

6.11. DIE BEDEUTUNG DER REGENWURMART *EISENIA LUCENS* BEI DER ZERSETZUNG VON HOLZABFÄLLEN

Cs. Csuzdi und A. Zicsi

Department of Systematic Zoology, El University 1088, Budapest,
Puskin U-3, HUNGARY

EINLEITUNG

Von de Mitarbeitern der Bodenzologischen Forschungs-gruppe der Ungarischen Akademie der Wissenschaften wurde in den zwei letzten Jahrzehnten versucht die Bedeutung von Regenwurmart bei der Zersetzung verschiedener organischer Substanzen zu verfolgen um Arten herauszufinden, die in der Forst- und Landwirtschaft, also auch in der Praxis, im Stoff- und Energiekreislauf des Bodens eine bedeutende Rolle spielen können. Zuerst ist es uns gelungen nachzuweisen, dass in den Hainbuchen-Eichenwälder Ungarns (*Quercetum-Carpinetum*) verschiedene grosskörperige Regenwürmer wie *Lumbricus polyphemus*, *Fitzingeria platyura platyura*, *F.p. depressa* und *F.p. montana* sozusagen 90% der Gesamtlaubstreu jährlich von der Bodenoberfläche verschwinden lassen und durch ihre Exkremente so dem Stoffkreislauf des Bodens zuführen können (Zicsi, 1975, 1977, 1983; Zicsi und Pobožsny, 1977).

Ausser *Eisenia foetida* ist es uns gelungen auch bei anderen Regenwurmart, wie *Dendrobaena veneta* und *D. hortensis* nachzuweisen, dass sie sich für Vermikompositerungs-versuche eignen, und dass man mit ihrer Tätigkeit beim Abbau industrieller und landwirtschaftlicher organischen Abfälle rechnen kann (Zicsi, 1985; Csuzdi, 1987; Csuzdi und Zicsi, 1988).

Schon vorausgehend haben wir begonnen uns auch nach solchen Regenwurmart umzusehen, die in natürlichen Waldbeständen sich an der Zersetzung wirtschaftlich wertloser Holzabfälle, wie morschem Holz, Reisig, etc. beteiligen. Es ist uns auch gelungen, eine im morschen Holz lebende Art ausfindig zu machen, über deren Lebensweise im nachstehenden berichtet werden soll.

Eisenia lucens (Waga, 1857)

Synonyme: *Allolobophora tigrina* Rosa, 1896
Lumbricus submontanus Vejdovsky, 1875

Eisenia lucens (Waga, 1857) wird der Sammelgattung *Eisenia* Malm, 1877 eingereiht, und ist im montanen und submontanen Bereich der gemässigten Zone Europas anzutreffen. Sie lebt vorwiegend im morschen Holz, unter Baumrinde, und zieht sich im Winter und in den Trocken-perioden auch in den Boden zurück. Sie ist die einzige Art der Familie Lumbricidae bei der ein Leuchten, eine Biolumineszenz bekannt und beschrieben wurde (Komarek, 1934; Komarek und Wenig, 1938; Backovsky *et al.*, 1939). Diese Eigenschaft unterscheidet sie hauptsächlich von der ihr sehr nahestehenden Art: *Eisenia spelaea* (Rosa, 1901), die morphologisch nur in der Lage der Samentaschenporen von *E. lucens* abweicht. Nach Omodeo (1962) ist bei *E. lucens* die Kromosomenzahl hexaploid ($17 \pm 6 = 102$), bei *E. spelaea* tetraploid ($17 \pm 4 = 68$). In der Lebensweise selbst konnten grosse Unterschiede beobachtet werden. Während *E. lucens* ausgesprochen im morschen Holz verschiedener Baumarten lebt, kommt *E. spelaea* in Ungarn, aber auch in anderen Ländern (Omodeo, 1984) im Bachbett stets unter fliessendem Wasser vor. Eben wegen dieser Lebensweise sind die Exemplare von *E. spelaea* weniger stark rot gestreift pigmentiert, und können im lebenden Zustand so von *E. lucens* unterschieden werden. In konserviertem Zustand, wo weder eine Lumineszenz noch ein Farbunterschied nachweisbar ist, ist ein Auseinanderhalten der beiden Arten auf Grund morphologischer Merkmale nur mit grössten Schwierigkeiten verbunden.

