

Dr. Beat Wermelinger

BORKENKÄFER: DER HERR DER RINDE

In den Lothar-geschädigten Gebieten der Schweiz läuft zurzeit eine Massenvermehrung des Buchdruckers in noch nie gesehenem Ausmass ab. Voraussetzungen dafür waren nach dem Sturm Lothar das grosse Angebot an Sturmholz und die Schwächung der übrigen Bestände sowie die diesjährige extreme Trockenheit. Wie lebt der Buchdrucker und welche Rolle spielt er im Wald?

Der Buchdrucker – wichtigster Borkenkäfer in der Schweiz

Wenn der Förster oder der Waldbesitzer «vom Käfer» spricht, ist damit meist der Buchdrucker (*Ips typographus*) gemeint (Bild 3 im Farbteil), ein fünf Millimeter grosser Vertreter der über

100 Borkenkäferarten in der Schweiz. Er hat sich auf Fichten (Rottannen) spezialisiert und geht ausnahmsweise auch an Föhren, verschmäht aber die anderen Nadelbäume. Laubbäume kann er sowieso nicht besiedeln. Der schwarzbraune Käfer gehört zu jedem Fichtenwald, wo er kranke und geschwächte Fichten befällt und ein Pionier beim Abbau von frisch abgestorbenen Bäumen ist. Nach grösseren Stürmen kann er sich bei guter Witterung aber explosionsartig vermehren und geschwächte oder auch gesund erscheinende Bestände befallen und abtöten. In Deutschland wurde er deshalb früher auch mal als «grösster Feind unseres Volkswaldes» betitelt. Auch in der Schweiz ist die Gradation nach dem 1990er



Bild 1: Nachdem 2001 hauptsächlich das Mittelland betroffen war, konzentrierte sich der Befall in den Jahren 2002/2003 auf Lothar-geschädigte Wälder der Voralpen. (Bild: B. Forster)

Sturm Vivian noch in Erinnerung. In den sieben Jahren danach fielen dem Käfer rund 2 Mio. m³ Fichten zum Opfer, 40% der ursprünglichen Sturmholzmenge. Seit dem Orkan Lothar 1999 gibt es neue Rekordzahlen: In den ersten drei Jahren nach dem Sturm fielen rund 2,5 Mio. m³ Käferholz an, dieses Jahr muss mit einer weiteren Million gerechnet werden (Bild 1).

Die Besiedlung neuer Fichten

Der Buchdrucker ist ein typisches Pionierinsekt, er erschliesst Bäume für den Abbau. Während frisch abgestorbene Bäume relativ einfach zu bebrüten sind, setzen sich geschwächte aber lebende Bäume mit Harzfluss zur Wehr. Einbohrversuche einzelner Käfer können auf diese Weise abgewehrt werden, die Tiere bleiben im Harz stecken (Bild 2).

Um die Abwehr eines lebenden Baumes zu überwinden, braucht es den konzentrierten gleichzeitigen Befall von einigen Hundert Käfern. Dies bewerkstelligen die Tiere mit einem sogenannten Aggregationspheromon – ein Lockstoff, der Artgenossen anlockt und von den einbohrenden Käfern wahrscheinlich so lange abgegeben wird, bis die Abwehr des Baumes überwunden ist.

Brutgeschäft und Entwicklung

Die zuerst einbohrenden Tiere sind meist Männchen. Sie heben in der Rinde eine Rammelkammer aus, in der sie sich mit bis zu drei Weibchen paaren. Jedes Weibchen frisst einen Muttergang in Längsrichtung des Stammes und fertigt dabei links und rechts im Abstand von einigen Millimetern Einischen an, in welche es je ein Ei legt. Jedes Weibchen legt rund 50 Eier ab. Nach erfolgtem Brutgeschäft (1 bis 3 Wochen) fliegen die Weibchen häufig aus und legen andernorts nochmals eine oder zwei neue Bruten an, die allerdings kleiner sind. Diese Bruten nennt man Geschwisterbruten, da alle Nachkommen vom selben Muttertier abstammen. Weibchen, die Bruten produziert haben, überwintern nicht mehr und sterben ab. Nach 1–2 Wochen beginnen die Larven gestaffelt zu schlüpfen. Aus den zuerst abgelegten Eiern am Anfang der Muttergänge schlüpfen auch die ersten Larven. Sie fressen sich in immer breiter werdenden Gängen mehr oder we-

niger rechtwinklig vom Muttergang weg. Es entsteht das charakteristische Brutbild, das dem Buchdrucker seinen Namen gegeben hat (Bild 3). Nach drei Häutungen und 3 bis 6 Wochen Entwicklungsdauer nagt die Larve eine Puppenwiege, in welcher die Häutung zur Puppe erfolgt. An der weissen Puppe sind bereits die Flügel- und Beinanlagen sichtbar. Dieses Stadium dauert wiederum rund 1 bis 2 Wochen. Danach schlüpfen die hellbraunen, noch weichen Jungkäfer.

