

In die dritte Dimension alpiner Lebensräume: Erfassung der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) mit Subterraneanfallen

Von Markus A. STRODL, Barbara-Amina GEREBEN-KRENN,
Harald W. KRENN

Zusammenfassung:

Das Besammeln von alpinen Lebensräumen, wie Dolinen, Blockhalden oder Gletschervorfeldern mit den Standard-Sammelmethoden für Bodentiere liefert oftmals nur unbefriedigende Ergebnisse. Das Relief dieser Lebensräume wird von Gesteinsbruchstücken verschiedenster Größenklassen gebildet und zeigt meist auch eine starke vertikale Ausdehnung. Daher wurde in der vorliegenden Studie eine neu konstruierte Subterraneanfalle verwendet, die es möglich macht, das Substrat störungsfrei und in verschiedenen Tiefen zu besammeln. Die Fallen waren von 2000 bis 2004 an vier alpinen Standorten in Verwendung (Zillertaler Alpen, Tirol; Schneeberg, Niederösterreich; Koralpe und Hochobir, Kärnten). Es konnten 19 Laufkäferarten mit 1823 Individuen gefangen werden. 94 Prozent aller Individuen wurden in einer Tiefe bis 20 cm gefangen, einige Exemplare sogar in 50 cm Tiefe. Die Gattung *Oreonebria* ist, sowohl als Adulte wie auch als Larven, an jedem Standort das häufigste Taxon. Von drei *Oreonebria*-Arten (*O. austriaca*, *O. diaphana*, *O. schusteri*) konnten erstmals Larvenstadien gefangen werden.

Abstract:

In most rock-dominated alpine habitats such as dolines, block fields and glacier retreat zones, the use of standard methods for epigeic and soil fauna, e.g. pitfall traps and hand collecting, is problematic. Thus we used a novel subterranean trap which enables exact stratification of subterranean fauna along a soil depth gradient as well as undisturbed emptying even in short time intervals. The traps were used at four sampling sites in the Austrian Alps (Zillertaler Alps, Tyrol; Schneeberg, Lower Austria; Koralpe and Hochobir, Carinthia) from 2000 to 2004. A total of 19 ground beetle species represented by 1823 individuals were trapped. These are predominantly occurring in depths down to 20 cm (94% of individuals). Some individuals could even be found in depths down to 50 cm. The genus *Oreonebria* is the most frequent taxon in each site, with regard to both adults and larval instars. Using subterranean traps enabled us to catch the larval instars of three species of the genus *Oreonebria* (*O. austriaca*, *O. diaphana*, *O. schusteri*) for the first time.

Einleitung

Die Standardmethoden zur Erfassung der epigäischen und hypogäischen Makro- und Mesofauna (z. B. Barberfallen, Siebproben, Berlesetrichter oder Stechzylinder) sind in Lebensräumen, welche hauptsächlich aus grob- bis mittelklastischem Substrat gebildet werden, aufgrund der Größenzusammensetzung und der oft erheblichen vertikalen Ausdehnung nur bedingt bis gar nicht anwendbar. Block- und Schutthalden, Kare, Moränen, Erosionsrinnen und Dolinen sind im Hochgebirge häufige Relieftypen (AHNERT 2003). Die Besiedlung

Schlagworte:

Subterraneanfalle, Carabidae, *Oreonebria*, Stratifikation, Alpen

Keywords:

subterranean trap, Carabidae, *Oreonebria*, soil depth gradient, stratification, Alps

dieser Lebensräume zu untersuchen, beschränkte sich im Wesentlichen auf die Anwendung von modifizierten Barberfallen, Rohrfallen und Köderfallen (OWEN 1995, RUZICKA 1988, RUZICKA et al. 1995, DIETRICH 1996, MOLENDEN 1996, YAMAGUCHI & HASEGAWA 1996, MÜLLER & MOLENDEN 1999). Vielfach konnten Organismen, die tiefere Bereiche des Substrats dieser Lebensräume nutzen, auf diese Weise nicht gefangen werden und blieben daher in bisherigen taxonomischen und ökologischen Untersuchungen unberücksichtigt. Laufkäfer (Carabidae) gehören in diesen Lebensräumen zu den am besten untersuchten Arthropoden (z. B. TOPP 1975, SPENCE 1979, MOLENDEN 1989, GEREZEN 1995, HERING & PLACHTER 1997, MANDERBACH & PLACHTER 1997, SCHLICK-STEINER & STEINER 2000, KAUFMANN & JÜEN 2001, HUBER et al. 2006) und sind die häufigste gefangene Gruppe der Mesofauna. Jedoch sind auch bei den Laufkäfern bis jetzt die hauptsächlich epigäisch aktiven Adulttiere erfasst worden.

