MÖSELER, B. M. & MOLENDA, R., Hrsg., 1999, Lebensraum Blockhalde, 121-126

Vom Sandlückensystem zur Riesenhöhle: Subterranbiologie in Österreich

From sand fissures to cave systems - subterrainean biology in Austria

ERHARD CHRISTIAN

Kurzfassung: Die Biospeläologie entwickelt sich zu einer allgemeinen Subterranbiologie. Der in den diversen unterirdischen Biotopen vorherrschende Gestalttyp der stenotopen Arten korrespondiert mit den räumlichen Gegebenheiten. Luftgefüllte Hohlraumsysteme in grobklastischen Sedimenten und lichtlose Abschnitte „klassischer" Höhlen können durch das Auftreten (oft identischer) troglomorpher Arten ein ähnliches Lebensformspektrum aufweisen. Die Charakterarten der terrestrischen Kies- und Sandlücken gehören hingegen dem euedaphisch-interstitiellen Lebensformtyp an.

Schlagworte: Biospeläologie, milieu souterrain superficiel, Windröhre, Mesopsammon, Troglomorphie, Österreich

Abstract: Biospeleology develops towards a general subterranean biology. The predominant morphological life-form of stenotopic species corresponds with the spatial conditions of the respective underground biotopes. Due to the presence of (often identical) troglomorphic species, air-filled cavity systems within coarsely clastic sediments and dark parts of „classical" caves can exhibit a similar life-form spectrum. Characteristic species of terrestrial gravel and sand pores, however, belong to the euedaphic-interstitial life-form.

Keywords: biospeleologgy, milieu souterrain superficiel, wind-tube, mesopsammon, troglomorphy, Austria

1. Einleitung

Höhlen – für den Menschen befahrbare natürliche Gesteinshohlräume – wurden erst mit der Entdeckung eines blinden und pigmentlosen Käfers mit langen Fühlern, spinnenartigen Beinen und einem aufgeblasen wirkenden Hinterleib als „Lebensräume" erkannt. Das Jahr 1831, in dem diese Art aus der Verwandtschaft der Aaskäfer (*Leptodirus hochenwartii* SCHMIDT) in der Adelsberger Grotte entdeckt wurde, kann als Geburtsjahr jener biologischen Disziplin angesehen werden, die viel später, als sie ihre erste Blüte bereits hinter sich hatte, als Biospeläologie bezeichnet wurde.

Bis zum ersten Weltkrieg waren österreichische Forscher an der Entwicklung dieses Wissenschaftszweiges führend beteiligt, lag doch der für seine Höhlen weltberühmte Karst, die Landschaft zwischen Laibach, Rijeka und Triest, auf dem Gebiet der österreichischen Reichshälfte. Schon 1854 unterschied der Wiener Zoologe Rudolf SCHINER die Höhlentiere nach dem Grad ihrer Bindung an die „unterirdischen Grotten", führte die Begriffe „Troglophilen" und „Troglobien" ein und schuf damit die Grundlagen einer ökologischen Klassifikation, die bald über die Höhlenzoologie hinaus Verwendung fand (-xen, -phil, -biont). SCHINER wußte bereits, daß Troglobien gelegentlich über Tag angetroffen werden, „wenn ausserordentliche Umstände [...] deren Vorkommen am Tageslichte" bewirken. Derartige Beobachtungen sollten in den folgenden hundert Jahren immer wieder Diskussionen über den „eigentlichen" Lebensraum der unterirdischen Tiere anregen: sind sie an jene Hohlräume angepaßt, die wir nach der eingangs erwähnten anthropozentrischen Definition als Höhlen akzeptieren, oder bewohnen sie eher enge Klüfte und Schichtfugen, die, an den Dimensionen der Tiere gemessen, durchaus „Höhlen" darstellen können?

