Untersuchungen über den Einfluß einer ausgewählten Pflanzengesellschaft (Melilotetum albi - officinalis Siss. 1950) auf die Zusammensetzung der Boden-Mesofauna

Renate Berendt, Dirk Bolte

Abstract: Results are presented from a comparative survey of the Acari and Collembola of two soil habitats in the north of Bremen (FRG). The habitats differed in soil quality but both of them had the same plant-community - a Melilotetum albi officinalis.
In total, 26 collembolan species were recorded. With regard to abundance and diversity (H_S) the examined faunas of the two habitats were generally similar. However, only 12 ssp. occurred in both plots. It is concluded, that the succession of euedaphic Collembola takes another course than that of vegetation or soil.

Einleitung

Mit Zunahme des Industrialisierungsprozesses mehren sich die Eingriffe des Menschen in den Naturhaushalt. In bisher nie gekanntem Maße werden ganze Landschaften verändert und oft irreversibel zerstört. An ihre Stelle treten neue Lebensräume mit teilweise sehr extremen ökologischen Verhältnissen. Zu ihnen gehören Abraumhalden, Tagebauflächen und Mülldeponien.

Vom Gesetzgeber ist vorgeschrieben, daß diese neuen Landschaftselemente rekultiviert werden. Rekultivierung bedeutet nach OLSCHOWY (1973) die Wiederherstellung einer „biologisch gesunden, fruchtbaren und nachhaltig leistungsfähigen Kulturlandschaft". Die derzeitige Rekultivierungspraxis ist indessen in der Regel nicht geeignet, diesem Anspruch zu genügen, da sie die biologischen Voraussetzungen dafür nicht hinreichend berücksichtigt (WEIDEMANN et al. 1982). Häufige Schäden an der gepflanzten oder gesäten Vegetation sind die Folge (NEUMANN & VAN OOYEN 1979). Die Sanierung der Ausfälle in der Pflanzendecke verursacht Kosten, die zu vermeiden wären, wenn die Rekultivierung erst nach einer Periode ungestörter Sukzession einsetzte (WEIDEMANN 1979). Ohne weiteres menschliches Dazutun könnten sich optimal an den jeweiligen Standort angepaßte Pflanzen- und Tierbestände entwickeln.

Unsere Kenntnisse über den Verlauf der Sukzession auf Ruderalflächen sind besonders im Hinblick auf die Bodenfauna sehr lückenhaft. Es liegen nur wenige Untersuchungen vor (u. a. DUNGER 1968, HUTSON 1980, HERMOSILLA 1982). Eingedenk der wichtigen Rolle, die die terricolen Organismen bei der Vermehrung und Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit spielen (FRANZ 1951, DUNGER 1964, NOSEK 1967 u. a.), sind weitere Erhebungen vonnöten, um zu einer optimalen Rekultivierungspraxis zu gelangen.

Die folgende Arbeit untersucht die Collembolen- und Milbensynusien zweier Ruderalflächen unterschiedlichen Alters, jedoch gleicher Vegetation. Sie ist ein Beitrag zur Frage des Einflusses der Pflanzengesellschaft auf die Bodenfauna.
Die Untersuchungen wurden im Zusammenhang mit dem Projekt „Rekultivierung" im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Stabilitätsgrenzen biologischer Systeme" der Universität Bremen durchgeführt.

Kennzeichnung der Untersuchungsflächen

Die beiden Untersuchungsflächen liegen am Nordrand Bremens. Sie beherbergen die gleiche Pflanzenassoziation: ein Melilotetum albi-officinalis SISS. (1946) 1950. Die beiden Steinkleearten, *Melilotus albus* und *M. officinalis* sind auf ihnen aspektbildend. Der Dekkungsgrad der Vegetation ist auf der Fläche A (Riensberg) etwas höher als auf der Fläche B (Siedenburg). Tab. 1 zeigt Vegetationsaufnahmen der beiden untersuchten Standorte unter Einschluß angrenzender Bereiche.

