

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
DES NATURKUNDEMUSEUMS GÖRLITZ

Band 58, Nummer 5

Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 58, 5: 1-20

Erschienen am 5. 11. 1984

Beobachtungen an Collembolen und anderen Antennaten
in offenen Sandtrockenstellen einer Fichtenpflanzung

Studies on springtails (Collembola) and other Antennata of dry sandy plots
in a coniferous plantation

Von WOLFRAM DUNGER

Mit 4 Abbildungen und 3 Tabellen

Einleitung

Das Boden-Ökosystem armer Sandböden ist extrem wenig gepuffert. Im Zusammenhang mit anthropogenen Eingriffen sind hier exzessive Vermehrungen von Arten der Bodenfauna möglich, die in reicheren Böden schon im Ansatz der Konkurrenz unterliegen würden. Die Gültigkeit dieser theoretisch einleuchtenden Ableitung ist für die Bodenfauna anthropogener Bodenbildungen, wie frisch geschüttete Kippen und Halden, nachgewiesen worden (DUNGER 1968). Normal bewirtschaftete Sandböden wurden in dieser Richtung wenig untersucht.

Auch die hier mitzuteilenden Beobachtungen haben nicht den Charakter einer planmäßigen Untersuchung. Vielmehr war die zufällige Entdeckung einer Übervermehrung von Collembolen an einer Sandtrockenstelle nördlich Bautzen durch J. VOGEL Anlaß zu einer dreijährigen extensiven Kontrolle der Bodenfauna des Standortes. Erste Orientierungen ergaben, daß die gradierende Art *Proisotoma cf. topsenti* sich auf offene, warmtrockene Stellen einer lückigen Nadelholz-Jungpflanzung konzentrierte. Ziel der Untersuchungen war es, diese Population langjährig zu beobachten und Informationen über Bestand und Verhalten anderer Antennaten, besonders der Collembolen, dieses Sonderstandortes zu erlangen.

Standort

Der untersuchte Standort liegt am Rande der Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft 2,5 km WNW Königswartha (1,5 km N Eutrich) in einem von Feldern und Teichen aufgelockerten Kieferngelände. Geomorphologisch gehört es zum Lausitzer Urstromtal. Durch die Schmelzwässer der Binnenlandgletscher wurden

hier vor allem im Warthe-Stadium der Eiszeit Kiese, Sande und feinkörniges Material oft in kleinflächigem Wechsel abgesetzt. Aus den pleistozänen, basenarmen Lockersedimenten haben sich lokal, so auch am untersuchten Standort, arme Sandböden gebildet. Der Gesamtstandort wird von der Forsteinrichtung als Naßstandort mit ziemlich geringem Nährstoffvorrat auf Sand ($N_2 - Z_{(S)}$) eingestuft. Die Beobachtungsstellen selbst liegen aber im Bereich einer flachen Sanddüne und sind daher grundwasserfern. Die Meereshöhe beträgt 138 m. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge liegt bei 600 mm, davon fällt etwa 1/3 im Sommer (VI–VIII). Als Jahresmittel der Lufttemperatur wird 8,5 °C angegeben (Januar 0,7 °C, Juli 18,1 °C). Die Beobachtungsjahre 1982 und 1983 waren weitaus trockener und wärmer als das langjährige Mittel.

Bis 1967 wurde dieser Standort extensiv als Feld genutzt. In den Jahren 1968 bis 1975 erfolgte eine Anpflanzung durch den Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb Löbau mit dem Ziel, Samenfichten zu erziehen. Die Fichtensetzlinge wuchsen jedoch schlecht an. Es ergaben sich viele Ausfallstellen, die teilweise nachgepflanzt wurden. Dazwischen kam zunehmend Kiefern- und Birkenanflug auf, der sich wüchsiger erwies. Die Pflege beschränkte sich auf das Freistellen der Fichten. Chemikalien kamen nicht zur Anwendung. Innerhalb dieses (gegen Wildschaden eingezäunten) Standortes wurden zwei völlig freie, als Sand-trockenrasen erscheinende Beobachtungsstellen (BS) von je wenigstens 4×4 m gewählt, die etwa 50 m voneinander entfernt lagen. Sie unterschieden sich durch die Bodenvegetation: An BS (N) dominierte *Festuca ovina*, untermischt mit *Helichrysum arenarium*, *Teesdalia nudicaulis*, *Hieracium pilosella*, *Potentilla argentea*, *Scleranthus annuus*, *Luzula campestris*, *Carex hirta* und einzelnen *Hypericum perforatum*, *Myosotis stricta* und *Viola arvensis*. Die Gesamtdeckung betrug 1980 kaum 50 % und steigerte sich bis 70 % am Ende der Vegetationszeit 1983. An BS (H) war ein dichter Teppich der Blattrosetten von *Hieracium pilosella* ausgebildet, so daß sich fast keine andere Pflanze entwickeln konnte. Die Gesamtdeckung erreichte hier häufig 100 %. Im Junggehölzbestand, der die BS umgab, dominierten Kiefern und Birken, die von knapp Mannshöhe 1980 auf 4 (bis 5) m 1983 aufwuchsen. Einige Freistellen waren von großen Büschen von *Sarothamnus scoparius* ausgefüllt, nur geringe Flächenanteile mit *Calluna vulgaris* und *Polytrichum juniperum* besetzt. Im Frühjahr 1984 wurden alle Kiefern geschlagen, so daß der gesamte Standort erneut einem Kahlschlag, nun jedoch mit vereinzelt stehenden Jungfichten und einigen Birken, glich. Damit wurde die kontinuierliche Beobachtung der Standortentwicklung abgebrochen.

Untersuchungsmethoden

Ausgangspunkt waren 5 normale, formalinegefüllte Bodenfallen (Marmeladengläser), die J. VOGEL 1980 an BS (N) zum Fang von Staphyliniden aufgestellt hatte. Zur weiteren Beobachtung wurden je BS 4 freie Einsatzfallen (NF) bzw. 2 immissionsgeschützte Fallen nach DUNGER & ENGELMANN (1978) (IGF) verwendet, um den vermuteten Einfluß der Windverfrachtung der epedaphisch lebenden Bodenarthropoden auszuschalten. Parallel wurden Bodenproben mit einem Bodenstecher in 0–20 (25) cm Tiefe entnommen und in einem modifizierten Tullgren-Thermocklektor in den Fraktionen 0–5, 5–10, 10–15 und 15–20 cm ausgelesen (jeweils 50 cm³ Boden). Je BS wurden 3 Parallelen untersucht, d. h. insgesamt je Termin in der Regel 24 Probenfraktionen. Die Termine der Probenahme sind aus Tab. 1 zu ersehen.

Tab. 1. Übersicht über das von *Proisotoma cf. topsenti* vorliegende Material.

Probenarten : NF offene Boden-Einsatzfalle; IGF Immissionsgeschützte Falle; B Bodenproben, im Thermoelektroden ausgelesen
 Altersklassen: I bis V juvenil, VI und VII geschlechtsreif.

Datum	Proben- art	BS	Individuendichte Ind./Falle/ Woche (IFW)	Tausend Ind./m ² (TT)	Altersklassen %							Darmfüllung		
					I	II	III	IV	V	VI	VII	voll	leer	
10.-15. 8. 1980	NF	N	100 000	—	—	—	—	—	3	2	28	67	76	24
23. 9. 1980	B	N	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23. 9.-26. 10. 1980	NF IGF	N	46	—	—	2	—	—	8	17	69	2	96	4
26. 10. 1980	B	N	—	2,1	—	—	100	—	—	—	—	—	—	100
15.-22. 8. 1981	IGF	N	12	—	73	27	—	—	—	—	—	—	75	25
22. 8. 1981	B	N	—	354,2	97	—	1	1	1	1	—	—	53	47
22. 10. 1981	B	N	—	6,2	10	58	—	—	10	3	13	6	56	44
22. 10. 1981	B	N	—	1,6	—	—	—	50	25	25	—	—	—	100
22. 10. 1981	B	H	—	2,7	—	—	—	—	—	50	—	—	—	100
15. 4. 1982	B	N	—	8,2	—	—	—	—	6	12	37	—	7	93
15. 4. 1982	B	H	—	0,5	—	—	—	—	—	—	33	66	—	12
8. 9. 1982	B	N	—	10,4	—	—	—	—	—	—	16	34	40	60
8. 9. 1982	B	H	—	0,4	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—
29. 3. 1983	B	N und H	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27. 4. 1983	B	N und H	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25. 5. 1983	B	N	—	0,3	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—
25. 5. 1983	B	H	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27. 4.-25. 5. 1983	IGF	N	3	—	—	—	—	—	—	—	60	40	—	—
27. 4.-25. 5. 1983	IGF	H	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23. 6. 1983	B	N	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23. 6. 1983	B	H	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25. 5.-23. 6. 1983	IGF	N	1	—	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—
25. 5.-23. 6. 1983	IGF	H	0	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—
23. 6.-28. 9. 1983	IGF	N	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23. 6.-28. 9. 1983	IGF	H	0	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—

Im folgenden Text werden die quantitativen Angaben zur Populationsdichte der Collembolen mit den Abkürzungen „IFW“ für Individuen pro Falle pro Woche und „TI“ für Tausend Individuen je Quadratmeter Bodenoberfläche (nach „Berleseproben“) sowie „BS“ für Beobachtungsstelle gebraucht.

