

## 7 Die Fauna der Hofflächen

### 7.1 Regenwürmer der Ackerflächen

Von Ulrich Irmeler

#### Summary

##### 7.1 Earthworms on the arable fields

The investigation focused on the temporal variance and spatial distribution of earthworms on arable fields of "Hof Ritzerau" (Schleswig-Holstein, northern Germany) during the management change from conventional to organic farming. Earthworms were recorded from the year 2001 to 2006 by handsorting from 0.1 m<sup>2</sup>, identified to species level and subsequently dry weight and ash free dry weight determined. A grid of 85 sampling points was established on 130 ha arable fields with 6 sampling dates per year. The earthworm species showed a different spatial and temporal distribution. Many species were affected by the pH of soils and, in particular, by the rainfall of the different years. *L. terrestris* only, showed a positive significant dependence on organic farming independent from precipitation. Total biomass of earthworms was affected by rainfall and husbandry as well, but rainfall was the main factor. Nevertheless, organic farming positively influenced the biomass of earthworms significantly. It was estimated that bioturbation by *Aporrectodea caliginosa* amounted to 24 to 50 t/ha. It was higher under organic farming than under conventional farming but depended also on the annual amount of rainfall.

#### Zusammenfassung

Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die zeitliche und räumliche Varianz der Regenwürmer auf den Äckern des Hof Ritzerau (Schleswig-Holstein, Norddeutschland) während der Umstellung von konventionellem auf ökologischen Anbau. Die Regenwürmer wurden von 2001 bis 2006 durch Handauslese auf einer Fläche von 0,1 m<sup>2</sup> erfasst, auf Artniveau bestimmt und das Trockengewicht und aschefreie Trockengewicht gemessen. 85 Probenstellen waren über die 130 ha Ackerfläche verteilt, an denen 6 mal jährlich Proben genommen wurden. Die zeitliche und räumliche Verteilung war artspezifisch verschieden. Die Verteilung einiger Arten hing vom pH-Wert des Bodens und dem jährlichen Niederschlag ab. *L. terrestris* wies als einzige Art einen signifikanten Einfluß der Anbauweise unabhängig vom Niederschlag auf. Die Gesamtbiomasse der Regenwürmer wurde durch den Niederschlag und die Anbauweise beeinflusst; der Niederschlag war jedoch der Hauptfaktor. Trotzdem hatte die ökologische Wirtschaftsweise einen signifikant positiven Effekt auf die Regenwurmmasse. Die Bioturbation wurde für *Aporrectodea caliginosa* geschätzt. Sie belief sich auf 24 bis 50 t/ha und war unter ökologi-

scher Bewirtschaftung höher als unter konventioneller, wurde aber auch von der jährlichen Regenmenge beeinflusst.

## Einleitung

Regenwürmer kommen nicht nur in großer Anzahl in Ackerböden vor, sondern haben auch einen erheblichen positiven Einfluss auf die Bodenstruktur sowie den Wasser- (SHIPITALO 2004) und Stoffhaushalt (BOHLEN et al. 2002). Außerdem dienen sie vielen Tieren als Nahrungsgrundlage. Gleichzeitig reagieren sie empfindlich auf verschiedene Umwelteinflüsse, wie Standort, Klima und Bodenbearbeitung, so dass sie allgemein als wichtige Bioindikatoren für eine nachhaltige Nutzung von Agrarökosystemen angesehen werden (PAOLETTI 1999). Daher gibt es schon seit langem Untersuchungen zum Einfluß extensiver Anbaumethoden auf die Dichte und Funktion der Regenwürmer, um den positiven Effekt auf Böden und im Nahrungsnetz nachhaltig zu bewahren (PIFFNER 1993, LANGMAACK et al. 1996, FILSER et al. 1999). In einigen Untersuchungen wurde ein positiver Einfluß der ökologischen Wirtschaftsweise auf die Regenwurmpopulation gefunden (z.B. PIFFNER 1993, FILSER et al. 1999). Die Untersuchungsergebnisse weisen jedoch hohe Schwankungen auf und lassen sich schwer verallgemeinern, da die Anbauweisen teilweise auf Böden mit unterschiedlichen Eigenschaften stattfanden. Das vorliegende Projekt hat daher vornehmlich die Aufgabe, die Entwicklung der Regenwurmpopulation während der Umstellung von konventionellem auf ökologischen Anbau zu untersuchen und aus den räumlichen und zeitlichen Daten Aussagen über den Effekt der Anbauweise auf die Regenwürmer abzuleiten.

Es ergeben sich daraus folgende Fragen: 1) Welche Bedeutung hat der ökologische Anbau auf die Regenwurmpopulation im Rahmen der anderen bodenkundlichen und klimatischen Einflüsse? 2) In welchem Maße werden dadurch Funktionen des Bodens begünstigt, die für den Pflanzenbau von Bedeutung sind?

## Methoden

Da die Erfassung der Regenwürmer auf den zum Hof Ritzerau gehörenden Äckern flächendeckend sein sollte, wurde über die Ackerfläche ein Probenraster von 85 Probenpunkten gelegt, an denen je eine Probe mit einem Stechrahmen von 0.1 m<sup>2</sup> Fläche genommen wurde (Abb. 1).

