

Enchytraeiden (Oligochaeta) als Besiedler von Deponie- und Grünlandstandorten

W. G. Brockmann

Abstract: Enchytraeid communities of three areas on former refuse tips and of three adjacent grassland areas were studied from July 1978 till June 1979. 12 cylindrical soil samples of 15 cm length, cut into three equal units of 100 cm³ each were extracted by the method of O'Connor (1955) at each sampling occasion. Biomass was calculated according to EDWARDS (1967). - Soil data indicate obvious differences between the refuse tip covers and the neighbouring grassland, but Enchytraeids were found in all plots indicating high adaptation to extreme habitats and taking part even in the very beginning of faunistic succession on raw soils. - A comparison between two equally aged but differently treated sites on a former refuse tip (undisturbed succession vs. cattle grazing) showed, during nine months of study, significant differences in density and biomass of Enchytraeids. Soil compaction by cow trampling reduced the pore space while on the successional site the Enchytraeid community developed positively. Density and biomass in the upper 15 cm of soil layer were found to be in the range of published data of the north European region.

1. Einleitung

Das Naturgut Landschaft ist nicht beliebig vermehrbar. Daher kann bei expandierender industrieller und urbaner Landnutzung ein verstärkter Rückgriff auf vorhandene Brach-, Ruderal- und Deponiestandorte erwartet werden (KUNTZE 1972). Nutzungsplanung für Deponie- und Ruderalflächen seitens der Land- und Forstwirtschaft sowie des Natur- und Landschaftsschutzes sollte nicht ohne Kenntnis der floristischen, faunistischen und pedogenetischen Entwicklungsstufen sowie des Ist-Zustandes solcher Sukzessionsareale erfolgen. Ohne Berücksichtigung der natürlichen Sukzessionsprozesse sind Rekultivierungsbemühungen allzu häufig erfolglos.

Auf den in der Norddeutschen Tiefebene gelegenen Untersuchungsstandorten (3 Deponie-, 3 Brachland- und Grünlandareale), die auch floristisch und pedologisch (dominante Arten, Korngrößen, Porenvolumen, Anteile an org. Substanz, pH-Wert) charakterisiert wurden, erfolgten über einen 12monatigen Zeitraum quantitative Studien an Enchytraeidenpopulationen.

Die anthropogenen Oberböden von Deponie- und Ruderalstandorten bestehen ganz überwiegend aus sekundären Rohböden, die nach ihrer Aufbringung einer pedogenetischen Sukzession unterliegen. Dabei wird die Richtung und Geschwindigkeit der Entwicklung eines solchen Rohbodens außer von den abiotischen Bedingungen in bedeutendem Maße von der beteiligten Fauna und Flora bestimmt (KUBIENA 1948). In diesem Zusammenhang auftretende Fragen nach Regulationsmechanismen und Stabilität des Ökosystems sind ohne quantitative und qualitative Studien an einzelnen Organismengruppen nicht lösbar (WEIDEMANN et al. 1982).

An Populationen der bodenlebenden Enchytraeiden (Annelida) wurden deshalb vergleichende Abundanz- und Biomasseerhebungen auf Deponiestandorten, die sich hinsichtlich Alter, Nutzungsweise und Bodenstruktur unterscheiden, sowie auf benachbarten Grünlandarealen durchgeführt. Bei ähnlichen tierökologischen Untersuchungen (DUNGER 1968; NEUMANN 1971; HERMOSILLA 1980; SCHRIEFER 1981; STRÜVE-KRUSENBERG 1981)

fanden die Enchytraeiden bislang keine Berücksichtigung. Lediglich auf Haldenstandorten im Raum Görlitz beobachtete DUNGER (1967) neben anderen Organismengruppen auch Enchytraeiden.

Im Gegensatz zu umfangreichen Studien über die Sukzessionsflora von Deponie- und Ruderalstandorten wurde die Pedofauna und hier insbesondere die Ordnung der Wenigborster (Oligochaeta), zu denen neben den Enchytraeiden auch die Lumbriciden zählen, bislang auffällig vernachlässigt. Je eindeutiger jedoch die Enchytraeiden als faunistische Pioniere und Generalisten erkannt werden sollten (Abbau von Detritus, Aufbau koprogener Humusformen und hochmolekularer körpereigener Substanzen, Aufrechterhaltung des Bioporenvolumens im Boden, Robustheit und Überlebensstrategien gegenüber extremen Milieubedingungen wie dauerhafte Überflutung, Bodenfrost, extreme pH-Bereiche, geringe Bodenfeuchte und hohe Bodentemperaturen), um so bedeutungsvoller wäre ihre funktionelle Bedeutung für sich entwickelnde Rohböden einzustufen.

2. Untersuchungsflächen und Methoden

2.1 Lage, Nutzungsform und Alter

Die sechs untersuchten Flächen befinden sich alle im peripheren Bereich der Stadt Bremen, der zum Naturraum „Ems-Weser-Marsch“ gehört und mit seinen alluvialen grundwassernahen Marschböden zumeist landwirtschaftlich als Wiesen- und Weideland genutzt wird.

Aus Tab. 1 sind Alter und Nutzungsform der Untersuchungsflächen ersichtlich. Ebenso wie die ca. 2 m über dem benachbarten Wiesengelände mit Bauschutt aufgefüllte 10jährige Abfallfläche (Nr. 1), zeigten auch die untersuchten abgedeckten Deponieflächen der Brinkumer Hausmüll-Halde (Nr. 2 und 3) nur geringe Schütthöhen (2 bzw. 6 m) gegenüber dem Umland. Die neben den Deponiebereichen gelegenen Grünlandstandorte (Nr. 4 und 5) wurden nur an zwei Terminen auf das Vorkommen von Enchytraeiden geprüft. Eine im Norden von Bremen nahe der Universität befindliche ehemalige Mähwiese mit einer ungestörten 10jährigen Sukzessionsentwicklung (Wiesenbrache, Nr. 6) konnte in die Untersuchungen zu Vergleichszwecken mit einbezogen werden.

