© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Teilungsfiguren, die unter denselben Bedingungen beobachtet wurden, entstehen nicht solche Gebilde, auch beginnt die Degeneration der Fibrillen früher als diejenige der Teilungsfiguren. Auch daraus folgt, dass sich Fibrillen kaum mit Spindelfasern identifizieren lassen.

In der Wurzel befinden sich Fibrillen in der wachsenden Spitze. Sie verbinden etwa die perceptorische Zone mit den motorischen Zellen. Und eben der Teil, in welchem sie verlaufen, wird fortwährend durch neue Bestandteile bereichert, denn im akroskopen Teile werden immer neue Zellen gebildet, im basiskopen stellen immer neue Zellen ihr Wachstum ein und treten in den Dauerzustand über. Es bilden sich Fibrillen in immer neuen Zellen aus und verschwinden fortwährend in Zellen, welche die Streckungszone verlassen. Das erscheint im Lichte meiner Anschauungen ganz vorteilhaft. Denn es wäre unnütz, wenn die Fibrillen auch in nicht reaktionsfähige Zonen reichen würden. Bei der stetigen Veränderung der Reaktionszone müssen die Fibrillen selbst die Fähigkeit haben, sich relativ schnell auszubilden und wieder zu verschwinden. Und als Folge davon erscheint ihre leichte Zerstörbarkeit durch äußere Eingriffe. Ganz anders verhält es sich bei den Tieren, wo die völlig ausgebildeten nervösen Bahnen meist das ganze individuelle Leben hindurch unverändert bleiben. Hingegen handelt es sich in der Wurzelspitze um transitorische, in stetiger Umänderung begriffene Bahnen, deren leichte Zerstörbarkeit sogar für die Pflanze vorteilhaft ist. Es könnte ja die durch Zerstörung der Fibrillen in älteren Teilen der Wurzelspitze gewonnene Substanz zum Aufbau neuer Fibrillen in den jüngsten Teilen benutzt werden.

Zu dem vorstehenden Artikel wurde ich durch Haberlandt's jüngst in dieser Zeitschrift[1]) erschienenen Aufsatz angeregt, in welchem versucht wird, meine Fibrillen anders zu deuten, als ich es gethan habe. Ich kann jedoch nicht anders, als meine Anschauungen aufrecht erhalten und dieselben Haberlandt's hypothetischen Deutungen der Fibrillen gegenüber als die wahrscheinlichsten und am nächsten liegenden betrachten. [84]

Prag, am 25. Juni 1901.

Zur Biologie der Regenwürmer.

Von

Dr. K. Bretscher, Zürich.

Die Regenwürmer gehören zu den bekanntesten und häufigsten Tieren unserer Fauna, eine Reihe namhafter Forscher haben sich das Studium ihrer Lebensweise zur Aufgabe gestellt; trotzdem sind

1) Haberlandt, G., Ueber Reizleitung im Pflanzenreich. Diese Zeitschrift 1901, Nr. 12.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wir durchaus nicht in genügendem Maße über ihre Biologie aufgeklärt. Die folgenden Mitteilungen sollen zu deren Kenntnis einen kleinen Beitrag liefern, denn sie betreffen nur einige untergeordnete Punkte derselben.

1. In seinem bekannten und viel citierten Werke „Ueber die Bildung der Ackererde" teilt Darwin die Beobachtung mit, dass die Regenwürmer während des Tages in ihren Röhren verbleiben mit Ausnahme solcher Individuen, die in benachbarten Röhren wohnen und zur Paarungszeit in den frühen Morgenstunden noch in Kopula gefunden werden. Eine Ausnahme machen ferner kranke Würmer, welche meistens von den parasitischen Larven einer Fliege (*Tachina*) heimgesucht, bei Tag umher wandern und an der Oberfläche sterben. Des Nachts dagegen verlassen sie in großer Zahl ihre Gänge, bleiben jedoch gewöhnlich noch mit ihren Schwänzen in diesen stecken. Endlich sieht man am Morgen nach starkem Regen die Erde häufig mit ihren Spuren gezeichnet. Solche bemerkte Darwin vom August bis Mai und er nimmt an, dass sie auch während der übrigen Monate, sofern sie nass sind, sich gleich verhalten; sie verlassen also allem Anschein nach ihre Röhren zum Zwecke einer Entdeckungsreise und um neue Wohnorte aufzusuchen.

