

Regenwurmgesellschaften in Ackerböden des integriert extensivierten Landbaus

– Aspekte von Bodenschutz- und Wasserschutzmaßnahmen –

Martin Potthoff und Friedrich Beese

Synopsis

Earthworm communities in soils of integrated and extensivated tillage systems – aspects of soil protection and water protection measures

Earthworm abundance and biomass of two different reduced tillage systems were compared with a conventional control system in two locations near Göttingen (loam and silt loam). In one of the reduced systems no chemical plant protection was used (water protection), the other one was prepared without ploughing (soil protection). Earthworms were collected using formalin in spring of the years 1995, 1996 and 1997.

Compared to the control system more earthworms were found in the soil protection system only. In particular, abundances and biomasses of the endogeic earthworm *Aporrectodea caliginosa* increased from 1995 to 1997 within the system without ploughing.

Although earthworm numbers in the system without pesticides did not differ from the control systems, some results within the water protection system on the silt loam location indicates conducive effects on earthworm density, biomass, and diversity.

Regenwürmer, Landwirtschaft, chemischer Pflanzenschutz, Bodenbearbeitung, Extensivierung

Earthworms, agriculture, pesticides, tillage systems, reduced tillage

1 Einleitung

Regenwürmer verbessern durch ihre Wühltätigkeit und ihre Kotproduktion die Bodenstruktur und haben auch auf den Abbau von Ernterückständen einen fördernden Einfluß (LEE 1985). Die Regenwurmgesellschaften von Ackerflächen stellen somit eine wichtige Kenngröße hinsichtlich stofflicher Umsatz- und Abbauprozesse in den Böden dar. Gerade im Rahmen von Extensivierungsmaßnahmen kommt ihnen daher wieder größere Bedeutung zu, da landwirtschaftliche Böden zumeist durch eine intensive Bewirtschaftung gekennzeichnet sind, d.h. eine Vielzahl bodenchemi-

scher und bodenphysikalischer Eigenschaften durch ackerbauliche Maßnahmen vom Menschen gesteuert und beeinflusst werden. Biologische Selbstregulationsmechanismen des Bodens bezüglich seiner Struktur und seiner Nährstoffkreisläufe werden dabei zwangsläufig gestört oder vernichtet. So ist die Zahl und die Diversität von Bodentieren im intensiven Landbau oft vergleichsweise gering (CLAUPEIN 1994, MAKESCHIN 1990, BAUCHHENSS & HERR 1986, HAQUE & PFLUGMACHER 1985).

Die vorliegende Arbeit ist Teil des Göttinger IntEx-Projekts, in dem seit 1989 ökologische sowie auch ökonomische Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau untersucht werden. Eine wesentliche Aufgabe dabei ist es, auf der Grundlage der integrierten Landbewirtschaftung unter praxisnahen Bedingungen extensivierte Anbausysteme zu erarbeiten, umzusetzen und zu beurteilen. Die räumliche und zeitliche Erfassung von Regenwurmgesellschaften auf den Flächen des Projekts ist aufgrund ihrer Bedeutung für Abbau- und Umsatzprozesse ein wesentlicher Bestandteil dieser Untersuchungen. Daß die gleichzeitige Reduktion von Bodenbearbeitung und chemischem Pflanzenschutz zu unwirtschaftlichen Anbausystemen führt, war eine wesentliche Erkenntnis der frühen Projektjahre (GEROWITT & WILDENHAYN 1997). Daher werden in der aktuellen Projektphase die Zielsetzungen Wasserschutz (Reduktion von chemischem Pflanzenschutz) und Bodenschutz (Reduktion der Bodenbearbeitung, pfluglos) in voneinander getrennten Anbausystemen, die dieser Arbeit zugrunde liegen, verfolgt und mit einer konventionellen praxisüblichen Bewirtschaftung als Kontrolle verglichen. Innerhalb dieser Systeme wurden an zwei Standorten über 3 Jahre hinweg (1995, 1996 und 1997) die Regenwurmabundanz, -artenzahlen und -biomassen erfaßt.

