

## Die Regenwürmer (*Oligochaeta, Lumbricidae*) auf dem Gelände der Forschungsanstalt für Landwirtschaft

Das Gelände der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode beherbergt eine mannigfaltige Regenwurmfauna. Es wurden hier folgende Arten gefunden:

*Lumbricus terrestris* (Linnaeus 1758)  
*L. rubellus* Hoffmeister 1845  
*L. castaneus* (Savigny 1826)  
*Dendrobaena octaedra* (Savigny 1826)  
*D. rubida rubida* (Savigny 1826)  
*D. rubida tenuis* (Eisen 1874)  
*D. rubida subrubicunda* (Eisen 1874)  
*D. pygmaea* (Savigny 1826)  
*Eisenia foetida* (Savigny 1826)  
*E. eiseni* (Levinsen 1884)  
*Allolobophora caliginosa* (Savigny 1826)  
*A. rosea* (Savigny 1826)  
*A. terrestris longa* (Ude 1885)  
*A. chlorotica* (Savigny 1826)  
*Octolasion cyaneum* (Savigny 1826)

In der weiteren Umgebung von Braunschweig, zwischen Harz und Lüneburger Heide sind insgesamt 20 Arten und Unterarten nachgewiesen worden.

Ein solcher Artenreichtum von Bodenbewohnern auf engem Raum erklärt sich aus günstigen klimatischen, pflanzensoziologischen und bodenkundlichen Voraussetzungen. Nach dem Klimaatlas von Niedersachsen (3) liegt das Gelände der Forschungsanstalt in einem von West nach Ost hineinreichenden schmalen Streifen, dessen Temperaturverlauf etwas günstiger ist als bei den nördlichen und südlichen Nachbargebieten. Der bodenkundliche Befund entspricht einer basenarmen, schwach podsoligen Braunerde mit mäßiger Moderbildung. Das geologische Ausgangsmaterial ist ein Würm-Sandlöß über riß-glazialem Sand und Schotter<sup>1)</sup>.

Das Vegetationsbild nähert sich dem Typ des Stieleichen-Birkenwaldes<sup>2)</sup> und zeigt, neben Hasel und Holunder als Unterholz, eine reiche Krautflora, die neben dem charakteristischen Adlerfarn Frühblüher wie Buschwindröschen, Maiglöckchen und Salomonssiegel enthält. Infolge der forstlichen Bewirtschaftung ist allerdings dieser urtümliche Wald nur wenig erhalten geblieben. Eine solche, im Bestand kaum veränderte Stelle grenzt im Norden an das Versuchsfeld des Instituts für Humuswirtschaft. Hier befindet sich der bisher einzige norddeutsche und gleichzeitig nördlichste bekannte Fundort von *Dendrobaena pygmaea*, einer winzigen und deshalb oft übersehenen kleinen Regenwurmart<sup>3)</sup>. Das zarte Tier lebt in morschen Stubben und unter der Rinde von abgefallenen Ästen. An und unter Holzresten werden

auch die oben genannten Formen von *Dendrobaena rubida*, sowie *D. octaedra* und *Eisenia eiseni* gefunden.

Die drei *Lumbricus*-Arten sind in diesem Wald gleichfalls vertreten. *L. rubellus* und *L. castaneus* leben im Auflagehumus, während *L. terrestris* tiefe Gänge im Mineralboden bewohnt, aber zu seiner Ernährung wie die anderen Arten auf den Bestandesabfall angewiesen ist. Allen Anzeichen nach ist *L. terrestris* auf dem Gelände der Forschungsanstalt zur Zeit in Ausbreitung begriffen. Er ist ein Feind von stauender Nässe, die bis zur Absenkung des Grundwasserspiegels durch den Bau des Mittellandkanals und des Zweigkanals nach Salzgitter, in deren Winkel die Forschungsanstalt liegt, an vielen Stellen des Geländes herrscht hat.