In einer Arbeit „Ueber die Fruchtbarkeit des Erdbodens in ihrer Abhängigkeit von den Leistungen der in der Erdrinde lebenden Würmer" bestätigt Hensen (Landwirtschaftl. Jahrbücher 11, 1882) die letzterwähnte Beobachtung, betont aber, dass der Schluss auf eine normale Wanderung noch verfrüht und kein gültiger Beweis für dessen Richtigkeit gegeben sei. Er hebt hervor, dass die Regenwürmer auch aus der Erde herausschießen, wenn der Maulwurf nach ihnen gräbt, der ja bekanntlich einer ihrer ärgsten Feinde ist.

Hoffmeister (die Familie der Regenwürmer, 1845) berichtet von seinen *Lumbricus agricola* und *rubellus*, dass sie die beiden einzigen Arten seien, „welche ihre glatten Röhren zuweilen ganz verlassen und sich zur Paarung und zum Fraße auf der Oberfläche bei Nacht umhertreiben. Von der Meinung, dass auch die dritte Art (*L. communis*) Streifzüge unternehmen, bin ich ganz zurückgekommen; wenigstens mag dies nur unter ganz besonderen Umständen geschehen können".

Es ist nun nicht zu bezweifeln, dass schmarotzende Insassen, wie die Tachinen-Larven, Fadenwürmer (Entozoen s. Hoffmeister), vielleicht auch die in den männlichen Generationsorganen der Würmer hausenden Gregarinen, endlich die Maulwürfe oder andere Feinde der Lumbriciden diese zum Verlassen ihrer Gänge nötigen können. Letzteres wird wohl ohne weiteres angenommen werden dürfen für diejenigen von ihnen, die man bei heißem Wetter und hellem Sonnenschein etwa auf der Wanderung begriffen sieht, also in Fällen, wo ihnen die große Trockenheit einen raschen Tod bringt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nun hat aber die Annahme, dass die berührten Ursachen doch meist nur eine verhältnismäßig geringe Zahl von Regenwürmern zur Auswanderung veranlassen werden, gewiss viel Wahrscheinlichkeit für sich, während thatsächlich solche in Umzug begriffene Tiere eine sehr häufige Erscheinung sind. Man braucht nur nach einer warmen Regennacht einen Feldweg zu begehen, um teils an den von ihnen zurückgelassenen Kriechspuren, teils an der Zahl der noch herumkriechenden Würmer selber den Eindruck zu gewinnen, dass das kaum Ausnahmefälle darstellen werden. Zudem wiederholt sich bei Regenwetter und nicht zu starkem Wind die Erscheinung Tag um Tag in fast gleichem Maße, und zwar, wie Darwin schon andeutete, während des ganzen Jahres. Sie kommen in dieser Art zum Vorschein im Frühling, sobald kaum der Schnee weggeschmolzen und der Boden aufgefroren ist, im Sommer, im Herbst bis zum Schneefall wie auch im Winter, wenn Tauwetter eintritt.

Sodann sehen wir unter den Auswanderern nicht nur geschlechtsreife, sondern auch noch unentwickelte junge Würmer. Sie alle geben zum geringsten Teil in ihrem Gebaren oder in ihrem Aussehen Anzeichen von anormalen Bedingungen; selbst das Tageslicht scheint sie (bei bedecktem Himmel und feuchter Umgebung) nicht stark zu belästigen, so sehr sie sonst im allgemeinen gegen Lichteindrücke empfindlich sind.

Schon im Jahre 1899 habe ich eine Zusammenstellung der bei Regen auf der Straße wandernden Terrikolen gemacht (Beitr. z. Kenntnis d. Olig.-Fauna d. Schweiz, Rev. Suisse de Zoologie) und die bezüglichen Beobachtungen seither fortgesetzt. Die Liste zeigt folgende Arten:

1. *Eisenia foetida* Sav.; 2. *E. rosea* Sav.
3. *Helodrilus caliginosus* Sav. var. *typicus* und *trapezoides*; 4. *H. longus* Ude.
5. *Dendrobaena rubidus* Sav. var. *subrubicunda*.
6. *Octolasium cyaneum* Sav.; 7. *O. lacteum* Oerl.
8. *Lumbricus rubellus* Hoffm.; 9. *L. castaneus* Sav.; 10. *L. terrestris* L.

