



# Regenwurmerfassung mit Senf oder Formalin?

## Versuche zur Eignung verschiedener Senfzubereitungen für die Austreibung von Regenwürmern

Heinz-Christian Fründ und Bettina Jordan

**Kurzfassung:** Verschiedene Senfzubereitungen werden mit Formaldehydlösung (0,2 %ig) bezüglich der Austreibungswirkung auf Regenwürmer verglichen. Die Untersuchungen bestätigen die grundsätzliche Eignung einer Senfsuspension als Austreibungsmittel für Regenwürmer. Anecische Regenwürmer werden von Senfsuspension und Formalin gut ausgetrieben. Von den endogäischen Regenwürmern bleiben selbst nach Formalinanwendung noch mehr als 50 % im Boden. Für eine vollständige Regenwurmerfassung ist deshalb die Kombination von Austreibung mit Senf und Handauslese unerlässlich. Formalin ist wegen seiner ökotoxischen und humantoxischen Effekte als Austreibungsmittel für Regenwürmer abzulehnen.

**Abstract:** Various mustard preparations were compared with formaldehyde-solution (0.2 %) in their effectiveness of expelling earthworms from soil. The principal fitness of mustard suspension as an earthworm expellent was confirmed. Earthworms of the anecic life form get equally well expelled by mustard suspensions and by formalin. More than 50 % of endogeic earthworms stay in the soil even after application of formalin. The combination of earthworm expulsion with hand sorting of soil samples therefore is indispensable for a complete survey of the earthworm fauna in soils. Formalin should not be used in earthworm sampling because of its toxic effects on soil organisms and humans.

**Key words:** earthworm sampling, mustard, formaldehyde

### Autoren:

Prof. Dr. Heinz-Christian Fründ, Bettina Jordan, Fachhochschule Osnabrück,  
Fakultät für Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Postfach 1940, D-49090 Osnabrück,  
HC.Fruend@fh-osnabrueck.de

## 1 Einleitung

1992 schlug Gunn für die Austreibung von Regenwürmern aus dem Boden Senf als Alternative zu dem toxikologisch bedenklichen Formaldehyd vor (Gunn 1992). Die grundsätzliche Eignung von Senf wurde in einigen Folgeuntersuchungen bestätigt (Emmerling 1993, Vetter 1996, Högger 1993, Chan & Munro 2001). In der DIN ISO 11268-3 wird die Austreibung mit Senf als eine der mög-

lichen Methoden zur Erfassung der Regenwurmabundanz aufgeführt. Die Senfmethode konnte dennoch in Deutschland das Formaldehyd als Austreibungsmittel bisher nicht verdrängen. Einer der Gründe dafür mag sein, daß eine genaue Spezifizierung fehlt, was unter Senf zu verstehen ist. Die Erwähnung in der DIN ISO 11268-3 geht auf Untersuchungen in der Schweiz zurück, bei denen Senfpulver eingesetzt wurde, wie es in Restaurants Verwendung findet (Cuendet

pers. Mitt., Högger 1993). Eine Bezugsquelle in Deutschland wird in der DIN ISO 11268-3 nicht angegeben.

Hier wird über Versuche berichtet, in denen die Austreibungswirkung von handelsüblicher Senfpaste (Tafelsenf), gemahlener Senfsaat, käuflichem Senfmehl und Formalin miteinander verglichen wird.

## 2 Methode

Die Untersuchungen wurden am 8./9. Mai 2001, am 23. April 2002 und am 2. Juni 2003 durchgeführt. Dabei wurden 10 L Reizlösung in drei Portionen auf eine durch einen Metallring abgegrenzte Fläche von  $1/4 \text{ m}^2$  gegossen und die erscheinenden Regenwürmer abgesucht. Nachdem das letzte Drittel der Flüssigkeit versickert war, wurde nach weiteren 15 Min. aus der Mitte der Austreibungsfläche ein Bodenblock (20 cm x 20 cm, spattentief) ausgestochen und von Hand ausgelesen. Die Ausstichfläche wurde im Jahr 2003 auf  $0,25 \text{ cm} \times 0,25 \text{ cm}$  vergrößert. Vor der Austreibung wurde die Vegetation mit einer Schere entfernt. Die gewonnenen Regenwürmer wurden in 3,5 % Formalin fixiert und im Labor nach Abtropfen auf Filterpapier einzeln gewogen und bestimmt.

