

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und
Westfalens

Über Rhythmen bei Lumbriciden

Kollmannsperger, Franz

1955

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-168768](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-168768)

Über Rhythmen bei Lumbriciden

Von Franz Kollmannsperger, Saarbrücken.

Bekanntlich halten die Regenwürmer während anhaltender Trockenheit im Sommer und während Frostperioden im Winter eine Art Trockenschlaf. Sie rollen sich ein und ruhen bis zum Eintritt günstiger Lebensbedingungen. Wie Hunderte von Grabungen beweisen, wird der Schlaf nicht zwangsläufig durch die Unterschreitung einer bestimmten Temperatur oder eines bestimmten Wassergehaltes des Bodens ausgelöst. Denn dann müßten während Frost- und Trockenheitsperioden alle Würmer schlafen. Wie die Tabelle 1 zeigt, findet man auch während lange anhaltender Frost- und Trockenheitsperioden sogar im kontinentalen Klimagebiet immer noch agile Lumbriciden.

Im Winter 1930/31 waren in dem Untersuchungsgebiet an der Oder bis zum März nur 51 % aller Tiere eingerollt, im März nur noch 17 %. Aber auch noch im April wurden schlafende Tiere angetroffen, obwohl die atmosphärisch-klimatischen Bedingungen wieder günstige Lebensverhältnisse im Boden geschaffen hatten. Während der Trockenheitsperiode von Ende Mai bis Mitte Juli schliefen nur 85 % aller Lumbriciden, nicht alle. Die unterirdisch nicht beobachtbare Tätigkeit der Regenwürmer läßt sich an der Menge der nächtlich ausgeworfenen Krümel Erde erkennen. 1931 wurden in dem kontinentalen Odergebiet an einem Steppenheidehang und 1946 im ozeanischen Klimabereich bei Merzig/Saar auf einer Wiese im Buntsandstein alle 14 Tage die an der Erdoberfläche abgesetzten Fäkalien gesammelt, getrocknet und gewogen.

Nach Tabelle 2 gibt es zwei Maxima der Lebenstätigkeit im Frühling und im Herbst, die hauptsächlich durch den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens und erst in zweiter Linie durch die Temperatur des Bodens bestimmt werden. An dem Variieren der Fäkalienmengen kann man die Anzahl der schlafenden Würmer vermuten. Diese muß demnach von November bis März 1931 (51 %) und von Ende Mai bis Mitte Juli (85 %) besonders groß sein.

Der Schlaf der Lumbriciden ist nicht nur eine physiologische Anpassung an die veränderten Umweltsbedingungen. Denn man findet schlafende Lumbriciden auch dann, wenn die klimatischen Bedingungen im Boden günstig sind. So fand ich eingerollte Würmer im Juli 1931 im feuchten Uferboden eines Teiches und im Frühjahr 1932 in den überschwemmten Oderwiesen. Am 20. 11. 1951 wurden auf einer Fläche von $2\frac{1}{2}$ m² auf Feldern der Saarau bei Merzig 200 Lumbriciden gefunden. Davon schliefen 92; das sind 46 %. Am 21. 11. 1951 schliefen in Feldern mit humosem Sandboden auf einer Fläche von $1\frac{1}{2}$ m² von 145 Würmern 61; das sind 42 %. Zu diesem „Winterschlaf“ war noch keine klimatische Veranlassung gegeben.

Datum	Biotop	Frosttiefe im Boden	Zahl der agilen Regenwürmer	Zahl der schlafenden Regenwürmer	Prozentsatz der schlafenden Regenwürmer	Datum	Biotop	Zahl der agilen Regenwürmer	Zahl der schlafenden Regenwürmer	Prozentsatz der schlafenden Regenwürmer
9. 2. 31	Garten	15 cm	135	20	13 %	29. 5. 31	Steppen- heide	—	36	100 %
13. 2.	"	4 cm	25	55	69 %	28. 6.	"	8	32	80 %
20. 2.	"	8 cm	48	156	76,5%	28. 6.	"	4	40	91 %
22. 2.	"	10 cm	221	196	47 %	12. 7.	"	8	28	77,7%
7. 3.	"	9 cm	54	68	55,7%	12. 7.	"	4	40	91 %
9. 3.	Waldblöße	getaut	67	19	22 %	26. 7.	"	64	16	20 %
9. 3.	Lehmgrube	8 cm	32	28	47 %	26. 7.	"	48	4	7,7%
13. 3.	Steppen- heide	getaut	52	8	13 %	27. 6.	Waldblöße	12	24	66,6%
14. 3.	"	7 cm	28	4	12,5%	28. 6.	Lehmgrube	—	36	100 %
17. 3.	Lehmgrube	getaut	180	40	18 %	28. 6.	Eichenwald	20	—	0 %
18. 3.	Garten	5 cm	81	34	29,5%	28. 6.	bewaldeter Hang	8	24	75 %
23. 3.	"	getaut	229	4	17 %	11. 7.	Teichufer	44	4	8,3%
14. 4.	Eichenwald	frostfrei	88	8	8,3%					

TABELLE 1. Die 1931 in Bellinden a. d. Oder auf einer Fläche von 1 m² während Frost- und Trockenheitsperioden ausgegrabenen Regenwürmer.