Es ist gar keine Seltenheit, dass man 6—8 dieser Species oder gar alle zusammen auf Trottoirs oder Straßen in weniger als 100 Schritten Länge finden kann; d. h. es beteiligen sich an den Wanderungen alle unsere Arten mit Ausnahme von *Eiseniella tetraëdra* Sav., *Allolobophora chlorotica* Sav., *Lumbricus meliboeus* Rosa; von diesen besitzt der erste und letzte in der Umgebung von Zürich eine lokale Verbreitung; beide finden sich hier nur an ausgesprochen feuchten Orten, letzteren habe ich da nur an Bächen gefunden. *A. chlorotica* zieht ebenfalls feuchte Standorte vor und ist an trockenen Stellen weniger verbreitet. Es ist gewiss mehr zufällig, wenn er nicht auch schon wie die andern wandernd getroffen wurde.

Zusammenfassend komme ich also zu dem Schlusse, dass das Wandern der Regenwürmer nicht eine zufällige, sondern eine all-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gemeine, notwendige Erscheinung ist; denn sie ist unter günstigen Verhältnissen zu beobachten zu jeder Jahreszeit, an fast allen Altersstufen und Arten derselben. Wir können von einem förmlichen Wandertriebe der Lumbriciden sprechen.

Als Ursache dieses Triebes möchte ich gegenüber dem Bedürfnis, unter Umständen bloß den Wohnort oder den Futterplatz zu wechseln, den Verhältnissen der Fortpflanzung den größeren Einfluss zuschreiben. Trotzdem die Regenwürmer Zwitter sind, ist eine Paarung doch notwendig und zum mindesten noch kein Fall von Selbstbefruchtung mit Sicherheit beobachtet worden, wenn sie auch nicht als Unmöglichkeit auszuschließen ist. Ein mir bekannter Gärtner will einen solchen Fall wirklich gesehen haben und nach Hoffmeister (l. c.) könnte sie wenigstens wahrscheinlich sein. Unbedingt aber ist sie als eine Ausnahme gegenüber dem normalen Verhalten der Paarung anzusehen. Wenn nun aber Fremdbefruchtung die Regel ist, so darf wohl auch Vermeidung von Inzucht als wichtig erachtet werden. Diese wäre aber unvermeidlich, wenn die Jungen an dem Platze sich entwickeln würden, wo die alten Tiere ihr Leben verbracht haben, also kein Ortswechsel einträte. Vorkehrungen gegen den schädlichen Einfluss der Inzucht sind eine so häufige Erscheinung in der Natur, dass wir sie gewiss unbedenklich als wichtigste Ursache des Wanderlebens der Würmer annehmen können.

Wie die Bodenverhältnisse und die besonders bevorzugte Nahrung in den Alpenweiden die Terrikolenfauna zu einem Wanderleben nötigen, habe ich bereits in dieser Zeitschrift (1900) geschildert.

Hensen führt in der genannten Arbeit aus, wie die von ihm besonders in Berücksichtigung gezogenen großen blauköpfigen Regenwürmer — wohl *Lumbricus terrestris* L. — wegen der Art, wie die Paarung vorgenommen wird, „nur in dichter Verteilung die natürlichen Bedingungen für die Existenz finde. Diese erfolgt nämlich so, dass zwei Tiere, mit ihren Hinterenden noch in den Röhren steckend und oft bis auf 2—3 dm an der Oberfläche ausgestreckt, sich aneinanderlegen. Ihr Rohr hat aber mehrere Ausgänge und daher beherrscht der einzelne Wurm eine größere Kreisfläche als die von einem Fuß Radius; ich möchte aber glauben, dass man die so beherrschte Fläche auf höchstens 1 m schätzen darf. Demnach glaube ich, dass, wo der große Regenwurm vorkommt, er in solcher Menge vorkommen muss, wie es die Möglichkeit geschlechtlicher Vereinigung erfordert, d. h. auf jede Fläche von 1 m Radius mindestens ein Wurm“.

Wenn die oben begründete Annahme eines Wandertriebes richtig ist, so kann die letztere Schlussfolgerung Hensen's in dieser strikten Form nicht aufrecht erhalten werden; vielmehr können die Regenwürmer, resp. die einzelnen Arten derselben vermöge dieser Wanderungen in relativ spärlicher Verteilung vorhanden, d. h. verhältnis-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mäßig selten sein. Diesen Schluss kann wohl jeder Sammler von Lumbriciden aus eigener Beobachtung bestätigen.