Im Mineralboden des Waldes leben *A. caliginosa* und *A. rosea*. *A. chlorotica* dagegen meidet in Norddeutschland im allgemeinen den Wald; sie liebt Dauergrünland und Gärten, besonders auch feuchte Plätze in Nähe von bewegtem Wasser. Im Gelände der Forschungsanstalt findet man sie vor allem um die Gebäude herum, auch auf Wegen, sogar zwischen Straßenpflaster. In einzelnen Privatgärten ist *Allolobophora terrestris longa*, die sonst im Gelände fehlt, vertreten, vermutlich eingeschleppt in den Wurzelballen von Pflanzen aus Handelsgärtnereien. *Eisenia foetida* war ursprünglich in der Forschungsanstalt nicht vorhanden. Bei den Versuchen des Instituts für Humuswirtschaft über Stallmistkompostierung in den Jahren nach 1950 erwies es sich als notwendig, diese Wurmart zur Verbesserung des Rottevorganges in die Kompostmieten einzusetzen (2). Inzwischen ist das Tier auf dem Kompostplatz des Instituts längst heimisch geworden und die Beimpfung frischer Komposthaufen erübrigt sich. Darüber hinaus ist durch Hergabe von Zuchtwürmern und Kompostresten an andere Institute, an die Obstanlage der Forschungsanstalt sowie an private Gartenbesitzer *Eisenia foetida* allenthalben im Gelände verbreitet. Die Buchen- und Nadelbestände im Gelände der Forschungsanstalt haben wegen der Azidität ihres Bestandesabfalls nur eine schwache, individuen- und artenarme Wurmbesiedlung. Im Buchenwald findet man hauptsächlich *Lumbricus rubellus* und *Dendrobaena octaedra*, im Nadelwald oft nur eine dieser beiden Arten, während *Allolobophora*-Arten sporadisch an begünstigten Stellen vorhanden sind.

Auf den Ackerböden in Völkenrode, wie z. B. auf dem Südgelände, dem Versuchsfeld des Instituts für Humuswirtschaft, ist der Gehalt an Pflanzennährstoffen und die Basensättigung eine höhere im Vergleich zum benachbarten Wald. Dagegen hat sich der Humusgehalt auf einen wesentlich geringeren Prozentsatz eingespielt. Seit Jahrhunderten

<sup>1)</sup> nach ALTEMÜLLER, Institut für Bodenbearbeitung der FAL.

<sup>2)</sup> nach WEISE, Institut für Grünlandwirtschaft, Futterbau und Futtermittelkonservierung der FAL.

<sup>3)</sup> nachgewiesen von Frau M. VOLLMER, Braunschweig-Völkenrode.

wurde diesem Boden nur ein Bruchteil der organischen Masse zugeführt, die alljährlich im Walde anfällt und meistens auch in einer solchen Form (als Stalldünger), die nur wenigen Regenwurmart als Nahrung zusagt. Infolgedessen sind hier ausgesprochene Streuzersetzer nicht mehr vorhanden, sondern nur die Arten:

*Lumbricus terrestris*  
*Octolasion cyaneum*  
*Allolobophora caliginosa*  
*A. rosea*.

Von diesen nimmt *L. terrestris* eine Sonderstellung ein. Als einer der tiefgrabenden großen Regenwürmer — auf dem Südgelände geht er bis etwa 1,50 m in den Boden — verfügt das erwachsene Tier über eine beachtliche Kraft und Behendigkeit. Seine Ernährung erfolgt derart, daß es sich nachts an der Erdoberfläche tote organische Stoffe, Laub, Stroh, Halmstücke, aber auch tierische Produkte (etwa Haare oder Federn) heranholt, mit einem vorverdauenden Speichelsubstrat benetzt und in seine Röhre zieht, so daß deren Eingang durch Anhäufung solcher Stoffe markiert ist. Im festgelagerten Unterboden muß sich *Lumbricus terrestris* durch das Substrat hindurchfressen. Mittels der dabei entstehenden Gänge kommunizieren die tieferen Schichten mit der Atmosphäre auch durch eine verfestigte Pflugsohle hindurch.

