

SONDERDRUCK
aus

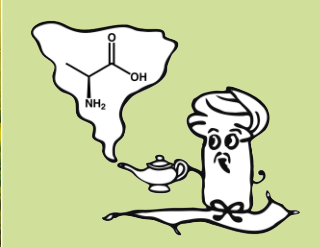
4 | 2021

VBio

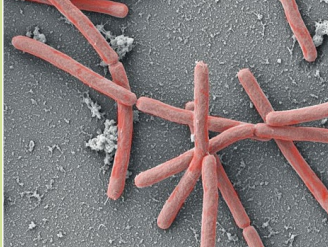
Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland



NACHHALTIGKEIT
Genomeditierte
Lebensmittel



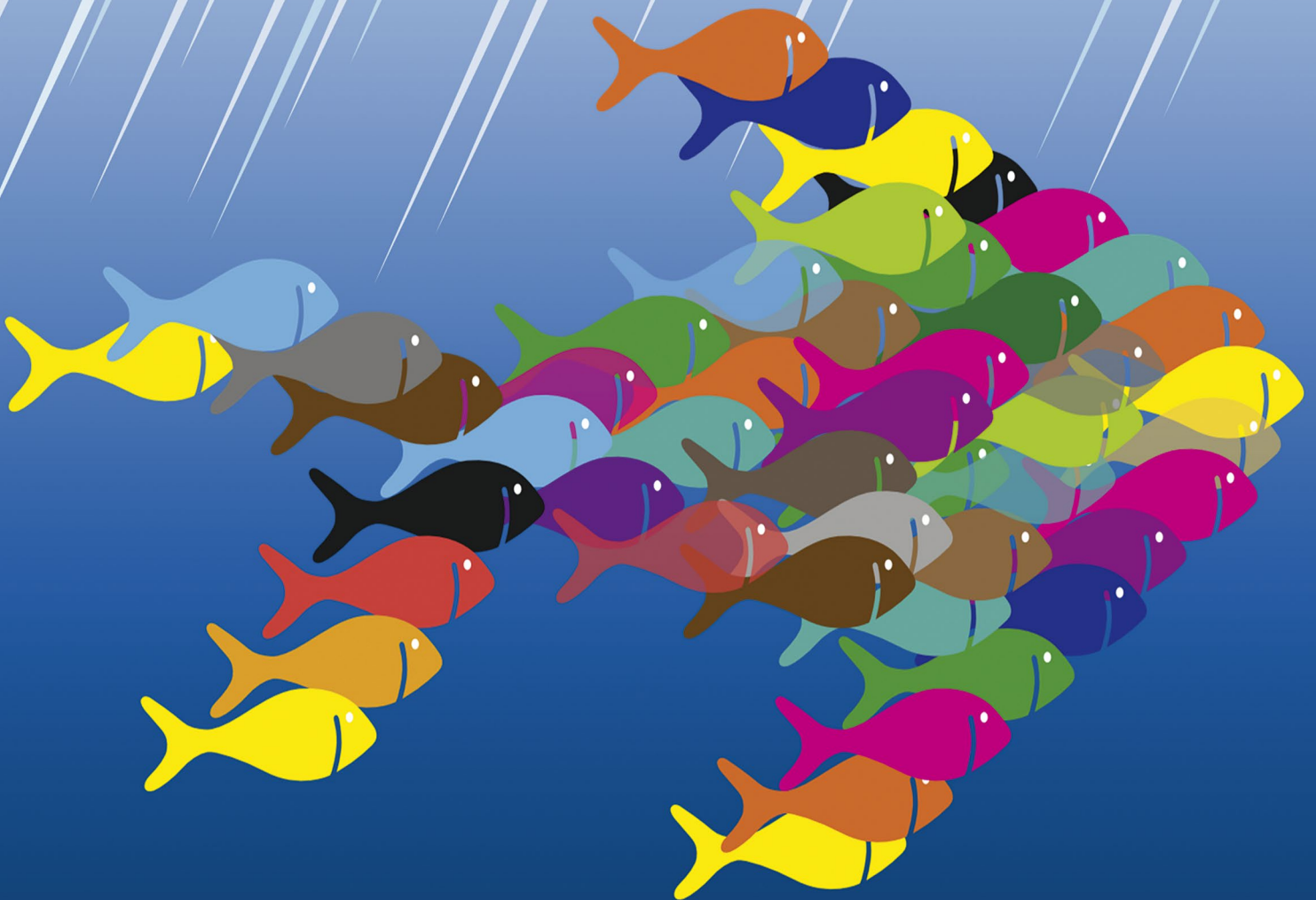
BIOTECHNOLOGIE
Nicht-kanonische
Aminosäuren



**MIKROBE DES
JAHRES**
Methanothermobacter

BIOLOGIE

IN UNSERER ZEIT



Schwarmintelligenz



Der Bergwald-Laufkäfer *Carabus sylvestris* tief verborgen im weißfaulen Fichtentotholz.