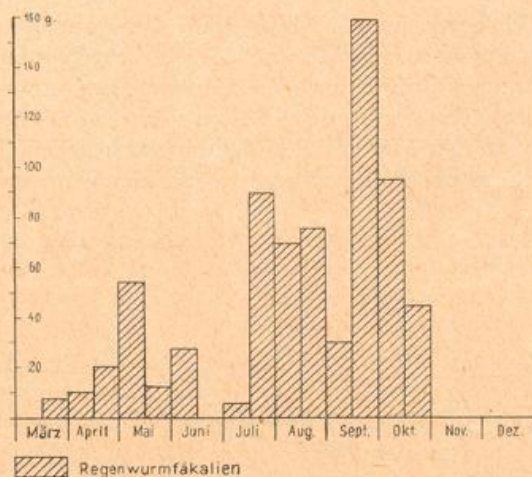


TABELLE 2a) Die 1931 an einem Steppenheidehang an der Oder auf einer Fläche von 1 m² ausgeworfenen Regenwurm-fäkalien (vgl. Tab. 1. 29.—26. 7.).

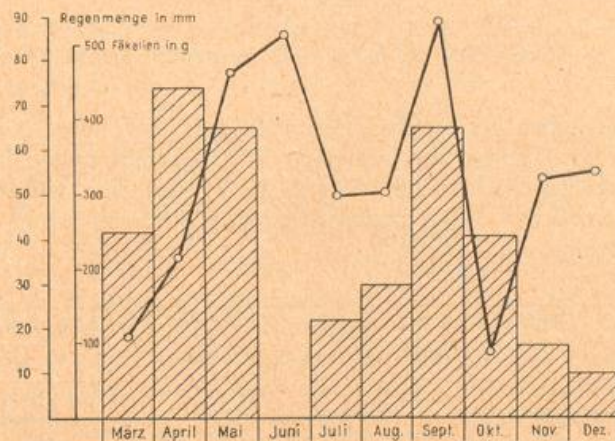


TABELLE 2b) Die 1946 auf 1 m² einer Wiese auf Buntsandstein in Merzig/Saar gesammelten Regenwurm-fäkalien.

Datum	Durchschnitts-		Regenmenge in mm
	Minimum	Maximum	
1.—7. 11.	5,5 ⁰	11,2 ⁰	23,2
8.—14. 11.	6,6 ⁰	12,6 ⁰	17,9
15.—21. 11.	5,2 ⁰	11,1 ⁰	28,9

TABELLE 3.
Die meteorologischen Daten vom 1.—21. 11. 1951 in Merzig/Saar.

Der Oktober 1951 hatte nur 5 Nächte mit Temperaturen unter 0°C . Die Tagesmaxima lagen zwischen $10,8^{\circ}\text{C}$ und $19,3^{\circ}\text{C}$. Im November war bis zum 21. 11. das Temperaturminimum noch an keinem Tage unter $2,3^{\circ}\text{C}$ gesunken. Auch der Verlauf der Temperaturen im Boden vom 5. 10.—6. 12. 1951, wie ihn die Tabelle 4 zeigt, gab den Lumbriciden keinen ersichtlichen Grund, ihre Tätigkeit bereits Mitte November zu unterbrechen und den Winterschlaf zu beginnen.

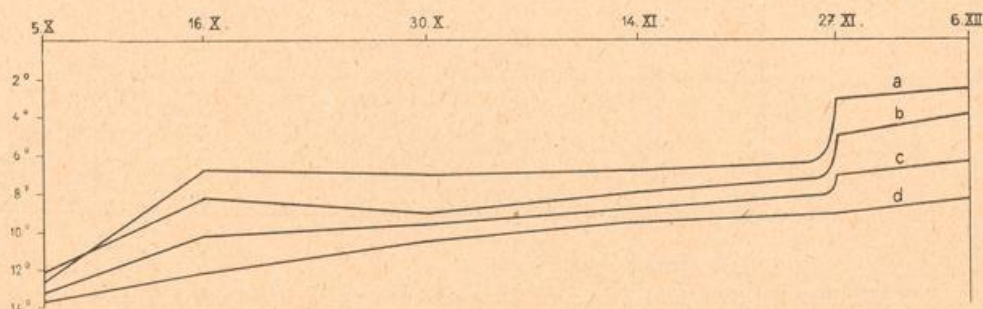


TABELLE 4.

Temperaturverlauf im Boden (sandige Gartenerde) vom 5. 10.—6. 12. 1951 in Tiefen von (a) 10 cm, (b) 25 cm, (c) 50 cm und (d) 100 cm, gemessen um 10 Uhr in Merzig.

In der für das Leben der Lumbriciden wichtigen Tiefe von 10 cm bewegte sich bis zum 21. 11. die Temperatur nie unter 5°C ; normalerweise lag sie bei etwa 7°C . Erst nach 2 Frostnächten am 25. und 26. 11 sank sie vorübergehend bis auf 3°C . Daß Regenwürmer bei Temperaturen von 6°C und unter 6°C noch sehr lebhaft sind, bezeugt die Tabelle 5.