Die bis 35 cm tief ausgehobene Erde wurde auf einer weißen Plane ca. 30 Minuten auf Regenwürmer durchgesehen. Da diese Methode destruktiv ist, konnte bei zeitlich aufeinander folgenden Probenahmen nicht wieder genau die gleiche Fläche gewählt werden. Die Punkte auf der Karte entsprechen daher nur ungefähr der tatsächlichen Probenfläche, die sich in einem Radius von ca. 5 m um die geographischen Koordinaten der Probenpunkte befindet. Wegen der angestrebten langfristigen Erhebung wurden in folgenden Monaten Proben genommen: April, Mai, Juni, September, Oktober, November. Die Wintermonate von Dezember bis März wurden wegen Frostgefahr, die Sommermonate Juli und August wegen Austrocknungsgefahr ausgelassen. Nur im Jahr 2001 waren lediglich 4 Probentermine im Mai, Juni und im September, Oktober. Damit liegen für den gesamten Zeitraum von 6 Jahren 2890 Proben vor. Die zeitliche Folge der Umstellung auf die ökologische Anbauweise und die Fruchtfolge auf den einzelnen Äckern ist in Kapitel 3.3 näher erläutert.

Die vielfach angewandte Elektro-Oktett-Methode (THIELEMANN 1987) wurde nicht verwendet, da sie bei trockenen Böden keine ausreichenden Ergebnisse liefert (FILSER et al. 1999). Von einer zusätzlichen Anwendung der Formalin-Methode oder Verwendung eines anderen Reizstoffes (z.B. FILSER et al. 1999), um auch tiefgrabende Regenwürmer zu erfassen, wurde wegen der zahlreichen Probenpunkte und aus Umweltschutzgründen abgesehen. Die erhaltenen Mengen sind daher etwas geringer als man bei intensiver Analyse eines einzelnen Probenpunktes erhalten könnte, da möglicherweise einige tiefgrabende Tiere sowie Jungtiere übersehen wurden.

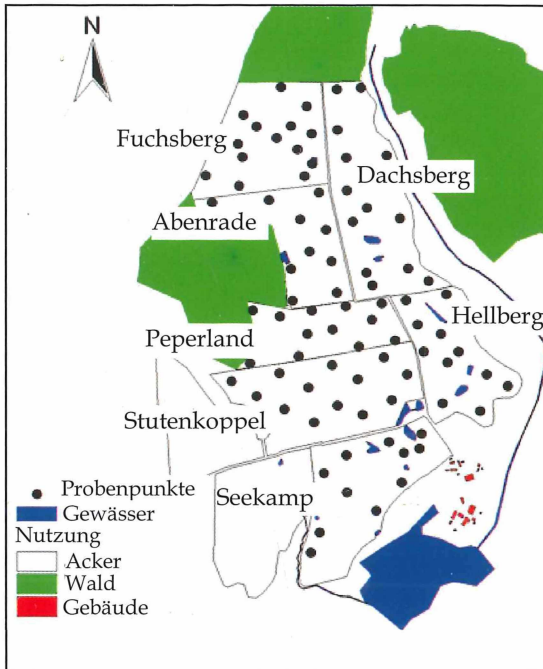


Abb. 1: Karte der Ackerflächen von Hof Ritzerau mit den Flurbezeichnungen und den Probenpunkten für die Regenwurmentnahme.

Die gesammelten Regenwürmer wurden in Alkohol überführt, im Labor bis zur Art bestimmt und anschließend von der Gesamtmenge einer Probe das Trockengewicht und das aschefreie Trockengewicht ermittelt. Dazu wurden die Regenwürmer 24 Std. bei 105°C getrocknet, auf einer Feinwaage gewogen und danach bei 450°C im Muffelofen für 5 Std. verbrannt. Das Aschegewicht wurde vom Trockengewicht subtrahiert, um das aschefreie Trockengewicht zu ermitteln. Eine Zuordnung der Biomassen zu einzelnen Arten ist daher nicht möglich.

Für die Statistik wurde das Programm Statistika (STATSOFT 1998) verwendet. Der Einfluß mehrerer Faktoren auf einzelne Regenwurmartarten wurde mit einer multifaktoriellen ANOVA (MANOVA) geprüft. Dazu wurden folgende Klassen gebildet: pH-Werte in 4 Klassen: <5,5, >5,5 - 6,0, >6,0 - 6,5 und > 6,5, die Niederschläge der Jahre in drei Klassen: > 900 mm, < 900 - 700 mm und < 700 mm sowie die Anbauweise in die zwei Klassen: ökologisch und konventionell. Für den Einfluß des pH-Wertes konnten

nur die Daten für 2001 und 2005 herangezogen werden, so dass keine Zwischeneffekte geprüft werden konnten, während bei Niederschlag und Anbauweise Daten für den gesamten Zeitraum zur Verfügung standen.

