem Hintergrund der zunehmenden Globalisierung des Welthandels vermehrt eingeschleppt werden. Über 100 nicht-einheimische Insektenarten haben sich in den Wäldern Europas bisher etablieren können, die Mehrheit auf Laubbäumen (Mattson *et al.* 2007). Das wärmere Klima erhöht die Überlebenschancen dieser exotischen Gäste. Da diese eingeführten Organismen neue Elemente in unseren einheimischen Waldökosystemen sind, bestehen noch keine eingespielten Wechselbeziehungen zu den Wirtsbäumen und den natürlichen Feinden. Dadurch ist die Gefahr von Epidemien gross, aber kaum vorhersehbar. Allein im letzten Jahr wurden in der Schweiz fünf neue Insektenarten auf Gehölzen entdeckt, allerdings vorwiegend auf exotischen Pflanzen.

### Konsequenzen für die Waldbewirtschaftung?

Aufgrund der zahlreichen weltweiten Erfahrungen, des bestehenden Systemwissens und der Klimaprognosen ist davon auszugehen, dass sich die Borkenkäfer-Epidemien mehren werden. In der Schweiz dürften in erster Linie die Nadelholzbestände der Tieflagen, aber auch die ausgedehnten Nadelwälder in den montanen und subalpinen Lagen des Jura, der Voralpen und Alpen betroffen sein. Beim Laubholz ist vor allem in Tieflagen vermehrt Kahlfrass durch Schmetterlingsraupen, wie z.B. Schwamm- und Prozessionsspinner oder Frostspanner, zu erwarten (Abb. 5). Aufgrund der sich

verändernden Rahmenbedingungen und Wechselwirkungen sind die Folgen für die Walddynamik, die Produktion und Bewirtschaftung des Rohstoffes Holz und den Wald als Kohlenstoffsenke nur schwer abschätzbar.

Eine zuverlässige Abschätzung dieser Veränderungen ist für die Waldforschung der kommenden Jahre eine grosse Herausforderung und eine notwendige Grundlage für den nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wald und ihrer Güter und Dienstleistungen.

### Literatur:

- Baltensweiler, W., 1993: A contribution to the explanation of the larch bud moth cycle, the polymorphic fitness hypothesis. *Oecologia* 93: 251–255.
- Dale, V.H.; Joyce, L.A.; McNulty, S.; Neilson, R.P.; Ayres, M.P.; Flannigan, M.D.; Hanson, P.J.; Irland, L.C.; Lugo, A.E.; Peterson, C.J.; Simberloff, D.; Swanson, F.J.; Stocks, B.J.; Wotton, M.B., 2001: Climate change and forest disturbance. *BioScience* 51: 723–734.

### Résumé

Différentes études soulignent que les dégâts aux forêts causés par les insectes ont nettement augmenté ces dernières décennies, tant en Suisse qu'en Europe ou en Amérique du Nord. Aux États-Unis par exemple, la surface annuelle de forêt qui dépérit après avoir été infestée par des insectes et des pathogènes, est environ 45 fois plus vaste que celle victime d'incendies. Les dommages économiques en résultant atteignent un montant cinq fois plus élevé environ. Le réchauffement climatique annoncé devrait fortement modifier les conditions cadre du développement de la forêt. À l'avenir, les scolytes joueront un rôle majeur dans ce développement forestier. L'économie forestière devra donc s'adapter à cette nouvelle donne.

Esper, J.; Büntgen, U.; Frank, D.C.; Nievergelt, D.; Liebhold, A., 2007: 1200 years of regular outbreaks in alpine insects. *Proc. R. Soc. B.* 274: 671–679.

Hodar, J.A.; Castro, J.; Zamorra, R., 2003: Pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* as a new threat for relict Mediterranean Scots pine forests under climatic warming. *Biological Conservation* 110: 123–129.

Logan, J. A.; Régnière, J.; Powell, J.A., 2003: Assessing the impacts of global climate change on forest pests. *Front. Ecol. Environ.* 1: 130–137.

Mattson, W.; Vanhanen, H.; Veteli, T.; Sivoonen, S.; Niemälä, P., 2007: Few immigrant phytophagous insects on woody

plants in Europe: legacy of the European crucible? *Biol. Invasions*, 9:957–974.

Meier, F.; Engesser, R.; Forster, B.; Odermatt, O.; Angst A., 2007: Forstschutz-Überblick 2006. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, 22 S.

OcCC 2002: Das Klima ändert – auch in der Schweiz. Die wichtigsten Ergebnisse des dritten Wissensstandsberichts des IPCC aus der Sicht der Schweiz. OcCC (Organe consultatif sur les changements climatiques), Bern. 48 S.

Requart, A.; Poker, J.; Köhl, M.; Schuck, A.; Gerben, J.; Mavsar, R.; Päävinen, R., 2007: Feasibility study on means of combating forest dieback in the European Union. Technical Report, 79 S.

Rouault, G.; Candau, J.N.; Lieutier, F.; Nageleisen, L.M.; Martin, J.C.; Warzee, N., 2006: Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe. *Ann. For. Sci.*, 63, 613–624.

Schelhaas, M.J.; Naburs, G.J.; Schuck, A., 2003: Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology* 9: 1620–1633.