Der Einsatz einer neu konstruierten Subterranfalle (SCHLICK-STEINER & STEINER 2000) an vier alpinen Standorten (Gletschervorfeld, Gesteinsschuttbänder, Schutthalde, Doline) in den Jahren 2000 bis 2004 hatte das Ziel, die hypogäischen Larven der in den jeweiligen Gebieten vorkommenden Arten der Gattung *Oreonebria* erstmals zu fangen, zu beschreiben und mögliche vertikale Aktivitätsmuster festzustellen. Weiters sollte diese Studie zeigen, ob mit den Subterranfallen auch vergleichend-quantitative Untersuchungen durchzuführen sind.

Untersuchungsgebiete und Methode

Der Fallenstandort auf der Koralpe/Kärnten liegt im Zentrum von westlich exponierten Gesteinsschuttbändern (2018 m, N 46°46'58", Ö 14°58'05"), die von einer Zwergstrauchheide (*Vaccinium myrtillus*, Heidelbeere) umgeben sind. Der Standort auf dem Hochobir/Kärnten (1928 m, N 46°30'08", Ö 14°29'35") befindet sich in einer großflächigen, nordwestlich exponierten Schutthalde, die teils durch alpinen Rasen, teils durch eine Latschen-Zwergstrauch-Gesellschaft begrenzt wird. Die Doline am Schneeberg/Niederösterreich (1900 m, N 47°46'31", Ö 15°48'21") liegt im südöstlich exponierten Bereich des – als „Schneelöcher“ bekannten – Gebietes. Der vierte Standort liegt in den Zillertaler Alpen/Tirol (Zemmgrund) in einem Teil des Gletschervorfeldes des Hornkees. Der Standort ist durch Terrassen aus Gesteinsblöcken und grob- bis feinkörnigem Substrat mit unterschiedlich starkem Bewuchs von krautigen Pflanzen charakterisiert (2100 m, N 47°01'00", Ö 11°49'15").

Es wurden für jeden Standort fünf Subterranfallen von SCHLICK-STEINER & STEINER (2000) verwendet. Die Fallen waren in zwei Versionen in Verwendung, mit denen bis 30 cm und bis 50 cm Tiefe gesammelt werden konnte. Auf der Koralpe und im Zillertal waren drei Stück für 50 cm und zwei Stück für 30 cm Tiefe, auf dem Schneeberg und Hochobir waren drei Stück für 30 cm und zwei Stück für 50 cm Tiefe vergraben. Die Falle besteht aus einer Gewindestange, an der Fangbecher in 10 cm Abständen befestigt sind sowie einem Außenrohr, das zur Führung und zum Schutz der Becher dient. Am Rohr befinden sich Durchschlupflöcher (Fangöffnungen Ø = 5 mm), die knapp oberhalb der Becherränder in die Fangbecher münden (für detaillierte Beschreibung siehe SCHLICK-

STEINER & STEINER 2000). Die oberste Falle wurde nicht plan mit der Oberfläche, sondern tiefer im Gestein versenkt, wodurch sie nicht als Barberfalle im eigentlichen Sinn fungierte.

Am Schneeberg und im Hornkees-Vorfeld waren die Fallen von Juli 2000 bis Juli 2002 vergraben (QUERNER & GEREKEN-KRENN 2003), auf der Koralpe und Hochobir von Juni bis Oktober 2004. Die Entleerung erfolgte auf der Koralpe und Hochobir monatlich, im Zillertal und am Schneeberg Anfang Juli und Ende September bzw. Ende Oktober. Als Fangflüssigkeit diente Monoäthylenglycol. Die gefangenen Larven und Adulten wurden nach Fallen sortiert in 70-prozentigem Alkohol aufbewahrt. Die Nomenklatur und systematische Reihung der Laufkäfer folgt MÜLLER-MOTZFELD (2004).