Bodentemperatur	$0,6^{\circ}$	$0,8^{\circ}$	$1,2^{\circ}$	$1,3^{\circ}$	$2,3^{\circ}$	$3,0^{\circ}$	$3,0^{\circ}$	$3,2^{\circ}$	$3,2^{\circ}$	$3,3^{\circ}$	$3,5^{\circ}$	$3,5^{\circ}$	$3,6^{\circ}$
Zahl der Regenwürmer	1	1	10	2	11	28	16	1	7	30	62	51	60
Regenmenge in mm	0,2	·/·	0,3	9,6	3,1	0,6	22,7	·/·	3,1	21,5	1,3	1,3	2,1
Bodentemperatur	$3,8^{\circ}$	$4,0^{\circ}$	$4,0^{\circ}$	$4,5^{\circ}$	$4,5^{\circ}$	$4,8^{\circ}$	$4,8^{\circ}$	$5,0^{\circ}$	$5,0^{\circ}$	$5,2^{\circ}$	$5,5^{\circ}$	$5,5^{\circ}$	$6,0^{\circ}$
Zahl der Regenwürmer	28	17	3	27	20	63	18	73	1	33	55	55	
Regenmenge in mm	1,1	0,3	0,1	1,2	0,5	7,7	0,1	6,5	·/·	1,5	6,3	18,8	

TABELLE 5.

Die 1951 nachts um 23 Uhr bei Temperaturen unter 6°C auf einer Gartenfläche von 17 m^2 in Merzig gezählten Regenwürmer (*Lumbricus herculeus*).

In Tabelle 5 sind alle nachts um 23 Uhr bei einer Temperatur unter 6°C auf einer Gartenfläche von 17 m^2 an der Erdoberfläche erschienenen Lumbriciden (nur *Lumbricus herculeus*) notiert. Die Anzahl der an der Erdoberfläche erscheinenden Regenwürmer hängt also weniger von der Temperatur ab, sofern diese nur über 3°C liegt, als vielmehr von der Feuchtigkeit des Bodens. Deshalb haben die Lumbriciden in den Äckern der Saara bei den klimatischen Verhältnissen, wie sie die Tabellen 3 und 4 zeigen, günstige Lebensbedingungen vorgefunden. Wenn trotzdem 42 % resp. 46 % den Winterschlaf begonnen hatten, dann kann der Eintritt des Schlafes nicht mehr direkt von der Temperatur und vom Feuch-

tigkeitsgehalt des Bodens abhängig sein, denn die Bodentemperaturen lagen in 10 cm Tiefe durchschnittlich bei 7° C und in 25 cm Tiefe zwischen 7—9° C. Der November war mit 128 mm/cm² Niederschlag der regenreichste Monat des an sich feuchten Jahres 1951. Vom 1.—21. 11. 1951 fielen 84,5 mm Regen, so daß der Boden bei der geringen Verdunstung ausgesprochen feucht war.

Grabungen auf einer Gesamtfläche von 1½ m² am 7. und 8. 5. 1952 in Merzig ergaben unter 128 Regenwürmern, am 17. und 19. 8. 1954 in Udersdorf/Eifel unter 195 Regenwürmern und am 17. 9. 1954 in Saarbrücken unter 87 Regenwürmern nicht ein schlafendes Tier oder ein Tier, das seine Freßtätigkeit eingestellt hatte. Frühling und Herbst sind bei optimalen Lebensbedingungen im Boden (genügend Feuchtigkeit und mittlere Temperaturen) die Zeiten größter Regenwurm-tätigkeit. Grabungen am 25. 10. 1954 in den Saarländischen Saarländischen Biotop vom 1.—25. 10. 1954 (Auszug aus den Daten des Saarländischen Wetterdienstes) konnten den beiden Regenwürmern noch keine Veranlassung geben, die Vorbereitungen zum Winterschlaf zu treffen.

Ein ähnliches Ergebnis wurde im Februar 1952 gewonnen. Als der Boden in Merzig bei einer zwölf-tägigen Frostperiode vom 9.—20. 2. 52 ununterbrochen gefroren war, fand ich am 22. 2. 52 auf einer Fläche von 1½ m² noch 62 % der Regenwürmer in recht beweglichem Zustand. Nur 38 % schliefen. Um zu beweisen, daß die Ruhezustände der Lumbriciden unabhängig von den Bedingungen der Außenwelt sind, setzte ich am 20. 3. 1952 geschlechtsreife und juvenile Lumbriciden (30 Tiere) in eine Kiste mit lockerer Erde ein und hielt sie in einem verdunkelten Keller bei ständiger Befeuchtung und gleichmäßiger Temperatur. Als nach 11 Wochen am 8. 6. 1952 die Tiere untersucht wurden, schliefen von 4 noch nicht geschlechtsreifen *Allolobophora caliginosa* 3 zusammengerollt, obwohl eine klimatische Notwendigkeit zum Schlaf nicht vorlag. Wenn nicht einmal im kontinentalen Klimagebiet alle Lumbriciden während der lange anhaltenden Trockenheits- und Frostperioden schlafen, und auch überall während der Zeiten günstiger Lebensbedingungen mit Ausnahme der Haupttätigkeitsperioden bei optimalen Lebensumständen im Frühling und Herbst Regenwürmer schlafend im Boden gefunden werden, dann scheint der Ruhezustand nicht nur eine Schutzmaßnahme (Trockenschlaf) zu sein. Er kann auch eine Regenerations- und Erholungspause oder eine Art Diapause sein, deren Regulationsmechanismus zunächst noch unbekannt ist. Dafür spricht, daß auch M. AVEL (1928) solche Ruhezustände bei *Lumbricus herculeus* und *Allolobophora caliginosa* in Vegetationsgefäßen mit konstanten Umweltsbedingungen beobachtet hat. Auch A. FINK (1951) bestätigt vom Klima unabhängige Ruhepausen bei *Allolobophora longa*.