Mit der Entdeckung des „milieu souterrain superficiel" (MSS) haben JUBERTHIE et al. (1980) unsere Hypothesen über die Biotopbindung und die Ausbreitungsmöglichkeit von Höhlenarthropoden wesentlich beeinflußt. Im Spaltensystem des Muttergesteins, unmittelbar unter der tiefsten Bodenschicht, fanden sie an mehreren Untersuchungsstellen in den Pyrenäen Diplopoden-, Catopiden- und Carabiden-Arten, die zuvor nur aus Höhlen bekannt waren und auch aufgrund morphologischer Merkmale als Troglobionten galten. Besonders wichtig für die Interpretation von Verbreitungsbildern war die Erkenntnis, daß dieser Lebensraum auch in nicht verkarstungsfähigem Gestein ausgebildet sein kann. Anschließende Untersuchungen – auch in Österreich – zeigten, daß MSS-Biotope in unterschiedlichen Spaltensystemen und grobklastischen Sedimenten weit verbreitet sind.

Etwa zur selben Zeit wurde das terrestrische Mesopsammal als eigenständiger Lebensraum erkannt. Vor allem unter den Milben und Collembolen fanden sich stenotope Sandlückenbewohner, die das Mesopsammon von der Lebensgemeinschaft reifer Böden

differenzieren. Die Biospeläologie erweitert sich durch diese neuen Forschungsfelder zu einer umfassenden Subterranbiologie, die sich der Tierwelt der Gesteinshohlräume aller Größenklassen widmet und die Fauna angrenzender und ähnlicher Lebensräume – insbesondere die Bodenfauna – in den Vergleich einbezieht.

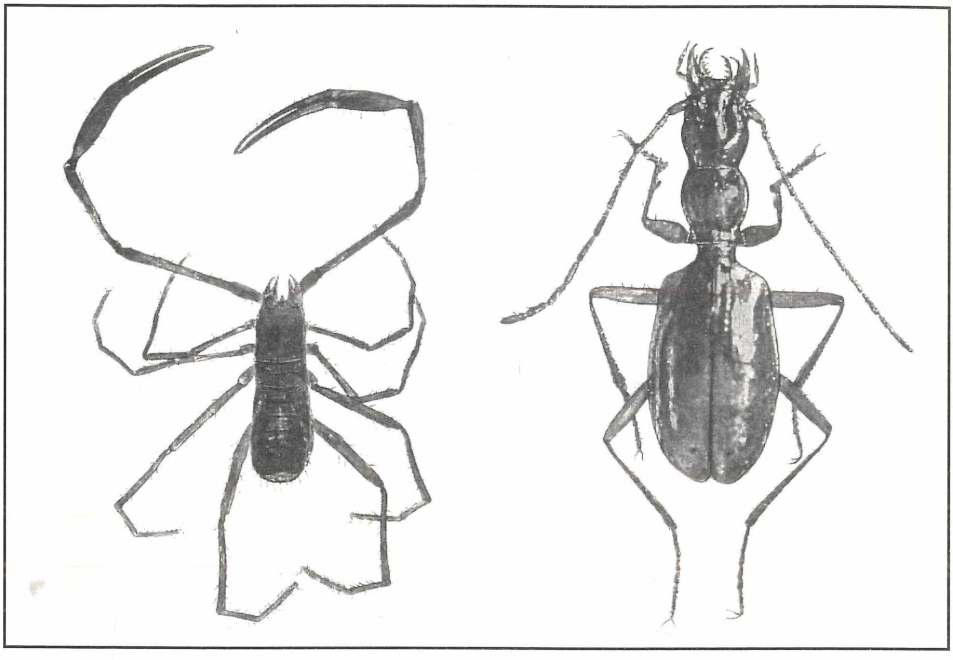

Abbildung 1. Der ausgeprägt troglomorphe Gestalttyp. Links *Neobisium aueri* (Pseudoscorpionida: Neobisiidae; Körperlänge [KL, ohne Anhänge] 3,6 mm), rechts *Arctaphaenops angulipennis* (Coleoptera: Carabidae; KL 5,1 mm).