Da in den Untersuchungsstandorten (Hochobir, Koralpe, Schneeberg) immer nur eine Art der Gattung *Oreonebria* vorkommt bzw. bei Vorkommen mehrerer Arten (im Hornkees-Vorfeld) die Larven von *O. castanea* bereits bekannt sind (JUNG 1980, ARNDT 1991), war die Artzuordnung der Larven sicher durchzuführen. Es konnten die zweiten und dritten Larvenstadien von *Oreonebria austriaca*, *O. schusteri* und *O. diaphana* erstmals beschrieben werden (STRODL 2006).

Die Hierarchische Clusteranalyse der Laufkäfergemeinschaften der vier Untersuchungsflächen basiert auf Präsenz-Absenz Daten. Die Auswertung erfolgte mit SPSS 11.5, wobei „Linkage zwischen den Gruppen“ als Cluster-Methode und „Lance & Williams“ als binäres Maß verwendet wurde.

Ergebnisse

Insgesamt wurden in den vier Standorten 1823 Individuen von 19 Arten aus neun Laufkäfergattungen gefangen, worunter 548 Larven waren (Tab. 1). Das häufigste Taxon an jedem Standort war die Gattung *Oreonebria*. Sie machte am Hochobir 75%, auf der Koralpe 94%, am Schneeberg 75% und im Hornkees-Vorfeld 78% der erfassten Laufkäferindividuen aus. Weitere häufig gefangene Arten waren *Nebria hellwigii* am Schneeberg (25%), *Trechus regularis* auf der Koralpe (5%), *Pterostichus jurinei* im Hornkees-Vorfeld (18%) und *Pterostichus zieglerei* am Hochobir (22%). Mit Ausnahme von *Bembidion quadrimaculatum* kamen nur Arten mit brachypterer Flügelausbildung vor. Die Gattung *Oreonebria* war mit 313 Individuen, jene mit dem höchsten Anteil an gefangenen Larven (Tab. 1). Nur von *Nebria hellwigii* wurden am Schneeberg höhere Larvenzahlen erreicht (233 Individuen). Zusätzlich wurde noch jeweils eine Larve von *Carabus depressus* und *C. violaceus* gefangen (Tab. 1). Es konnten in dieser Untersuchung erstmals die Larven des zweiten und dritten Entwicklungsstadiums von *Oreonebria austriaca*, *O. schusteri* und *O. diaphana* erfasst werden. Es wurden jedoch mit den Subterraneanfallen von keiner dieser Arten die jeweils ersten Larvenstadien gefangen.

Die Auswertung der Fallenfänge nach ihrer vertikalen Verteilung zeigt, dass etwa die Hälfte aller Individuen (55%, Larven und Adulte) im ersten Auffangbecher gefangen wurden, 94% der Individuen kommen im Bereich bis 20 cm Tiefe vor (Tab. 2). In einer Tiefe von 30–50 cm fanden sich noch 6% der Laufkäferindividuen. Auf der Koralpe konnten Individuen (Adulte und Larven) von *Oreonebria schusteri* sowie auf dem

