

Die standörtlichen Bedingungen der Regenwürmer (Lumbricidae) in Schleswig-Holstein

Ulrich Irmeler

Summary

Environmental factors for earthworms in Schleswig-Holstein

In the years from 1990 to 1998 the earthworm fauna of 14 fields, 16 forests, and 11 grassland sites was investigated. At each site earthworms were recorded between May and July from 6 soil samples of 0.1 m² and 0.4 m depth by means of hand sorting. At the same time the following site factors were determined: soil water content (Vol %), pH-value, both Ca and C_{org} content, and C/N relationship. Using a cluster analysis for the overall 12 earthworm species five earthworm assemblages were distinguished: fields with moderate humidity and the dominant species *Aporrectodea caliginosa*, dry fields with *A. rosea* as dominant species, wet grassland and alder carrs on calcareous Histosol with the dominant species *A. caliginosa*, *A. rosea* and *Lumbricus rubellus*, forests and grassland fallow on moderate humid and relative acid soils with the dominating species *L. rubellus* and forests on strong acidified soils deficient in lime with *Dendrobaena octaedra* as dominant species. The significance of the soil parameters was determined for 9 earthworm species. For many species the pH-value and the soil water content were the most important factors. The significance of the individual soil parameter differs between the three biotope types. The biomass of the earthworm population is positively correlated with pH-value and both C_{org} and Ca content of the soil.

Einleitung

Im Rahmen studentischer Praktika in den Jahren von 1990 bis 1998 wurden unter anderem auch die Regenwürmer (Lumbricidae) in verschiedenen Wald- und Agrar-Ökosystemen Schleswig-Holsteins bearbeitet. Da gleichzeitig umfangreiche bodenkundliche Untersuchungen stattfanden, ergibt sich die Möglichkeit, die standörtlichen Bedingungen der verschiedenen Regenwurmgemeinschaften näher zu analysieren.

Trotz der großen Bedeutung der Regenwürmer für den Boden, in dem sie für die Umsetzung der organischen Substanz, die Bioturbation und die Wasserleitung als eine der wichtigsten Tiergruppen im Boden zu bezeichnen sind (z.B. SYERS & SPRINGETT 1983, BOHLEN et al. 1995, JOSCHKO et al. 1992, MAKULEC & KUSINSKA 1997, SCHRADER & ZHANG 1993), gibt es noch wenig genaue Erkenntnisse über die Beziehungen zwischen einzelnen

Standortfaktoren und dem Vorkommen der verschiedenen Regenwurmartensowie der gesamten Regenwurmbiomasse. Im Rahmen eines bodenkundlichen Monitorings haben GRAEFE (1997) und GRAEFE et al. (1998) erste Daten für Schleswig-Holstein gesammelt, so daß die vorliegenden Daten auch als wichtige Ergänzung für die Interpretation des Bodenmonitorings auf den Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Schleswig-Holstein angesehen werden können. Folgenden Fragen wurde hierbei vorrangig nachgegangen:

- Welche Standortfaktoren sind für die Verbreitung der verschiedenen Regenwurmartens von Bedeutung?
- Unter welchen Standortfaktoren werden maximale Besiedlungsdichten der verschiedenen Arten erreicht?
- Gibt es Beziehungen zwischen Standortfaktoren und der Regenwurmbiomasse und lassen sich daraus Prognosen ableiten?

Standorte und Methoden

Insgesamt wurden in der weiteren Umgebung von Kiel (Schleswig-Holstein) 14 Äcker, 16 Wälder und 11 Grünlandstandorte untersucht. Die Regenwürmer (Lumbricidae) wurden aus einem Bodenblock von 0,1 m² Fläche und 0,4 m Tiefe direkt auf einer Folie aussortiert (DUNGER & FIEDLER 1989). Auf eine zusätzliche Anwendung der Formalinmethode wurde verzichtet, so daß die teilweise tiefer im Boden lebenden anezischen Regenwürmer nur unvollkommen erfaßt wurden. An jedem Standorte wurde an 6 Zeitpunkten von Anfang Mai bis Anfang Juli jeweils eine Stichprobe entnommen. Damit standen von jedem Standort zeitlich getrennt 6 Stichproben zur Verfügung. Bestimmung und Taxonomie der Arten richtet sich nach SIMS & GERARD (1985).