2. Ergebnisse und Diskussion

2.1. Die markantesten Troglobionten der österreichischen Höhlen

Bis in die zwanziger Jahre nahm man an, daß nördlich der Drau – also im gesamten nordostalpinen Gebiet Österreichs – „echte" Höhlentiere fehlen. HOLDHAUS (1906) hatte die Absenz von Blindkäfern in den Nord- und Zentralalpen auf die Wirkung der Eiszeit zurückgeführt und damit die richtige Erklärung für einen nicht ganz richtigen Befund gegeben. Tatsächlich ist die Troglobionten-Fauna im pleistozän devastierten Raum nördlich der biogeographisch so entscheidenden „Drau-Grenze" arm im Vergleich zu den Südalpen und dem Dinarischen Gebirge. Der Fund des blinden Laufkäfers *Arctaphaenops angulipennis* (MEIXNER, 1925) (Abb. 1) in der Koppenbrüllerhöhle (Dachstein) zeigte jedoch, daß auch in den Höhlen der Nordostalpen das Überdauern der Kaltzeit(en) an Ort und Stelle prinzipiell möglich war. Die Gattung *Arctaphaenops* erwies sich in der Folge als endemisch im östlichen Teil der Nördlichen Kalkalpen. Von den zehn beschriebenen nominellen Arten blieben nach der Revision von DAFFNER (1993) neben *A. angulipennis angulipennis* (und der ssp. *styriacus* WINKLER, 1933) nur *A. muellneri* SCHMID, 1972 und *A. gaisbergeri* FISCHHUBER, 1983 aufrecht.

Die Vielfalt von Höhlenlaufkäfern südlich der (von HOLDHAUS 1954 etwas modifizierten) „Drau-Grenze" offenbart sich auf österreichischem Gebiet durch sechs Taxa der in Slowenien sehr artenreichen Gattung *Anophthalmus* (*A. bernhaueri* GANGLBAUER, 1895; *A. mariae* SCHATZMAYR, 1904; *A. gobanzi gobanzi* GANGLBAUER, 1911; *A. gobanzi obirensis* JEANNEL, 1926; *A. ajdovskanus fodinae* MANDL, 1940; *A. ajdovskanus mixanigi* DAFFNER, 1985) sowie durch *Orotrechus carinthiacus* MANDL, 1940, *O. haraldi* DAFFNER, 1990, und *Aphaenopidius treulandi* (MÜLLER, 1909). Troglobionte Catopiden (Bathysciinae) wurden aus den Nordalpen bisher nicht bekannt (wohl aber die terricole, blinde *Bathysciola sil-*

vestris (MOTSCHOULSKY, 1856) vom Schloßberg bei Wildon, Steiermark; die Art überschreitet also die Drau-Linie und somit das geschlossene Areal der Gebirgswald-Blindkäfer (KREISSL 1972). In Kärnten, südlich dieser Faunengrenze, leben die Höhlen-Bathysciinen *Aphaobius milleri* (in den ssp. *brevicornis* MANDL, 1940, *winkleri* MANDL, 1944, und *hoelzeli* MANDL, 1957) und *Lotharia angulicollis* MANDL, 1940. Auch bei den Bathysciinen nimmt die Diversität gegen Südosten zu: aus Slowenien sind ca. 50, aus Bosnien-Herzegowina ca. 150 subterrane Arten bekannt.

Die Pseudoskorpione illustrieren noch besser, daß HOLDHAUS' These im Kern richtig ist. Den zahlreichen obligaten Höhlenbewohnern im südalpin-dinarischen Raum steht eine einzige troglobionte Art in den Nördlichen Kalkalpen gegenüber: *Neobisium* (*Blothrus*) *aueri* BEIER, 1962 (Abb. 1). Daß dieser hochspezialisierte Endemit des Toten Gebirges postglazial eingewandert wäre, ist äußerst unwahrscheinlich. Viel eher handelt es sich um eine Reliktart einer alten Höhlenfauna, die zumindest die Oberwürm-Vereisung in der Tiefe des mächtigen Karststockes überlebt hat.