Art	H	K	S	H-V	Flügel- form	Verbreitung
<i>Carabus depressus</i> BONELLI, 1810 (Larve)	-	-	-	1	-	alp
<i>Carabus violaceus</i> LINNÉ, 1758 (Larve)	1	-	-	-	-	eur
<i>Cychrus schmidtii</i> CHAUDOIR, 1837	1	-	-	-	b	so-alp
<i>Nebria hellwigii</i> (PANZER, 1803)	-	-	43	14	b	o-alp
Larven	-	-	233	-	-	o-alp
<i>Oreonebria austriaca</i> (GANGLBAUER, 1889)	-	-	610	49	b	o-alp
Larven	-	-	231	-	-	o-alp
<i>Oreonebria castanea</i> (BONELLI, 1810)	-	-	-	271	b	o-alp
Larven	-	-	-	6	-	o-alp
<i>Oreonebria diaphana</i> (K. & J. DANIEL, 1890)	23	-	-	-	b	o-alp,so-eur
Larven	15	-	-	-	-	o-alp,so-eur
<i>Oreonebria schusteri</i> (GANGLBAUER, 1889)	-	154	-	-	b	o-alp
Larven	-	61	-	-	-	o-alp
<i>Trechus alpicola</i> STURM, 1825	-	1	-	-	b	o-alp,bohem
<i>Trechus regularis</i> PUTZEYS, 1870	-	11	-	-	b	o-alp
<i>Bembidion quadrimaculatum</i> (LINNÉ, 1761)	-	-	-	1	m	pal
<i>Pterostichus illigeri</i> (PANZER, 1803)	-	1	-	-	b	o-alp
<i>Pterostichus jurinei</i> (PANZER, 1803)	-	-	1	74	b	alp,carap
<i>Pterostichus morio</i> (DUFTSCHMID, 1812)	-	-	1	-	b	alp,apen
<i>Pterostichus panzeri</i> (PANZER, 1803)	-	-	4	-	b	o-alp
<i>Pterostichus unctulatus</i> (DUFTSCHMID, 1812)	-	2	-	-	b	alp-sud-car
<i>Pterostichus zieglerei</i> (DUFTSCHMID, 1812)	11	-	-	-	b	o-alp
<i>Amara nobilis</i> (DUFTSCHMID, 1812)	-	-	1	-	b	o-alp
<i>Cymindis vaporariorum</i> (LINNÉ, 1758)	-	-	-	2	b	hol

Tab. 1:

Anzahl, Flügelausbildung und Verbreitung der Laufkäfer nach KOCH (1989) in den vier Untersuchungsgebieten. Wenn nicht anders vermerkt handelt es sich um adulte Individuen. Nomenklatur und systematische Reihung der Laufkäfer folgt MÜLLER-MOTZFELD (2004). Es handelt sich überwiegend um Arten, welche die subalpinen bis alpinen Bereiche als Lebensraum bevorzugen.

H = Hochobir; K = Koralpe; S = Schneeberg; H-V = Hornkees-Vorfeld; alp = alpinisch; apen = apenninisch; b = brachypter; car = carpatisch; bohem = böhmisch; eur = europäisch; m = makropter; o-alp = ost-alpinisch; pal = paläarktisch; so-eur = süd-ost-europäisch; so-alp = süd-ost-alpinisch; sud = sudetisch.

Art	0-5cm	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm
Koralpe, Gesteinsbänder						
<i>Oreonebria schusteri</i> (GANGLBAUER, 1889)	55	43	32	7	8	9
Larvenstadium 2	1	18	16	6	1	-
Larvenstadium 3	-	8	7	1	1	2
<i>Trechus regularis</i> PUTZEYS, 1870	6	-	1	2	2	-
Individuenzahl	62	69	56	16	12	11
%	27,4	30,5	24,8	7,1	5,3	4,9
Hochobir, Schutthalde						
<i>Oreonebria diaphana</i> (K. & J. DANIEL, 1890)	12	4	2	1	4	-
Larvenstadium 2	8	3	1	-	-	-
Larvenstadium 3	-	3	-	-	-	-
<i>Pterostichus zieglerei</i> (DUFTSCHMID, 1812)	10	1	-	-	-	-
Individuenzahl	30	11	3	1	4	-
%	61,2	22,4	6,1	2,0	8,2	-
Schneeberg, Doline						
<i>Nebria hellwigii</i> (PANZER, 1803)	40	3	-	-	-	-
Larvenstadium 1	79	31	15	1	-	-
Larvenstadium 2	33	16	4	1	1	-
Larvenstadium 3	11	2	1	-	-	-
<i>Oreonebria austriaca</i> (GANGLBAUER, 1889)	472	106	3	18	7	7
Larvenstadium 2	92	52	30	5	3	1
Larvenstadium 3	6	25	6	3	3	1
Individuenzahl	734	235	74	31	14	9
%	66,9	21,4	6,7	2,8	1,3	0,8
Zillertal, Hornkees-Vorfeld						
<i>Nebria hellwigii</i> (PANZER, 1803)	5	1	8	-	-	-
<i>Oreonebria austriaca</i> (GANGLBAUER, 1889)	24	18	7	-	-	-
<i>Oreonebria castanea</i> (BONELLI, 1810)	116	122	30	3	-	-
Larvenstadium 2	4	2	1	-	-	-
Larvenstadium 3	2	-	3	-	-	-
<i>Pterostichus jurinei</i> (PANZER, 1803)	23	21	30	-	-	-
Individuenzahl	174	164	79	3	-	-
%	41,4	39,0	18,8	0,7	-	-