Bedeutung von Totholz für überwinternde Laufkäfer und andere Insekten

Spannende Insektenvielfalt im Totholz

JÖRN BUSE | MICHAEL-ANDREAS FRITZE | NIKOLAI WOLLIK

Totholz ist eine wichtige Ressource in Wald-ökosystemen. Das Wissen um die Bedeutung des Totholzes als Lebensraum für obligate Totholzbewohner hat in den letzten 30 Jahren erheblich zugenommen. Dadurch verstehen wir immer besser, wie wichtig Totholz in unterschiedlichen Zersetzungsstadien für die Erhaltung der Biodiversität ist. Es ist mittlerweile klar, dass das Totholzangebot in unseren Wirtschaftswäldern (derzeit ~20 m³/ha) für einen langfristigen Schutz der Totholzbewohner deutlich erhöht werden muss. Davon sollten auch andere Arten profitieren, die oft als fakultative Totholzbewohner bezeichnet werden. Deren Bindung an verschiedene Totholzqualitäten ist aber ebenso weitgehend unerforscht wie der Zeitpunkt im Lebenszyklus, in dem Totholz eine Bedeutung hat. Dieser Beitrag liefert einen ersten Überblick, welche Arten von Insekten, insbesondere Laufkäfer, Totholz als Überwinterungs-substrat nutzen.

Unsere europäischen Wälder beherbergen etwa 30.000 Insektenarten. Viele dieser Arten nutzen das Holz als die am häufigsten vorkommende Ressource in Wäldern. In Frankreich leben beispielsweise von den 10.846 Käferarten allein 2.663 Arten (25%) obligat oder fakultativ im und am Holz [1]. Während obligate Totholzbewohner wie der Hirschkäfer ohne Totholz nicht überleben können, kann man als fakultative Totholzbewohner Arten bezeichnen, die im Laufe ihres Lebenszyklus totes oder absterbendes Holz sowie die daran lebenden Organismen nutzen, aber nicht zwingend davon abhängig sind. Das betrifft vor allem Arten, die 1) nach Insektenlarven im Holz suchen, aber auch andere Nahrung konsumieren, 2) im Holz Schutz suchen entweder als Tagesversteck oder als Überwinterungslebensraum (Abbildung 1). Eine genaue Definition ist von der jeweils zu betrachtenden Artengruppe abhängig, und eine Grenze zwischen obligaten und fakultativen Totholzbewohnern ist manchmal genauso schwer zu ziehen wie zwischen Totholz- und Nicht-Totholzbewohnern (siehe die Diskussion in [2]).

Totholz im Winter: Ein Nebeneinander von Laufkäfern, Asseln, Hornissen und Hummeln

Wechselwarme Tiere wie Insekten verbringen die winterlichen Bedingungen in Mitteleuropa in aller Regel in einer Phase der Dormanz, die eine Reduktion der biologischen Vorgänge im Körper oder sogar eine Verzögerung der individuellen Entwicklung bedeutet. Als Spezialform der



ABB. 1 Ein Weibchen des Violetterandigen Laufkäfers (*Carabus violaceus*) im Winterlager aufgenommen am 25.02.2021 im Schwarzwald. Der Käfer steckt noch in seiner Überwinterungskapsel, die er sich beim herbstlichen Gang ins Winterlager ausgenagt hat. Das Tier ist aufgrund niedriger Temperaturen noch nahezu bewegungsunfähig. Foto: J. Buse.

Dormanz tritt bei Insekten eine sogenannte Diapause ein, bei der – ausgelöst durch sinkende Temperaturen oder durch eine Verkürzung der Photoperiode – Stoffwechselvorgänge reduziert sind. Dieser Beitrag möchte vor allem den Aspekt der winterlichen Nutzung von Totholz durch fakultativ Totholz bewohnende Insekten beleuchten. Eigene Untersuchungen über zwei aufeinander folgende Winter liefern nun erstmals einen Überblick zur Vielfalt dieser Insekten einer Region. Aus dem Gebiet des Nordschwarzwalds und der angrenzenden Rheinaue zwischen Rastatt und Offenburg (Baden-Württemberg) liegen Beobachtungen vor, die zeigen, dass vor allem Laufkäfer (Carabidae) sowie auch Königinnen von sozial lebenden Hautflüglern regelmäßig im morschen Totholz von Wäldern gefunden werden können (Abbildung 2). Letzteres betrifft in der Regel Vertreter der Hummeln (*Bombus spec.*), die Hornisse (*Vespa crabro*) und die Gemeine Wespe (*Vespa vulgaris*). Neben diesen Insektengruppen wurden auch gelegentlich Asseln (Crustacea), Hundertfüßer (Chilopoda: Lithobiomorpha und Geophilomorpha) und Tausendfüßer (Diplopoda: Julidae) beobachtet. Insgesamt tritt neben den eigentlichen Totholzbewohnern nach unserer Erfahrung die Gruppe der Laufkäfer als die mit Abstand häufigste Artengruppe im Totholz unserer winterlichen Wälder hervor. Mindestens 13 Laufkäferarten wurden im Nordschwarzwald und der Rheinaue als Nutzer von Totholz im Winter dokumentiert (Tabelle 1). In der Regel sitzen die Tiere einzeln im Holz und haben dann auch eine kleine