## Ergebnisse

### Bodenparameter

Der Gehalt an organischer Substanz schwankte auf den Äckern zwischen 2 % und 6,4 % (Abb. 2). Die höchsten Gehalte fanden sich in der Mühlenau Niederung, wo die Äcker noch auf alten Niedermoor Standorten liegen. Außerdem sind Bereiche in der Nähe der Sölle vereinzelt durch verhältnismäßig hohe Gehalte geprägt. Niedrige Werte ergaben sich dagegen auf den Hängen zur Duvenseebachniederung und zum Hofsee, die sich mit Erosionsprozessen auf den Hanglagen erklären lassen. Die pH-Werte waren bereits im Jahr 2001 auf einigen Schlägen gering, wie dem nördlichen Bereich mit dem Fuchsberg, Peperland und dem nördlichen Dachsberg, wo sie durchschnittlich zwischen 5,6 und 5,8 lagen. Der für Äcker ungewöhnlich niedrige pH-Wert fiel auf dem Fuchsberg bis zum Jahr 2005 noch auf durchschnittlich 5,3. Auf den übrigen Schlägen schwankte er zwischen durchschnittlich 5,9 bis 6,8.

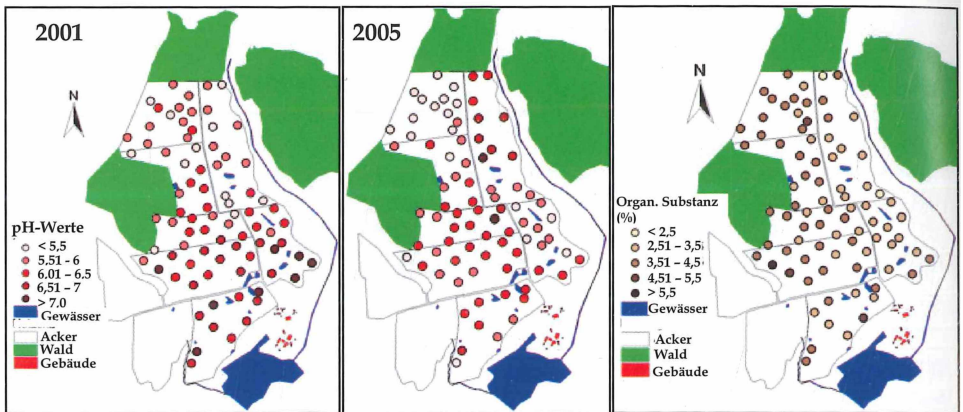


Abb. 2: Verteilung der pH-Werte in den Jahren 2001 und 2005 sowie des Gehaltes an organischer Substanz im Jahr 2001.

### Zusammensetzung und Biomassen

Insgesamt wurden 9 Regenwurmarten auf den Äckern festgestellt, von denen zwei Arten, *Aporrectodea antipai* und *Lumbricus festivus* nur in einem der sechs Jahre gefunden wurden (Tab. 1). Die häufigste Art war *Aporrectodea caliginosa*, die 62 %, unter Berücksichtigung der juvenilen Tiere wahrscheinlich sogar 80 % der Tiere, ausmachte. Häufig waren zudem *Aporrectodea rosea*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus castaneus* und *L. terrestris*, während *Allolobophora chlorotica* und *Aporrectodea longa* seltener waren. Aus dem Vergleich der Variationskoeffizienten zwischen den Jahren und Probenstellen ergibt sich, dass *A. caliginosa* sowohl über die Ackerschläge als auch über die Jahre gleichmäßig verteilt war, während Arten wie *A. rosea*, *Allolobophora chlorotica* und *Lumbricus terrestris* zwar in allen Jahren gleichmäßig aber räumlich heterogener auftraten.

Tabelle 1: Mittlere Dichte (Ind./m<sup>2</sup>) der Regenwurmarten mit Standardabweichung (S.a.) und den Variationskoeffizienten zwischen den Jahren und zwischen den Standorten.

Art	Ind./m <sup>2</sup>		Variationskoeffizient zw.		Lebensform
	Mittel	S.a.	Jahren	Orten	
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	57,1	16,5	37	30	Endogäisch
<i>Aporrectodea juv.</i>	18,6	8,6	52	46	Endogäisch
<i>Aporrectodea rosea</i>	7,4	6,0	51	81	Endogäisch
<i>Allolobophora chlorotica</i>	0,5	0,8	52	178	Endogäisch
<i>Aporrectodea antipai</i>	< 0,1	0,1	200	927	Endogäisch
<i>Lumbricus rubellus</i>	3,5	2,1	48	58	Epigäisch
<i>Lumbricus juv.</i>	2,2	4,6	200	208	Epigäisch
<i>Lumbricus castaneus</i>	1,4	1,1	65	82	Epigäisch
<i>Lumbricus terrestris</i>	0,9	0,8	48	95	Anezisch
<i>Aporrectodea longa</i>	0,1	0,4	74	473	Anezisch
<i>Lumbricus festivus</i>	< 0,1	0,1	200	688	Anezisch

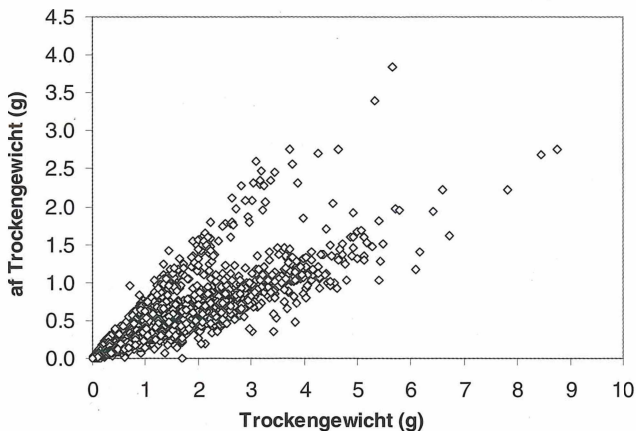


Abb. 3: Beziehung zwischen Trockengewicht und aschefreiem (af) Trockengewicht der Regenwürmer