Wermelinger, B.; Rigling, A.; Dobbetin, M., 2008: Infestation preferences of bark and wood boring insects in declining Scots pine (*Pinus sylvestris*) forests in the Swiss Rhone valley. *Ecol. Entomol.* 33: 239–249.

## News aus der Forschung

### 2007 mit weniger Borkenkäferschäden

**Der Buchdrucker, der häufigste Borkenkäfer der Schweiz, hat im Jahr 2007 deutlich weniger Fichtenholz befallen als in den Vorjahren, nämlich nur noch 280 000 m<sup>3</sup>. In vielen Gebieten des Landes hat sich die Befallsituation beruhigt, auch wenn das tiefe Niveau vor dem Sturm Lothar im Jahr 1999 gesamtschweizerisch noch nicht erreicht ist. Dies zeigen Auswertungen der landesweiten Buchdrucker-Erhebung 2007 der WSL.**

Nachdem der sonnige und warme April 2007 dem Buchdrucker (*Ips typographus*) zunächst günstige Ausflugbedingungen bot, behinderte der nasse und teils kühle Sommer die Borkenkäfer daran, eine erfolgreiche zweite Brut anzulegen. Auch blieb die Schweiz im Jahr 2007 vor grösseren Sturmschäden im Wald verschont, die die Fichtenbestände hätten schwächen können. Der Buchdruckerbefall ist somit gesamtschweizerisch seit 2003, als über zwei Millionen m<sup>3</sup> Fichtenholz

dem Buchdrucker zum Opfer fielen, kontinuierlich auf 280 000 m<sup>3</sup> im Jahr 2007 zurückgegangen (siehe Abbildung). In 3800 Lockstofffallen, mit denen die Buchdruckerpopulationen landesweit von den Forstdiensten beobachtet werden, wurden 2007 durchschnittlich 18 800 Käfer pro Falle gefangen, ebenfalls etwas weniger als in den Vorjahren.

Im Mittelland beruhigte sich nach dem Hitzesommer 2003 die Situation nur langsam. In einzelnen Gebieten

#### Résumé

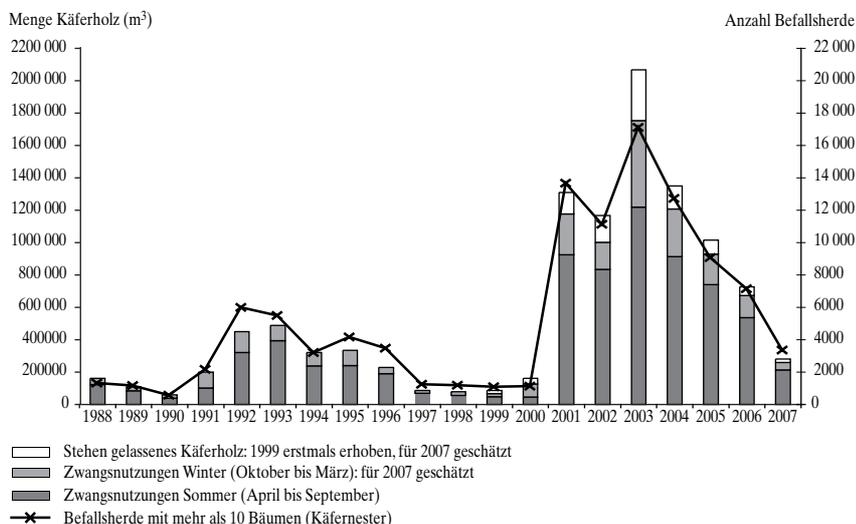
En 2007, le volume de bois d'épicéa infesté par le typographe (*Ips typographus*) a encore diminué: il est désormais de 280 000 m<sup>3</sup>. Même si, dans l'ensemble de la Suisse, le niveau faible d'avant l'ouragan Lothar de 1999 n'a pas encore été retrouvé, la situation s'est nettement améliorée dans de nombreuses zones du pays.

stellten die Forstdienste auch 2007 noch deutlich erhöhten Buchdruckerbefall fest, der auf die Trockenperioden oder Schneebruchschäden in den vergangenen Jahren zurückgeführt wird. Die Käferholzmenge betrug 2007 im Schweizerischen Mittelland insgesamt noch 150 000 m<sup>3</sup>. Auch im Jura nahm die Käferholzmenge gegenüber dem Jahr 2006 weiter ab, nachdem sich der Käferbefall zwischen 2005 und 2006 kaum verringert hatte.

#### Hoffnungsvoller Ausblick

Dank der seit 2007 guten Wasserversorgung auf der Alpennordseite ist davon auszugehen, dass die Fichtenbestände gegenwärtig nicht infolge Trockenheit geschwächt und somit für Borkenkäfer speziell attraktiv sind. Zudem haben die Winterstürme in der Schweiz keine gravierenden Schäden hinterlassen. Die Wissenschaftler der WSL rechnen daher, dass die Käferholzmenge auch im Jahr 2008 weiter abnimmt, sofern in den kommenden Monaten keine extremen Witterungsereignisse wie Hitze, Trockenheit oder Sturm die Fichtenbestände erneut schwächen.

Franz Meier, Beat Forster und Roland Engesser



Menge des Käferholzes und Anzahl der Befallsherde in der Schweiz von 1988–2007.