

Interstitielle Collembolen aus ungarischen Flugsand-Akkumulationen

Von

J.-M. THIBAUD* und E. CHRISTIAN**

Abstract. The interstitial collembolan fauna of four quicksand regions in Hungary (Győr, Bugac, Bikács, Barcs) was studied. From a total of six species, four are psammophilous, and two psammobiotic (*Scaphaphorura arenaria* (PETERSEN, 1965); *Micranurophorus schalleri* CHRISTIAN, 1986; both new to Hungary). *Folsomides angularis* (AXELSON, 1905) prefers the rhizosphere and moss cushions unlike the true psammobiotic Collembola which are less frequent in organically enriched sand. Two thirds of the species represent the euedaphic-interstitial life-form type, i. e. a worm-like shape with very short appendages, due to their inability for burrowing in the finely pored substrate. All the species reported here are known from littoral as well as from continental sand accumulations.

Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, dass sowohl in litoralen als auch in kontinentalen Sanden eigenartige Collembolen-Zönosen anzutreffen sind, die sich zum Teil aus hemi- und euedaphischen, zum Teil aus euedaphisch-interstitiellen psammophilen und psammobionten Arten zusammensetzen (MASSOUD und THIBAUD, 1985; CHRISTIAN, 1986; THIBAUD und CHRISTIAN, 1986). Da Collembolen vorgegebene Lückenräume wohl nur geringfügig erweitern können, ist die Porenarchitektur und damit die Korngrößenverteilung für die Besiedelung von grosser Bedeutung. In feinem Sand dominieren wurmförmige Arten mit kurzen Körperanhängen, Vertreter des euedaphisch-interstitiellen Lebensformtyps (CHRISTIAN und THIBAUD, 1988). Die an das Leben im terrestrischen Sandlückensystem angepassten Arten sind offenbar weit verbreitet. Erst vor kurzem wurde der aus einem binnenländischen Sandgebiet beschriebene *Micranurophorus schalleri* CHRISTIAN, 1986 auch in mediterranen Küstendünen nachgewiesen (THIBAUD und CHRISTIAN i. Dr.), und es ist daher fraglich, ob an das supralitorale Interstitium gebundene Arten existieren oder ob alle Psammobionten auch in küstenfernen Sandkörpern anzutreffen sind. Der faunistische Vergleich möglichst vieler unterschiedlicher Sandkörper ist zur Beantwortung dieser Frage unerlässlich.

Ein Viertel der Fläche Ungarns ist von Flugsanden bedeckt, in denen die Korngrößenfraktion von 0,2 bis 0,1 mm Durchmesser dominiert. Die Form der Sandkörner weist auf einen meist kurzen Transportweg des Sandes hin (BORSY, 1965). An manchen Orten sind die Flugsande zu mehreren Meter hohen wandernden oder stationären Dünen akkumuliert. Die Kernzonen der aus geomorphologischer oder öko-

* Dr. Jean-Marc Thibaud, Muséum National d'Histoire Naturelle, C.N.R.S.: U.A. 689; 4, Avenue du Petit Château, F-91800 Brunoy.

** Dr. Erhard Christian, Institut für Allgemeine Biologie, Schwarzspanierstraße 17, A-1090 Wien. Diese Arbeit wurde durch ein französisch-ungarisches Austauschstipendium (C.N.R.S. — Ungarische Akademie der Wissenschaften) ermöglicht und am Lehrstuhl für Tiersystematik und Ökologie der Eötvös-Loránd-Universität, Budapest, verfertigt.

logischer Sicht wichtigsten Sandgebiete Ungarns stehen als Naturschutzgebiete oder innerhalb von Nationalparks unter strengem gesetzlichem Schutz. In diesen grossflächigen und nahezu ungestörten Gebieten sind wie sonst nirgendwo im mitteleuropäischen Binnenland die Voraussetzungen für das Auftreten psammobionter Collembolen gegeben.