Artenbestand der Antennaten

Die nachfolgende Artenliste nennt alle vorgefundenen Arten der Antennata. Entsprechend der extensiven Untersuchungsweise ist nicht zu erwarten, daß damit eine vollkommene Übersicht über die Besiedler der beiden Beobachtungsstellen (BS) gegeben wird. Die charakteristischen Arten dürften aber erfaßt worden sein. Zu bedenken ist, daß es sich um sehr kleinflächige BS handelt, die unter dem ständigen Einwanderungsdruck aus den benachbarten dichteren Schonungsbeständen stehen. Eine klare Trennung zwischen Arten, die auf die Offenstellen begrenzt sind, und ständigen Einwanderern kann nicht gezogen werden. Weiter ist zu berücksichtigen, daß sich die BS während der Beobachtungszeit ständig weiterentwickelt haben, sichtbar z. B. durch das Wachstum der begrenzenden Bäume von etwa 1 auf 3–4 m.

Artenliste

- | | |
|---|--|
| Chilopoda | <i>Lepidocyrtus</i> cf. <i>nigrescens</i> |
| <i>Lithobius calcaratus</i> C. L. Koch | Szeptycki, 1967 |
| <i>Lithobius muticus</i> C. L. Koch | <i>Lepidocyrtus paradoxus</i> Uzel, 1890 |
| <i>Lamyctes fulvicornis</i> Meinert | <i>Lepidocyrtus cyaneus</i> Tullberg, 1871 |
| <i>Pachymerium ferrugineum</i> (C. L. Koch) | <i>Sira domestica</i> (Nicolet, 1841) |
| Symphyla | <i>Cyphoderus albinus</i> Nicolet, 1841 |
| <i>Symphylella vulgaris</i> Hansen | <i>Tomocerus flavescens</i> (Tullberg, 1871) |
| Paupoda | <i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1893) |
| <i>Allopauropus vulgaris</i> (Hansen) | <i>Arrhopalites</i> cf. <i>terricola</i> Gisin, 1953 |
| Diplopoda | <i>Sminthurus nigromaculatus</i> |
| <i>Allajulus latestriatus</i> (Curtis) | Tullberg, 1872 |
| Collembola | Protura |
| <i>Willemia anophthalma</i> Börner, 1901 | <i>Eosentomon delicatum</i> Gisin, 1945 |
| <i>Brachystomella parvula</i> (Schäffer, 1896) | <i>Eosentomon mixtum</i> Condé, 1945 |
| <i>Pseudachorutes parvulus</i> Börner, 1901 | <i>Gracilentulus gracilis</i> (Berlese, 1908) |
| <i>Micranurida pygmaea</i> (Börner, 1901) | Coleoptera |
| <i>Onychiurus tricampatus</i> Gisin, 1956 | Carabidae |
| <i>Mesaphorura critica</i> Ellis, 1976, | <i>Calathus erratus</i> Sahlberg |
| sensu Rusek, 1982 | <i>Calathus melanocephalus</i> (L.) |
| <i>Mesaphorura hylophila</i> Rusek, 1982 | <i>Poecilus versicolor</i> (Sturm) |
| <i>Mesaphorura yosii</i> (Rusek, 1967) | Staphylinidae |
| <i>Karlstejnia norvegica</i> Fjellberg, 1974 | <i>Xantholinus tricolor</i> (F.) |
| <i>Stenaphorura quadrispina</i> Börner, 1901 | <i>Othius myrmecophilus</i> Kiewst. |
| <i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg, 1871) | <i>Philonthus coruscus</i> (Grav.) |
| <i>Folsomia fimetaria</i> (Linnaeus, 1758) | <i>Platydracus stercorarius</i> (Ol.) |
| <i>Isotomodes productus</i> (Axelson, 1906) | <i>Ocypus aeneocephalus</i> (Deg.) |
| <i>Proisotoma</i> cf. <i>topsendi</i> Denis, 1948 | <i>Ocypus picipennis</i> (Er.) |
| <i>Cryptopygus scapelliferus</i> (Gisin, 1955) | <i>Quedius molochinus</i> (Grav.) |
| <i>Isotomiella minor</i> (Schäffer, 1896) | <i>Quedius aridulus</i> Janss. |
| <i>Isotoma notabilis</i> Schäffer, 1896 | <i>Bolitobius lunulatus</i> (L.) |
| <i>Isotoma viridis</i> Bourlet, 1839 | <i>Bolitobius thoracicus</i> (F.) |
| <i>Isotoma (Vertagopus) cinerea</i> | <i>Tachyporus chrysomelinus</i> (L.) |
| (Nicolet, 1841) | <i>Tachyporus hypnorum</i> (L.) |
| <i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg, | <i>Tachyporus nitidulus</i> (F.) |
| 1871) | <i>Amischa soror</i> (Kr.) |
| <i>Entomobrya nivalis</i> (Linnaeus, 1758) | <i>Atheta gagatina</i> Baudi |
| <i>Orchesella flavescens</i> (Bourlet, 1839) | |

Atheta divisa (Märk.)
Atheta crassicornis (F.)
Atheta trinitata (Kr.)
Aleochara curtula (Gze.)

Hymenoptera

Formicidae

Formica fusca Latr.

Formica rufibarbis Fabr.

Formica sanguinea Latr.

Lasius niger (L.)

Myrmica lobicornis Nyl.

Myrmica ruginodis Nyl.

Myrmica sabuleti Meinert

Myrmica scabrinodis Nyl.

Myrmica schencki Emery

Myrmica specioides Bondr.

Springschwänze (Collembola)

Die Collembolen gaben durch das Phänomen der Übervermehrung Anlaß zu dieser Untersuchung und wurden insgesamt am intensivsten geprüft. Sie sind an beiden BS zusammen mit 31 Arten vertreten. In ihrer Individuenzahl überlegen sie nicht nur die übrigen Kleinarthropoden des Bodens, sondern sie erwiesen sich meist als absolut dominierende Tiergruppe. Für einige Arten lohnt sich eine nähere Darstellung der Befunde, vor allem für *Proisotoma cf. topsenti*, die hier eine exzessive Massenentwicklung zeigt, und für den taxonomisch interessanten, ökologisch kaum bekannten Artenkomplex der Unterfamilie Tullbergiinae.

Proisotoma cf. topsenti Denis, 1948

Die taxonomische Kenntnis dieser westeuropäischen (Frankreich, Schweiz) Art wird an anderer Stelle besprochen (DUNGER 1985). Ihr Massenaufreten ist bemerkenswert, weil es unter ungewöhnlichen ökologischen Bedingungen, in seltener Konzentration und außerhalb des bislang bekannten Verbreitungsareals realisiert wurde.

Es ist bekannt, daß einige hemi- und epedaphische Arten der Collembolen unter einseitigen Lebensbedingungen auf Kippen und Halden zu starker Populationsvermehrung neigen. In solchen offenen, anthropogenen Böden wurden vor allem *Hypogastrura*-Arten in hohen Individuendichten angetroffen, die zu Fallenfängen in der Größenordnung von 40 bis 90, im Extremfall 157 IFW (Individuen pro Falle und Woche) führten (DUNGER 1968, 1978). Diese hohen Fangzahlen ergeben sich auf Halden teilweise dadurch, daß hohe Windstärken, die sich auf den freien Flächen entfalten können, die Tiere passiv verfrachten, also in die Falle einwehen. Von forstlichen Bestandesgründungen wurden derartige Beobachtungen noch nicht mitgeteilt; solche Standorte sind auch nicht in gleicher Weise dem Wind ausgesetzt.

Die Hauptphase der Übervermehrung von *Proisotoma cf. topsenti* fiel möglicherweise in die Zeit vom 10. bis 15. 8. 1980, in der J. VOGEL an BS (N) 5 Bodenfallen aufgestellt hatte. Diese Fallen konnten leider nicht systematisch hinsichtlich des Collembolenbesatzes durchgemustert werden. Die deutlich am meisten besetzte Falle war ein Marmeladenglas, das äußerlich „wie mit Ruß gefüllt“ aussah. Es enthielt schätzungsweise eine halbe Million *P. topsenti*. Auch die anderen 4 Fallen waren abnorm stark besetzt, aber wohl nur mit einigen Zehntausend Tieren. Hieraus ergibt sich selbst bei vorsichtiger Kalkulation eine durchschnittliche Fangzahl von etwa 100 000 IFW. Dies ist eine enorm hohe Individuendichte; die aus den oben erwähnten Untersuchungen bekannten Dichten bei starker Vermehrung liegen um 3 Zehnerpotenzen niedriger. Das vorliegende Zahlenmaterial ist in Tab. 1 zusammengefaßt. Hieraus ist leicht zu ersehen, daß der Übervermehrung von *Proisotoma cf. topsenti* im August 1980 am Beobachtungsort schnell eine erstaunlich tiefliegende Erhaltungsphase folgte. Die erst zum oder nach dem Höhepunkt der Massenentwicklung einsetzende

und in der Folgezeit nur extensiv mögliche Untersuchung kann leider kein geschlossenes Bild der Populationsdynamik von *P. cf. topsenti* vermitteln.

