Bericht Botanisch-Zoologische Gesellschaft
Liechtenstein-Sarganserland-Werdenberg, 42
S. 131–138, Vaduz 2022

GREGOR DEGASPERI UND ANDREAS ECKELT

Wo der Wald noch lebt – Das Ökosystem Totholz aus dem Blickwinkel xylobionter Käfer

Gregor Degasperi
Geboren 1980 in Tirol. Studium der Biologie mit dem Schwerpunkt Zoologie an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck. Seit 2010 als freiberuflicher Biologe schwerpunktmässig mit Lauf- und Kurzflügelkäfern beschäftigt. Die berufliche Tätigkeit umfasst vor allem faunistische Erhebungen und ökologische Gutachten. Daneben diverse wissenschaftliche Publikationen und Buchbeiträge zum Thema Käfer.

Andreas Eckelt
Geboren 1982 in Steyr (Oberösterreich). 2012 Abschluss des Zoologie-Studiums an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck. Verschiedene Projekte als freiberuflicher Biologe ab 2010 und seit 2012 auch als wissenschaftlicher Mitarbeiter für die Tiroler Landesmuseen tätig. Seit 2010 mehrere Arbeiten, Vorträge und Veröffentlichungen zu naturschutzfachlichen Themen mit dem Schwerpunkt Coleopterologie.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse einer Untersuchung zur xylobionten Käferfauna des Samina- und Galinatals im Grenzgebiet Vorarlbergs und Liechtensteins werden hiermit präsentiert. In den Jahren 2015 bis 2017 wurden unterschiedliche Waldhabitate besammelt, wobei verschiedene automatische Fangmethoden (Fensterfallen, Bodenfallen, Farbschalen), sowie händische Aufsammlungstechniken (Handfang, Klopfen, Lichtfang, Nachtfang) zum Einsatz kamen. Insgesamt wurden 5'749 Individuen ausgewertet und 546 Käferarten zugeordnet, von denen 215 Arten als Totholzbesiedler (Xylobionta) gelten. Unter dem festgestellten Artenspektrum befanden sich 117 Erstmeldungen für Liechtenstein und 21 Erstmeldungen für das Bundesland Vorarlberg. Der Nachweis einiger anspruchsvoller und gefährdeter Totholzbewohner, wie *Dorcatoma lomnickii, Ceruchus chrysomelinus, Tragosoma depsarium, Ernobius explanatus, Lamprodila decipiens, Hylis procerulus* und *Atrecus longiceps* unterstreicht die Bedeutung naturnaher Gebiete für den Erhalt von Diversität.

Abb. 1 ***Auch heimische Borkenkäferarten, wie hier der Kleine schwarze Eschenbastkäfer* (Hylesinus toranio)*, dienen als Transportvehikel für andere Arten. Neben Milben (heller grosser Fleck am Halsschild) transportiert diese Art z.B. unbeabsichtigt die Sporen des Falschen weissen Stengelbecherlings, ein Pilz der für das aktuelle Eschentriebsterben verantwortlich ist. Oben bohrt sich ein Tier gerade in eine Esche ein, und das untere Bild zeigt den Käfer in seiner ganzen Grösse von gerademal 3 mm.*** *(Fotos: Andreas Eckelt)*