Tabelle 1: Melilotetum albi officinalis SISS. (1946) 1950

Probefläche	A	B
Probeflächengröße (m^2)	5	5
Artenzahl	14	13
Melilotus alba	2	2
Meliotus officinalis	2	2
Trifolium repens	+	·
Ranunculus repens	2	1
Tussilage farfara	·	r
Rumex obtusifolius	·	1
Artemisia vulgaris	1	+
Tanacetum vulgare	+	1
Cirsium arvense	·	1
Urtica dioica	1	2
Glechoma hederacea	2	1
Sonchus oleraceus	1	·
Holcus lanatus	+	·
Plantago major	+	·
Poa annua	2	r
Poa trivialis	+	+
Rubus fruticosus agg.	·	r
Taraxacum officinale	r	·

Die beiden Untersuchungsflächen unterscheiden sich durch ihr Alter (A = 7 Jahre, B = 4 Jahre) und die Bodenverhältnisse. Fläche A besteht aus einem Sandboden, während B einen lehmigen Sand aufweist. Beide Böden sind anthropogen (Auftragsflächen), worauf auch das sich vorwiegend aus Bauschutt zusammensetzende Skelettmaterial hinweist.

Eine vergleichende Zusammenfassung einiger Boden-Kennwerte der beiden Standorte zeigt Tab. 2. Fläche A liegt am Rande eines asphaltierten Weges, Fläche B auf einer abgedeckten ehemaligen Bauschuttdeponie.

Tabelle 2: Einige Boden-Kennwerte der Standorte A und B. Die Werte beziehen sich auf die Bodenschicht von 0-12 cm Tiefe.

Fläche	pH	org. Subst. %	Bodenart	Bodentemp. 11.12.80	akt. H_2O-Gehalt 11.12.80
A	7,2	7 %	Sand	7,8°C	40,7 %
B	7,2	10 %	lehm. Sand	8,3°C	18,5 %

Methoden

Die Entnahme der Bodenproben erfolgte mit Hilfe eines Bodenbohrers mit 4 cm hohen

und 100 cm^3 fassenden PVC-Ringeinsätzen. Je Standort und Bodentiefe (0-4, 4-8 und 8-12 cm) wurden 12 Bodenproben entnommen.
Die Wahl der Probeentnahmestelle erfolgte randomisiert (Zufallstafel, ROHLF et al. 1969) in einem Quadratrahmen von 100 cm Kantenlänge. Die Extraktion der Bodentiere fand mittels eines Kanister-Extraktionsgerätes nach MACFADYEN (1962) statt. Die Konservierung der Bodentiere erfolgte in 70 %igem Alkohol. Die Bestimmung wurde nach der Methode von GRANDJEAN (zit. in BALOGH 1958) vorgenommen. Für jede Bodenschicht wurden Mittelwert, Standardabweichung und Individuendichte pro m^2 ermittelt. Mit Hilfe eines Testes nach KOLMOGOROFF & SMIRNOFF (zit. in SACHS 1974) erfolgte ein statistischer Vergleich der Abundanzen der Untersuchungsflächen.
Als bodenkundliche Parameter wurden der ph-Wert (in KCL-Suspension mit Glaselektrode), die aktuelle Bodenfeuchte (gravimetrisch) und die organische Substanz (Bestimmung des Glühverlustes, DIN 19684) ermittelt (Korrektur um 0,1 % Glühverlust pro 1% Tonanteil).

Die Analyse der Phytocönose geschah mittels einer floristischen Kartierung der 1 m^2-Flächen und Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964), wobei auch anliegende Areale berücksichtigt wurden.

Die aktuellen Luft- und Bodentemperaturen (0, -5, -15 und -30 cm) wurden mit einem elektrischen Thermometer ermittelt.

Ergebnisse

Abundanzen

Tab. 3 sowie Abb. 1 und 2 zeigen die Anzahl der Collembolen und Acari in der Horizontabfolge bis 12 cm Bodentiefe, vergleichend für beide Standorte.

Tabelle 3: Abundanzen (m^2) der Collembolen und Acari auf den Versuchsflächen A und B ($\bar{x}$ = Mittelwert aus 12 Proben, s = Standardabweichung).