Über die biologisch-ökologischen Eigenschaften der beiden Arten ist bisher wenig bekannt geworden. Es konnte festgestellt werden, dass bei beiden Arten in den Kokons auch mehrere juvenile Tiere sich entwickeln können (Zicsi, 1985). Das Ablegen der Kokons erfolgt, eben aus der verschiedenen Lebensweise hervorgehend, verschieden.

Die mikrobiologischen Untersuchungen von Márialigeti (1977, 1979) und Contreras (1980) haben bei *E. lucens* erwiesen, dass die Bakterienflora in 70% von einer *Vibrio* sp. gebildet werden, die Actinomycetenflora wird in 90% von *Streptomyces limanii* vertreten. Dies hängt offensichtlich mit der spezialisierten Lebensweise dieser Art zusammen.

Durch verschiedene Versuche wurde in den letzten Jahren von uns versucht die ökologisch-biologische Eigenschaften von *E. lucens* soweit wie möglich zu klären, um eventuelle, für Vermikompostierungsverfahren geeignete Eigenschaften dieser Art der Praxis übergeben zu können. Es muss jedoch betont werden, dass unsere bisherige Untersuchungen als Grundlagenforschungen zu betrachten sind.

Als erstes musste die Vermehrungsweise dieser Art geklärt werden. Es wurden verschiedene Fütterungsversuche eingestellt, die den Versuchsergebnissen entsprechend im Verlauf der Versuche Veränderungen unterzogen wurden.

Zuerst wurden je 10 adulte Tiere mit gemahlener alter Baumrinde in je drei Versuchsserien untergebracht. Die Versuche wurden bei einer Temperatur von 18 bis 20° C durchgeführt, und dauerten insgesamt 590 Tage. Dieser langfristige Versuch muss in 6 Abschnitte untergeteilt werden (vgl. Tabelle 1). Wie erwähnt, begann der Versuch mit gemahlener Baumrinde von morschen Eichenstämmen. Nach einer kurzen aber intensiven Kokonablage (52 Tage) hörte die Produktion der Eier auf, und es konnte auch eine Rückbildung des Gürtels bei allen Tieren verfolgt werden. Im Abschnitt 2 wurde den Versuchstieren neue gemahlene Baumrinde verabreicht, es konnten jedoch keine Veränderungen in der Entwicklung der Tiere beobachtet werden. Deswegen wurden im Abschnitt 3 auf zwei Serien der Versuche reifer Hasenmist als Futter verabreicht, eine Serie blieb unverändert. Bei der Zugabe von reifem Hasenmist trat nach kurzer Zeit wieder eine Geschlechtsreife der Tiere ein, es erfolgte eine 115 Tage anhaltende Kokonproduktion. Nach dieser Frist konnte wieder eine Rückbildung des Gürtels beobachtet werden, die durch

Table 1. Vermehrungsangaben von *E. Lucens*

I. Abschnitt 19.II.1985- 12.IV.1985. 52 Tag	30 Kokon 8 Steril = 26.67% 22 Kokon 46 Juvenil 2.09 Juvenil/Kokon	31 Kokon 15 Steril = 48.39% 16 Kokon 30 Juvenil 1.88 Juvenil/Kokon
II.Abschnitt 30.IV.1985	+ Gemahlene Baumrinde	+ Gemahlene Baumrinde
III.Abschnitt 20.VI.1985	+ Hasenmist	+ Gemahlene Baumrinde
IV. Abschnitt 5.VII.1985- 27.X.1985. 115 Tag	120 Kokon 84 Steril = 70% 36 Kokon 63 Juvenil 1.75 Juvenil/Kokon	Keine Adulten Keine Kokons
V. Abschnitt 28.X.1985 18.XI.1985	Rückbildung des Gürtels + Hasenmist Tiere sind geschlechtsreif geworden.	28.X.1985-30.V.1986 214 Tag Tiere sind geschlechtsreif geworden 31 Komon 11 Steril = 35.48% 20 Kokon 40 Juvenil 2 Juvenil/Kokon
VI. Abschnitt 3.XII.1985- 3.X.1986.	99 Kokon 87 Steril = 87.88% 12 Kokon 21 Juvenil 1.75 Juvenil/Kokon	Keine Adulten, keine Kokons
Zusammen	249 Kokon 179 Steril = 71.87% 70 Kokon 130 Juvenil 1.86 Juvenil/Kokon Reproduktion 9.25 Juv./Adult/Jahr Überlebensrate 50%	62 Kokon 26 Steril = 41.93% 36 Kokon 70 Juvenil 1.94 Juvenil/Kokon Reproduktion 4.34 Juv./Adult/Jahr Überlebensrate 100%