Tabelle 1: Lage, Nutzungsform und Alter der Untersuchungsflächen

Nr.	Lage	Nutzungsform	Alter Jahre
1	Betsbruch, Abfallfläche	brach, natürliche Sukzession	10
2	Brinkum, abgedeckte Deponie	brach, natürliche Sukzession	2
3	Brinkum, abgedeckte Deponie	Beweidung nach Grasansaat	2
4	Brinkum, Wiesenareal	Mähwiese (2malig pro Jahr)	
5	Betsbruch, Wiesenareal	Mähwiese (2malig pro Jahr)	
6	Blockland, Wiesenbrache	brach, natürliche Sukzession	10

2.2 Klima

Die mesoklimatischen Verhältnisse im Randbereich der Stadt Bremen sind durch langjährige meteorologische Aufzeichnungen der Meßstation Bremen-Flughafen des Deutschen Wetterdienstes gut charakterisiert (BÄTJER et al. 1980). Ein Klimadiagramm (Abb. 1) dieser Station zeigt den Witterungsverlauf vor und während des Untersuchungszeitraumes (Januar 1978 bis August 1979) sowie die mittleren jährlichen Niederschlags- und Temperaturverhältnisse einer langjährigen Meßperiode (1931-1960). Die Zahl der Bodenfrosttage

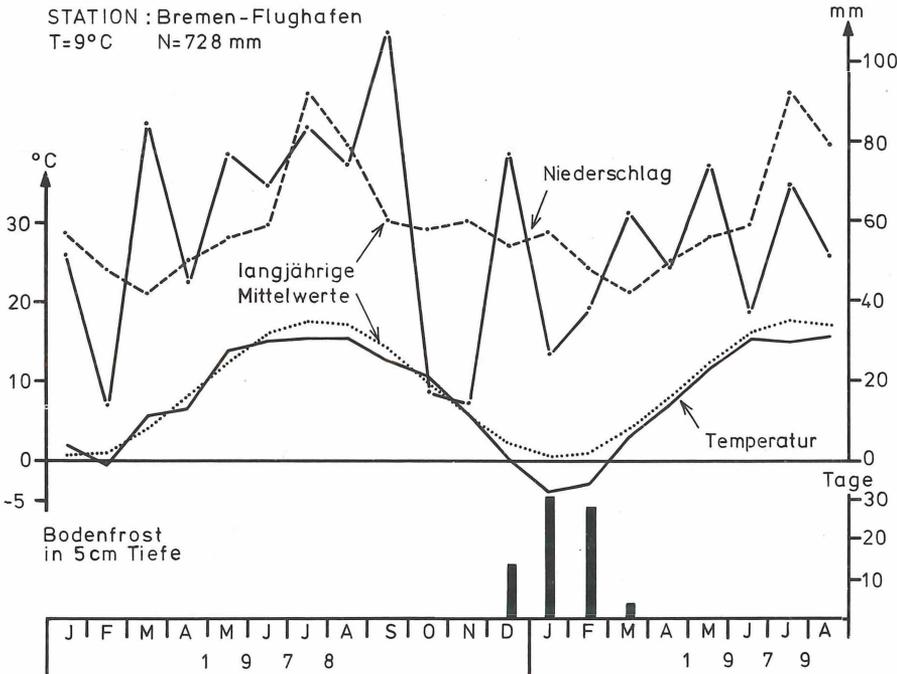


Abb. 1: Klimadiagramm der Station Bremen-Flughafen (4 m ü. NN) mit Temperatur-, Niederschlags- und Bodenfrostantangaben vor und während der Untersuchungsdauer.

eines vegetationslosen lehmigen Bodens wurde von der nahe Bremen gelegenen amtlichen Meßstation Brake übernommen.

Im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten muß die Untersuchungsperiode als ausgesprochen trocken und besonders kühl bezeichnet werden. Die niederschlagsarmen Monate Januar und Februar 1979 mit Dauerfrost im Oberboden sowie die trockenen Sommermonate Juni und Juli 1979 lassen bei weniger gut wasserversorgten Standorten deutliche Streßsituationen für einige Organismengruppen des Edaphons vermuten.

2.3 Vegetation und Bodenmerkmale

Der Bewuchs der jungen Deponiefläche 2 war durch künstliche Grasansaat (Typ 1 „Mähweide“) mit 44 % *Festuca pratensis*, 19 % *Lolium perenne*, 16 % *Phleum pratense* sowie anderen Gräsern völlig verschieden von der natürlichen Sukzessionsflora (*Artemisia vulgaris*, *Taraxacum officinale*, *Tanacetum vulgare*, *Ranunculus repens*, *Festuca pratensis*, *Plantago major* u. a.) auf der gleichaltrigen Deponiefläche 3. Auf dem nahe der Deponie untersuchten Wiesengelände (Fläche 4) dominierten Poaceae gemischt mit *Taraxacum*, *Rumex*, *Stellaria* und *Filipendula*.

Völlig gegensätzlich zur Mähweide der Fläche 5 im Betsbruch, mit eindeutiger Dominanz von *Festuca spec.* und *Poa spec.*, war die Ruderalflora mit *Artemisia vulgaris*, *Sonchus*, *Arctium*, *Polygonum* und einer weiteren Vielzahl von Kräutern und Gräsern auf der langjährig brachliegenden Bauschuttfläche 1. Die etwa gleichaltrige Brachland-Wiesenfläche 6 im Bremer Blockland zeigte den für dauerhaft vernäßte Marschböden typischen *Phalaris arundinacea*-Reinbestand.

Die Zusammenstellung einiger Kenndaten der obersten Bodenschicht (0-15 cm) (Tab. 2) unterstreicht den eigenen Charakter der anthropogenen Böden auf den Flächen 1, 2 und

3. Mit ihren hohen Sandanteilen (Sandfraktion >90 %), höheren Trockenraumgewichten (1370-1533 g/l), dem geringen Gehalt an organischer Substanz (3-5 Gew. %), einem Gesamtporenvolumen von 39-42 Vol % und einem pH-Wert zwischen 5 und 7 grenzen sie sich deutlich gegenüber den alluvialen Marschböden ab. Diese stark lehmigen Standorte (Ton- und Schluffanteile 30-68 %) zeichnen sich infolge langjähriger Akkumulation organischer Substanzen im Oberboden (13,8-38,4 Gew. %) durch ein geringes Trockenraumgewicht (563-1006 g/l) und erhöhtes Gesamtporenvolumen (67-79 Vol %) aus. Ihr pH-Wert liegt mit 4,5-4,9 um etwa 0,6-1,7 Einheiten unter denen der Deponie- und Abfallbereiche.