Genauere Angaben zu den Versuchsvarianten und Untersuchungsflächen sind Tab. 1 zu entnehmen.

Die Senfsaat wurde in einer Kaffeemühle 1 Minute lang gemahlen und das Mehl über Nacht in Flaschen mit 500 ml Wasser eingeweicht.

Die 2001 und 2003 untersuchte Fläche „Klee gras“ gehört zum ökologisch wirtschaftenden Versuchsgut „Waldhof“ der Fachhochschule Osnabrück. Der Boden ist eine Pseudogley-Braunerde aus Geschiebelehm (pH = 5,5; Humusgehalt = 3 %). Die 2002 untersuchte Fläche „Direktsaat Winterweizen“

ist Teil eines Bodenbearbeitungsversuchs in Hasbergen (Schrader 2002) auf einem Plagogenesoh aus mittel bis stark lehmigem Sand (pH = 5,4; Humusgehalt = 1,8 %).

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Regenwurmfauna der Untersuchungsflächen

Im Verlauf der Untersuchungen wurden insgesamt 1413 Regenwürmer aus 6 Arten gefangen (Tab. 2). Am Klee gras-Fahrstreifen wurde im April 2001 eine mittlere Siedlungsdichte von  $174 \text{ Ind m}^{-2}$  (Standardabweichung = 80) ermittelt, wobei endogäische Regenwürmer mit drei Arten vorkommen und zahlenmäßig dominieren. Im Juni 2003 betrug dort die mittlere Siedlungsdichte  $282 \text{ Ind m}^{-2}$  (Standardabweichung = 89). Auf den 2002 untersuchten Direktsaat-Parzellen mit Winterweizen betrug die mittlere Siedlungsdichte  $105 \text{ m}^{-2}$  (Standardabweichung = 73). Endogäische Regenwürmer waren nur durch die Art *A. caliginosa* vertreten. Tanylobe Regenwürmer hatten im Vergleich zur Untersuchung 2001 einen erheblich höheren Häufigkeitsanteil – vor allem mit juvenilen Stadien – und waren durch die anecische Art *Lumbricus terrestris* sowie zwei epigäische Arten vertreten.

### 3.2 Austreibungseffizienz verschiedener Senfformen und von Formalin

Tabelle 3 gibt für die verschiedenen Reizmittel den Anteil ausgetriebener Würmer am Gesamtfang (Austreibung + Handauslese) an. Die Fangzahlen der Austreibung (Fläche  $0,25 \text{ m}^2$ ) wurden für den Vergleich auf die Handauslesefläche ( $0,04 \text{ m}^2$  bzw. 2003  $0,0625 \text{ m}^2$ ) umgerechnet. Der durch die Reiz-

Tab. 1: Untersuchte Reizstoffvarianten und Probeflächen

Kürzel	Austreibungsmittel	Kleegras- Fahrstreifen 2001	Direktsaat Winterweizen 2002	Kleegras- Fahrstreifen 2003
S	Löwensenf extra scharf	1/2 Glas / 10 L	1/2 Glas / 10 L	1/2 Glas / 10 L
SL	Senfsaat (Löwen-S.) <sup>1</sup> gemahlen	100 g / 10 L	60 g / 10 L	–
SK	Senfsaat (Kanadischer S.) <sup>2</sup> gemahlen	100 g / 10 L	–	–
SM	Senfmehl (Gelbsenf gemahlen) <sup>3</sup>	–	–	60 g / 10 L
F	Formalin	0,4 %	0,2 %	0,2 %

1 Wir danken der Firma Löwensenf, Düsseldorf, für die Überlassung der Senfkörner

2 Wir danken der Firma Robeca, Tostedt, für die Überlassung der Senfkörner

3 Art.-Nr. 0547, Fuchs GmbH, Postfach 1240, D-49316 Melle

Tab. 2: Arteninventar der Regenwürmer an den Untersuchungsstandorten und -jahren.

Gesamt-Fangzahlen aus 24 Austreibungen 2001 (Kleegras), 18 Austreibungen 2002 (Winterweizen) und 15 Austreibungen 2003 (Kleegras) à 0,25 m<sup>2</sup>, jeweils mit Hand-Nachauslese von 0,04 m<sup>2</sup> bzw. 0,0625 m<sup>2</sup>.