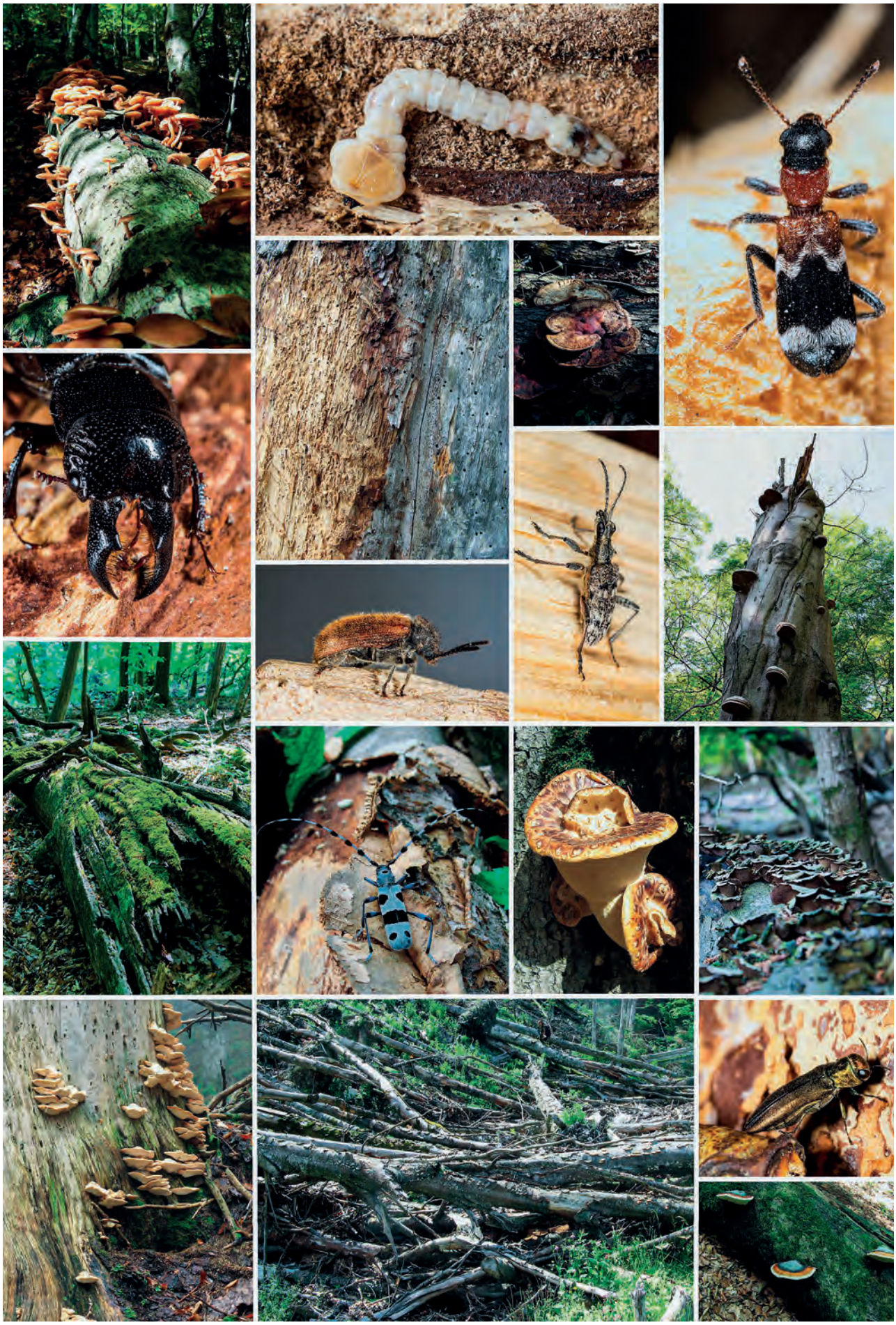
Einleitung

Die Beziehung zwischen Käfern und Holz ist beinahe so alt wie die Gruppe der Käfer selbst. Ihr Ursprung reicht 280 Mio. Jahre zurück und liegt im Erdaltertum, also noch vor dem Zeitalter der Dinosaurier. Die Vorfahren der heutigen Käfer entwickelten dabei eine besondere Körperbauweise, bei der sich die Vorderflügel zu harten Deckflügeln umwandelten, die den Hinterkörper und vor allem aber auch das hintere Flügelpaar schützten. Diese Besonderheit erlaubte es den «Urkäfern» unter die Rinde und in die Ritzen der damals baumartigen Pflanzen vorzudringen, ohne dabei ihre Flugfähigkeit einbüssen zu müssen. So wurde ein neuer Lebensraum erobert, der Schutz und Nahrung zugleich lieferte, wobei die ursprüngliche Ernährung der ersten Käfer vermutlich aus den dort wachsenden Schimmelpilzen bestand (Crowson 1981).

Pilze sind bis heute untrennbar mit der Biologie xylobionter (holzbewohnender) Käfer verbunden. Zusammen mit den Holzpilzen gingen sie eine enge ökologische Beziehung ein, in der die Käfer die Pilze direkt aber auch indirekt als Nahrung nutzten. Die Erschliessung von Holz als Nahrungsquelle wurde erst durch den vorangehenden chemischen Aufschluss anderer Organismen möglich gemacht. Da Holzbestandteile wie z.B. Lignin für Käfer selbst nicht verdaubar sind, braucht es dazu Verdauungshelfer. Dabei spielen Pilze mit ihrer reichen enzymatischen Ausstattung, neben anderen symbiotischen Mikroorganismen wie z.B. Bakterien, eine zentrale Rolle. Aus Sicht der Pilze, zeigten sich die Käfer wiederum als ideale Verbreitungseinheiten ihrer Pilzsporen, was diese symbiotische Beziehung endgültig besiegelte. Bei einigen Käferarten haben sich dazu sogar eigene Transportbehälter, sogenannte Mycetangien gebildet. Das sind Aushöhlungen im Exoskelett der Käfer, die ausschliesslich dem Transport von Pilzsporen und anderen Mikroorganismen dienen. Manche Käferarten kann man geradezu als ein wandelndes Ökosystem bezeich-