Das Verhältnis zwischen Trockengewicht und aschefreiem Trockengewicht, das die Regenwurmbiomasse repräsentiert, ergibt eine uneinheitliche Beziehung aus zwei verschiedenen Korrelationen (Abb. 3). Die Korrelation mit den höheren Werten entspricht durchschnittlich einem Verhältnis zwischen aschefreier Trockenmasse : Trockenmasse (afTG : TG) von 0,67, die der unteren Werte einem Verhältnis von 0,30. Diese zwei Verhältnisse lassen sich einerseits mit der Menge von *A. caliginosa* erklären. Die endogäische Art enthält viel Bodenmaterial im Darmtrakt, so dass die Biomasse der Regenwürmer bei einer hohen Anzahl von *A. caliginosa* im Verhältnis zur Gesamttrockenmasse geringer ist als bei einer hohen Anzahl anderer Regenwurmarten (Abb. 4A). Andererseits unterliegt das Verhältnis afTG : TG auch jahresperiodischen Schwankungen, was auf die Fraßaktivität der Regenwürmer zurückgeführt wird (Abb. 4B). Ein hohes Verhältnis von



durchschnittlich 0,50 im Sommer läßt auf geringe Nahrungsaufnahme schließen, da die Tiere in einen Trockenheit bedingten Ruhezustand wechseln. Im Frühjahr und Herbst liegt es bei hoher Nahrungsaufnahme nur zwischen 0,3 und 0,4.

### Räumliche und zeitliche Verteilung und ihre Ursachen

Es liegt eine hohe zeitliche und räumliche Heterogenität in der Verteilung der Regenwürmer vor (Abb. 5). Die häufigste Art, *A. caliginosa*, wies im Jahr 2001 die höchsten Dichten im nördlichen Teil, dem Fuchsberg, sowie im westlichen Bereich, der Stutenkoppel, auf. Auf dem Fuchsberg sank die Dichte von *A. caliginosa* kontinuierlich bis 2006 ab, während auf den übrigen Schlägen zwei Jahre, 2003 und 2006, mit niedrigen Dichten, von zwei Jahren, 2004 und 2005, mit erneut hohen Dichten unterbrochen waren.

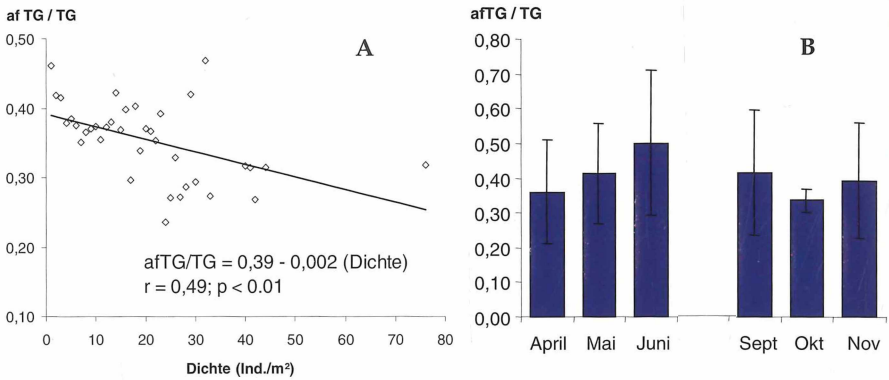


Abb. 4: Beziehungen zwischen dem Quotienten aus aschefreier Trockenmasse (afTG) und Trockenmasse (TG) zur Dichte von *A. caliginosa* (A), bzw. Jahresverlauf des Quotienten als Mittel der 6 Untersuchungsjahre (B).

Die durchschnittlich höchsten Dichten konzentrierten sich auf den Bereich der Stutenkoppel und des Hellberges. Die auffallend niedrigen Dichten einiger Regenwurmarten auf dem Fuchsberg legen einen Einfluß des pH-Wertes auf die Verteilung nahe. Die Ergebnisse der ANOVA belegen diesen positiven Effekt des pH-Wertes (Tab. 2). Für die Arten *A. caliginosa*, *L. rubellus* und *Al. chlorotica* war der Einfluß des pH-Wertes schwach, bei *L. castaneus* deutlich nachzuweisen. Bei *A. caliginosa* und *L. castaneus* wirkte sich der pH-Wert anscheinend erst bei Werten über 6,5, bei *Al. chlorotica* und *L. rubellus* schon ab 6,0 positiv auf die Dichte der Art aus. Die Biomasse läßt allerdings keinen Effekt des pH-Wertes für den untersuchten Bereich erkennen.