2 Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden an zwei Standorten des IntEx-Projektes im Raum Göttingen (Reinshof und Marienstein) durchgeführt. Der Standort Reinshof (tiefgründige Gley-Auenböden mit bis zu 80 Bodenknoten) gilt als charakteristischer Standort für Re-

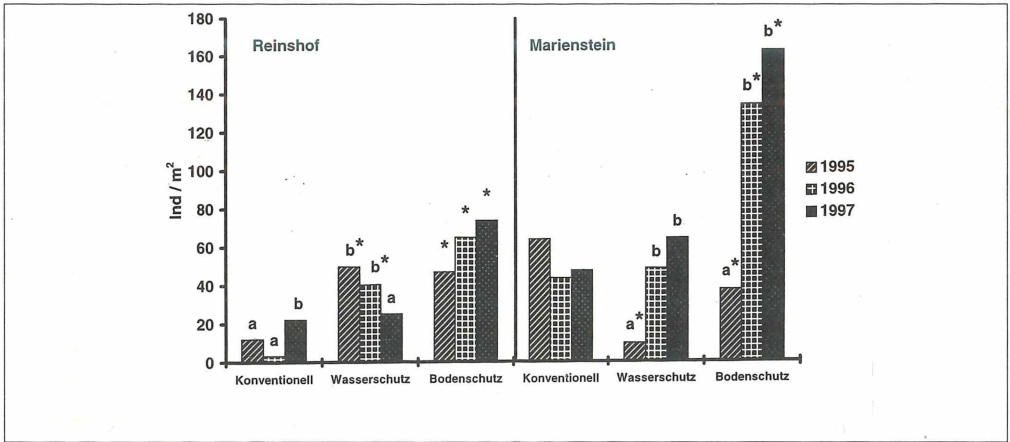


Abb. 1

Regenwurmabundanzen unterschiedlich bewirtschafteter Ackerbausysteme (konventionell: intensiv, mit wendender Bodenbearbeitung und chemischem Pflanzenschutz; Wasserschutz: ohne chemischen Pflanzenschutz; Bodenschutz: ohne wendende Bodenbearbeitung) an 2 Standorten (Reinshof: Auenlehm, Marienstein: Löß-Parabraunerde) der Jahre 1995, 1996 und 1997. Sterne markieren signifikante Unterschiede der extensivierten Systeme zur Kontrolle (konventionelles System) des selben Jahres. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsjahren innerhalb eines Anbausystems (Tukey-HSD-Test, STATISTICA/w, $p < 0,05$; $n = 15$ (konventionell), $n = 20$ (Wasserschutz und Bodenschutz)).

Fig. 1

Earthworm abundances on different tillage systems (conventional [konventionell]: intensive, with ploughing and chemical plant protection; water protection [Wasserschutz]: without chemical plant protection; soil protection [Bodenschutz]: without ploughing) at two locations (Reinshof: loam; Marienstein: silt loam) in 1995, 1996, and 1997. *: values differ significantly to the control values of the same year. Different levels of significance of the years within one tillage system are marked by different letters (Tukey-HSD-test, STATISTICA/w, $p < 0,05$; $n = 15$ (konventionell), $n = 20$ (Wasserschutz und Bodenschutz)).

gionen mit intensiv wirtschaftenden Marktfruchtbetrieben und liegt in einer stark ausgeräumten durch agrarische Nutzung geprägten Landschaft (Leinetal, 2 km südlich von Göttingen). Während Marienstein (Lößparabraunerden zwischen 45 und 80 Bodpunkten), nordöstlich von Göttingen am Rande des Göttinger Waldes gelegen, starke Hanglagen aufweist und innerhalb des IntEx-Projektes Grenzertragsregionen im südniedersächsischen Hügelland repräsentiert (GEROWITT & WILDENHAYN 1997).

Hinsichtlich der Regenwurmpopulationen wurde jeweils ein konventionelles System mit der Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Wintergerste, das gemäß der Officialberatung bewirtschaftet wurde, mit zwei extensivierten Anbausystemen mit der Fruchtfolge Winterraps, Hafer, Winterweizen und 1-jährige Brache verglichen. Im Gegensatz zum konventionellen Anbau war eines dieser Systeme durch den Verzicht auf chemischen Pflanzenschutz gekennzeichnet (Wasserschutz), während im anderen extensivierten System die Bodenbearbeitung stark reduziert wurde (kein Pflugeinsatz, Bodenschutz).