Abb. 2 ***Unter dem Begriff xylobiont (deutsch: xylos: Holz, biont: bewohnend) werden Organismen verstanden, die ihren Lebensschwerpunkt in oder an Holz verbringen. In unseren Breiten sind circa 8000 verschiedene Organismen mit dieser Lebensweise bekannt (*Stokland *et al. 2012). Im Bild der Jagdkäfer* Ostoma ferrugineus *und gleich dahinter der aus der Familie der Nagekäfer (Ptinidae) stammende Trotzkopf* (Hadrobregmus pertinax)*.*** *(Foto: Andreas Eckelt)*

Abb. 3 ***Totholz ist das Rückgrat von Artenvielfalt im Wald und eine hohe Artendiversität schafft Resilienz. Ein grosser Totholzanteil wirkt sich verbessernd auf den Boden- und Wasserhaushalt aus und sollte aus diesen Gründen in unseren Wäldern unbedingt zugelassen werden.*** *(Fotos: Andreas Eckelt)*



nen. So wurden beispielsweise an einem einzigen Exemplar des nur wenige Millimeter grossen, nordamerikanischen Tannen Borkenkäfers *(Dendroctonus rufipennis)*, Pilzsporen von 10 verschiedenen Arten, 6 Milbenarten, eine Fadenwurm–art (welche selbst 4 Pilzarten transportierte) und noch eine Menge verschiedener Mikroorganismen gefunden (Cardoza et al. 2008). Eine breite Palette an verschiedenen Werkzeugen also, um Holz umwandeln und abbauen zu können.

Holzzersetzter und Wohnbaumeister

Etwa 25 % aller Europäischen Waldarten sind direkt am Zersetzungsprozess von Totholz beteiligt. Ein wesentlicher Teil des Holzabbaus in unseren Wäldern wird dabei durch die ökologische Schlüsselgruppe der xylobionten Käfer bewerkstelligt, die in ihrer langen Entstehungsgeschichte zahlreiche Arten unterschiedlichster Familien hervorgebracht hat. Ihre ausgesprochen grosse Formenvielfalt fasziniert auch in unseren Breiten (in Österreich ca. 1500 Arten). Sie sind meist die Ersten, die sich am gerade abgestorbenen, beziehungsweise am absterbenden Holz einfinden. Durch ihre Bohr- und Frasstätigkeit ermöglichen sie einer breiten Palette weiterer holzzersetzenden Organismen wie z.B. Fliegen, Hautflügler, Schmetterlingen, Milben, Fadenwürmer, Pilzen und Bakterien den Zugang zum Substrat. Zudem werden die von ihnen verursachten Ausbohrlöcher von zahlreichen Hautflüglern, vor allem von Wildbienen, für die Anlage ihrer Brutzellen benötigt.

Holzkäfer als Naturnähe-Indikatoren

Durch die zentrale ökologische Rolle der Holzkäfer im Ökosystem Wald, haben sie sich als Indikatorgruppe für die naturschutzfachliche Bewertung von Wäldern längst etabliert (Bense 1992, Bussler & Loy 2004, Schmidl & Bussler 2004). Sie bieten durch ihren teils hohen Bindungsgrad an bestimmte Totholzstrukturen, sowie den guten Kenntnisstand zu ihrer Ökologie und Verbreitung, die idealen Voraussetzungen zur Feststellung des «Naturnähegrades» von Wäldern. Die hohe Diversität der Gruppe zeigt ein «hoch aufgelöstes» Bild des ökologischen Zustandes, und das Vorhandensein sogenannter Urwaldreliktarten liefert darüber hinaus Hinweise zur historischen Nutzungsintensität der untersuchten Wälder (Müller et al. 2005, Eckelt et al. 2017). Ein gehäuftes Auftreten von Urwald-Reliktarten zeigt uns Reste einer anspruchsvollen Waldfauna an, die es zu schützen gilt. Störungsreiche Wälder, wie wir sie etwa in den Schluchten des Saminatals finden, liefern durch die regelmässig auftretenden Steinschläge, Lawinen, Muren und Hochwässer das dringend benötigte Totholz für eine breite Palette an anspruchsvollen Käferarten.

