

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und
Westfalens

Die Regenwurmfauna verschieden genutzter Böden im Raum Krefeld
(Lumbricidae) - mit 2 Tabellen und 6 Abbildungen : aus dem Institut für
Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde der Universität Bonn

Peters, Dirk

1985

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-190976](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-190976)

(Aus dem Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde der Universität Bonn)

Die Regenwurmfauna verschieden genutzter Böden im Raum Krefeld (Lumbricidae)*)

Dirk Peters

Mit 2 Tabellen und 6 Abbildungen

(Eingegangen am 19. 4. 1984)

Kurzfassung

Auf vier Ackerschlägen und einem Grünlandstandort nahe Krefeld (Niederrhein) wurde die Regenwurmfauna unter dem Einfluß landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen von Juli 1980 bis Mai 1982 in zweimonatigen Abständen beobachtet. Zur Erfassung des Artenspektrums wurden einige Proben eines Niederwaldstandortes ausgewertet. Artenzusammensetzung und Populationsdichte in den einzelnen Lebensräumen werden besprochen. Die Wirkungen einiger landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen werden besonders herausgestellt. Die Ergebnisse werden mit den Befunden älterer Untersuchungen verglichen.

Abstract

The lumbricid fauna of four arable lands and a grassland site near Krefeld (Lower Rhine) influenced by agricultural management was investigated from July 1980 until May 1982 in intervals of two months. Some samples of a plain woodland site were analysed for experience of species composition. Population density and species composition are discussed. The effects of agricultural management are emphasized. The results were compared with data of former investigations.

1. Einleitung

Die ersten Erkenntnisse über die bodenbiologische Bedeutung der Lumbriciden (Regenwürmer) gehen bis in das vorige Jahrhundert zurück (DARWIN 1881, HENSEN 1877). Mit zunehmender Intensivierung in der Landwirtschaft geriet die nützliche Tätigkeit dieser Bodenorganismen in Vergessenheit. Die Möglichkeit, die Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen über Mineraldünger sicherzustellen, ließ ihre Tätigkeit entbehrlich erscheinen. Dabei wurde übersehen, daß ihr Hauptbeitrag für das Pflanzenwachstum in den bodenphysikalischen Leistungen, also der Herstellung günstiger Strukturen zur Wasserführung und Durchlüftung zu sehen ist.

Erst in der letzten Zeit beginnt man sich wieder vertärkt auf die Bedeutung der Regenwürmer zu besinnen. Angeregt durch alternative Landwirtschaftsformen geht man der Frage nach, ob nicht durch eine Auflockerung der engen Fruchtfolgen und eine Intensivierung der Humuswirtschaft die verstärkte Aktivierung der Bodentierwelt bewirkt werden kann.

In der vorliegenden Arbeit werden Ergebnisse vorgestellt, die sich aus der Beobachtung der Regenwurmpopulationen unter dem Einfluß landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen ergaben. Die Befunde stammen aus einem Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Alternativer Landbau Boschheide Hof“ der Landwirtschaftskammer Rheinland Bonn, das Grundlagen für einen Vergleich alternativer mit konventioneller Landwirtschaft liefern soll.

*) Die Untersuchung wurde im Rahmen eines Forschungsprogramms der Landwirtschaftskammer Rheinland und mit deren finanzieller Förderung durchgeführt.

2. Methode

Es wurden fünf landwirtschaftliche Standorte, vier Ackerflächen sowie eine Grünlandfläche, und ein Niederwaldstandort ausgewählt. Die Probenahme erfolgte auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen im Verlauf der Vegetationsperiode fünfmal jeweils in der dritten Monatsdekade mit Beginn im Juli 1980 in zweimonatigen Abständen bis Mai 1982; auf die Untersuchung im Januar wurde verzichtet. Auf diese Weise kamen 10 Untersuchungstermine zustande.

Da Regenwürmer in Acker- und Grünlandflächen keineswegs gleichmäßig, sondern mehr mosaikförmig verteilt vorkommen (GUILD 1952, WILCKE 1955), ist für eine gesicherte Interpretation der Befunde eine genügend große Anzahl von Einzelproben erforderlich. Auf diese Weise führen die verteilungsbedingten Schwankungen der Parallelproben zu durchschnittlichen Abweichungen vom Mittelwert, die noch eine gesicherte Aussage zum Einfluß bestimmter ökologischer Faktoren ermöglichen.

Auf den vier Ackerschlägen und der Grünlandfläche wurde eine Untersuchungspartelle der Maße 12 m Länge und 10 m Breite festgelegt (Abb. 1). Entsprechend vier Wiederholungen (A, B, C, D) zu jedem Untersuchungstermin erfolgte eine Teilung in vier Untereinheiten. Da an 10 Untersuchungsterminen untersucht wurde, erfolgte innerhalb der vier Untereinheiten noch einmal eine Untergliederung in 10 Unterparzellen, die in zwei Reihen untereinander angeordnet waren. Die jeweilige Unterparzelle wurde bei jedem Untersuchungstermin in einem Bereich ungestörter Vegetation vorher bestimmt und stand für weitere Termine dann nicht mehr zur Verfügung. Innerhalb der Unterparzelle bestand die Auswahl des entsprechenden Probequadrates in der Größe von 50×50 cm ($0,25$ m²) aus 12 verschiedenen Möglichkeiten.

Die einzelnen Probequadrate wurden bis zu einer Tiefe von 60 cm ausgehoben. Die Auslese der unteren 30 cm, des Unterbodens, geschah auf dem Acker im Anschluß an das Ausgraben des Probenmaterials, während das Material des Oberbodens nach Abschluß eines jeweiligen fünftägigen Probedurchgangs nach Lumbriciden ausgelesen wurde. Auf diese Weise konnte der Zeitraum für die reine Entnahme des Probenmaterials so begrenzt werden, daß etwaige Änderungen in der Witterung in der Woche der Probenahme nur wenig Einfluß auf die Vergleichbarkeit der Einzelproben eines Probedurchgangs nehmen konnten.

Mit insgesamt 10 m² aus 40 Einzelproben je Standort im Verlauf der zweijährigen Untersuchungsperiode konnten 8,33% der jeweiligen Untersuchungspartelle erfaßt werden. Nach BALOGH (1958) sollen von dem untersuchten Areal mindestens 5% durch die Gesamtzahl der Einzelproben berücksichtigt werden, damit man zu einer zuverlässigen Schätzung der Population kommt.

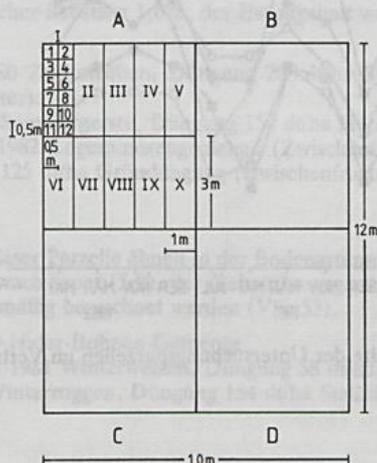


Abbildung 1. Untersuchungspartelle, Erläuterung im Text.

Im Wald wurde keine Untersuchungsparzelle ausgewiesen. Die Erfassung des Lumbricenbestandes sollte hier lediglich der Kenntnis des Artenspektrums dienen. In einem Bereich von etwa 100 m² wurden 20 Quadrate der Größe 1 × 1 m untersucht. Die Termine lagen im November 1980, Juni und August 1981. Die Auswertung der 10 Proben des November-Termins ergab keine Besiedlung des Mineralbodens. Aus diesem Grunde wurde an den beiden Terminen im Juni und August lediglich die Streu- und die 10 cm starke Humusschicht untersucht.

3. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

3.1. Klimatische Verhältnisse

In der Niederrheinischen Tiefebene macht sich überwiegend der Einfluß maritimer Luftmassen bemerkbar.

Im Mittel einer 30jährigen Meßperiode wurden bei den Niederschlagsmeßstationen in Kapellen und Moers 680 und 740 mm Niederschlag gemessen. Das Niederschlagsmaximum wird in den Monaten Juli, August verzeichnet, die trockensten Monate sind März, April. Die Jahresdurchschnittstemperatur (Station Krefeld) liegt bei 9,7°C. Die höchsten Temperaturen treten im Juli (17,9°C) und August (17,6°C) auf, die niedrigsten im Januar (1,7°C). Für das Jahr 1980 finden die Klimadaten der Meßstation Düsseldorf Flughafen Verwendung, da die Wetterstation in Moers-Schwafheim erst ab Januar 1981 in Betrieb ging. Mit 810 mm im Jahr 1980 und 806 mm im Jahr 1981 fielen in den beiden Untersuchungsjahren gleiche Mengen an Niederschlägen. In dem für die Untersuchungsperiode relevanten Zeitraum Juli–Dezember fielen im Jahr 1980 526 mm und im Jahr 1981 552 mm Niederschlag. In der Zeit von Januar–Mai waren es 1981 254 mm und 1982 224 mm. Temperaturabweichungen im Jahr 1981 gegenüber dem Vorjahr gab es im Juli (+1,4°C), November (+2,3°C) und Dezember (-1,9°C).