Für die Anbauweise und den Niederschlag konnten mit Ausnahme der Art *Al. chlorotica* Effekte auf die Dichten der Regenwurmarten und -biomassen gefunden werden, wobei vor allem dem Niederschlag eine hohe Bedeutung zukommt (Tab. 3). *A. caliginosa* wurde durch den Niederschlag und die Anbauweise signifikant beeinflusst; der Niederschlag war aber der Haupteffekt. *A. caliginosa* wies sowohl bei hohen als auch bei niedrigen Niederschlägen niedrige Dichten auf, während *A. rosea* höhere Niederschläge besser ertragen konnte. *L. castaneus* und *L. rubellus* profitierten am meisten von hohen Niederschlägen. Bei *L. terrestris* war als einziger Art die Anbauweise als Haupteffekt signifikant, während der Niederschlag keine Rolle spielte. Auch die Biomasse war sowohl vom

Niederschlag als auch von der Anbauweise signifikant beeinflusst. Die höchsten Werte wurden bei einem Niederschlag zwischen 700 und 900 mm und ökologischer Anbauweise erreicht, die niedrigsten bei einem Niederschlag von < 700 mm und konventioneller Anbauweise. Die Anbauweise hat aber einen starken Effekt auf die Biomasse der Regenwürmer, da in allen drei Niederschlagsklassen die ökologische Anbauweise höhere Biomassen aufwies als die entsprechende konventionelle.

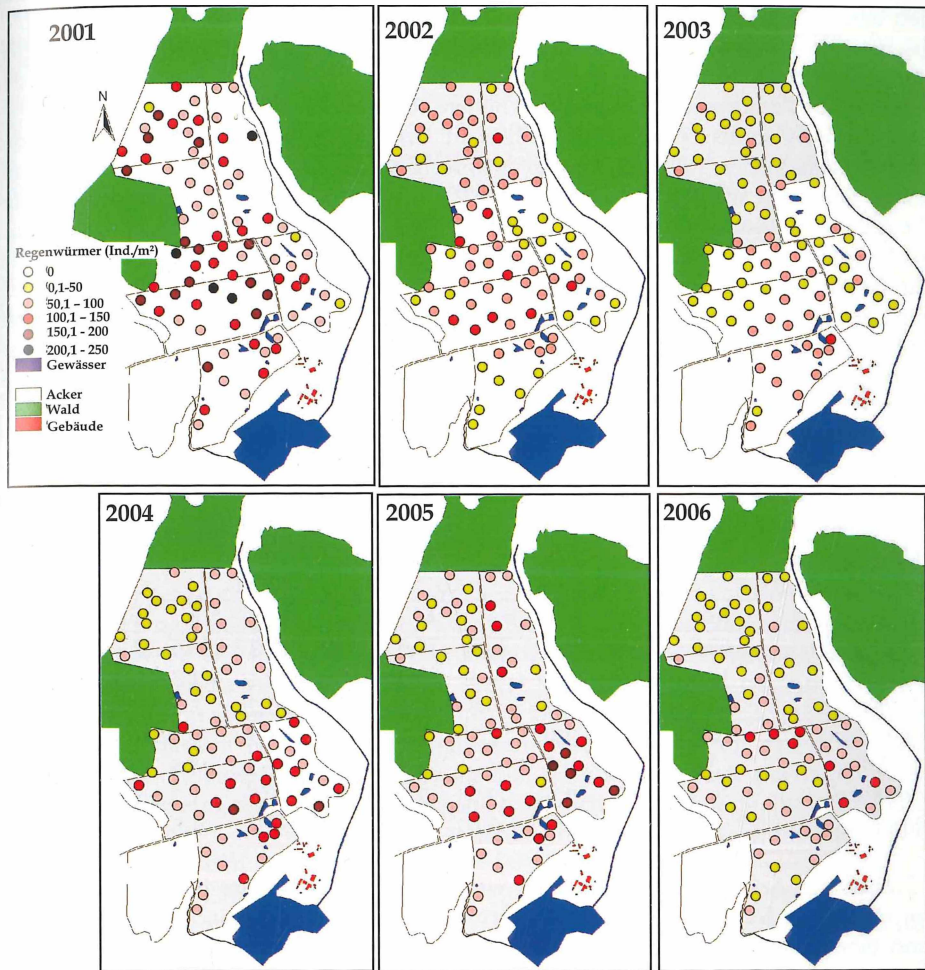


Abb. 5: Räumliche Verteilung der Dichten von *A. caliginosa* in den Jahren von 2001 bis 2006. Grau unterlegte Ackerflächen wurden in dem Jahr auf ökologischen Anbau umgestellt.

## Diskussion und Abschätzung der Leistung der Regenwürmer

Langfristige Untersuchungen zur Entwicklung der Regenwürmer nach der Umstellung auf ökologischen Anbau wurden von FILSER et al. (1999) in Bayern durchgeführt. Dort entwickelte sich die Regenwurmbiomasse von ca. 10 gTM/m<sup>2</sup> innerhalb von 6 Jahren auf über 25 gTM/m<sup>2</sup>. Allerdings kamen hohe Schwankungen vor, und die Biomasse sank auch in einem Jahr unter den Anfangswert. Außerdem waren die Schwankungen auf den benachbarten konventionell bewirtschafteten Flächen ähnliche wie auf den ökologisch bewirtschafteten. Eine eindeutige positive Entwicklung aufgrund der ökologischen Wirtschaftsweise war kaum nachweisbar. PFIFFNER (1993) fand auf Äckern in der Schweiz auf Parabraunerde signifikant höhere Regenwurm-Biomassen bei ökologischer Wirtschaftsweise als bei konventioneller. In Untersuchungen zur Intensivierung der landwirtschaftlichen Tätigkeit, konnte entsprechend eine Reduzierung der Regenwurmdichte gefunden werden (CURRY et al. 2002). Ähnlich wie auf den Äckern des Hofes Ritzerau gibt PAOLETTI (1999) eine deutliche Förderung der Art *Lumbricus terrestris* bei ökologischer Bewirtschaftung an, während die zuvor erwähnten Autoren nur Angaben zur Gesamtbiomasse bzw. -dichte machen. Die Bodenbearbeitung und -verdichtung wird als wichtigste Ursache für den Rückgang der Regenwürmer im konventionellen Anbau angesehen, da z.B. mehr als 40 % der Regenwürmer nach dem Pflügen tot aufgefunden wurden (BOSTRÖM 1995, SÖCHTIG & LARINK 1992, LANGMAAK et al. 1996).