Tab. 2:
Vertikalverteilung und Abundanz der gefangenen Laufkäferlarven und Adulten der vier Fallenstandorte: Koralpe/Kärnten, Hochobir/Kärnten, Hornkees-Vorfeld/Tirol und Schneeberg/Niederösterreich. Es sind nur die Hauptarten nach ENGELMANN (1978) miteinbezogen. Wenn nicht anders vermerkt handelt es sich um adulte Individuen. Die Anzahl der Adulten und Larvenstadien ist für die Gattungen *Nebria* und *Oreonebria* detailliert aufgelistet.

werden, wobei zu beachten ist, dass der oberste Fallenbecher nicht einer Barberfalle im eigentlichen Sinn entspricht. Er ist zwar funktionell eine Barberfalle, da er jedoch tiefer im Substrat eingebettet liegt und von Steinen bedeckt wird, spiegelt er nicht ausschließlich die epigäische Fauna wider. Die Fänge sind vom Substrat abhängig, da im grobkörnigem Schutt kein einheitlicher Horizont gebildet werden kann und so epigäische und hypogäische Bereiche fließend ineinander übergehen. Davon abgesehen können sämtliche Arten mindestens bis in einer Tiefe von 20 cm, meist sogar bis 40–50 cm nachgewiesen werden. Dies spricht für eine nicht ausschließlich epigäische Lebensweise, sondern weist auf phänologische Veränderungen, Rückzug bei ungünstigen abiotischen Bedingungen und spezielle biologische Ansprüche der Entwicklungsstadien hin.

Die Laufkäfergesellschaft der vier Untersuchungsflächen setzt sich überwiegend aus Arten mit alpinem Verbreitungsschwerpunkt zusammen (Tab. 2). Sie sind Bewohner der Ost- bzw. Südost-Alpen. *Oreonebria schusteri* und *Trechus regularis* sind Endemiten der Koralpe, *Amara nobilis* ist ein Charaktertier des Schneebergs (KOCH 1989, HIEKE 2004). Es dominieren an allen Standorten stenotope, hygrophile Arten der nahverwandten Gattungen *Oreonebria* und *Nebria*, die bevorzugt an Schneeerändern, in Geröllhalden und Dolinen leben (KOCH 1989). Syntopes Vorkommen von *Nebria hellwigii* mit anderen *Nebria*- oder *Oreonebria*-Arten ist bekannt (DE ZORDO 1979, GERE BEN 1995, Kaufmann & Juen 2001). Am Schneeberg kommen *Oreonebria austriaca* und *Nebria hellwigii* syntop als Adulttiere sowie als Larven in großer Zahl vor (Tab. 1; Tab. 2). *Nebria hellwigii* hat nicht nur ein sehr ähnliches geographisches Verbreitungsgebiet, sondern auch sehr ähnliche Habitatansprüche und unterscheidet sich unter anderem durch die Körpergröße von *Oreonebria austriaca*. Da für die Einnischung der Adulten die unterschiedliche Nutzung des Lückenraumsystems und die Größe der Beutetiere wichtig scheint, kann angenommen werden, dass das ebenfalls für ihre Larven von großer Bedeutung ist. Es ist auffällig, dass in dieser Untersuchung das erste Larvenstadium sämtlicher *Oreonebria*-Arten nicht gefangen wurde, während von *Nebria hellwigii*, die den selben Lebensraum bewohnt, alle drei Larvenstadien gefunden werden konnten.