Die Niederschläge bestimmen zusammen mit der Verdunstungsrate die aktuelle Bodenfeuchte. Die Bodenfeuchtegehalte an den einzelnen Terminen der Probenahme sind für die vier Ackerflächen und den Grünlandstandort in Abb. 2 aufgeführt. Es weisen jeweils die beiden Lehm Böden der Parzellen I und II und die beiden Sandböden der Parzellen III und IV einen ähnlichen Verlauf auf. Die Bodenfeuchtegehalte des Grünlandstandortes zeigte im Verlauf der Untersuchungsperiode die größten Schwankungen. In allen fünf Parzellen waren die Jahresmittelwerte 1980/81 und 1981/82 bei 99% Sicherheitswahrscheinlichkeit

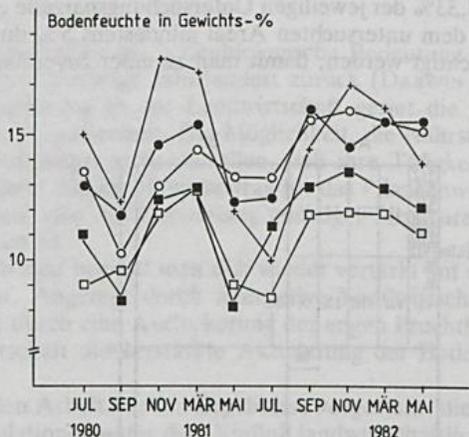


Abbildung 2. Bodenfeuchtegehalte der Untersuchungsparzellen im Verlauf der Untersuchungsperiode.

- = Parzelle I,
- = Parzelle II,
- = Parzelle III,
- = Parzelle IV,
- + = Parzelle V.

jedoch hochsignifikant nicht voneinander verschieden. Ein Einfluß des Faktors Bodenfeuchte auf die Besatzdichte kann daher beim Vergleich von Jahresmittelwerten ausgeschlossen werden.

3.2. Beschreibung der untersuchten Standorte

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen und das Waldgelände liegen in der mittleren Niederrheinebene des niederrheinischen Tieflandes nordöstlich von Krefeld unweit der Autobahnausfahrt Moers-Kapellen der Autobahn A 57. Das überwiegend ebene Gelände weist eine durchschnittliche Geländehöhe von NN + 30 m auf und wird lediglich durch Altwasserrinnen des Rheines morphologisch leicht zergliedert.

Aus den Ablagerungen des Rheines, Hochflutlehm und -sand, entstanden über der Rheinniederterrasse Böden von 60 bis 150 cm Mächtigkeit. In den Altwasserrinnen kam es zu jüngsten, zum Teil schweren, tonig-lehmigen Flußablagerungen über meist kiesig-sandigem Untergrund. Stellenweise ist hier Niedermoor entstanden. Aus den beschriebenen geologischen Substraten entwickelten sich Böden vom Typ der Braunerde und in den Altwasserrinnen des Gleys (WARSTAT 1982).

Die Böden aus sandig-lehmigen Hochflutablagerungen zählen zu den ertragreichen Böden. Bei der Bearbeitung mit schweren Maschinen und in zu nassem Zustand verdichten sie allerdings leicht und zeigen Strukturschäden. Die leichteren Böden aus lehmigen Sand sind bei länger anhaltender Trockenheit dürrefähig. In früheren Zeiten beeinflusste das Grundwasser stellenweise die Böden; durch die allgemeinen Grundwasserabsenkungen erreichen die Pflanzenwurzeln heute jedoch zu keiner Jahreszeit mehr das Grundwasser.

3.2.1. Ackerstandorte

Bei den Bodentypen der untersuchten Ackerflächen handelt es sich um Braunerden, die infolge der relativ hohen Schluffanteile zum Teil schon Staunässewirkungen zeigen (Pseudogley-Braunerden). Der Humus-Horizont (Ap) ist in der Regel 30 cm stark (Parzellen I, II und IV), nur bei dem leichtesten Boden sind es lediglich 25 cm (Parzelle III). Im folgenden werden die wichtigsten Kennzeichen der Böden, der Anbau der Kulturpflanzen und die Bewirtschaftungsmaßnahmen während der Untersuchungsperiode in getrennter Darstellung der Ackerflächen kurz angeführt. Eine ausführliche Darstellung findet sich bei PETERS (1984).

Parzelle I

Der Bodentyp dieser Parzelle ist eine Pseudogley-Braunerde aus lehmigem Sand in der Krume und sandigem Lehm bis sandig schluffigem Lehm im Unterboden. Der pH-Wert (CaCl_2) in der Krume beträgt 6,2%, der Gehalt an organischer Substanz 1,6%, der Basengehalt weist einen mittleren Versorgungsgrad auf (V% 62).

Kulturen: 30. 4.–27. 10. 1980 Zuckerrüben, Düngung 200 dt/ha Stallmist und 100 kg/ha Stickstoff (Kalkammonsalpeter).

4. 4.–24. 8. 1981 Sommergerste, Düngung 150 dt/ha Hühnermist.

5. 9. 1981–3. 2. 1982 Leguminosengemenge (Zwischenfrucht); ab 10. 2. 1982 Sommerweizen, Düngung 125 dt/ha Gründüngung (Zwischenfrucht), 230 dt/ha Stallmist.

Parzelle II

Die Pseudogley-Braunerde dieser Parzelle ähnelt in der Bodenartenschichtung dem Bodentyp der Parzelle I. Der pH-Wert ist schwach sauer (5,9), der Gehalt an organischer Substanz beträgt 1,9%, die Basensättigung kann nur als mäßig bezeichnet werden (V% 53).

Kulturen: 24. 3.–24. 7. 1980 Hafer-Bohnen-Gemenge.

27. 10. 1980–6. 8. 1981 Winterweizen, Düngung 58 dt/ha Hühnermist.

Ab 24. 10. 1981 Winterroggen, Düngung 154 dt/ha Stallmist und 51 dt/ha Hühnermist.

Parzelle III

Bei dem Bodentyp dieser Parzelle ist die Bodenart am leichtesten ausgebildet. Ein schwach lehmiger Sand in den oberen 60 cm geht mit zunehmender Tiefe in kiesigen Sand bis sandigen Kies über. Die

Bodenreaktion ist ebenfalls schwach sauer (pH 5,9), der Gehalt an organischer Substanz ist für einen Sandboden mit 1,8% außergewöhnlich hoch, die Basensättigung aber nur gering (V% 35).

Kulturen: 28. 2.–13. 8. 1980 Sommerweizen, Düngung 60 dt/ha Hühnermist.
9. 10. 1980–31. 7. 1981 Winterroggen, Düngung 140 dt/ha Stallmist, 70 dt/ha Hühnermist;
16. 4. 1981–21. 3. 1982 Perserklee (Untersaat).
Ab 12. 5. 1982 Futtergemenge (Mais, Ackerbohnen, Futtererbsen).

Auf den Parzellen I, II und III wurde die Unkrautbekämpfung mechanisch mit dem Hackrahmen mit angebaute Netzegge oder Striegel durchgeführt. Als besondere Boden- und Pflanzenpflegemaßnahmen wendet man im biologisch-dynamischen Landbau besondere Spritzpräparate und Schädlingsbekämpfungsmittel aus Pflanzenextrakten an. Auf diesen Untersuchungsflächen waren dies: Hornmist, Hornkiesel, Ecovital (organisch-mineralischer Bodenaktivator), Algifert (Meeralgenextrakt), Spruzit (Pyrethrumextrakt).

Parzelle IV

Der Bodentyp dieser Parzelle ist eine Gley-Braunerde. Der Grundwassereinfluß stammt aus früheren Zeiten und ist heute nicht mehr feststellbar. Die Bodenart wechselt von lehmigem Sand in den oberen 60 cm zu sandigem Lehm in den darunterliegenden Schichten. Die Bodenreaktion ist neutral (pH 6,6), der Gehalt an organischer Substanz erreicht von allen untersuchten Ackerflächen mit 2,2% den höchsten Wert. Die Basensättigung wird als mäßig eingestuft (V% 50).

Kulturen: 15. 4.–26. 11. 1980, Düngung 200 dt/ha Lupinen-Erbsen-Gemenge (Zwischenfrucht), 215 kg/ha Stickstoff (Kalkammonsalpeter), 325 kg/ha Phosphorsäure (P_2O_5 , Thomasphosphat), 400 kg/ha Kalium (K_2O , 40er Kali).
26. 11. 1980–15. 8. 1981 Winterweizen, Düngung 450 dt/ha Rübenblatt, 187 kg/ha Stickstoff (Ammon-Nitrat-Harnstoff-Lösung), 82 kg/ha Phosphorsäure (P_2O_5 , Diammonphosphat).
Ab 24. 9. 1981 Wintergerste, Düngung 187 kg/ha Stickstoff (Ammon-Nitrat-Harnstoff-Lösung, Kalkammonsalpeter), 70 kg/ha Phosphorsäure (P_2O_5 , Novaphos), 160 kg/ha Kalium (K_2O , 40er Kali).

Auf dieser Parzelle wurde Intensivpflanzenbau betrieben. Unkraut-, Krankheits- und Schädlingsbekämpfung erfolgte mit synthetischen Pflanzenbehandlungsmitteln. Eine vollständige Auflistung der verwendeten Präparate gibt PETERS (1984).

