

Die Insekten im Ökosystem Wald

Bedeutung, Ansprüche und Schutz

Beat Wermelinger und Peter Duelli, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf

Bei der Aufzählung der wichtigsten Organismen eines Waldes werden die Insekten gerne vergessen. Und doch tragen sie entscheidend zur Pflanzenvermehrung, zur Bodenfruchtbarkeit, zur nachhaltigen Waldgesundheit und zur Walddiversität bei. Vergleicht man die Bedeutung verschiedener Gruppen von Organismen aus dem Blickwinkel der Biomasse oder der Artenvielfalt, zeigt sich eindrücklich die Dominanz der Bäume in Bezug auf die Biomasse, aber auf der anderen Seite auch die Dominanz der Insekten (und der Pilze) im Hinblick auf die Biodiversität. Die wichtigsten Funktionen der Insekten im Ökosystem Wald sind im Folgenden aufgezählt.

Bestäuben von Pflanzen und Verbreitung der Samen

Rund 80 Prozent aller Bäume und Sträucher werden von Insekten bestäubt. Im Wald vermehren sich zwar viele Baumarten mit Hilfe von Windbestäubung, einige aber investieren viel Energie in grosse, mit Nektar lockende Blüten. Beispiele dafür sind Ahorn, Hartriegel, Weissdorn, Rosskastanie, Kirsche, Kreuzdorn, Weide,

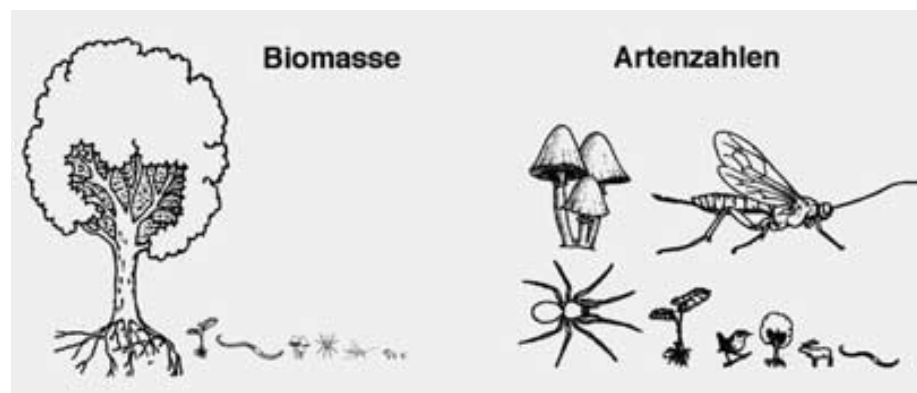


Abb. 2. Die Kirsche ist eine der Baumarten, die grosse, attraktive Blüten bilden, um Insekten wie die Honigbiene (*Apis mellifera*) für die Bestäubung anzulocken. Bild: Beat Wermelinger, WSL.

Vogelbeere und Linde. Die angelockten Bienen, Wespen, Fliegen, Käfer und Schmetterlinge saugen den Nektar und

fressen vom Pollen. Sie übertragen den Pollen aber gleichzeitig auch auf andere Pflanzen und bestäuben so deren Blüten.

Abb. 1. Vergleich von Biomasse (Gewicht) und Artenvielfalt in einer Hektare Laubmischwald (die Symbolflächen sind proportional zur Masse bzw. Artenzahl). Klar ersichtlich sind die Dominanz der Bäume bei der Biomasse und die Wichtigkeit der Insekten und anderer Gliedertiere wie der Spinnen sowie der Pilze für die Biodiversität. Während die Regenwürmer bezüglich Biomasse nach den krautigen Pflanzen an dritter Stelle liegen, bilden sie bezüglich Artenvielfalt das Schlusslicht.



Viele Ameisen spielen eine wichtige Rolle bei der Verbreitung von Samen und Früchten von krautigen Pflanzen. Dies ist bei über 150 Pflanzenarten bekannt. Gewisse Pflanzen bilden spezielle Samenanhänge, die von den Ameisen gesammelt und gefressen werden. Die nicht gefressenen Samen keimen auf den Ameisenstrassen oder «Abfallplätzen». Die Pflanze profitiert zweifach: Einerseits können die Samen am windarmen Boden so grössere Distanzen überwinden, andererseits sind sie in der Nähe von Ameisenhaufen vor anderen Samenfressern besser geschützt.

Umsetzen von Nährstoffen

Blatt- und nadelfressende Insekten sind Regulatoren der Nährstoff- und Energieflüsse. Das von den Larven gefressene



Abb. 3. Eine Waldameise (*Formica-rufa*-Gruppe) schleppt die Schuppe eines Lärchenzapfens ins Nest. Bild: Beat Wermelinger, WSL.