HORIZONT	COLLEMBOLA ($\frac{IND}{m^2} \times 10^3$)				ACARI ($\frac{IND}{m^2} \times 10^3$)			
(cm Tiefe)	A		B		A		B	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0 - 4	130	50	110	60	20	6	30	20
4 - 8	50	40	30	18	20	7	20	20
8 - 12	40	25	10	8	30	15	10	8
0 - 12	220		150		70		60	

Die Fläche A weist mit 220.000 Ind./m^2 die höchsten Collembolen-Abundanzen auf. Der Unterschied zur Fläche B (150.000 Ind./m^2) ist erheblich, jedoch nicht signifikant (P 0,05). Auch in den einzelnen Bodentiefen erreicht der Standort A die größte Collembolen-Dichte. Im Gegensatz dazu sind die Abundanzen der Milben auf beiden Untersuchungsflächen recht ähnlich. Lediglich in 8-12 cm Tiefe unter Flur unterscheiden sich die Wohndichten deutlich.

Wenn auch die Wohndichte der Acari auf beiden Standorten weitgehend gleich ist, so verteilen sich die Tiere doch unterschiedlich auf die 3 Tiefen: Auf der Fläche B nimmt die Zahl der Acari mit zunehmender Tiefe ab, während es sich auf der Vergleichsfläche umgekehrt verhält. Die Abundanzzunahme ist insofern bemerkenswert, als die Wohndichte der Bodenmesofauna im allgemeinen mit zunehmender Tiefe abnimmt, was hauptsächlich auf die vertikale Verringerung von Hohlräumen und Nahrungsquellen zurückgeführt wird (MÜLLER 1965, SACHSSE 1969, WALLWORK 1970).

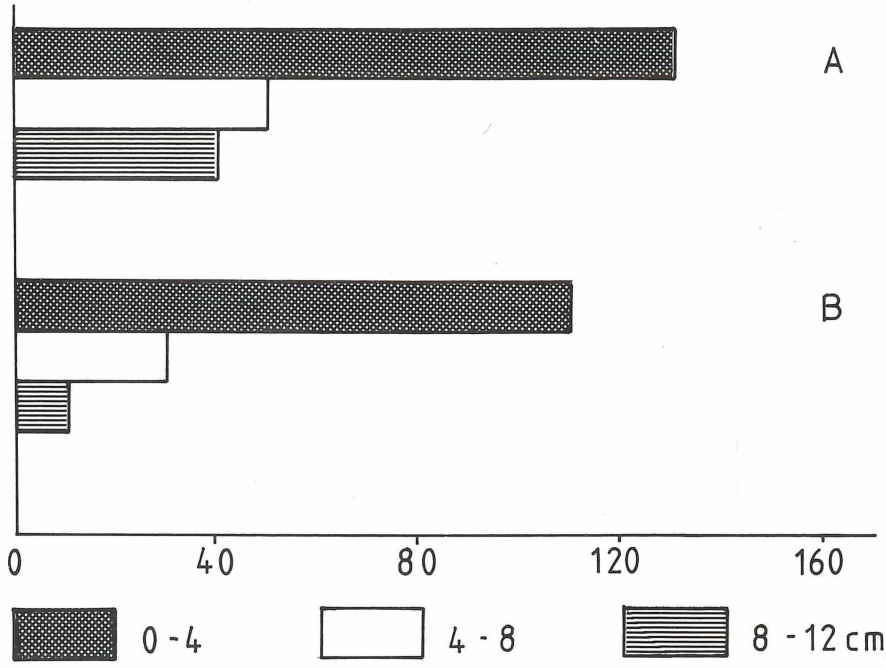

Abb. 1: Collembolendichte in der Horizontabfolge bis 12 cm Bodentiefe, vergleichend für A und B.