An Pseudoskorpionen und Laufkäfern erkennt man besonders klar ein Ensemble von Merkmalen, das den typischen Habitus eines Höhlentieres vom Erscheinungsbild einer oberirdisch lebenden Art unterscheidet (natürlich gibt es auch intermediäre Gestalttypen). „Troglomorpher" Habitus – Reduktion der Augen, der Sklerotisierung und der Pigmente sowie die Verlängerung der Körperanhänge – ist ein Kennzeichen vieler höhlenbewohnender Populationen und Arten, und stärker ausgeprägte Troglomorphie ist in den meisten Fällen mit einer engeren Bindung an den Lebensraum Höhle verbunden. Unstimmigkeiten ergeben sich durch ähnlichen Selektionsdruck in anderen Lebensräumen (was zu troglomorph anmutenden Arten z. B. in der Tiefsee führt), aber auch durch Unterschiede im „Alter", in gruppentypischen Prädispositionen und in der Evolutionsgeschwindigkeit der Höhlentiere. Im Modellfall zeigen sich troglomorphe Züge bereits in dauerhaften Subterranpopulationen von Arten, die auch über Tag auftreten: bei den sogenannten Eutroglophilen. Sobald eine Population den Genaustausch mit oberirdischen Individuen abgebrochen und somit den Status einer eigenständigen, troglobionten Art erreicht hat, kann sich die Troglomorphie Schritt für Schritt verstärken. Ausgeprägte Troglomorphie ist ein starkes Indiz für troglobionte Lebensweise, Troglobionten müssen aber nicht ausgeprägt troglomorph sein (unter solchen Inkongruenzen leiden wohl alle Lebensform-Typologien). In manchen Verwandtschaftsgruppen unterscheiden sich die Troglobionten von ihren oberirdischen Verwandten ganz spektakulär, in anderen weniger deutlich. So zeigen innerhalb der Collembolen höhlenbewohnende Entomobryiden (*Pseudosinella*-Arten) ein troglomorphes Erscheinungsbild, dessen Ausprägungsgrad treffsicher auf die Biotopbindung schließen läßt. Die österreichischen Höhlen-Onychiuriden unterscheiden sich hingegen habituell kaum von bodenbewohnenden Arten. Sie sind im Durchschnitt bloß etwas größer und mit längeren Klauen an den Laufbeinen ausgestattet; Blindheit und Pigmentlosigkeit haben schon ihre edaphischen Ahnen in die Höhle mitgebracht.

Ausgeprägt troglomorphe Pseudoskorpione und Laufkäfer (Abb. 1) wurden in Österreich bisher nur in Höhlen und Stollen in verkarstungsfähigen Gesteinen gefunden. Die Vermutung liegt nahe, daß Tiere dieses Gestalttyps an unterirdische Biotope mit „Raum im Überfluß" angepaßt sind. Ihr Vorkommen ist aber sicher nicht auf Höhlen, die nach den Dimensionen des menschlichen Körpers definiert sind, beschränkt. Zumindest in den Südlichen Kalkalpen Kärntens sind troglomorphe Laufkäfer in Blockhalden und Grobschutt-Mänteln durchaus zu erwarten, wenn die Sedimentlücken relativ geräumig und mit dem Artenreservoir im Bergesinneren wegsam verbunden sind (oder einige Zeit verbunden waren), und höhlenähnliche klimatische und trophische Verhältnisse herrschen.