ABB. 2 Beispiele für im Totholz überwinternde Insekten: a) Fund einer Hummelkönigin (*Bombus terrestris* agg.) im Totholz vom 19.2.2021 aus dem Nationalpark Schwarzwald. b) Hornissenköniginnen (*Vespa crabro*), die sich nur wenige Zentimeter voneinander entfernt ein Winterversteck in einem morschen Baumstumpf (Eiche) gesucht haben. Der Fund stammt vom 07.01.2021 aus der Rheinebene bei Ottersweier. c) Ein Laufkäfer (*Carabus intricatus*) in seiner ausgenagten Überwinterungshöhle in einem morschen, liegenden Baumstamm. Der Fund stammt vom 25.02.2021 aus der Nähe von Bad Herrenalb (Nordschwarzwald). d) Schlupfwespen (*Ichneumonidae*) unter Eichenrinde aufgenommen am 04.01.2021 in der Rheinebene bei Wagshurst. Fotos: J. Buse.

Höhlung ausgenagt. Selten sitzen Laufkäfer auch zu zweit oder zu dritt im Holz. In der Literatur [3] beschriebene Ansammlungen von bis zu 50 Exemplaren einer Art (*Carabus intricatus*) in einem Baumstamm wurden nicht beobachtet. Nur ausnahmsweise fanden sich bis zu 10 Exemplare (hier auch *C. intricatus*) in einem Baumstamm. In Höhenlagen über 700 m wird Totholz besonders regelmäßig von *Carabus auronitens*, *Cychnus caraboides* und *Pterostichus aethiops* zur Überwinterung genutzt. In tieferen Lagen des Nordschwarzwalds dominiert *Carabus intricatus* die Fundlage (Tabelle 1).

Ökologische Mechanismen der Überwinterung

Interessant ist nun eine nähere Betrachtung der ökologischen Mechanismen, die zur fakultativen Bindung an Totholz führen können. Beispielhaft kann hier die Gattung *Carabus* herangezogen werden, die besonders zahlreich im morschen Totholz nachgewiesen wird. In Deutschland kommen 27 Arten der Gattung *Carabus* vor [4]. In den südwestdeutschen Mittelgebirgen besitzen davon 16 Arten ihre Schwerpunkt-, Haupt- oder Nebenvorkommen in Wäldern (Tabelle 2) [5]. Bis auf zwei Arten, die nur Nebenvorkommen in Wäldern haben, wurden alle diese Arten grundsätzlich auch als Überwinterer in Totholz nachgewiesen. Ein großer Teil dieser Laufkäferarten besitzt Sommerlarven, d. h. die Larvalentwicklung findet im Sommer statt, und die neue Generation schlüpft im Herbst [6]. In Gebirgen wie dem Schwarzwald kann die Larvalentwicklung auch länger dauern, so dass die Larven überwintern müssen und eine zweijährige Entwicklung vollzogen wird [7]. Im Totholz haben wir jedoch nie Larven von Laufkäfern gefunden. Ein weiterer Grund für die Überwinterung dieser Großlaufkäfer (*Carabus*) ist ihre Mehrjährigkeit. Sie können als adulte Tiere in der Natur mindestens fünf Jahre alt werden, was hinsichtlich des Alters zu unterschiedlich strukturierten Populationen führt [8].

Grundsätzlich gibt es bei Insekten unterschiedliche Mechanismen, die ein Überleben bei extremer Kälte ermöglichen [9]. Dazu gehört u. a. die Ausbildung einer Frosttoleranz mit Hilfe von Frostschutzproteinen, die zwar Eiskristallbildung im Körper zulassen, ihr Wachstum aber auf eine ungefährliche Größe beschränken, so dass die Zellmembranen unbeschädigt und die Zellen damit am Leben bleiben. Ein weiterer Mechanismus ist die Frostvermeidung, d. h. die Vermeidung des Gefrierens der Körperflüssigkeiten durch Entwässerung und/oder die Bildung von Frostschutzmitteln wie z. B. Glycerin, Glykol oder Zucker zum Absenken des Gefrierpunktes. Ein spektakuläres Beispiel dafür sind Bärtierchen, die jahrelang extreme Minustemperaturen von $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ überleben, ohne Schaden zu nehmen. Die Mehrjährigkeit und das Schlüpfen einer neuen Generation vor dem Winter erfordern bei Laufkäfern in unseren Breiten also geeignete Überwinterungsorte, die im Wald entweder im Boden oder im Totholz zu finden sind. Wahrscheinlich werden beide Über-