erneuerte Verabreichung von reifem Hasenmist nach drei Wochen zur Entwicklung des Gürtels führte. Die Kokonproduktion hielt bis zur Ende des Versuches an. Die Zugabe von Hasenmist erhöhte zwar die Kokonproduktion, und sicherte auch ein ständiges Kokonablegen der Tiere, parallel damit jedoch erhöhte sich der Prozentsatz der sterilen Eier.

In der anderen Serie, wo gemahlene Baumrinde während der ganzen Versuchsfrist verabreicht wurde, konnte eine Pause der Kokonproduktion von 6 Monaten beobachtet werden. Ende Oktober 1985 wurden die Tiere wieder geschlechtsreif, und es begann wieder die Kokonproduktion, die 214 Tage dauerte, also bis in den Mai des nächsten Jahres. Die Zahl der abgelegten Eier war bedeutend niedriger als beim beigemischten Hasenmist, doch war hier die Sterilität bedeutend geringer.

Wie aus den Versuchen zu ersehen ist, kann durch Zugabe eines reichen organischen Substrates eine höhere Kokonzahl und ein fortlaufendes Ablegen von Kokons erreicht werden. Im Durchschnitt ist jedoch die Sterilität auf 75% gestiegen. Auf einem ursprünglichen Substrat wie die gemahlene Baumrinde, zeigt die Ablage der Kokons eine gewisse Periodizität, ob diese mit der Trockenperiode des Sommers im Freien zusammenhängt müsste durch weitere Versuche entschieden werden.

Hervorzuheben wäre noch der Zustand, dass das Überleben der Tiere in den Versuchen mit Hasenmist durchschnittlich 50% betrug, während auf natürlichem Substrat 100%. Die höhere Nachkommenzahl 8-10 juvenile (adulte pro Jahr auf Hasenmist gleicht sich dadurch mit den niedrigeren 4-5 juvenile) adulte pro Jahr so ungefähr aus.

Die Versuche ermöglichten auch die Bestimmung der Inkubationszeit der Eier, und die Zahl der Juvenilen, die sich in einem Kokon entwickelten. In Tabelle 2 wird die prozentuelle Verteilung der aus den Kokons entschlüpften Tiere zusammengefasst.

Table 2

Kokonzahl	Zahl der ausge- schlüpften Juvenile	
33	1	39,76
33	2	39,76
11	3	13,25
5	4	6,02
1	6	1,21
Zusammen:	83	100,0

Aus den untersuchten 83 Kokons konnte ein Durchschnitt von 1,9 Juvenilen pro Kokons berechnet werden.

Die Inkubationszeit der Kokons wurde durch tägliches Ablesen und separiertes Ausbrüten der Eier bestimmt. Die Inkubationszeit betrug nach unseren Berechnungen 29 ± 4 Tage. Die Entwicklung der Tiere ist in den ersten zwei Wochen langsamer, später ausgeglichener (Abb. 1). Das Erreichen der Geschlechtsreife ist bei Juvenilen, die auf Hasenmist aufgewachsenen, etwas kürzer: 100-110 Tage, auf gemahlener Baumrinde betrug diese Zeit 150-160 Tage. Diese Zeitdauer ist bedeutend länger als bei *Eisenia foetida* oder bei *Dendrobaena hortensis* (Zicsi, 1985; Csuzdi, 1987).