Pflanzenmaterial gelangt in Form von Kot der Tiere schon stark abgebaut auf den Boden. Diese Ausscheidungen werden sehr schnell von Mikroorganismen besiedelt und mineralisiert. Das führt zu einer schnelleren Verfügbarkeit der Nährstoffe für das Pflanzenwachstum.

Abbau des Holzes

In der natürlichen Dynamik eines Waldes sterben immer wieder Bäume ab. Die Gründe dafür können Alter, Blitzschlag, Sturm, Waldbrand, Trockenheit, Insektenbefall oder Krankheiten sein. Die in

der Rinde und im Holz gespeicherten Nährstoffe und die Energie müssen dem Boden wieder verfügbar gemacht werden. Für Mikroorganismen ist der Abbau von Holz schwieriger als von Blättern oder Krautpflanzen. Die schwer zu besiedelnde Rinde schützt den darunter liegenden Holzkörper vor dem Abbau durch Pilze. Frisch abgestorbenes Holz wird von einer Vielzahl von spezialisierten Pionierinsekten besiedelt. Sie bohren Löcher in die Rinde oder bis ins Holz und machen dieses Substrat für weitere holz- und rindenfressende Insekten und für

Abb. 4. Nach einer starken Vermehrung des Nonnenspinners (*Lymantria monacha*) in einem Lärchenwald kann der ganze Waldboden mit einer dicken Schicht Kot bedeckt sein. Dieser ist schneller abbaubar als die ursprünglichen Nadeln, was den Nährstoffkreislauf beschleunigt. Bild: Beat Wermelinger, WSL.



Abb. 5. Eine vom Sturm gebrochene Buche kann über viele Jahre hinweg Brut- und Lebensraum für zahlreiche Insekten und andere Tiere bieten. Bild: Beat Wermelinger, WSL.

Pilze zugänglich. Auch ihr Genagsel und ihr Kot können viel besser durch Mikroorganismen abgebaut werden als das noch feste Holz. Der Abbau eines Stammes nur durch Mikroben allein würde doppelt so lange dauern wie mit Hilfe der Holzinsekten.

Der Abbau eines toten Baumes lässt sich in verschiedene Phasen unterteilen. In der ersten Phase besiedeln Pioniere den frisch abgestorbenen Baum. Diese primären Xylobionten¹ sind Arten, die sich häufig baumartenspezifisch von der Rinde oder dem Splintholz ernähren. Dazu gehören vor allem verschiedene Käferfamilien wie die Borken-, Bock-, Pracht- und Werftkäfer (vgl. Abb. 12–18). Aber auch die Holzwespen gehören dazu (vgl. Abb. 23). Da Holz eine ziemlich karge Nahrung darstellt, verläuft die Larvenentwicklung der Bockkäfer und Holzwespen häufig über mehrere Jahre. Einzelne Arten bringen gezielt Pilzsporen mit, um mit Hilfe des Pilzes das Holz einfacher verwerten zu können. Die Pioniere lösen die Rinde vom Holz und erschliessen mit

1 Xylobionten: 'im Holz lebende Arten'.



Abb. 6. Der Hirschkäfer (*Lucanus cervus*) braucht für seine Entwicklung in morschem Eichenholz fünf bis acht Jahre. Er ist in der Schweiz geschützt. Bild: Beat Wermelinger, WSL.



Abb. 8. Die Larven der Goldfliegen entwickeln sich in Aas und sorgen mit vielen anderen Aasverwertern dafür, dass Kot und Kadaver schnell abgebaut werden. Bild: Beat Wermelinger, WSL.

ihrer Bohrtätigkeit das Substrat Holz für den weiteren Abbau. Diese Besiedlungsphase dauert normalerweise ein bis zwei Jahre.

In einer zweiten Phase beginnt sich das Holz zu zersetzen. Zweige und Äste fallen ab, und die Rinde löst sich vom Stamm. Das Insektenspektrum ändert sich. Wiederum sind es viele verschiedene Käfergruppen, die in dieser Zersetzungsphase dominieren: Nagekäfer («Holzwürmer»), Hirschkäfer, Schwarzkäfer und Schnellkäfer. Aber auch viele Flie-

gen- und Mückenarten entwickeln sich in den Gängen und im Mulm. Wie schon in der Besiedlungsphase leben natürlich auch viele räuberische und parasitische Insekten im Holz und ernähren sich von den eigentlichen Holzfressern. Im Verlaufe dieses mehrere Jahre dauernden Zersetzungsprozesses spielen Bakterien und Pilze eine immer grössere Rolle.