Die Erfassung der Regenwurmbestände erfolgte in den Jahren 1995, 1996 und 1997 jeweils im Früh-

jahr, wobei methodisch auf den bewährten Formalin-austrieb nach RAW (1959) zurückgegriffen wurde. Mit einer 0,1%igen Formaldehydlösung wurden die Regenwürmer auf einer 0,25 m² großen Fläche aus dem Boden getrieben. Pro Schlag wurden 5 Wiederholungen durchgeführt und die Artenzahl, die Individuenzahl sowie die Biomasse (Frischgewichte) der Regenwürmer bestimmt.

Alle angegebenen Ergebnisse zu Abundanzen und Biomassen der Regenwürmer sind Mittelwerte der Systeme, die mit Hilfe des Tukey-HSD-Tests (STATISTICA/w) statistisch miteinander verglichen wurden ($p < 0,05$). Angaben der Artenzahlen sind absolute Summen aller Schläge eines Systems.

3 Ergebnisse und Diskussion

Im Vergleich der Standorte wurden in Marienstein höhere Artenzahlen gefunden als in Reinshof. 1997 waren an beiden Standorten die Arten *Lumbricus terrestris* L. und *Aporrectodea longa* UDE als Vertreter der anöisch lebenden Regenwürmer und *Aporrectodea caliginosa* (SAV.), *Aporrectodea rosea* (SAV.)

Tab. 1
Regenwurmarten in unterschiedlich bewirtschafteten Ackerbausystemen (konventionell [K]: intensiv, mit wendender Bodenbearbeitung und chemischem Pflanzenschutz, Wasserschutz [WS]: ohne chemischen Pflanzenschutz, Bodenschutz [BS]: ohne wendende Bodenbearbeitung) an 2 Standorten (Reinshof: Auenlehm, Marienstein: Löß-Parabraunerde) des Jahres 1997; n = 15 (konventionell: [K]), n = 20 (Wasserschutz [WS] und Bodenschutz [BS]).

Arten	Reinshof			Marienstein		
	K	WS	BS	K	WS	BS
anözisch						
<i>Lumbricus terrestris</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Aporrectodea longa</i> Ude	+	+			+	+
endogäisch						
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (SAV.)	+	+	+	+	+	+
<i>Aporrectodea rosea</i> (SAV.)	+	+	+	+	+	+
<i>Octolasion cyaneum</i> (SAV.)		+	+			+
<i>Allolobophora chlorotica</i> (SAV.)					+	+
<i>Helodrilus antipae</i> MICH.					+	
epigäisch						
<i>Lumbricus castaneus</i> (SAV.)						+
<i>Lumbricus rubellus</i> HOFFM.						+

Table 1
Earthworm species (anözisch = anecic, endogäisch = endogeic, epigäisch = epigeic) on different tillage systems (conventional [K]: intensive, with ploughing and chemical plant protection; water protection [WS]: without chemical plant protection; soil protection [BS]: without ploughing) at two locations (Reinshof: loam; Marienstein: silt loam) in 1997; n = 15 (K), n = 20 (WS and BS).

bzw. *Octolasion cyaneum* (SAV.) aus der Gruppe der endogäischen Regenwürmer anzutreffen. In Marienstein traten darüber hinaus die endogäischen Arten *Allolobophora chlorotica* (SAV.) und *Helodrilus antipae* MICH. sowie die epigäischen Arten *Lumbricus castaneus* (SAV.) und *Lumbricus rubellus* HOFFM. auf (Tab. 1). Die höheren Artenzahlen in Marienstein lassen sich zum einen durch das vergleichsweise stark heterogene Erscheinungsbild des Standorts insbesondere in Bezug auf die Bodentypologie erklären. Zum anderen war eine Erhöhung der Artenzahl im Zeitverlauf auch in einzelnen Bearbeitungssystemen des Standorts Reinshof kaum denkbar, da die Möglichkeit einer Zuwanderung von neuen Arten aufgrund der stark ausgeräumten Landschaft im Göttinger Leinetal wenig wahrscheinlich war. So traten in Reinshof keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Anbausystemen bezüglich ihrer Artenzahlen auf. In Marienstein waren diese Verhältnisse dagegen anders. Das Vorkommen der epigäischen Arten war hier beispielweise auf die Schläge des Bodenschutzsystems beschränkt. Es war diesen Arten offenbar möglich, begünstigt durch die relativ langen Phasen der absoluten Bodenruhe bei gleichzeitig flächendeckender Strohaufgabe aus dem direkt an die Flächen angrenzenden Göttinger Wald einzuwandern. Weder *L. castaneus* noch *L. rubellus* waren vor Einführung der aktuellen Anbausysteme, also vor 1995, im Artenspektrum der Flächen vorhanden