Taxon	Kleegras 2001	Winterweizen 2002	Kleegras 2003
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	166	20	16
<i>Allolobophora chlorotica</i>	3		3
<i>Aporrectodea rosea</i>	8		
<i>Lumbricus rubellus</i>	24	9	10
<i>Lumbricus terrestris</i>	12	5	11
<i>Lumbricus castaneus</i>		21	14
epilob juvenil	458	142	159
tanylob juvenil	35	116	180
Gesamt	707	313	393

Tab. 3: Anteil ausgetriebener Würmer an der Gesamtabundanz (Austreibung + Handauslese), bezogen auf die Handauslesefläche. Abkürzungen für Austreibungsmittel: S = Tafelsenf, SK = kanadische Senfsaat, SL = Senfsaat (Löwensenf), SM = Senfmehl (Fuchs Art.-Nr. 0547), F = Formalin

Art // Austreibungsmittel	Versuch 2001				Versuch 2002			Versuch 2003		
	S	SK	SL	F	S	SL	F	S	SM	F
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	2%	37%	35%	41%	0%	40%	15%	0%	0%	3%
<i>Allolobophora chlorotica</i>	0%	100%		100%					0%	
<i>Aporrectodea rosea</i>	0%	100%		100%						
<i>Lumbricus rubellus</i>	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%		100%	100%
<i>Lumbricus terrestris</i>	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	0%	100%	100%
<i>Lumbricus castaneus</i>					13%	13%	100%	0%	100%	100%
epilob juvenil	6%	26%	32%	46%	0%	16%	67%	0%	1%	3%
tanylob juvenil	100%	100%	100%	81%	5%	26%	76%	0%	40%	68%
Gesamt	9%	35%	41%	53%	3%	22%	47%	0%	19%	29%

lösung ausgetriebene Anteil am Gesamt-Regenwurmumfang liegt zwischen 0 % und 53 %. Die Austreibungswirkung der verschiedenen Reizlösungen unterscheidet sich in der Rangfolge Tafelsenf < Senfmehl ~ Senfsaat < Formalin. Die Effizienzunterschiede betreffen vor allem die Austreibungswirkung auf endogäische Arten (*epilobe Juvenile*, Gattungen *Aporrectodea* und *Allolobophora*). Die adulten Tiere dieser Lebensform wurden von der Tafelsenf-Suspension nicht erfaßt. Arten der Gattung *Lumbricus* wurden von gemahlener Senfsaat, Senfmehl und Formalin regelmäßig effektiv ausgetrieben.

Tafelsenf-Suspension hatte in allen Untersuchungen eine signifikant geringere Austreibungseffizienz als Formalin, gemahlene Senfsaat und Senfmehl.

### 3.3 Vergleich der Reizstoffe in der Kombination von Handauslese und Austreibung

Für Abb. 1 wurden die Fangergebnisse von Austreibung und Handauslese für jeden Probenpunkt zu einer Gesamtzahl kombiniert. Die Fangzahlen der Austreibung wurden dazu durch Division mit 6,25 (bzw. 4 für das Jahr 2003) auf die Handauslesefläche heruntergerechnet. Die kombinierten Fangzahlen lassen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten mit verschiedenen Austreibungsmitteln erkennen.

## 4 Diskussion

Formaldehyd wird als human- und ökotoxische Substanz eingestuft. Nach Domsch (1992: 338) übt es „einen nachhaltig negativen Einfluß auf die Bodenmikroflora“ aus. Die für die Regenwurmaustreibung verwendeten Formalinmengen stellen eine höhere Bela-

stung der Extraktionsfläche dar als die übliche Aufwandmenge bei der selten praktizierten Bodenentseuchung mit Formaldehyd (Domsch 1992: Aufwandmenge Bodenentseuchung = 750 ... 1500 L 40 %iges Formaldehyd je ha). Die Anwendung von Formalin bei der Regenwurmaustreibung führt zu Vegetationsschäden, die über Monate sichtbar bleiben. Die Ablösung von Formaldehyd durch einen weniger toxischen Stoff ist demnach nicht nur aus Arbeitsschutzgründen ratsam, sondern auch, um unerwünschte Schädigungen der Untersuchungsflächen zu vermeiden.