In der letzten Phase, der Humifizierungsphase, zerfällt das Holz und geht langsam in Boden über. Nun leben Ameisen, Fliegenlarven, verschiedene Käfer,

Milben und Springschwänze im Holzmulm. Die eigentlichen Bodenlebewesen (Würmer, Schnecken, Asseln, verschiedene Insekten) steigen in das Moderholz auf. Diese Fauna zerkleinert die Partikel und vergrössert damit die angreifbare Oberfläche für Mikroben, welche den eigentlichen Abbau von Zellulose, Hemicellulose, Lignin und Pektin vornehmen. Das Holz wird schliesslich zu Rohhumus und zu «Boden».

Abb. 7. Diese *Ctenophora-festiva*-Schnake hat sich in einem abgestorbenen Weidenast entwickelt. Bild: Beat Fecker, WSL.



Waldgesundheit

Verschiedene Insekten können geschwächte, aber noch lebende Bäume besiedeln und durch ihre Frasstätigkeit zum Absterben bringen. Bekannte Beispiele hierfür sind gewisse Borkenkäferarten (siehe unten). Dadurch werden altersschwache, kranke, unter Stress stehende Baumindividuen ausgemerzt, was zugleich den durchschnittlichen «Gesundheitszustand» des Waldes und seine Widerstandsfähigkeit fördert. Auch werden Kadaver und Kot von Waldtieren von spezialisierten Insekten wie Schmeiss- und Fleischfliegen oder Aaskäfern besiedelt und verwertet.

Fressen und Gefressenwerden: Nahrungskette und Regulation

Die Insekten ihrerseits sind Nahrung für verschiedenste Tiergruppen. Bei den Vögeln sind die Spechte, Meisen, Grasmücken, Spatzen und der Kuckuck typische Insektenfresser. Weitere insektenfressende Wirbeltiere sind Mäuse,

Spitzmäuse, Fledermäuse, Salamander, Frösche, Kröten und Eidechsen. Ausserdem leben natürlich auch viele Insekten selbst räuberisch oder parasitisch von anderen Insekten. Sie können bei der Regulation von Massenvermehrungen von Schadinsekten eine grosse Rolle spielen.

Schaffen von Lebensräumen

Das Abtöten einzelner Bäume und der Abbau des Holzes durch Insekten schaffen neue Lebensräume. Durch Insektenbefall abgestorbene Bäume bringen Licht in den Wald, so dass verschiedene Krautpflanzen und Pioniergehölze gedeihen

können und wärmeliebende Offenlandarten von Insekten und anderen Tieren neue Brut-, Frass- und Lebensmöglichkeit finden. Das Schaffen von Totholz wie auch der Abbau des Holzes durch die Insekten erzeugen auch für andere Organismen neue Lebensräume (siehe unten).

Die Borkenkäfer als potentielle Schädlinge und Abbaupioniere

Die Fähigkeit, geschwächte oder unter Stress stehende Bäume zu besiedeln, lässt einige wenige Borkenkäferarten zu möglichen Schädlingen werden. Im Besonderen ist dies der Buchdrucker (*Ips typographus*), der normalerweise frisch gefällte, abgestorbene oder umgeworfene Fichten besiedelt. Insbesondere nach grossen Sturmwürfen in Fichtenwäldern ist der Buchdrucker imstande, äusserst schnell auf die kurzlebigen Brutressourcen zu reagieren, und es kann in kürzester Zeit zu einer Massenvermehrung (Gradation) kommen, wie dies nach den Stürmen «Vivian» (1990) und «Lothar» (1999) geschehen war. Da die Rinde im Sturmholz rasch austrocknet und nicht mehr zum Brüten taugt, werden danach vom Sturm oder von Trockenheit geschwächte, stehende Fichten und schliesslich oft auch vital erscheinende Bäume befallen. Durch den gleichzeitigen Befall einer lebenden Fichte durch mehrere hundert Käfer können diese gemeinsam die Abwehrmechanismen des Baumes – beispielsweise starker Harzfluss – überwinden und die Rinde erfolgreich besiedeln. Die Frasstätigkeit der Larven und das Wachstum der vom Käfer eingeschleppten Bläuepilze in der Rinde und im Splint führen zu einem Unterbruch des Saftstroms, und der Baum stirbt ab. Häufig wird eine ganze Gruppe von Bäumen gleichzeitig befallen. Die Käfer senden nach dem Einbohren einen Lockstoff aus, der weitere Artgenossen anlockt. Wenn der eine Baum bereits stark besiedelt ist, befallen diese die Nachbarbäume, ein sogenanntes Käfernest entsteht. Eine Massenvermehrung dauert häufig einige Jahre und wird meist durch nasse, kalte Witterung während der Schwärmzeit der Käfer, die Wirkung natürlicher Feinde und gute Wasserversorgung der Fichten beendet. Weitere Stürme oder anhaltende Trockenheit können eine Grada-



Abb. 9. Der Buchdrucker ist einer der wenigen Borkenkäfer, die unter günstigen Bedingungen auch auf lebende Bäume übergehen und diese zum Absterben bringen können. Bild: Beat Wermelinger, WSL.

tion in die Länge ziehen. In Zeiten der sogenannten Latenz, das heisst bei niederen Dichten, ist der Buchdrucker als natürlicher

Bestandteil eines jeden Waldes, der Fichten enthält, für die Ersterschliessung von abgestorbenen Bäumen notwendig.

