

«Der Borkenkäfer» – kleine Ursache, grosse Wirkung

Für das Jahr 2002 hat Pro Natura die Waldameise als Tier des Jahres erkoren. Punkto Schlagzeilen dürfte ihr allerdings «der Borkenkäfer» auch dieses Jahr den Rang ablaufen.

von Beat Wermelinger,
Biologe, Eidg.
Forschungsanstalt für
Wald, Schnee und
Landschaft WSL,
8903 Birmensdorf

Der Buchdrucker – wichtigster Borkenkäfer in der Schweiz

Wenn der Förster oder der Waldbesitzer «vom Käfer» spricht, ist damit meist der Buchdrucker (*Ips typographus*) gemeint, ein fünf Millimeter grosser Vertreter der über 100 Borkenkäferarten in der Schweiz. Er hat sich auf Fichten (Rottannen) spezialisiert und verschmäht praktisch alle 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 letzte Gradation nach dem 1990er Sturm Vivian noch in Erinnerung. In den sieben Jahren danach fielen dem Käfer rund 2 Mio. m³ Fichten zum Opfer, 40 % der ursprünglichen Sturmholzmenge. Nach dem Orkan Lothar 1999 musste mit einer erneuten Massenvermehrung des Buchdruckers gerechnet werden (Bild 1). Tatsächlich fielen bereits im zweiten Jahr nach dem Sturm rund 1.2 Mio. m³ Käferholz an, fast das Zweieinhalbfache des bisherigen Rekordjahrs 1993.

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. 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 – einem 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 Männchen. Sie heben in der Rinde eine Rammelkammer aus, in denen sie sich mit bis zu drei Weibchen paaren. Jedes Weibchen frisst einen Mut-

Bild 1: Trotz vielerorts rechtzeitigem Aufarbeiten des Sturmholzes konnte ein Ausbruch des Buchdruckers nicht verhindert werden (Utikon 19.4.00).



Beat Wermelinger

tergang 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 (1-3 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.

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 weniger rechtwinklig vom Muttergang weg. Es entsteht das charakteristische Brutbild, das dem Buchdrucker seinen Namen gegeben hat (Bild 2). Nach drei Häutungen und 3-6 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 1-2 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 2-3 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.



Bast Wermelinger

Bild 2: Das typische Brutbild des Buchdruckers: zwei bis drei Muttergänge mit abzweigenden Larvengängen.

Um diese Abhängigkeit für den Buchdrucker zu quantifizieren, wurden an der Forschungsanstalt WSL in Birmensdorf Temperaturversuche durchgeführt. Zwischen zwei Plexiglasscheiben wurden frisch geschälte Rindenstücke eingespannt und mit einem Pärchen Buchdrucker bestückt. Auf einer aufgelegten Folie konnten die Eiproduktion und Larvenentwicklung täglich protokolliert werden. Die optimale Temperaturen liegen bei 25-30°C. Hier ist die Entwicklung schnell und die Eiablage am höchsten. Oberhalb 30°C ist zwar die Entwicklung noch schneller, die Eiproduktion aber klein und die Sterblichkeit hoch. Bei einer Durchschnittstemperatur von 20°C braucht eine Generation vom Eistadium bis zum Beginn der nächsten Eiablage rund 7 Wochen. Zur Erinnerung: Die-

Die optimale Temperaturen liegen bei 25-30°C. Hier ist die Entwicklung schnell und die Eiablage am höchsten.

«Der Borkenkäfer
kleine Ursache

Für das Jahr 2012
Für das Jahr 2012
Überwinterung
Kang ablaufen.

von David Wenzel
Börjgen, Jörg
Forschungsinstitut für
Wild, Schnee und
Landschaft WSL
Zürcher Universität

Temperatur	Entwicklung (Tage)	Reifungsfrass (Tage)	Eiablage (Eier/Weibchen)
15°C	48.9	*	9.5
20°C	29.1	16.9	14.5
25°C	20.1	12.8	23.3
30°C	17.3	11.2	23.6
33°C	13.2	*	6.4

Tab. 1: Gesamte Entwicklungsdauer (Ei, Larve, Puppe), Dauer des Reifungsfrasses und Eiproduktion des Buchdruckers (*Ips typographus*) bei konstanten Temperaturen.

* Bei diesen Temperaturen konnte die Dauer des Reifungsfrasses wegen hoher Sterberate nicht erhoben werden.

se Angaben beziehen sich immer auf konstante Tag- und Nachttemperaturen.

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. Dieser liegt bei 16.5°C.