Wiederum sei verwiesen auf die Verhältnisse in Alpenweiden, wo sie oft an bestimmten eng begrenzten Stellen in größeren Gesellschaften beisammen, aber diese voneinander in größeren Abständen entfernt leben; ferner beweisen die Befunde bei Ausgrabungen, dass die Verteilung der Regenwürmer im Erdboden eine recht unregelmäßige sein kann; sie hängt eben nicht nur zusammen mit der Art der Paarung, sondern ebenso sehr ab von Schwankungen, wie sie durch die Wanderungen bedingt werden.

Wenn hier von solchen die Rede ist, so ist dies doch immer im Sinne der Auseinandersetzungen wie des Aufsatzes „Ueber die Verbreitungsverhältnisse der Lumbriciden in der Schweiz" (diese Zeitschrift 1900) zu verstehen. Die Regenwürmer sind trotz ihres Wandertriebes Tiere von beschränktem Lokomotionsvermögen.

2. Die mehrfach erwähnte Arbeit Hensen's behandelt die Regenwürmer nach ihrer Bedeutung für die Landwirtschaft, die er gewiss mit voller Berechtigung als bedeutend zu veranschlagen geneigt ist. Von besonders günstigem Einfluss scheinen ihm die großen Arten und unter diesen wieder die große blauköpfige Art *L. terrestris* L. zu sein, weil zufolge seinen Beobachtungen nur diese in die Tiefe, in den Untergrund hinabdringen, diesen durchpflügend, den atmosphärischen Einflüssen Zutritt und den tief dringenden Wurzeln der Pflanzen leichten Eingang verschaffend. (Vergl. auch Hensen, die Thätigkeit des Regenwurmes, *L. terrestris* L., für die Fruchtbarkeit des Erdbodens; Z. f. wiss. Zool. 28, 1877.)

Nach seinen Beobachtungen bleiben die kleinen Arten in der oberflächlichen Humusschicht, wo sie die großen in ihrer günstig wirkenden Thätigkeit unterstützen. Jene Thatsache konstatierte er durch Nachgrabungen zur Winterszeit, die er in einem Garten vornahm. Bei einer solchen Untersuchung fand er, dass einzelne Würmer $1^1/_2$ Fuß tief noch steif gefroren vorkamen, die Mehrzahl aber in größerer Tiefe stand. Der Untergrund bestand aus Korallensand.

Während des letzten Winters habe ich ebenfalls zwei Nachgrabungen vorgenommen, um die Befunde Hensen's zu kontrolieren. Ich zog hierfür Wiesen vor, weil in solchen der Humus nicht in Umschwung begriffen ist, die Bewohner des Bodens also eher Gelegenheit haben, sich ungestört nach ihren Gewohnheiten einzurichten.

Die erste dieser Nachgrabungen fand am 25. Januar statt nach einer intensiven Kälteperiode, die ohne vorgängigen Schneefall eingesetzt hatte. Das eingetretene Tauwetter hatte die oberste Erdschicht bis in ca. 5 cm Tiefe aufgeweicht, darunter war noch eine Schicht von 10—15 cm Dicke fest gefroren. In dieser fanden sich drei Würmer vor, von denen einer noch anscheinend lebenskräftig, die andern zu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Grunde gegangen waren. Offenbar hatte die rasch einbrechende Kälte sie erreicht und getötet; denn wenn auch die Würmer bei geringeren Kältegraden ein- und sogar steif gefrieren können, so erfrieren sie doch bei größerer Kälte.

Der Untergrund, der aus lehmigem Material von Grundmoränen bestand, hob sich nicht deutlich vom Humus ab, der bis in etwa 35 cm Tiefe hinabreichte. Die Grabung erfolgte bis in 65 cm Tiefe; einzelne Gänge setzten sich noch weiter abwärts fort.

Unter der gefrorenen Erde bis in 35 cm Tiefe wurden 22, weiter unten 17 Würmer herausgebracht. Die Zahl ergäbe auf 1 m² Bodenfläche ca. 350 Stück und die gewählte Stelle gehörte somit zu den weniger gut bevölkerten.

Die Insassen zeigten in ihren Winterlagern ein verschiedenes Verhalten, indem von derselben Art einzelne eingerollt, andere ausgestreckt waren. Die Mehrzahl hatte noch nicht Geschlechtsreife erreicht.

In der Tiefe bis 35 cm fanden sich vor: 1. *Eisenia rosea* Sav.; 2. *Helodrilus caliginosus* Sav. var. *typicus;* 3. *Octolasium lacteum* Oerl.; 4. *Lumbricus rubellus* Hoffm.