Es scheint nun bei einigen Lumbriciden einen echten, also endogenen Rhythmus zu geben, einen angeborenen Wechsel zwischen Tätigkeits- und Ruheperioden. Da eine exogene Auslösung nicht immer nachgewiesen werden konnte, wie Versuche in Vegetationskästen und die Ergebnisse meiner Grabungen wahrscheinlich machen, kann man einen inneren angeborenen Rhythmus vermuten als eine „Art Kippschwingung langsam ablaufender Stoffwechselprozesse“ (1, 1951).

Zunächst wurde der Tagesrhythmus bei *Lumbricus herculeus* untersucht. Ich

habe ein ganzes Jahr lang versucht, die Häufigkeit der nachts auf einer Gartenfläche von 17 m² erscheinenden *Lumbricus herculeus* (es erscheinen nachts fast nur *Lumbricus herculeus*) in eine Beziehung zu den meteorologischen Tageswerten zu bringen. Dabei konnte im atlantischen Gebiet von Merzig bestätigt werden, daß sich *Lumbricus herculeus* bei Frost oder sommerlicher Trockenheit tief in den Boden zurückzieht und schon nach dem ersten, die Erde völlig durchnässenden Regen wieder an der Erdoberfläche erscheint. Vom 3.—13. 7. 1951 war der Boden so sehr ausgetrocknet, daß kein Regenwurm mehr an der Bodenoberfläche beobachtet wurde. Am 14. 7. fiel 8,9 mm Regen, und schon erschienen nachts 14 Lumbriciden; das sind 0,8 je m². In der nächsten Nacht nach einem Regenfall von 13,0 mm zählte ich 109 Lumbriciden; das sind 6,5 je m². Vom 13.—16. 12. 1951 und vom 9. 2.—20. 2. 1952 herrschte Bodenfrost. Trotzdem erschienen bereits in der ersten frostfreien Nacht am 17. 12. resp. am 21. 2., bei nächtlichen Bodentemperaturen (23 Uhr) von 3,8° C resp. 3,2° C 28 bzw. 26 Lumbriciden wieder an der Erdoberfläche. Als am 10. 1. 1952 nach 2 Tagen mit

Datum	Min. C	Max. C	Regenmenge mm	Hygromet	t C Erdoberfläche	Witterung	Zahl der Regenw. an Erdoberfläche	Copulae
25. 6. 51	11,9 ⁰	18,6 ⁰	1,1	—	14,0 ⁰	feucht	128	2
26. 6.	11,0 ⁰	18,5 ⁰	4,3	—	17,0 ⁰	„	100	2
2. 7.	7,3 ⁰	26,3 ⁰	—	—	15,5 ⁰	trocken	1	—
3.—13. 7.	—	—	—	—	—	sehr trocken	—	—
14. 7.	12,8 ⁰	25,4 ⁰	8,9	—	17,0 ⁰	naß	14	—
15. 7.	13,3 ⁰	18,0 ⁰	13,0	—	14,5 ⁰	feucht	109	1
16. 7.	12,1 ⁰	17,7 ⁰	—	85 ⁰ / ₀	12,5 ⁰	noch feucht	81	—
2. 10.	11,4 ⁰	14,6 ⁰	—	86 ⁰ / ₀	12,5 ⁰	—	41	—
4. 10.	6,0 ⁰	19,3 ⁰	—	74 ⁰ / ₀	9,9 ⁰	trocken	16	—
5. 10.	5,2 ⁰	18,7 ⁰	0,1	66 ⁰ / ₀	9,2 ⁰	—	8	—
8.—14. 10.	—	—	—	—	—	sehr trocken	—	—
13.—16. 12.	<0 ⁰	—	—	—	<0 ⁰	Bodenfrost	—	—
17. 12.	0,2 ⁰	5,2 ⁰	1,1	95 ⁰ / ₀	3,8 ⁰	leicht. Regen	28	—
18. 12.	2,0 ⁰	5,5 ⁰	0,1	92 ⁰ / ₀	4,8 ⁰	„	18	—
19. 12.	—0,2 ⁰	3,4 ⁰	0,3	100 ⁰ / ₀	1,2 ⁰	naß	10	—
20. 12.	—2,2 ⁰	3,0 ⁰	0,3	92 ⁰ / ₀	1,2 ⁰	kalter Nebel	—	—
21. 12.	—2,0 ⁰	1,8 ⁰	—	98 ⁰ / ₀	0,8 ⁰	kalt	1	—
22. 12.	—2,0 ⁰	1,0 ⁰	0,1	93 ⁰ / ₀	—0,5 ⁰	kalt	—	—
26. 12.	3,2 ⁰	8,8 ⁰	7,7	92 ⁰ / ₀	5,0 ⁰	naß	63	3
8. 1. 52	—0,8 ⁰	0,8 ⁰	0,2	92 ⁰ / ₀	0,6 ⁰	kalt	1	—
9. 1.	—1,0 ⁰	6,1 ⁰	0,3	100 ⁰ / ₀	0,4 ⁰	naß	—	—
10. 1.	2,5 ⁰	7,2 ⁰	10,9	100 ⁰ / ₀	6,0 ⁰	naß	105	1
9.—20. 2.	—	—	Schnee	—	—	Schnee	—	—
21. 2.	3,0 ⁰	4,6 ⁰	—	98 ⁰ / ₀	3,2 ⁰	naß	26	—
22. 2.	—1,4 ⁰	4,0 ⁰	—	98 ⁰ / ₀	0,1 ⁰	kalt	—	—

TABELLE 6.