Die Bodenanalysen wurden an den gleichen Standorten vorgenommen. Der pH-Wert wurde in einer Bodenprobe, die mit 0,01 n CaCl₂ im Verhältnis 1:2,5 versetzt wurde, mit einer pH-Elektrode gemessen. Die pH-Werte wurden zusätzlich nach den Klassen 1-5 der Bodenkundlichen Kartieranleitung klassifiziert (ARBEITSGRUPPE BODEN 1996). Der Kohlenstoff der festen Bodensubstanz wurde in der Ströhlein-Apparatur durch trockene Veraschung im O₂-Strom in CO₂ umgewandelt und anschließend coulometrisch bestimmt. Der Gehalt an C_{org} ergibt sich aus der Differenz zwischen dem so ermittelten Gehalt an Gesamtkohlenstoff und dem Gehalt an Carbonatkohlenstoff. Kalzium wurde im Rahmen der Bestimmung austauschbarer Kationen ermittelt. Hierzu wurden 5 - 20 g Boden mit BaCl₂-Lösung versetzt, homogenisiert und in 100 ml Erlenmeyerkolben filtriert. Kalzium wurde darauf im Atomabsorptionsspektrometer gemessen. Das C/N Verhältnis wurde anhand der Messungen von Gesamtkohlenstoff und Gesamtstickstoff mit einem C-N Analyser bestimmt. Der Bodenwassergehalt wurde aus den pF-Werten und den Tensiometermessungen für die entsprechenden Zeiträume ermittelt

Die Standorte lagen für die einzelnen Bodenparameter in folgenden Bereichen: pH: 3,0 - 6,9; mittlerer Wassergehalt (Vol %): 12,9 - 90,0; Ca (mg/kg): 18 - 9660; C_{org} (%): 1,3 - 39,5; C/N: 5,6 - 37.

Die statistische Bearbeitung der Daten wurde mit dem Programm „Statistica“ (STATSOFT 1996) vorgenommen. Es wurde eine 'Unweighted-Average Cluster Analyse' mit dem Distanzmaß 1-Pearson-r durchgeführt und die Beziehungen zwischen dem Vorkommen und den Bodenparametern durch eine Spearman Korrelationsanalyse getestet. Unterschiede zwischen den Mittelwerten wurden mit dem Mann-Whitney U-Test geprüft. Ein p < 0,05 wurde als signifikanter Unterschied angesehen. Flächenkonturplots wurden mit einer quadratischen Anpassung vorgenommen, wobei als Grenzen der Mengenangaben

Vorkommen unterhalb des Medians, zwischen Median und oberer Quartile und höher als die obere Quartile gewählt wurden. Die Quartilen wurden aus den Populationsdichten der Regenwürmer errechnet.

Ergebnisse

Regenwurmgemeinschaften und -arten auf unterschiedlichen Standorten

Insgesamt wurden im Rahmen der Untersuchung 12 Regenwurmart determiniert. Mit der 'Unweighted-Average Cluster Analyse' ergaben sich fünf Cluster von Standorten, die sich im wesentlichen nach der Nutzung, den pH-Werten und dem Wassergehalt unterschieden (Tabelle 1). Im ersten Cluster waren hauptsächlich Äcker vertreten. Allerdings waren auch drei Grünland-Standorte auf lehmigen grundwasserfernen Böden eingeschlossen. Es zeichnet sich durch hohe Besiedlungsdichten von *Aporrectodea caliginosa* und *Allolobophora chlorotica* aus. Die Standorte besitzen neutrale bis schwach saure Böden mit relativ hohen Kalkgehalten und mäßig feuchten Böden.

Im zweiten Cluster sind trockene Äcker auf Kuppen (Unterschied der Wassergehalte nicht signifikant), die durch die niedrigeren Ca-Gehalte auf Entkalkung hindeuten, zusammengefaßt. Die Abundanz von *Aporrectodea caliginosa* ist sehr niedrig, die Besiedlungsdichten der anezischen Arten, *Aporrectodea longa* und *Lumbricus terrestris* aber verhältnismäßig hoch. Der pH-Wert unterscheidet sich nicht von den Äckern des ersten Clusters.

Tabelle 1: Abundanzen (Ind./m²), Biomassen (g FM/m²) und Bodenparameter in den fünf unterschiedenen Clustern der Regenwurmgemeinschaften

Nutzung	Äcker		Äcker		Feu.Wie/ Erlenw.		Wälder/ Grü.Bra.		Wälder	
	14		2		11		12		2	
Anzahl der Standorte Arten	m	s.a.	m	s.a.	m	s.a.	m	s.a.	m	s.a.
<i>Allolobophora chlorotica</i>	5,7	13,9	4,4	0,8	2,8	3,7	0,2	1,4	-	-
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	62,6	67,5	6,5	0,3	51,2	55,6	4,9	9,4	-	-
<i>Aporrectodea longa</i>	0,6	0,8	4,2	3,5	0,2	0,6	-	-	-	-
<i>Aporrectodea rosea</i>	6,2	14,2	11,7	9,4	30,0	38,0	0,4	1,0	-	-
<i>Dendrobaena octaedra</i>	0,3	0,7	-	-	0,9	1,4	2,2	4,2	2,2	1,6
<i>Dendrodrilus rubidus</i>	-	-	-	-	-	-	1,1	2,1	0,9	1,2
<i>Eiseniella tetraedra</i>	-	-	-	-	-	-	1,8	4,2	-	-
<i>Lumbricus castaneus</i>	-	-	-	-	3,3	4,9	1,7	2,8	-	-
<i>Lumbricus rubellus</i>	3,9	8,3	0,9	1,2	20,6	21,2	17,4	15,4	1,4	0,5
<i>Lumbricus terrestris</i>	0,2	0,5	0,9	1,2	0,5	1,5	0,1	0,2	-	-
<i>Octolasion cyaneum</i>	-	-	-	-	2,9	8,5	-	-	-	-
<i>Octolasion lacteum</i>	0,6	1,8	-	-	1,1	3,0	2,2	5,5	-	-
Biomasse (g FM/m ²)	26,2	25,3	31,0	1,4	36,4	23,9	4,6	5,8	1,7	0,4
pH	6,2	0,6	6,5	0,2	5,3	1,1	4,1	1,1	3,4	0,1
Wasser (Vol %)	39	11	27	3	48	19	38	16	42	3
Ca (mg/g)	2,37	2,52	1,85	0,11	2,92	3,14	1,67	2,07	0,20	0,20
C _{org} (mg/g)	23	25	13	1	87	119	15	15	15	8
C/N	13,6	6,7	12,5	5,6	13,4	5,1	16,5	6,2	16,0	2,0