In 35—65 cm Tiefe kamen dieselben Arten und überdies noch 5. *Helodrilus longus* Ude vor; *E. rosea* fehlte hier. Zu bemerken ist, dass die noch unentwickelten jungen Würmer ebenfalls bis in diese Tiefe vorgedrungen waren.

Die gleiche Beobachtung war bei der zweiten Grabung zu machen, welche am 1. März 1901 erfolgte. Inzwischen war eine zweite Kälteperiode eingetreten, der Boden während derselben mit Schnee bedeckt. Der Aushub geschah in drei Schichten von je 20 cm Tiefe; auch hier gingen einige Röhren noch weiter hinab. Wiederum lagen einzelne eingerollt in kleinen Höhlungen, andere ausgestreckt in den Gängen; die erstern zeichneten sich dann zudem aus durch ihre Pigmentlosigkeit, und diese zeigten damit das gleiche Verhalten wie im Sommer. Denn auch zu dieser Jahreszeit findet man viele eng eingerollt und von heller Fleischfarbe vor.

Der Humus reichte nur 22 cm tief hinab; der Untergrund war wie im ersten Fall ein zäher, fester, lehmiger Gletscherschutt.

Die Kälte war bis 18° C. gesunken und hatte längere Zeit angedauert; doch war offenbar, verursacht durch die hohe Schneedecke, der Boden nicht zugefroren.

Die oberste Schicht, bis 20 cm Tiefe, enthielt 12 Lumbriciden, darunter 1. *Helodrilus longus* Ude; 2. *Eisenia rosea* Sav.; die zweite von 20—40 cm Tiefe 29 Exemplare; dabei waren außer den genannten ferner 3. *Helodrilus caliginosus* Sav. var. *typica;* 4. *Allolobophora chlorotica* Sav.

Die Lage von 40—60 cm beherbergte 25 Stück mit den ersten 3 der genannten Arten und überdies 5. *Lumbricus rubellus* Hoffm.; 6. *Lumbricus castaneus* Sav.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Von diesen Species wären *H. longus*, *caliginosus* und *L. rubellus* als große, die übrigen als kleine Arten (nach Hensen) zu bezeichnen. Die Vergleichung dieser beiden Ergebnisse belehrt uns jedoch, dass alle Species, große und kleine, in größere Tiefe vordringen, dass es keine Art giebt, die ausschließlich auf den Humus beschränkt wäre und die jungen Individuen von nur 1 mm Durchmesser die Fähigkeit besitzen, solche Tiefen aufzusuchen.

Hensen's Befund scheint somit mehr lokalen Verhältnissen zuzuschreiben zu sein und ist jedenfalls nicht eine allgemeine Erscheinung. Ob der Sandboden den kleineren Arten des genannten Autors nicht zusagt oder andere Einflüsse — vielleicht größere Trockenheit — hierbei mitspielten, ist nicht zu entscheiden. Die Festigkeit des Untergrundes kommt nicht in Frage, denn der sandige Untergrund bei der Hensen'schen Untersuchung dürfte kaum schwerer zu durchbohren sein als der zähe lehmige Boden am Zürichberg.

De Ribaucourt nimmt an, dass die Form der Würmer in Beziehung stehe zu ihrer Fähigkeit, in den Boden einzudringen, indem ein abgeflachtes und verbreitertes Hinterende, wie es z. B. *Lumbricus terrestris* und *Helodrilus longus* besitzen, einen kräftigeren Rückhalt gewähre und damit ein leichteres oder rascheres Vorrücken im Boden ermögliche. Dies sind die *vers canalisateurs* mit kräftigen, engpaarigen Borsten; die andern mit cylindrischem Hinterende und weit abstehenden Borsten, so *Octolasium cyaneum* und *lacteum*, die *vers sédentaires*. Jene sollen senkrechte Gänge in die Tiefe, diese mehr wagrecht und oberflächlich verlaufende graben; ferner die erstern die Oeffnungen der Kanäle nicht mit Blättern, Halmen u. s. w. als Nährmaterial verstopfen wie die letztern.

Die oben angegebenen Befunde beweisen, dass diese Beziehung zwischen Grabarbeit und Körperform nicht besteht, dass flache und runde Würmer mit gleicher Leichtigkeit den Boden durchwühlen. Letztere wissen wohl den nötigen Rückhalt beim Eingraben durch entsprechend engere Röhren zu gewinnen.