Die Beziehung der Häufigkeit der nachts um 23 Uhr auf einer Gartenfläche von 17 m² gezählten Regenwürmer (*Lumbricus herculeus*) zu den meteorologischen Tagesdaten.

Minima unter 0°C und Bodentemperaturen $<1^{\circ}\text{C}$ (23 Uhr) sich der Boden während eines warmen Regens von $10,9\text{ mm/cm}^2$ auf $6,0^{\circ}\text{C}$ erwärmte, zählte ich 105 Regenwürmer an der Erdoberfläche; das sind 6 Tiere/ m^2 , wo tags zuvor nicht ein einziger Wurm zu sehen war (vgl. Tabelle 6). Zur gleichen Zeit hatten sich 2 *Lumbricus herculeus* in Vegetationsgefäßen, die 2 Monate lang nicht begossen wurden, durch Einrollung und Schlaf gegen die Austrocknung geschützt.

Die Tabelle 7 gibt an, wann die Regenwurmtätigkeit besonders intensiv war, wann mehr als 100 Lumbriciden auf der Untersuchungsfläche von 17 m^2 gezählt wurden (>6 Tiere/ m^2), die meisten Tiere $199/17\text{ m}^2 = 11,7/\text{m}^2$ am 16. 3. 1951.

Zahl d. Regenwürmer über 100	199	149	128	132	138	110	113	120	143	124	109	105	103	105
Datum	16. 3.	17. 3.	5. 4.	8. 4.	13. 4.	27. 5.	28. 5.	2. 6.	17. 6.	25. 6.	15. 7.	26. 9.	18. 11.	10. 1.
t° (23 h) Erdboden	9,2 ^o	9,5 ^o	7,3 ^o	9,6 ^o	6,7 ^o	12,0 ^o	9,1 ^o	12,0 ^o	17,0 ^o	14,0 ^o	14,5 ^o	12,4 ^o	9,4 ^o	6,0 ^o
Regenmenge mm	·/·	10,9	0,8	1,0	9,1	·/·	2,2	14,7	3,9	1,1	13,0	14,1	2,8	10,9

TABELLE 7.

Daten, wenn vom 1. 3. 51—14. 1. 52 auf der Gartenfläche von 17 m^2 mehr als 100 Regenwürmer gezählt wurden (im August keine Untersuchung).

Mehr als 100 Tiere erschienen nur bei optimalen oberirdischen Klimabedingungen, bei Bodentemperaturen von 6° und $>6^{\circ}\text{C}$ und bei hohem Niederschlag. Nur im Oktober 1951 wurden niemals mehr als 59 Tiere und im Dezember niemals mehr als 76 Tiere/ 17 m^2 gezählt. Im August fand keine Zählung statt. Der Oktober war mit $7,7\text{ mm/cm}^2$ Niederschlag der regenärmste Monat und deshalb zu trocken, um den Lumbriciden eine rege oberirdische Tätigkeit zu erlauben. Der Dezember lag mit einem Niederschlag von $40,7\text{ mm}$ um $41,2\%$ unter dem Monatsmittel ($69,2\text{ mm}$) und war kalt. Bei 22 nächtlichen Zählungen wurden im Dezember nur 12mal Regenwürmer angetroffen, im Mittel 28,3 Tiere ($1,7/\text{m}^2$). Das mittlere Tagesminimum an den Zählungstagen lag bei $-0,52^{\circ}\text{C}$. Neunmal wurde um 23 Uhr eine Bodentemperatur $<1^{\circ}\text{C}$ gemessen. Die nächtlichen Zählungen beweisen, daß die im Laufe des Jahres oftmals gegebenen optimalen Lebensbedingungen von *Lumbricus herculeus* nicht immer voll ausgenutzt werden. Ein großer Teil der *Lumbricus herculeus* erscheint auch bei günstigen Lebensumständen nicht an der Erdoberfläche. Da in AVELS Vegetationsgefäßen *Lumbricus herculeus* auch bei konstanten Umweltsbedingungen rhythmische Ruhezustände zeigte, kann man vermuten, daß eine endogene Tendenz zum Schlaf als ein erblich fixierter Rhythmus vorhanden sein muß. Für *Allolobophora longa*, *A. chlorotica*, *A. caliginosa* und *A. rosea* konnte solch ein endogener Rhythmus nachgewiesen werden. Doch dieser Tendenz sind nicht alle Tiere zur gleichen Zeit unterworfen. Ich habe schlafende *Lumbricus herculeus* im Freiland noch nicht gefunden. Das liegt wahrscheinlich daran, daß man nur ausnahmsweise bis in die Tiefe der Gangenden vordringt.

Von denjenigen meteorologischen Faktoren, die den biologischen Tag- und Nachtrhythmus auslösen und bestimmen, wie Licht- und Ultrastrahlung, Sonnenscheindauer, Sonnenhöhe, Temperatur der Luft usw. haben die Wärmestrahlung und die Regenmenge (relative Feuchtigkeit) eine direkte und unmittelbare Bedeutung für das unterirdische Leben der Lumbriciden. Die tägliche Temperaturschwankung wird, abgesehen von der das Sonnenlicht in Wärme umwandelnden

Bodenoberfläche, schnell im Boden aufgefangen und so gedämpft, daß bereits in 30 cm Tiefe nur noch eine schwache, nicht an jedem Tage ausgeprägte Tag- und Nachttemperaturdifferenz entsteht *). Wenn der Boden eine dichte Vegetationsdecke trägt, dann ist die Wärmestrahlung an heißen Tagen auch an der Bodenoberfläche stark herabgesetzt. Am 2. 7. 1951 war die Differenz der Temperaturen, wie die Tabelle 8 beweist, auf einem bewachsenen Acker bis zu einer Tiefe von 15 cm halb so groß wie auf vegetationsfreiem Boden.