Das dritte Cluster enthält feuchte Standorte (Feuchteunterschied signifikant) in Erlbruchern oder Feuchtwiesen. Die pH-Werte sind zwar im Durchschnitt etwas niedriger, zeigen aber eine große Varianz und lassen sich daher nicht von den ersten beiden Clustern unterscheiden. Von den Regenwürmern kommen *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea rosea* und *Lumbricus rubellus* mit hohen Dichten vor. In den Feuchtwiesen sind *Octolasion cyaneum* und *Octolasion lacteum* regelmäßig zu finden, während *Aporrectodea longa* und *Lumbricus terrestris* weitgehend fehlen und nur auf den etwas grundwasserferneren Standorten noch vereinzelt auftreten. Die ersten drei Cluster zeichnen sich durch hohe Biomassen der Regenwürmer von ca. 30 g FM/m² aus.

Im vierten und fünften Cluster sind vor allem Wälder vertreten, doch sind im vierten Cluster auch 4 Grünland-Brachen auf feuchten Böden enthalten. Die pH-Werte besitzen zwar eine hohe Varianz, zeigen aber deutlich saure Bodenverhältnisse an (Unterschiede zu Cluster 1-3 signifikant). Die Standorte werden hauptsächlich durch eine hohe Dominanz von *Lumbricus rubellus* geprägt. Die Biomasse ist im Vergleich zu den drei ersten Clustern sehr niedrig. Im fünften Cluster sind nur zwei Wälder auf sehr sauren Böden enthalten (Unterschiede zu Cluster 1-3 signifikant) mit geringen Kalziumgehalten (signifikant niedriger als in Cluster 1-4), die insgesamt nur wenige Regenwürmer beherbergen und durch die Dominanz von *Dendrobaena octaedra* gekennzeichnet sind.

Wie die Ordinierung der Regenwurmgemeinschaften zeigte, sind neben der Nutzung vor allem die pH-Werte der Böden von entscheidender Bedeutung. Daher wurden nach den unterschiedlichen Nutzungstypen Acker, Grünland und Wald sowie den pH-Klassen 1-5 unterschieden (Tabelle 2). Durch die stärkere Untergliederung ergibt sich allerdings teilweise eine sehr geringe Anzahl von Standorten für die einzelnen Gruppen. Die höchsten Abundanzen für *Allolobophora chlorotica* lagen danach in Äckern. Unterhalb der pH-Klasse 4 wurden nahezu keine Vorkommen mehr gefunden (mit einer Ausnahme). *Aporrectodea caliginosa* und *Aporrectodea rosea* waren in pH-Klasse 1 nicht mehr vorhanden.

Tabelle 2: Individuendichten (Ind/m²) sowie Biomassen (g FM/m²) der Regenwürmer in den untersuchten Ökosystemtypen und den dort vorgefundenen pH-Klassen

pH-Klasse	Acker						Grünland				Wald						
	3	4	5	3	4	5	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Anzahl Standorte	1	5	8	6	2	3	6	6	4	6	4	6	6	4	4		
Arten	m	m	s.a.	m	s.a.	m	s.a.	m	s.a.	m	s.a.	m	s.a.	m	s.a.		
<i>Allolobophora chlorotica</i> .	-	14	22	3	3	-	-	5	4	3	-	-	-	-	2	2	
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	17	43	62	28	28	71	85	43	27	117	101	-	-	16	20	25	2
<i>Aporrectodea longa</i>	-	1	1	1	2	-	-	1	1	-	-	-	-	1	2	1	1
<i>Aporrectodea rosea</i>	-	7	9	1	2	31	49	5	6	42	27	-	-	4	9	19	20
<i>Dendrobaena octaedra</i>	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	2	1	1	1	1	7	7
<i>Dendrodrilus rubidus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	3
<i>Eiseniella tetraedra</i>	-	-	-	-	-	-	1	3	4	-	-	-	-	-	-	5	8
<i>Lumbricus castaneus</i>	-	-	1	-	-	2	5	3	5	-	-	-	-	3	3	6	5
<i>Lumbricus rubellus</i>	-	-	1	1	2	35	24	20	28	26	3	5	5	11	6	19	14
<i>Lumbricus terrestris</i>	-	-	1	-	-	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Octolasion cyaneum</i>	-	-	-	-	-	5	12	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-
<i>Octolasion lacteum</i>	-	1	2	-	-	2	2	9	13	3	6	-	-	-	-	-	-
Biomasse	0,1	31,9	28,8	17,8	14,0	35,0	32,9	21,5	22,2	54,2	25,6	2,4	3,9	12,2	10,5	26,5	21,1