Tabelle 2: Mittelwerte (M), Standardabweichung (S.a.) und Ergebnisse der MANOVA zwischen pH-Klassen und Abundanzen von Regenwurmart und -biomassen. Unterschiedliche Hochzahlen bilden signifikante Gruppen für alpha = 0,05, \* signifikante Ergebnisse der MANOVA.

PH	< 5,5		5,5 - 6,0		6,0 - 6,5		> 6,5		F	p
	N		N		N		N			
Art	M	S.a.	M	S.a.	M	S.a.	M	S.a.		
<i>A. caliginosa</i>	62.9	29.8	71.3	39.2	70.6	35.9	189.1	48.6	2,7	*<0.05
<i>A. rosea</i>	10.5	14.2	10.6	14.4	9.3	11.4	12.1	11.3	0,3	0.80
<i>Al. chlorotica</i>	10.1	0.5	10.2	0.8	10.6	1.5	11.2	3.2	3,0	*0,03
<i>L. castaneus</i>	0.8	1.9	1.0	2.1	1.4	2.2	14.2	4.7	11,1	*< 0,01
<i>L. rubellus</i>	3.9	3.1	5.3	4.5	16.9	5.7	16.3	4.4	2,8	*0,04
<i>L. terrestris</i>	0.7	1.2	1.5	3.0	2.1	3.7	0.7	1.3	2,4	0.06
Biomasse	4.3	1.7	4.6	2.0	4.4	2.2	3.9	1.5	0,9	0,43

Neben der Art der Wirtschaftsweise wurden zahlreiche andere Bodenparameter für die räumliche Verteilung der Regenwürmer verantwortlich gemacht. HELLING (1998) fand eine räumliche Übereinstimmung zwischen der Dichte von *Aporrectodea caliginosa* und der organischen Substanz im Boden sowie dem Porenvolumen. POIER & RICHTER (1992) haben eine derartige Beziehung nur zwischen *Lumbricus terrestris* und der organischen Substanz gefunden und betonen, dass keine Korrelation zu *A. caliginosa* bestand. Die Art war dagegen mit einer höheren Aggregatdichte im oberen Ap-Horizont positiv korreliert. Auch Untersuchungen im übrigen Schleswig-Holstein belegen einen Zusammenhang zwischen der Dichte der Art und den Bodenfaktoren pH-Wert, Ca-Gehalt und Gehalt an organischer Substanz (IRMLER 1999).

Eine wichtige Funktion der Regenwürmer besteht in der Umlagerung des Bodens (Bioturbation). Durch Untersuchungen von SCHEU (1987) lässt sich diese Leistung für die Art



*Aporrectodea caliginosa* quantifizieren. Danach ist die Faecesproduktion sowohl abhängig von der Bodenfeuchte als auch von der Temperatur. Bei 10 °C bis 15 °C wurden von dieser Art bei 48 % Bodenfeuchte täglich zwischen 0.8 und 0.9 g Faeces/g Regenwurm produziert. Diese Berechnungen lassen sich auch für die Äcker des Hofes Ritzerau durchführen, wenn man die Temperaturwerte der Wetterstation Grambeck zu Grunde legt. Hierbei wurden die Werte der niedrigsten Bodenfeuchtestufe und die Minimumtemperatur der Wetterstation gewählt, da sie wahrscheinlich der Bodentemperatur am nächsten kommen. Die damit ermittelten Werte für die Jahre und die unterschiedlichen Anbauweisen sind Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 3: Mittelwerte bei Niederschlags- und Anbauklassen sowie Ergebnisse der MANOVA. Gleiche Hochzahlen geben homogene Gruppen wieder, \* einen signifikanten Einfluß des Effektes für  $\alpha = 0,05$ ; N: Niederschlag, A: Anbauweise.