Totholz als Lebensraum für Insekten

Als Totholz bezeichnet man sowohl einzelne tote Äste an einem alten Baum wie auch abgestorbene, stehende oder umgefallene Bäume oder Teile davon (zum Beispiel Strünke). Zu den xylobionten Insekten zählen nicht nur Arten, die sich direkt von Rinde oder Holz ernähren. Es gehören alle Arten dazu, die in irgendeiner Phase ihres Lebens auf Totholz angewiesen sind. Das sind neben den eigentlichen holzfressenden (xylophagen) Insekten solche, die als Zweitbesiedler die von den Xylophagen geschaffenen Höhlen und Gänge für ihre eigenen

Bruten benützen, ohne sich vom Holzsubstrat zu ernähren. Dazu gehören zum Beispiel verschiedene Wildbienen- oder Wespenarten. Verschiedene Fliegen- und Mückenlarven weiden in den Bohrgängen wachsende Pilz- und Bakterienrasen ab oder ernähren sich von abgestorbenem Material und Insektenkot. Baumschwämme an totem Holz wiederum beherbergen spezialisierte Käfer und Fliegen. Von diesen Holzbewohnern hängen auch viele räuberische und parasitische Insekten ab. Dazu gehören zum Beispiel räuberische Käfer oder para-



Abb. 10. Der Scharlachrote Feuerkäfer (*Pyrochroa coccinea*) ist ein räuberischer Totholzbewohner. Seine Larve ernährt sich während ihrer zweijährigen Entwicklung unter der Rinde von anderen Insekten, zum Beispiel Borken- oder Bockkäferlarven. Bilder: Beat Wermelinger, WSL.

sitische Schlupfwespen. Einige typische xylobionte Insektengruppen sind im Folgenden dargestellt.

Käfer

Die Käfer sind nicht nur generell die artenreichste Insektengruppe, sondern auch die vielfältigste im Totholz. In Mitteleuropa sind 1340 verschiedene Arten in irgendeiner Phase auf Alt- und Totholz angewiesen. Die über 110 Borkenkäferarten der Schweiz besiedeln mehrheitlich

bereits abgestorbene Bäume. Sie zerfressen und durchlöchern die Rinde und gehören somit zu den Pionierarten, die den Holzabbau einleiten (vgl. Abb. 9). Im Gegensatz zu den nur wenige Millimeter grossen Borkenkäfern sind die bis mehrere Zentimeter grossen Bock- und Prachtkäfer einfacher zu entdecken. Ihre Larven fressen in der Rinde und im Holz. Viele Arten kann man häufig auf frisch abgestorbenen Bäumen oder auf Holzlagern beobachten. Auf Nadelholz sind dies

beispielsweise die Fichtenböcke (*Tetropium*) oder die grossen *Monochamus*-Arten. Bereits trockeneres Nadelholz wird von den Scheibenböcken (*Callidium*, *Phymatodes*) bevorzugt. Diese schlüpfen bisweilen aus in Wohnräumen gelagertem Brennholz aus. Glänzende Kleinode sind die Prachtkäfer. Die oft an Holzzäunen sichtbaren, geschlängelten und scharf geschnittenen Frassgänge sind das Werk ihrer Larven. Auch auf Holzlagern sind sie regelmässig anzutreffen. Typische Laubholzbesiedler sind die wespenartig gezeichneten Widder- oder Wespenböcke (*Chlorophorus*, *Clytus*, *Xylotrechus*) oder die schillernden Moschusböcke (*Aromia moschata*) und Lindenprachtkäfer (*Scintillatrix rutilans*). Die kleineren Hals- und Schmalböcke (*Anastrangalia*, *Corymbia*, *Leptura*, *Stenurella*) sitzen häufig auf farbigen Blüten, wo sie den für die Geschlechtsreife benötigten Pollen fressen. Die Zangenböcke (*Rhagium*) verpuppen sich nach der zweijährigen Entwicklung in typischen ovalen «Wiegen» aus Holzspänen unter der Rinde von Nadel- oder Laubbäumen. Beim Ablösen alter Rinde deuten diese Spanwiegen noch lange auf ihre Erzeuger hin. Ein besonders schöner, sehr seltener Laubholz-Bockkäfer, der Alpenbock (*Rosalia alpina*), entwickelt sich in alten, verpilzten Buchenstämmen. Er ist in ganz Europa geschützt und gilt in den Ländern, wo er noch vorkommt, als vom Aussterben bedroht. Eine der grössten Populationen in der Schweiz lebt im unteren Prättigau, wobei vereinzelte Käfer bis ins Gebiet des