3.2.1. Grünlandstandort (Parzelle V)

Die Grünlandfläche weist einen relativ artenarmen Pflanzenbestand auf. Als bestandsbildende Art stellt sich mit nahezu 80% *Alopecurus pratensis* heraus. Nächst dieser Art nimmt *Bromus erectus* größere Teile ein. Nur mit wenigen Exemplaren vertreten sind *Poa pratensis* und *Festuca pratensis*. Vereinzelt kommen *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* und *Arrhenatherum elatius* vor. Bis auf wenige Exemplare von *Capsella bursa-pastoris* und *Stellaria media* sind überhaupt keine krautigen Pflanzen zu verzeichnen.

Nach der Darstellung von KLAPP (1965) handelt es sich um eine wechsellückige Glatt-haferwiese mit Wiesenfuchsschwanzfaziesbildung. Der Boden ist ein Gley aus stark humosem lehmigem Sand in den oberen 25 cm. Mit zunehmender Tiefe geht die Bodenart in lehmigen Sand und im untersten Bereich in sandigen Lehm über. Die Terminierung der Schnittzeitpunkte und die Bewirtschaftungsmaßnahmen sind bei PETERS (1984) aufgeführt.

3.2.3. Waldstandort (Parzelle VI)

Der Boden dieses Standortes ähnelt stark dem der Parzelle III, die zum ehemaligen Ausdehnungsbereich des Waldes gehört. Die Braunerde unterscheidet sich lediglich im Humus-Horizont stärker, der hier aus zwei verschiedenen Schichten besteht: Einem 10 cm starken Horizont (Ah) aus stark humosem, schwach lehmigem Sand und einem ebenfalls 10 cm starken Horizont (BvAh) aus schwach lehmigem Sand bis kiesigem Sand. Die Bodenreaktion ist mit pH 4,3 bzw. pH 4,6 im Untergrund sauer. Der Gehalt an organischer Substanz beträgt in dem zweischichtigen Humus-Horizont 5,7%.

Nach der Beurteilung anhand einer Vegetationskartierung von MEISEL (1963) befindet sich die Untersuchungsfläche im Übergangsbereich zweier verschiedener Waldtypen: An einen Stieleichenwald mit *Milium* grenzt im Süden ein reicher *Athyrium*-Eichen-Hainbu-

chenwald an. Da *Athyrium* im Bereich der Untersuchungsfläche fehlt, entspricht die Zuordnung zum erstgenannten Typ am besten den Verhältnissen. Die größten Anteile in der Baum- und Strauchschicht nimmt mit etwa 60% *Betula pendula* ein. Als weitere Arten kommen vor *Quercus robur* mit 20% und *Carpinus betulus* mit 10%. Der Rest verteilt sich auf vereinzelte Exemplare von *Castanea vesca*, *Sorbus aucuparia* und *Sambucus nigra*. In der Krautschicht findet man lediglich größere Anteile von *Rubus caesius*.

4. Ergebnisse

4.1. Artenspektrum

Das Artenspektrum der Lumbriciden auf den Ackerflächen umfaßt nur die drei Arten *Allolobophora caliginosa* (SAVIGNY 1826), *Allolobophora antipai* var. *tuberculata* (CERNOSVITOV 1935) und *Lumbricus terrestris* LINNAEUS 1758 (Tab. 1).

| | | Parzelle | | | |
|--|---|----------|-------|-------|-------|
| | | I | II | III | IV |
| <i>Allolobophora caliginosa</i> | I | 83,51 | 87,22 | 97,30 | 95,95 |
| | G | 96,64 | 86,18 | 90,51 | 98,36 |
| <i>A. antipai</i> var. <i>tuberculata</i> | I | 15,75 | 4,83 | 0,57 | 3,02 |
| | G | 2,26 | 0,65 | 0,09 | 0,68 |
| <i>Lumbricus terrestris</i> | I | 0,74 | 7,95 | 2,13 | 1,03 |
| | G | 1,10 | 0,65 | 9,40 | 0,96 |

Tabelle 1. Individuendominanz (I) und Gewichtsdominanz (G) der Lumbricidenarten in den vier Ackerparzellen (I-IV).

Mehr als drei bis fünf Arten sind in der Regel in Ackerböden auch nicht zu erwarten (vgl. Kap. 6.). *A. caliginosa* stellte in den lehmigen als auch in den sandigen Böden zahlen- und gewichtsmäßig den überragenden Anteil. Zweithäufigste Art war teils *A. antipai* var. *tuberculata*, teils *L. terrestris*. Letzterer folgte auf das Gewicht bezogen an zweiter Stelle. Vermutlich ist *L. terrestris* bedingt durch die Methode der Probenahme etwas zu gering

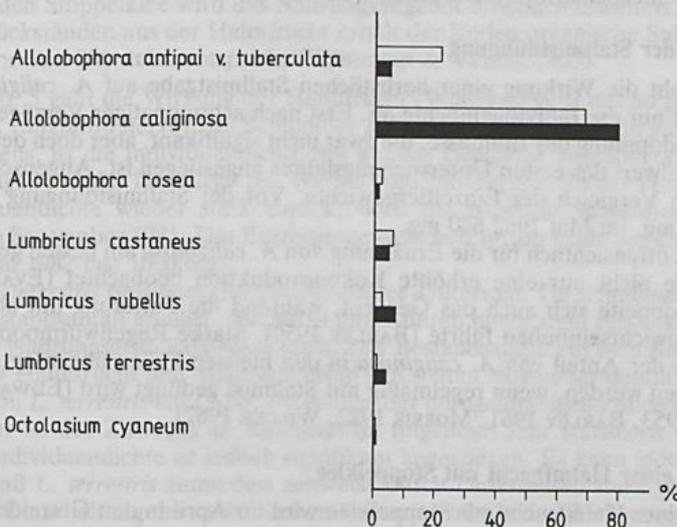


Abbildung 3. Lumbricidengemeinschaft im Grünland.
Helle Säulen: Individuendominanz,
schwarze Säulen: Gewichtsdominanz.

bewertet. Allerdings ergab eine einmalige Anwendung der Formalin-Methode nach SATCHELL (1969) ab 60 cm Tiefe keine zusätzlichen Exemplare von *L. terrestris*. Man kann daher davon ausgehen, daß diese Art in der vorgelegten Untersuchung auch durch die Methode der Handauslese hinreichend repräsentiert ist.

Im Grünland wurden sieben Arten gefunden (Abb. 3). Dabei war auch hier *A. caliginosa* mit 68,07% die häufigste Art, gefolgt von *A. antipai* var. *tuberculata* mit 21,09% und *Lumbricus castaneus* (SAVIGNY 1826) mit 5,76%. Mit Anteilen unter 3% waren vertreten: *Lumbricus rubellus* HOFFMEISTER 1843, *Allolobophora rosea* (SAVIGNY 1826) und *Octolasion cyaneum* (SAVIGNY 1826). In der Reihenfolge nach dem Gewicht stand hinter *A. caliginosa* mit 79,54%, *L. rubellus* mit 6,68% an zweiter Stelle, während *A. antipai* var. *tuberculata* nur 4,42% erreichte. Es folgten *L. terrestris* mit 3,91%, *L. castaneus* mit 3,86% sowie *A. rosea* und *O. cyaneum* mit Anteilen unter 2%.

Im Waldstandort traten *Dendrobaena octaedra* (SAVIGNY 1826) und *L. rubellus* mit 39,64% hervor; *Dendrobaena rubida* (SAVIGNY 1826) kam auf 18,08%, der Anteil von *L. castaneus* lag unter 1%. In der Biomasse stellte *L. rubellus* mit 74,36% den größten Anteil, an zweiter Stelle folgte *D. octaedra* mit 16,03%. *D. rubida* erreichte 8,33%, *L. castaneus* konnte nur 1,28% Anteil verzeichnen.

4.2. Die Lumbricidenfauna der Ackerstandorte

Lumbriciden weisen allgemein in Abhängigkeit von der Art und dem Alter enorme Unterschiede in der Körpergröße auf (HOFFMANN 1931). Will man daher der physikalischen Leistung einer Art gerecht werden, so muß man die Biomasse als Bewertungsmaßstab heranziehen. Aber nicht nur zur Beurteilung ihrer physikalischen Wirksamkeit im Boden, auch die Auswirkung des ökologischen Faktors Nahrung läßt sich an Hand der Biomassewerte besser als an den Individuendichten der Regenwürmer ablesen (WILCKE 1962). Die Individuendichte sollte nur in Verbindung mit der Biomasse verwendet werden. Die Körperoberfläche gibt in Verbindung mit der Biomasse (oder dem Volumen) Hinweise darauf, ob in einer Regenwurmgemeinschaft mehr die Abbauleistung bei der Zersetzung der organischen Substanz durch viele juvenile Tiere oder kleinere Arten mit insgesamt hoher Stoffwechsellistung im Verhältnis zur Größe oder hauptsächlich die mechanisch-physikalische Leistung weniger gewichtsstarker Tiere im Vordergrund steht. Je mehr der Quotient aus Biomasse (in g) oder Volumen (in cm³) und Körperoberfläche (in dm²) gegen 10 geht, desto mehr überwiegen die mechanisch-physikalischen Leistungen.