Für das Jahr der wahrscheinlichen Hauptgradation (1980) ist zu vermuten, daß die Übervermehrung vor allem von einer Generation getragen wurde, die im Mai schlüpfte und in den Sommermonaten weder durch den (schwachen) Episitenkomplex, noch durch klimatische oder nutritive Einschränkungen dezimiert wurde. Ob dies im strengsten Sinn lokal (d. h. nur auf der BS (N) mit etwa 25 m²) oder auf mehreren der mehr oder weniger zusammenhängenden gehölzfreien Flächen zwischen den Jungbeständen eintrat, kann nicht geklärt werden. Zur Interpretation der Aktivitätsdichte ist die Beobachtung aus der Fangperiode 23. 9. bis 26. 10. 1980 wertvoll, daß freie Bodenfallen und immissionsgeschützte Fallen etwa gleichen Besatz erbrachten. Das zeigt an, daß nicht die Windverfrachtung, sondern die eigene lokomotorische Aktivität der Tiere für das Fangergebnis ausschlaggebend war.

Die Mitte August 1980 erfaßte, exzessiv übervermehrte Population von *Proisotoma cf. topsenti* bestand fast ausschließlich aus geschlechtsreifen Tieren (Stadien VI und VII), die bei einem Anteil von 76 % ernährungsaktiver Individuen (mit gefülltem Darm) als voll vital anzusehen sind. Von dieser Massengeneration ist eine starke Eiablage im Laufe des August 1980 zu erwarten gewesen. Deren Ergebnis ist aber nicht nachweisbar. Am 23. 9. 1980 erbrachten die Bodenproben jedenfalls weder Alt- noch Jungtiere. Dennoch waren mit Sicherheit – wahrscheinlich in hoher Aggregation – beträchtliche Zahlen von *P. cf. topsenti* vorhanden. Ende Oktober 1980 ließen sich Konzentrationen von Jungtieren des Stadium III nachweisen. Aus den Beobachtungen vom August 1981 ist abzuleiten, daß sich auch 1981 eine Generation mit überdurchschnittlicher Individuendichte entwickelte. Diese sorgte offensichtlich durch Eiablage etwa Ende Juli für das Mitte August 1981 nachgewiesene Massenaufreten von Exemplaren des Stadium I. Das gleichzeitige Vorkommen von Stadien III bis V an der BS (N) und sogar von Stadien IV bis VII an der BS (H) weist darauf hin, daß keine strenge Synchronisierung der Generationenfolge bestand. Im Oktober 1981 zeigte sich die dominierende Generation um 2 bis 3 Stadien weiterentwickelt, aber zahlenmäßig bereits stark dezimiert.

Zusammenfassend läßt sich folgendes Bild von der Populationsdynamik von *Proisotoma cf. topsenti* rekonstruieren: Während der Jahre der Übervermehrung treten wenigstens 2 Generationen im Jahr auf, wahrscheinlich aber noch eine dritte, die im III. bis V. Stadium überwintert. In der individuenarmen Erhaltungsphase scheint die Art sich besser in offenen Böden (N) als unter einer dichten Vegetationsdecke (H) zu erhalten (s. Tab. 1: 1983). Die Siedlungsdichte kann in der Übervermehrungsphase mindestens lokal 350,0 TI erreichen und wohl noch wesentlich überschreiten. Sie geht in der Erhaltungsphase auf 0,5 bis 0,1 TI oder weniger zurück.

Die Beobachtungen über den Ernährungszustand der Tiere lassen zwei Tendenzen erkennen: Erstens weisen Fallenfänge durchschnittlich einen höheren Füllungsgrad des Darmes auf. Dieser Befund ist wohl so zu erklären, daß ernährungsinaktive Häutungsstadien sich bevorzugt im Boden aufhalten und auch lokomotorisch wenig aktiv sind. Zweitens erhöht sich in den Jahren 1981–1982 der Individuenanteil mit leerem Darm. Ob dies auf ein Ausbleiben von ge-

eigneter Nahrung zurückgeführt werden kann, bleibt offen. Als Darminhalt sind (in der Reihenfolge der Häufigkeit) amorphe organische Substanz, Pilzhypen, Pilzsporen, Pollen und Mineralteilchen nachweisbar. Ein Qualitätsunterschied der Nahrung in der Übervermehrungs- und der Erhaltungsphase ließ sich nicht feststellen. Aus der Kenntnis des Darminhaltes und der ökologischen Situation des Standortes kann die (allerdings nicht gesicherte) Vermutung abgeleitet werden, daß Bodenalgae, Pilze, Pollen und andere aufgeweichte organische Stoffe als Grundlage der Ernährung dienen.

Tullbergiinae

Die zu den blinden, an das Leben in den Bodenhohlräumen optimal angepaßten Onychiuridae gehörende Unterfamilie Tullbergiinae ist am Untersuchungsort mit 5 Arten vertreten, von denen 4 (Arten der Gattungen *Mesaphorura* und *Karlsteinia*) noch vor kurzem als Sammelart „*Tullbergia krausbaueri* (Börner, 1901)“ bezeichnet worden wären. Die Feintaxonomie dieser Gruppe haben RUSEK (1967, 1971, 1974, 1976, 1982), ELLIS (1976) und FJELLBERG (1974) bis zum derzeitigen Stand entwickelt. Der Anteil der Tullbergiinae an der Summe der Individuen der Collembolen läßt mit der Standortentwicklung von 1980 bis 1983 eine steigende Tendenz erkennen (Tab. 2). Er ist im Jahresablauf deutlich im zeitigen Frühjahr höher als im Sommer und Herbst. Tab. 2 zeigt weiter den in der Tendenz unterschiedlichen Anteil der 5 Arten der Tullbergiinae an deren Gesamt-Individuenzahl, getrennt nach Jahr und Beobachtungsstelle.

Tab. 2. Durchschnittlicher prozentualer Anteil der Tullbergiinae an der Gesamt-Individuenzahl der Collembolen pro m² und Prozentanteil der Arten an der Summe der Tullbergiinae

Art / Jahr	Beobachtungsstelle N				Beobachtungsstelle H				Ges.-Mittel
	1980	1981	1982	1983	Mittel	1981	1982	1983	
<i>M. yosii</i>	85,6	50,5	36,8	51,9	97,7	72,7	31,2	46,7	49,3
<i>M. critica</i>	5,4	13,3	31,0	20,0	2,3	15,7	42,8	32,9	26,5
<i>M. hylophila</i>	0,0	11,9	16,4	11,3	0,0	0,5	5,6	3,8	7,5
<i>K. norvegica</i>	6,9	23,8	15,8	16,1	0,0	11,0	20,3	16,5	16,3
<i>St. quadrispina</i>	2,0	0,5	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Tullbergiinae (% Summe der Collembolen)	37,5	34,3	83,8	51,9	11,6	44,7	88,1	48,1	50,0

Mesaphorura yosii (Rusek, 1967)

Aus Tab. 2 ist zu ersehen, daß *M. yosii* an beiden Beobachtungsstellen zunächst unter den Tullbergiinae absolut dominiert, in den Jahren 1982 und 1983 aber sinkende Relativanteile aufweist. Das gilt jedoch nicht für die absolute Individuendichte, die annähernd gleich bleibt (Abb. 1). Sie schwankt zwischen 51,2 TI (Tausend Individuen/m²) (15. 4. 82 N) und 0,3 TI (23. 6. 83 N). Die Massenentwicklung scheint im vegetationsarmen Sandboden der BS (N) stärker synchronisiert zu sein und einer deutlicheren Trockenheits-Depression zu unterliegen (23. 6. 83) als unter der dichten *Hieracium*-Decke (H; Abb. 1). Nach der durchschnittlichen Tiefenverteilung bevorzugt *M. yosii* den Oberboden (0–5 cm) viel deutlicher als andere Tullbergiinae (Tab. 3). Dieses Verhalten zeigt die Art auch unter der *Hieracium*-Bedeckung, so daß die prozentuale Tiefenverteilung für die BS (N) und (H) fast identisch ist.