Kein Wald vor lauter Bäumen

Bis zum Eingreifen des Menschen unterlagen unsere Wälder einer ausgedehnten räumlichen und zeitlichen Dynamik, welche ständig geeignete Lebensräume für die Totholzbewohner bereitstellte. Erst mit den ersten grossen menschlichen Dauersiedlungen wurde, bedingt durch eine ausgeprägte Holznutzung, diese Dynamik unterbrochen, was vielerorts zu einem verschwinden der geeigneten Lebensräume führte. Mit der Entwicklung der modernen Forstwirtschaft wurden unsere Wälder beinahe flächendeckend in Forste umgewandelt. Die wenigen verbliebenen natürlichen Waldflächen Mitteleuropas wurden für viele Arten zu rettenden Inseln in einem Meer aus Forstflächen. Zahlreiche holzbewohnende Arten sind so im Zuge langer und intensiver forstwirtschaftlicher Nutzung selten geworden, oder gar lokal ausgestorben. Besonders gefährdet sind dabei Arten mit enger ökologischer Amplitude, also die Spezialisten, die Totholz nur besiedeln können wenn Holzart, Feuchtigkeitsgrad, Art und Grad der Verpilzung, Exposition, Höhenlage etc. für sie stimmen.
Totholz alleine ist aber oft nicht der einzige entscheidende Faktor, der das Vorkommen von Holzkäfern limitiert. Vor allem unter den Bockkäfern (Cerambycidae), gibt es Arten, die zusätzlich ein entsprechendes Blumenangebot brauchen. Bestimmte Blüten werden dabei einerseits als Nahrungsquelle (Pollen, teilweise Nektar), andererseits auch als Rendezvous-

Abb. 4 ***Totholzreiche Standorte im Saminatal. Lückiger Fichtenmischwald in Valorsch.*** *(Foto: Gregor Degasperi)*

Abb. 5 ***Einer der wenigen buchendominierten Laubmischwald Standorte im Saminatal (Liechtenstein).***
(Foto: Gregor Degasperi)

plätze zur Paarung dringend benötigt. Dabei sind nur bestimmte Blütenformen für diese Blütenböcke geeignet. Grossflächige offene Blütenstände, wie sie die Doldenblütler oder Korbblütler hervorbringen, werden dabei am häufigsten besucht *(Abb. 8)*. Ein vielfältig strukturierter, abwechslungsreicher Lebensraum ist somit essenziell für den Artenreichtum.

Käferkundliche Erhebung im Samina- und Galinatal

Extensiv genutzte und naturnahe Wälder, wie wir sie in weiten Teilen des Samina- und Galinatales noch finden, sind ein potentielles Rückzugsgebiet für viele holzbewohnende Arten und somit ein interessantes aber auch breites Forschungsgebiet. In Vorarlberg und Liechtenstein sind über 3000 Käferarten bekannt (Brandstetter & Kapp 1998). Der Anteil xylobionter Käfer liegt in Österreich bei rund einem Fünftel des Gesamtartenspektrums, umgemünzt auf Vorarlberg und Liechtenstein entspricht das somit mindestens 600 Arten.

Mit Methode zur Artenliste

Die meisten Totholzkäfer besitzen eine mehrjährige Entwicklungszeit und sind dann oft nur wenige Wochen als fertige Käfer im Feld zu finden. Aus diesem Grund benötigt es ein breites Methodenspektrum, um ein einigermassen vollständiges Bild des Artenrepertoires zu erhalten. Für die Untersuchungen der xylobionten Käferfauna im Samina- und Galinatal kamen als automatische Erfassungsmethoden Kreuzfensterfallen (Flugunterbrechungsfallen, *Abb. 6*) und Bodenfallen

Abb. 6 ***Kreuzfensterfalle am Standort Sattelalpe und Farbschalen bei der Gamp.*** *(Fotos: Gregor Degasperi)*

Abb. 7 ***Übersicht des Untersuchungsgebietes mit den Beprobungsflächen*** *(Luftbild: Amt für Bau und Infrastruktur)*