Sie müssen zum Erreichen der Geschlechtsreife zuerst im Bast einen Reifungsfrass vollziehen. Dabei werden die klar strukturierten Brutbilder weitgehend zerstört. Der Reifungsfrass ist nach rund 2 bis 3 Wochen beendet und die jetzt dunkel gefärbten Tiere bohren sich aus der Rinde aus und suchen sich neue Brutbäume oder Überwinterungsorte.

Die Entwicklungsgeschwindigkeit aller Insekten ist temperaturabhängig, so auch die des Buchdruckers. Untersuchungen an der Eidg. Forschungsanstalt WSL in Birmensdorf zeigten, dass die optimale Temperatur bei 25 bis 30°C liegt. Unterhalb 25°C ist zwar die Sterberate kleiner, aber auch die Entwicklung langsamer und die Eiproduktion geringer. Oberhalb von 30°C verläuft die Entwicklung zwar schneller, aber die Eiproduktion ist kleiner und die Sterblichkeit höher. Bei einer theoretischen konstanten Temperatur von 20°C bräuchte eine Generation vom Eistadium bis zum Beginn der nächsten Eiablage rund 7 Wochen. Unterhalb von 8°C kommt die Entwicklung zum Stillstand; sie geht wieder weiter, sobald die Temperatur diese Schwelle überschreitet. Dieser Grenzwert ist nicht zu verwechseln mit der Mindesttemperatur für das Ausfliegen der Käfer. Diese liegt bei 16,5°C.

Das hohe Vermehrungspotential des Buchdruckers zeigt sich bei folgender rechnerischen Überlegung: Wenn pro Weibchen 50 Eier abgelegt werden und aus der Hälfte davon wieder Weibchen schlüpfen, entstehen bei zwei Generationen pro Jahr im Idealfall über 1200 Käfer (25 × 50) aus einem Weibchen, bei 3 Generationen wären es sogar 30 000 (25 × 25 × 50)! Dies immer unter der Voraussetzung, dass sämtliche Nachkommen bis zur Geschlechtsreife überleben, was in der Natur nie vor-

kommt. Aus einer stark befallenen Fichte fliegen rund 30 000 bis 70 000 neue Buchdrucker aus.

Der Generationenkonflikt

Im Mittelland gibt es in der Regel zwei Generationen. In extrem warmen Jahren kann eine dritte Generation begonnen werden. Wenn diese sich vor dem Winter nicht fertig zu entwickeln vermag, überwintert sie im Larven- oder Puppenstadium, was eine viel höhere Sterblichkeit als bei adulten Käfern zur Folge hat. Wie erwähnt gibt es häufig Geschwisterbruten. Diese von der regulären zweiten Generation zu unterscheiden ist nicht einfach. Häufig sind die Muttergänge kürzer und haben weniger Larvengänge. Meist handelt es sich um Geschwisterbruten, wenn im späten Frühling neue Einbohrlöcher entdeckt werden, ohne dass die Pheromonfallen einen starken Anstieg der Fänge (Ausflug der ersten Generation) angezeigt hätten.

Natürliche Regulationsmechanismen

Wie bei jedem Organismus bestimmen auch beim Buchdrucker verschiedene natürliche Einflüsse seine Populationsdichten. Für eine Massenvermehrung braucht es verschiedene Voraussetzungen: Als erstes ist einmal ein genügend grosses Angebot an Brutmaterial nötig. Dies ist vor allem in Windwürfen nach Stürmen in Fichtenwäldern gegeben. Dann hängt der Verlauf von der bereits vorhandenen Käferdichte ab. Ist diese sehr niedrig, trocknet das Sturmholz aus bevor die Käfer sich zu genügend hohen Populationen aufgebaut haben, um auch lebende Bäume erfolgreich befallen zu können. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Witterung. Trockene, warme Verhältnisse begünstigen die Entwicklungsgeschwindigkeit und die Eiproduktion, sie schwächen aber auch die bereits vom Sturm betroffenen stehenden Bäume. Mehrere trockene Jahre verzögern die Erholung dieser Bäume und begünstigen somit den Stehendbefall durch den Buchdrucker.