Tabelle 2: Bodenkennwerte der Untersuchungsflächen 1-6 für den oberen Mineralbodenhorizont (bis 15 cm Tiefe)

Parameter		Deponie-			Wiesenareale		
		1	2	3	4	5	6
Korn- größen in Gewichts %	Sand (63-2000 μm)	91,5	94,8	94,6	66,7	58,1	32,1
	Schluff (2-63 μm)	6,7	3,9	4,3	25,0	31,7	31,7
	Ton (<2 μm)	1,8	1,3	1,1	8,3	10,2	37,2
	Bodenart	t S	S	S	l S	l S	t L
Porenantei- le* des Mineral- bodens Vol. %	weit (>50 μ)	10	9	9	9	8	7
	mittel (50-10 μ)	14	6	6	11	14	8
	eng (10-0,2 μ)	11	19	18	51	36	36
	fein (<0,2 μ)	7	5	6	8	9	26
	gesamt	42	39	39	79	67	77
Trocken- raumge- wicht (105° C) g/l	\bar{x}	1370	1491	1533	567	1006	563
	s	189	221	169	230	179	118
	n	72	72	72	36	36	72
org.Sub- stanzanteil in Gewichts %	\bar{x}	5,1	3,4	3,7	38,4	13,8	30,0
	s	1,0	0,2	0,8	5,8	1,6	5,0
	n	72	72	72	72	72	72
pH (CaCl ₂)-Wert		5,1	6,1	6,6	4,7	4,9	4,5

* berechnet nach RENGER (1971)

2.4 Methoden

2.4.1 Probenahme

Von September 1978 bis Juni 1979 wurden zur quantitativen Erfassung der Enchytraeiden auf den Abfall- und Deponieflächen (Nr. 1-3) zweimonatlich in drei Bodentiefen (0-5, 5-10, 10-15 cm) jeweils 12 Bodenproben mit Hilfe eines Bohrzylinders entnommen und im Labor nach O'CONNOR (1955) extrahiert. Die Untersuchungen auf der Brachlandfläche (Nr. 6) erfolgten monatlich von Juli bis Dezember 1978 und wurden im März und Juni 1979 wiederholt. Auf den Grünland-Standorten (Nr. 4 und 5) konnten aus auswertungstechnischen Gründen nur zwei Probetermine (April und Mai 1979) realisiert werden.

Bei der Art und Weise der Probenahme fanden die Erkenntnisse von NIELSEN (1954) und ABRAHAMSEN (1969, 1970) Anwendung. Auf 64 m² großen Untersuchungsarealen wurden gemäß der stratifizierten Zufallsverteilung (16 Straten à 2 x 2 m) je Probetermin und Fläche insgesamt 36 Proben mit 100 cm³ Inhalt bei 5 cm Zylinderhöhe gezogen.

Die Beziehung zwischen Körperlänge und Gewicht der Enchytraeiden hat EDWARDS (1967) durch folgende Regressionsgleichung definiert:

$$[1] Y (\text{Länge}) = b \cdot X (\sqrt[3]{\text{Gewicht}^*}) \quad [\text{Regressionskoeffizient } (b) = 0,88]$$

Nach Umstellung der Formel ergibt sich:

$$[2] X (\text{Gewicht}^*) = \left(\frac{Y (\text{Länge})}{b} \right)^3$$

[* = Frischgewicht (FG) incl. Darminhalt in mg]

Nach Zählung, Vermessung und Klassifikation der gefundenen Enchytraeiden in vier Größenklassen (> 15, 10-15, 5-10 und < 5 mm) wurde neben der Abundanz (Individuen/m²) auch die Biomasse (mg FG/m²) unter Anwendung der Edwards-Formel [2] bestimmt.

2.4.3 Bodenanalysen

Auf sämtlichen Untersuchungsflächen erfolgten verschiedene Bodenanalysen nach einschlägigen Methoden (SCHLICHTING & BLUME 1966; FIEDLER 1973) in den Bodentiefen 0-5, 5-10 und 10-15 cm:

- Korngrößenanalyse des oberen Mineralhorizontes (0-15 cm) nach der „Köhn-Pipettmethode“ an 2 Mischproben je Bodentiefe
- organische Substanz (Gewichtsprozent) durch Glühverlustermittlung im Muffelofen
- Porenvolumen (Volumenprozent) anhand von Nomogrammen (RENGER 1971) nach Kenntnis der Anteile von Ton, Schluff und organischer Substanz, ferner experimentelle Grobporenbestimmung an 4 Proben je Bodenhorizont
- Ermittlung des Trockenraumgewichts (g/l bei 105°C) und
- pH-Wert-Bestimmung in einer Boden-CaCl₂ (0,01 M) - Suspension im Verhältnis 1:2,5.

3. Ergebnisse

3.1 Abundanz und Biomasse auf Deponieflächen

Die Befunde von den Flächen 1-3 lassen sowohl eine Besiedlung der 10jährigen Abfallfläche als auch der 2jährig abgedeckten Deponieareale erkennen (Abb. 2).

Während der Untersuchungsdauer zeigt die Abundanzentwicklung auf der 10jährigen Fläche 1 erhebliche Fluktuationen. Im Januar wurden 20.44 Ind./m² und im Mai 101.200 Ind./m², die höchste in dieser Studie überhaupt ermittelte Besiedlungsdichte, gezählt. Im Herbst 1978 ist ein Anstieg der Abundanz bei gleichzeitigem Rückgang der Biomasse feststellbar. Dies läßt auf eine hohe Vermehrungsrate und kurzfristige Verbreitung einer kleinen nicht winteraktiven Enchytraeidenart schließen, da ein deutlicher Abundanzabfall mit sogar mäßiger Biomassezunahme zum Wintermonat Januar 1979 zu verzeichnen ist.

Die mit Bodenmaterial gleicher Herkunft und ähnlicher Beschaffenheit (Tab. 2) 2jährig abgedeckten Deponieflächen 2 und 3 lassen bei Betrachtung der Abundanz- und Biomassekurven große Unterschiede in der Besiedlung mit Enchytraeiden erkennen (Abb. 2). Während die brachliegende und eine natürliche Sukzession durchlaufende Fläche 2 im Winter 1978/79 noch einen Anstieg der Abundanz und Biomasse verzeichnet, erlebt die künstlich begrünte und durch Rinder bereits im 2. Sukzessionsjahr beweidete Deponiefläche 3 im gleichen Zeitraum einen deutlichen Rückgang der Besatzdichte an Enchytraeiden.

NIELSEN (1955) bewertet die Entfaltung einer Enchytraeiden-Gesellschaft anhand von

Daten der Abundanz und Biomasse. In einer Phase der Massenvermehrung wird die normalerweise positive Korrelation zwischen Dichte und Gewicht pro Flächeneinheit bei Enchytraeiden umgekehrt. Die Entwicklung zu einer negativen Korrelationsbeziehung zwischen den Größen Abundanz und Biomasse kann auf der Fläche 2 im November 1978 beobachtet werden. Da zu diesem Zeitpunkt Bodentemperaturen von $< 6^{\circ}\text{C}$ herrschen, läßt dies auf die hohe Fertilität wenigstens einer winterfesten Species schließen. Die Prüfung der November-Originalaufzeichnungen bestätigt die deutliche Zunahme an Individuen der Größen-Klasse IV ($< 5\text{ mm}$) im Bodenprofil bis 15 cm Tiefe. Weil die Biomasse bis März 1979 stetig durch zahlenmäßige Umschichtung zugunsten der Größenklassen III und II (5-15 mm) ohne nennenswerte Zunahme der Abundanz wächst, scheint es sich bei diesem Prozeß um die Entwicklungsphase einer winterfesten Art vom juvenilen zum adulten Stadium zu handeln. Ein deutlicher Einbruch in diese Biomasseentwicklung wird im Mai 1979 festgestellt.