Auffällig ist die außergewöhnlich niedrige Biomasse, Individuendichte und Artenvielfalt auf einem Acker in der pH-Klasse 3, die jedoch aufgrund des einzigartigen Auftretens nicht weiter analysiert werden kann. Die durchschnittlich höchsten Biomassen traten in den basenreichen Grünländern auf. Ein Vergleich zwischen der Biomasse der Äcker und der Grünländer stellte jedoch keinen statistisch gesicherten Unterschied fest.

Korrelationen zwischen Standortfaktoren und Regenwürmern

Für 10 Regenwurmarten konnten signifikante Korrelationen mit den bestimmten Umweltparametern gefunden werden (Tabelle 3). *Aporrectodea caliginosa* wies hierbei die meisten positiven Beziehungen auf. Die Art war positiv mit dem pH-Wert, dem Wassergehalt, dem Kalziumgehalt und dem Gehalt an C_{org} im Boden korreliert. Obwohl für die meisten Arten eine positive Korrelation mit dem Wassergehalt gefunden wurde, war die Biomasse nicht mit dem Wassergehalt korreliert. Als einzige Regenwurmart war *Dendrobaena octaedra* negativ mit dem pH-Wert korreliert.

Die Konturplots von vier häufigen Arten zeigen die unterschiedliche Einnischung hinsichtlich der beiden wichtigsten Umweltparameter für die jeweiligen Arten (Abb. 1). *Aporrectodea caliginosa* weist höchste Dichten bei hohen pH-Werten und relativ hohen Bodenfeuchten auf und kommt in einem relativ weiten Gradienten der beiden Parameter vor, während von *Allolobophora chlorotica* bei hohen pH-Werten und mittleren Bodenfeuchten die höchsten Dichten in einem relativ eng begrenzten Bereich zu finden sind. *Lumbricus castaneus* erreicht im mittleren Bereichen des pH-Wertes und der Bodenfeuchte hohe Dichten. *Lumbricus rubellus* besitzt von den vier Regenwurmarten das weiteste Vorkommen hinsichtlich des pH-Wertes, erlangt aber hohe Dichten hauptsächlich an sehr feuchten Standorten. Für *Aporrectodea rosea* und die Regenwurmbiomasse ist neben dem pH-Wert der C_{org} -Gehalt der wichtigste Bodenparameter. Für *Aporrectodea rosea* sind hohe Dichten in einem relativ engen Bereich hoher pH-Werte und hoher C_{org} -Gehalte zu erkennen, während die Regenwurmbiomasse in einem weiten Bereich der beiden Umweltfaktoren auf sehr hohe Werte kommt.

Tabelle 3: Spearman Rang-Korrelationskoeffizienten zwischen den Dichten und Biomasse der Regenwurmarten und verschiedener Umweltparameter (nur signifikante Werte mit $p < 0,05$)

Arten	pH	Wasser (%)	Ca (%)	Corg (%)	C/N
<i>Allolobophora chlorotica</i>	0,70				
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	0,52	0,36	0,42	0,39	-0,51
<i>Aporrectodea longa</i>	0,35				
<i>Aporrectodea rosea</i>				0,38	
<i>Dendrobaena octaedra</i>	-0,37	0,32			0,36
<i>Eiseniella tetraedra</i>		0,35	0,36		
<i>Lumbricus rubellus</i>		0,34			
<i>Octolasion cyaneum</i>		0,39		0,37	
<i>Octolasion lacteum</i>		0,37	0,34		
Biomasse	0,46		0,33	0,43	