(GERSCHAU 1995), gehören aber als typische Vertreter zur Lumbricidenzönose des Göttinger Waldes (SCHEU 1989). Im Bodenschutzsystem war auch die höchste Artenzahl dieses Standorts (8) zu verzeichnen. Im Wasserschutzsystem wurden 6 und im konventionellen System 3 Arten gefunden.

Die Abundanzen und Biomassen nahmen an beiden Standorten durch Reduktion der Bodenbearbeitung zu (Abb. 1, Tab. 2). Lediglich am Lößstandort Marienstein traf dies im ersten Versuchsjahr (1995) nicht zu. Dafür waren hier im Gegensatz zum Standort Reinshof im Verlauf der Jahre deutliche Zuwächse innerhalb des Bodenschutzsystems zu verzeichnen. Die Ergebnisse der Wasserschutzsysteme ließen sich weder in Reinshof noch in Marienstein deutlich gegen die jeweiligen konventionellen Kontrollsysteme abgrenzen, da sich zum einen am Standort Reinshof Abundanzen und Biomassen im Verlauf der Jahre verringerten und 1997 das Niveau des Kontrollsystems erreichten und zum anderen vergleichsweise hohe Werte für Abundanzen und Biomassen der Regenwürmer im konventionellen System des Standorts Marienstein gefunden wurden. Im Gegensatz zum Standort Reinshof stiegen die Abundanzen und die Biomassewerte im Wasserschutzsystem des Standorts Marienstein im Zeitverlauf an. Während auf den Schlägen des Wasserschutzsystems am Standort Reinshof mit dem Jahr 1995 eine Intensivierung der Bodenbearbeitung auftrat, da die Flächen in der vor-

Tab. 2

Gesamtbiomassen der Regenwürmer, Biomassen von *Lumbricus terrestris* und von *Aporrectodea caliginosa* [g/m²] in unterschiedlich bewirtschafteten Ackerbausystemen (konventionell: intensiv, mit wendender Bodenbearbeitung und chemischem Pflanzenschutz, Wasserschutz: ohne chemischen Pflanzenschutz, Bodenschutz: ohne wendende Bodenbearbeitung) an 2 Standorten (Reinshof: Auenlehm, Marienstein: Löß-Parabraunerde) der Jahre 1995, 1996 und 1997. Sterne markieren signifikante Unterschiede der extensivierten Systeme zur Kontrolle (konventionelles System) desselben Jahres. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsjahren innerhalb eines Anbausystems (Tukey-HSD-Test, STATISTICA/w, $p < 0,05$; n = 15 (konventionell), n = 20 (Wasserschutz und Bodenschutz).

Table 2

Total biomasses of earthworms, biomasses of *Lumbricus terrestris* and *Aporrectodea caliginosa* [g/m²] on different tillage systems (conventional [konventionell]: intensive, with ploughing and chemical plant protection; water protection [Wasserschutz]: without chemical plant protection; soil protection [Bodenschutz]: without ploughing) at two locations (Reinshof: loam; Marienstein: silt loam) in 1995, 1996, and 1997. *: values differ significantly to the control values of the same year. Different levels of significance of the years within one tillage system are marked by different letters (Tukey-HSD-test, STATISTICA/w, $p < 0,05$; n = 15 (konventionell), n = 20 (Wasserschutz und Bodenschutz).