Alle Arten der Gattung *Oreonebria* haben drei Larvenstadien (HUBER 1993). Die Eiablage der Adulten erfolgt im Frühsommer, die beiden ersten Larvenstadien erscheinen bis zum Herbst desselben Jahres. Auf Grund der kurzen Aktivitätsphase in den alpinen Lebensräumen überwintern sie im zweiten oder dritten Larvenstadium (Larvalüberwinterer). Im Frühjahr erfolgt entweder die Häutung zum dritten Larvenstadium oder sofort die Verpuppung (HUBER 1993). Die Phänologie und saisonal bedingte Vertikalverteilung der Larvenstadien von *Oreonebria* konnte nicht nachgewiesen werden, da – im Gegensatz zu *Nebria hellwigii* – keine Primärstadien gefangen wurden. Von anderen *Oreonebria*-Arten sind allerdings die Primärlarven bekannt, die allesamt unpigmentiert sind (HUBER 1993, HUBER 2004). Dies spricht für eine Lebensweise der Primärlarven in deutlich tieferen Straten und eventuell geringerer Aktivität. Bei der Häutung zum zweiten Larvenstadium erfolgt eine rasche Pigmentierung und ein Wechsel zur epigäischen Lebensweise (Stratenwechsler). Die Larven vollziehen somit auch einen Wechsel

des morphoökologischen Typs im Sinne von SHAROVA (1961). Hierin begründet liegt wohl auch die leichte Fängigkeit der eher epigäischen, höheren Stadien. Die verschiedenen, durchgehend pigmentierten Larvenstadien von *Nebria hellwigii* zeigen hingegen keine Präferenz für eine bestimmte Tiefe.

Die gesammelten Laufkäfer-Arten an den vier Standorten waren mit einer Ausnahme alle brachypter. Die Brachypterie bei Arten des Hochgebirges wurde die längste Zeit mit den abiotischen Bedingungen in Verbindung gebracht (MANI 1968, SÖMME 1989). Die zeitliche und räumliche Stabilität des Lebensraumes wurde weniger zur Erklärung dieses Phänomens bei Tieren höherer Lagen in Betracht gezogen. Die brachypteren Arten der vier besammelten Standorte sind alle Bewohner von alpinen Rasen oder ausgedehnten Schutthängen (KOCH 1989). Dies sind zeitlich als auch räumlich gesehen, stabile Lebensräume. Diese Stabilität könnte die Erklärung für die Brachypterie sein (BRANDMAYR 1991, ROFF 1990, GEREKEN 1995). Es stellt sich aber die Frage, ob bei der zum Teil „insulären“ Lage mancher Standorte, wie etwa auf der Koralpe für *Oreonebria schusteri*, daraus nicht eine „evolutionäre Falle“ entsteht.

Der Vergleich der vier Untersuchungsflächen durch die Hierarchische Clusteranalyse zeigt, dass sich die Laufkäferaufsammlungen des Schneebergs und des Hornkees-Vorfelds deutlich von jenen des Hochobirs und der Koralpe unterscheiden (Abb.1). Die eigenständigen Laufkäferzönosen der Standorte am Hochobir und auf der Koralpe resultieren eventuell aus der Möglichkeit zur Überdauerung der Laufkäfer während der letzten Eiszeit (Würm). Die als „massifs de refuge“ bezeichneten unvergletscherten Randzonen der Alpen sind durch stenöke, wenig migrationsfähige Arten, Endemiten (*Oreonebria schusteri*, *Trechus regularis*, *Amara nobilis*) und durch Arten gekennzeichnet, die die restlichen Ostalpen nicht besiedeln (*Oreonebria diaphana*, *Cychnus schmidtii*, *Pterostichus ziegleri*) (HEBERDEY 1933, HOLDAUS 1954). Dem gegenüber stehen Schneeberg und Zillertal, die in der letzten Eiszeit teilweise oder ganz zur zentralen Vergletscherungszone gehörten (HUSEN van 1987). Sie wurden erst postglazial von Arten der Randzone wiederbesiedelt. Zu diesen Arten, die als Rückwanderer auf weite oder geringere Distanz angesehen werden, gehören z. B. *Carabus depressus*, *Oreonebria austriaca*, *O. atrata*, *Pterostichus jurinei* (HOLDAUS 1954).

Dank

Wir danken der Kärntner Landesregierung für die Erteilung der Sammelgenehmigung für Koralpe und Hochobir und der Kommission für interdisziplinäre, ökologische Studien (KIÖS) der österreichischen Akademie der Wissenschaften für die finanzielle Unterstützung. Besonders wollen wir uns bei Dr. Charles Huber für die Auswahl der Untersuchungsgebiete, sowie bei Thomas Messner und Alexander Pernstich, der leider viel zu früh von uns gegangen ist, für die Hilfe beim Vergraben der Fallen bedanken.