Abb. 11. Die Riesenschlupfwespe (*Rhyssa persuasoria*) ist einer unserer grössten Hautflügler. Sie treibt ihren langen, dünnen Legestachel (zwischen den Mittelbeinen sichtbar) ins Holz und belegt Larven von Holzwespen (vgl. Abb. 23) mit einem Ei. Die schlüpfende, parasitische Larve frisst ihren Wirt allmählich auf. Bild: Beat Wermelinger, WSL.





Abb. 12. Bockkäfer haben ihren Namen von den langen Fühlern, die zum Beispiel an einen Steinbock erinnern. Der Schneiderbock (*Monochamus sartor*) legt seine Eier auf frisch abgestorbenes Nadelholz. Seine Larven fressen zuerst in der Rinde und nagen sich zur Verpuppung ins Splintholz. Bild: Beat Wermelinger, WSL.



Abb. 13. Die Larve des metallisch gefärbten Blauen Scheibenbocks (*Callidium violaceum*) frisst während zwei Jahren unter der Rinde trockenem Nadelholzes. Bild: Beat Wermelinger, WSL.



Abb. 14: Vom Goldgrubenprachtkäfer gibt es eine Art im Laubholz und eine im Nadelholz. *Chrysobothris chrysostigma*, hier bei der Eiablage, besiedelt in höheren Lagen Stämme von Nadelbäumen. Bild: Beat Wermelinger, WSL.



Abb. 15. Den Gemeinen Widderbock (*Clytus arietis*) kann man häufig auf Buchenholzbeigen beobachten, wo er geeignete Orte für die Eiablage sucht. Bild: Beat Wermelinger, WSL.



Abb. 16. Einer der schönsten Prachtkäfer ist der Lindenprachtkäfer (*Scintillatrix rutilans*). Er ist für seine Entwicklung an tote Linden gebunden. Bild: Beat Wermelinger, WSL.



Abb. 17. Verschiedene kleine Bockkäferarten wie diese *Anastrangalia dubia* brauchen für die Eireifung Blütenpollen. Bild: Beat Wermelinger, WSL.



Abb. 18. Dieser Spürende Zangenbock (*Rhagium inquisitor*) hat den Winter in seiner Verpuppungswiege verbracht und verlässt nun den Fichtenstamm. Bild: Beat Fecker, WSL.

Walensees gefunden werden. Alte Funde gab es sogar am Buchberg am oberen Zürichsee.

Ob der Alpenbock auch an besonnten Buchenstandorten des Werdenberger Gebiets lebt, ist nicht bekannt. Es würde sich sicher lohnen, im Juli oder August auf besonnten Brennholzbeigen nach diesem prachtvollen Käfer zu suchen. Dieses Brennholz ist der Hauptgrund für die Gefährdung des Alpenbocks: Die Weibchen legen ihre Eier auf die Brennholzscheite, und da die Larven für ihre Entwicklung drei Jahre brauchen, landen sie meist in einem Heizofen oder Cheminée, bevor die ausgewachsenen Käfer schlüpfen. Rosalia wurde schon in sieben europäischen Län-

dern auf Briefmarken abgebildet, zurzeit auch auf einer Schweizer Dauermarke.

Aus anderen Käferfamilien ist der ebenfalls seltene und geschützte Hirschkäfer (*Lucanus cervus*) besonders erwähnenswert (vgl. Abb. 6). Seine Larven fressen während bis zu fünf Jahren im Mulm alter Eichen.

Neben den eigentlichen Xylophagen gibt es auch räuberische Käferarten wie beispielsweise die Feuerkäfer (*Pyrochroa*) (vgl. Abb. 10), deren Larven unter der Rinde verschiedene Käferlarven erbeuten, oder den Ameisenbuntkäfer (*Thanasimus*) und seine Larven, die sich von Borkenkäfern ernähren. Eine ganze Gruppe von Käfern, die Schwammfres-

ser, hat sich auf die Besiedlung von Baumschwämmen spezialisiert.