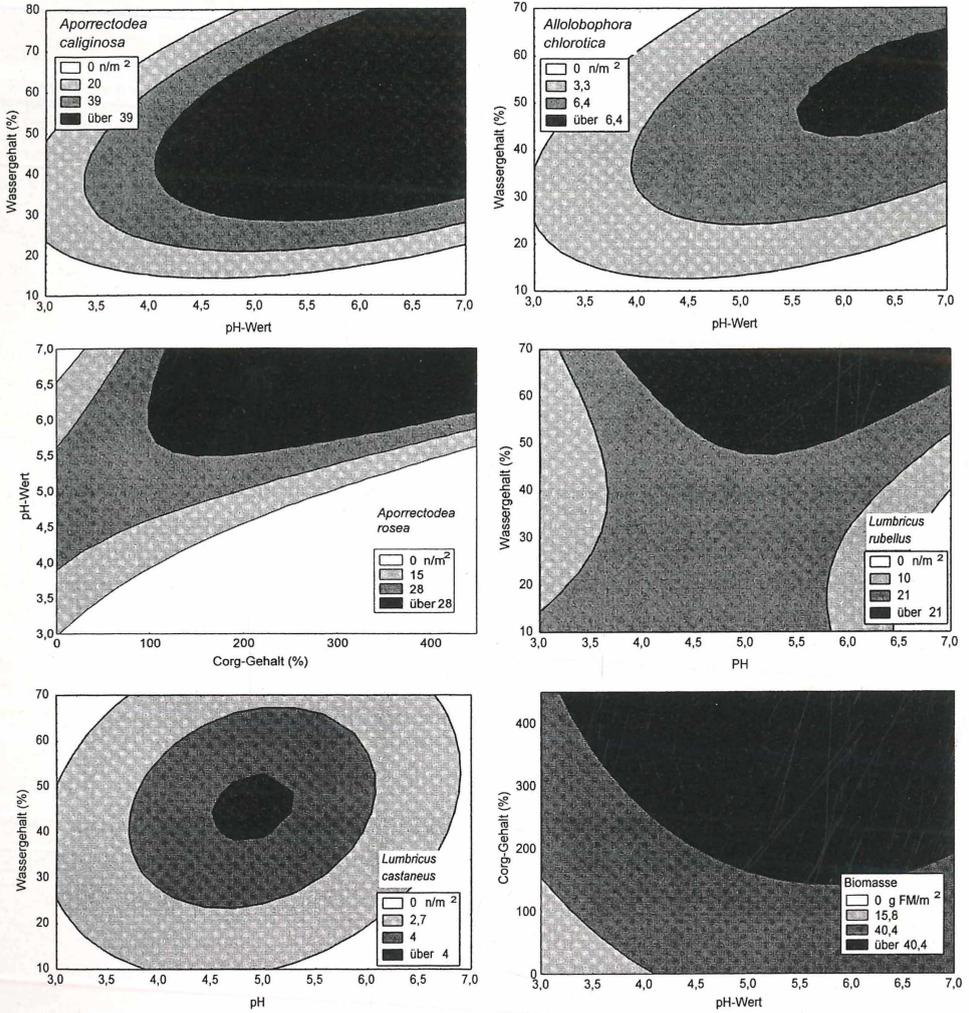


Abb. 1: Konturplots zur Beziehung zwischen den wichtigsten Standorteigenschaften und 5 Regenwurmarten bzw. der Regenwurmbiomasse. Als Grenzwerte der Abstufungen wurden die Quartilen verwendet.

Tabelle 4: Spearman-Korrelationskoeffizienten zwischen den Umweltparametern und den häufigsten Regenwurmarten bzw. der Biomasse getrennt nach den Ökosystemtypen (nur signifikante Korrelationen mit $p < 0,05$).

Art: Systemtyp: n	<i>A. caliginosa</i>			<i>A. rosea</i>		<i>A. chlorotica</i>		<i>L. rub.</i>	Biomasse	
	Acker	Grünl.	Wald	Grünl.	Wald	Grünl.	Wald	Wald	Grünl.	Wald
	14	11	16	11	16	11	16	16	11	16
pH	0,59	-	0,78	-	0,58	0,81	0,62	0,60	-	0,60
Wasser (%)	-	-	0,56	-	-	-	-	-	-	-
Ca (%)	-	-	0,72	-	-	-	-	-	-	0,51
Corg (%)	-	0,69	-	0,62	-	-	-	-	0,72	-
C/N	-	0,65	-	-	-	-	-	-	0,61	-

Eine Trennung nach den Systemtypen Acker, Grünland und Wald ergab für die häufigsten Regenwurmarten meist eine positive Korrelation mit dem pH-Wert für die Waldstandorte, während auf den Äckern nur *Aporrectodea caliginosa* positiv mit dem pH-Wert korreliert war und sowohl die anderen Arten als auch die Biomasse überhaupt keine signifikante Korrelation mit den Bodenparametern auf Äckern aufwiesen (Tabelle 4). Es lassen sich hieraus Informationen über die Lebensraumansprüche der Arten in den drei Systemtypen ableiten. So kommen danach die Arten *A. caliginosa* und *A. rosea* im Grünland hauptsächlich auf Bereichen mit ausgeprägten Niedermoortorfen unabhängig vom pH-Wert vor. Der pH-Wert und die Ca-Versorgung war auf den untersuchten Grünland Standorten für beide Art anscheinend immer ausreichend. Im Wald scheinen dagegen die Gehalte an org. Substanz ausreichend und der pH-Wert der ausschlaggebende Faktor für die Entwicklung hoher Individuendichten zu sein.