Bei Nachgrabungen kann man etwa beobachten, dass ein Wurm im Gang auf sich selbst zurückgelegt, entsprechend dünn und in die Länge gestreckt ist. So erklärt es sich, dass sie bald mit dem Vorderende oben Nahrung einziehen oder bald mit dem Hinterende daselbst die Exkremente von sich geben können.

Bei der zweiten Grabung beträgt die Zahl der Lumbriciden auf 1 m² ca. 400.

3. Die Paarung der Regenwürmer hat schon früh das Interesse der Naturforscher erregt. So berichtet z. B. M. de Montégre (Observations sur les lombrics; Mém. du Mus. d'hist. nat. 1815): Bei der Paarung sind der Gürtel und die Tuberkeln zwischen dem 10. und 15. Segment die einzigen Vereinigungsmittel. Hierbei legen sich die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tiere in entgegengesetzter Richtung aneinander, so dass diese Tuberkel neben den Gürtel zu liegen kommen. Jene greifen ähnlich Saugnäpfen in Vertiefungen des andern Tieres ein. So bleiben sie während mehrerer Stunden aneinander liegen; es ist eine kleine Wellenbewegung wahrzunehmen.

Hoffmeister sah, „wie die Seitenteile des Gürtels, woran die Saugnäpfe — *tubercula pubertatis* — liegen, sich flügelförmig ausdehnen, während der Bauchteil kräftig eingezogen wird. Bei immer stärkerer Undulation der Quermuskeln und des Gürtels wird die gegenseitige Kompression immer enger und genauer. Aus den Rückenporen und dem Gürtel fließt reichlicher Schleim. Eine Menge junger Würmer pflegen sich nun zu versammeln, welche gierig den Schleim einsaugen. Erst nach einer halben Stunde erfolgt das Ausströmen der Samenflüssigkeit. An jedem Wurm hatte sich durch das Hervortreten des Bauchrandes und das Einziehen der dicht darüber liegenden Streifen eine Art Kanal gebildet, der vom 8., 9. Ringe anfing und auf dem Gürtel endigte. In ihm bewegte sich in ununterbrochenem Strome eine weiße Flüssigkeit in der Richtung vom Kopfende zum Gürtel, welche Bewegung augenscheinlich durch die kräftigen wellenförmigen Kontraktionen der Ringmuskeln bewerkstelligt wird. Der Gürtel vertiefte sich an seinem ersten Ringe zu einer becherförmigen Grube, die sehr stark undulierte und hier schien die Flüssigkeit sehr rasch zu verschwinden, ohne dass jedoch auch nur ein Tropfen auf den Körper des anderen Individuums überzugehen schien. Die zwei Ströme flossen im Gegenteil ganz nahe nebeneinander in entgegengesetzten Richtungen. Wie es geschehen kann, dass die Flüssigkeit, die sich als Samen verhielt, nicht sich auf den überall feuchten Körpern verbreitete, ist mir nicht klar . . .“

Hoffmeister sah Paarungen vom März bis Anfangs Oktober sich vollziehen.

Genauer und zutreffender sind die Beobachtungen von Hering (Zur Anatomie u. Physiologie d. Generationsorgane d. Regenwurmes; Z. f. wiss. Zool. 8, 1857), die hier ebenfalls skizziert seien. Jeder der in Kopula tretenden Würmer vertieft durch Einziehen den Gürtel und die benachbarten Segmente zu einer kahnförmigen Grube, in die sich der andere Wurm hineinlegt. Es beginnt eine reichliche Absonderung von Schleim, der beide Würmer als eine gemeinschaftliche Hülle umschließt, indem er allmählich erhärtet Den *tubercula pubertatis* liegen das 9.—11., der männlichen Oeffnung das 26. Segment ungefähr gegenüber. Vor dem Gürtel erhebt sich bis zum Samenporus in 15 ein Längswulst zwischen den beiden Borstenpaaren, der von zwei parallelen Streifen begrenzt ist. Der obere ist deutlich als Längsrinne ausgebildet. In rhythmischer Wiederkehr ziehen sich am 15. Ringe die Rinne und ihre Ufer zu einem Grübchen ein, welches wie ein Wellen-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

thal bis zum Gürtel fortschreitet. In der Minute sieht man 14 Grübchen sich bilden und nach hinten ziehen. Etwa 1 Stunde nach der Vereinigung erfolgt der Erguss des Samens in kleinen Tröpfchen, welche in der Rinne nach hinten geführt werden. Sie sind durch Zwischenräume von der Länge der Tröpfchen voneinander getrennt. Die *tubercula pubertatis* kontrahieren sich rhythmisch etwa 55mal in der Minute und etwa 2mal in dieser Zeit hebt sich der seitliche Teil des Gürtels vom anderen Wurme etwas ab und presst sich wieder an.