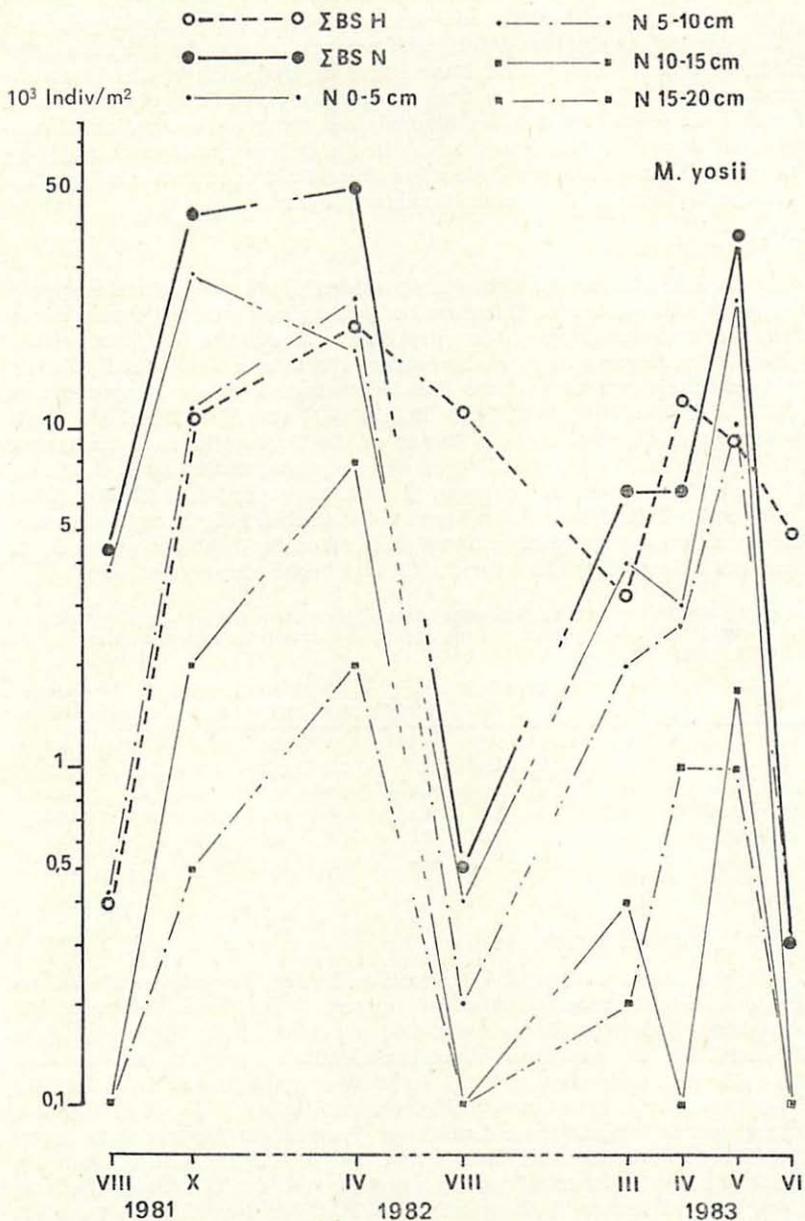


Abb. 1. Populationsdichten von *Mesaphorura yosii* an den Beobachtungsstellen N (volle Kreise) und H (offene Kreise) und Tiefengliederung der Population an BS (N).

Die mitgeteilten Beobachtungen lassen die Schlußfolgerung zu, daß *M. yosii* als Pionierart in warm-trockenen Sandböden auftreten kann, extreme xerotherme Jahreszeiten vorwiegend inaktiv bzw. im Ei-Stadium überdauert und kurze Entwicklungszeiten hat. Diese Einschätzung stimmt mit den Ergebnissen der Literatur überein, die für diese schon seit 1967 bekannte Art (im Gegensatz zu anderen Arten des *Tullbergia-krausbaueri*-Komplexes) bereits vorliegt. Hiernach ist *M. yosii* besonders in sandigen und sauren Waldböden sehr weit verbreitet (von Frankreich und Skandinavien bis Japan und China). In einem japanischen *Pinus*-Forst erwies sich die Verbreitung von *M. yosii* als negativ mit der Bodenfeuchtigkeit korreliert (in einem *Quercus-Fagus*-Hang besiedelte die Art fast nur die Hangkuppe; TAKEDA 1979, 1981). Ihre Tiefenverteilung zeigte im Jahresablauf eine weitgehende Konstanz mit Bevorzugung der oberen 2–5 cm (TAKEDA 1978). In dem *Pinus*-Forst nimmt TAKEDA (1983) vier Generationen an. Er findet eine geringere Abundanzdynamik im Jahresablauf (23,4 bis 1,2 TI) als am hier untersuchten Standort. Für kurze Entwicklungszeiten bzw. Generationsdauer sprechen auch die Befunde von HUHTA et al. (1983), die nach toxischem Düngungseinfluß die schnellste Regeneration bei *M. yosii* feststellten.

Mesaphorura critica Ellis, 1976 sensu Rusek, 1982

In der Gesamtabundanz der Tullbergiinae nimmt *M. critica* an beiden BS den zweiten Rang ein. Sie ist ebenso wie *M. yosii* bereits bei der ersten Probenahme (23. 9. 80) vorhanden, zeigt aber eine deutliche Tendenz zur Erhöhung der relativen (Tab. 2) und absoluten (Abb. 2) Populationsdichte von 1980 bis 1983. Besonders nach Trockenperioden (Oktober 1981, August 1982) läßt *M. critica* eine Verlagerung des Populationsschwerpunktes in die Tiefe erkennen (Abb. 2), die wohl nur durch Tiefenwanderung erklärbar ist: Im Frühjahr 1983 zeigte die Art zunächst eine „normale“ Dichteverteilung mit Schwerpunkt im obersten Bodenbereich (0–5 cm); im Juni 1983 lag aber das Maximum bei gleichzeitiger Reduktion der Gesamtabundanz tiefer als 5 cm. Es handelte sich durchweg um adulte Tiere, so daß aktive Tiefenwanderung anzunehmen ist. Die durchschnittliche Tiefenverteilung (Tab. 3) weist darauf hin, daß *M. critica* im vegetationsarmen Boden der BS (N) den Gesamtbereich zwischen 0 und 10 cm Tiefe etwa gleichmäßig besiedelte, sich aber unter der geschlossenen Vegetationsdecke der BS (H) in 0–5 cm doppelt so häufig aufhielt wie in 5–10 cm Tiefe. *M. critica* verhielt sich also auch in dieser Hinsicht anders als *M. yosii*. Ein weiterer Unterschied zwischen beiden Arten besteht darin, daß die Populationsdynamik von *M. critica* für beide BS (besonders für 1983) annähernd gleichartig war, nicht unter der Vegetationsdecke (H) ausgeglichener wie bei *M. yosii*. Die Schwankungsbreite der absoluten Siedlungsdichte betrug für *M. critica* 0,2 TI (20. 10. 81, H) bis 34,0 TI (25. 5. 83, N) (vgl. Abb. 2).

Mesaphorura hylophila Rusek, 1982

In gleicher Richtung, aber noch deutlicher unterscheidet sich das Verhalten der rezedenten (Tab. 2) Art *Mesaphorura hylophila* von der dominanten *M. yosii*. Diese Art wurde erstmalig für beide BS (und für die DDR) am 15. 4. 1982 nachgewiesen, erreichte am BS (N) aber sofort eine hohe Abundanz von 14,3 TI.

Die geringe Zahl der Wiederholungen läßt die Möglichkeit offen, daß hiermit zufällige Aggregationszentren erfaßt wurden. Diese Schlußfolgerung kann auch

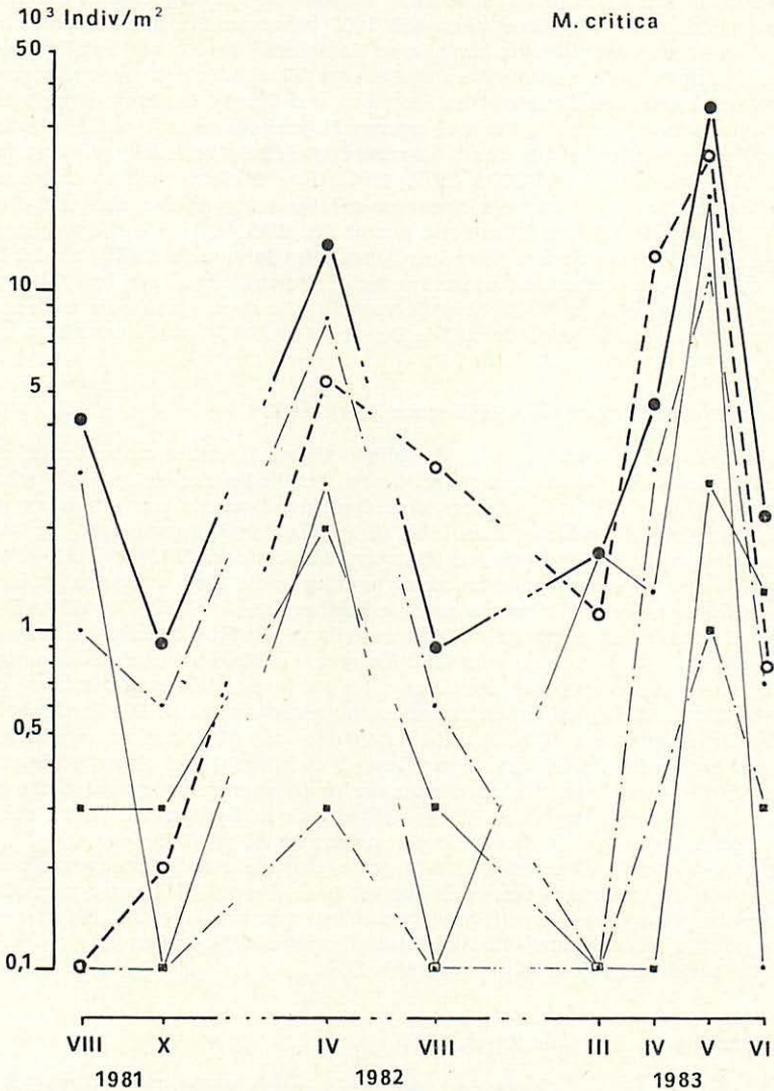


Abb. 2. Populationsdichten von *Mesaphorura critica* an den Beobachtungsstellen N und H und Tiefengliederung der Population an BS (N). Zeichenerklärung s. Abb. 1.