Mittel der Effekte

Niederschlag Anbauweise	Hoch : konv.	Hoch : ökol	Mittel : konv.	Mittel : ökol	Niedrig : konv.	Niedrig : ökol	F N	F A
Art / n	58	27	85	85	53	202		
<i>A. caliginosa</i>	1,249.1	1,251.7	391.5	2,352.7	141.9	1,247.2	*48.0	*13.2
<i>A. rosea</i>	1,26.5	2,310.3	313.4	16.4	14.1	14.6	*16.6	0.8
<i>Al. chlorotica</i>	0.3	0.6	0.8	0.2	0.6	0.2	0.3	1.4
<i>L. castaneus</i>	21.8	2,32.2	32.7	11.0	10.4	10.8	*16.8	2.3
<i>L. rubellus</i>	2,34.7	35.3	2,34.4	23.5	10.9	2,34.9	*6.9	*7.8
<i>L. terrestris</i>	10.4	2,31.4	1,20.6	2,31.3	1,20.8	31.6	0.6	*12.5
Biomasse	34.1	3,44.9	34.2	45.5	12.6	23.4	*47.6	*25.0

Diese Werte geben sicherlich nur einen groben Schätzwert an. Trotzdem vermitteln sie eine Abschätzung hinsichtlich der Bioturbation. Die Umsätze des Bodens durch die Art liegen daher zwischen 24 und 50 t/ha. Das entspricht einer Gesamtleistung von 4300 bis 9000 t auf den 180 ha Ackerfläche. Diese Werte liegen im Bereich der Angaben von SCHEU (1987), der in einem Kalkbuchenwald ca. 3 kg m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup> fand. Da nach seinen Angaben dadurch ungefähr 0.5 cm Boden umgelagert werden, dürfte auf den Äckern des Hofes Ritzerau die Bioturbation im Jahr zwischen 0,5 und 1 cm Boden betragen. Diese mechanische Leistung der Regenwürmer geht zusätzlich einher mit qualitativen Änderungen. So korreliert die Aggregatstabilität direkt mit der Regenwurmbiomasse (MARASHI & SCULLION 2003).

Tabelle 4: Geschätzte Faecesproduktion (kg m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>) von *Aporrectodea caliginosa* auf den Äckern des Hofes Ritzerau auf Grundlage der Bioturbationswerte von SCHEU (1987)

Äcker	Jahre			
	2001	2002	2003	2004
Gesamt	4,67	2,39	2,54	4,95
Konventionell	4,67	2,27	2,19	
Ökologisch		2,70	1,94	4,95

Weiterhin wird die Wasserleitfähigkeit (JOSCHKO 1990) und Infiltrationsrate durch Regenwürmer beeinflusst. Für die anezische Art *Lumbricus terrestris* wurde eine positive

Korrelation zwischen der Anzahl der Tiere oder der Biomasse und der Infiltrationsrate festgestellt (NUUTINEN et al. 2001). Nach den Untersuchungen von SHIPITALO et al. (2004) tragen die Regenwurmröhren von *L. terrestris* bei einer Dichte von 3,25 Röhren/m<sup>2</sup> mit 70 mm h<sup>-1</sup> an der gesamten durchschnittlichen Infiltrationsrate von 79,7 mm h<sup>-1</sup> bei. Die von SHIPITALO et al. (2004) gemessene Dichte lag etwas höher als die auf den ökologisch bewirtschafteten Flächen des Hofes Ritzerau mit 1,3 bis 2,6 Ind/m<sup>2</sup>. Gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung hatte sich die Dichte der Art aber um das 3-5fache erhöht. Es ist daher anzunehmen, dass die Infiltrationsrate auf den konventionellen Flächen um den Faktor 3-5 niedriger ist als auf den ökologischen.

Wie lassen sich die Ergebnisse für die Regenwürmer im Hinblick auf die Wirtschaftsweise des ökologischen Landbaus bewerten? Als einzige Art zeigt der anezische *Lumbricus terrestris* deutliche positive Reaktionen auf den ökologischen Anbau. Für diese Art sind vornehmlich positive Einflüsse hinsichtlich der Wasserleitfähigkeit zu erwarten. Allerdings ist sie auch an Bodenumlagerungen beteiligt, da sie Kothaufen, die zusätzlich erhöhte mikrobielle Aktivität und Anreicherung organischer Substanz aufweisen (MAR-AUN et al. 1999), auf der Bodenoberfläche ablegt.

Für die endogäischen Arten ist keine deutliche Förderung durch den ökologischen Anbau nachzuweisen. Da sie stärker als die anezischen Arten auf das Jahresklima reagieren, kann das Jahresklima den Einfluß des ökologischen Anbaus überlagern. Die endogäischen Arten bevorzugen mittlere Verhältnisse. Bei starken Niederschlägen werden sie durch Staunässe, bei trockenen Sommern durch die Trockenheit reduziert. Die einzelnen Arten reagieren etwas unterschiedlich auf die Niederschlagsmenge. Eine Regeneration dauert lokal länger als ein Jahr, so dass die Dichte der beiden wichtigsten Arten, *A. caliginosa* und *A. rosea*, sowohl die starken klimatischen Schwankungen, die Präferenz bestimmter Bodenparameter und die Anbauweise widerspiegeln. Der Effekt der Anbauweise kann sich daher nur langfristig manifestieren und durch klimatische Effekte unterbrochen werden. Auch die epigäischen Arten hängen von den Niederschlägen ab. Für die häufigste Art, *L. rubellus*, ergab sich eine deutliche Abhängigkeit zur jährlichen Höhe der Niederschläge. Dieser Zusammenhang wird auch dadurch unterstützt, dass seine Dichte hauptsächlich von der Bodenfeuchte abhängt (IRMLER 1999).