Es ist nicht die Wärme, sondern der Mangel an Bodenfeuchtigkeit, der die Lumbriciden zur Reduktion ihrer Lebenstätigkeit zwingt. Die Tabelle 8 zeigt deutlich, und die Erfahrungen der Pedologie beweisen, daß die täglichen Temperaturschwankungen der Atmosphäre selten tiefer als 75 cm bis 1 m in den Boden dringen. Einen Tag- und Nachtrhythmus im Sinne einer mit der Belichtung wechselnden Tätigkeit oder Ruhe kennen die in den oberen Bodenschichten lebenden Lumbriciden nicht. Die Temperaturdifferenzen, die in der Tiefe der Regenwürmer von 5—25 cm an dem heißen 2. 7. 1952 nur 2—6° C betrugen, werden kaum zu einer Unterbrechung der Tätigkeit im Sinne eines Tag- und Nachtrhythmus führen. Normalerweise sind die Temperaturschwankungen unbedeutend. Die Regenwürmer legen ihre Fäkalien Erde nachts an der Erdoberfläche ab und nur ausnahmsweise auch an sehr trüben Tagen im Schatten oder bei niedrigem Sonnenstand, und auch dann nur bei hoher relativer Feuchtigkeit der Luft, ohne aber selbst an der Erdoberfläche zu erscheinen. Nur der gemeine Regenwurm *Lumbricus herculeus* kommt als einziger Wurm oberhalb einer Bodentemperatur von 3° C in feuchten Nächten regelmäßig an die Bodenoberfläche (vgl. Tabellen 5 und 6). Ich fand oft nicht ein Exemplar dieses größten unserer 31 deutschen Lumbriciden in Spatentiefe in Böden, an deren Oberfläche man in warmen feuchten Nächten mehrere Tiere je m² zählen kann. Weil *Lumbricus herculeus* tagsüber nicht mit Sicherheit in den oberen Bodenschichten angetroffen wird, in den tieferen aber dem Einfluß des Tagesrhythmus entzogen ist, vermutete ich, daß dieser Wurm einen echten, also endogenen Rhythmus kennen muß. Es konnte nachgewiesen werden, daß in 1 m Tiefe in vegetationsfreien humosen Sandböden, wie sie in Merzig typisch sind, an heißen Tagen nur noch ein täglicher Temperaturunterschied von 0,1° C herrscht (Tabelle 8). In Böden mit Vegetationsbedeckung herrscht in Tiefen von 60—70 cm ein fast isothermischer Zustand. Ich habe festgestellt, daß *Lumbricus herculeus* in nicht steinigem Boden Gänge bis zu 2 m Tiefe gräbt. Normalerweise ist er bereits in einer Tiefe von 30—60 cm den täglichen Temperaturschwankungen und damit der Tagesperiodik entzogen. Woran merkt der Regenwurm in diesen Tiefen, daß es draußen Nacht ist und daß er, genügend Feuchtigkeit vorausgesetzt, an der Erdoberfläche erscheinen kann? Um zu untersuchen, ob das nächtliche Erscheinen der *L. herculeus* an der Erdoberfläche, wie vermutet, endogen ausgelöst wird, wurden am 20. 3. 1952 10 geschlechtsreife Tiere in einer mit Erde gefüllten Kiste in einen verdunkelten Keller gebracht. Entgegen meiner Vermutung erschienen jetzt die Würmer unregelmäßig an der Erdoberfläche. Der Versuch wurde Anfang Juni abgebrochen, ohne daß irgendeine Beziehung zur solaren Tagesperiodik festgestellt werden konnte. Die Tiere besitzen über die Haut verstreut Licht wahrnehmende Sinnesorgane. Lichtreize lösen den Fluchtreflex aus. Deshalb verschwinden die Tiere bei Beginn der Dämmerung in der Erde und erscheinen,

*) Mündliche Bestätigung durch Herrn Dr. SORG vom Saarländischen Wetterdienst Saarbrücken.

	Zeit	8.30	10.30	12.30	14.30	16.30	18.30	20.30	größte Differenz	
Bodentiefe	Luft	18,00	24,00	25,00	26,10	26,30	22,50	17,00	9,30	ohne Vegetation
	1 cm	22,80	28,50	35,00	38,50	34,00	25,00	19,00	19,50	
	10 cm	18,00	18,00	21,50	25,50	26,20	32,20	21,00	8,00	
	25 cm	17,00	17,00	17,20	19,50	19,50	19,00	19,00	2,50	
	50 cm	16,50	16,50	16,50	17,10	17,10	16,50	16,50	0,60	
	100 cm	16,00	16,00	16,00	16,10	16,10	16,00	16,00	0,10	
Bodentiefe	1 cm	15,00	19,50	20,50	22,30	24,00	20,50	18,00	9,00	mit Vegetation
	10 cm	14,10	15,00	16,50	18,00	18,20	19,00	18,50	4,90	
	25 cm	15,00	15,00	15,50	15,80	16,20	16,50	17,00	2,00	
	50 cm	15,50	15,50	15,50	15,60	15,70	15,80	15,80	0,30	