Als Alternative wurde Senf erstmals von Gunn (1992) vorgeschlagen. Weil das in der Schweiz und in England verwendete Senfpulver („Mustard powder“) in Deutschland nicht ohne weiteres erhältlich ist, verwendete Emmerling (1993) Tafelsenf, zeigte aber, daß verschiedene Handelsmarken als Austreibungsmittel unterschiedlich wirksam sind. Emmerling (1993) und Chan & Munro (2001) zeigten auch, daß die Regenwürmer durch die Inhaltsstoffe des Senfs und nicht durch die in der Senfpaste enthaltene Essigsäure aus dem Boden getrieben werden.

Die Versuche haben gezeigt, daß Senfmehl gegenüber der Zubereitung als Tafelsenf als Alternative zum Austreibungsmittel Formalin bevorzugt werden sollte. Vor allem in der Kombination mit einer Handauslese stellt Senfmehl eine effektive, unbedenkliche und kostengünstige Alternative zum Formaldehyd dar. Bei Verwendung von fertigem Senfmehl aus dem Gewürzhandel betragen die Materialkosten für eine Regenwurmaustreibung 0,18 € im Vergleich zu 0,71 € bei Austreibung mit 0,3 % Formalin (Preisstand Mai 2003).

Für die Bestandserfassung von Regenwürmern hat sich folgendes Vorgehen bewährt: In eine 500 ml Plastikflasche werden 60 g Senfmehl (z. B. Fuchs GmbH, Artikelnr.

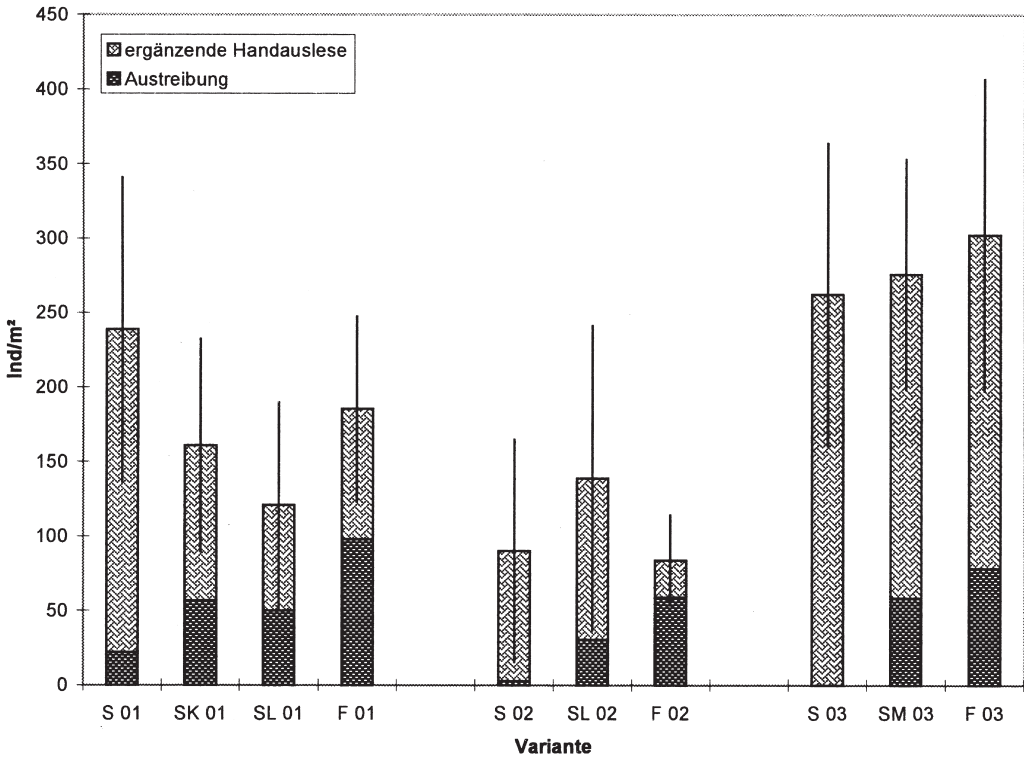


Abb. 1: Gesamtabundanz der Regenwürmer (Mittelwerte und Standardabweichung) bei Kombination verschiedener Austreibungsmittel mit einer ergänzenden Handauslese. Erklärung der Variantenkürzel in Tab. 1.