Die ermittelten Werte von Abundanz und Biomasse auf der Deponiefläche 2 (30.800-67.200 Ind./m²; 2,6-9,1 mg FG/m²) liegen im Durchschnitt sogar über denen der 10jährigen natürlichen Sukzessionsfläche 1. Die bereits 1978 beweidete Deponiefläche 3 zeigt dagegen einen stetigen Abfall der Abundanz von 13.200 im September auf 3200 Ind./m² im Monat März und erreicht während der Untersuchungsdauer keine Biomassewerte über 1 mg FG/m².

Die statistische Prüfung der Abundanzen und Biomassen zwischen den Flächen 2 und 3 ergibt signifikante Unterschiede ($P = 0,01$) für den September-Meßtermin und hochsignifikante Unterschiede ($P = 0,001$) an allen übrigen Meßterminen. Derartig verschiedene Besatzdichten an Enchytraeiden auf den unterschiedlich genutzten Flächen (Tab. 1) lassen erhebliche Einflüsse der Bewirtschaftung auf das Bodensubstrat von Fläche 3 vermuten.

3.2 Edaphische und biotische Unterschiede zweier Deponieflächen

Die auf der Fläche 2 gefundenen winteraktiven Enchytraeiden der Größenklassen II und III werden auf der Fläche 3 nicht beobachtet. Die Gründe dafür müssen im Bereich standörtlicher Unterschiede zu suchen sein, zumal das für die Endabdeckung verwendete Erdmaterial gleicher Herkunft war. Es erscheint deshalb zweckmäßig, edaphische und biotische Arealcharakteristika der Flächen 2 und 3 gegenüberzustellen:

- Mit ca. 95 % Sandanteil sind beide Böden den Sanden zuzuordnen (Tab. 2).
- Das mittlere Trockenraumgewicht der Böden zeigt Werte um 1500 g/l. Unter Berücksichtigung der Streuung von 72 Einzelproben bestehen zwischen den Flächen 2 und 3 keine Unterschiede (Tab. 2).
- Der Anteil der organischen Substanz im Boden differiert nur geringfügig. Er beträgt auf Fläche 2 = 3,4 ($\pm 0,3$) und auf Fläche 3 = 3,7 ($\pm 0,8$) Gew. % im Mittel aller Messungen ($n = 18$), die gleichmäßig auf 3 Bodenhorizonte verteilt wurden (Tab. 2).
- Das Gesamtporenvolumen des Mineralbodens liegt auf beiden Flächen bei nur 39 Vol % (Tab. 2).
- Hingegen gibt es stärkere Abweichungen im Anteil der Hohlräume und Grobproben ($> 50\ \mu$) in der obersten Bodenschicht (0-10 cm). Die Werte differieren hier um ca. 10 Vol %, wie Porenvolumenbestimmungen an 100 cm³ Bodenproben zeigten (Tab. 3).
- Im Mittel der Untersuchungsperiode zeigt die Fläche 3 eine höhere Bodenfeuchte, wobei jedoch zu Beginn der Vegetationsperiode im Mai auf der Fläche 2 eine um 2 Vol % höhere Bodenfeuchte gemessen wurde (Abb. 3).
- Die Entwicklung der Bodentemperatur vollzog sich auf den Arealen 2 und 3 nahezu parallel (Abb. 3).
- Am 29. 1. 1979 wurde auf der Fläche 2 eine Bodenfrosttiefe von 5-8 cm und von 25-30 cm auf der Vergleichsfläche 3 ermittelt. Die Schneehöhen verhielten sich umgekehrt: Fläche 2 = 25-28 cm und Fläche 3 = 3-7 cm.
- pH-Wert: Fläche 2 = 6,2 ($\pm 0,9$) und Fläche 3 = 6,5 ($\pm 0,6$).

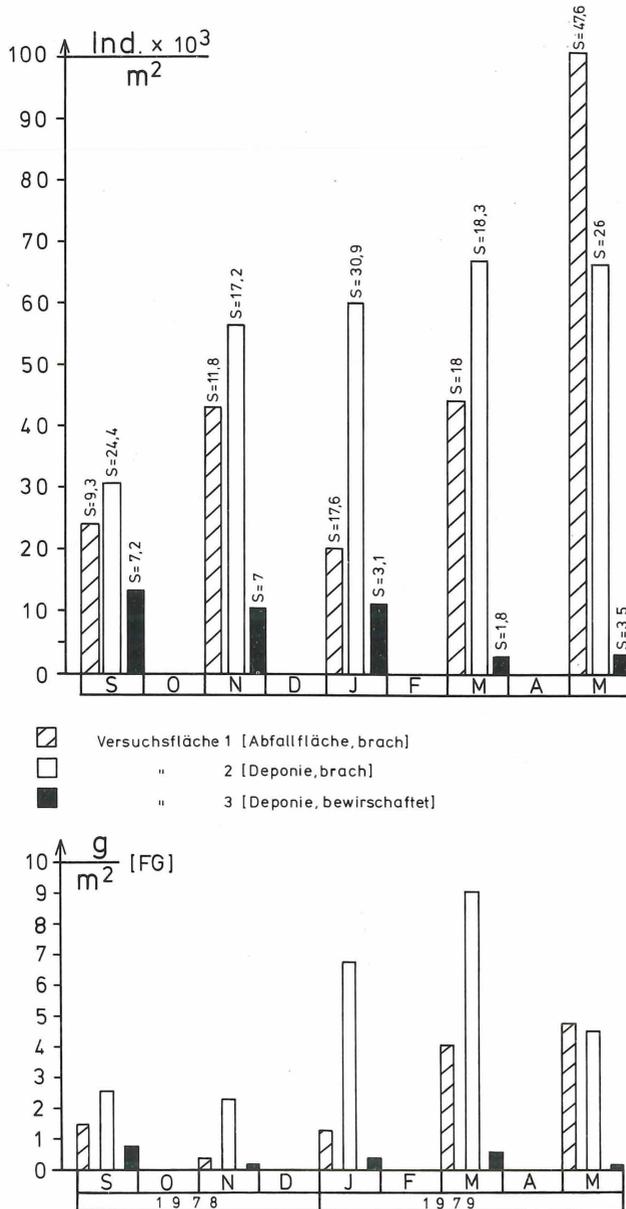


Abb. 2: Abundanz- und Biomasseentwicklung von Enchytraeiden auf den Abfall- und Deponieflächen 1-3 (n = 12).

- Die Vegetation war hinsichtlich Artenzusammensetzung, Deckungsgrad und Höhe völlig unterschiedlich (vgl. Abschnitt 2.3).
- Auf der Fläche 3 wurde eine flache und filzige Durchwurzelung des Bodens beobachtet. Im Areal 2 dagegen erreichten die Wurzeln der Gras- und Krautschicht Tiefen bis zu 40 cm.