TABELLE 8.
Der Verlauf der Temperaturen im Boden (humoser Sand) am 2. 7. 1951 in Merzig.

genügend Boden- und Luftfeuchtigkeit vorausgesetzt, erst bei Dunkelheit wieder an der Oberfläche. Da der Einfluß des atmosphärischen Tagesrhythmus normalerweise nicht bis in die Tiefe der Gangenden, in die sich die Tiere zurückziehen, eindringen kann, vermute ich, daß das Erscheinen der *L. herculeus* an der Oberfläche von einem inneren Rhythmus bestimmt wird. Dann müßte der Wurm periodisch höhere Bodenschichten aufsuchen und könnte hier wahrnehmen, ob an der Erdoberfläche für ihn günstige Lebensbedingungen herrschen. Wird der Boden verdunkelt, dann fehlt die exogene Auslösung des Fluchtreflexes, und die Würmer bleiben unregelmäßig lange an der Erdoberfläche. So kann durch das Fehlen der exogenen Kontrolle der endogene Tagesrhythmus nicht in Erscheinung treten. Das negative Ergebnis des Kistenversuches spricht nicht ohne weiteres gegen das Vorhandensein eines endogenen Rhythmus.

Es ist bekannt, daß viele Tiere ihren biologischen Rhythmus auch dann beibehalten, wenn die exogenen Faktoren in einem temperatur- und belichtungs-konstanten Raum ausgeschaltet werden. So verändert die Grille ihren Tagesrhythmus auch im verdunkelten Raum nicht. Bei der Waldmühlmaus wurde das Fortbestehen des biologischen Rhythmus sogar $1\frac{1}{2}$ Jahre lang beobachtet. Bienen, die dressiert wurden, zu einer bestimmten Zeit gefüttert zu werden, erschienen auch in einem Tag und Nacht gleichmäßig erhellten Bergwerk mit gleichbleibender Temperatur stets zur selben Zeit an der Futterstelle, ohne daß ein exogener Faktor als Zeitgeber nachgewiesen werden konnte (J. ASCHOFF, 1951). Es läßt sich allerdings zeigen, daß der innere Rhythmus auf die Dauer beim Fehlen einer exogenen Kontrolle nicht mit dem solaren Tagesrhythmus übereinstimmt und sich allmählich verschiebt. Auch der Jahresrhythmus unserer Laubgewächse ist ein endogener, also ein angeborener, denn die in die Tropen verpflanzten Bäume unserer Breiten bewahren den Laubfall auch im immergrünen Gebiet, verschieben aber den Intervall, so daß der nämliche Baum kahle Zweige und solche mit Blüten oder Früchten trägt (E. BÜNNING, 1951). Sogar das Keimgewebe von Pflanzensamen kennt einen endogenen Rhythmus.

Der Rhythmus der biologischen Prozesse ist erbgebunden. Normalerweise lösen die exogenen Faktoren die physiologischen Vorgänge aus und regulieren sie ein, aber sie sind nicht die Ursache dieser Prozesse. Regenwürmer ziehen sich nicht deshalb in tiefere Bodenschichten zurück und rollen sich ein, weil es kälter oder trockener wird. Sie handeln unter dem Zwang eines biologischen Rhythmus, unbewußt, endogen gesteuert, instinktsicher. Der Rhythmus ist das Ergebnis des Zusammenwirkens von endogenen und exogenen Kräften, wobei den endogenen die biologische Tendenz, den exogenen die Auslösung oder das Beenden und die Einregulierung der Vorgänge zukommt.

Schon F. VEJDOVSKY (1892) glaubte, das Ruhestadium der eingerollten Lumbriciden wäre eine Art Regenerationspause der durch die vorhergehende Geschlechtstätigkeit erschöpften Tiere. Das stimmt nicht, denn die meisten schlafenden Tiere sind noch nicht geschlechtsreif. Unter 1018 schlafenden Würmern fand ich nur 239 geschlechtsreife Tiere; das sind 24 %. Die Jungtiere rollen sich auch frühzeitiger ein, weil sie wegen ihrer verhältnismäßig großen Oberfläche (im Verhältnis zum Körpervolumen) empfindlicher gegen Wasserentzug bei Bodentrockenheit sind als die ausgewachsenen Tiere. Es kann sich bei diesen Schlafzuständen, die auch bei günstigen temperatur- und feuchtigkeitskonstanten Lebensbedingungen eintreten, nur um einen endogenen Rhythmus handeln, der,

wenn die exogene Auslösung fehlt, unabhängig von den Umweltsbedingungen zwangsläufig eintritt. FINCK behauptet, daß die Lumbriciden mit Ausnahme von *Allolobophora longa* immer aktiv seien, wenn die Möglichkeit gegeben ist, sei es auch nur für einige Tage. Tatsächlich bleibt ein großer Teil der Lumbriciden, unabhängig von den klimatischen Bedingungen, im beweglichen Zustand und erscheint beim Eintritt günstigen Wetters sofort wieder in den oberflächennahen Bodenschichten und nimmt hier die kurzfristig unterbrochene Tätigkeit auf. Dennoch bleibt bestehen, daß ein Teil der Regenwürmer auch bei günstigem Wetter weiter ruht.