547) eingewogen. Am Vorabend bis spätestens eine Stunde vor dem Ausbringen wird die Flasche mit Wasser aufgefüllt und zur gleichmäßigen Durchmischung gut geschüttelt. Bei der Austreibung wird die Suspension in einen Eimer mit 9,5 l Wasser eingerührt und davon ca. 1/3 auf der durch einen Metallring abgegrenzten Bodenoberfläche (0,25 m²) gleichmäßig verteilt. Ausgetriebene Regenwürmer werden abgesammelt und entweder nach kurzem Eintauchen in Wasser lebend aufbewahrt oder in 3,5 %igem Formalin abgetötet und fixiert. Nach dem Versickern wird die übrige Senfsuspension in zwei Gaben auf den Boden gegeben. 15 Minuten nach dem letzten Versickern wird aus der Mitte der Austreibungsfläche eine Spaten-

probe (25 cm x 25 cm) ausgestochen und von Hand nach Regenwürmern durchsucht. Für die Berechnung einer Siedlungsdichte aus der Summe von Austreibung und Handauslese ist die von 0,25 m² ausgetriebene Regenwurmzahl auf die Handauslesefläche herunterzurechnen (Faktor 4 bei Handauslese von 25 cm x 25 cm).

## 5 Schlussfolgerung

Die Untersuchungen bestätigen die grundsätzliche Eignung einer Senfsuspension als Austreibungsmittel für Regenwürmer. Gemahlene Senfsaat bzw. Senfmehl ist dabei wirksamer als handelsüblicher scharfer Ta-

felsenf und reicht an die Effektivität von Formalin heran. Auch wenn die Austreibung mit einer Handauslese kombiniert wird, wie unter anderem von Terhivuo (1982) und Vetter (1996) praktiziert, reicht die Austreibungswirkung des Tafelsenfs zur Erfassung der bei Handauslese unterrepräsentierten anecischen Regenwürmer wahrscheinlich nicht in allen Fällen aus. Senfmehl sollte nach Möglichkeit bevorzugt werden. Wenn die Austreibung als alleinige Fangmethode eingesetzt wird (DIN ISO 11268-3), ist Tafelsenf nicht geeignet. Auch Formalin, das wirksamste Austreibungsmittel, bleibt in seiner Wirkung auf endogäische Regenwürmer lückenhaft. Für eine vollständige Bestandserfassung der Regenwurmfauna ist deshalb die Handauslese, kombiniert mit einer Austreibungsmethode, unerlässlich. Formalin ist wegen seiner ökotoxischen und humantoxischen Effekte als Austreibungsmittel für Regenwürmer abzulehnen.

## Literatur

- Chan, K.Y. & Munro, K. (2001): Evaluating mustard extracts for earthworm sampling. – *Pedobiologia* 45: 272-278.
- DIN ISO 11268-3:2000-3: Bodenbeschaffenheit- Wirkung von Schadstoffen auf Regenwürmer – Anleitung für die Bestimmung von Wirkungen unter Freilandbedingungen. – Abgedruckt in: Handbuch der Bodenuntersuchung 5. Erg.-Lieferung / November 2001, Ordnungszahl 4.2.1.1c
- Domsch, K.H. (1992): Pestizide im Boden – Mikrobieller Abbau und Nebenwirkungen auf Mikroorganismen. 575 S. – VCH: Weinheim.
- Emmerling, C. (1993): Methodenvergleich zur Eignung von Senf als Extraktionsmittel für Regenwürmer. – *Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges.* 75: 133-136.
- Gunn, A. (1992): The use of mustard to estimate earthworm populations. – *Pedobiologia* 36: 65-67.
- Högger, C.H. (1993): Mustard flour instead of formalin for the extraction of earthworms in the field. – *Bulletin Bodenkundl. Ges. der Schweiz* 17: 5-8.
- Schrader, S. (2002): Informationsseite des Forschungsvorhabens „Auswirkungen konservierender Bodenbearbeitung auf Bodeneigenschaften und Nitratausträge“ – <http://www.fh-osnabrueck.de/~proaw01/> (Stand: 23.08.2003)
- Terhivuo, J. (1982): Relative efficiency of hand-sorting, formalin application and combination of both methods in extracting Lumbricidae from Finnish soils. – *Pedobiologia* 23: 175-188.
- Vetter, F. (1996): Methoden zur Regenwurm-Extraktion. – Umwelt-Materialien Nr. 62 Boden, Hrg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) Bern, Schweiz, 42 S.