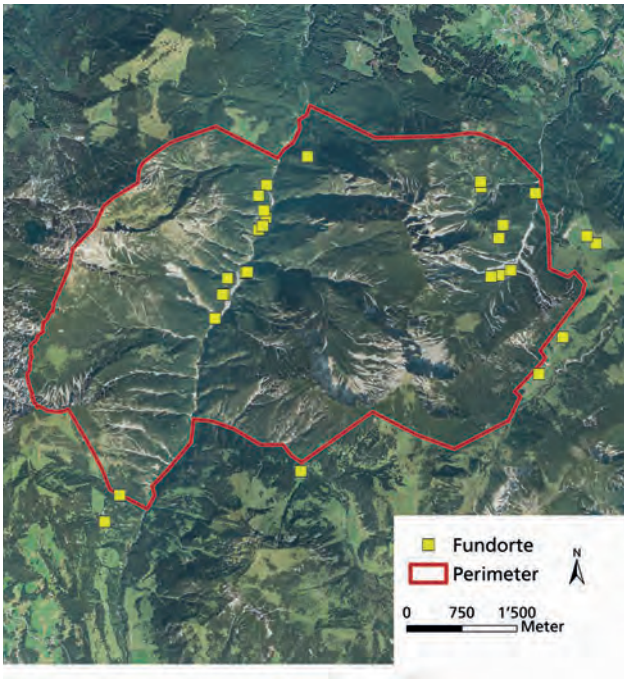


Abb. 8 ***Viele adulte xylobionte Käferarten benötigen Blüten als Nahrung und sind dadurch auch aktive Bestäuber. Zu ihrem effektiven Schutz ist es daher auch wichtig, eine blütenreiche Krautschicht zu erhalten und zu fördern. Rechts in rot/schwarz im Bild der Kleine Schmalbock*** **(Stenurella melanura)** ***und oben, mit den stark gesägten Fühlern, ein Männchen des Rothalsbocks*** **(Stictoleptura rubra)**. ***Darunter, schillernd gefärbt eine Goldwespe (Chrysididae).*** *(Foto: Andreas Eckelt)*

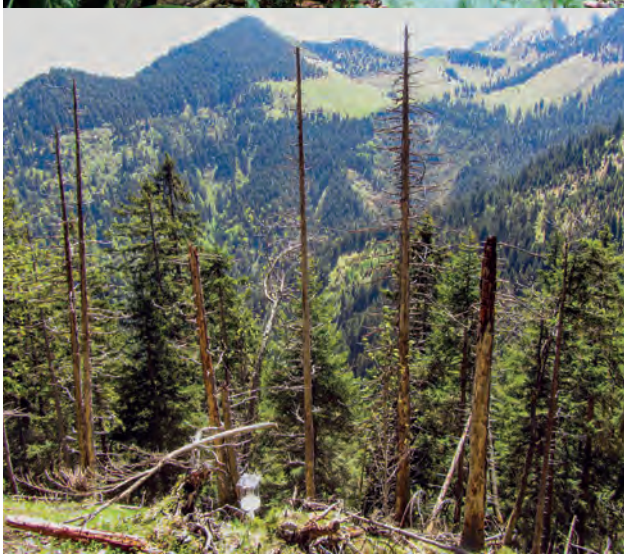
(ebenerdig eingegrabene Becher) zum Einsatz. Zusätzlich wurden relevante Käferbeifänge aus Farbschalen-Fallen ausgewertet *(Abb. 6)*. Daneben wurde das Artenrepertoire mit gezielten Handfängen, Gesiebeproben, Lichtfang und Nachtfang, oder durch das Eintragen von befallenen Holzstücken und Baumpilzen zu Zuchtzwecken erweitert.

Das Wildnisgebiet und seine Bewohner

Im Rahmen der Erhebungen im grenzüberschreitenden Wildnisgebiet konnten 215 xylobionte Käferarten festgestellt werden. Das entspricht etwa einem Drittel aller Holzkäfer Vorarlbergs und Liechtensteins.
Unter den bei der Untersuchung nachgewiesenen 548 Käferarten, konnten 117 Erstmeldungen für das Fürstentum Liechtenstein erbracht werden. Diese erstaunlich hohe Zahl zeigt den grossen Forschungsbedarf, der bei der faunistischen Erfassung der Käferfauna im Fürstentum noch besteht. In Vorarlberg konnten 21 Arten zum ersten Mal für das Bundesland belegt werden. Diese – für das käferkundlich relativ gut untersuchte Vorarlberg – ebenfalls hohe Zahl, ist auf die bisher eher unterrepräsentierten Erhebungen zur Holzkäferfauna zurückzuführen. In jedem Fall zeigen die Ergebnisse, dass selbst bei Insektengruppen mit gutem Kenntnisstand auch in unseren Breiten noch längst nicht alles erkundet ist.
Einer dieser Gebietsneufunde ist der Nagekäfer *Dorcatoma lomnickii (Abb. 9).* Mit gerade mal 3–3,5 mm Körperlänge ist die Art im Gelände leicht zu übersehen. Nur wenn man weiss, wo die adulten Käfer und vor allem die Larven leben, hat man
Chancen sie zu finden. Dieser Nagekäfer entwickelt sich im Zunderschwamm *(Fomes fomentarius)*, einem Baumpilz, der vor allem an geschwächten Buchen und Birken wächst. Feuchte Laubwaldstandorte am Falleck, direkt im Grenzgebiet zwischen Vorarlberg und Liechtenstein bieten Lebensraum für den seltenen Käfer. Hier konnte er aus einem mitgenommenen Fruchtkörper gezüchtet werden.
Eine weitere Neumeldung für Vorarlberg ist der ebenfalls zu den Nagekäfer gehörende *Ernobius explanatus (Abb. 11).*