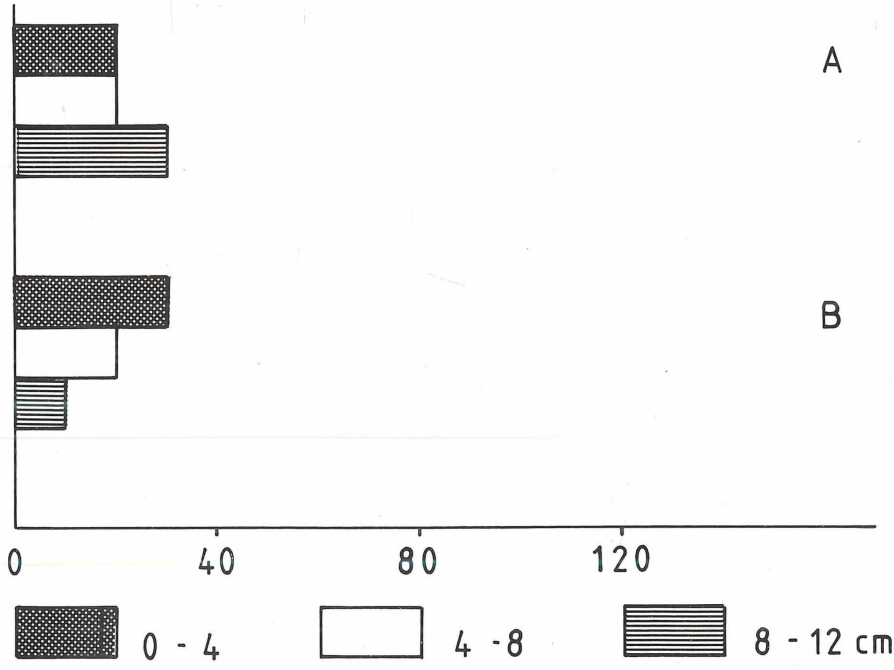

Abb. 2: Milbendichte in der Horizontabfolge bis 12 cm Bodentiefe, vergleichend für A und B.

Ein Vergleich der Abundanzen der Collembolen mit Werten von ähnlichen Standorten zeigt, daß die Wohndichten der beiden Untersuchungsflächen erstaunlich hoch liegen.

DUNGER (1968) und BROCKMANN et al. (1979) fanden auf Halden bzw. einer abgedeckten Bauschuttdeponie weitaus geringere Abundanzen. Im Gegensatz dazu liegen die Wohndichten der Milben nicht bemerkenswert hoch.

Artenspektren der Collembolen

Tab. 4 gibt eine Übersicht über die auf den Versuchsflächen gefundenen Collembolenarten. Insgesamt wurden 26 Spezies aus den Familien Onychiuridae (3), Isotomidae (9), Entomobryidae (7), Poduridae (4) und Sminthuridae (3) nachgewiesen. Beiden Flächen gemeinsam sind 12 Arten. *Tullbergia affinis, Folsomia candida, F. quadrioculata, Sminthurus spec., Neanura muscorum, Pseudachorutes dubius, Brachystomella parvula* und *Isotomiella minor* finden sich nur auf der Fläche A, während *Tullbergia quadrispina, Lepidocyrtus curvicollis, L. lanuginosus, Entomobrya marginata, E. lanuginosa, E. nivalis* sowie *Neelus minimus* allein auf Standort B nachgewiesen wurden.

Tabelle 4: Individuendichte der auf den zwei untersuchten Standorten gefundenen Collembolenarten.