4.2.1. Einfluß der Stallmistdüngung

Aus Abb. 4 geht die Wirkung einer herbstlichen Stallmistgabe auf *A. caliginosa* hervor. Zunächst steigt nur die Individuendichte an. Erst nach achtmonatiger Verzögerung kommt es zu einer Verdopplung der Biomasse, die zwar nicht signifikant, aber doch deutlich gegenüber dem Mittelwert des ersten Untersuchungsjahres angestiegen ist. Augenscheinlich wird dies auch beim Vergleich der Einzeltiergewichte. Vor der Stallmistdüngung im Juli 1981 beträgt es 420 mg, im Mai 1982 640 mg.

Stallmist ist offensichtlich für die Ernährung von *A. caliginosa* am besten geeignet. Nach Stallmist wurde nicht nur eine erhöhte Kokonproduktion beobachtet (EVANS & GUILD 1948), es verdoppelte sich auch das Gewicht, während die Fütterung mit abgestorbenen Wurzeln zu Gewichtseinbußen führte (BARLEY 1959). Starke Regenwurmpopulationen im Ackerland, wo der Anteil von *A. caliginosa* in den meisten Fällen überwiegt, können nur aufrecht erhalten werden, wenn regelmäßig mit Stallmist gedüngt wird (EDWARDS & LOFTY 1972, FRANZ 1953, BARLEY 1961, MORRIS 1922, WILCKE 1962).

4.2.2. Einfluß einer Halmfrucht mit Stoppelklee

Beim Anbau einer Halmfrucht mit Stoppelklee wird im April in den Getreidebestand eine Untersaat, zumeist eine Kleeart, eingesät. Nach Aberntung des Getreides verbleibt die Untersaat bis zum ersten Frost auf dem Feld und wird dann als Gründüngung zusammen mit den zwischenzeitlich in Verrottung übergegangenem Ernterückständen der Halmfrucht eingepflügt. Mit drei positiven Wirkungen auf die Regenwurmfauna ist zu rechnen:

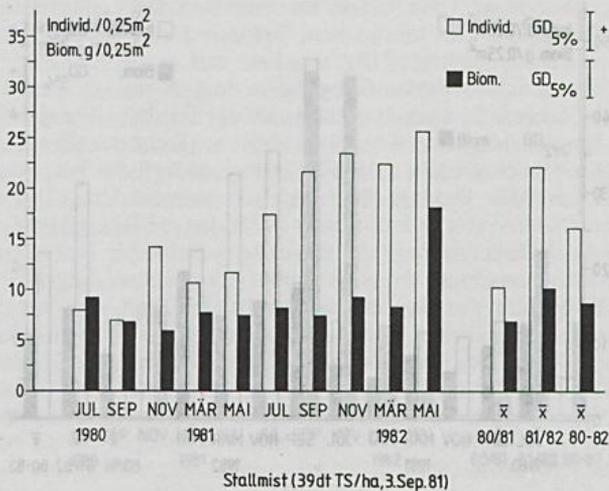


Abbildung 4. Stallmistwirkung auf *Allolobophora caliginosa* in der Parzelle II.
 GD 5% = Grenzdifferenz bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit,
 + = signifikant,
 x̄ = Jahresmittel bzw. Gesamtmittel,
 TS = Trockensubstanz.

(1) Durch die unterlassene Bearbeitung der Getreidestoppel entfällt der störende Einfluß der Bodenbearbeitung, die fast immer zu einer Reduktion der Zahl der Bodentiere führt (TISCHLER 1955).

(2) In den warmen Sommermonaten schützt die Vegetationsdecke der Untersaat den Boden vor zu starker Erwärmung und Austrocknung. Bei entsprechenden Niederschlägen wird daher die Bodenfeuchtigkeit erhalten. Regenwurmartens mit konsekutiver Dormanz können ihre Aktivität auch in den Sommermonaten entfalten. Normalerweise überdauern sie Zeiten, in denen die oberen Bodenschichten austrocknen, im Knotenstadium.

(3) Durch den Stoppelklee wird das Nahrungsangebot erheblich erweitert. Zusammen mit den Ernterückständen aus der Halmfrucht erhält der Boden organische Substanz, die einer Stallmistgabe von 200 dt/ha entspricht (KÖHNLEIN & VETTER 1953).

Aus Abb. 5 geht die Wirkung der Halmfrucht (Winterroggen) mit Stoppelklee (Perserklee) auf *A. caliginosa* hervor. Im September 1981, etwa sieben Wochen nach der Ernte des Winterroggens, ist die Individuendichte fast auf das Dreifache angestiegen. Auch die Biomasse beträgt etwa das Dreifache des Wertes vom Juli-Termin. In der Folgezeit geht zwar die Individuendichte wieder stark zurück, doch die Biomasse stabilisiert sich auf dem Niveau vom September 1981. Das Einzeltiergewicht beträgt am Ende der Untersuchungsperiode im Mai 1982 fast 1000 mg.

Auch *L. terrestris* profitiert von der Perserklee-Untersaat. Da sich diese Art von oberirdischem Bestandsabfall ernährt, den sie in ihre Röhren hineinzieht (GERARD 1963), verbessert sich die Nahrungsgrundlage wesentlich. Der Bestandsabfall aus dem Klee ist reichlicher als aus einer Halmfrucht und wirkt sich bis in den späten November deutlich positiv auf die Biomasse von *L. terrestris* aus (Abb. 6). Infolge der unregelmäßigen Funde im ersten Untersuchungsjahr ist der Zuwachs an Biomasse im folgenden Jahr statistisch noch nicht gesichert, die Individuendichte ist jedoch signifikant angestiegen. Es kann jedoch kein Zweifel bestehen, daß *L. terrestris* zumindest zeitweise durch Untersaaten stark gefördert wird.

Erst die Einarbeitung der verbliebenen Ernterückstände des Winterroggens entzieht *L. terrestris* die Nahrungsgrundlage, so daß Individuendichte und Biomasse im März 1982 auf den Jahresmittelwert des Untersuchungsjahres 1980/81 zurückfallen. Die eingearbeitete organische Substanz kommt dann *A. caliginosa* zugute. Man erkennt dies auch am Anstieg der Biomasse im Mai 1982. Nach der Bodenbearbeitung im März 1982 war ein geringfügiger

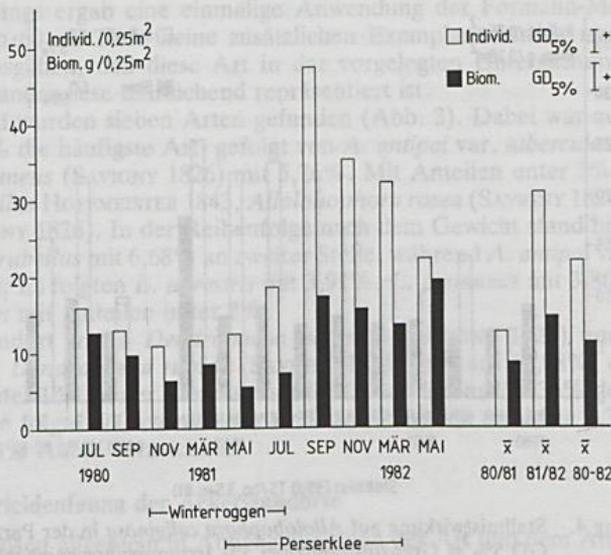


Abbildung 5. Wirkung einer Halmfrucht mit Stoppelklee auf *Allolobophora caliginosa*. Erläuterung in Abb. 4.

Abfall im Vergleich zum Wert des November-Termins 1981 eingetreten. Insgesamt gesehen hat die Kombination aus Halmfrucht mit Stoppelklee einen bemerkenswert günstigen Einfluß auf zwei wichtige Vertreter der Regenwurmfauna im Ackerboden.

Tab. 2 faßt Abundanz, Biomasse und Körperoberfläche der Lumbricidengemeinschaft in den Ackerparzellen und im Grünland zusammen. Die Parzelle I wies schon zu Beginn der Untersuchungsperiode im Juli 1980 das höchste Niveau von allen Ackerparzellen auf. Die Einarbeitung der Stallmist- und Gründüngung im Februar 1982 (vgl. Kap. 3.1.) führte bei der letzten Probenahme im Mai 1982 zu einem Anstieg der Biomasse von *A. caliginosa* auf das Dreifache. In der Parzelle IV konnte die Rübenblattdüngung die gesamte Lumbricidengemeinschaft, die fast ausschließlich aus *A. caliginosa* bestand (vgl. Tab. 1), nicht nachhaltig fördern. Die ausführliche Darstellung ist PETERS (1984) zu entnehmen. Ein Vergleich der absoluten Zahlen müßte die Bodenverhältnisse berücksichtigen. Die Befunde der Parzellen II und III zeigen aber, daß der Einfluß des Bodens ganz stark hinter den der verfügbaren organischen Substanz zurücktreten kann.

| Lumbriciden/m ² | I | II | Parzelle III | IV | V |
|-------------------------------------|--------|-------|--------------|-------|--------|
| Abundanz | 108,62 | 74,60 | 90,40 | 50,70 | 239,40 |
| Biomasse in g | 61,56 | 41,34 | 51,60 | 32,90 | 87,29 |
| Körperoberfläche in dm ² | 6,64 | 4,53 | 5,71 | 3,51 | 11,61 |

Tabelle 2. Abundanz, Biomasse und Körperoberfläche der Lumbricidengemeinschaft in den Ackerparzellen (I bis IV) und dem Grünlandstandort (V).