IN KÜRZE

- Totholz ist ein wichtiges Substrat, in dem viele Insekten – hauptsächlich **Laufkäfer, Hummeln, Hornissen und Blattwespen** – überwintern. Diese Tiere nutzen die vor den harschen Bedingungen im Winter (Frost, Austrocknung) schützenden Eigenschaften des Totholzes.
- Von Bedeutung ist vor allem stark dimensioniertes, **liegendes Totholz in fortgeschrittener Zersetzung**. Stehendes Totholz wird hingegen nur bodennah genutzt.
- Es bestehen **große Wissenslücken**, unter welchen Bedingungen Totholz für diese fakultativen Totholzbewohner wichtig ist und wie ein höheres Totholzangebot deren Populationen nachhaltig beeinflusst.
- Die aktive Suche nach im Totholz überwinternden Tieren kann bei Beachtung einiger Standards im **schulischen Kontext** oder im Rahmen der **Wildnisbildung** genutzt werden. Dadurch lassen sich Vorstellungen zur Bedeutung von Totholz für Tiere real erfahren und eigene Erkenntnisse zur Biologie von Insekten gewinnen.

winterungsorte artspezifisch und in Abhängigkeit von den äußeren Temperaturbedingungen unterschiedlich stark genutzt. Genaue Daten darüber existieren leider nicht. Zusätzlich zum Verbergen in morschem, durchfeuchtetem Holz betreiben Laufkäfer ein sogenanntes „Supercooling“, durch das sie ein Gefrieren der Körperzellen bei Umgebungstemperaturen unter $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ verhindern (= Frostvermeidung). Dies wird durch Entleeren und damit Entwässern des Verdauungssystems und der Synthese von Frostschutzmitteln im Körper erreicht. Bei *Limodromus assimilis* wird so beispielsweise eine Frosthärte bis zu $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ im Herbst erreicht [10], so dass ein Abkühlen des Körpers auf diese Temperatur ohne Folgeschäden überstanden werden kann. Diese beeindruckende Fähigkeit erlegt dem Organismus allerdings auch Kosten auf, da sie Ressourcen und Energie benötigt. Eine interessante Fragestellung

TAB 1. LAUFKÄFERARTEN IM TOTHOLZ IM GEBIET DES NORDSCHWARZWALDS (INKL. VORBERGZONE AB 250 m) UND DER ANGRENZENDEN RHEINAUE

Art	Schwarzwald	Rheinaue	Zahl der Nachweise
<i>Carabus auronitens</i>	X		19
<i>Carabus cancellatus</i>		X	9
<i>Carabus granulatus</i>		X	13
<i>Carabus intricatus</i>	X		27
<i>Carabus nemoralis</i>	X	X	6
<i>Carabus sylvestris</i>	X		3
<i>Carabus violaceus s. str.</i>	X		15
<i>Cychnus caraboides</i>	X		18
<i>Diachromus germanus</i>		X	2
<i>Limodromus assimilis</i>		X	>10
<i>Pterostichus aethiops</i>	X		>20
<i>Pterostichus niger</i>	X		1
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	X		>10

Die Funde wurden in den Wintermonaten (Dezember; Januar, Februar, März) in den Jahren 2020 und 2021 gemacht. Ein Nachweis ist in der Regel mindestens 1 Individuum an einer Lokalität.

wäre, inwiefern bei Laufkäferarten ein Zusammenhang besteht zwischen Bindungsstärke an Totholz und Konzentration an Frostschutzmitteln/-proteinen im Körper.

Die Holzqualität macht's

Entscheidend für die Eignung als Winterlager für Laufkäfer sind wohl der Zersetzungsgrad und der Durchmesser des Holzes (Abbildung 3). Vergleichende Arbeiten dazu fehlen allerdings völlig. Unter Berücksichtigung der Oberkieferaus- bildung der Laufkäfer kann eigentlich nur morsches, schon stark zersetztes Holz genutzt werden. Dieses Holz wurde von Pilzen so weit aufgeschlossen, dass entweder weiches helles Holz (Weißfäule) oder festes, leicht zerbröckelndes Holz (Braunfäule) entstanden ist. Gern wird auch Holz genutzt, welches von fester, aber sich lösender Rinde bedeckt ist. In den entstehenden Zwischenräumen können die Tiere sich relativ gut einschieben und nagen dann in der Regel unter der Rinde eine kleine Höhlung aus (Abbildung 4). Für die Eignung als Überwinterungsort hat wohl der Durchmesser des Totholzes eine Bedeutung. Im liegenden Totholz unter 20 cm Durchmesser finden sich in der Regel kaum überwinternde Käfer. Wir haben beobachtet, dass stärkeres Totholz mit steigendem Durchmesser häufiger genutzt wird. Beispielsweise können in einem 3–4 m langen, liegenden Stamm von 50 cm Durchmesser durchaus mehr als zehn Käfer sitzen.