Es ist daher schwer, die zukünftige Entwicklung der Regenwurmfaua zu prognostizieren. Es ist sicher, dass die Regenwurmbiomasse durch den ökologischen Anbau gefördert wird, aber klimatische Einflüsse können zu Einbrüchen führen. Daher müssen auch langfristige klimatische Entwicklungen berücksichtigt werden, wie z.B. die klimatischen Veränderungen im Rahmen der Klimaerwärmung. Diese kann im Winter durch relativ hohe Temperaturen bei hoher Bodenfeuchte die Aktivität der Regenwürmer erhöhen; möglicherweise wird dieser Effekt aber durch eine Zunahme trockener Sommer kompensiert. Auch die Zunahme von Extrema, wie sehr nasse oder sehr trockene Jahre, werden durch die globale Klimaänderung hervorgerufen und sind bei der langfristigen Entwicklung zu berücksichtigen. Wieweit in diesem Rahmen durch die Anbauweise ein negativer klimatischer Effekte kompensiert werden kann, läßt sich zur Zeit noch nicht abschätzen.

## Literatur

- BOHLEN P.J., EDWARDS C.A., ZHANG Q., PARMELEE R.W. & ALLEN M. (2002): Indirect effects of earthworms on microbial assimilation of labile carbon. *Applied Soil Ecology* 20, 255-261.
- BOSTRÖM U. (1995): Earthworm populations (Lumbricidae) in ploughed and undisturbed leys. *Soil & Tillage Research* 35, 125-133
- CURRY J.P., BYRNE D. & SCHMIDT O. (2002): Intensive cultivation can drastically reduce earthworm populations in arable land. *European Journal of Soil Biology* 38, 127-130.
- FILSER J., DETTE A., FROMM H., LANG A., MUNCH J.C., WINTER K. & BEESE, F. (1999): Reactions of soil organisms in site-specific management. The first long-term study at the landscape scale. *EcoSys Suppl.* 28, 139-147.
- HELLING B. (1998): Räumliche Variabilität von Regenwürmern und Bodenparametern auf einem intensiv bearbeiteten Lößstandort. *Verh. Gesell. Ökol.* 28, 537-544.
- IRMLER U. (1999): Die standörtlichen Bedingungen der Regenwürmer (Lumbricidae) in Schleswig-Holstein. *Faunistisch-Ökologische Mitteilungen* 7, 509-518.
- JOSCHKO M. (1990): Bodentiere und Bodenphysik. *NNA-Berichte* 3, 65-68.
- LANGMAACK M., RÖHRIG R. & SCHRADER S. (1996): Einfluß der Bodenbearbeitung und Bodenverdichtung auf terrestrische Oligochaeten (Enchytraeidae und Lumbricidae) landwirtschaftlicher Nutzflächen. *Braunschw. naturkd. Schr.* 5, 105-123.
- MARASHI A.R.A. & SCULLION J. (2003) Earthworm casts form stable aggregates in physically degraded soils. *Biology Fertility Soils* 37, 375-380.
- MARAUN M., ALPHEI J., BONKOWSKI M., BURYN R., MIGGE S., PETER M., SCHAEFER M. & SCHEU, S. (1999): Middens of the earthworm *Lumbricus terrestris* (Lumbricidae): microhabitats for micro- and mesofauna in forest soil. *Pedobiologia* 43, 276-286.
- NUUTINEN V., PÖYHÖNEN S., KETOJA E. & PITKÄNEN J. (2001): Abundance of the earthworm *Lumbricus terrestris* in relation to subsurface drainage pattern on a sandy clay field. *European Journal Soil Biology* 37, 301-304.
- PAOLETTI M.G. (1999): The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture Ecosystems & Environment* 74, 137-155.
- PIFFNER L. (1993): Einfluß langjähriger ökologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf Regenwurmpopulationen (Lumbricidae). *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.* 156, 259-265.
- POIER K.R. & RICHTER J. (1992): Spatial distribution of earthworms and soil properties in an arable loess soil. *Soil Biol. Biochem.* 24, 1601-1608.
- SCHEU S. (1987): The role of substrate feeding earthworms (Lumbricidae) for bioturbation in a beechwood soil. *Oecologia* 72, 192-196.
- SHIPITALO M.J., NUUTINEN V. & BUTT K.R. (2004): Interaction of earthworm burrows and cracks in a clayey, subsurface-drained, soil. *Applied Soil Ecology* 26, 209-217.
- SÖCHTIG W. & LARINK O. (1992): Effect of soil compaction on activity and biomass of endogeic lumbricids in arable soils. *Soil Biol. Biochem.* 24, 1595-1599.
- STATSOFT (1998): *Statistica für Windows (Computer-Programm-Handbuch)*. StatSoft Inc., Tulsa.
- THIELEMANN U. (1987): Elektrischer Regenwurmfang mit der Oktett-Methode. *Pedobiologia* 26, 15-19.

Adresse des Autors:

Prof. Dr. Ulrich Irmeler  
Ökologie-Zentrum, Universität Kiel  
Olshausenstr. 40  
24098 Kiel  
email: [uirmler@ecology.uni-kiel.de](mailto:uirmler@ecology.uni-kiel.de)

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Faunistisch-Ökologische Mitteilungen](#)

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: [Supp 35](#)

Autor(en)/Author(s): Irmiler Ulrich

Artikel/Article: [7 Die Fauna der Hofflächen 7.1 Regenwürmer der Ackerflächen 133-145](#)