So wird bewirkt, dass der Same nach den Samentaschenöffnungen hin getrieben wird, die frei unter der Schleimhülle liegen und also nicht von der Gürtelleiste bedeckt sind. Vielleicht durch Saugen der Taschen wird nun der Samen von ihnen aufgenommen. Der ganze Begattungsakt dauert 2—3 Stunden.

Es dürfte sich empfehlen, den Längswulst von der männlichen Geschlechtsöffnung in 15 bis zum Gürtel als Begattungsleiste zu bezeichnen; sie ist an geschlechtsreifen Tieren deutlich durch die zwei geschilderten parallelen Rinnen abgegrenzt und sichtbar.

Ich habe schon seit einer Reihe von Jahren mich ebenfalls bemüht, den Vorgang der Paarung genauer zu verfolgen, ohne jedoch dabei zu einem befriedigenden Resultate gekommen zu sein, da ich die Tiere nur im Freien, in ihren natürlichen Verhältnissen beobachtete.

Wie Hoffmeister richtig äußert, fällt bei Eintritt warmer Witterung der Beginn der Paarungszeit schon in den Monat Februar und reicht jedenfalls bis Ende Mai; in den Sommermonaten habe ich noch nie Paare in Kopula gefunden.

Im allgemeinen kann ich die Beobachtungen von Hering bestätigen; wie de Montègre und Hoffmeister nahm ich aber nie die Bildung eines Schleimringes oder -bandes wahr. Die in Paarung begriffenen Würmer waren stark schleimig, aber in der Gürtelregion nicht mehr als in den davor gelegenen Körperpartien. Wenn die Tiere gestört wurden, so lösten sie sich mit einem Ruck und ohne irgendwelche äußere Hindernisse voneinander ab; ferner war keine Zone der beiden Wurmkörper jemals eingeschnürt und von einem solchen Bande bedeckt, das auch mit der Lupe nicht nachzuweisen war.

Im übrigen sind Hering's Angaben von den in segmentalen Abständen der von der männlichen Geschlechtsöffnung nach dem Gürtel auf der Begattungsleiste vorrückenden Grübchen, dem Eintritt des Samens in die Samentaschen nur zu bestätigen, so auch die der Art, wie die beiden sich paarenden Würmer aneinander gelagert sind. Das Klitellum springt hierbei in verschiedenem Maße vor, bald einen geraden, bald einen stark vorgewölbten und das andere Individuum weiter umfassenden Rand bildend.

Doch liegt mir fern, die Beobachtung Hering's bezüglich des Schleimringes in Zweifel zu ziehen; vielmehr möchte der Sachverhalt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bei weiterer Verfolgung desselben sich so herausstellen, dass die abweichenden Angaben richtig sind, jedoch für verschiedene Arten zutreffen. Die Species, die ich bis jetzt einzig in Paarung zu beobachten Gelegenheit hatte, ist *Lumbricus terrestris* L. und von ihr gilt also die von mir gegebene Darstellung.

Sie scheint mit Vorliebe den frühen Morgen zur Kopula zu benutzen, denn man trifft sie recht häufig bei Tagesanbruch, auch etwa noch bis gegen den Mittag hin in dieser Stellung. Die Empfindlichkeit gegen das Licht spielt demnach in dieser Periode eine ebenso geringe Rolle wie bei den Wanderungen. Doch lässt sich diese Erscheinung vielleicht damit erklären, dass sie auch bei Nacht nur gegen grelle Differenzen in der Belichtung reagieren, von einem allmählich sich steigernden Licht — wie der Tageshelligkeit am Morgen — aber nicht gestört werden.

Dass nicht alle Arten bei der Paarung sich gleich verhalten, wird durch die Beobachtungen an *Eisenia foetida* zur Genüge klar, über welche Perrier (Note sur l'accouplement des lombrics; Arch. de zool. exp. und gén. IV. 1875), Andrews (Conjugation of the Brandling; The Americ. Naturalist 29. 1895) und Foot (The Cocoons and Eggs of Allolobophora foetida; Journ. of Morph. XIV. 1898) genauere Mitteilungen machen.