Vermittlung des Themas an Kinder und Jugendliche

Das Wissen um die Bedeutung von Totholz als Überwinterungslebensraum für Insekten eignet sich gut für die Vermittlung ökologischer Themen im Schulunterricht und in der Wildnisbildung bei Kindern und Jugendlichen. Schon Kinder im Grundschulalter sollten in ihrem Ent-

deckergeist bestärkt werden, so dass die eigene Erfahrung des Auffindens von Tieren im Totholz im Vordergrund steht. Grundsätzlich kann in den Wintermonaten zwischen November und März im Wald nach überwinternden Insekten gesucht werden. Dazu ist es notwendig, stark zersetztes Totholz im Gelände zu lokalisieren und dieses dann mit Hilfe eines Zimmermannshammers zu öffnen. Die Suche wird bei Schneelagen von über 10 cm deutlich erschwert, da insbesondere liegendes Totholz dann weniger gut lokalisiert werden kann und herunterfallender Schnee die Sichtbarkeit der Insekten im Holz erschwert. Es braucht etwas Geduld und Erfahrung, um fündig zu werden. Umso erstaunter werden die Kinder bei den ersten Funden sein. Bereits im Grundschulalter lassen sich einfache Protokolle anfertigen, die belegen, welche Tiergruppen oder Arten nachgewiesen wurden. Bei älteren Kindern können Angaben zur Häufigkeit dieser Arten/ Gruppen sowie zur Beschreibung der Fundorte (Dicke und Zersetzungsgrad des Holzes, Berindung, Besonnung, Baumart, Exposition) das Protokoll ergänzen. Zur weiteren Bestimmung von aufgefundenen Tieren gibt es im Gelände nutzbare Hilfen. Neben klassischen Bildbestimmungsbüchern eignen sich auch spezielle Apps, die zusätzlich Informationen zu den Arten anbieten und auf ein späteres Verfassen von Steckbriefen durch die Schüler hinführen können. Es ist zu empfehlen, aus dem großen Angebot vorab eine auf die eigene Lerngruppe abgestimmte Auswahl zu treffen. Die Tiere sollten zur Bestimmung in durchsichtigen Fanggläsern kurz eingefangen werden. Dafür eignen sich insbesondere Lupendosen mit integrier- tem Maßstab auf dem Boden. Aufgrund der kalten Temperaturen sind die entdeckten Insekten meist regungslos oder nur wenig aktiv. Daher können auch gute Fotos von ihnen gemacht werden. Im Anschluss an die Bestimmung

TAB 2. GROSSLAUFKÄFER (CARABUS SPEC.) MIT SCHWERPUNKT-, HAUPT- (SVK/HVK) ODER NEBENVORKOMMEN (NVK) IN WÄLDERN DER SW-MITTELGEBIRGE [5] UND DEREN BINDUNG AN TOTHOLZ ALS ÜBERWINTERUNGSLEBENSRAUM

Art	Dt. Name	SVK/HVK	NVK	Überwinterung in Totholz (Literaturquellen)
<i>Carabus arvensis</i>	Hügel-Laufkäfer	Wälder		[11], [6]
<i>Carabus auronitens</i>	Goldglänzender Laufkäfer	Wälder		[3], [6], [12]
<i>Carabus cancellatus</i>	Feld-Laufkäfer		Wälder	[3], [6], [12]
<i>Carabus convexus</i>	Kurzgewölbter Laufkäfer	Wälder		[3]
<i>Carabus glabratus</i>	Glatter Laufkäfer	Wälder		[3], [6]
<i>Carabus granulatus</i>	Gekörnter Laufkäfer	Feucht- und Nasswälder		[3], [6]
<i>Carabus hortensis</i>	Goldgruben-Laufkäfer	Wälder		[6]
<i>Carabus intricatus</i>	Blauer Laufkäfer	Wälder		[11], [3], [6]
<i>Carabus irregularis</i>	Schluchwald-Laufkäfer	Wälder		[3], [6], [12]
<i>Carabus monilis</i>	Feingestreifter Laufkäfer		Wälder	Keine Nachweise in Totholz
<i>Carabus nemoralis</i>	Hain-Laufkäfer	Wälder	Feucht- und Nasswälder	[3], [6]
<i>Carabus problematicus</i>	Blauvioletter Wald-Laufkäfer	Wälder		[3]
<i>Carabus sylvestris</i>	Bergwald-Laufkäfer	Wälder		[3], [6], [12]
<i>Carabus ulrichii</i>	Höckerstreifen-Laufkäfer		Feucht- und Nasswälder	Keine Nachweise in Totholz
<i>Carabus variolosus</i>	Schwarzer Grubenlaufkäfer	Feucht- und Nasswälder		[3], [12]
<i>Carabus violaceus</i>	Violetttrandiger Laufkäfer	Wälder		[3], [6]