Probefläche	A (Ind/m^2 x 10^3)			B (Ind/m^2 x 10^3)		
Tiefe (cm)	0-4	4-8	8-12	0-4	4-8	8-12
Isotoma notabilis SCHÄFFER	19,0	7,3	2,3	65,6	6,4	1,6
Isotoma viridis BOURLET	33,7	4,2	0,3	2,5	0,2	-
Isotomurus palustris (MÜLLER)	8,5	2,2	0,3	12,7	1,0	0,2
Isotomina bipunctata (AXELSON)	11,9	4,4	2,6	5,9	5,8	2,6
Isotomodes productus (AXELSON)	3,5	3,5	8,5	0,2	4,5	3,4
Isotomiella minor (SCHÄFFER)	0,2	0,07	0,03	-	-	-
Tullbergia krausbaueri (BÖRNER)	40,4	28,7	15,5	9,7	9,7	3,9
Tullbergia quadrispina (BÖRNER)	-	-	-	0,3	0,2	0,1
Tullbergia affinis BÖRNER	0,4	0,2	-	-	-	-
Folsomia fimetaria (LINNÉ)	8,2	4,5	5,3	0,3	0,1	0,1
Folsomia candida (WILLEM)	4,9	0,3	0,2	-	-	-
Folsomia quadrioculata (TULLBERG)	-	-	0,8	-	-	-
Friesea mirabilis (TULLBERG)	0,1	0,3	0,03	0,03	0,07	0,03
Tomocerus flavescens (TULLBERG)	0,1	-	-	0,1	-	-
Orchesella villosa (GEOFFROY)	0,7	0,03	-	0,3	0,03	-
Lepidocyrtus curvicollis BOURLET	-	-	-	3,5	0,7	0,03
Lepidocyrtus lanuginosus (GISIN)	-	-	-	1,8	-	-
Entomobrya lanuginosa (NICOLET)	-	-	-	1,1	-	-
Entomobrya marginata (TULLBERG)	-	-	-	1,1	0,2	-
Entomobrya nivalis (LINNÉ)	-	-	-	1,0	0,9	0,2
Pseudachorutes dubius KRAUSBAUER	0,1	-	-	-	-	-
Brachystomella parvula (SCHÄFFER)	0,8	-	-	-	-	-
Neanura muscorum (TEMPLETON)	0,2	-	-	-	-	-
Bourletiella hortensis (FITCH)	0,2	-	-	0,5	-	-
Sminthurus spec.	0,7	-	-	0,2	0,03	-
Neelus minimus WILLEM	-	-	-	-	-	0,2

Die Arten mit den höchsten Wohndichten *(Isotoma notabilis, Tullbergia krausbaueri, Isotumurus palustris, Isotomina bipunctata, Isotoma viridis, Folsomia fimetaria* und *Isotomodes productus)* kommen auf beiden Untersuchungsflächen vor. Es bestehen z. T. allerdings erhebliche Abundanz-Unterschiede. So weist *Isotoma viridis* auf der Fläche A mit 33.700 Ind./m^2 gegenüber 2500 Ind./m^2 auf Fläche B eine wesentlich höhere Dichte auf.

Ähnliche Relationen ergeben sich bei *Folsomia fimetaria* (8.200 Ind./m^2 gegenüber 300 Ind./m^2) und bei *Tullbergia krausbaueri* (40.400 Ind./m^2 gegenüber 9700 Ind./m^2). Umgekehrt ist auf Fläche B die Besiedlungsdichte von *Isotoma notabilis* mehr als dreimal so hoch wie auf Fläche A. Diese Abundanzunterschiede lassen sich nicht immer auf verschiedenartige ökologische Ansprüche zurückführen: Die Mehrzahl der Arten gilt als euryök und ist in den verschiedensten Biotopen angetroffen worden (STRENZKE 1949, GISIN 1943, CASSAGNAU 1961, FRANZ 1975). Nur *Isotoma viridis* und *Isotomurus palustris* haben eine etwas engere ökologische Amplitude. Erstere ist nach GISIN (1943) Charakterart der Fettwiesen und nimmt von den feuchten, sauren zu den trockenen, kalkhaltigen Böden ab, während letztere als feuchtigkeitsliebend bekannt ist (BOCKEMÜHL 1956).

Eine Reihe von Arten kommt nur in der obersten Bodentiefe vor bzw. hat hier mit Abstand die höchste Dichte. Dazu zählen neben den epi- und hemiedaphischen Collembolen wie *Orchesella villosa, Tomocerus flavescens* oder *Neanura muscorum* auch die meisten euedaphischen Spezies *(Tullbergia krausbaueri, Isotomina bipunctata* u. a.). Nur ein Vertreter der euedaphischen Springschwänze, nämlich *Isotomodes productus*, hat in den unteren Bodenschichten (4-8, 8-12 cm) seine größte Dichte. *Neelus minimus* und *Folsomia quadrioculata,* die beide nur in der untersten untersuchten Bodenschicht angetroffen wurden, gelten nicht unbedingt als euedaphisch (vgl. GISIN 1943, BOCKEMÜHL 1966).