2.2. Die Tierwelt österreichischer MSS-Biotope

Von gelegentlichen, meist auf eine bestimmte Tiergruppe zielenden Aufsammlungen abgesehen, liegen aus Österreich derzeit nur Daten über engporige MSS-Biotope vor. Die bekannteste und botanisch wie zoologisch am gründlichsten untersuchte Lokalität ist der „Eiskeller", ein extrazonaler Permafrostboden auf der Matzen bei Ferlach, Kärnten, in 1.100 m Seehöhe. Dabei handelt es sich um ein ganzjährig eisführendes Windröhrensystem in einem Hangschuttmantel über Wettersteinkalk. HÖLZEL (1963) erbeutete im Eiskeller ein Exemplar des troglobionten Bathysciinen *Aphaobius milleri brevicornis* und inspirierte damit die erste österreichische MSS-Studie, die nicht zuletzt durch den Einsatz von Besiedelungsfallen eine überraschend reiche „Höhlenfauna" ergab (CHRISTIAN

1985, 1987). Der als selten angesehene *Aphaobius* war selbst in unbeköderten Fallen in beträchtlicher Menge (9-43 Individuen) vertreten. Ein bislang unbekannter Collembole, *Onychiurus mildneri* CHRISTIAN, 1985, wurde auf Grund seiner ungewöhnlichen Größe – er erreicht fast 4 mm Körperlänge – als troglobiont eingestuft. Spätere Nachweise in nahegelegenen Höhlen und Stollen rechtfertigten diese Zuordnung. Die zönologische Ähnlichkeit mit Höhlengesellschaften wird durch den Pseudoskorpion *Neobisium hermanni* BEIER, 1938, und die Collembolen *Pseudosinella duodecimpunctata* DENIS, 1931, und *Onychiurus vornatscheri* STACH, 1946, unterstrichen.

Die Häufung eutroglophiler und troglobionter Arten im MSS des Matzen-Eiskellers darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß charakteristische Troglobionten benachbarter Höhlen fehlen, insbesondere die hoch troglomorphen Laufkäfer *Anophthalmus ajdovskanus fodinae* und *Orotrechus carinthiacus*. Eine mögliche Erklärung bietet der geringe mittlere Porendurchmesser, der Subterrantiere mit größerem Raumanspruch ausschließen könnte. Die mäßige Troglomorphie der in Abb. 2 gezeigten Arten ist für viele Bewohner des Eiskellers kennzeichnend.