Abb. 9 ***Die Nagekäferart* Dorcatoma lomnickii *entwickelt sich über zwei Jahre hinweg in harten Baumschwämmen wie dem Zunderschwamm* (Fomes fomentarius)*. Die Art schein feuchte Waldstandorte zu bevorzugen und war bisher aus Liechtenstein und Vorarlberg unbekannt.*** *(Fotos: Andreas Eckelt)*

Abb. 10 ***Der Zunderschwamm an einer toten Buche am Falleck. Dieser Porling bildet das Entwicklungssubstrat des seltene Nagekäfers* Dorcatoma lomnickii*. Fichtendürrlinge sind die Brutbäume der Urwald-Reliktart* Ernobius explanatus*. Standort Sattelalpe mit Blick auf den Rossboden (Gampalpe).*** *(Fotos: Gregor Degasperi)*



Diese Urwald-Reliktart hat eine ganz andere Lebensweise wie sein naher Verwandter. Ernobius explanatus besiedelt trockene, abgestorbene, meist durch Borkenkäfer abgetötete Fichten. Adulte Tiere findet man erst im Spätherbst, wo die Käfer in diesen «Fichtendürrlingen» unter der Rinde im Bohrmehl sitzen. Lichte naturnahe Fichten- und Fichtenmischwälder mit lückigem Bestand, oder auch extensiv genutzte Weidewälder, wie sie z.B. auf der «Gamp» am Rossboden im Galinatal zu finden sind, bilden den typischen Lebensraum dieses Nagekäfers. Es handelt sich um den ersten und bisher einzigen Fundort dieser Art in Vorarlberg.
Ein auffallend bunter Neufund für Vorarlberg ist der Grosse Weiden-Prachtkäfer *(Lamprodila decipiens) (Abb. 12)*. Der schöne Käfer entwickelt sich in den noch lebenden Ästen verschiedener Strauchweidenarten. Er gilt als Charakterart der offenen Pionierstadien naturbelassener Bach- und Flussauen, wie sie an der Samina z.B. westlich der Flusseinengung im Bereich Falleck auf der Liechtensteiner Seite vorliegen. Durch die starke Verbauung von Flüssen zur Wasserkraftnutzung und zum Siedlungsschutz zählen diese zu den gefährdetsten Lebensräumen weltweit (Tockner et al. 2008). Im Wildnisgebiet Samina- und Galinatal findet dieser Prachtkäfer, der mittlerweile in seinem Vorkommen stark zurückgedrängt wurde, noch einen geeigneten Lebensraum.
Eine äusserst anspruchsvolle, im Wildnisgebiet lebende Art ist der Rindenschröter (*Ceruchus chrysomelinus)* aus der Familie der Hirschkäfer *(Abb. 13)*. Unter den 7 in Österreich vorkommenden Hirschkäferarten wird der Rindenschröter neben dem Kurzschröter *(Aesalus scarabaeoides)* am seltensten gefunden. Der Rindenschröter gilt dabei als Charakterart der Bergnadelwälder. Das Urwaldrelikt benötigt für seine Entwicklung, stark dimensioniertes, rotmorsches Totholz von Fichten und Tannen. Das ideale Brutsubstrat weist einen hohen Feuchtigkeitsgehalt auf und wird in der Regel über mehrere Jahre hinweg besiedelt. Die Larve benötigt meist drei Jahre um sich zum fertigen Käfer zu entwickeln. Ein gutes Brutsubstrat kann gelegentlich sehr dicht besiedelt sein und mehr als 100 Larven beherbergen. Auch hier, an einem Steilhang im Saminatal, wurden an einem mächtigen rotmorschen Fichtenstamm 20 Larven und 5 adulte Käfer gezählt. In Wirtschaftswäldern werden potentielle Brutmöglichkeiten für den Rindenschröter durch die übliche Forstbewirtschaftung oft beseitigt, oder können erst gar nicht entstehen, was der Art ihre Lebensgrundlage entzieht. Dank der steilen, oft nur schwer bewirtschaftbaren Lagen und der extensiven forstlichen Nutzung, konnte sich dieser Hirschkäfer im Saminatal noch halten.
Zusammen mit dem Rindenschröter konnte auch der Kurzflügelkäfer *Atrecus longiceps* nachgewiesen werden *(Abb. 13)*, der ebenfalls bisher aus Vorarlberg und Liechtenstein unbekannt war. Die räuberisch lebende Art ist in Bayern stark gefährdet und generell selten. Man findet sie im rotmorschen Holz, aber häufig auch unter mulmiger Rinde, stark zersetzter liegender Nadelhölzer, wo sie auf Jagd nach anderen Kleintieren gehen. Kurzflügelkäfer sind durch ihren speziellen Körperbau, der den Hinterleib frei und somit beweglich lässt, bestens an enge Lebensräume angepasst.