4.3. Die Lumbricidenfauna des Grünland- und Waldstandortes

Der Grünlandstandort weist von allen untersuchten Standorten die bei weitem höchsten Werte in Individuendichte, Biomasse und Körperoberfläche auf (Tab. 2). Besonders die Körperoberfläche steigt auf das Dreifache einzelner Ackerstandorte an. Der Quotient aus Biomasse und Körperoberfläche ist damit um 1,5–2,0 Punkte niedriger als auf Ackerstandorten. Die Zahlen bestätigen, daß in Grünlandböden kleinere Arten und juvenile Tiere von *A. caliginosa*, deren Hauptleistung im Abbau der organischen Substanz liegt, in der

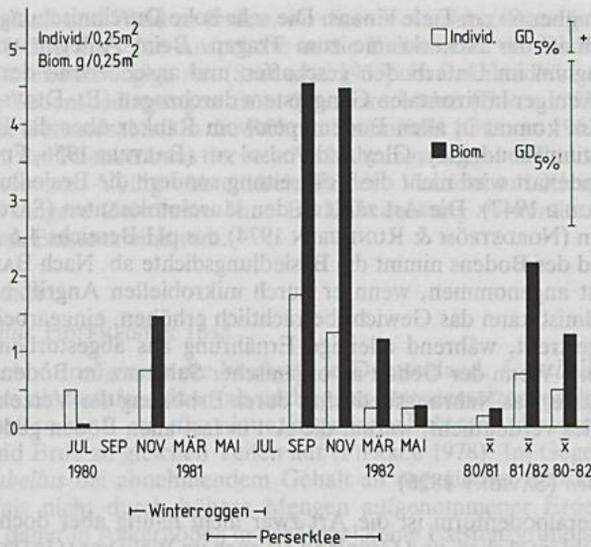


Abbildung 6. Wirkung einer Halmfrucht mit Stoppelklee auf *Lumbricus terrestris*. Erläuterung in Abb. 4.

Lumbricidengemeinschaft größere Anteile einzunehmen vermögen. Entscheidend für die im Grünland höhere Besatzdichte, Biomasse und Körperoberfläche ist die Tatsache, daß in diesem Lebensraum die zwei Hauptbedürfnisse der Lumbriciden, Nahrung und Bodenfeuchte (SATCHELL 1967), besonders gut erfüllt sind.

Die Biomasse der Lumbriciden im Waldstandort lag unter 1 g/m^2 , die Individuendichte bei $2,75 \text{ Individuen/m}^2$. Die minimale Besiedlung steht mit den bei weitem schlechtesten Ernährungsbedingungen im Zusammenhang. Diese wiederum hat ihre Ursache in der stark sauren Braunerde, die keine bedeutende Krautschicht trägt. Das Nahrungsangebot besteht mithin fast ausnahmslos aus dem Bestandsabfall der Baum- und Strauchschicht. Die relativ dicke Streuauflage eines mullartigen Moders läßt schon keine stärkere Regenwurmbesiedlung erwarten (v. ZEWSCHWITZ 1981, mündl. Mitt.). Moder bildet sich immer dann, wenn Regenwürmer zurücktreten oder ganz fehlen und die Bodenfauna hauptsächlich aus Arthropoden besteht (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1979, WESTERINGH 1972). Der Mull-Typ, der meist ein C/N-Verhältnis zwischen 10 und 15 im Humuskörper aufweist und der auch bei Wiesen- und Ackerstandorten in der Regel vorliegt (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1979), ist immer an eine reiche Regenwurmtätigkeit gebunden (VAN RHEE 1963).

5. Autökologie der beobachteten Arten

Die Bezeichnung des ökologischen Typs und die Einschätzung der Durchmischungsleistung der Mineralbodenformen geht auf WILCKE (1962) zurück. Er unterscheidet Humusformen, die in dieser Arbeit Humusbodenformen genannt werden (rot pigmentierte Arten), und Mineralbodenformen (graugefärbte Arten u. *L. terrestris*). In einigen Fällen wurde die Einschätzung des ökologischen Typs neu gefaßt, da sich inzwischen neuere Erkenntnisse ergeben haben.

Mineralbodenformen

Allolobophora caliginosa (SAVIGNY 1826)

Diese Art stellt von allen Regenwurmartarten der deutschen Regenwurmfauna die geringsten ökologischen Ansprüche. Die hohe ökologische Potenz macht *A. caliginosa* zum Kosmopoliten. Bezüglich der Grabtätigkeit nimmt die Art eine Mittelstellung zwischen tief- und flachgrabenden Arten ein (GUILD 1955). Bei einem mittleren Gewicht von etwa 500 mg geht

die Aktivität kaum über 60 cm Tiefe hinaus. Die sehr hohe Durchmischungsleistung kommt daher vornehmlich in der Ackerkrume zum Tragen. Beim Anlegen von Gängen wird zunächst ein Refugium im Unterboden geschaffen und anschließend der Oberboden mit einem mehr oder weniger horizontalen Gangsystem durchzogen (EL-DUWEINI & GHABBOUR 1964). *A. caliginosa* kommt in allen Bodentypen vom Ranker über die Braunerde, Parabraunerde bis hin zum Pseudogley, Gley und Podsol vor (BALTZER 1956, FINCK 1952, REMUS 1962). Von der Bodenart wird nicht die Verbreitung sondern die Besiedlungsdichte beeinflusst (EVANS & GUILD 1947). Die Art zählt zu den säureintoleranten (SACHELL 1955) oder azidophoben Arten (NORDSTRÖM & RUNDGREN 1974) des pH-Bereichs 4,6–7,0. Mit zunehmendem Säuregrad des Bodens nimmt die Besiedlungsdichte ab. Nach BARLEY (1959) wird Bestandsabfall erst angenommen, wenn er durch mikrobiellen Angriff braun und feucht geworden ist. Stallmist kann das Gewicht beträchtlich erhöhen, eingearbeitet mehr als nur oberflächlich aufgestreut, während alleinige Ernährung aus abgestorbenen Wurzeln das Gewicht vermindert. Wenn der Gehalt an organischer Substanz im Boden abnimmt, ist *A. caliginosa* in der Lage, das Nahrungsbedürfnis durch Erhöhung der Verzehrsgeschwindigkeit zu decken (MARTIN 1982). Dies verdeutlicht, warum die Art in fast allen Böden gedeihen kann.

Allolobophora rosea (SAVIGNY 1826)

Als eurytope Mineralbodenform ist die Art zwar nicht häufig aber doch weit verbreitet, kommt daher sowohl im Acker- und Grünland als auch im Wald vor (GRAFF 1953a). Wie alle *Allolobophora*-Arten zählt *A. rosea* zu den säureintoleranten Arten, (SACHELL 1955), die aber wesentlich empfindlicher als *A. caliginosa* auf saures Milieu reagiert (BALTZER 1956). Als flachgrabende Art entfaltet *A. rosea* ihre Aktivität mit ausgedehnten Gangsystemen vor allem im Oberboden (GUILD 1955). Die Durchmischungsleistung ist als stark einzustufen. *A. rosea* ist in Sand-, Lehm- und Tonböden anzutreffen (EVANS & GUILD 1947), scheint aber offenbar eine Vorliebe für Lößböden und Niederungsmoore in landwirtschaftlicher Nutzung zu haben (BALTZER 1956).

Allolobophora antipai var. *tuberculata* (CERNOSVITOV 1935)

Die Art kann ebenfalls als eurytope Mineralbodenform bezeichnet werden, da sie sowohl im Acker als auch im Grünland vorkommt und sogar in Wäldern zu finden sein soll (GRAFF 1953a, WILCKE 1962, ZAJONC 1970, ZICSI 1959). In den meisten Fällen wird *A. antipai* var. *tuberculata* oder die f. *typica* (MICHAELSEN 1891) in größerer Anzahl vor allem in Grünlandböden anzutreffen sein, da sie als Vertreter der steppenbewohnenden Lumbricidenfauna in Mitteleuropa die Bereiche besiedelt, die mikroklimatisch den Steppenböden ihres pannonisch-sarmatischen Ursprungsgebiets ähneln (WILCKE 1962). Infolge ihrer nur geringen Körpergröße von 30 bis 55 mm Länge und ein bis zwei mm Durchmesser kann man von dieser Art nur eine mäßige Durchmischungsleistung erwarten. Das Vorkommen von *A. antipai* f. *typica* und var. *tuberculata* erstreckt sich auf sandige Lehm- bis bindige Tonböden (ZICSI 1959).

Octolasion cyaneum (SAVIGNY 1826)

Eine tiefgrabende Mineralbodenform mit starker Durchmischungsleistung (GUILD 1955, WILCKE 1962), die hohe Ansprüche an die Bodenfeuchte stellt (BALTZER 1956). Die Angaben über die Säureempfindlichkeit gehen auseinander. Nach BALTZER (1956) findet die Art ihre optimale Entwicklung im neutralen Bereich während SACHELL (1955) von Existenzmöglichkeiten im pH-Bereich von 4,4–7,0 berichtet. Eine neuere Untersuchung mit Vorkommen in sauren Glatthaferwiesen im pH-Bereich zwischen 4,4 und 5,0 (BAUCHHENS 1982) spricht für Säureunabhängigkeit. Die sommerliche Ruhe ist ziemlich lang und wird im Knotenstadium verbracht (BALTZER 1956).