Da bis heute nur vereinzelte Angaben über sandbewohnende Collembolen aus Ungarn vorliegen (LOKSA, 1978; CHRISTIAN und THIBAUD, 1988), wurde die interstitielle Collembolenfauna in vier Sandgebieten West- und Mittelungarns vergleichend untersucht. Neben den faunistischen und biogeographischen Ergebnissen sollte die ökomorphologische Zuordnung der angetroffenen Arten zu Lebensformtypen erfolgen, um eventuell einen weiteren Hinweis auf die Existenz eines eigenständigen terrestrischen Mesopsammons zu erhalten.

Untersuchungsgebiete und Methoden

An folgenden Orten wurden Sandproben genommen:

Győr: Im Winkel zwischen den Strassen nach Komárom bzw. Tatabánya. Flachwellige Dünen mit Trockenrasenvegetation. Probe aus 1 bis 11 cm Tiefe; 17.4.1987.

Bugac: Dünengebiet im Kiskunság-Nationalpark südlich von Kecskemét, mit offenem Sand, Pioniervegetation und *Juniperus communis* L. An den Stellen A (offener Sand am Rand einer *Juniperus*-Gruppe) und B (in der Mitte eines *Juniperus*-Wäldchens) wurden Proben aus zwei Tiefenstufen (0 bis 3 cm und 3 bis 6 cm) genommen. Für die Probe C wurden ca. 0,25 m² Moosrasen (*Tortella inclinata* (HEDW. fil.) LIMPRICHT, det. K. FITZ, Wien) abgehoben; 4.10.1987.

Bikács: Sandaufschluss ca. 20 km nordwestlich der Donau bei Paks. Stabilisiertes Dünengelände mit Trockenrasen (Schafweide). Sammelprobe aus 1 bis 11 cm Tiefe; 30.3.1986.

Barcs: Sandgebiet nördlich der Drau, ca. 60 km westlich von Pécs. Offene Sanddüne mit *Juniperus communis* L. in unmittelbarer Umgebung. Sammelprobe aus 1 bis 11 cm Tiefe; 25.3.1986.

Von allen Proben wurden die mineralische Zusammensetzung des Sandes, die Granulometrie, der Säuregrad und die elektrische Leitfähigkeit einer wässrigen Aufschlämmung (Sand:Wasser=1:5) bestimmt (Tab.1). Die Collembolen wurden durch Flotation extrahiert. In den Tab. 1 u. 2 sind die bereits publizierten Daten aus Bikács und Barcs zum Vergleich angeführt (CHRISTIAN und THIBAUD, 1988; hier auch detaillierte Angaben zur Methodik). Als zöologische Parameter wurden der Diversitätsindex nach SHANNON—WEAVER (H_s) und ein Lebensform-Index (L) nach der Formel

$$L = \frac{\sum(n_i \cdot F_i)}{n}$$

berechnet, wobei n_i und F_i Individuenzahl bzw. Lebensformfaktor der i -ten Species und n die Individuengesamtzahl in der Probe darstellen. Als Lebensformfaktoren wurden für hemiedaphische Formen 1, für euedaphische 2 und für euedaphisch-interstitielle 3 gesetzt.

Ergebnisse

Die faunistischen und zöologischen Ergebnisse sind in Tab. 2 zusammengefasst. Es wurden ausschliesslich Arten festgestellt, die bereits aus anderen Sandgebieten bekannt waren.

Aus biogeographischer und ökologischer Sicht ragen zwei Nachweise heraus: *Scaphaphorura arenaria*. Aufgrund der bisher bekannten Verbreitung musste man annehmen, dass diese wurmförmige Tullbergiine an supralitorale Sandkörper gebunden sei: es lagen nur Nachweise aus Küstendünen der Nordsee und des Mittelmeeres vor. Der Nachweis in Bugac (Pfeil in Abb. 1) zeigt hingegen, dass auch diese psammobionte Art sowohl in küstennahen als auch in kontinentalen Sanden leben kann.