		Gesamt			<i>L. terrestris</i>			<i>A. caliginosa</i>		
		1995	1996	1997	1995	1996	1997	1995	1996	1997
Reinshof	konventionell	3 ^a	0 ^a	11 ^b	0	0	7	3 ^b	0 ^a	3 ^b
	Wasserschutz	59 ^{*b}	30 ^{*a}	28 ^a	56 ^{*b}	26 ^{*a}	25 ^a	1	3	3
	Bodenschutz	5 [*]	41 [*]	46 [*]	48 [*]	33 [*]	30 [*]	4 ^a	7 ^{*ab}	11 ^{*b}
Marienstein	konventionell	48 ^b	19 ^a	33 ^{ab}	42 ^b	16 ^a	25 ^{ab}	3	2	7
	Wasserschutz	21 [*]	17	34	20	9	22	1 ^{*a}	5 ^{ab}	9 ^b
	Bodenschutz	48 ^a	85 ^{*b}	95 ^{*b}	46	58 [*]	60 [*]	2 ^a	20 ^{*b}	27 ^{*b}

herigen Bewirtschaftung nicht jährlich gepflügt wurden, waren die Flächen des Wasserschutzsystems in Marienstein hinsichtlich der Bodenbearbeitung gegenüber der vorherigen Bewirtschaftung nicht verändert. Der Verzicht auf chemischen Pflanzenschutz machte hier folglich die einzige Neuerung in der Bewirtschaftung aus. Die Steigerung der Abundanzen im Zeitverlauf aber auch die Verdoppelung der Artenzahl im Vergleich zur Kontrolle (Tab. 1) geben Hinweise, daß der Verzicht auf chemischen Pflanzenschutz förderliche Einflüsse auf die Entwicklung der Regenwurmpopulationen in Ackerböden haben kann. Den wesentlichen Faktor für die Häufigkeiten von Regenwürmern auf den untersuchten Ackerflächen bildet aber die Bodenbearbeitung. Dies wird aufgrund der deutlichen Erhöhungen in den Bodenschutzanbauvarianten, wo erhebliche Aufwandsmengen an chemischem Pflanzenschutz zum Einsatz kamen, deutlich.

Endogäische bzw. anözische Regenwurmartens reagieren unterschiedlich auf den Verzicht von wendender Bodenbearbeitung. Die Abundanzen und Biomassen von *A. caliginosa* waren an beiden Standorten in den Jahren 1996 und 1997 im pfluglosen Anbausystem signifikant höher als in der Kontrolle (Abb. 2, Tab. 2). Darüber hinaus waren deutliche Steigerungen der Häufigkeiten und der Biomassen von 1995 bis 1996 bzw. 1997 innerhalb des Bodenschutzsystems nachweisbar. Im Gegensatz dazu zeig-

te sich für *L. terrestris*, daß die Abundanzen und Biomassen sich trotz der pfluglosen Bewirtschaftung über die Jahre nicht signifikant erhöhten und am Lößstandort Marienstein für die Abundanzen auch keine nachweisbaren Unterschiede zur konventionellen Anbauvariante auftraten (Abb. 3, Tab. 2). Endogäisch lebende Regenwürmer wie *A. caliginosa* sind danach durch intensive Bodenbearbeitung vergleichsweise stärker beeinträchtigt als die anözische Art *L. terrestris*, die aufgrund ihrer tiefgrabenden Lebensweise im Gegensatz zu *A. caliginosa* auch weit unterhalb des Bearbeitungshorizontes vorkommt bzw. sich dorthin zurückziehen kann und so in der Lage ist, der Störung durch den Pflugeinsatz räumlich auszuweichen (EDWARDS & LOFTY 1977).

Ein Vergleich der beiden Arten in Bezug auf die Wasserschutzmaßnahmen (Verzicht auf chemischen Pflanzenschutz) zeigt für den Standort Marienstein, daß beide Arten ihre Abundanzen ebenso wie die Gesamtpopulation im Zeitverlauf steigern konnten, wobei signifikante Erhöhungen der Biomasse nur für *A. caliginosa* nachweisbar waren. Auch am Standort Reinshof zeigten sich für *L. terrestris* keine grundsätzlichen Unterschiede zur Gesamtpopulation. *A. caliginosa* blieb hier unverändert auf einem vergleichsweise niedrigen Abundanz- und Biomasseniveau (Abb. 1, Abb. 2, Abb. 3 und Tab. 2).