Lumbricus terrestris LINNAEUS 1758

Als tiefgrabende eurytope Mineralbodenform mit starker Durchmischungsleistung bevorzugt dieser größte einheimische Regenwurm tiefgründige Lehmböden und ist überall im

Ackerland, Grünland und Wald zu finden, wo diese Voraussetzungen gegeben sind (GRAFF 1953a, BALTZER 1956). Da seine Ansprüche an die Kalkvorräte des Bodens nicht sehr hoch sind, gilt er als säureunabhängige Art (SACHELL 1955). In Grünlandböden und Ackerrainen findet er bessere Lebensbedingungen als in den Ackerböden (FINCK 1952). Da er sich seine Nahrung aus dem Bestandsabfall in die Röhren hineinzieht (GERARD 1963), wirkt sich unter den Bedingungen des Pflanzenbaus der relative Nahrungsmangel nachteilig auf seine Entfaltungsmöglichkeiten aus. Völlig unkrautfreie Felder, Verzicht auf Kleegrassschläge in der Fruchtfolge und längere Zeiträume ohne Bodenbedeckung vermindern seine Nahrungsgrundlage bis zum Existenzminimum.

Humusbodenformen

Lumbricus rubellus HOFFMEISTER 1843

Diese Art ist nach *A. caliginosa* die häufigste in Deutschland. *L. rubellus* ist als eurytope Humusbodenform einzustufen, da er als wichtigster Streuzersetzer regelmäßig in Wald und Grünland anzutreffen ist. *L. rubellus* nimmt organische Substanz, die zum größten Teil noch unzersetzt ist, und Erde zu gleichen Teilen auf (PIEARCE 1978). Im Gegensatz zu *A. caliginosa* kann *L. rubellus* bei abnehmendem Gehalt an organischer Substanz im Boden sein Nahrungsbedürfnis nicht durch höhere Mengen aufgenommener Erde decken (MARTIN 1982) und findet daher in Ackerböden in der Regel keine Existenzgrundlage mehr. Von verpilzten Rohhumusdecken mit einem pH-Wert von 3,0 (BALTZER 1956) bis zu kalkhaltigen Böden (BAL 1977) kann er Substrate des gesamten Säurebereichs für Lumbriciden besiedeln. Als oberflächennah arbeitende Humusform legt *L. rubellus* kein reguläres Gangsystem an (GUILD 1955), die Durchmischungsleistung ist daher nur mäßig und führt zu wenig stabilen Krümeln.

Lumbricus castaneus (SAVIGNY 1826)

Als eurytope Humusbodenform ist *L. castaneus* ein ausgesprochener Streuzersetzer, der aber auch häufig im Grünland und in Gärten anzutreffen ist (BALTZER 1956, GRAFF 1953a). Die Art arbeitet nahe der Erdoberfläche im Bereich des Wurzelfilzes, legt aber keine gut entwickelten Gänge an (GUILD 1955). Die Nahrung besteht zum größten Teil aus noch nicht zersetzter organischer Substanz, aber auch aus wenig verrotteten Exkrementen der Weidetiere (EVANS & GUILD 1948). Neben der Nahrung werden auch nicht unerhebliche Teile an mineralischer Substanz aufgenommen (PIEARCE 1978). *L. castaneus* zählt zu den säureunabhängigen Arten, die im weiten pH-Bereich von 4,0 bis 7,0 leben können (SACHELL 1955).

Dendrobaena rubida (SAVIGNY 1826)

Diese einzige stenotope Humusbodenform der offenen Landschaft lebt im Streubereich der Laubwälder und beteiligt sich hier auch an der Zersetzung von morsch gewordenen Baumstümpfen (GRAFF 1953a). Als azidophile Art des pH-Bereichs 3,5–5,5 liegt der bevorzugte Lebensraum in den stark sauren Böden der Wälder (NORDSTRÖM & RUNDGREN 1974), in denen sie oft als einzige Regenwurmart neben *D. octaedra* und *L. rubellus* vorkommt.

Dendrobaena octaedra (SAVIGNY 1826)

Diese Art ähnelt in ihren Ansprüchen *D. rubida*, sie ist jedoch eurytop. Der Lebensraum von *D. octaedra* ist die Streuschicht der Laubwälder. Das Vorkommen in Garten- und Grünlandböden bildet die Ausnahme, landwirtschaftlich genutzte Ackerböden werden gemieden. Infolge einer extremen Säureverträglichkeit werden zuweilen auch Hochmoore besiedelt (BALTZER 1956, GRAFF 1953a, SACHELL 1955).

6. Vergleich mit anderen Untersuchungen

Die Ursachen für das Fehlen einer Art sind im topographischen, klimatischen, historischen und ökologischen Grund zu sehen (TISCHLER 1979). Da topographische und klimatische Veränderungen großräumig auftreten, bestimmen relativ häufiger der historische Grund

und die ökologische Faktorenkombination das Vorkommen oder Fehlen einer Art. Auf den historischen Grund soll hier nicht eingegangen werden.

So verbleibt die Analyse der ökologischen Faktoren, um Vorkommen oder Fehlen bestimmter Arten zu ergründen. Ein umfangreiches Werk dazu hat BOUCHE (1972) in Frankreich zusammengetragen. Allein aus klimatischen Gründen können diese Erkenntnisse aber nicht ohne weiteres auf Deutschland übertragen werden. Der Ansatz, über die Ermittlung von möglichst vielen ökologischen Faktoren die Ansprüche einer Art an die Umwelt zu charakterisieren, ist auf jeden Fall richtig. Dabei sollte aber vermieden werden, einzelne ökologische Faktoren auf einen übergeordneten Faktorenkomplex zu reduzieren, um daraus Abhängigkeiten einer Art in bezug auf Verbreitung und Abundanz abzuleiten.

Für die Verbreitung und Häufigkeit von Regenwurmarten gibt beispielsweise der Bodentyp nur wenig konkrete Hinweise. Dies erklärt sich daraus, daß wichtige ökologische Faktoren für Regenwürmer wie Bodenfeuchtigkeit, pH-Wert, Basensättigung und Korngrößenzusammensetzung in ihrer Intensität nicht an einen bestimmten Bodentyp gebunden sind, d. h. beim gleichen Bodentyp können diese Faktoren erheblich schwanken. Man denke nur an den Formenreichtum der Braunerden, die aus völlig verschiedenen geologischen Substraten entstehen können und daher in der Bodenreaktion sowohl sauer als auch basisch sein können. Die Auswirkungen unterschiedlicher Feuchtigkeitsgrade in staunassen Böden beim gleichen Bodentyp auf das Vorkommen und die Häufigkeit von Regenwurmarten hat REMUS (1962) gezeigt.

Wesentlich bessere Aufschlüsse vermittelt die Kenntnis der Bodenart. Die Korngrößenzusammensetzung (Textur) bestimmt maßgeblich die Wasserkapazität eines Bodens und damit die aktuelle Bodenfeuchte. Nach GUILD (1948) bieten schluffige Lehmböden die besten Voraussetzungen für eine starke Regenwurmbesiedlung.

Die Ermittlung einer Vielzahl von ökologischen Faktoren ist mithin erforderlich, um Aussagen zu den Ansprüchen einzelner Regenwurmarten und ihrer Häufigkeit in bestimmten Lebensräumen zu machen. Als wichtigste seien nach den bisherigen Erkenntnissen genannt:

Bodenart, Bodenfeuchtigkeit, pH-Wert, Basensättigung, Tiefgründigkeit des Bodens, Qualität und Quantität des Nahrungsangebotes und in Agrarökosystemen der Einfluß landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen (Bodenbearbeitung, mineralische und organische Düngung, Pflanzenschutzmaßnahmen).

Dennoch fällt es auch bei dieser Art der Vorgehensweise immer wieder schwer, den Faktor herauszuarbeiten, der letztendlich Artenspektrum und Besatzdichte bzw. Biomasse bestimmt. Bei Vergleichsuntersuchungen sollte daher so verfahren werden, daß möglichst nur ein Faktor variiert. Dies wäre ein Weg, zu neuen fundierten Erkenntnissen über die speziellen ökologischen Ansprüche von Regenwurmarten innerhalb einer bestimmten Regenwurmgemeinschaft zu kommen.

Bei dem Vergleich mit älteren Untersuchungen ergibt sich daher häufig neben der bekannten Problematik in der Vergleichbarkeit der Methodik die Hauptschwierigkeit, daß nur eine unzureichende Zahl von ökologischen Faktoren ermittelt wurde. Als durchschnittliche Artenzahl für Regenwürmer in Ackerböden gibt GRAFF (1953b) vier an. Allerdings wurden auch wesentlich mehr Arten festgestellt. So fanden KRÜGER (1952) 11 und WILCKE (1962) 7 Arten. Dabei sollte jedoch nicht übersehen werden, daß bei solch ungewöhnlich hohen Artenzahlen die meisten Arten zusammengenommen nur geringe Prozentanteile an der Regenwurmgemeinschaft stellten. Bei KRÜGER (1952) bildeten 9 Arten zusammen nur 11,6%, bei WILCKE (1962) kamen zwei Arten, *O. cyaneum* und *Allolobophora cuplifera* TETRY 1937, nur jeweils mit 0,1% vor. In den Fällen eines hohen Artenreichtums von Regenwürmern in Ackerböden dürfte die Mehrzahl der Arten auf menschliche Verschleppung zurückzuführen sein und nicht als typisch für Ackerböden gelten.