Die Gründe für einen Rückgang der Massenvermehrung sind weniger klar. Wiederum gilt in erster Linie die Witterung als ausschlaggebend. Vor allem ist das Wetter zum Zeitpunkt des Flugs massgebend. Bei schlechtem Wetter verzettelt sich der Ausflug stark und der Be-



Bild 2: Eine mit ausreichend Wasser versorgte Fichte kann sich gegen einbohrende Käfer durch Harzfluss erfolgreich zur Wehr setzen. (Bild: B. Wermelinger)

fallsdruck liegt tiefer. Kühle Temperaturen verzögern zudem die Larvenentwicklung. Genügend Niederschläge bedeuten für die Bäume eine gute Wasserversorgung, was ihnen hilft, sich von kleinen Wurzelschäden als Folge des Sturms zu erholen und ihr Harzvermögen zu steigern. Minustemperaturen von 10 bis 20°C im Winter hingegen haben kaum einen Einfluss auf die überwinterten Käfer, da diese im Herbst Frostschutzsubstanzen einlagern.

Es gibt ein grosses Spektrum von natürlichen Feinden von Borkenkäfern. Der Specht ist wohl der auffälligste Antagonist, aber nicht unbedingt der wirkungsvollste. Zahlreiche Insekten wie räuberische Käfer und Fliegen sowie parasitische Wespen, aber auch Pilze und andere Krankheitserreger töten Larven und Adultkäfer ab. Sie brauchen aber eine gewisse Zeit, bis sie sich den explodierenden Borkenkäferpopulationen angepasst haben. Da ein Teil der Buchdrucker aber aus bestehenden Käfernestern wegfliegt und andernorts neuen Befall verursacht, bleibt die Wirkung dieser natürlichen Feinde eher lokal beschränkt. Ihre Wirkung



Bild 3: Typisches Muster in der Rinde einer befallenen Fichte. Im linken beschatteten Teil des Baumes sind die Brutbilder noch gut zu erkennen, im besonnten rechten Teil war die Entwicklung schneller und die Käfer zerstörten beim Reifungsfrass das Brutmuster. (Bild: B. Wermelinger)

wird durch kühle Witterung vermutlich verstärkt, da die Borkenkäferlarven sich langsamer entwickeln und somit länger dem Risiko des Gefressenwerdens und der Verpilzung ausgesetzt sind. Insgesamt hören grossräumige Massenvermehrungen wahrscheinlich durch das Zusammenwirken all dieser Mechanismen auf, also widerstandsfähige Wirtsbäume, kühle und nasse Witterung und die Aktivität der natürlichen Feinde, vereint mit allfälligen Bekämpfungsmassnahmen.

Der typische Verlauf einer Massenvermehrung

Die letzten zwei Gradationen des Buchdruckers erfolgten nach den Stürmen Vivian 1990 und Lothar 1999, letztere ist noch im Gang. Bislang verlief die Entwicklung der Käfersituation nach den beiden Stürmen ähnlich, obwohl sich einige zeitliche Unterschiede zeigten, die auf die verschiedenen betroffenen Gebiete zurückzuführen sind: Vivian war vor allem in den Voralpen aktiv, Lothar mehrheitlich im Mittelland.

Zuerst wurde das frisch gebrochene und geworfene Fichtenholz auf den Windwurfflächen besiedelt. Dieses war im Mittelland im zweiten und in den Voralpen im dritten Sommer nach dem Sturm meist zu trocken, um noch vom Buchdrucker besiedelt werden zu können. Deshalb wendete er sich den umliegenden Bestandesrändern zu, die vom Sturm ebenfalls in Mitleidenschaft gezogen waren. Zudem litten die ungeschützten Stämme unter dem Stress der plötzlichen Sonneneinstrahlung. In den folgenden Jahren tauchten auch mitten im Bestand neue Käfernester auf. Oft war ihr Ausgangspunkt eine einzelne Fichte, die vom Sturm geworfen, gedrückt oder gekappt worden war. Im Falle Lothar wurde die Situation durch den extrem heissen und trockenen Sommer 2003 noch verschärft. Dieser reduzierte die zur Abwehr der Käfer nötige Harzproduktion der unter Trockenstress stehenden Fichten und zögerte den Rückgang der Gradation hinaus. Bei einer Massenvermehrung dieses Ausmasses können Bekämpfungsmassnahmen nur im Verbund mit einer für die Bäume günstigen und für die Käfer ungünstigen Witterung Wirkung zeigen, d. h. bei einem kühlen Frühling und genügend Niederschlägen.