aus der im übrigen parallelen Abundanzentwicklung an den beiden BS gezogen werden (Abb. 3). Hinsichtlich der Tiefenverteilung zeigte *M. hylophila* die

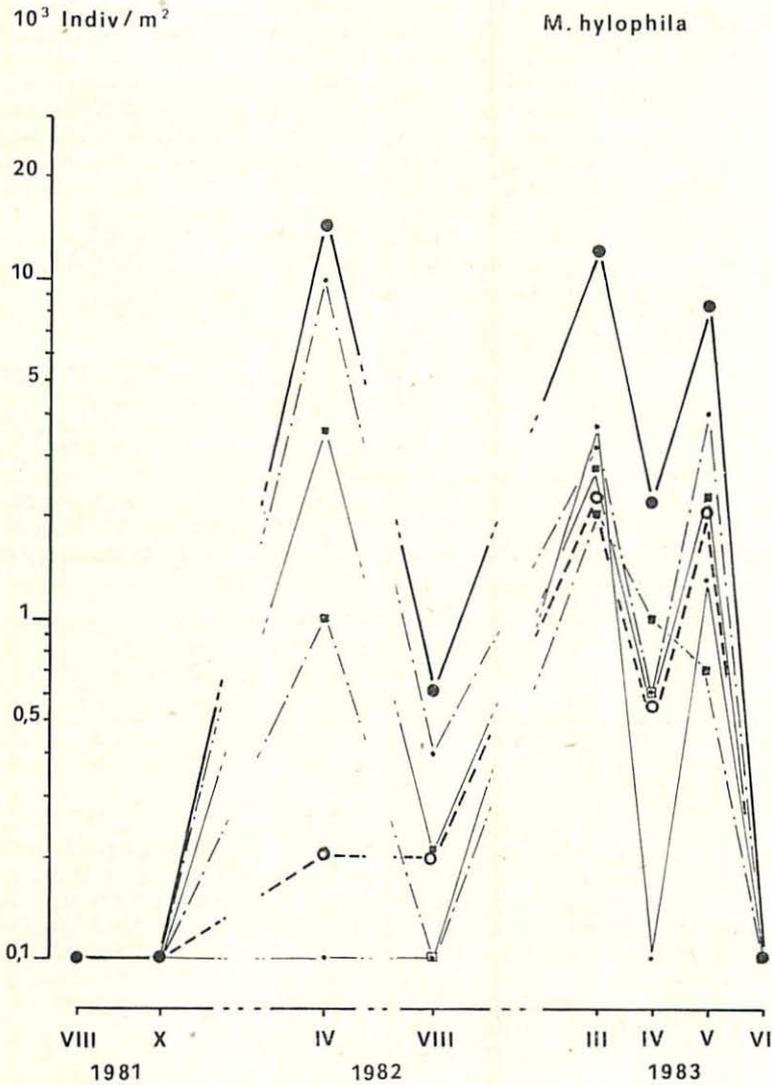


Abb. 3. Populationsdichten von *Mesaphorura hylophila* an den Beobachtungsstellen N und H und Tiefengliederung der Population an BS (N). Zeichenerklärung s. Abb. 1.

extremsten Gegensätze aller Tullbergiinae: unter der *Hieracium*-Decke wurde die oberste Bodenschicht (0–5 cm) klar bevorzugt und Tiefen unter 10 cm ganz gemieden. Im vegetationsarmen Sandboden (N) lag der durchschnittliche Schwerpunkt bei 5–10 cm, und in 10–15 cm Tiefe hielt sich die Art noch 2–3mal häufiger auf als in 0–5 cm Tiefe (Tab. 3). Diese Durchschnittswerte entsprechen den konkreten Schichtungsverhältnissen, die für BS (N) in Abb. 3 dargestellt sind. Bemerkenswert ist, daß die Art zum Zeitpunkt des Winterausgangs (III. 83) noch fast eine „Normalverteilung“ zeigte, wenn auch mit relativ hohen Anteilen bis zu 20 cm Tiefe. Es liegt nahe, als Ursache der Tiefenpräferenz von *M. hylophila* eine sehr enge Bindung an mikroklimatische Gradienten zu vermuten. Die zur Klärung erforderlichen Untersuchungen stehen aus, wie überhaupt die Erfahrungen mit dieser Art erst beginnen müssen. Auch nutritive u. a. Faktoren wären als Auslöser des auffälligen Verhaltens von *M. hylophila* denkbar. Die Extremwerte der Siedlungsdichte lagen für diese Art zwischen 0,2 TI (15. 4., 8. 9. 82 H) und 14,3 TI (15. 4. 82 N).

Karlstejnina norvegica Fjellberg, 1974

Karlstejnina norvegica wurde an BS (N) zwar bereits am 23. 9. 80 vorgefunden, jedoch in geringer Abundanz. An BS (H) gelang der erste Nachweis am 15. 4. 82. Es scheint so, daß diese Art wie *M. critica* und *M. hylophila* erst mit der Entwicklung des Standortes zu etwas ausgeglicheneren und weniger dystrophen Bedingungen zur Entwicklung gekommen ist. Sie erreichte die für *M. critica* gefundenen Abundanz nur in der Anfangsphase in BS (N) (Tab. 2). Der Gang ihrer Populationsdynamik unterscheidet sich von den für *M. yosii* gefundenen Verhältnissen nicht wesentlich. Nach der durchschnittlichen Tiefenpräferenz (Tab. 3) scheint sich *K. norvegica* sehr ähnlich wie *M. hylophila* im

Tab. 3. Durchschnittliche Tiefenverteilung der Arten der Tullbergiinae in den Jahren 1980–1983 (in Prozent der Summe der Tullbergiinae)

Art Beobachtungs- stelle	M. yosii		M. critica		M. hylophila		K. norvegica		Mittel
	N	H	N	H	N	H	N	H	
0 – 5 cm	52,2	54,9	42,4	62,0	13,4	62,5	19,9	10,4	39,7
5 – 10 cm	34,5	35,9	42,8	30,1	48,4	37,5	52,7	55,4	42,2
10 – 15 cm	9,4	4,7	11,5	5,9	31,0	0,0	21,5	21,1	13,1
15 – 20 cm	3,7	4,4	3,2	1,2	7,2	0,0	5,9	13,0	4,8

offenen Boden zu verhalten, mit dem Unterschied, daß sie den Bereich zwischen 5 und 10 cm Tiefe gleichmäßig für beide Formen der Vegetationsdecke (BS N und H) bevorzugte. Der Vergleich der konkreten Untersuchungstermine (Abb. 4) zeigt aber deutliche Unterschiede: Zu Zeiten der Abundanzmaxima (IV 82; V 83) besiedelte *K. norvegica* den oberflächennahen Boden (0–5 cm) dichter als die Schichten unter – 10 cm, aber im zeitigen Frühjahr (III 83 N; IV 83 H) war dort – ganz im Gegensatz zu *M. hylophila* – keine *K. norvegica* nachzuweisen. Die Extremwerte der Siedlungsdichte lagen für diese Art zwischen 0,6 TI (22. 8. 81; 8. 9. 82 N) und 25,6 TI (15. 4. 82 N).