*Octolasion cyaneum*, kleiner als die vorige Art, wurde im Jahre 1950 in sehr großer Anzahl festgestellt. Doch besiedelte er nur das südliche Drittel des Versuchsfeldes und ging über eine scharfe Linie nicht hinaus, die auf der Versuchsfeldskizze (Bild 1) gestrichelt eingezeichnet ist. Da beiderseits dieser Linie keine wesentlichen Bodenunterschiede festgestellt wurden, war diese Erscheinung zunächst rätselhaft. Das Südgelände wird nach Süden zu begrenzt durch einen langgestreckten Erdaufwurf, den sogenannten Rosenhügel, der bei der Errichtung der Gebäude der Forschungsanstalt Ende der dreißiger Jahre aus überschüssigem Bodenaushub aufgeschüttet wurde. Es bleibt, da *O. cyaneum* in der weiteren Nachbarschaft fehlt, nur die Annahme, daß mit dem aufgeschütteten Boden die Art hierher verbracht wurde. Im Jahre 1960 wurde, nachdem jahrelang die Verbreitungsgrenze infolge Rückgang der Population nicht mehr klar war, plötzlich festgestellt, daß *O. cyaneum* die Nordgrenze des Südgeländes und bereits stellenweise über den dort verlaufenden Feldweg den Waldrand erreicht hatte. Wir haben somit Gelegenheit gehabt, die Ausbreitung einer Regenwurmart im Boden zu verfolgen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt für zehn Jahre etwa 80 m, also im Mittel 8 m/Jahr. Natürlich hängt das Vordringen jahresweise vom Witterungsverlauf ab. In dem trockenen Jahr 1959 stagnierte das Bodenleben; man konnte in den zugänglichen Bodenhorizonten so gut wie keine Tiere finden. *O. cyaneum* baut wie *L. terrestris* tiefe Röhren, hält sich aber im Frühjahr und im Herbst zeitweise ausschließlich in der Krume auf. Seine Nahrung findet er in organischen Resten sowie Mikroorganismen des Bodens. Aktives Hineinziehen von Blättern u. dgl. in die Gänge wurde bei ihm nicht beobachtet.

Die beiden *Allolobophora*-Arten sind Mineralbodenbewohner und vom Humusgehalt unabhängig. Sie haben das Vermögen, die Bakterien, Pilze und Algen des Bodens als Nahrung zu verwerten, am weitesten entwickelt. Das bedeutet jedoch nicht, daß sie ein reichhaltigeres Nahrungsangebot verschmähen. Beide Arten sind in Deutschland weit hin verbreitet. *A. rosea* bleibt aber im Norden an Zahl und Körpergröße hinter *A. caliginosa* zurück, während in Süddeutschland das Verhältnis umgekehrt ist.

Noch mehr als in Feldversuchen, bei denen der Pflanzenertrag ermittelt wird, spielen Bodenunterschiede eine Rolle für die Verteilung der Würmer. Auf einer Versuchsfläche von 12 mal 16 m wurden von jedem der 192 m<sup>2</sup> eine 1/16 m<sup>2</sup>-Probe — nach der Methode Zicsi (7) — gezogen. Das Ergebnis geht aus der Übersicht 1 hervor:

Übersicht 1

Tierzahl in der Probe	Anzahl der Proben mit		
	<i>A. caliginosa</i>	<i>L. terrestris</i>	<i>A. rosea</i>
0	73	152	173
1	60	32	23
2	27	5	1
3	20	2	
4	9	1	
5	2		
6	0		
7	1		

*A. caliginosa* ist somit auf dem hiesigen Versuchsfeld die häufigste Art. Bei der Auswertung von Wurmmählungen muß man sich im allgemeinen auf diese Art beschränken. Anders verhält es sich, wenn man die Kotproduktion als Kriterium für die Regenwurmtätigkeit heranziehen will. Hierfür kommt nur *L. terrestris* in Frage, weil diese Art ihre Losung an der Oberfläche absetzt. Für beide Möglichkeiten sei nachfolgend ein Beispiel angeführt:

#### 1. Wurmmählungen

Daß die Zufuhr von Stallmist und anderen organischen Düngemitteln Regenwürmer und andere Bodentiere begünstigt, ist durch frühere Untersuchungen belegt; vergleiche z. B. MORRIS (5).

In Völkenrode wurde eine Zunahme der Regenwurmpopulation auch durch eine jährlich wiederholte Bodenbedeckung mit 50 dz/ha Stroh bewirkt.