Abb. 11 ***Eine weitere Art aus der Familie der Poch- oder Nagekäfer ist*** **Ernobius explanatus*****. Die Larven dieser anspruchsvollen Käfer entwickeln sich an stark ausgetrockneten und gut besonnten Fichten-Dürrlingen.*** *(Fotos: Andreas Eckelt)*

Abb. 12 ***Eine auffallend bunte Schönheit ist der Grosse Weiden-Prachtkäfer*** **(Lamprodila decipiens)*****. Die Art entwickelt sich in den noch lebenden Ästen verschiedener Strauchweidenarten. Sie gilt als Charakterart der offenen Pionierstadien der naturbelassenen Bach- und Flussauen.***
(Fotos: Andreas Eckelt, B. Gimplinger)

Abb. 13 ***Der Rindenschröter*** **(Ceruchus chrysomelinus)** ***(links) ist ein Urwaldrelikt der Bergnadelwälder und ist auf feuchtes gross dimensioniertes Fichtentotholz angewiesen. Das Bild zeigt zwei Männchen des «Bergwald-Hirschkäfers» beim Kommentkampf um die Gunst eines Weibchens. Die Aufnahme stammt aus dem Goppaschrofen im Saminatal. Rechts, der im gleichen Lebensraum vorkommende Kurzflügelkäfer*** **Atrecus longiceps*****, die schmale Körperbauweise eignet sich speziell für enge Lebensräume.*** *(Fotos: Andreas Eckelt)*

Wie schneidet das Samina- und Galinatal im Vergleich zu anderen Gebieten ab?

Generell ist der Nachweis von 215 xylobionten Käferarten im Untersuchungsraum als durchaus hoch einzustufen. Der Nachweise von 3 Urwald Reliktarten weist zudem auf ein forstwirtschaftlich weniger intensiv genutztes und somit naturschutzfachlich wertvolles Gebiet hin. Betrachtet man die Arten nach ihren ökologischen Anforderungen, so zeigt sich, dass das Untersuchungsgebiet jedoch verhältnismässig weniger anspruchsvolle Arten beherbergt, als zum Beispiel das gut vergleichbare Brandenberger-Achental in Nordtirol. Hier konnten, bei ähnlichem Erhebungsaufwand vier Mal so viele Urwaldreliktarten und mehr als doppelt so viele Rote Liste Arten festgestellt werden. Der offensichtlichste Grund für diese Unterschiede liegt in der vorhandenen Totholzqualität. In Summe ist im Samina- und Galinatal weniger starkdimensioniertes Totholz als im Vergleichsgebiet vorhanden. Auch wenn in beiden Gebieten sowohl historisch als auch aktuell Holznutzung stattfindet, ist im Tiroler Bezugsraum mehr an geeigneten Habitaten für anspruchsvolle Arten erhalten geblieben (detaillierte Ergebnisse siehe Eckelt & Degasperi 2018). Um den im Samina- und Galinatal verbliebenen anspruchsvollen Arten ein Überleben zu sichern und auch weiteren Arten wieder einen brauchbaren Lebensraum zu bieten, ist es unbedingt notwendig, den eingeschlagen Kurs beizubehalten und den Totholzanteil weiter zu erhöhen. Nur so schaffen wir es die Artendiversität zu erhalten, zu fördern und auszubauen.