Die Untersuchung der Regenwurmfauna des Dauerdüngungsversuches von WILCKE (1962) in Dikopshof bei Bonn fand unter sehr ähnlichen klimatischen Bedingungen und Bodenverhältnissen statt wie die eigenen Erhebungen im Krefelder Raum. Die Jahresdurchschnittstemperatur in Dikopshof beträgt 9,8°C, die Niederschlagsmenge pro Jahr 650 mm. Der Bodentyp, eine Parabraunerde, entstand aus LÖB (Alluvium) über kiesigem Sand der

Mittelterrasse (Diluvium). Der Boden ist 1,60 m tief entwickelt und besteht recht einheitlich aus feinsandigem Lehm. Der Humushorizont weist im Durchschnitt eine Stärke von 30 cm auf. Die wichtigsten bodenchemischen Merkmale lauten: pH-Wert 6,5–7,0, organische Substanz 1,9–2,1%, Gesamt-N-Gehalt 0,10%, mittlere Basensättigung.

WILCKE (1962) fand in der zweijährigen Untersuchungsperiode sieben Arten: *A. caliginosa*, *A. rosea*, *A. antipai* f. *typica*, *A. cuplifera*, *L. terrestris*, *L. rubellus* und *O. cyaneum*. *A. cuplifera* und *O. cyaneum* kamen wie oben erwähnt nur in sehr geringen Anteilen vor. *A. cuplifera* ist nach WILCKE (1962) eine endemische Art, deren Verbreitungsgebiet das Moselgebiet einschließlich der von der Mündung der Mosel sich anschließenden Uferzonen des Rheins umfaßt. Die Art soll vorwiegend in nassen Grünlandböden vorkommen (GRAFF 1953a). *O. cyaneum* stellt hohe Ansprüche an die Bodenfeuchte, die offenbar in den Ackerböden des Krefelder Raumes nicht erfüllt werden können. Der Nachweis dieser Art im Grünlandstandort mag diese Vermutung unterstützen. Wenn *A. rosea* im Krefelder Raum in den Ackerböden fehlt, dann kann dies auf Nahrungskonkurrenz zu *A. caliginosa* zurückgeführt werden. GERARD & HAY (1979) stellten eine gegenläufige Tendenz der Anteile von *A. caliginosa* und *A. rosea* bei steigenden Stickstoffgaben aus Mineraldüngung fest. Während der Anteil von *A. caliginosa* immer stärker zunahm, ging der von *A. rosea* immer weiter zurück. *A. caliginosa* hatte in den Ackerflächen des Krefelder Raumes eine Gewichtsdominanz von 86–96%. Da die Ernährungsweise von *A. antipai* var. *tuberculata* offensichtlich stärker von den Gewohnheiten von *A. caliginosa* abweicht (PETERS 1984), konnte diese Art z. T. recht beträchtliche Anteile einnehmen. Besonders deutlich wurde dies auf dem Grünlandstandort, wo die Individuendominanz 21% betrug.

WILCKE (1962) nimmt an, daß die für *L. rubellus* ungewöhnliche Anwesenheit in Ackerböden von der Stallmistdüngung ausgeht. Dies konnte im Krefelder Raum nicht bestätigt werden. *L. rubellus* ist ein typischer Streuzersetzer und kommt regelmäßig in Grünlandböden vor. Es spricht daher einiges dafür, daß das gelegentliche Vorkommen dieser Art in Ackerböden auch auf die dem Grünland sehr ähnlichen Verhältnisse eines Kleeschlages zurückgeführt werden kann. Rotklee ist bekanntlich Bestandteil der Fruchtfolge im Dikopshofer Dauerdüngungsversuch.

Auf anderen Flächen des Versuchsgutes Dikopshof fand WILCKE (1962) auch Regenwurmgemeinschaften mit nur drei Arten, z. B.: *A. caliginosa*, *A. rosea*, *L. terrestris*. Demgegenüber steht die Gemeinschaft der Ackerböden des Krefelder Raumes: *A. caliginosa*, *A. antipai* var. *tuberculata*, *L. terrestris*. Unter der Voraussetzung der beschriebenen Bodenverhältnisse können diese beiden Regenwurmgemeinschaften als typisch für Ackerböden im Rheinland gelten.

Da Wurzeln im Grünland etwa die Hälfte der pflanzlichen Biomasse bilden und der Bestandsabfall der Vegetationsdecke ganzflächig während der gesamten Jahreszeit als Nahrung zur Verfügung steht, ist das Nahrungsangebot im Grünland von Natur aus größer als im Ackerland. Grünlandflächen finden sich oft auf Pseudogley- und Gleyböden, die infolge zeitweiliger Vernässung keinen geregelten Ackerbau zulassen. Da auch der störende Einfluß der Bodenbearbeitung fortfällt, bietet der Grünlandstandort durchschnittlich günstige Lebensbedingungen für zwei- bis dreimal so viele Arten wie der Ackerbiotop. Bei anderen Untersuchungen mit ähnlichen Bodenverhältnissen wurden ebenfalls sieben Arten gefunden (REMUS 1962, VERNON, FINDLAY & LYONS 1981, WENDORFF & BRZEZINSKA 1980).

Zu berücksichtigen ist beim Faktor Nahrungsangebot im Wald, daß nicht nur der Bestand an holzigen Pflanzen über die Laubstreu sondern auch die Bodenvegetation zur Ernährung der Lumbriciden beiträgt (DUNGER 1958, RONDE 1951). Entgegen den früheren Ansichten spielen die Bodeneigenschaften neben dem Bewuchs eine ganz entscheidende Rolle für die Besiedlung mit Regenwürmern. Ein Eichen-Buchenwald auf einem sauren Boden wird z. B. eine wesentlich schwächere Regenwurmbesiedlung aufweisen als ein Nadelwald auf einem basenreichen (WITTICH 1963).

Bei der Lumbricidengemeinschaft des untersuchten Waldstandortes handelt es sich um die *Dendrobaena octaedra*-Assoziation, die durch an der Oberfläche lebende streuzersetzende Arten wie *D. octaedra*, *D. rubida* und *L. rubellus* gekennzeichnet ist. Charakteristisch für diese Gemeinschaft ist: Ein kleines Artenspektrum von zwei bis vier Arten, eine Abundanz von weniger als 10 Individuen/m² und eine Biomasse zwischen 1 und 5 g/m² (NORD-

STRÖM & RUNDGREN 1973). Ähnliche Verhältnisse fand BALTZER (1956) in einem Eichen-Hainbuchenmischwald Westfalens ohne Bodenvegetation auf einer Braunerde geringer Basensättigung mit einem pH-Wert von 4,2, wo *D. octaedra* und *D. rubida* mit einer Gesamtbiomasse von 1,4 g/m² vorkamen.

7. Zusammenfassung

Die Regenwurmpopulationen wurden in zweijährigen Feldstudien in Ackerböden vom Typ der Braunerde und einem Grünlandstandort mit Gley unweit der Ortschaften Kapellen-Vennikel und Moers-Schwafheim (Niederrheinebene bei Krefeld) unter dem Einfluß landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen von Juli 1980 bis Mai 1982 in achtwöchigen Abständen beobachtet. In einem benachbarten Niederwaldstandort dienten einige Aufsammlungen zur Erfassung des Artenspektrums. In den Ackerböden wurden drei Mineralbodenformen, im Grünlandboden fünf Mineralboden- und zwei Humusbodenformen nachgewiesen. Im Waldboden kamen vier Humusbodenformen vor. Deutliche Steigerungen in Individuendichte, Biomasse und Körperoberfläche wurden in den Ackerböden nach Stallmistdüngung, kombinierter Stallmist/Gründüngung und Halmfrucht mit Stoppelklee verzeichnet. Rübenblattdüngung konnte keine nachhaltige Förderung der Regenwurmpopulationen bewirken. Von allen drei Lebensräumen konnten im Grünlandstandort die höchsten Werte in Individuendichte, Biomasse und Körperoberfläche festgestellt werden. Zeitweilig erreichten einige Ackerschläge die Werte in Biomasse und Individuendichte. Aufgrund der schlechten Standortvoraussetzungen fehlten im Wald tiefgrabende Regenwurmartens; Besatzdichte und Biomasse waren minimal.

Danksagung

Dr. D. E. WILCKE danke ich recht herzlich für wertvolle Ratschläge und Auskünfte.