Übersicht 2

Einfluß der Strohbedeckung auf Anzahl und Gewicht von Regenwürmern der Gattung *Allolobophora*

	1955	1956	1957	im Mittel	relativ
		Einzeltiere/m <sup>2</sup>			
ohne Strohdecke	64	130	81	92	100
mit Strohdecke	74	191	148	138	150
	Gewicht g/m <sup>2</sup>				
ohne Strohdecke	14	34	18	22	100
mit Strohdecke	21	46	37	35	159

#### 2. Ermittlung der Kotproduktion

Hierzu eignen sich große Arten, die ihre Losung an der Bodenoberfläche absetzen. Zu dieser Gruppe gehören in Völkenrode *Allolobophora terrestris*

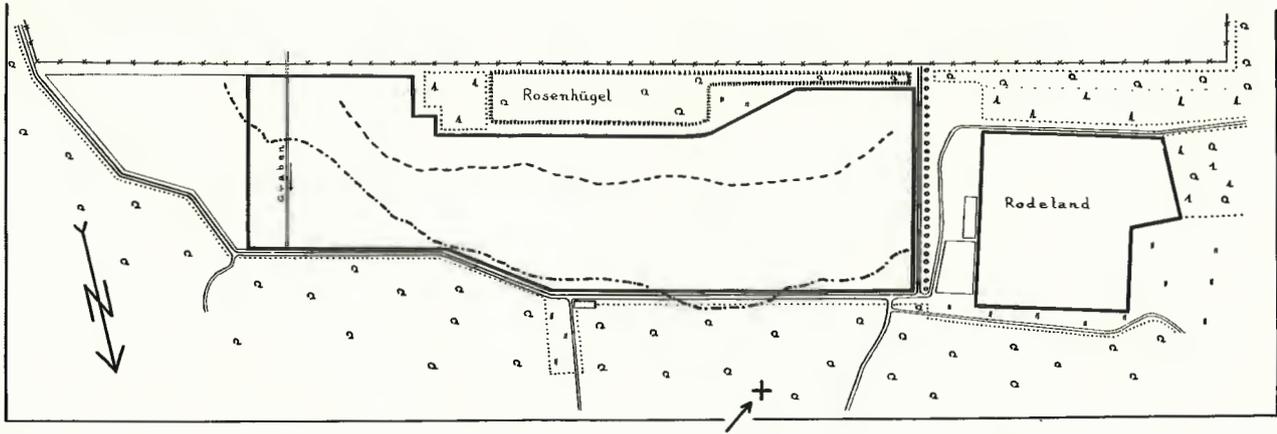


Bild 1: Versuchsfeld „Südgelände“ des Instituts für Humuswirtschaft in Braunschweig-Völkenrode, Maßstab annähernd 1:6000.

- Verbreitung von *Octolasion cyaneum* 1950
- - - - - dasselbe 1960
- + Fundplatz von *Dendrobaena pygmaea*

*longa* und *Lumbricus terrestris*. Auf dem Versuchsfeld ist nur die zweite Art vorhanden. Solche Untersuchungen haben nur Wert, wenn längere Zeit seit der letzten Bodenbearbeitung verstrichen ist, weil sonst die Tiere die Gelegenheit benutzen, ihre Exkremente in Bodenhohlräume abzulegen.

Während der Zeit vom 15. September bis 12. Dezember 1960 wurden bei einem Strohbedeckungsversuch die in der Mulchdecke abgelegten Kotmengen ermittelt. Zu diesem Zweck waren Mulchrahmen von jeweils 0,2 m<sup>2</sup> aufgestellt. Unter zehn Rahmen konnten 262 bis 653 g Wurm Kot, im Durchschnitt 446 g, gesammelt werden. Der Wassergehalt betrug etwa 80%.

Das entspricht einer Menge von 1,8 kg/m<sup>2</sup> oder 18 to/ha Trockensubstanz. Für einen Ackerboden ist eine solche Kotproduktion als ausnahmsweise hoch anzusprechen. Stöckli (6) hat in der Schweiz ähnliche Werte auf Dauergrünland erhalten. Die Beständigkeit der Kotkrümel ist in Völkenrode indessen nicht sehr hoch infolge des hohen Schluff- und geringen Tonanteils im Boden. Wird der Wurm Kot aber in eine Mulchdecke eingetragen, so erhöht sich seine Bedeutung, wie die folgende Überlegung zeigt.