LITERATUR:

- AHNERT, F. (2003): Einführung in die Geomorphologie. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Auflage. 477pp.
- ARNDT, E. (1991): Carabidae. – In: KLAUSNITZER, B. (Hrsg.): Die Larven der Käfer Mitteleuropas. Bd. 1. Goecke & Evers, Krefeld: 45–141.
- BRANDMAYR, P. (1991): The reduction of metathoracic alae and of dispersal power of carabid beetles along evolutionary pathways into the mountains. – In: LANZAVECCHIA, G. & R. VALVASSORI (eds.): Form and Function in Zoology. Selected Symposia and Monographs U.Z.I. 5. Modena, Mucchi: 363–378.
- DE ZORDO, J. (1979): Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpiner Hochgebirges (Obergugel) III. Lebenszyklen und Zönotik von Coleopteren. – Veröffentlichungen der Universität Innsbruck 118. Alpin-Biologische Studien 11: 29–98.
- DIETRICH, M. (1996): Methoden und erste Ergebnisse aus Untersuchungen zur Lebensraumfunktion von Schotterkörpern in Flußauen. – Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 26: 363–367.
- ENGELMANN, H.-D. (1978): Zur Dominanzklassifikation von Bodenarthropoden. – Pedobiologia 18: 378–380.
- GEREBEN, B.-A. (1995): Co-occurrence and microhabitat distribution of six *Nebria* species (Coleoptera – Carabidae) in an alpine glacier retreat zone in the Alps, Austria. – Arctic and Alpine Research 27: 372–380.
- HEBERDEY, R.F. (1933): Die Bedeutung der Eiszeit für die Fauna der Alpen. – Zoogeographica 1: 353–411.
- HERING, D. & H. PLACHTER (1997): Riparian ground beetles (Coleoptera, Carabidae) preying on aquatic invertebrates: a feeding strategy in alpine floodplains. – Oecologia 111: 261–270.
- HIEKE, F. (2004): *Amara*. – In: FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. & B. KLAUSNITZER: Die Käfer Mitteleuropas: Bd. 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). Spektrum-Verlag, Heidelberg/Berlin, 2. Auflage. 521pp.
- HOLDAUS, K. (1954): Die Spuren der Eiszeit in der Tierwelt Europas. – Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Wien 18: 479pp. 521pp.
- HUBER, C. (1993): Die Laufkäferlarven-Sammlung des NMBE (Coleoptera, Carabidae). – Jahrbuch Naturhistorisches Museum Bern 11: 197–204.
- HUBER, C. (2004): *Oreonebria*. – In: FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. & B. KLAUSNITZER: Die Käfer Mitteleuropas: Bd. 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). Spektrum-Verlag, Heidelberg/Berlin, 2. Auflage. 521pp.
- HUBER, C., FRITZE, M.-A. & C. MUSTER (2006): Über das Vorkommen von *Oreonebria picea* in Deutschland, Österreich (Vorarlberg) und Liechtenstein (Coleoptera, Carabidae, Nebriinae). – Entomologische Blätter 101: 107–114.
- HUSEN, van D. (1987): Die Ostalpen in den Eiszeiten. Aus der geologischen Geschichte Österreichs. – Geologische Bundesanstalt Wien. 24pp.
- JUNG, G. (1980): Zur Faunistik, Ökologie und Biologie einiger Carabidenarten im Bereich der Hohen Tauern. Anhang: Beschreibung zu fünf Larven der Gattung *Nebria*. Dissertation, Universität Wien. 132pp.
- KAUFMANN, R. & A. JÜEN (2001): Habitat use and niche segregation of the genus *Nebria* (Coleoptera, Carabidae) in the Austrian Alps. – Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 74: 237–253.
- KOCH, K. (1989): Ökologie. – Die Käfer Mitteleuropas, Band 1. Goecke & Evers Verlag, Krefeld. 440pp.
- MANDERBACH, R. & H. PLACHTER (1997): Lebensstrategie des Laufkäfers *Nebria picicornis* (Fabr. 1801) (Coleoptera, Carabidae) an Fließgewässern. – Beiträge zur Ökologie 3: 17–27.