Literatur

- BAL, I. (1977): The formation of carbonate nodules and intercalary cristalas in the soil by earthworm *Lumbricus rubellus*. — *Pedobiologia* 17, 102–106.
- BALOGH, J. (1958): Lebensgemeinschaften der Landtiere, ihre Erforschung mit besonderer Berücksichtigung der zoozöologischen Arbeitsmethoden. 560 S. — Berlin (Akad. Verl. Ges.).
- BALTZER, R. (1956): Die Regenwürmer Westfalens. — *Zool. Jahrb. Syst.* 84, 355–414.
- BARLEY, K. P. (1959): The influence of earthworms on soil fertility. II. Consumption of soil and organic matter by the earthworm *Allolobophora caliginosa* (SAVIGNY). — *Aust. J. Agric. Res.* 10, 179–185.
- (1961): The abundance of earthworms in agricultural land and their possible significance in agriculture. — *Advances in Agronomy* 13, 249–268.
- BAUCHHENS, J. (1982): Artenspektrum, Biomasse, Diversität und Umsatzleistung von Lumbriciden (Regenwürmer) auf unterschiedlich bewirtschafteten Grünlandflächen verschiedener Standorte Bayerns. — *Bayr. Landw. Jahrb.* 59, 119–125.
- BOUCHE, M. B. (1972): *Lombriciens de France, écologie et systématique*. 671 S. — Institut National de la Recherche agronomique.
- DARWIN, C. (1881): The formation of vegetable muold through the action of worms, with observations on their habits. 326 S. — London (Murray).
- DUNGER, W. (1958): Über die Zersetzung der Laubstreu durch die Boden-Makrofauna im Auenwald. — *Zool. Jb. Syst.* 86, 139–180.
- EDWARDS, C. A. & LOFTY, J. R. (1972): *Biology of earthworms*. 283 p. 1st ed. — London (Chapman & Hall).
- EL-DUWEINI, A. K. & GHABBOUR, S. I. (1964): Observations on the burrowing activities of *Allolobophora caliginosa* f. *trapezoides*. — *Bull. zool. Soc. Egypt* 19, 60–63.
- EVANS, A. C. & GUILD, W. J. M. (1947): Studies on the relationship between earthworms and soil fertility. I. Biological studies in the field. — *Ann. Appl. Biol.* 34, 307–330.
- & — (1948): Studies on the relations between earthworms and soil fertility. IV. On the lifecycles of some British Lumbricidae. — *Ann. Appl. Biol.* 35, 471–484.
- FINCK, A. (1952): Ökologische und bodenkundliche Studien über die Leistungen der Regenwürmer für die Bodenfruchtbarkeit. — *Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkde.* 58, 120–145.
- FRANZ, H. (1953): Der Einfluß verschiedener Düngungsmaßnahmen auf die Bodenfauna. — *Angew. Pflanzensoz.* 11, 50 s.

- GERARD, B. M. (1963): The activities of some species of Lumbricidae in Pasture-land, in: DOEKSEN, J. & VAN DER DRIFT, J., Soil organismus, 49–54. – Amsterdam (North Holland Publ. Comp.).
- & HAY, R. K. M. (1979): The effect on earthworms of ploughing, tined cultivation, direct drilling and nitrogen in a barley monoculture system. – J. agric. Sci., Camb. **93**, 147–155.
- GRAFF, O. (1953a): Die Regenwürmer Deutschlands, aus: Schriftenreihe d. Forschungsanstalt f. Landwirtschaft., Braunschweig-Völkenrode. 81 S. – Hannover (Schaper).
- (1953b): Bodenzoologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der terrikolen Oligochaeten. – Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkde. **61**, 72–77.
- GUILD, W. J. M. (1948): Studies on the relationship between earthworms and soil fertility. III. The effect of soil type on the structure of earthworm populations. – Ann. Appl. Biol. **35**, 181–192.
- (1952): Variation in earthworm numbers within field populations. – J. Anim. Ecol. **21**, 169–181.
- (1955): Earthworms and soil structure, in: KEVAN, D. E., Soil zoology, 83–98. – London (Butterw. Scient. Publ.).
- HENSEN, V. (1877): Die Tätigkeit des Regenwurmes (*Lumbricus terrestris*) für die Fruchtbarkeit des Erdbodens. – Z. wiss. Zool. **28**, 345–365.
- HOFFMANN, R. W. (1931): C. Die biologische Beschaffenheit des Bodens. 3. Die Tiere, Leben und Wirken der für den Boden wichtigen Tiere, in: BLANCK, E., Handbuch der Bodenlehre **7**, 381–437. – Berlin (Springer).
- KLAPP, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort. 384 S. – Berlin & Hamburg (Parey).
- KÖHNLEIN, J. & VETTER, H. (1953): Ernterückstände und Wurzelbild. – Berlin & Hamburg (Parey).
- KRÜGER, W. (1952): Einfluß der Bodenbearbeitung auf die Tierwelt der Felder. – Z. Acker- u. Pfl.bau **95**, 261–302.
- MARTIN, N. A. (1982): The interaction between organic matter in soil and the burrowing activity of three species of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae). – Pedobiologia **24**, 185–190.
- MEISEL, K. (1963): Landeskulturkataster vom Gebiet der linksniederrheinischen Entwässerungs-Genossenschaft. – Arbeiten der Bundesanst. f. Vegetationskartierung, Bonn, unveröffentl.
- MORRIS, H. M. (1922): The insect and other invertebrate fauna of arable land at Rothamsted. – Ann. Appl. Biol. **9**, 282–305.
- NORDSTRÖM, S. & RUNDGREN, S. (1973): Associations of Lumbricids in southern Sweden. – Pedobiologia **13**, 301–326.
- NORDSTRÖM, S. & RUNDGREN, S. (1974): Environmental factors and lumbricid associations in southern Sweden. – Pedobiologia **14**, 1–27.
- PETERS, D. (1984): Faunistische und ökologische Untersuchung der Lumbriciden, Diplopoden und Chilopoden auf verschiedenen bewirtschafteten Flächen der Niederrheinischen Tiefebene. 186 S. – Dissertation Bonn (Institut für Landwirtschaftliche Zoologie).
- PIEARCE, T. G. (1978): Gut contents of some lumbricid earthworms. – Pedobiologia **18**, 153–157.
- REMUS, A. (1962): Das Vorkommen von Regenwürmern, pterygoten Insekten und Tausendfüßlern in staunassen Böden unter Dauerweiden und im Ackerland des Versuchsgutes Rengen (Eifel). – Z. Acker- u. Pfl.bau **109**, 29–69.
- RHEE, J. A. van (1963): Earthworm activities and the breakdown of organic matter in agricultural soils, in: DOEKSEN, J. & VAN DER DRIFT, J., Soil organismus, 55–66. – Amsterdam (North Holland Publ. Comp.).
- RONDE, G. (1951): Vorkommen, Häufigkeit und Arten von Regenwürmern in verschiedenen Waldböden und unter verschiedenen Bestockungen. 1. Untersuchungen in einem Forstbetrieb des Oberbayerischen tertiären Hügellandes. – Forstwiss. Zentralbl. **70**, 521–552.
- SATCHELL, J. E. (1955): Some aspects in earthworm-ecology, in: KEVAN, D. E., Soil zoology, 180–201. – London (Butterw. Scient. Publ.).
- SATCHELL, J. E. (1967): Lumbricidae, in: BURGESS, A. & RAW, F., Soil biology, 259–322. – London (Academic Press).
- SATCHELL, J. E. (1969): Methods of sampling earthworm populations. – Pedobiologia **9**, 20–25.
- SCHAEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (1979): Lehrbuch der Bodenkunde. 10. Aufl. 394 S. – Stuttgart (Enke).
- TISCHLER, W. (1955): Effect of agricultural practice on the soil fauna, in: KEVAN, D. E., Soil zoology, 215–230. – London (Butterw. Scient. Publ.).
- TISCHLER, W. (1979): Einführung in die Ökologie. 2. Aufl. 288 S. – Stuttgart (Fischer).
- VERNON, J. D. R., FINDLAY, D. C. & LYONS, C. H. (1981): Some observations on earthworm populations in grassland soils. – Pedobiologia **21**, 446–449.
- WARSTAT, M. (1982): Erläuterungen zur Bodenkarte 1:2500 Boschheidhof (Vennikel) und Betrieb Fechner (Schwafheim). – Geol. Landesamt, Krefeld.
- WENDORFF, A. & BRZEZINSKA, E. (1980): Numbers, biomass, and vertical distribution of earthworms of the pastures in regions of Krakow and Jaworki Poland. – Acta Agrar Silvestria Ser. Agrar **19**, 209–216.

- WESTERINGH, W. (1972): Deterioration of soil structure in worm free orchard soils. — *Pedobiologia* **12**, 6–15.
- WILCKE, D. E. (1955): Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Analyse des Regenwurmbesatzes bei zoologischen Bodenuntersuchungen. — *Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkde.* **68**, 44–49.
- (1962): Untersuchungen über die Einwirkung von Stallmist und Mineraldüngung auf den Besatz und die Leistungen der Regenwürmer im Ackerboden. — *Monogr. angew. Entomol.* **18**, 121–163.
- WITTICH, W. (1963): Bedeutung einer leistungsfähigen Regenwurmfauuna unter Nadelwald für Streuzersetzung, Humusbildung und allgemeine Bodendynamik. — *Schriftenr. Forst. Fak. Göttingen* **30**, 5–59.
- ZAJONC, I. (1958): Dynamique saisonnière des synusies de *Lombrics* (Lumbricidae) vivant dans les prairies de la Slovaquie méridionale; action des engrais azotes sur la composition de celles-ci. — *Pedobiologia* **10**, 286–304.
- ZICSI, A. (1959): Beitrag zur geographischen Verbreitung und Ökologie von *Allolobophora antipai* (MICHAELSEN) 1891 (Oligochaeta). — *Ann. Univ. Scient. Budapest* **2**, 283–292.

Anschrift des Verfassers: Dr. agr. Dirk Peters, Gotenstraße 62, D-5300 Bonn 2.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [138](#)

Autor(en)/Author(s): Peters Dirk

Artikel/Article: [Die Regenwurmfauna verschieden genutzter Böden im Raum Krefeld \(Lumbricidae\) 118-134](#)