Die hier mitgeteilten Erfahrungen zeigen, daß die taxonomische Feindifferenzierung des früheren „*Tullbergia krausbaueri*-Komplexes“ zu Arten geführt hat, die sich nicht nur morphologisch bzw. chaetotaktisch trennen lassen (z. T. mit Ausnahme von Stadium I), sondern sich auch ökologisch unterschiedlich ver-

halten. Sicher wird es noch einige Zeit dauern, bis ausreichende ökologische Kenntnisse auf der Basis der neuen taxonomischen Gliederung vorliegen, um eine Wertung des Verhaltens dieser Arten vornehmen zu können. Für indikato-

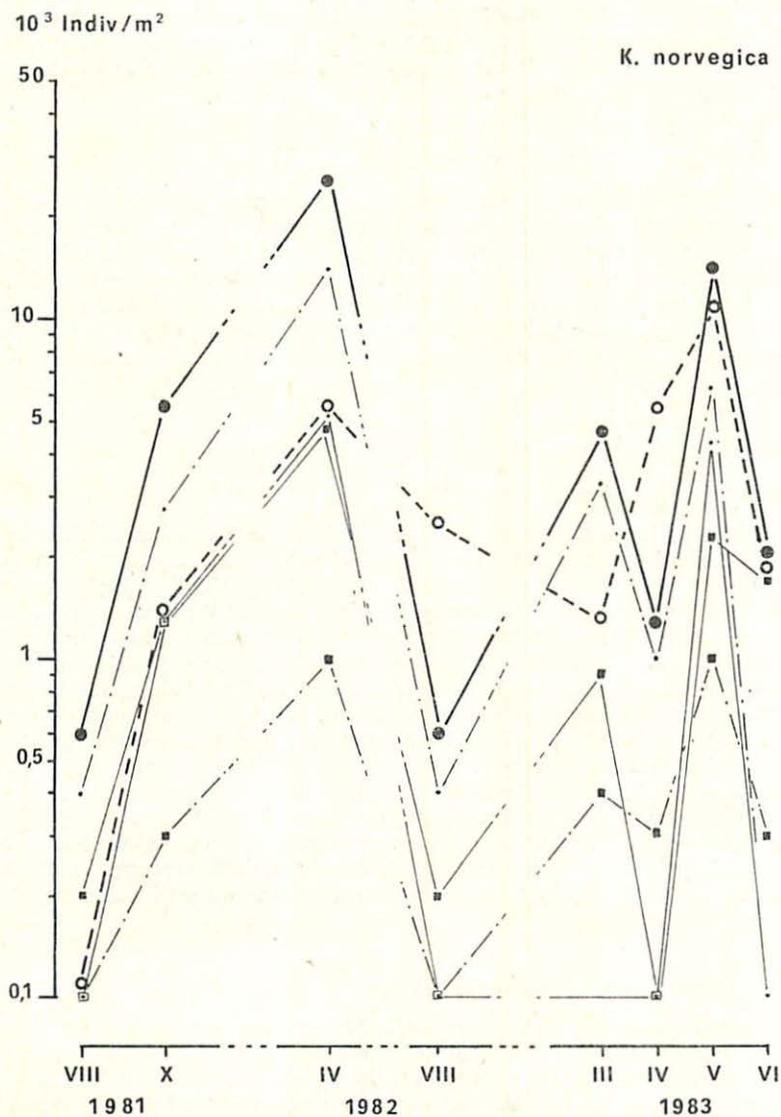


Abb. 4. Populationsdichten von *Karlstejnja norvegica* an den Beobachtungsstellen N und H und Tiefengliederung der Population an BS (N). Zeichenerklärung s. Abb. 1.

rische Zwecke kann man zwar möglicherweise mit sehr ähnlichen Nahrungs- und Wohnraumbedürfnissen (Porenvolumen) dieser Arten rechnen, nicht aber mit der Gleichheit der verbreitungsbestimmenden Ansprüche an die Umweltfaktoren. Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen gewonnenen Befunde geben bei aller Deutlichkeit der vorhandenen Differenzen im Verhalten noch keine überzeugende Vorstellung davon, ob und wie eine Trennung der ökologischen Nischen dieser ohne Zweifel sehr eng verwandten und wohl auch relativ jungen Arten wirksam ist.

Stenaphorura quadrispina Börner, 1901

Eine deutlich größere Art der früheren großen Gattung *Tullbergia*, die offene Standorte häufiger bewohnt als geschlossenen Wald. Ihr Auftreten an BS (N) überrascht nicht, eher die Tatsache, daß sie hier nur 1980 und 1981 (mit Abundanz bis zu 0,7 TI) nicht aber in den intensiveren Untersuchungen 1982 und 1983 nachgewiesen werden konnte. Da das Ende dieser Population noch nicht durch den Kronenschluß der Jungpflanzung verursacht sein kann, kommt am ehesten die Annahme von erhöhtem Konkurrenzdruck als kausale Erklärung in Betracht.

Übrige Collembola

Onychiurus tricampatus Gisin, 1956

Onychiurus tricampatus wird heute gewöhnlich ohne Bedenken als „gute Art“ geführt, obwohl Zweifel angebracht sind. Für die ideale Charakteristik nach GISIN sind u. a. wesentlich: Pseudocellenformel dorsal 33/-23/33343, Chaetotaxie an Thorax I "i 3 -", Abdomen I-IV ohne, Abdomen V mit Borste s'. Adulte Exemplare (und subadulte mit differenzierter Geschlechtsöffnung) von BS (N) (an BS H trat die Art nur in Einzelexemplaren auf) zeigten eine hohe Variabilität der Kopfseudocellen (24; 32; 34), relativ häufiges Fehlen der Borste s' auf Abdomen V „aber auch das Auftreten einer Borste s'“, sowie auch gelegentlich den Besitz der Borste m auf Thorax I. Leider gehen die zahlreichen (etwa 40) Fundmeldungen zwischen England, Spanien, Skandinavien, Polen und Jugoslawien über diese Fragen meist hinweg, obwohl die Verwertbarkeit ökologischer Angaben doch die morphologische Identität als Voraussetzung haben, vor allem bei diesen mehr oder weniger statistisch definierten Kleinarten der *Onychiurus armatus*-Gruppe. Die höchste Siedlungsdichte erreichte *O. tricampatus* am 15. 4. 82 mit 8,2 TI, meist lag die Abundanz wesentlich darunter (um 0,3-1,0 TI).

Cryptopygus scapelliterus (Gisin, 1955)

Die Art hat nach den bisherigen Fundmeldungen eine westeuropäische (atlantische) Verbreitung, tritt aber in Mitteleuropa nur in offenen Böden (Weinberge der Pfalz, landwirtschaftliche Böden bei Bonn) oder im trockenen Kiefernwald (Dübener Heide) auf, so auch hier. Die taxonomische Identität scheint gegeben (DUNGER 1970). An der BS (N) erreichte *C. scapelliterus* die maximale Siedlungsdichte mit 5,9 TI, meist lagen die Werte aber niedriger (0,2-0,7 TI).

Isotoma notabilis Schäffer, 1896

In europäischen Böden fast ein Ubiquist, aber keine Pionierart. Erwartungsgemäß hielt sich die Populationsdichte von *I. notabilis* an beiden BS über die ganze Beobachtungszeit in sehr niedrigen Grenzen (zwischen 0,2 und 1,3 TI). Bemerkenswert sind aber kurzzeitige und lokale starke Vermehrungen (nur an BS H), die am 26. 10. 81 mit 26,6 TI (vorwiegend juvenil) und am 15. 4. 82 mit 10,8 TI (vorwiegend adult) registriert wurden. Welche Umstände diese momentanen Populationsanstiege verursachten ist unbekannt. Für die Bewertung einzelner Stichproben sind solche Beobachtungen lehrreich. Fast die gesamte Population war auf den oberen Bodenbereich beschränkt (0–5, seltener 5–10 cm). Tiefer als 10 cm wurde die Art fast nie angetroffen.

Entomobrya multifasciata (Tullberg, 1871)

Als typischer Bewohner offen-warmer Böden, in Mitteleuropa häufig besonders vom Menschen gestörter Biotope, erscheint die Art am Beobachtungsort durchaus charakteristisch. Ihre Populationsdichte läßt sich allenfalls im zeitigen Frühjahr durch Bodenproben, später im Jahr am besten durch Bodenfallen kennzeichnen. Am 29. 3. 83 erreichte *E. multifasciata* 4,0 TI. Die Fangzahlen steigerten sich von 2 bis 3 IFW im Jahre 1980 auf 10 bis 18 IFW im Jahr 1983 (BS N). Dies ist vielleicht ein Hinweis darauf, daß die Art kein eigentlicher Pionier ist. Der offene Boden wurde stärker besiedelt als der Boden unter der *Hieracium*-Decke (H).

Lepidocyrtus cf. nigrescens Szeptycki, 1967

Die hier auftretende Population gehört zweifellos zur *nigrescens*-Gruppe, deren Taxonomie trotz vieler Bemühungen noch immer Rätsel aufgibt. Es handelt sich offensichtlich um eine Pionierart, die im Laufe der Standortsentwicklung rückläufige Tendenzen zeigte. Nach Bodenproben wurden Siedlungsdichten von 8,9 TI erreicht (22. 10. 81, N und H). In den (immissionsgeschützten) Fallen ging die Fangzahl von 143 IFW (26. 10. 80 N) auf 20 bis 30 IFW (1983 N und H) zurück.

Lepidocyrtus paradoxus Uzel, 1890

Diese Art ist in sehr hohen Individuenzahlen von Trockenwiesen und auch anthropogen beeinflussten offenen Böden Europas bekannt. Ihr regelmäßiges, aber seltenes Auftreten an den BS (N) und (H) mit Fangzahlen von durchschnittlich 1 bis 6 IFW ist möglicherweise mit dem durchschnittlich sehr geringen Trophiegrad des Standortes in Zusammenhang zu bringen.