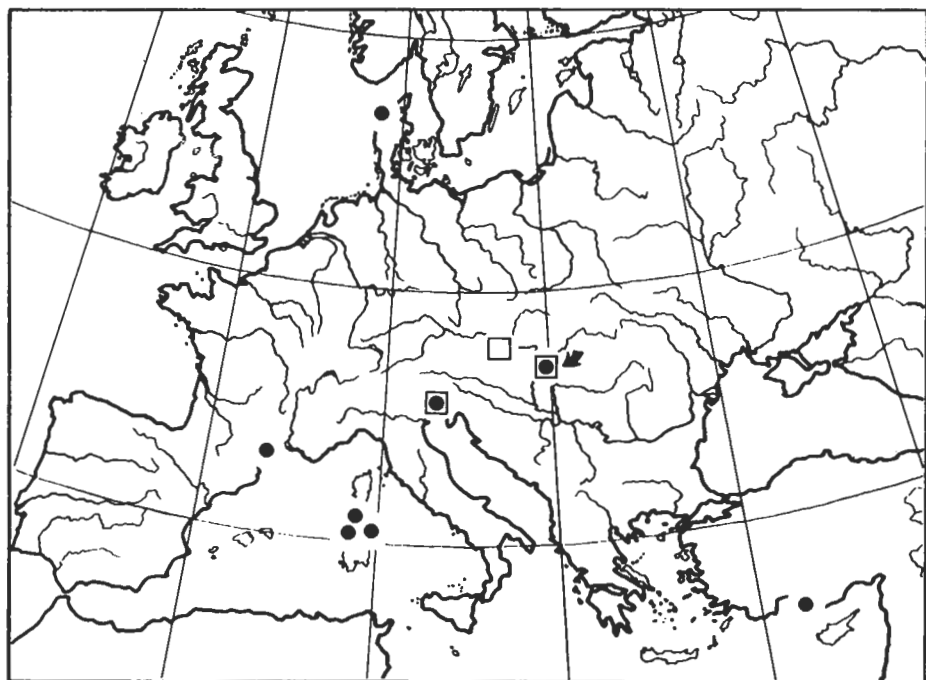


Abb. 1. Verbreitung von *Scaphaphorura arenaria* (Punkte) und *Micranurophorus schalleri* (Quadrate). Pfeil: Fundort Bugac

Micranurophorus schalleri. Der Fund in Ungarn untermauert die Annahme, dass diese winzige Isotomide als stenotopes Element des terrestrischen Sandlückensystems angesehen werden muss. Auch *M. schalleri* ist aus Küsten- und Binnenland-Sanden bekannt (Abb. 1).

Die von uns nach POINSOT-BALAGUER und BARRA (1978) zu *Folsomides angularis* gezählten Tiere sind vermutlich mit jenen Exemplaren konspezifisch, die LOKSA und BOGOJEVIĆ (1970) aus dem Sandgebiet Deliblat nordöstlich von Belgrad als *Subisotoma variabilis psammophila* n. ssp. beschrieben. In den ungarischen Proben findet sich diese Art unter geschlossener Trockenrasenvegetation in Győr, vereinzelt in der oberflächennahen Schicht am Waldrand in Bugac, sowie in unmittelbarer Umgebung dieses Fundortes, sehr zahlreich im Moosrasen. *F. angularis* ist somit als psammophil einzustufen und zeigt Präferenz für die Rhizosphäre und niedere, bodendeckende Vegetation.