50 dz Getreidestroh, wie es bei der Ernte hinter dem Mährescher anfällt, fangen etwa das Dreifache, also 150 dz an Regenwasser auf. Wir hätten dann mit einer Menge von 20 to/ha Naßstroh zu rechnen. Wird diese Menge mit dem gleichen Gewicht Wurmlösung vermischt, so erhalten wir eine Kompostierung 1:1, ein Verhältnis, das beim herkömmlichen Kompostierungsverfahren in Mieten arbeitsmäßig nie zu bewältigen ist. Ein großer Teil des Strohes wird überdies bei dieser Flächenkompostierung von den großen Würmern in den Boden gezogen, während die kleineren Arten durch die unter der Strohdecke üppig entfaltete Mikroflora günstige Nahrungsbedingungen vorfinden und dadurch ebenfalls zu erhöhter Aktivität angeregt werden.

Bodenbedeckung mit Stroh nach der Ernte ist ein Verfahren, welches die Lebensbedingungen der

Bodenfauna und -mikroflora auf dem Kulturland wieder denen des natürlichen Waldes mit seiner schützenden Streudecke annähern soll, soweit dies Rücksichten auf die Bodenbearbeitung, Unkrautwüchsigkeit usw. erlauben. In ähnlicher Weise wirken Untersaaten oder Grüneinsaaten nach der Ernte, die man in den Winter hinein stehen läßt. Beide Verfahren schonen die Bodenlebewesen und führen ihnen genügend Nahrung zu. Die Bedeckung hält die Bodenoberfläche feucht, so daß die Kleintiere des Bodens hier zusagende Bedingungen finden und sich stark vermehren. Durch das Hinauszögern der Bodenbearbeitung nach der Ernte werden die Tiere während der günstigen Herbstmonate nicht gestört. Durch den Verzehr der gemulchten Stoffe entsteht eine erhöhte Produktion von Kotsubstanzen, die reich an organischer Masse sind und die Entwicklung von Bodenbakterien fördern. In regenwurmreichen Böden wird die mikrobielle Erzeugung von Vitamin B<sub>12</sub> vermehrt, andererseits der bakterielle Abbau von Wuchshemmstoffen, die aus Stroh stammen, beschleunigt (Brüsewitz, 1). *Azotobakter* kann sich in den Regenwurmexkrementen, wie Stöckli (6)



Bild 2: *Octolasion cyaneum* mit dunkelgefärbten, humusreichen Exkrementhäufchen auf hellerem Mineralboden.

nachwies, innerhalb weniger Tage auf das Zehnbis Zwanzigfache im Vergleich zum umgebenden Boden vermehren. Wo Fruchtfolge und Bodenverhältnisse es erlauben, mag man solche Mulchdecken erst im Frühjahr einarbeiten, weil durch sie schädliche Einflüsse des Frostes auf die Bodenfauna wesentlich verringert werden (HOPP und LINDER, 4).

Ganz allgemein darf gesagt werden, daß jede Versorgung des Bodens mit den in der Landwirtschaft üblichen organischen Düngemitteln und Abfallprodukten die Regenwürmer günstig beeinflussen wird. Erfolgt aber in den nachfolgenden Jahren keine Wiederholung (Stallmistdüngung ist z. B. in den Betrieben nur jedes dritte Jahr üblich), dann sinkt die Population infolge Nahrungsmangels wieder auf die frühere Stufe zurück. Mit den üblichen Düngungsmethoden wird man somit die Regenwürmer des Ackerbodens auf die Dauer kaum vermehren können. Setzt man aber voraus, daß die Tätigkeit der Würmer durch Erzeugung von nährstoffreichen Kotkrümeln, durch Offenhalten und Neuanlage waage- und senkrechter Gangsysteme, durch Vermischung von Krumen- und Untergrundboden eine Bodenverbesserung darstellt, wie dies in einer überaus reichhaltigen Literatur nachgewiesen ist, so wird man bedauern, daß zur Zeit die mechanische Bodenbearbeitung durch den Menschen die Wirksamkeit der Bodentiere bei weitem in den Schatten stellt. Dies war keineswegs immer so. In den Zeiten der Dreifelderwirtschaft dürfte die Bedeutung der Regenwürmer eine weit höhere gewesen sein. Während der ausgedehnten Brachezeiten konnte sich im ungestörten Boden ein reiches Leben entfalten. Das dabei im Boden entstandene Gangsystem war unerlässlich für die

Durchlüftung des Bodens und die damit verbundene Tätigkeit stickstoffbindender Organismen, von denen der Bracheerfolg abhing.