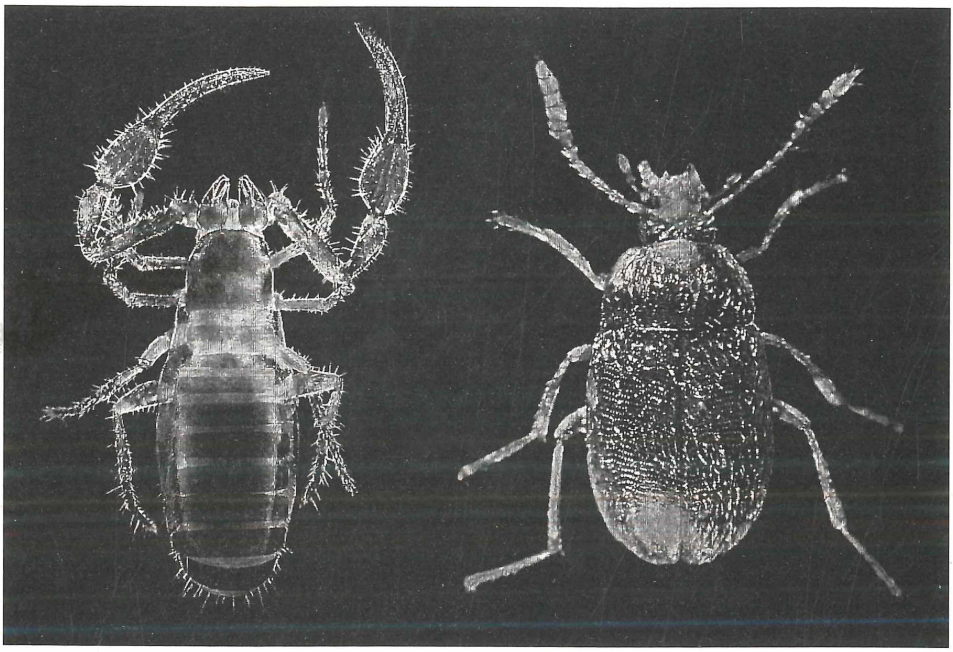

Abbildung 2. Der mäßig troglomorphe Gestalttyp. Links *Neobisium hermanni* (Pseudoscorpionida: Neobisiidae; KL 2,5 mm), rechts *Aphaobius milleri brevicornis* (Coleoptera: Catopidae; KL 2,5 mm).

Ähnliche Ergebnisse brachte die Untersuchung von zwei Windröhrensystemen in Niederösterreich (CHRISTIAN 1993). Auch hier hatte die MSS-Fauna einige Arten mit der Höhlentierwelt der Umgebung gemeinsam, wenngleich kommune Bodencollembolen stärker in Erscheinung traten. Mit der bereits vom Eiskeller bekannten *Pseudosinella duodecimpunctata* und den Hypogastruriden *Bonetogastrura spelicola* (GISIN, 1964) und *B. cavicola* (BÖRNER, 1901) wurden mäßig troglomorphe Collembolen nachgewiesen. Die letztgenannte Art ist evolutionsbiologisch besonders interessant, da sie, an der Troglomorphie gemessen, in verschiedenen Subterranpopulationen „auf dem Weg zum Höhlentier" mehr oder weniger weit vorangekommen ist. In manchen ostösterreichischen Höhlen haben fast alle Tiere die maximale Augenzahl, acht Einzelommatidien pro Kopfseite. In anderen Populationen zeigt ein gewisser Prozentanteil reduzierte Ommatidienzahlen, wobei oft asymmetrische Augenfelder zu beobachten sind (CHRISTIAN 1994). Eng benachbarte Höhlenpopulationen können unterschiedliche Troglomorphie aufweisen (was auf eine genetische Barriere hinweist), dennoch zeichnet sich ein geographisches

Muster ab: die numerische Augenreduktion ist im Alpeninneren weiter fortgeschritten als am Ostrand.

2.3. Das terrestrische Mesopsammal und andere interstitelle Lebensräume

Der Faktor Raum übt in extrem engporigen subterranen Hohlraumsystemen gestaltprägenden Selektionsdruck aus, im Vergleich zu Höhlenbiotopen allerdings mit geänderten Vorzeichen. Unter den luftatmenden Bewohnern der Feinkies- und Sandlücken zeigen nur einige der allerkleinsten einen gedrungenen Körperbau. Die übrigen „interstitiellen" Tiere, vor allem gewisse Milben, Springschwänze und Kurzflügelkäfer, nähern sich, oft in erstaunlicher Weise, der Wurmgestalt. Ohne die Porenarchitektur wesentlich zu verändern, schlängeln sie sich durch die vernetzten Hohlräume, und selbst manche Arthropoden können sich peristaltisch durch die Substratlücken bewegen. Lichtmangel führte auch bei den interstitiellen Arten zu Augen- und Pigmentreduktion, der Körperumriß spiegelt aber die räumliche Beengtheit des Milieus wider. Konträr zu den Verhältnissen in Großhöhlen sind hier schlank zylindrische, biegsame Körper mit möglichst kurzen Anhängen im Vorteil (und entsprechend häufig). Sandbewohnende Arten sind in der Regel 0,5-0,8 mm lang, der entscheidende maximale Querschnittsdurchmesser beträgt aber meist weniger als 70 Mikrometer. Typische Kieslückenbewohner überschreiten bei ähnlichem Längen-Breiten-Verhältnis gelegentlich 2 mm Körperlänge. Sie leben besonders häufig ripicol im Ufersubstrat von Fließgewässern (z. B. zahlreiche Arten der Staphyliniden-Gattungen *Thinobius* und *Atheta*).