Die ermittelten Artenzahlen und Diversitätsindizes sind durchweg gering, die niedrigsten Diversitätswerte wurden in den tieferen Schichten von Bugac gefunden. In

Tábl. 1. Minerálisze Zusammensetzung, Granulometrie, pH (H₂O) und elektrische Leitfähigkeit der untersuchten Sande

Fundorte	Mineralgehalt (% Masse)						Granulometrie (% Masse)								pH (H ₂ O)	κ _{LF} [$\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot 25^\circ\text{C}$]
	Quarz	Feldspat	Muskovit	Chlorit	Calcit	Dolomit	> 2,0 mm	2,0–0,63	0,63–0,2	0,2–0,063	0,063–0,02	0,02–0,006	0,006–0,002	< 0,002 mm		
Győr	84	6	2	1	4	3	—	—	27	56	10	1	2	4	8,50	68
Bikács	85	6	1	—	5	3	—	—	18	76	3	1	1	1	8,05	82
Bugac A	62	23	3	2	10	—	—	—	31	66	1	1	1	—	8,51	47
Barcs	96	3	1	—	—	—	—	2	49	45	1	1	1	1	5,33	19

Tab. 2. Angaben zur Verbreitung und Zönologie der in Ungarn nachgewiesenen interstitiellen Collembolen

Arten	Verbreitung	Lebensformtyp	Biotoptypbindung	Győr	Bükács	Bugac A 3-6	Bugac A 1-6	Bugac B 3-6	Bugac B 1-6	Bugac C	Barcs
Neanuridae											
<i>Brachystomella curvula</i> GISIN, 1948	pal.	hem.	ph.	—	5	—	—	—	—	—	—
Oncyhuriidae											
<i>Mesaphorura</i> sp. (juv.)	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
<i>Mesaphorura critica</i> ELLIS, 1976	eur.	e-i.	ph.	3	26	1	1	—	—	—	2
<i>Mesaphorura macrochaeta</i> RUSEK, 1976	hol.	e-i.	ph.	—	3	—	—	—	—	—	5
<i>Scaphophorura arenaria</i> (PETERSEN, 1965)	eur.	e-i.	br.	—	—	25	7	8	17	—	—
Isotomidae											
<i>Folsomides angularis</i> (AXELSON, 1905)	kos.	eu.	ph.	6	—	3	—	—	—	88	—
<i>Micranurophorus schalleri</i> CHRISTIAN, 1986	eur.	e-i.	br.	—	—	1	—	3	1	—	—
Collembola: Arten				2	3	4	2	2	2	1	2
Collembola: Individuen				9	35	30	8	11	18	88	8
Diversität				0,64	0,70	0,61	0,38	0,59	0,21	—	0,60
Lebensformindex				2,3	2,7	2,9	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0

der tieferen Schicht von Bugac A (Waldrand), in beiden Schichten von Bugac B (*Juni-perus*-Wald) und im sauren Quarzsand von Barcs treten ausschliesslich Arten von euedaphisch-interstitiellem Lebensformtyp auf (Lebensform-Index 3,0).

Diskussion

Während viele intertidal-interstitielle Collembolen der Meeresküste, wie die Vertreter der Gattung *Archisotoma*, als Thalassobionten an die litorale Feuchtzone gebunden sind und im Landesinneren nicht auftreten, setzt sich die Collembolenzönose der Küstendünen hauptsächlich aus Arten zusammen, die auch im Binnenland in geeigneten Biotopen anzutreffen sind. Diese Annahme, die sich auf neuere Befunde aus mediterranen Küstendünen stützt, wird durch den überraschenden Fund von *Scaphaphorura arenaria* in Bugac erhärtet. Alle hier aus Ungarn gemeldeten Arten sind auch aus dem Sandlückensystem des mediterranen Supralitorals bekannt (THIBAUD und CHRISTIAN i. Dr.).

Das terrestrische Sandlückensystem wird nur von wenigen Collembolen-Arten besiedelt. Im vorliegenden Material sind insgesamt sechs Arten vertreten, die aber alle enge Beziehungen zum Sandinterstitium aufweisen. Zwei von diesen sechs Arten, *Sc. arenaria* und *M. schalleri*, beide neu für die Fauna Ungarns, sind als psammobiont einzustufen. In Bugac, dem grössten und naturächsten der untersuchten Gebiete, sind 50% der angetroffenen Arten und 93% der Individuen (ohne Bugac C) psammobiont.