Diskussion

Die Analyse zwischen dem Vorkommen von Regenwürmern und Bodenfaktoren stößt aufgrund der hohen Komplexität der Wirkungsmechanismen auf große Schwierigkeiten. Dies liegt an der großen Anzahl von Umweltfaktoren und ihrer unterschiedlichen Wirksamkeit. Ein Faktor, z.B. der pH des Bodens, kann unter bestimmten Umweltbedingungen entscheidend für das Vorkommen einer Art, unter anderen Umweltbedingungen aber von untergeordneter Bedeutung sein. Ferner weisen geographisch getrennte Regionen ein unterschiedliches Spektrum von Bodeneigenschaften auf, so daß bei der Analyse der Beziehungen zwischen Vorkommen von Regenwürmern und Bodeneigenschaften jeweils unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden. Aus diesen Gründen kann eine Analyse zwischen dem Vorkommen von Regenwürmern und Böden nur für jeweils regional begrenzte Gebiete und für zumindest grob unterscheidbare Ökosystemtypen vorgenommen werden.

Bei ähnlichen Untersuchungen zu Beziehungen zwischen Regenwürmern und Bodeneigenschaften in unterschiedlichen Biotoptypen Spaniens stellten BRIONES et al. (1992, 1995) eine Liste von Bodeneigenschaften mit unterschiedlicher Bedeutung für die verschiedenen Regenwurmarten auf. Danach sind für *Aporrectodea caliginosa* Ca-Gehalt, pH-Wert und Mg-Gehalt in abnehmender Bedeutung die wichtigsten Faktoren. Für *Allolobophora chlorotica* steht der pH-Wert an erster Stelle, und der Ca-Gehalt ist von geringerer

Bedeutung. Auch der Gehalt an organischer Substanz scheint allgemein das Vorkommen der Art zu beeinflussen. HELLING (1998) fand auf Äckern eine signifikante Korrelation zwischen der Verteilung von *A. caliginosa* und der organischen Substanz. Nach BRIONES et al. (1995) war *A. rosea* vornehmlich im Grünland zu finden. Der Biotoptyp war nach ihrer Untersuchung wichtiger als die Faktoren Bodendurchlüftung und Sandgehalt. Bei *Eiseniella tetraedra* war das Vorkommen ebenfalls weitgehend durch den Biotoptyp und durch ufernahe Bereiche bestimmt, während für *Lumbricus rubellus* eine ganze Reihe von Bodenfaktoren bedeutsam waren, unter denen der pH-Wert, der Bodenwassergehalt und das C/N-Verhältnis in abnehmender Bedeutung die wichtigsten Faktoren waren. Für die Arten *Octolasion cyaneum* und *O. lacteum* waren Stickstoff- und Kohlenstoffgehalte bzw. Ca- und Na-Gehalte die wichtigsten Faktoren.

IVASK & TRUU (1998) unterschieden vier verschiedene Regenwurmgesellschaften auf unterschiedlichen Böden und Biotoptypen: Äcker und Ackerränder mit niedrigen Bodenfeuchten und Stickstoffgehalten, die durch die Arten *A. caliginosa*, *A. longa* und *L. rubellus* gekennzeichnet waren, Grünland mit ebenfalls niedrigen Bodenfeuchten und Stickstoffgehalten und den Arten *A. caliginosa*, *A. rosea*, *A. chlorotica* und *L. rubellus*, Feuchtwiesen auf Niedermoorböden mit hohen Bodenfeuchten und Stickstoffgehalten und den Arten *A. caliginosa*, *L. rubellus* und *L. castaneus* sowie Erlenwälder mit ähnlichen Standortbedingungen und den Arten *L. castaneus* und *D. octaedra*. Nach ihren Untersuchungen war *A. caliginosa* in den meisten Biotopen die dominante Art, während *L. rubellus* die am weitesten verbreitete Art war.

Die Ergebnisse in Schleswig-Holstein zeigen eine gute Übereinstimmung mit diesen Untersuchungen. *A. caliginosa* war in einem breiten Spektrum von Bodenwassergehalten und pH-Werten mit hohen Dichten aus dem oberen Quartil-Bereich vertreten und *L. rubellus* kam im weitesten Spektrum der untersuchten Bodenfaktoren vor, wobei der obere Quartil-Bereich der Abundanz eingeschränkter war als bei *A. caliginosa*. Auch die Bedeutung der Bodenfaktoren führen zu ähnlichen Ergebnissen wie bei BRIONES et al. (1995). Für *A. caliginosa* waren in Schleswig-Holstein pH-Wert und Ca-Gehalt die wichtigsten Faktoren, in Spanien waren beide Faktoren, nur in umgekehrter Reihenfolge, ebenfalls die bedeutsamsten. Für *A. chlorotica* war in beiden Untersuchungen der pH-Wert der wichtigste Bodenfaktor, während für *L. rubellus* in Schleswig-Holstein der Bodenwassergehalt ebenfalls von statistisch signifikantem Einfluß, der pH-Wert aber nur in Wäldern von Bedeutung war. Das Vorkommen von *L. rubellus* und *L. castaneus* war nach den eigenen Untersuchungen fast ausschließlich auf Wälder, Grünland und Brachen beschränkt. Beide Arten scheinen auf Äckern nur nach Bodenruhe und gleichzeitiger Strohaufgabe vorzukommen (POTTHOFF & BEESE 1998). Die in Schleswig-Holstein gefundenen Vorkommen von *L. rubellus* auf Äckern lagen daher auf Standorten in unmittelbarer Waldnähe oder auf ökologisch bewirtschafteten Äckern. *L. castaneus* wurde überhaupt nicht auf Äckern festgestellt. Im nassen Grünland ist das Vorkommen von *Lumbricus rubellus* auch von der Entwässerung abhängig (HELLING & KÄMMERER 1998). Während in den nassen Grünlandbereichen *Eiseniella tetraedra* dominierte, traten mit zunehmender Entwässerung *Allolobophora chlorotica*, *Octolasion lacteum* und *Lumbricus rubellus* auf. Unterschiede zu den Untersuchungen in Spanien wurden bei *A. rosea* gefunden. Für die Art wurde in Schleswig-Holstein nur eine positive Korrelation mit dem C_{org}-Gehalt festgestellt, während BRIONES et al. (1992) eine ganze Reihe von wichtigen Bodenfaktoren aufzählen, von denen neben dem Biotoptyp vor allem die Bodenart zu nennen ist. Die relative Toleranz von *Dendrobaena octaedra* gegenüber niedrigen pH-Werten ist bereits seit langem bekannt (HUHTA 1979, SATCHELL 1955). Dies wird auch durch die Untersuchungen in Schleswig-Holstein bestätigt. CÁRCAMO et al. (1998) fanden allerdings auch für diese Art reduzierte Überlebensbedingungen in stark versauerten Böden von pH 2,9.