Abb. 14 ***Offene Pionierstandorte wie hier an der Plankner Rüfe sind der Lebensraum von*** **Lamprodila decipiens*****. Rotfaules, liegendes Nadelholz bildet das Entwicklungssubstrat der Urwald Reliktart*** **Ceruchus chrysomelinus *****und ist bevorzugtes Jagdrevier des seltenen Kurzflügelkäfers*** **Atrecus longiceps.** *(Fotos: Timo Kopf und Gregor Degasperi)*

Literatur

Adlbauer, K. (1992): Die Bockkäfer des Fürstentums Liechtenstein. – Berichte der Botanisch-Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein-Sarganserland-Werdenberg, 19: 253–293.

Adlbauer, K. (1993a): Holzbewohnende Käfer Liechtensteins – Fam. Lucanidae, Scarabaeidae und Buprestidae (Coleoptera). – Berichte der Botanisch-Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein-Sarganserland-Werdenberg, 20: 163–179.

Adlbauer, K. (1993b): Holzbewohnende Käfer Liechtensteins – Fam. Elateridae, Omalisidae, Lycidae, Cleridae, Lymexylonidae, Pyrochroidae und Scloytidae (Coleoptera). – Berichte der Botanisch-Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein-Sarganserland-Werdenberg, 20: 181–203

Bense, U. (1992): Methoden der Bestandserhebung von Holzkäfern. – Ökologie in Forschung und Anwendung 5: 163–176

Brechtel, F. & Kostenbader, H. (2002): Die Pracht- und Hirschkäfer Baden-Württembergs. – 632 S.; Stuttgart/Hohenheim (Ulmer).

Bussler, H., & Loy, H. (2004). Xylobionte Käferarten im Hochspessart als Weiser naturnaher Strukturen. LWF Wissen, 46, 36–42.

Cardoza Y., Moser J., Klepzig K., & Raffa K. (2008): Multipartite Symbioses Among Fungi, Mites, Nematodes, and the Spruce Beetle, Dendroctonus rufipennis — Environmental Entomology Vol. 37 (4), S. 956–963.

Crowson, R. A. (1981): The Biology of the Coleoptera. Academic Press. 802 S.

Eckelt, A. & Degasperi, G. (2018): Zur Diversität der xylobionten Käferfauna (Insecta: Coleoptera) des Samina- und Galinatales (Österreich und Liechtenstein) – Einblicke und Schlussfolgerungen. inatura – Forschung online, 58: 20 S.

Eckelt, A., Müller, J., Bense, U., Brustel, H., Bussler, H., Chittaro, Y., ... & Seibold, S. (2017): «Primeval forest relict beetles» of Central Europe: a set of 168 umbrella species for the protection of primeval forest remnants. Journal of Insect Conservation, 22(1), 15–28.

Müller, J., Bussler, H., Bense, U., Brustel, H., & Flechtner, G. (2005): Urwald relict species–Saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. Waldökologie online, Heft 2: 106–113

Schmidl, J. & Bussler, H. (2004): Ökologische Gilden xylobionter Käfer Deutschlands. Einsatz in der landschaftsökologischen Praxis – ein Bearbeitungsstandart. Naturschutz und Landschaftsplanung Bd. 36. 202–217

Stokland, J. N., Siitonen, J. & Jonsson, B.G. (2012): Biodiversity in dead wood. – Ecology, biodiversity, and conservation. Cambridge University Press. 509 pp.

Tockner, K., Bunn, S. E., Gordon, C., Naiman, R. J., Quinn, G. P., & Stanford, J. A. (2008): Flood plains: critically threatened ecosystems. In: Polunin NVC (Ed). Aquatic ecosystems. Cambridge, UK: Cambridge University Press

Publikation inatura – Forschung online

Eckelt, A. & Degasperi, G. (2018): Zur Diversität der xylobionten Käferfauna (Insecta: Coleoptera) des Samina- und Galinatales (Österreich und Liechtenstein) – Einblicke und Schlussfolgerungen. inatura – Forschung online, 58: 20 S.; Dornbirn

Anschrift der Autoren

Mag. Gregor Degasperi
Richard-Wagner-Str. 9
A-6020 Innsbruck
E-Mail: gregor.degasperi@gmail.com

Mag. Andreas Eckelt
Tiroler Landesmuseen
Krajnc-Strasse 1
A-6060 Hall in Tiro
E-Mail: a.eckelt@tiroler-landesmuseen.at