Hautflügler

Auch zartgeflügelte Hautflügler entwickeln sich im Holz. Es gibt verschiedene Wildbienen, die in Totholz ihre Bruten anlegen. Gewisse Blattschneiderbienen (*Megachile*) oder die auf der roten Liste stehenden Holzbienen (*Xylocopa*) benützen für ihre Bruten alte Käfergänge oder nagen selbst welche. Die Gänge werden in einzelne Zellen unterteilt, und in jeder dieser Zellen wächst eine Bienenlarve heran, die sich vom eingelagerten Pollen und Nektar ernährt. In ähnlicher Weise nützen verschiedene Grab-, Lehm- und Wegwespen Hohlräume, in welche sie Beutetiere als Nahrung für ihre Larven eintragen. Die Beutetiere werden dabei nicht abgetötet, sondern gelähmt. Die Wespenlarve ernährt sich also vom lebenden, aber wehrlosen Beutetier. Die Wespenlarven ihrerseits können wiederum von einer nächsten Stufe von schmarotzenden Wespen wie zum Beispiel der schillernden Feurgoldwespe (*Chrysis ignita*) parasitiert werden. Und sogar diese sind wiederum das Ziel von parasitierenden Erzwespen. Schliesslich legen auch Hornissen und verschiedene Faltenwespen gerne ihre Nester in Höhlen alter Bäume an.

Auf frisch geschlagenem Nadelholz trifft man vor allem in Gebirgswäldern die Holzwespen. Die im Mittelland selten gewordene Riesenholzwespe (*Urocerus gigas*) ist mit bis vier Zentimetern Länge Europas grösster Hautflügler. Sie sticht trotz ihrer typischen Wespenfärbung und dem kräftigen Legebohrer nicht. Das Weibchen legt ihre Eier mit dem Bohrer ins Holz ab und impft sie dabei mit Pilzsporen. Diese keimen im Holzinnern aus und bauen Lignin und Zellulose ab. Die Holzwespenlarven ernähren sich von diesen Pilzrasen. Am Ende der dreijährigen Entwicklung nagt sich die fertige Wespe ihren Weg ins Freie. Holzwespen haben einen spezialisierten natürlichen Feind: die Riesenschlupfwespe (*Rhyssa persusoria*) (vgl. Abb. 11). Ebenso imposant in Grösse und Färbung, lokalisiert sie die im Holz fressende Holzwespenlarve und belegt sie mit ihrem Legestachel durch das Holz hindurch mit einem Ei.

Die grossen Nesthaufen der unter Schutz stehenden Roten Waldameisen der Gattung *Formica* sind wohlbekannt. Für die



Abb. 19. Der lateinische Name des Alpenbocks, *Rosalia alpina*, passt zum wunderschön gefärbten, stattlichen Käfer. Die Entwicklung erfolgt in altem Buchenholz. Vor rund zehn Jahren wurde er letztmals auch im Raum Sargans beobachtet. Bild: Beat Wermelinger, WSL.



Abb. 20: Bei genügendem Angebot an Buchenthoholz müsste der Alpenbock auch in den Buchenwäldern des Forstkreises Werdenberg vorkommen. Bild: Hans Jakob Reich, Salez.



Abb. 21: Der Scharlachrote Pilzkäfer (*Endomychus coccineus*) entwickelt sich in feuchten Wäldern unter verpilzter Rinde oder in Baumpilzen. Bild: Beat Wermelinger, WSL.

Gründung solcher Nester sucht die Ameisenkönigin ein Volk von Hilfsameisen (*Serviformica*), deren Königin von der Formica-Königin getötet wird. Die mutterlosen Hilfsameisen ziehen dann die Nachkommen der Formica-Königin auf, die schliesslich die Funktion der Hilfsameisen übernehmen. Die grossen Rossameisen (*Camponotus*) nisten häufig in totem Nadel- und Laubholz und zerfressen dabei das Holzinnere völlig. Auch die Glänzendschwarze Holzameise (*Lasius fuliginosus*) baut ihre Kartonnester in hohlen Baumstämmen.



Abb. 22: Eine parasitische Feurgoldwespe (*Chrysis ignita*) sucht ein Scheit auf einer Holzbeige nach einem Loch ab, in dem eine Solitärwespe ihre Brut angelegt hat. Bild: Beat Wermelinger, WSL.



Abb. 23: Eine Riesenholzwespe (*Urocerus gigas*) bohrt sich nach dreijähriger Entwicklung aus einem toten Fichtenstamm. Bild: Beat Wermelinger, WSL.