ABB. 3 Von Laufkäfern genutzte Totholzqualitäten in südwestdeutschen Wäldern. a) Am Wegrand gelagertes Buchenholz mit sich bereits lösender Rinde, unter der mehrere Exemplare von *Carabus granulatus* im Winterlager gefunden wurden. Der Fundort befindet sich in einem von Eichen und Hainbuchen dominierten Wald. b) Fichtenhochstumpf in fortgeschrittener Zersetzung und mit bereits abgelöster Rinde in einem von Fichten dominierten Wald. Im morschen, relativ trockenen Holz saß ein *Carabus auronitens*. c) Bereits entrindeter relativ starker Kronenverschnitt und daneben eine vom Sturm umgeworfene Fichte, in der mehrere Individuen von *Carabus intricatus* überwinterten. Fotos: J. Buse.

und Beobachtung der Tiere sind diese ins Totholz zurück zu geben und mit Holzmaterial zu überdecken. Die Möglichkeit den Winter unbeschadet zu überstehen wird dadurch erhalten. Ein bloßes Absetzen auf dem Totholz erfüllt diese Funktion nicht, da die Tiere dann Frösten ungeschützt ausgesetzt sind.

In der Sekundarstufe ergeben sich mehrere Anknüpfungsmöglichkeiten zum Lehrplan. Zum Beispiel können Anpassungsstrategien von Tieren an extreme klimatische Bedingungen am Beispiel der Laufkäfer behandelt werden. Außerdem wäre eine Unterrichtseinheit zum Thema „Bedeutung von Totholz“ im Rahmen der Auseinandersetzung mit dem Ökosystem Wald und seiner Artenvielfalt denkbar. Ein schönes Umsetzungsbeispiel für die 7./8. Klasse inklusive Arbeitsblätter wurde jüngst unter dem Titel „Totholz – alles andere als tot!“ erarbeitet, wenn auch ohne Fokus auf Laufkäfer [13]. Dabei können auch Nistmöglichkeiten für Spechte und die im Totholz nistenden Wildbienen angesprochen werden. Das Installieren von selbstgebauten Nisthilfen für Wildbienen ist eine einfache Möglichkeit, individuelle Handlungsmöglichkeiten zu erfahren,

und kann durch das Anlegen von Totholzhäufen (für Hirschkäfer) bis hin zu einem Totholzgarten erweitert werden. Im Rahmen der Behandlung von Strukturen und funktionsmorphologischen Aspekten können Schüler sich mit den unterschiedlichen Oberkiefern bei fakultativen und obligaten Totholzbewohnern auseinandersetzen. Dabei sind die Anpassungen aufgrund unterschiedlicher Funktionen zu beschreiben und zu diskutieren.

Wichtig erscheint uns grundsätzlich bei Freilanderfassungen der sensible Umgang mit dem Totholz und dessen Bewohnern. Wild lebende Tiere dürfen nicht mutwillig oder ohne vernünftigen Grund gefangen, verletzt oder getötet werden (§ 39 BNatSchG). Großlaufkäfer (*Carabus spec.*) gehören in Deutschland zu den besonders geschützten Arten, deren Fang verboten ist und deren Ruhestätten nicht beschädigt oder zerstört werden dürfen (§ 44 BNatSchG i.V. mit BArtSchV Anlage 1). Für Forschungszwecke, Lehre und Bildung liegt im Sinne des Gesetzgebers ein vernünftiger Grund vor, von dem generellen Verbot abzuweichen (§ 39 BNatSchG). Jede aktive Suche nach Insekten im Substrat beeinträchtigt allerdings



ABB. 4 Der Gekörnte Laufkäfer (*Carabus granulatus*) sitzend in seiner selbst ausgegagten Höhlung im Totholz. Der Fund stammt vom 7.1.2021 aus der Rheinaue. Foto: J. Buse.

diesen Lebensraum; bei größeren Gruppen kann dabei leicht das komplette lokale Angebot an zur Überwinterung geeignetem Totholz betroffen sein. Für die Beurteilung der Zerstörung und Beschädigung der Lebensstätten spielt auch die „Schwere“ des Eingriffs eine Rolle, die in den allermeisten Fällen unproblematisch sein dürfte, wenn es sich um Lehr- oder Bildungszwecke handelt. So wird in diesem Rahmen stets nur stichprobenartig ein kleiner Waldbereich durchsucht. Somit ist diese Art von Untersuchungen auch nicht genehmigungsbedürftig, außer wenn sie in Schutzgebieten stattfinden. Eine zurückhaltende Herangehensweise an Untersuchungen im Totholz ist trotzdem empfehlenswert. Insbesondere die stärkeren und langen, liegenden Stämme sind qualitativ hochwertige Lebensräume für die Überwinterung. Wir schlagen deshalb vor, dass bei großen, liegenden Totholzstämmen immer nur eine Hälfte durchsucht wird und die andere Hälfte ungestört verbleibt. Dieses Vorgehen ist bei Exkursionsgruppen stets vorher anzusprechen. Eine alternative Möglichkeit stellen die gut ausgearbeiteten Angebote außerschulischer Kooperationspartner dar. Beispielhaft sind hier das Reallabor Wald in Lübeck [14] und die Angebote des Nationalparks Schwarzwald in der Wildnisbildung [15] zu nennen.