Tab. 5 gibt den Diversitätsindex nach Shannon-Weaver wieder. Er ist für beide Flächen in allen Tabellen sehr ähnlich und unterscheidet sich nicht signifikant. Nur in der obersten Bodenschicht (0-4 cm) besteht zwischen den beiden Standorten ein recht erheblicher Unterschied. Insgesamt liegt die Diversität mit einem Wert von maximal 1,9059 nicht sehr hoch, d. h., es sind nur wenige Arten im gleichen quantitativen Verhältnis vorhanden (vgl. PIELOU 1969).

Tabelle 5: Diversitätsindex H_S nach Shannon-Weaver der verschiedenen Versuchsflächen, unterteilt nach Bodenschichten.

Tiefe (cm)	Standort A	Standort B
0- 4	1,8867	1,4007
4- 8	1,6246	1,8364
8-12	1,5230	1,7439
0-12	1,9059	1,7439

Diskussion

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß sich auf einer Deponie-Abdeckschicht nach etwa vierjähriger Sukzession sowohl bei den Milben als auch bei den Collembolen nahezu die gleichen Abundanzen eingestellt haben wie auf einer doppelt so alten Brachfläche. Die gegenüber der Brachfläche ungünstigeren Bodenverhältnisse der Deponie haben sich augenscheinlich nicht im nennenswerten Umfang auf die Besiedlungsdichte ausgewirkt. Hierbei ist vor allem bemerkenswert, daß die starke Verdichtung des Deponiebodens am Anfang der Sukzession nicht über einen längeren Zeitraum zum Tragen kommt. Das für das Gedeihen der Mesofauna unbedingt erforderliche Hohlraumvolumen (NAGLITSCH 1961, SCHIMITSCHEK 1938 u. a.) ist trotz Verdichtung schon von Anfang an in ausreichendem Maße vorhanden oder wird in der Folge durch die sich entwickelnden Pflanzenwurzeln geschaffen.

Unterscheidet sich die Mesofauna der beiden Untersuchungsflächen nur wenig in ihrer Abundanz, so weist sie doch erhebliche Differenzen hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung auf. Auch sind die Wohndichten der einzelnen, gemeinsam auf beiden Flächen vorkommenden Arten in den meisten Fällen sehr unterschiedlich. Daraus lassen sich indessen

nur wenige Hinweise auf verschiedenartige ökologische Bedingungen oder unterschiedliche Sukzessionsstadien der beiden Flächen ablesen. Die meisten der vorgefundenen Arten sind Kosmopoliten und gelten aus euryök. Auf Unterschiede in den ökologischen Gegebenheiten der beiden Flächen könnten allein *Isotomurus palustris, Entomobrya lanuginosa* oder *Isotoma viridis* hinweisen. Alle drei Spezies bevorzugen feuchtere Standorte, insbesondere die erstere Art (GISIN 1943, FRANZ 1956, BOCKEMÜHL 1966). Ihre Wohndichten auf den beiden Standorten geben indessen keinen Hinweis auf feuchtere Verhältnisse der einen oder der anderen Fläche. Zwar hat *Isotomurus palustris* eine etwas höhere Dichte auf der Deponiefläche (8) und *Entomobrya lanuginosa* kommt nur hier vor, doch sind die Unterschiede nicht erheblich, und umgekehrt besitzt *Isotoma viridis* wesentlich höhere Abundanzen auf der Untersuchungsfläche A.

Die Unterschiede im Artenspektrum der zwei Standorte beruhen vor allem auf subrezedent oder sporadisch auftretenden Spezies. Es verbietet sich daher eine Verknüpfung mit Faktoren oder Eigenschaften der Biozönose (vgl. KARG 1967), wenngleich auch als Leitform häufig nicht die dominanten, sondern die selteneren Arten geeignet sind (KÜHNELT 1965).