Wie der Vergleich zwischen den jungen Deponiearealen zeigt, bewegen sich die meisten Bodenkennwerte der Flächen 2 und 3 in einem gemeinsamen engen Bereich. Dies trifft für die Bodenparameter wie Korngrößenanteile, GPV, mittlere TG, org. Substanzanteil, Bodenfeuchte, Temperaturverlauf und pH-Wert zu.

Tabelle 3: Anteil der Hohlräume und Grobproben ($> 50 \mu$) in den oberen Bodenschichten der Deponieflächen 2 und 3 in Vol % (experimentell ermittelt im Juli 1979)

Tiefe	Fläche 2			Fläche 3		
	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	n
0- 5	23,58	2,26	6	16,38	0,59	6
5-10	19,43	2,20	6	17,03	0,67	6
10-15	8,38	1,60	6	8,85	0,56	6
Summe	51,39		18	42,26		18

Divergenzen zeichnen sich bei den Größen Grobporenvolumen, Bodenfrosttiefe, Vegetationsstruktur und Durchwurzelungsintensität ab. Im Vergleich zur brachliegenden Fläche 2 ist der um etwa 10 Vol % geringere Grobporenanteil im Oberboden der Fläche 3 durch den Viehauftrieb und das Befahren im Jahr 1978 erklärbar. Für Huftritt ermittelte KUNTZE (1963) Bodendruckwerte zwischen 5 und 7 kg/cm², die Reifendruckwerte (1-2 kg/cm²) wesentlich übersteigen. Im Zuge eines Beweidungszyklus ist auf der Deponiefläche 3 von einer flächenhaften Grobporenverringering auszugehen. Solche Bodenverdichtungen können neben erhöhter Mortalität von Teilen des Edaphons auch zu dauerhaft negativen Habitatveränderungen für die grobporenbewohnenden Enchytraeiden führen. Auf der Fläche 2 mit natürlicher Sukzession der Flora ergibt sich eine Verbesserung der trophischen Verhältnisse durch Detritusanfall, wohingegen auf Fläche 3 die oberirdisch produzierte pflanzliche Biomasse durch Beweidung genutzt wird. Außerdem bewirken die krautigen Vegetationsrückstände auf der Fläche 2 im Winter die Absetzung einer höheren Schneedecke als auf dem abgegrastem Areal. Diese kann eine tiefe Frostdurchdringung des Bodens verhindern, wodurch den bodenlebenden Enchytraeiden eine längere winterliche Aktivität ermöglicht wird.

Die verschiedenartige Flora und Behandlungsweise beider Deponien hat auch beachtliche Unterschiede innerhalb der Rhizosphäre zur Folge. Während sich unter natürlichen Suk-

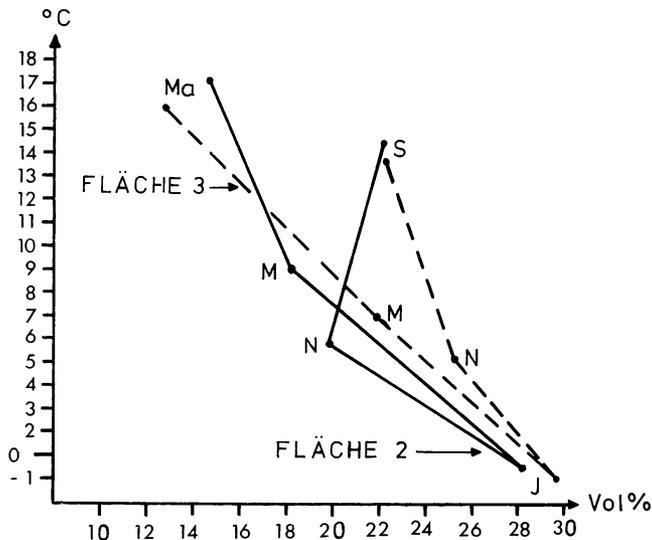


Abb. 3: Aktuelle Bodenfeuchte (Vol %) und Temperatur (°C) der jungen Deponieflächen 2 und 3 im Oberboden an den 5 Probenahmeterminen im September (S), November (N), Januar (J), März (M) und Mai (Ma) 1978 bis 1979.

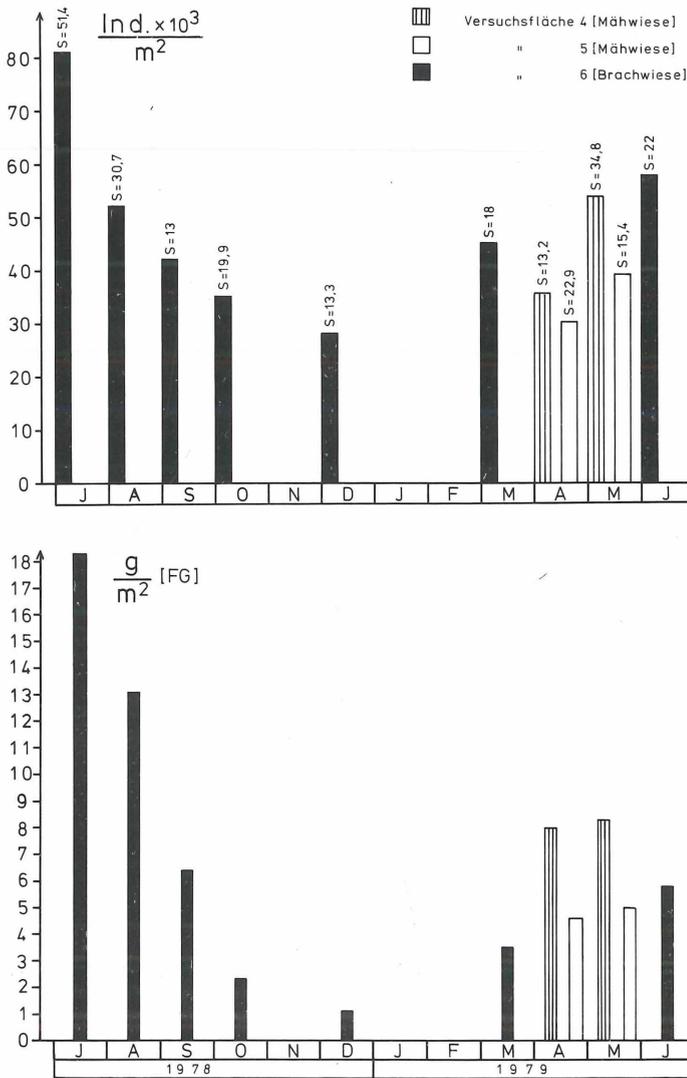


Abb. 4: Abundanz- und Biomasseentwicklung von Enchytraeiden auf den Mähwiesen (Flächen 4 und 5) und der brachliegenden Wiesenfläche 6 (n = 12).

zessionsbedingungen ein tiefreichendes stufiges Pflanzenwurzelsystem entwickelt, ist auf der Fläche 3 eine stark filzartige flache Durchwurzelung von nur 10-15 cm Tiefe zu beobachten. Hohe durch Evapotranspiration bedingte Wasserverluste in diesem Bodenbereich sind in den Sommermonaten zu erwarten und führen mit Sicherheit zu Streßsituationen bei den gegenüber Trockenheit empfindlichen Enchytraeiden.