In tieferen Bodenschichten wohnen ganz ähnlich gebaute Kleinarthropoden, die nach ihrem Lebensraum zum „Euedaphon" und nach ihrer schlängelnden Fortbewegung zum „serpenten Edaphon" gezählt werden. Stellt man den blinden Staphyliniden *Gynotyphlus perpusillus piffli* (SCHEERPELTZ, 1959), der euedaphisch im schuttdurchsetzten Boden des Wiener Leopoldsberges lebt, neben den blinden Collembolen *Micranurophorus musci* BERNARD, 1977, der in Europa reife Böden scheut und interstitiell in Sandakkumulationen auftritt (Abb. 3), so hat man analoge Gestalten vor sich. Die mikrophthalmen oder blinden, meist bleichen, wurmförmigen Kleinarthropoden des Bodens und die der feinklastischen mineralischen Sedimente können folglich zum „euedaphisch-interstitiellen" Lebensformtyp zusammengefaßt werden. In rohen Sanden erreicht dieser Gestalttyp eine wesentlich höhere Arten- und Individuendominanz als in entwickelten Böden, allerdings bei geringerer Arten- und Individuendichte. Extremformen scheinen auf Feinsande beschränkt zu sein (z. B. die bizarr langgestreckte, fadendünne Milbe *Gordialycus tuzetae* COINEAU et al., 1976, die mit den Fundorten Frankreich und Südafrika ein Beispiel für das große Verbreitungsgebiet vieler Sandlückenbewohner bietet).

Obwohl die terrestrischen Substratlückenschlängler den Lebensformtyp mit euedaphischen Arten teilen, gehören sie zu Lebensgemeinschaften, die sich durch exklusive Arten von den Bodenzönosen unterscheiden. Die Gesellschaft der ripicolen Kieslückenbewohner ist dank früher coleopterologischer Untersuchungen seit langem bekannt. Jünger ist die Erkenntnis, daß es auch stenotope Sandlückenbewohner (Psammobionten) unter den luftatmenden Tieren gibt, so daß mit Recht von einem terrestrischen Mesopsammon gesprochen werden kann (THIBAUD & CHRISTIAN 1991). Diese Zönose wird von Collembolen dominiert.

Mesopsammale Springschwänze haben in der Regel ein großes Verbreitungsgebiet. Bei *Micranurophorus musci* scheint regionale Stenotopie vorzuliegen, da die in Europa psammobionte Art in Nordamerika aus entwickelten Böden und Moosen bekannt wurde. Sanddünen der Meeresküste und binnenländische Sande sind faunistisch ähnlich: vermeintlich thalasso-psammobionte (also auf Küstensande beschränkte) Arten wie *Scaphaphorura arenaria* (PETERSEN, 1965) fanden sich später auch in kontinentalen Sandakkumulationen. Weder die mineralische Zusammensetzung noch die Herkunft des Sandes (z. B. Fluß- oder Treibsand) bestimmt das Vorkommen der Psammobionten. Von entscheidender Bedeutung sind hingegen Korngrößenverteilung und Bodenentwicklung, da mit steigendem Kies- oder Schluff/Ton-Anteil und mit fortschreitender Sukzession die psammobionten Collembolen zurücktreten. Die Präferenz für ein Substrat, das man gleichermaßen als Lockergestein wie als Rohboden auffassen kann, macht das terrestrische Mesopsammon zum Gegenstand beider Forschungsrichtungen, der Boden- und der Subterranbiologie.