Weitere Insekten

Neben Käfern und Hautflüglern gibt es noch einige weitere Insektengruppen, die sich in frischem oder bereits morschem Totholz entwickeln. Gewisse Larven von Schnaken oder Schwebfliegen, die als wespenfarbene Adulttiere an ihrem helikopterähnlichen Schwebflug erkennbar sind, ernähren sich vom Mulm und Kot anderer Insekten. Fliegen und Mücken können über die Hälfte aller im Holz lebenden Insekten ausmachen. Unter diesen Gruppen werden in der Schweiz auch heute noch hin und wieder neue, der

Wissenschaft unbekannt Arten entdeckt. Sehr wichtig für die Bodenfruchtbarkeit sind die winzigen Springschwänze (*Collembolen*). Oft zu Zehntausenden pro Quadratmeter Waldboden bauen sie das vermoderte Holz zu Humus ab. Im Gebirge kann der Humus ausschliesslich aus Collembolen-Kot bestehen.

Auch andere Tiere profitieren vom Totholz

Darüber hinaus nutzen auch Wirbeltiere das Substrat Totholz. Die Spechte fressen grossenteils Holz bewohnende Insekten

und meisseln mit ihren kräftigen Schnäbeln ihre Bruthöhlen in ältere und abgestorbene Bäume. Verlassene Spechthöhlen werden wiederum von vielen anderen Höhlenbrütern wie Meise, Kleiber, Star, Dohle, Fliegenschnäpper, Hohltaube und Raufusskauz benutzt. Auch Säugetiere profitieren von alten Spechthöhlen oder Fäulnis-Hohlräumen. Die meisten Fledermausarten – zum Beispiel der Abendsegler – benutzen sie als Wochenstube oder Winterquartiere. Auch Siebenschläfer, Baumrarder und teilweise das Eichhörnchen verwenden solche Höhlen als Kinderstube und Überwinterungsort. Baumstrünke, liegende Stämme und modernes Holz dienen Molchen, Salamandern, Kröten, Eidechsen, Blindschleichen, Ringelnattern und anderen Schlangen als Schutz, Sonnenplatz und Überwinterungsort.²

Die Gefährdung der xylobionten Insekten

Alt- und Totholz gibt es in der Schweiz heute sehr wenig im Vergleich zu den evolutionsgeschichtlich wichtigen Zeiträumen, vor allem den letzten Zwischeneiszeiten. Im ehemaligen Urwald waren wohl auch in der Schweiz jeweils 20 bis 50 Prozent der Bäume in der Altersphase oder tot. In trockenen Lebensräumen und hohen Alpenlagen gab es noch mehr Totholz, da dort der Holzabbau viel langsamer abläuft. Für Totholz, früher überall und in Massen vorhanden, gibt es heute keine Ersatzlebensräume mehr. Landschaftsökologisch gesehen stellte der Urwald für Jahrtausende ein Meer von Bäumen dar, mit isolierten kleinen, baumfreien Inseln. Das waren Flussauen, trockene Kreten und Feuchtstandorte. Da der Wald fast flächendeckend war, mussten die vielen Alt- und Totholzbewohner nicht weit kriechen oder fliegen, um die nächste Brutstätte zu finden. Darum sind auch heute noch die meisten typischen Waldarten schlechte Flieger. Ganz anders die Offenlandarten. Sie mussten zu Urwaldzeiten von Lichtung zu Lichtung wandern, da die alten Bruthabitate immer wieder einwuchsen. Darum sind solche Insekten der offenen Land-

² Zu den weiteren Tierarten unserer Wälder vgl. in diesem Buch: Peter Schönenberger/Georg Willi, «Die Vogelwelt des Werdenberger Waldes», und Peter Eggenberger, «Die Säugetiere unserer Wälder und ihrer Umgebung».

schaft gute Ausbreiter. Heute ist die Situation in der Schweiz umgekehrt. Die mobilen Offenlandarten leben in einem Meer von offenen Landwirtschaftsgebieten, während die Alt- und Totholzspezialisten im Wald heute auf isolierten Waldinseln leben. Da sie sich schlecht ausbreiten können, sterben sie in unserer Kultursteppe und in unseren Wirtschaftswäldern aus. Vor allem in den letzten zweihundert Jahren wurden die Wälder vielerorts völlig ausgeräumt. Die Menschen fällten alles Altholz und sammelten säuberlich das Totholz als Brennholz für den Haushalt. Im Freien gelagertes Brennholz kann zudem zur Falle werden, wenn es Insekten zur Eiablage stimuliert, deren Larven später aber im Ofen verbrennen.