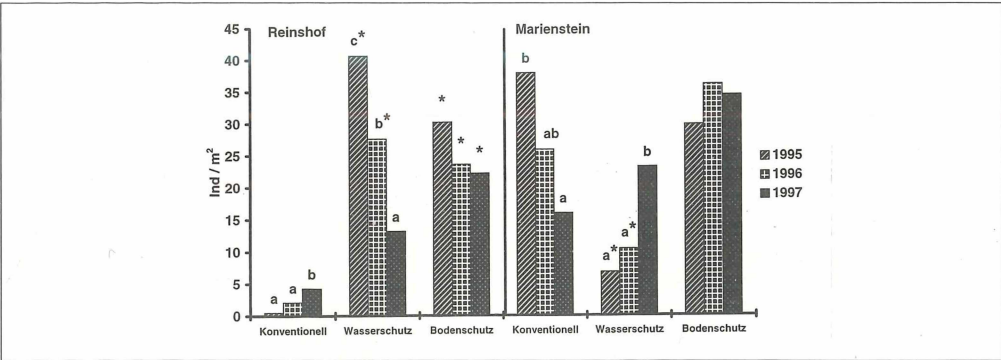


Abb. 2
Abundanzen von *Lumbricus terrestris* in unterschiedlich bewirtschafteten Ackerbausystemen (konventionell: intensiv, mit wendender Bodenbearbeitung und chemischem Pflanzenschutz, Wasserschutz: ohne chemischen Pflanzenschutz, Bodenschutz: ohne wendende Bodenbearbeitung) an 2 Standorten (Reinshof: Auenlehm, Marienstein: Löß-Parabraunerde) der Jahre 1995, 1996 und 1997. Sterne markieren signifikante Unterschiede der extensivierten Systeme zur Kontrolle (konventionelles System) desselben Jahres. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsjahren innerhalb eines Anbausystems (Tukey-HSD-Test, STATISTICA/w, $p < 0,05$; $n = 15$ (konventionell), $n = 20$ (Wasserschutz und Bodenschutz)).

Fig. 2
Abundances of *Lumbricus terrestris* on different tillage systems (conventional [konventionell]: intensive, with ploughing and chemical plant protection; water protection [Wasserschutz]: without chemical plant protection; soil protection [Bodenschutz]: without ploughing) at two locations (Reinshof: loam; Marienstein: silt loam) in 1995, 1996, and 1997. *: values differ significantly to the controll values of the same year. Different levels of significance of the years within one tillage system are marked by different letters (Tukey-HSD-test, STATISTICA/w, $p < 0,05$; $n = 15$ (konventionell), $n = 20$ (Wasserschutz und Bodenschutz)).

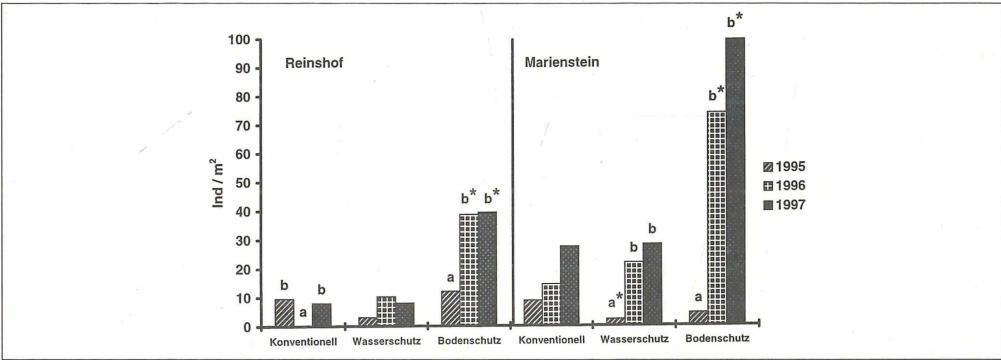


Abb. 3
Abundanzen von *Aporrectodea caliginosa* in unterschiedlich bewirtschafteten Ackerbausystemen (konventionell: intensiv, mit wendender Bodenbearbeitung und chemischem Pflanzenschutz, Wasserschutz: ohne chemischen Pflanzenschutz, Bodenschutz: ohne wendende Bodenbearbeitung) an 2 Standorten (Reinshof: Auenlehm, Marienstein: Löß-Parabraunerde) der Jahre 1995, 1996 und 1997. Sterne markieren signifikante Unterschiede der extensivierten Systeme zur Kontrolle (konventionelles System) desselben Jahres. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsjahren innerhalb eines Anbausystems (Tukey-HSD-Test, STATISTICA/w, $p < 0,05$; $n = 15$ (konventionell), $n = 20$ (Wasserschutz und Bodenschutz)).