Ökonomische und ökologische Bedeutung

Müssen in Wirtschaftswäldern befallene Fichten aus Gründen des Waldschutzes in grossem Stil gefällt werden (Zwangsnutzungen), ist dies ein einschneidender Eingriff in die langjährige waldbauliche und finanzielle Planung der Forstbetriebe und Waldbesitzer. Bei Massenvermehrungen nach Stürmen vom Ausmass eines Vivian oder Lothar kann dieses Holz auf dem schon übersättigten Markt nur schlecht abgesetzt werden. Ausserdem werden durch den Käfer oft Bläuepilze ins Splintholz eingeschleppt, die den Holzwert verringern.

Gerade in Gebirgsgegenden bieten viele Fichtenwälder Schutz für Siedlungen und Verkehrswege gegen verschiedene Naturgefahren (Lawinen, Steinschlag, Rutschungen). Werden diese Wälder stark von Käferbefall durchlöchert, ist diese Waldfunktion nicht mehr gewährleistet. Auch der Erholungswert eines Waldes kann bei starkem Befall beeinträchtigt sein. Abgestorbene Waldpartien werden von den meisten



Bild 4: Wenn die Rinde abzublättern beginnt, sind die Käfer meist schon ausgeflogen und das Fällen des Baumes trägt nichts mehr zur Bekämpfung bei. (Bild: B. Wermelinger)

Menschen als abschreckend und krankhaft empfunden. Werden die befallenen Bäume geschlagen, bietet der Wald nicht mehr das gewünschte Waldklima. In beiden Fällen ist der Erholungswert für Anwohner, Ausflügler, Sportler und Touristen stark geschmälert.

Auf der anderen Seite spielen Borkenkäfer eine gewichtige ökologische Rolle. Wälder sind keine statischen Gebilde, sie entwickeln sich ständig. Bäume sterben natürlicherweise ab, Totholz gehört zu einem gesunden Wald. Ausserhalb von Zeiten der Massenvermehrung befallen die Buchdrucker nur geschwächte, absterbende Bäume. Durch die Elimination von kränkenden Individuen wird die «Bestandesfitness» erhöht. Dank der Einbohrlöcher und Frassgänge wird die Rinde und das Holz vorbereitet für den Abbau durch Mikroorganismen und Pilze. Die Nährstoffe werden somit wieder verfügbar. Die Frasstätigkeit des Buchdruckers verschafft auch einer Vielzahl von weiteren Organismen eine Lebensgrundlage. Von Löchern, Gangsystemen, Kot und Bohrmehl profitieren viele weitere Holzbewohner wie Käfer, Fliegen,

Asseln, Spinnen, Würmer, Pilze etc. Alle diese Totholzbewohner sind ihrerseits wieder Teile von Nahrungsketten, z. B. als Beute von räuberischen und parasitischen Insekten oder von Spechten.

In die entstandenen Baumrücken dringt mehr Licht und Wärme ein, viele Pflanzen- und Tierarten profitieren davon. Der Wald kann sich an dieser Stelle verjüngen – mit Pionierbaumarten, mit Jungfichten oder anderen Baumarten.

Massnahmen

Die schnelle, grossflächige Vermehrung des Buchdruckers überfordert vielerorts die Kapazitäten der Forstdienste. Deshalb müssen Prioritäten gesetzt werden. Wenn wertvolle Fichtenbestände erhalten werden sollen, kommen als Massnahmen in erster Linie das Fällen von frisch befallenen Fichten und der Abtransport des Holzes vor dem Ausflug der Jungkäfer in Frage (Zwangsnutzungen). Eine Käferbekämpfung ist aber nur dann sinnvoll, wenn diese Massnahmen grossräumig und rechtzeitig durchgeführt werden können. Viele gutgemeinte Massnahmen nützen wenig bis nichts, wenn beispielsweise Zwangsnutzungen nur in gewissen Teilen eines Waldes durchgeführt werden, wenn bereits verlassene Fichten gefällt werden (Bild 4), wenn berindetes Käferholz bis zum Ausflug der Käfer an der Waldstrasse gelagert wird, wenn die Rinde mit Jungkäfern beim Rücken befallener Bäume abgestreift oder nach dem Schälen liegengelassen wird. Mit Käferfallen allein lässt sich eine Massenvermehrung nicht bekämpfen. Sie dienen einerseits zur Überwachung der Flugaktivität und andererseits zum Schutz von Bestandesrändern in sanierten Käferlöchern. Speziell in tieferen Lagen muss sich jeder betroffene Waldbesitzer überlegen, ob er auch in Zukunft einen artenarmen, anfälligen Fichtenwald will, oder ob er die Gelegenheit nützen und mit mehr Laubbaumarten einen vielfältigeren und stabileren Wald gründen will.

Dr. Beat Wermelinger
Eidg. Forschungsanstalt
8903 Birmensdorf
beat.wermelinger@wsl.ch