In der Schweiz sind die sogenannten roten Listen der gefährdeten Alt- und Totholzbewohner erst im Entstehen begriffen. Rund 20 Prozent aller mitteleuropäischen Käferarten sind direkt oder indirekt auf Holz angewiesen. Davon werden in Deutschland 60 Prozent als gefährdet eingestuft, ein wesentlich höherer Prozentsatz als bei anderen Insektengruppen. In Bayern sind sieben von acht ausgestorbenen Käferarten Holzbewohner, und auch in Österreich gelten von allen bisher ausgestorbenen Käferarten zwei Drittel als Waldarten, die auf Alt- und Totholz angewiesen sind. Diese Verhältnisse dürften im Grossen und Ganzen auch für die Schweiz und das St.Galler Rheintal zutreffen.

Viele der spektakulärsten xylobionten Käfer sind gefährdet oder vom Aussterben bedroht, so der oben erwähnte Alpenbock, der Eichenbock (*Cerambyx cerdo*), der Nashornkäfer (*Oryctes nasicornis*) und der Hirschkäfer (*Lucanus cervus*). Entsprechend sind die meisten in der Schweiz (Natur- und Heimatschutzverordnung) oder gar in ganz Europa (Berner Konvention) geschützt.

Förderung von Totholz

Während Urwälder zwischen 50 und 200 Kubikmeter Totholz pro Hektare enthalten, sind es nach dem letzten schweizerischen Landesforstinventar von 1999 in den Schweizer Wäldern durchschnittlich 12,5 Kubikmeter, in den Alpen immerhin 20 Kubikmeter. Häufig herrscht landläufig noch die Meinung vor, dass der Wald aus ästhetischen und forstschützerischen Gründen vom Totholz gesäubert



Abb. 24: Versuchsfläche in Pfäfers, wo in einem Windwurf die Auswirkungen des Sturms Vivian auf die Insektenfauna untersucht werden. Bild: Beat Wermelinger, WSL.

werden müsse. Langsam aber werden Funktion und Bedeutung des Totholzes einer breiteren Öffentlichkeit bewusst. Gerade nach den Stürmen Vivian 1990 und Lothar 1999 blieb vermehrt Holz liegen, weil die Holzernte nicht mehr rentierte und die Forstdienste personell überfordert waren.

Untersuchungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL auf Vivian-Sturmflächen von 1990 (Abb. 24) haben gezeigt, dass die Artenzahl aller Insekten – nicht nur der Totholz bewohnenden – auf belassenen und geräumten Flächen zwar ähnlich gross ist. Hingegen unterschied sich die Artenzusammensetzung. Die vom Sturmholz nicht geräumten Versuchsflächen mit ihrem viel grösseren Totholzangebot wiesen mehr Bock- und Prachtkäfer auf als die geräumten Vergleichsflächen. Ebenso wiesen die Sturmflächen eine deutlich höhere Artenzahl auf als der intakte Wald. Es lohnt sich also vom Aspekt der Insektenvielfalt her, nach einem Sturm in einem Gebiet sowohl Teilflächen zu räumen (da, wo der Ertrag am grössten ist) und gleichzeitig Teilflächen liegen zu lassen.

Ein wichtiges Substrat für die Xylobionten bilden auch stehen gelassene, hohe Wurzelstöcke, die ausserdem gerade im Gebirgswald gegen Steinschlag und Schneerutsche vorbeugen helfen. Bei frisch gefallenem Fichten ist wegen der Gefahr von Buchdrucker-Massenver-

mehrungen allerdings Vorsicht am Platz. Es muss aber betont werden, dass sich diese Borkenkäfer in mehr als einjährigem Totholz meist nicht mehr entwickeln können. Man kann generell sagen, dass Käfer, die im Wald schon länger abgestorbene Bäume besiedeln, für die noch lebenden Bäume keinerlei Gefahr darstellen.

Nachhaltige Holzproduktion und Förderung von Totholz müssen sich nicht ausschliessen. Während die schönsten, gut zugänglichen Stämme genutzt werden, können Bäume von minderwertiger Holzqualität oder alte, beschädigte, abgestorbene und umgefallene Bäume einfach stehen oder liegen gelassen werden (vgl. Abb. 5). Um die Xylobionten-Vielfalt zu erhöhen, müssen möglichst viele unterschiedliche Strukturen wie Dicke, Alter, Baumart (auch Weichhölzer!), Zersetzungsgrad mit verschiedener Besonnung geschaffen werden. Eine gute Besonnung ist gerade für viele Bock- und Prachtkäfer wichtig. Neben Totholz für die Larvenentwicklung sind nämlich viele zur Futtermittelaufnahme auf Blütenpollen angewiesen, und Blüten hat es vor allem in lichten Wäldern und an Waldrändern.

Diese Strukturen und Substrate sollten dauernd vorhanden und im ganzen Bestand gleichmässig verteilt sein. Ein schöner Wald muss nicht ein aufgeräumter Wald sein, und auch ein gesunder Wald darf einige tote und kranke Bäume haben.