Die eingangs gestellte Frage, inwieweit Abundanzen und Artenspektren der Milben- und Collembolensynusien von der sie beherbergenden Pflanzengesellschaft abhängen, läßt sich anhand der vorliegenden Ergebnisse nur bedingt beantworten. Die Tatsache, daß wir auf den beiden Standorten ein sehr unterschiedliches Collembolen-Artenspektrum vorfinden, zeigt, daß die Zusammensetzung der Vegetation nicht allein bestimmender Faktor für den Aufbau der terricolen Tiergemeinschaften ist. Aber auch die Bodeneigenschaften scheinen hierbei nicht die tragende Rolle zu spielen. Zwar unterscheiden sich die beiden Flächen hinsichtlich ihrer Bodenkennwerte, doch die sich fast ausschließlich aus Kosmopoliten zusammensetzenden Collembolen-Synusien können schwerlich als Anzeiger für unterschiedliche pedologische Verhältnisse geltend gemacht werden. Auch kommen die wenigen Arten mit Zeigerqualität sowohl auf der einen als auch auf der anderen Fläche vor. Nur besonders extreme Bodenverhältnisse dürften Zusammensetzung und Abundanzen der Collembolen in feststellbarem Maße beeinflussen. Im Einklang mit den Ergebnissen von DUNGER (1975, 1982) und GHILAROV (1978) kann gesagt werden, daß die euedaphischen Collembolen einer eigenen, mit der Vegetation nicht unmittelbar synchron verlaufenden Sukzession folgen.

Zusammenfassung

Die Bodenfauna zweier Standorte eines Melilotetum albi-officinalis wurde untersucht. Beide Standorte unterscheiden sich in ihren pedologischen Eigenschaften und in ihrem Sukzessionsalter. Es wurden die Abundanzen von Milben und Collembolen ermittelt, von den Collembolen auch das Artenspektrum. Hinsichtlich der Abundanzen der untersuchten Tiergruppen bestanden zwischen den beiden Standorten keine signifikanten Unterschiede. Auch der Diversitätsindex H_S weist die Flächen als recht gleichartig aus. Lediglich das Artenspektrum zeigt beträchtliche Unterschiede. Nur 11 von 26 gefundenen Arten kommen auf beiden Standorten gemeinsam vor. Rückschlüsse auf unterschiedliche ökologische Bedingungen oder Sukzessionsstadien lassen sich daraus aber nicht ableiten. Die euedaphischen Collembolen düften einer eigenen, mit der Vegetationsentwicklung nicht synchron verlaufenden Sukzession folgen.

Literatur:

BALOGH, J. (1958): Lebensgemeinschaften der Landtiere. - Berlin, Budapest, 560 S.

BOCKEMÜHL, J. (1956): Die Apterygoten des Spitzberges bei Tübingen, eine faunistisch-ökologische Untersuchung. - Zool. Jb. (Syst.) **84**: 113-194.

BROCKMANN, W., KÖHLER, H. & SCHRIEFER, T. (1979): Recultivation of Refuse Tips: Soil Ecological Studies. - In: VII. Soil Zoology Colloquium, Syracuse, New York: 161-168.