3.3 Grünlandstandorte

Den norddeutschen und hier insbesondere den Bremer Raum betreffend liegen bislang keine Studien über Enchytraeiden vor. Es wurden daher auf naturbelassenen und bewirtschafteten Standorten Erhebungen durchgeführt. Auf einem ehemaligen Wiesengelände (Fläche 6, Tab. 1), mit dem für die alluviale Küstenlandschaft Norddeutschlands typischen

grundwassernahen Marschboden, hatte sich aufgrund 10jähriger Wiesenbrache ein *Phalaris arundinacea*-Reinbestand entwickelt. Im Vergleich zu diesem Brachland wurden zweimalig im April und Mai 1979 zwei Mähwiesen (Flächen 4 und 5) in unmittelbarer Nachbarschaft der Abfall- und Deponieflächen untersucht.

3.3.1 Abundanz und Biomasse

Abb. 4 zeigt die quantitative Entwicklung der Enchytraeidenpopulationen auf den Flächen 4, 5 und 6 während der einjährigen Untersuchung. Die weite Streuung der Besatzdichte weist auf das für Enchytraeiden typische geklumpfte Verteilungsmuster hin. Die Aggregation dieser Tiere im Boden war bereits Gegenstand verschiedener Untersuchungen, ohne jedoch der Frage nach der biologischen Bedeutung dieses Verhaltens näherzukommen (ABRAHAMSEN 1969 und 1970; O'CONNOR 1971).

Zu Beginn der Untersuchungsperiode (Juli 1978) wird auf der Fläche 6 sowohl die höchste Abundanz mit 81.200 Ind./m² als auch das größte Frischgewicht (18,2 mg/m²) für Grünlandstandorte gemessen. In den Folgemonaten August, September, Oktober und Dezember erfolgt bei der Abundanz ein allmählicher und bei der Biomasse ein krasser Rückgang der Werte (33.200 Ind./m², 1 mg FG/m²) mit einem Anstieg beider Populationsgrößen bis Juni 1979. Diese scheinbar stark jahreszeitlich abhängige Populationsdynamik geht deutlich konform mit den sich im Boden entwickelnden Wintertemperaturen (Abb. 1). Die Aufschlüsselung der Befunde nach Bohrerntiefe (0-5, 5-10, 10-15 cm) zeigt, daß mit zeitlicher Annäherung an den winterlichen Meßtermin Dezember eine Abwanderung der Enchytraeiden in die Tiefe erfolgt. Im Oktober/November 1978 führen geringe Niederschläge (< 20 mm/Monat) in Verbindung mit leicht über dem langjährigen Mittel liegenden Temperaturen zur Austrocknung der obersten Bodenkrume. Dieser Witterungsverlauf und ein ausgesprochen kalter Winter mit zahlreichen Bodenfrosttagen gehen auf der Fläche 6 einher mit einem winterlichen Minimum der Enchytraeidenabundanz und -biomasse (Abb. 1 und 4).

An den zwei Untersuchungsterminen (April/Mai 1979) für die Mähwiesen (Flächen 4 und 5) werden Abundanzen ermittelt, die sich mit ihrem leicht steigenden Trend gut in die Entwicklung auf der Brachfläche 6 einfügen (Abb. 4). Auffällig ist die auf Fläche 4 ermittelte hohe Biomasse (8-9 g/m²), die auf ein von der Fläche 5 unterschiedliches Artenspektrum schließen läßt. Da sich die beiden Flächen durch ihren organischen Substanzanteil im Oberboden besonders deutlich unterscheiden, ist das Vorkommen einer an den Anmoorcharakter angepaßten Enchytraeidenart auf der Fläche 4 sehr wahrscheinlich.

3.3.2 Artenspektrum einer Wiesenbrache

Eine qualitative Auswertung des Enchytraeidenbesatzes der naturnahen brachliegenden Wiese (Fläche 6) im Bremer Blockland wurde am Material des Monats September 1978 vorgenommen. Es konnten 97,5 % der untersuchten Tiere bestimmt und den vier Arten *Cognettia glandulosa* (MICHAELSEN) 1888, *Achaeta aberrans* NIELSEN & CHRISTENSEN 1961, *Marionina vesiculata* NIELSEN & CHRISTENSEN 1959 und *Achaeta* n.sp. zugeordnet werden (Tabelle 4).

4. Diskussion

Die eigenen Befunde von Graslandhabitaten im norddeutschen Raum fügen sich hinsichtlich Abundanz und Biomasse in bereits veröffentlichtes Datenmaterial der nordeuropäischen Region gut ein (Tab. 5).

Bei jährlich wiederkehrender und zeitlich begrenzter Nutzungsweise der Wiesenareale ist im Ökosystem „Mähwiese“ eine Enchytraeiden-Gesellschaft zu erwarten, deren Abun-

Tabelle 4: Enchytraeiden einer Wiesenbrache, Körperlänge (mm) und Mengenanteile (%); (det. GRAEFE)

Species	Größe (mm)	%-Anteil (Spanne)	$\bar{x}_{\%}$
a) <i>Cognettia glandulosa</i> (MICHAELSEN) 1888	12 - 25	45 - 55	50,0
b) <i>Achaeta aberrans</i> NIELSEN & CHRISTENSEN, 1961	3 - 5	30 - 35	32,5
c) <i>Achaeta</i> n.sp.	8 - 10	8 - 12	10,0
d) <i>Marionina vesiculata</i> NIELSEN & CHRISTENSEN, 1959	8	3 - 7	5,0
e) nicht identifiziert		0 - 5	2,5

Tabelle 5: Dichte und Biomasse von Enchytraeiden-Populationen einiger nordeuropäischer Untersuchungen im Vergleich zu eigenen Befunden.