Eine solche Bedeutung haben Regenwürmer und andere Bodentiere heute in Mitteleuropa kaum mehr. Auf vielen Kulturböden ist eine einschneidende Artenverarmung eingetreten. Doch ist es trotzdem möglich, aus den vorhandenen Tieren ansehnliche und wirksame Bestände aufzubauen, wenn man die Ernährungsgrundlage der Bodenfauna im Walde, die natürliche, andauernde Streudecke, in den Vegetationspausen sinngemäß anwendet. Zum Glück sind unsere modernen technischen Hilfsmittel (Mähdrescher, Feldhäcksler und Schlepperanbaugeräte) besonders geeignet, diese bodenpflegerischen Maßnahmen leicht und nachhaltig zu bewältigen.

#### Schriftumsnachweis

1. BRÜSEWITZ, G.: Untersuchungen über den Einfluß des Regenwurms auf Zahl, Art und Leistung von Mikroorganismen im Boden. — Arch. Mikrobiol. **33** (1959) S. 52—82.
2. GRAFF, O.: Unsere Gehilfen bei der Düngerebereitung: Die Kleintiere. — Landbauforsch. Völkensrode **2** (1952) H. 3, S. 58—59.
3. HOFFMEISTER, J. u. SCHNELLE: Klima-Atlas von Niedersachsen. — Oldenburg 1945.
4. HOPP, H. a. P. J. LINDER: A Principle for Maintaining Earthworms in Farm Soils. — Science **105**, (1947) S. 663.
5. MORRIS, H. M.: The Insect and other Invertebrate Fauna of Arable Land at Rothamsted II. — Ann. Appl. Biol. **14** (1927) S. 442—464.
6. STÖCKLI, A.: Studien über den Einfluß des Regenwurms auf die Beschaffenheit des Bodens. — E. T. H. Zürich Diss. v. 1928. 122 S.
7. ZICSI, A.: Ein Bodenausstecher zum Einsammeln der Lumbriciden aus Ackerböden. — Opuscula Zoologica **2** (1957) S. 71—75.

Johann-Christoph Salfeld, Institut für Biochemie des Bodens

## Zur Chemie der Huminsäurenbildung

### Bemerkungen zur Autoxydation von Hydrochinon in neutraler und schwach saurer Lösung

Die Autoxydation von Phenolen, insbesondere von Hydrochinon zu huminsäureähnlichen Produkten hat als Modellreaktion für den Humifizierungsprozeß immer wieder das Interesse der Humuschemiker erregt. Im wesentlichen wurde diese Reaktion bisher in alkalischem Milieu untersucht. Nach SCHEFFER und Mitarbeitern (3, 4) sowie ZIECHMANN (5) erfolgt in schwach saurem bis neutralem Bereich ohne die Anwesenheit von Katalysatoren keine Oxydation von Hydrochinon durch Luftsauerstoff zu Huminsäuren. So heißt es bei SCHEFFER und KROLL (3): „Besonders augenfällig war der katalytische Einfluß von Quarz auf

die Oxydation von Hydrochinon durch Luftsauerstoff zu Huminsäuren. Diese Reaktion verlief durch die Anwesenheit von Quarz entgegen allen bisherigen Erfahrungen im schwach sauren bis neutralen Bereich.“

REINDERS und DINGEMANS (2) untersuchten die pH-Abhängigkeit der Sauerstoffaufnahme bei der Hydrochinonoxydation im Bereich pH 6,93 bis 7,88. Die Geschwindigkeit der Sauerstoffaufnahme, die als Maß für die Geschwindigkeit der Oxydation genommen wird, ist danach dem Quadrat der OH-Ionenkonzentration proportional. Es erfolgt also zumindest im neutralen Bereich eine Oxydation