Das Dominieren stenotoper und morphologisch an das Leben im Sandlückensystem angepasster Collembolen in supralitoralischen wie in kontinentalen Sanden ist ein gewichtiges Indiz für die Existenz eines terrestrischen Mesopsammons, welches zwar an Formenmannigfaltigkeit dem marinen Mesopsammon beträchtlich nachsteht, dennoch aber durch Leitformen aus verschiedenen Arthropodengruppen, wie Collembolen und Milben (Nematalycidae: COINEAU und MASSOUD, 1977), deutlich von anderen Lebensgemeinschaften unterschieden ist.

Die Vorliebe der Psammobionten für „reinen“, lockeren Sand, dessen Porenarchitektur allein von den mineralischen Partikeln bestimmt ist, lässt sich an der vertikalen Abundanzänderung von *Sc. arenaria* zeigen. In der Probe Bugac A, die auch in der oberen Schicht keine nennenswerte Anreicherung organischen Materials zeigt, ist diese Art zwischen 0 und 3 cm Tiefe häufiger als in der darunter liegenden Schicht. In Bugac B, inmitten eines Wacholder-Wäldchens gelegen, ist *Sc. arenaria* in der organisch angereicherten Deckschicht weniger häufig als in der tieferen Schicht. Vergleichbare vertikale Abundanzunterschiede wurden bei *M. schalleri* im Sand des Neusiedlersee-Ufers gefunden (CHRISTIAN, 1986). Diese Tendenz der psammobionten Collembolen könnte ihr Fehlen in kultivierten Sandböden erklären.

1. BORSY, Z. (1965): The wind-blown sand regions of Hungary. — *Acta Geol. Hung.*, 9: 85—94.
2. C. L. KÖCH(1986): *Micranurophorus schalleri* n. sp. aus dem terrestrischen Sandlückensystem des Neusiedlersee-Ufers (Collembola, Isotomidae). — *Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich*, 124: 121—128.
3. C. L. KOCH & J.-M. THIBAUD (1988): Terrestrisch-interstitielle Collembolen aus österreichischen und ungarischen Sanden. — *Pedobiologia*, 31: 229—237.
4. COINEAU, Y. & Z. MASSOUD (1977): Découverte d'un nouveau peuplement psammique: les Microarthropodes du milieu interstitiel aérien des sables fins. — *C. R. Acad. Sc. Paris, s.D.*, 285: 1073—1074.
5. LOKSA, I. (1978): Die Collembolen-Fauna der Urwacholder aus der Umgebung von Barcs. — *Dunántúli dolg. term. tud. sor.*, 1: 51—64.
6. LOKSA, I. & J. BOGOJEVIĆ (1970): Einige interessante Collembolen-Arten aus der Sandwüste von Deliblat, Jugoslawien. — *Opusc. Zool. Budapest*, 10: 125—142.
7. MASSOUD, Z. & J.-M. THIBAUD (1985): Recherche sur la faune interstitielle aérienne des sables fins: Les Collemboles. — *Ann. Soc. Ent. France (N. S.)*, 21: 39—44.
8. POINSOT-BALAGUER, N. & J. A. BARRA (1978): Apport de l'écophysiologie à la systématique de certaines espèces du genre *Folsomides* (insectes collemboles). — *Rev. Écol. Biol. Sol*, 15: 363—372.
9. THIBAUD, J.-M. & E. CHRISTIAN (1986): Collemboles interstitiels aériens des sables d'Autriche (1). — *Ann. Soc. Ent. France (N. S.)*, 22: 403—407.
10. THIBAUD, J.-M. & E. CHRISTIAN (i. Dr.): Collemboles interstitiels aériens des sables littoraux méditerranéens. — *Ann. Soc. Ent. France (N. S.)*.