Die Beziehung zwischen der Regenwurmbiomasse und den Faktoren Boden-pH und C_{org} -Gehalt stimmen ebenfalls mit anderen Untersuchungen überein (BRIONES et al. 1992, POIER & RICHTER 1992). Auch HELLING (1998) fand eine signifikante Abhängigkeit zwischen C_{org} -Gehalt und Regenwurmbiomasse. Nach POTTHOFF & BEESE (1998) wird auf Äckern die Regenwurmbiomasse durch steigende Bearbeitungsintensität reduziert. Durch intensive Bodenbearbeitung können zwischen 50 - 77% der Regenwürmer getötet werden (BOSTRÖM 1995, WESTERNACHER-DOTZLER 1992). In Wäldern scheint neben den Standortfaktoren auch die Streudicke ein wichtiger Faktor zu sein, wobei noch ungewiß ist, ob hier für einige Arten die Nahrung als begrenzender Faktor oder die Veränderung der abiotischen Bedingungen eine Rolle spielen (JUDAS 1990).

Die Ergebnisse aus Schleswig-Holstein belegen eine große Übereinstimmung mit Untersuchungen aus anderen Regionen Deutschlands und Europas, so daß sich insgesamt das allgemein bedeutsame Gefüge der Umweltfaktoren für die einzelnen Regenwurmart abzeichnet. Dies ist insofern wichtig, da sich daraufhin Erkenntnisse zur Manipulation der Regenwurmzönose, -biomasse und -abundanz, wie sie z.B. auf landwirtschaftlich genutzten Flächen verstärkt gewonnen werden, leichter auf unterschiedliche Regionen übertragen lassen.

Zusammenfassung

In den Jahren von 1990 bis 1998 wurden 14 Äcker, 16 Wälder und 11 Grünland Standorte auf ihre Regenwurmfaua untersucht. Je Standort wurden 6 Bodenproben von 0,1 m² Fläche und 0,4 m Tiefe in den Monaten von Mai bis Juli genommen und mittels Handauslese die Regenwürmer erfaßt. Gleichzeitig wurden die Standortfaktoren: Bodenwassergehalt (Vol %), pH-Wert, Ca-, C_{org} -Gehalt und das C/N Verhältnis bestimmt. Mit den insgesamt 12 Regenwurmart lassen sich mit Hilfe einer Clusteranalyse fünf Regenwurmgemeinschaften unterscheiden: mittelfeuchte Äcker mit *Aporrectodea caliginosa* als dominante Art, trockene Äcker mit *A. rosea* als dominante Art, Feuchtgrünland und Erlenbrücher auf kalkreichen Niedermoortorfen mit den dominierenden Arten *A. caliginosa*, *A. rosea* und *Lumbricus rubellus*, mittelfeuchte Wälder und Grünlandbrachen auf relativ sauren Böden mit der dominierenden Art *L. rubellus* und stark versauerte, kalkarme Wälder mit *Dendrobaena octaedra* als dominante Art. Für 9 Regenwurmart wurde die Bedeutung der Bodenparameter ermittelt. Für die meisten Arten sind der pH-Wert und der Bodenwassergehalt die wichtigsten Faktoren. Die Bedeutung der einzelnen Bodenparameter ist in den drei Biotoptypen unterschiedlich. Die Biomasse der Regenwurmpopulation eines Standortes ist mit dem pH-Wert, den C_{org} -Gehalt und den Ca-Gehalt des Bodens positiv korreliert.