Lepidocyrtus cyaneus Tullberg, 1871

Eine weit verbreitete, nach dem östlichen Europa zu aber selten werdende Art des offenen Geländes (Wiesen). Sie entsprach in ihrer Populationsdichte am Standort etwa *L. cf. nigrescens*, zeigte aber keine so eindeutig abnehmende Tendenz mit zunehmender Standortvielfalt an den BS. Die maximale Abundanz nach Bodenproben betrug 21,0 TI (15. 4. 83, N), ihre durchschnittliche Siedlungsdichte lag um 1 bis 2 Zehnerpotenzen tiefer. In Fallen erreichte *L.*

cyaneus Fangzahlen zwischen 135 und 15 IFW, durchschnittlich 37 IFW (BS N und H).

Cyphoderus albinus Nicolet, 1841

Diese als myrmekophil bekannte Art war an den Beobachtungsstellen in Übereinstimmung mit dem reichlichen Ameisenbesatz regelmäßig, aber nicht häufig vertreten (1 bis 18, durchschnittlich 4 IFW). Außerhalb von Ameisennestern fand sich *C. albinus* nur an der Bodenoberfläche, nie innerhalb des Bodens.

Sminthurus nigromaculatus Tullberg, 1872

Die Art ist als Bewohner europäischer Wiesen weit verbreitet und ernährt sich wohl vorwiegend von Pollen. Für das schwankende, meist aber sehr geringe Nahrungsangebot erscheint wiederum charakteristisch, daß die Siedlungsdichte von *S. nigromaculatus* meist knapp an (oder unter) der Grenze der methodischen Erfäßbarkeit lag, gelegentlich aber Dichtespitzen mit bis zu 29 IFW bzw. 33,3 TI (juvenile Tiere in Bodenproben) auftraten. Keine dieser Vermehrungen scheint länger als 1 bis 3 Monate angehalten zu haben.

Myriapoden und Proturen

Die nach der Besprechung der Collembolen verbliebenen nichtpterygoten Antennaten der BS können kurz und gemeinsam behandelt werden, weil keine der 10 hierzu zu rechnenden Arten regelmäßig und mit nennenswerter Populationsdichte angetroffen wurde.

Die ökologischen Ansprüche der Proturen (NOSEK 1973), Symphylen und Pauropoden sind noch schwierig zu deuten. *Eosentomon delicatum* ist auf trocken-warmen Böden von Bergbauhalden häufig (DUNGER 1972). *Gracilentulus gracilis* und *Eosentomon mixtum* dürften eher als Nadelwaldarten gelten. Unter den Chilopoden trat *Lithobius calcaratus* am häufigsten auf. Als standortstypisch sind *Lamyctes fulvicornis*, ein Bewohner offener, warm-trockener Böden, und *Pachymerium ferrugineum* zu nennen, eine gegen Feuchte und Temperatur sehr tolerante Art, die in offenen Böden ihr Optimum findet. Bemerkenswert ist der einzige Diplopede, der hier nachzuweisen war, ein Weibchen von *Allajulus latestriatus*. Auch in der Literatur ist nur diese Art (für Mitteleuropa) als echter Sandbewohner unter den Diplopeden bekannt – dank ihrer hohen Anpassungsfähigkeit.

Eosentomon mixtum und *Allajulus latestriatus* werden hier erstmalig für die Oberlausitz genannt (vgl. DUNGER 1966, 1972). Für die Bearbeitung der Chilopoden und Diplopeden danke ich Frau Karin Voigtländer.

Käfer (Coleoptera)

Die Käferfauna der BS wurde nicht vollständig erfaßt und ausgewertet. Von Interesse waren nur die als Episiten der Collembolen in Betracht kommenden Gruppen. Insgesamt ist jedoch die Siedlungsdichte aller Coleopteren an den BS sehr gering. Die höchsten Fangzahlen erreichten die Staphyliniden mit durchschnittlich 4 IFW. Sie sind auch die artenreichste Käfergruppe. Die Mehrzahl der in den Artentabellen genannten Carabiden und Staphyliniden sind eurytop und

weit verbreitet. Als für den Standort charakteristisch sind folgende Arten hervorzuheben: *Platydracus stercorarius*, eine in der Oberlausitz seltene, thermophile und myrmecophage Art mit Verbreitungsschwerpunkt in Süd- und Mitteleuropa; *Ocyptus picipennis*, eine mehr südorientierte paläarktische Art offener und trockener Böden, in der Oberlausitz ebenso selten wie *Quedius aridulus*, ein thermophiler Bewohner der Heiden und Kiefernwälder mit dem Verbreitungsschwerpunkt in Westeuropa. Für die Bearbeitung der Coleopteren danke ich Herrn Jürgen Vogel.

Formiciden

Die Ameisen wurden nur aus den Fängen 1983 ausgewertet. Es ergab sich, daß trotz der geringen Fangzahl von 5 bis 6 IFW eine für die geringe Fangfläche erstaunlich hohe Artenzahl (11 Arten) nachzuweisen war. Die vorherrschenden Arten sind ausgesprochen xerothermophil (*Tetramorium caespitum*, *Myrmica sabuleti*, *Formica rufibarbis*), nur der mesophile *Lasius niger* erreicht ähnlich hohe Individuenanteile. Als vorrangig carnivor sind hiervon besonders *Myrmica sabuleti* und *Formica rufibarbis* zu nennen. Sie kommen, zusammen mit der subdominanten *Formica sanguinea*, in erster Linie als Episiten der Collembolen in Betracht, nicht aber die absolut dominierende *Tetramorium caespitum*. Myrmekologisch fällt auf, daß die in Trockenrasen zu erwartende *Lasius alienus* nicht nachzuweisen war. Der Grund hierfür kann in der Kleinflächigkeit der BS und der beherrschenden Stellung der Zwillingart *Lasius niger* gesucht werden, zusammen mit der kurzen Entwicklungszeit des Standortes. Für die Bearbeitung der Formiciden danke ich Herrn Bernhard Seifert.

Bedingungsfaktoren der Massenentwicklung

Wie oben geschildert, erreichen einige Collembolenarten – vor allem *Proisotoma cf. topsenti*, aber auch *Mesaphorura yosii* und *M. critica* – am untersuchten Standort sehr hohe Populationsdichten. Die Standortskennntnis reicht nicht aus, um das Bedingungsgefüge dieser Prozesse voll aufzuklären. Einige Hinweise auf Faktoren, die hierbei eine Rolle spielen, sind jedoch möglich.

Eine wesentliche Bedeutung dürfte dem Wettergeschehen zukommen. Hierfür spricht die Beobachtung, daß sich die Spitzen der Übervermehrungen aus weitgehend synchronisierten, d. h. annähernd altersgleichen Populationen aufbauen. Dem Witterungsablauf dürfte dabei eine doppelte Rolle zufallen. Es ist anzunehmen, daß er einerseits für die Minimierung der Mortalität vor allem der Ei- und Jugendstadien wesentlich ist, andererseits einen bestimmenden Einfluß auf den hervorstechendsten Begrenzungsfaktor, die Nahrungsarmut des Standortes, ausübt. Dies könnte auf verschiedenen Wegen geschehen. Ein herausragend hohes Pollenaufkommen ist aus standörtlichen und jahreszeitlichen Gründen als Ursache nahezu auszuschließen. Ideale Witterungsbedingungen für das Wachstum von Bodenalgen und Bodenpilzen kommen dagegen zur Erklärung der Phänomene sehr wohl in Betracht. Einen konkreten Nachweis für solche Faktoren gibt es zwar nicht, die Kontrolle des Darminhaltes läßt diese Vermutung aber zu.

Für die beiden Abundanzmaxima von *Proisotoma cf. topsenti* (August 1980 und August 1981) liefert die Analyse des Witterungsablaufes (nach den amtlichen Wetterberichten und den monatlichen Verteilungskarten der Nieder-

schläge) in gleiche Richtung weisende Indizien. Im gesamten Beobachtungszeitraum fielen im Bereich der Monate, die eine rasche Entwicklung zulassen (Mitteltemperatur höher als 10 °C) nur zweimal annähernd doppelt bis dreifach so viel Niederschläge wie normal (150 bis 300 mm Monatsniederschlag), verbunden mit im Vergleich zum langjährigen Mittel zu tiefen Temperaturen: im Juli 1980 und im Juli 1981. Im Jahre 1980 ermöglichte die anhaltende Feuchtigkeit eine gewisse Ausdehnung des Maximums. Die Trockenheit im August und September 1981 bedingte offensichtlich einen schnellen Zusammenbruch der unter den Optimalbedingungen des Juli entwickelten Massenpopulation. Ob die günstigen Witterungsabläufe mehr fertilitätssteigernd bzw. mortalitätssenkend auf die Dynamik von *Proisotoma* cf. *topsenti* einwirkte oder vor allem das Nahrungsangebot anhub, oder ob eine Kombination dieser Wirkungen entscheidend war, läßt sich nicht klären. Wenn dem Witterungsablauf ebenfalls ein Einfluß auf die Massendynamik der Arten der Tullbergiinae zukommt, so offenbar in einem inversen Sinn im Vergleich zu *Proisotoma* cf. *topsenti*.