Weiterer Forschungsbedarf

Laufkäfer in Wäldern reagieren sensibel gegenüber Veränderungen der Kronenöffnung und dem Alter des Waldbestandes. Das Totholzangebot hat aber wohl für den

Artenreichtum und die Aktivitätsdichte der Laufkäfergemeinschaft in Wäldern kaum Auswirkungen [16]. Ob das Totholzangebot bei Betrachtung einzelner Arten nicht doch von Bedeutung ist, blieb bisher im Dunkeln. Die Autökologie der meisten Waldlaufkäfer ist nicht ausreichend erforscht, und hier ergeben sich noch viele Möglichkeiten für zukünftige Untersuchungen. Dabei ist vorstellbar, dass der Durchmesser, die Besonnung und der Zersetzungsgrad von Holz die Vorkommenswahrscheinlichkeit und Populationsdichte der überwinternden Arten beeinflussen können. Auch die Baumart könnte aufgrund unterschiedlicher Holzqualitäten einen Einfluss haben. Außerdem ist unklar, ob sich die relative Bedeutung von Totholz für die Überwinterung von Laufkäfern entlang klimatischer Gradienten ändert. Dazu könnte ein Blick in Gebiete mit hohem Totholzangebot, wie beispielsweise Bannwäldern, helfen. Dies sind Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg, in denen Pflegemaßnahmen oder die Entnahme von Holz nicht erlaubt ist. In anderen Bundesländern sind sie unter dem Begriff Naturwaldreservat bekannt. Zumindest für zwei Bannwälder in über 800 m Höhenlage im Schwarzwald wurden signifikant positive Korrelationen zwischen dem Totholzangebot und der Individuenzahl Brutpflegender bzw. Brutfürsorgender Arten der Gattung *Abax* und *Molops* nachgewiesen [17]. Für die obligaten Totholzkäfer wurde gezeigt, dass bei wärmeren Umgebungstemperaturen weniger Totholz für ein vergleichbares Maß an Artenreichtum ausreicht [18], was auf Kompensationseffekte hindeutet. Dies ist grundsätzlich auch bei Laufkäfern vorstellbar, da sich in wärmerer Umgebung eine geringere Notwendigkeit ergibt, sich vor Frost zu schützen.

Zusammenfassung

Die Nutzung von Totholz als Überwinterungslebensraum durch viele fakultative Totholzbewohner ist der breiten Öffentlichkeit wenig bekannt. In diesem Beitrag werden Erkenntnisse der winterlichen Erfassung von Insekten im Totholz aus dem Gebiet des Nordschwarzwalds und der angrenzenden Rheinebene präsentiert. Die Funde zeigen, dass adulte Laufkäfer, Hummeln, Hornissen und Blattwespen regelmäßig im morschen Totholz überwintern. Anhand der in diesem Zusammenhang bedeutenden Gruppe der Laufkäfer werden ökologische Anpassungsmechanismen diskutiert. Neben Vorschlägen für eine Bearbeitung des Themas im schulischen Kontext der Primar- und Sekundarstufe wird auf die großen Wissenslücken und den Forschungsbedarf hingewiesen.

Summary

Amazing insect diversity in dead wood – the significance of dead wood for hibernating ground beetles and other insects

The fact that dead wood is used for hibernation by many facultative saproxylic organisms is little known to the general public. We present results from winter surveys of insects

in dead wood in the northern Black Forest region and the adjacent Rhine valley. Adult ground beetles, bumblebees, hornets, and sawflies are among the most frequent taxa overwintering in dead wood. Using ground beetles as a model group, we discuss ecological mechanisms of adaptation to winter conditions. We present suggestions for including this important topic in environmental education at both primary and secondary school level, where it can be worked on in a variety of ways. Finally, we identify knowledge gaps and the need for further research.

Schlagworte:

Carabus, stark zersetztes Totholz, Wald, Überwinterung, Biodiversität, Lebensraum, Lernort.