Literatur

- ARBEITSGRUPPE BODEN (1996): Bodenkundliche Kartieranleitung. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 392 S.
- BOHLEN, P. & EDWARDS, C.A. (1995): Earthworm effects on dynamics and soil respiration in microcosms receiving organic and inorganic nutrients. *Soil Biol. Biochem.* 27, 341-348.
- BOSTRÖM, U. (1995): Earthworm populations (Lumbricidae) in ploughed and undisturbed leys. *Soil & Tillage Research* 35, 125-133,
- BRIONES, M.J.L., MASCATO, R. & MATO, S. (1992): Relationships of earthworms with environmental factors studied by means of detrended canonical correspondence analysis. *Acta Oekologia* 13, 617-626.

- BRIONES, M.J.I., MASCATO, R. & MATO, S. (1995): Autecological study of some earthworm species (*Oligochaeta*) by means of ecological profiles. *Pedobiologia* 39, 97-106.
- DUNGER, W. & FIEDLER, H.J. (1986): Methoden der Bodenbiologie. Fischer, Jena
- CÁRCAMO, H.A., PARKINSON, D. & BARGSHOON, D. (1998): Distribution of earthworms along a sharp acidification gradient. *Pedobiologia* 42, 88-95.
- GRAEFE, U. (1997): Bodenorganismen als Indikatoren des biologischen Bodenzustands. *Mitt. dtsh. bodenk.Gesell.* 85, 687-690.
- GRAEFE, U., ELSNER, D.-C. & NECKER, U. (1998): Monitoring auf Boden-Dauerbeobachtungsflächen: Bodenzoologische Parameter zur Kennzeichnung des biologischen Bodenzustandes. *Mitt.dtsch. bodenk.Gesell.* 87, 343-346.
- HELLING, B. (1998): Räumliche Variabilität von Regenwürmern und Bodenparametern auf einem intensiv bearbeiteten Lößstandort. *Verh.Gesell.Ökol.* 28, 537-544.
- HELLING, B. & KÄMMERER, A. (1998): Mehrjähriges Monitoring der Regenwurmfauna (*Oligochaeta: Lumbricidae*) extensiv genutzter Niedermoorböden im Drömling. *Braunschw. naturkd. Schr.* 5, 583-595.
- HUHTA, V. (1979): Effects of liming and deciduous litter on earthworm (*Lumbricidae*) populations of a spruce forest, with an inoculation experiment on *Allolobophora caliginosa*. *Pedobiologia* 19, 340-345.
- IVASK, M. & TRUU, J. (1998): The relationship of Estonian earthworms to local habitat and soil factors. *Pedobiologia* 42, 378-384.
- JOSCHKO, M., SÖCHTIG, W. & LARINK, O. (1992): Functional relationship between earthworm burrows and soil water movement in column experiments. *Soil Biol. Biochem.* 24, 1545-1547.
- JUDAS, M. (1990): The development of earthworm populations for following manipulation of the canopy leaf litter in a beechwood on limestone. *Pedobiologia* 34, 247-255.
- MAKULEC, G. & KUSINSKA, A. (1997): The role of earthworms (*Lumbricidae*) in transformations of organic matter and the nutrient cycling in the soils of ley meadows and permanent meadows. *Ekologia Polska* 45, 825-837.
- POIER, K.R. & RICHTER, J. (1992): Spatial Distribution of earthworms and soil properties in an arable loess soil. *Soil Biol. Biochem.* 24, 1601-1608.
- POTTHOFF, M. & BEESE, F. (1998): Regenwurmgesellschaften in Ackerböden des integriert extensivierten Landbaus – Aspekte von Bodenschutz- und Wasserschutzmaßnahmen. *Verh. Gesell.Ökol.* 28, 545-550.
- SATCHELL, J.E. (1955): Some aspects of earthworm ecology. In: KEVAN, D.K. (ed.) *Soil Zoology*. Butterworths Scientific Publications, London.
- SCHRADER, S. & ZHANG, H. (1993): Beitrag verschiedener Regenwurmartens zur Aggregatstabilität des Bodens. *Mitt.dtsch.bodenk.Gesell.* 72, 631-634.
- SIMS, R.W. & GERARD, B.M. (1985): Earthworms. Keys and notes for the identification and study of the species. Brill, London, 171 S.
- STATSOFT (1996): Statistica für Windows (Computer-Programm-Handbuch). Tulsa, StaSoft Inc.
- SYERS, J.K. & SPRINGETT, J.A. (1983): Earthworm ecology in grassland soils. In: SATCHELL, J.E. (ed.) *Earthworm ecology. From Darwin to vermiculture*. Chapman & Hall, London, New York, 67-83.
- WESTERNACHER-DOTZLER, E. (1992): Earthworms in arable land taken out of cultivation. *Soil Biol. Biochem.* 24, 1673-1675

Adresse des Autors:
Dr. Ulrich Irmeler
Ökologie-Zentrum, Universität
Schauenburgerstr. 112
D-24118 Kiel

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1995-1999

Band/Volume: [7](#)

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

Artikel/Article: [Die standörtlichen Bedingungen der Regenwürmer \(Lumbricidae\) in Schleswig-Holstein 509-518](#)