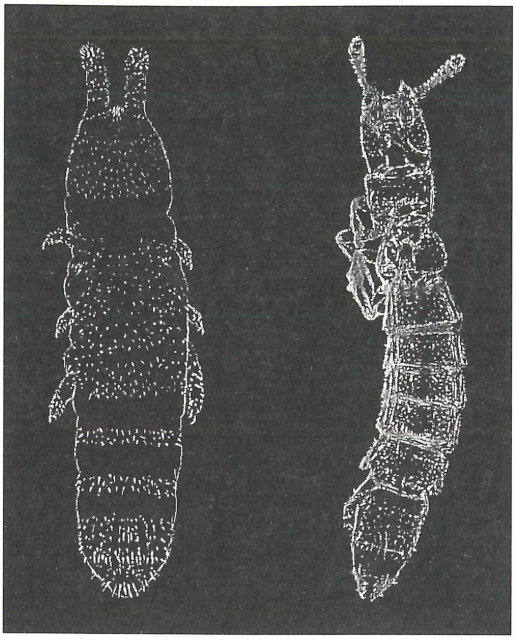

Abbildung 3. Der euedaphisch-interstitielle Gestalttyp. Links *Micranurophorus musci* (Collembola: Isotomidae, KL 0,4 mm), rechts *Gynotyphlus perpusillus piffli* (Coleoptera: Staphylinidae; KL 1,0 mm).

Literatur

CHRISTIAN, E. (1985): Zur Collembolenfauna eines Permafrostbodens in der Karawanken-Nordkette. - Carinthia II (Klagenfurt) **175/95**, 141-149

CHRISTIAN, E. (1987): Composition and origin of underground arthropod fauna in an extrazonal permafrost soil of central Europe. - Biol. Fertil. Soils (Berlin, Heidelberg) **3**, 27-30

CHRISTIAN, E. (1993): Collembolen aus zwei Windröhren des Ötscherlandes (Niederösterreich). - Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich (Wien) **130**, 157-169

CHRISTIAN, E. (1994): Vom Leben unter der Erde: Die Kleintierwelt niederösterreichischer Höhlen. - in: STEINER, E. (Hg): Faszination Höhle – Höhlen und Höhlenforschung in Niederösterreich. - Katalog d. Niederösterr. Landesmus., N.F. (Wien) **361**, 43-49

DAFFNER, H. (1993): Die Arten der Gattung *Arctaphaenops* MEIXNER, 1925 (Coleoptera: Carabidae). - Koleopterologische Rundschau (Wien) **63**, 1-18

HOLDHAUS, K. (1906): Über die Verbreitung der Koleopteren in den Mitteleuropäischen Hochgebirgen. - Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien **56**, 629-639

HOLDHAUS, K. (1954): Die Spuren der Eiszeit in der Tierwelt Europas. - Abh. Zool.-Bot. Ges. Wien **18**, 1-493

HÖLZEL, E. (1963): Tierleben im Eiskeller der Matzen in der Karawankennordkette. - Carinthia II (Klagenfurt) **73**, 161-187

JUBERTHIE, C., DELAY, B. & BOUILLON, M. (1980): Extension du milieu souterrain en zone noncalaire: description d'un nouveau milieu et son peuplement par les Coléoptères troglobies. - Mém. Biospél. (Moulis) **7**, 19-52

KREISSL, E. (1972): Ein tiergeographisch bedeutsamer Neunachweis für die Steiermark: *Bathysciola silvestris* (MOTSCH.) (Col., Catopidae). - Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joanneum (Graz) **1**, 111-121

SCHINER, J. R. (1854): Fauna der Adelsberger-, Lueger- und Magdalenen-Grotte. - in: SCHMIDL, A.: Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas. - Wien (Braumüller), 233-272

THIBAUD, J.-M., & CHRISTIAN, E. (1991): Interstitielle Collembolen aus ungarischen Flugsand-Akkumulationen. - Opusc. Zool. (Budapest) **24**, 159-165

Anschrift des Autors: Prof. Dr. ERHARD CHRISTIAN, Institut für Zoologie, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien, Österreich

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: BH_37

Autor(en)/Author(s): Christian Erhard

Artikel/Article: Vom Sandlückensystem zur Riesenhöhle: Subterranbiologie in Österreich 121-126