Fig. 3
Abundances of *Aporrectodea caliginosa* on different tillage systems (conventional [konventionell]: intensive, with ploughing and chemical plant protection; water protection [Wasserschutz]: without chemical plant protection; soil protection [Bodenschutz]: without ploughing) at two locations (Reinshof: loam; Marienstein: silt loam) in 1995, 1996, and 1997. *: values differ significantly to the controll values of the same year. Different levels of significance of the years within one tillage system are marked by different letters (Tukey-HSD-test, STATISTICA/w, $p < 0,05$; $n = 15$ (konventionell), $n = 20$ (Wasserschutz und Bodenschutz)).

4 Schlußfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, daß durch den Verzicht auf chemischen Pflanzenschutz keine nachweisbare Förderung der ackerbewohnenden Lumbricidengesellschaft im Vergleich zu konventioneller Bewirtschaftung eintritt. Lediglich an einem Standort ließen sich aufgrund erhöhter Artenzahl und steigender Abundanz im Zeitverlauf Hinweise auf förderliche Wirkungen von Wasserschutzmaßnahmen auf die Regenwurmpopulationen finden. Trotz hoher Aufwandsmengen an Pestiziden in der pfluglosen Bewirtschaftung war hier eine durch hohe Abundanzen und Artenzahlen gekennzeichnete Förderung der Regenwürmer nachweisbar. Insbesondere den endogäischen Regenwürmern gab das Bodenschutzanbausystem die Möglichkeit, vergleichsweise hoch abundante Populationen aufzubauen.

Danksagung

Das IntEx-Projekt ist ein Vorhaben des Forschungs- und Studienzentrums Landwirtschaft und Umwelt der Universität Göttingen (FSZLU) und wird gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit (BMU).

Literatur

- BAUCHHENSS, J. & HERR, S., 1986: Vergleichende Untersuchungen der Individuendichte, Biomasse, Artendichte und Diversität von Regenwurmpopulationen auf konventionell und alternativ bewirtschafteten Flächen. – Bayer. Landwirtschaftl. Jahrb. 63: 1002–1012
- CLAUPEIN, W., 1994: Möglichkeiten und Grenzen der Extensivierung im Ackerbau. – Triade-Verlag, Göttingen: 224 S.
- EDWARDS, C. A. & LOFTY, J. R., 1977: Biology of earthworms. – Chapman and Hall, London: 333 S.
- GEROWITT, B. & WILDENHAYN, M., 1997: Ökologische und ökonomische Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau – Ergebnisse des Göttinger IntEx-Projekts 1990–1994. – Golze-Verlag, Göttingen: 344 S.
- GRSCHAU, M.-B., 1995: Auswirkung von Standortbedingungen und Extensivierungsmaßnahmen auf die Regenwurmaktivität und abhängige bodenphysikalische Kenngrößen. – Dissertation, Göttingen: 251 S.
- HAQUE, A. & PFLUGMACHER, J., 1985: Einflüsse von Pflanzenschutzmitteln auf Regenwürmer. – Berichte über Landwirtschaft 198: 176–189 (Sonderheft)

- LEE, K. E., 1985: Earthworms. – Academic Press, Sydney (Australia): 411 S.
- MAKESCHIN, F., 1990: Die Regenwurmfaua forstlich und landwirtschaftlich genutzter Böden und deren Beeinflussung durch Düngung. – Kali-Briefe 20: 49–63
- RAW, F., 1959: Estimating earthworm populations by using formalin. – Nature 184: 1661–1662
- SCHEU, S., 1989: Die saprophage Makrofauna (Diplopoda, Isopoda und Lumbricidae) in Lebensräumen auf Kalkgestein: Sukzession und Stoffumsatz. – Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe A, Bd. 57: 302 S.

Adresse

Dipl.-Biol. Martin Potthoff
Prof. Dr. Friedrich Beese
Institut für Bodenkunde und Waldernährung
der Georg-August-Universität
Büsgenweg 2
37077 Göttingen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: [28_1997](#)

Autor(en)/Author(s): Beese Friedrich, Potthoff Martin

Artikel/Article: [Regenwurmgesellschaften in Ackerböden des integriert extensivierten Landhaus - Aspekte von Bodenschutz- und Wasserschutzmaßnahmen 545-550](#)