In weiteren Versuchen wurde die Ernährungsaktivität von *E. lucens* bestimmt. In fünf Wiederholungen wurden je 5 geschlechtsreife Tiere in Plastikbehälter von $15 \times 20,5 \times 7$ cm Ausmass untergebracht, und mit morschem Hainbuchenholz (*Carpinus betulus*) und Eschenholz (*Fraxinus excelsior*) gefüttert. Die Versuche wurden ein Monat lang bei einer Zimmertemperatur von 18 bis 20°C durchgeführt. Aus den Versuchen wurden am Ende die Exkremente manuell ausgelesen. Die Exkrementproduktion betrug im Falle der Hainbuche $22,07 \pm 1,74$ mg pro 1 g Lebendgewicht pro Tag. Im Falle der Esche betrug diese Werte $24,26 \pm 4,7$ mg pro 1 g Lebendgewicht pro Tag. Die beiden Durchschnittswerte wurden mit der T-Probe miteinander verglichen, es konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

Ferner wurden auch Dauerversuche (ein Jahr) zur Bestimmung der Kotproduktion mit morschem Hainbuchenholz (*Carpinus betulus*), Steineichenholz (*Quercus petraea*) und Buchenholz (*Fagus sylvatica*) durchgeführt. Die Ergebnisse waren im Jahresdurchschnitt bei der Hainbuche 28,19 mg/l g Lebendgewicht pro Tag, bei der Steineiche 28,90 mg/l g Lebendgewicht pro Tag, und bei der Buche 28,12 mg/l g Lebendgewicht pro Tag. Diese Werte stimmen in grossen und ganzen mit denen der Laubstreuzersetzer und auch bei der *E. foetida* errechneten Werte überein (Zicsi, 1983; Csuzdi, 1988).

Die Konsummenge selbst lässt sich auf Grund dieser Versuche mit Genauigkeit nicht bestimmen, doch kann angenommen werden, dass diese Werte nur etwas höher liegen können. Da auch die quantitative Menge dieser Tiere in der Natur mit keiner üblichen Fangmethode bestimmt werden kann, können vorläufig keine Berechnungen bezüglich ihrer Zersetzungstätigkeit im Freien angegeben werden.