Literatur

- [1] C. Bouget et al. (2019). Les Coléoptères saproxylique de France. Catalogue écologique illustré. Muséum national d'histoire naturelle, Paris.
- [2] J. N. Stokland, J. Siitonen, B. G. Jonsson (2012). Biodiversity in Dead Wood. Cambridge University Press, Cambridge.
- [3] F. Burmeister (1939). Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer auf systematischer Grundlage. 1. Band: Adephaga, 1. Familiengruppe: Caraboidea. Goecke, Krefeld.
- [4] J. Schmidt, J. Trautner, G. Müller-Motzfeld (2016). Rote Liste und Gesamtartenliste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) Deutschlands. 3. Fassung, Stand April 2015. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(4), 139–204.
- [5] Gesellschaft für angewandte Carabidologie (Hrsg., 2009). Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands – Wissensbasierter Katalog. Angewandte Carabidologie Supplement 5, 1–48.
- [6] H. Turin, L. Penev, A. Casale (2003). The Genus *Carabus* in Europe. A Synthesis. Pensoft, Sofia-Moscow.
- [7] A. V. Matalin (2008). Evolution of biennial life cycles in ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Western Palearctic. in: Back to the roots and back to the future: Towards a new synthesis amongst taxonomic, ecological and biogeographical approaches in carabidology (Hrsg. L. Penev, T. Erwin, T. Assmann), Pensoft, Sofia-Moscow, 259–84.
- [8] R. Baumgartner et al. (1997). Age pyramid of a local population and viability fitness of phenotypical fractions in *Carabus auronitens* (Coleoptera, Carabidae). Italian Journal of Zoology 64(4), 19–40.
- [9] P. J. Gullan, P. S. Cranston (2005). The Insects – An Outline of Entomology. Third edition, Blackwell.
- [10] A. Ploomi et al. (2012). Seasonal cold adaptation dynamics of some carabid beetle species: *Carabus granulatus*, *Pterostichus oblongopunctatus* and *Platynus assimilis*. Forestry Studies 57, 90–96.
- [11] C. H. Lindroth (1985). The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. Part 1. E. J. Brill & Scandinavian Science Press Ltd., Leiden, Copenhagen.
- [12] J. Trautner (Hrsg., (2017). Die Laufkäfer Baden-Württembergs. Ulmer, Stuttgart.
- [13] K.-M. Ricker, N. Andersen (2020). Totholz – alles andere als tot!. Biologie 5–10, Nr. 30.
- [14] <https://www.reallabor-wald.org>
- [15] <https://www.nationalpark-schwarzwald.de/de/erleben/angebote-fuer-gruppen/angebote-fuer-schulen>
- [16] M. Lange et al. (2014). Effects of forest management on ground-dwelling beetles (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) in Central Europe are mainly mediated by changes in forest structure. Forest Ecology and Management 329, 166–76.
- [17] J. Trautner, M. Bräunicke, J. Ritze (1996). Untersuchungen zur Laufkäferfauna ausgewählter Bannwälder in Baden-Württemberg, in: Abschlussbericht zur „Faunistischen Bannwaldforschung der FVA“ (Hrsg.; Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg), Freiburg i. Br., 144–184.
- [18] J. Müller et al. (2015). Increasing temperature may compensate for lower amounts of dead wood in driving richness of saproxylic beetles. Ecography 38 (5), 499–509.

Verfasst von:



Dr. Jörn Buse studierte Umweltwissenschaften an der Leuphana Universität Lüneburg, und dort promovierte er über xylobionte Käfergemeinschaften an Eichen. Zu seinen Forschungsthemen gehören vor allem naturschutzbiologische Fragestellungen, u. a. bei der Gruppe der Laufkäfer. Seit 2016 leitet er den Sachbereich Invertebraten und Biodiversität im Nationalpark Schwarzwald.



Michael-Andreas Fritze studierte Biologie an der Universität Bayreuth und schloss das Studium mit einer Diplomarbeit über die Biologie und Biotopbindung von mitteleuropäischen Arten der Laufkäfergattung *Chlaenius* ab. Sein Arbeitsschwerpunkt umfasst die Bewertung von Laufkäfervorkommen bei Naturschutz- und Eingriffsvorhaben im Rahmen einer freiberuflichen Tätigkeit und seit 2013 als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung GmbH.



Nikolai Wollik studierte Lehramt an der Oberstufe – Allgemeinbildende Schulen – mit den Fächern Biologie und Chemie an der Universität Hamburg. Seit 2010 unterrichtet er am Johannes-Brahms-Gymnasium in Hamburg.

Korrespondenz:

Dr. Jörn Buse
Nationalpark Schwarzwald
FB 2: Ökologisches Monitoring, Forschung und
Artenschutz
Kniebisstraße 67
72250 Freudenstadt
Email: joern.buse@nlp.bwl.de



Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland

**GEMEINSAM
FÜR DIE**

BIEWISSENSCHAFTEN

Gute Gründe, dem VBIO beizutreten:

- Werden Sie Teil des größten Netzwerks von Biowissenschaftlern in Deutschland
- Unterstützen Sie uns, die Interessen der Biowissenschaften zu vertreten
- Nutzen Sie Vorteile im Beruf
- Bleiben Sie auf dem Laufenden – mit dem VBIO-Newsletter und dem Verbandsjournal „Biologie in unserer Zeit“
- Treten Sie ein für die Zukunft der Biologie



www.vbio.de

Jetzt beitreten!