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Wien.
CASSAGNAU, P. (1961): Ecologie du sol dans les Pyrénées centrales. Les biocénoses des Collemboles. - Actualités scient. et industr. 1283. Paris, 235 S.
DUNGER, W. (1964): Tiere im Boden. - Die neue Brehm-Bücherei, Wittenberg.
DUNGER, W. (1968): Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden des Braunkohletagebaus. - Abh. Ber. Naturkde.-Mus. Görlitz **43**: 1-256.
DUNGER, W. (1975): On the delimination of soil microarthropods coenoses in time and space. - In: J. VANIK (ed.): Progress in Soil Zool.: 43-49.
DUNGER, W. (1982): Die Tiere des Bodens als Leitformen für anthropogene Umweltveränderungen. - Decheniana - Beihefte (Bonn) **26**: 151-157.
FRANZ, H. (1951): Über die Bedeutung terricoler Kleintiere für den Stickstoff- und Humusgehalt des Bodens. - Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkd. **55**: 44-52.
FRANZ, H. (1955): Die Bedeutung der Kleintiere für die Humusbildung. - Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkd. **69**: 176-181.
FRANZ, H. (1975): Die Bodenfauna der Erde in biozönotischer Betrachtung. - 2 Teile. Wiesbaden.
GISIN, H. (1943): Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im Schweizerischen Exkursionsgebiet Basels. - Rev. Suisse Zool. **50**/4: 132-224.
GHILAROV, M. S. (1978): Bodenwirbellose als Indikatoren des Bodenhaushaltes und von bodenbildenden Prozessen. - Pedobiologia (Jena) **18**: 300-309.
HERMOSILLA, W. (1982): Sukzession und Diversität der Collembolenfauna eines rekultivierten Ackers. - Rev. Écol. Biol. Sol **15**: 379-386.
HUTSON, B. R. (1980): Colonization of industrial reclamation sites by Acari, Collembola and other invertebrates. - J. Appl. Ecology **17**: 255-275.
KARG, W. (1967): Bodenbiologische Untersuchungen über die Eignung von Milben, insbesondere von parasitiformen Raubmilben, als Indikatoren. - Pedobiologia **8**: 30-39.
KÜHNELT, W. (1965): Grundriß der Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Tierwelt. - Wien.
MACFADYEN, A. (1962): Control of humidity in 3 funnel type extractors for soil arthropods. - In: Progress in Soil Zoology (P. W. MURPHY ed.): 158-168, London.
MÜLLER, G. (1965): Bodenbiologie. - VEB G. Fischer, Jena.
NAGLITSCH, F. (1961): Untersuchungen über die Collembolenfauna unter Luzernebeständen auf verschiedenen Böden und eines Luzerne-Fruchtfolge-Versuches auf lehmigen Sandboden. - Diss. Leipzig.
NEUMANN, U. & VAN OOYEN, G. (1979): Rekultivierung von Deponien und Müllkippen. - Beihefte zu Müll und Abfall **16**.
NOSEK, J. (1967): Biosukzession in Böden der Niederen Tatra. - In: GRAFF, O. & SATCHELL, J. E. (eds.), Progress in Soil Biology: 141-147.
OLSCHOWY, G. (1973): Industrieanlagen. - In: BUCHWALD, K. & ENGELHARDT, W. (Hg.): Landschaftspflege und Naturschutz in der Praxis. - München, Bern, Wien.
PIELOU, E. C. (1966): Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. - J. Theor. Biol. **10**: 370-383.
ROHLF, & SOKAL, (1969): Statistical Tables. W. H. Freeman.
SACHS, L. (1974): Angewandte Statistik. Berlin.
SACHSSE, H. (1969): Ur-Insekten (Apterygoten). Stuttgart.
SCHIMITSCHEK, E. (1938): Einfluß der Umwelt auf die Wohndichte der Milben und Collembolen im Boden. - Z. angew. Entomol. **24**: 216-247.
STRENZKE, K. (1949): Ökologische Studien über die Collembolengesellschaften feuchter Böden Ost-Holsteins. - Arch. Hydrobiol. **42**: 201-303.
WALLWORK, J. A. (1970): Ecology of soil animals. London.
WEIDEMANN, G. (1979): Müll. Unterricht Biologie **38**: 2-12.
WEIDEMANN, G., KOEHLER, H. & SCHRIEFER, T. (1982): Recultivation: A Problem of Stabilization during Ecosystem Development. - In: BORNKAMM, R., LEE, J. A. & SEAWARD, M. R. D. (eds.): Urban Ecology: 305-313. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne.

Anschrift der Autoren:
c/o Dipl. Biol. Dirk Bolte, Universität Bremen, FB 2, Postfach 330440, D-2800 Bremen 33

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Drosera

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: 1984

Autor(en)/Author(s): Berendt Renate, Bolte Dirk

Artikel/Article: Untersuchungen über den Einfluß einer ausgewählten Pflanzengesellschaft (Melilotetum albi - officinalis Siss. 1950) auf die Zusammensetzung der Boden-Mesofauna 19-26