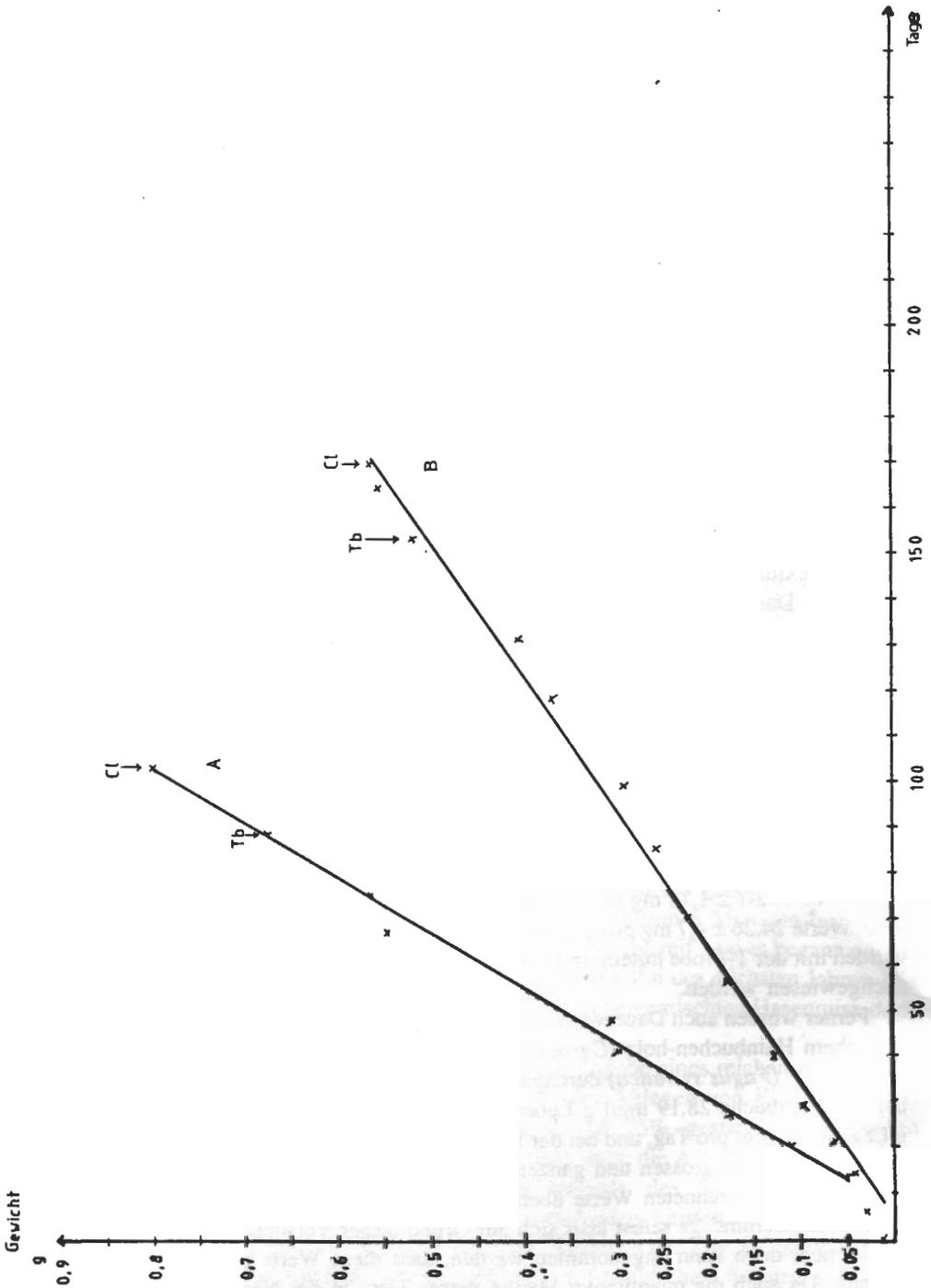


Fig. 1.

Auf Grund unserer bisherigen Beobachtungen und Laborversuche sind wir der Meinung, dass die periodische Vermehrungsweise auf natürlichen Ausgangsmaterial nicht geeignet ist, sie für Vermikompositerungsverfahren heranzuziehen.

SCHRIFTTUM

- Backovsky, J.M., J. Komarek und K. Wenig. 1939. *Vestnik Cs. Zoologické Společnosti v Praze* 6-7:1-10.
- Conteras, E. 1980. *Pedobiologia* 20: 411-416.
- Csuzdi, Cs. 1987. Soil fauna and soil fertility. *Proceedings of the 9th International Colloquium on Soil Zoology*, 300-304.
- Csuzdi, Cs. 1988. *Opuscula Zoologica*, Budapest. Im Druck.
- Csuzdi, Cs. und A. Zicsi. 1988. *Opuscula Zoologica*, Budapest. Im Druck.
- Komarek, J. 1934. *Bulletin international de l'Academie des Sciences de Boheme*: 1-2.
- Komarek, J. und K. Wenig. 1938. *Vestnik Kralovske Ceske Spolecnosti Nauk*.
- Márialigeti, K. 1977. *Állattani Közlemények*, 64: 129-141.
- Márialigeti, K. 1979. *Pedobiologia*, 19: 213-220.
- Omodeo, P. 1962. *Memorie del Museo di Storia Naturale di Verona*, 10: 71-96.
- Omodeo, P. 1984. *Hydrobiologia*, 115: 187-190.
- Zicsi, A. 1975. *Pedobiologia*, 15: 432-438.
- Zicsi, A. 1977. *Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental* 9: 75-84.
- Zicsi, A. 1983. In: *Earthworm Ecology*, J.E. Satchell (Ed.), Chapman and Hall, London, New York: 171-174.
- Zicsi, A. 1985. *Opuscula Zoologica*, Budapest. 21: 137-139.
- Zicsi, A. und M. Pobozsny. 1977. *Ecological Bulletin* 25: 229-239.

ABBILDUNGSEKLÄRUNGEN

Abb. 1. Entwicklung von *Eisenia lucens* (Waga, 1857)

A = Auf Hasenmist

$$Y = 8,3814 X - 0,55543$$

$$r = 0,9969 \quad t = 33,67 \quad p < 0,001$$

B = Auf morschem Holz

$$Y = 3,3785 X - 12,793$$

$$r = 0,9975 \quad t = 46,72 \quad P < 0,001$$

Tb = Erscheinung der Pubertätsstreifen

C1 = Entwicklung des Gürtels