Autor, Jahr und Region	Standorttyp	Abundanz ($10^3 \times m^2$)	Biomasse (g FG/m ²)
NIELSEN (1955), Dänemark	alluviales Grasland	10 - 60	1 - 6
PEACHEY (1959), England	-"- -"	10 - 25	15
PEACHEY (1962), England	Nardus - Grasland	37 - 200	53
PEACHEY (1963), England	Juncus - Moor	130 - 290	35
MÖLLER (1969), Potsdam	alluviale Bachaue	30 - 85	2 - 7
SCHÄFER et al. (1977), Gießen	alluv.Gleystandort	10 - 12	- - -
<u>eigene Befunde:</u> (1978/79), Bremen	alluviales Grasland (Fläche 4, 5)	31 - 54	4 - 6
	Phalaris-Grasland, Brache (Fläche 6)	32 - 81	1 - 18

Abundanz und Biomasse primär von der Populationsdynamik der beteiligten Species und nur sekundär von exogenen Einflüssen bestimmt wird. Hiermit ist auf Rohböden, die einer Sekundärsukzession unterliegen, bei der alle kleinstandörtlichen Habitatparameter in Abhängigkeit von den sich ausbreitenden Pflanzen und Tieren und den anthropogenen Einflüssen stark variabel sind, nicht zu rechnen. Die Entwicklungsrichtungen von in Sukzession befindlichen Standorten sind jedoch durch einen Rahmen relativ konstanter Größen wie Klimazone, Ausgangsmaterial, Exposition, Höhenlage und Relief vorgegeben. Die von ODUM (1973) als „Ökoregulation“ bezeichnete Dynamik des Systems verändert durch die bereits am Ort vorhandenen Organismengruppen die physiko-chemische Matrix des Habitats und schafft dadurch in der Regel günstige Voraussetzungen für die Ansiedlung weiterer Biozönoseglieder.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die saprophagen Enchytraeiden wie auch Milben, Collembolen, Diplopoden, Chilopoden, Isopoden, Dipterenlarven und andere Organismengruppen zur Sukzessionsfauna sekundärer Rohböden gehören (WEIDEMANN et al. 1982, WEIDEMANN mdl.).

Vergleiche zwischen den sich selbst überlassenen Deponien und Wiesenflächen lassen insbesondere während der Wintermonate auf einer 2jährigen brachliegenden Deponiefläche hohe Abundanz- und Biomassewerte erkennen, obgleich im Winter 1978/79 eine für den norddeutschen Raum ungewöhnlich dauerhafte Kälte mit Bodenfrost von Mitte Dezember bis Anfang März herrschte (Abb. 1). Auf einer gleichaltrigen bewirtschafteten Deponiefläche konnte im selben Zeitraum bei tiefer Frostdurchdringung des Bodens eine kontinuierliche Reduzierung des Enchytraeidenbesatzes beobachtet werden. Die auffallend niedrigen Abundanz- und Biomassewerte dieser rekultivierten Deponiefläche lassen Einflüsse der bodenphysikalischen und floristischen Standortgegebenheiten auf die Enchytraeidenpopulation erkennen. Während sich auf der stark mit Enchytraeiden besiedelten Deponiefläche eine natürliche stufige Vegetation bei einem hohen Anteil an Grobporen im Oberboden und unter ungestörten Lagerungsverhältnissen entwickeln konnte, führen Beweidung und Huftritt auf der Vergleichsfläche mit Abdeckmaterial gleicher Herkunft und Beschaffenheit zu einigen den Enchytraeiden abträglichen Habitatbedingungen: Verringerung des Volumens an Grobporen, Entzug oberirdischer pflanzlicher Biomasse, tiefer und anhaltender Bodenfrost. Anhand von Labor- und Feldstudien stellten ARITAJAT et al. (1977) auf landwirtschaftlichen Böden negative Effekte durch Bodenverdichtungen an Teilen des Edaphons (Collembolen und Milben) fest. Doch im Gegensatz zu dem raschen Regenerationsvermögen anderer Bodentiere scheinen die durch Lebensraumverengung bedingten Beeinträchtigungen bei Enchytraeiden langfristiger Natur zu sein. Hierauf deuten auch die hochsignifikanten Unterschiede von Abundanz und Biomasse an fast allen Untersuchungsterminen außerhalb der Wintermessung zwischen den gleichaltrigen Deponieflächen hin. Auf einer alten Abfallfläche konnte beobachtet werden, daß Enchytraeidenpopulationen zu hoher Reproduktion innerhalb kurzer Zeiträume befähigt sind. Innerhalb von 4 Monaten hatte sich die Besatzdichte mehr als verfünffacht und die Biomasse im Zeitraum von sogar nur 2 Wochen verdreifacht. Ob hierfür intraspezifische Bedingungen oder abiotische Habitatverhältnisse verantwortlich sind, bleibt ungeklärt. Eine für das Überleben in transportierten und abgelagerten sekundären Rohböden notwendige Adaptation an stark fluktuierende und auch extreme Habitatbedingungen scheint einigen Vertretern aus der Familie der Enchytraeiden eigen zu sein. Der Vergleich zweier junger Deponieflächen weist jedoch eindeutig darauf hin, daß Enchytraeiden bei Bodenruhe und ungestörter Sukzession auf Rohböden rasch ein naturnahes Besiedlungsoptimum und bei übermäßigem Nahrungsangebot sogar Massenentwicklungen erzielen können. Da Enchytraeiden in den ersten Sukzessionsphasen als bodenfaunistisches Glied in der Detritivoren- und Herbivorenkette für Stoffkreislauf und Energietransfer in einem sich entwickelnden Rohboden bedeutungsvoll sind, sollten Belastungen von jungen Rekultivierungsarealen in Form von Bodenverdichtungen oder frühzeitiger Landnutzung im Hinblick auf eine möglichst ungestörte Sukzession mit Entfaltung einer mannigfaltigen Pedofauna und Flora vermieden werden.

5. Zusammenfassung

Auf jeweils drei Deponie- und Grünlandstandorten wurde von Juli 1978 bis Juni 1979 mit der Extraktionsmethode nach O'Connor die Enchytraeidendichte an 12 parallelen Proben bis in 15 cm Bodentiefe festgestellt und die Biomasse unter Anwendung einer Regressionsbeziehung zwischen Länge und Gewicht nach Edwards ermittelt.

Obgleich die für eine Standortcharakterisierung bedeutsamen Bodenkennwerte deutliche Unterschiede zwischen den Deponien und dem benachbarten Grünland aufzeigten, wurden Enchytraeiden mit zeitweise hoher Abundanz und Biomasse auf allen untersuchten Arealen gefunden. Dies deutet auf eine hohe Adaptation der Enchytraeiden gegenüber extremen Standortbedingungen hin. Ein Flächenvergleich von zwei gleichaltrigen aber verschieden behandelten Deponien zeigte hinsichtlich Enchytraeidendichte und -biomasse während der Untersuchungsdauer von 9 Monaten signifikante Unterschiede. Es scheint sich auf die Besiedlung von sekundären Rohböden mit Enchytraeiden sehr positiv auszuwirken, wenn in den ersten Sukzessionsjahren eine natürliche ungestörte floristische

sowie faunistische Besiedlung und die Erhaltung von Grobproben im Boden gewährleistet sind. Hohe Abundanz- und Biomassewerte, die in der Größenordnung und im Entwicklungszyklus starke Ähnlichkeiten mit denen einer brachliegenden Wiesenfläche haben, konnten auf einer 10jährigen Bauschuttdeponie mit natürlichem Sukzessionsverlauf festgestellt werden.