Der Energieaufwand der Lumbriciden ist wegen des Fehlens differenzierter Sinnesorgane und bei dem einfachen Bau des Hautmuskelschlauchs verhältnismäßig gering und zudem gleichmäßig auf alle Segmente verteilt. Große nervöse Leistungen sind nicht vorhanden, weil das Ganglienpaar jedes Segments eine selbständige, noch nicht zentral gesteuerte Einheit darstellt. Trotzdem besteht ein Schlafbedürfnis. Erholungspausen sind eine allgemein biologische Notwendigkeit, obwohl bei jeder Organtätigkeit sich gleichzeitig neben den Ermüdungsvorgängen ständig auch Erholungsprozesse abspielen. Solche Ruhepausen sind bei den meisten niederen Tieren bekannt.

Man muß also unterscheiden zwischen einem Ruhebedürfnis bei Regenwürmern und einem Trockenschlaf als Schutzmaßnahme und Anpassung an Kälte und Trockenheit. Normalerweise fallen die Ruheperioden mit den Perioden des klimatisch aufgezwungenen Schlafs zusammen. Alle Untersuchungen weisen darauf hin, daß es eine erbgebundene Tendenz gibt, die bei den meisten Lumbriciden Tag und Nacht unaufhörliche Tätigkeit durch Ruhepausen zu unterbrechen. Dieser endogene Rhythmus wird im allgemeinen durch exogene Faktoren ausgelöst, so daß der Rhythmus oft als ein exogener erscheint. Wenn in einer Umwelt mit konstanten Lebensbedingungen (Kistenversuch) die Kontrolle durch die jahreszeitliche Klimaperiodik fehlt, dann löst sich der an sich endogene Rhythmus aus noch unbekannten Ursachen von innen her aus. Da die Mehrzahl der schlafenden Tiere noch nicht geschlechtsreif ist, scheint die Annahme berechtigt, daß physiologische Prozesse, die ihrerseits wieder abhängen vom Alter, von der Ernährung (und von der vorangegangenen Fortpflanzungstätigkeit), den inneren Rhythmus bestimmen. So erklärt sich, warum nicht alle Würmer gleichmäßig auf die Umweltbedingungen reagieren.

Ein besonderer Fortpflanzungsrhythmus scheint bei unseren Lumbriciden nicht vorzuliegen. Bei den Lumbriciden ist die Masse der Hoden und Samensäcke größer als die der Ovarien. Ich konnte 1951 für *Lumbricus herculeus* nachweisen, daß sich diese Tiere zu allen Jahreszeiten paaren, wenn die Bodentemperaturen nicht unter 5° C liegen und der Boden feucht ist (Tabelle 9).

Monat	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Zahl der Kopulationen	3	1	4	6	11	18	1		9	3	17	5

TABELLE 9.

Die 1951 nachts um 23 Uhr auf einer Gartenfläche von 17 m² gezählten Begattungen von *Lumbricus herculeus* (im August keine Untersuchung).

Aus dem Verhalten der *L. herculeus* und aus der Tatsache, daß ich in den Samensäcken aller untersuchten Lumbriciden während des ganzen Jahres reife Samen fand, kann geschlossen werden, daß auch die übrigen Lumbriciden keine begrenzte Paarungszeit haben und deshalb wie die meisten der zu jeder Zeit begattungsfähigen Tiere zur ständigen Samenerzeugung ein relativ großes Hodengewicht besitzen müssen. Es gibt bei *L. herculeus* keine bestimmte Paarungszeit, obwohl bei den optimalen Bedingungen des Klimas im Frühjahr und im Herbst die Paarung häufiger ist als sonst. Die Fortpflanzung scheint also ausschließlich von den Umweltsverhältnissen abhängig zu sein.

Anfänglich sind alle Lebensprozesse von außen her geformt und bestimmt. Die Eigenwilligkeit alles Lebendigen besteht gerade darin, daß es sich dem exogenen Zwang individuell in immer neuen Möglichkeiten anpaßt. Die solare Tages- und Jahreszeitenperiodik schuf exogen eine Periodik der Stoffwechselprozesse. So entstand jene „Kippschwingung“ physiologischer Vorgänge, der biologische Rhythmus, der durch Mutation allmählich zu einem „inneren Rhythmus“ fixiert und durch die von den Kräften der Umwelt bewirkte Selektion zu einer immer vollkommeneren Anpassung an die jeweiligen Umweltsbedingungen gerichtet wurde. Die Folge ist ein Gleichgewicht der biogenen und der exogenen Kräfte, das aber nur unter den Voraussetzungen des heimatlichen Biotops gilt.

Literaturverzeichnis

1. Aschoff, J.: „Die Tagesperiodik im Tierreich“, (Die „Umschau“, 1951, 23, p. 709).
2. Avel, M.: „Sur la diapause printanière et estivale de quelques lombriciens“, (Bull. Sc. Zool. France, 53, 1928, p. 324—328).
3. Bünning, E.: „Erbliche Jahresrhythmen bei Pflanzen“, (Die Umschau, 1951, 9, p. 268).
4. Finck, A.: „Ökologische und bodenkundliche Studien über die Leistungen der Regenwürmer für die Bodenfruchtbarkeit“, Dissertation, Kiel, 1951.
5. Vejdovsky, F.: „Über die Encystierung von Aeolosoma und den Regenwürmern“, (Zool. Anz. 15, 1892, p. 171—175).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1955

Band/Volume: [108](#)

Autor(en)/Author(s): Kollmannsperger Franz

Artikel/Article: [Über Rhythmen bei Lumbriciden 81-92](#)