Begünstigend für diese Massenentwicklung wirkte sich zweifellos die geringe Abundanz der Opponenten am Standort aus. Eine Parasitierung der Collembolen hat sich bei der mikroskopischen Kontrolle in keinem Fall gezeigt. Nematelminthen sind also mit Sicherheit auszuschließen; für einzellige Parasiten gibt es keinen Anhaltspunkt. Als Episiten der Collembolen kommen am Standort vor allem Raubmilben (Gamasida), Chilopoden, Carabiden, Staphyliniden und Formiciden in Betracht.

Die Siedlungsdichte der Milben war generell an beiden Beobachtungsstellen sehr gering. Sie betrug außerhalb der Übervermehrungsphasen der Collembolen nur etwa 3/4 der Collembolen-Abundanz im Oberboden (0–5 cm) und nur etwa 60 % in tieferen Schichten; während der Hochphasen der Gradation der Collembolen blieb die niedrige Milbendichte unverändert. Für die hier behandelte Frage ist bedeutungsvoll, daß die Raubmilben (Gamasida) als zahlreichste Gruppe der Milben auftraten. Sie erreichten eine maximale Abundanz von 13,3 TI und schienen damit deutlich auf das reiche Angebot von Collembolen als Nahrung zu reagieren. Eine spezielle Untersuchung der Raubmilben wurde nicht vorgenommen. Ihre summarischen Abundanzwerte weisen aus, daß Zeiten hoher Collembolendichte nicht oder nur zögernd mit einem Anstieg der Gamasidendichte beantwortet wurde. Die Raubmilben, die unter normalen Bedingungen wirksame Opponenten der Collembolen sind, scheinen nicht als effektiver Begrenzungsfaktor für eine plötzliche Übervermehrung der Collembolen am Standort zu fungieren. Neben den für die eigene Entwicklung benötigten Zeiten ist hierbei sicher auch die Spezialisierung der Gamasiden auf verschiedene Größen und Verhaltensformen ihrer Beute-Collembolen entscheidend.

Den als mögliche Episiten der Collembolen ausführlicher besprochenen Gruppen der Antennaten stehen die kleinen Collembolenarten, insbesondere die Tullbergiinae, sicherlich nicht oder nur für die ersten Jugendstadien als Nahrung zur Verfügung. Dies dürfte wohl auch für die einen Millimeter nicht erreichende *Proisotoma* cf. *topsenti* gelten. Auf den Wechsel des ebenfalls kurzzeitigen – aber deutlich geringeren – Massenangebotes der größeren Collembolenarten können die räuberischen Antennaten offensichtlich ebenfalls nicht rasch genug reagieren. Ihre Individuendichte ist deshalb durchweg gering und keineswegs geeignet, eine wirksame Opponenten zu erzeugen.

Konkurrenz wäre an den Beobachtungsstellen vorrangig als Nahrungskonkurrenz denkbar. Welche Bedeutung sie erlangen kann und welche Konkurrenzpartner auftreten, läßt sich ohne konkrete Kenntnis der wichtigsten Nahrungsquellen nicht klären. Am wahrscheinlichsten bleibt die Auffassung, daß auch das Fehlen von Mitbewerbern um die nur kurzzeitig verfügbare Nahrung die Übervermehrung der Collembolen begünstigt.

Zusammenfassung

In den Jahren 1980 bis 1983 wurde die Massenentwicklung von Collembolen an zwei eng benachbarten, als Sandtrockenrasen ausgebildeten Offenstellen in einer Nadelholz-Jungkultur beobachtet (Kiefern-Teich-Landschaft N Bautzen, Oberlausitz). Die Art *Proisotoma* cf. *topsenti* zeigte Übervermehrung bis zu 100 000 Individuen/Falle/Woche. Der *Tullbergia-krausbaueri*-Komplex war mit 4 Arten vertreten (*Mesaphorura yosii*, *M. critica*, *M. hylophila*, *Karlstejnina norvegica*), deren zeitweise ebenfalls sehr hohe Abundanz und deren Tiefenverteilung auf unterschiedliches ökologisches Verhalten der „Kleinarten“ dieses Komplexes schließen lassen. Insgesamt werden 31 Collembolenarten, 4 Arten der Chilopoden, je 1 Art der Pauropoden, Symphylen und Diplopoden, je 3 Arten der Proturen und der Carabiden, 19 Arten der Staphyliniden und 10 Arten der Formiciden genannt. Als Ursachen für die Massenentwicklung der Collembolen kommen witterungsbedingte Minimierung der Mortalität, zusammen mit einem kurzfristig erhöhtem Nahrungsangebot bei geringer Opponenten, in Betracht.

Summary

Populations of springtails have been studied during 1980–1983 in two neighbouring open-dry sandy soil plots in a young coniferous plantation in the Oberlausitz (N Bautzen). *Proisotoma* cf. *topsenti* reached population densities up to 100 000 individuals/weak/soil trap. The *Tullbergia-krausbaueri*-complex was represented by *Mesaphorura yosii*, *M. critica*, *M. hylophila* and *Karlstejnina norvegica*. These species show distinctly different ecological behaviour and attain at times population densities of 20 000 to 40 000 individuals/m². In addition to 31 species of Collembola, altogether 42 species of Chilopoda, Symphyla, Pauropoda, Diplopoda, Protura, Carabidae, Staphylinidae and Formicidae are named. The gradation of springtails may be caused both by atmospheric conditions favouring food supply and population fertility or lowering mortality respectively and by the minimal action of epispites.

Literatur

- DUNGER, W. (1966): Myriopoden-Beobachtungen in der Oberlausitz. — Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 41, 15: 39–44.
- (1968): Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden des Braunkohlentagebaues. — Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 43, 2: 256 S.
- (1970): Neue und wenig bekannte Collembolen (Apterygota) aus Mitteleuropa. — Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 45, 2: 14 S.
- (1972): Systematische und ökologische Studien an der Apterygotenfauna des Neißetales bei Ostritz/Oberlausitz. — Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 47, 4: 44 S.
- (1978): Bodenzoologische Untersuchungen an rekultivierten Kippböden der Niederlausitz. — Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 52, 11: 19 S.

- (1985): Some observations on the taxonomy and biology of *Proisotoma topsenti eutricha* n. ssp., an outbreak showing springtail (Collembola). — im Druck.
- u. H.-D. Engelmann (1978): Testversuche mit immissionsgeschützten Bodenfallen für Mikroarthropoden. — *Pedobiologia* 18: 448-454.
- ELLIS, W. N. (1976): Autumn fauna of Collembola from Central Crete. — *Tijdschr. Ent.* 119, 8: 221-326.
- FJELLBERG, A. (1975): *Karistejnia norvegica*. A new species of Collembola (Onychiuridae, Tullbergiinae) from the alpine regions in Southern Norway. — *Norsk ent. Tidsskr.* 21: 15-18.
- HUHTA, V., R. HYVÖNEN, A. KOSKENNIEMI and P. VILKAMAA (1983): Role of pH in the effect of fertilization on Nematoda, Oligochaeta and microarthropods. — *New Trends in Soil Biology, Ottignies-Louvain-la-Neuve*: 61-73.
- NOSEK, J. (1973): The European Protura. — *Mus. Hist. Nat. Genève*, 346 S.
- RUSEK, J. (1967): Beitrag zur Kenntnis der Collembola (Apterygota) Chinas. — *Acta ent. bohemosl.* 64, 3: 184-194.
- (1971): Zur Taxonomie der *Tullbergia* (*Mesaphorura*) *krausbaueri* (Börner) und ihrer Verwandten (Collembola). — *Acta ent. bohemoslov.* 68, 3: 188-206.
- (1974): Zur Taxonomie der *Tullbergiinae* (Apterygota: Collembola). — *Vest. Cs. spol. zool.* 38: 61-70.
- (1976): New Onychiuridae (Collembola) from Vancouver Island. — *Canad. Journ. of Zoology* 54, 1: 19-41.
- (1982): European *Mesaphorura*-species of the *sylvatica*-group (Collembola, Onychiuridae, Tullbergiinae). — *Acta ent. bohemoslov.* 79: 14-30.
- TAKEDA, H. (1978): Ecological studies of collembolan populations in a pine forest soil. II. Vertical distribution of Collembola. — *Pedobiologia* 18: 22-30.
- (1979): item III. The life cycles and population dynamics of some surface dwelling species. — *Pedobiologia* 19: 34-47.
- (1981): A preliminary study on Collembolan Communities in a deciduous Forest Slope. — *Bull. Kyoto Univ. Forests* 53: 1-7.
- (1983): A long term study of life cycles and population dynamics of *Tullbergia yosii* and *Onychiurus decemsetosus* (Collembola) in a pine forest soil. — *Pedobiologia* 25: 175-185.

Anschrift des Verfassers:

Dr. habil. Wolfram Dunger,

Staatliches Museum für Naturkunde Görlitz — Forschungsstelle —

DDR - 8900 Görlitz, PSF 425

Eigenverlag des Staatlichen Museums für Naturkunde Görlitz — Forschungsstelle —

Alle Rechte vorbehalten

Printed in the German Democratic Republic — Druckgenehmigung Nr. J 134/84

Graphische Werkstätten Zittau III/28/14 1364 800