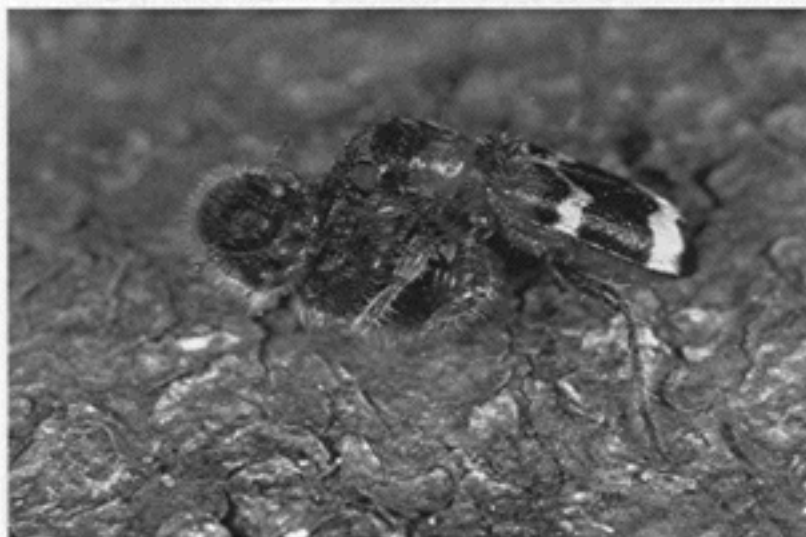
Das hohe Vermehrungspotential des Buchdruckers zeigt sich bei folgender rechnerischen Überlegung: Wenn pro Weibchen 50 Eier ablegt werden und

die Hälfte davon wieder weiblich ist, entstehen bei zwei Generationen pro Jahr im Idealfall über 1200 Käfer (25x50) aus einem Weibchen, bei 3 Generationen wären es sogar 30'000 (25x25x50)! Dies immer unter der Voraussetzung, dass sämtliche Nachkommen bis zur Geschlechtsreife überleben, was in der Natur nie vorkommt. Aus einer voll befallenen Fichte fliegen 30'000 - 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. Sicher 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.

Bild 3: Der Ameisenbuntkäfer frisst sowohl als erwachsener Käfer als auch als Larve Borkenkäfer und ihre Larven.

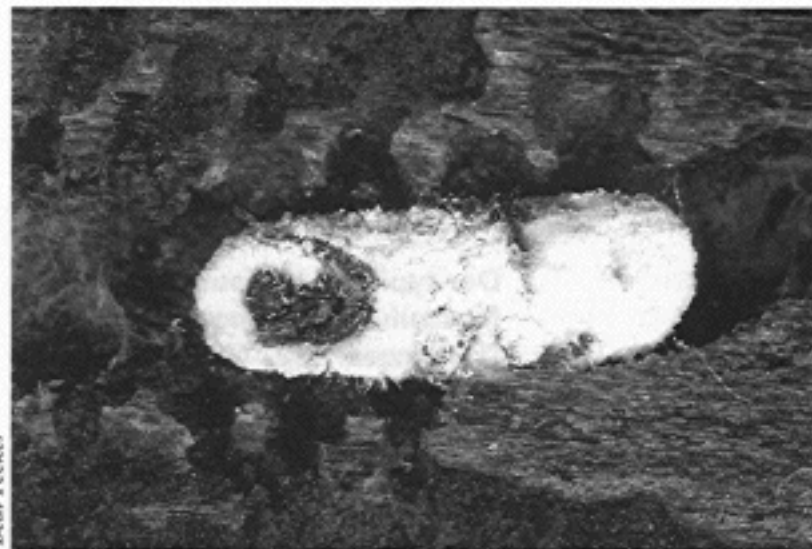


Beat Fecker

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 Befallsdruck 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 10-20°C im Winter hingegen haben kaum einen Einfluss auf



Bear Fecker

Bild 4: Im Brutbild verpilzter Buchdrucker.

die überwinternden 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 (Ameisenbunkäfer, Bild 3) und Fliegen sowie parasitische Wespen, aber auch Pilze (Bild 4) 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 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

Aus einer voll befallenen Fichte fliegen 30'000 - 70'000 neue Buchdrucker aus.

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 ge-

Bild 5: Einige gestürzte und gekappte Fichten waren nach Lothar Ausgangspunkt für dieses Käfernest (Buchenegg 5.8.01).



Beat Wermelinger

worfene 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 Käferester auf. Oft war ihr Ausgangspunkt eine einzelne Fichte, die vom Sturm geworfen, gedrückt oder gekappt worden war (Bild 5). Wie nach Vivian wird der Verlauf der aktuellen Käfersituation von den oben erwähnten Umständen abhängen. Nach den neusten Informationen scheint sich dieses Jahr die Lage im Mittelland beruhigt zu haben, nicht aber in den Voralpen. Weitere lokale Stürme können den Populationsrückgang stark verzögern.

Ökonomische und ökologische Bedeutung

Müssen in Wirtschaftswäldern befällene 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 Gebirgsgebieten bieten viele Fichtenwälder Schutz für Siedlungen und Verkehrswege gegen ver-

schiedene Naturgefahren (Lawinen, Steinschlag, Rutschungen). Werden solche 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 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, 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.

Jeder Waldbesitzer muss sich überlegen, ob er auch in Zukunft einen anfälligen (und artenarmen) Fichtenwald will, oder ob er die Gelegenheit benützen und mit mehr Laubbaumarten einen vielfältigeren und stabileren Wald gründen will. ■

Die schnelle, grossflächige Vermehrung des Buchdruckers überfordert vielerorts die Kapazitäten der Forstdienste. Deshalb müssen Prioritäten gesetzt werden.