- MANI, M.S. (1968): Ecology and biogeography of high altitude insects. Junk, The Hague. 548pp.
- MOLEND, R. (1989): Ein Beitrag zur Kenntnis der Käferfauna der Kare, Lawenrinnen und Eislöcher des Feldberggebietes im Schwarzwald: I. Carabidae. – Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz 14/4: 935–944.
- MOLEND, R. (1996): Zoogeographische Bedeutung Kaltluft erzeugender Blockhalden im außeralpinen Mitteleuropa. – Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg 35: 5–93.
- MÜLLER, C. & R. MOLEND (1999): Mikroklima und Coleoptera an Blockhalden in Thüringen und angrenzenden Gebieten. – In: MÖSELER, B.M. & R. MOLEND (Hrsg.): Lebensraum Blockhalde. Zur Ökologie periglazialer Blockhalden im außeralpinen Mitteleuropa. – Decheniana Beihefte 37: 111–119.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (Hrsg.) (2004): Bd. 2 Adepaga 1: Carabidae (Laufkäfer). – In: FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. & B. KLAUSNITZER: Die Käfer Mitteleuropas. Spektrum- Verlag, Heidelberg/Berlin, 2. Auflage. 521pp.
- OWEN, J.A. (1995): A pitfall trap for repetitive sampling of hypogean arthropod faunas. – Entomologist's Record 107: 225–228.
- QUERNER, P. & B.-A. GEREKEN-KRENN (2003): Subterranean traps in two high alpine habitats. – In: TAJOVSKY, K., BALIK, V. & V. PIZL (eds.): 6th Central European Workshop Soil Zoology, České Budejovice. Studies on Soil Fauna in Central Europe, České Budejovice: 119–122.
- ROFF, D.A. (1990): The evolution of flightlessness in insects. – Ecological Monographs 60: 389–421.
- RUZICKA, V. (1988): The longtimely exposed rock debris pitfalls. – Věstník Československé společnosti zoologické 52: 238–240.
- RUZICKA, V., HAJER, J. & M. ZACHARDA (1995): Arachnid population patterns in underground cavities of a stony debris field (Araneae, Opiliones, Pseudoscorpionidea, Acari: Prostigmata, Rhagidiidae). – Pedobiologia 39: 42–51.
- SCHLICK-STEINER, B.C. & F.M. STEINER (2000): Eine neue Subterraneanfalle: Erste Ergebnisse aus dem Steinernen Meer (Kärnten, Österreich). – Carinthia II 190/110: 475–482.
- SHAROVA, I.C. (1961): Morphoökologische Typen von Carabiden (Larven). – Verhandlungen 11^{er} Internationale Kongress für Entomologie, Wien 1960: 95–97.
- SØMME, L. (1989): Adaptations of terrestrial arthropods to the alpine environment. – Biological Reviews 64: 367–407.
- SPENCE, J.R. (1979): Riparian carabid guilds - a spontaneous question generator. – In: ERWIN, T.L., BALL, G.E., WHITEHEAD, D.E. & A.L. HALPERN (eds.): Carabid beetles: their Evolution, Natural History and Classification. Junk, The Hague: 525–537.
- STRODL, M.A. (2006): Die Larven der alpinen Laufkäfergattung *Oreonebria* K. DANIEL, 1903 in Österreich (Coleoptera - Carabidae). Diplomarbeit, Universität Wien. 72pp.
- TOPP, W. (1975): Biozönotische Untersuchungen in einem Kar der östlichen Hohen Tauern. – Carinthia II 165: 275–284.
- YAMAGUCHI, T. & M. HASEGAWA (1996): An experiment on ant predation in soil using a new bait trap method. – Ecological Research 11: 11–16.

Anschrift der

AutorInnen:

Mag. Markus A. Strodl; Dr. Barbara-A. Gereben-Krenn; a.o. Univ.-Prof. Dr. Harald W. Krenn; Department für Evolutionsbiologie, Universität Wien. Althanstraße 14, A-1090 Wien, Österreich; E-Mail: markus.strodl@univie.ac.at, barbara-amina.gereben@univie.ac.at, harald.krenn@univie.ac.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: [197_117](#)

Autor(en)/Author(s): Krenn Harald W., Gereben-Krenn Barbara-Amina, Strodl Markus Andreas

Artikel/Article: [In die dritte Dimension alpiner Lebensräume: Erfassung der Laufkäfer \(Coleoptera, Carabidae\) mit Subterraneanfallen 341-350](#)