Auf einer mit *Phalaris arundinacea* bestockten Wiesenbrache wurden die vorkommenden vier dominanten Enchytraeidenarten bestimmt. Die Befunde von quantitativen Untersuchungen liegen im Rahmen der bisher veröffentlichten Abundanz- und Biomassedaten über Enchytraeiden auf vergleichbaren Standorten im nordeuropäischen Raum und lassen außerdem die Zugehörigkeit dieser Bodentiergruppe zur Pionierfauna sekundärer Rohböden erkennen.

6. Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des Projekts „Rekultivierung von Mülldeponien“ an der Universität Bremen, Studiengang Biologie, angefertigt. Für ihre Anregung und die hilfreiche Unterstützung, insbesondere in methodischen Fragen, danke ich Herrn Professor Dr. G. Weidemann. Für die zeitaufwendige Einführung in die Taxonomie der Enchytraeiden und die Determination bedanke ich mich bei Herrn Dipl. Biol. U. Graefe, Hamburg.

Literatur:

- ABRAHAMSEN, G. (1969): Sampling design in studies of population densities in Enchytraeidae (Oligochaeta). - *Oikos* **20**: 54-66.
- ABRAHAMSEN, G. (1970): Statistical analysis of population density data of soil animals, with particular reference to Enchytraeidae (Oligochaeta). - *Oikos* **21**: 276-284.
- ARITAJAT, U. et al. (1977): The effects of compaction of agricultural soils on soil fauna. - *Pedobiologia* **17**: 262-291.
- BÄTJER, D. & HEINEMANN, H.-J. (1980): Eineinhalb Jahrhunderte meteorologische Beobachtungen in Bremen. - *Abh. Naturw. Verein Bremen* **39**: 185-261.
- DUNGER, W. (1967): Die Entwicklung der Makro- und Megafauna in rekultivierten Haldenböden. In: GRAFF, O. & SATCHELL, J. E. (Eds.): *Progress in soil biology*. - Vieweg & Sohn, Braunschweig, 585-594.
- DUNGER, W. (1968): Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden des Braunkohlentagebaues. - *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Göltzitz* **43** (2): 1-256.
- EDWARDS, C. A. (1967): Relationship between weights, volumes and numbers of soil animals. In: GRAFF, O. & SATCHELL, J. E. (Eds.): *Progress in soil biology*. - Vieweg & Sohn, Braunschweig, 585-594.
- FIEDLER, H. J. (1973): *Methoden der Bodenanalyse*. - Theodor Steinkopf Verlag, Dresden, 239.
- HERMOSILLA, W. (1980): Die Mesofauna verschieden alter Rekultivierungsflächen im Braunkohlentagebauegebiet der Ville. - *Decheniana (Bonn)* **133**: 79-83.
- KUBIENA, W. L. (1948): *Entwicklungslehre des Bodens*. - Springer Verlag, Wien, 215 S.
- KUNTZE, H. (1963): Untersuchungen zur Trittfestigkeit von Weideböden. - *Kalibriefe* **4**: 1-25.
- KUNTZE, H. (1972): Bodenerhaltung bei zunehmender Bodenbelastung. - *Berichte über Landwirtschaft* **50**: 26-39.
- MÖLLER, F. (1969): Ökologische Untersuchungen an terricolen Enchytraeidenpopulationen. - *Pedobiologia* **9**: 114-119.
- NEUMANN, U. (1971): Die Sukzession der Bodenfauna (Carabidae [Coleoptera], Diplopoda und Isopoda) in den forstlich rekultivierten Gebieten des Rheinischen Braunkohlereviere, - *Pedobiologia* **11**: 193-226.
- NIELSEN, C. O. (1954): Studies on Enchytraeidae. - *Oikos* **5**: 167-178.
- NIELSEN, C. O. (1955): Studies on Enchytraeidae - Factors causing seasonal fluctuations in numbers. - *Oikos* **6**: 153-169.
- O'CONNOR, F. B. (1955): Extraction of Enchytraeid worms from a coniferous forest soil. - *Nature* **175**: 815-816.
- O'CONNOR, F. B. (1971): The Enchytraeids. In: PHILLIPSON, J. (Ed.): *Methods of study in quantitative soil ecology*. - IBP Handbook No. 18, Blackwell Sc. Publications, Oxford: 83-106.

- ODOM, E. P. (1973): Ökologie. - BLV, München 161 S.
- PEACHEY, J. E. (1963): Studies on the Enchytraeidae (Oligochaeta) of moorland soil. - *Pedobiologia* **2**: 81-95.
- RENGER, M. (1971): Die Ermittlung der Porengrößenverteilung aus der Körnung, dem Gehalt an org. Substanz und der Lagerungsdichte. - *Z. f. Pflanzenernährung und Bodenkunde* **130**: 53-67.
- SCHRIEFER, T. (1981): Regenwürmer (Lumbricidae) auf unterschiedlich abgedeckten Mülldeponien. - *Pedobiologia* **21**: 153-166.
- SCHÄFER, K. & CAMPINO, I. (1977): Zoologische Untersuchungen an Ökosystemen verschiedener Nutzungsintensität. In: TÜXEN, R. (Ed.): *Vegetation und Fauna. - Berichte d. Int. Sym. d. Int. Vereinigung f. Vegetationskunde*, Rinteln, 1976: 63-73.
- SCHLICHTING, E. & BLUME, H. P. (1966): *Bodenkundliches Praktikum*. - Parey Verlag, Hamburg, 209 S.
- STRÜVE-KRUSENBERG, R. (1981): Sukzession und trophische Struktur der Bodenfauna von Brachflächen. - *Pedobiologia* **21**: 132-141.
- WEIDEMANN, G. et al. (1982): Recultivation: A problem of stabilization during ecosystem development. In: BORNKAMM, R. et al. (Eds.): *Urban Ecology*. - Blackwell Scientific Publications, Oxford: 305-313.
- ZACHARIAE, G. (1965): Spuren tierischer Tätigkeit im Boden des Buchenwaldes. - *Forstw. Forschungen* **20**: 1-68.

Anschrift des Verfassers:
Wolfgang Georg Brockmann
Hessische Forstliche Versuchsanstalt
Prof. Oelkers Straße 6
3510 Hann Münden 1

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): Brockmann Wolfgang Georg

Artikel/Article: [Enchytraeiden \(Oligochaeta\) als Besiedler von Deponie- und Grünlandstandorten 27-40](#)