Schon darin benimmt sie sich anders, dass sie zu diesem Zweck nicht an die Oberfläche kommt und zu jeder Tageszeit die Paarung eingeht.

Hierbei werden die Gürtelregionen stark eingeschnürt, noch mehr aber die diesen anliegenden Partien von jedem der beiden kopulierenden Tiere. Diese am meisten verengerte Partie umfasst die Segmente 8—11 oder 12; sie sieht aus, als ob sie mit Faden umwickelt wäre und in ihr liegen die Samentaschen (Fig. 1 a. f. S.). Die Einschnürung kommt zu Stande durch eine Schleimhülle, deren Ränder wiederum besonders tief einschneiden. Sie sind in den Segmenten 8 und 11 oder 12 des einen und am Vorder- und Hinterende des Gürtels des andern Tieres gelegen. Die vordern 7 wie die hinter dem Klitellum gelegenen Ringel sind frei. Stark ausgedehnt sind dagegen die unmittelbar hinter 11, resp. 12 gelegenen Segmente. Die Gürtelregion bildet ventral eine tiefe Grube und umfasst das andere Individuum zum größten Teil, wohl zu $^2/_3$ seines Umfangs.

Werden solche Paare gestört, so ziehen sie sich der Länge nach voneinander weg und aus den Schleimbändern heraus, die inzwischen erhärtet sind.

In diesen Angaben stimmen Andrews und Foot miteinander überein. Letzterer Autor hat nun aber weiter beobachtet, dass bei der Kopula auch gleich die Cocons gebildet werden. Während nach der bisherigen Annahme bei der Paarung bloß die Samentaschen mit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

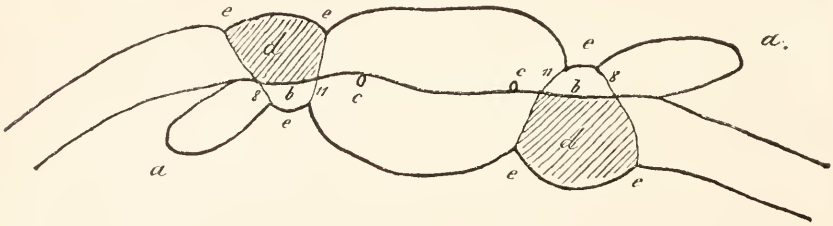
Sperma gefüllt werden und die Coconbildung erst später an jedem Individuum für sich allein erfolgen sollte, verhält sich *E. foetida* in dieser Beziehung anders, indem auch die Ablage der Eier und mit dem Zutritt von Sperma deren Befruchtung sich vollzieht; die nach der Paarung abgestreiften Schleimbänder erfüllen sodann ihre Aufgabe als schützende Hüllen um die sich entwickelnden Embryonen.

Nach Foot ist anfänglich jedes Cocon auch von einer weiten Schleimröhre umgeben, welche bei der Kopula die zwischen dem Segment 11 oder 12 und dem vorderen Gürtelrand gelegene Partie jedes Paarlings einhüllte und bald nach der Ablage des Cocons zu Grunde geht.

Diese Schleimröhre scheint mir nicht eine zufällige, sondern eine notwendige Bildung zu sein, da ihr wohl die Aufgabe zukommen dürfte, die Samenflüssigkeit vor der Berührung mit der umgebenden Erde zu bewahren.

Die Thatsache, dass während der Paarung beide Cocons gebildet werden, könnte nun nach Foot darauf hinweisen, dass die Samen-

Fig. 1.



taschen eine andere Funktion als die der Aufspeicherung von Sperma von jener an bis zur Eiablage besitzen. Das Sperma, das sie enthalten, ist allerdings nach Form und Größe übereinsimmend mit demjenigen in den Cocons und in den Samenblasen. In einigen zur Untersuchung gelangten Fällen waren die Spermatheken nach der Coconbildung leer, in andern diejenigen beim einen Individuum gefüllt, die des andern aber leer. Das scheint aber doch darauf hinzudeuten, dass zwei Paarungen notwendig sind, die eine zur Füllung der Samentaschen, die andere dagegen zur Bildung der Cocons: Immerhin giebt Foot selbst zu, dass zur endgiltigen Erledigung der Frage noch weitere Beobachtungen nötig sind.

Es ergiebt sich, dass in den einen Fällen bei der Paarung der Regenwürmer die Bildung von Schleimbändern, welche die Paarlinge aneinander heften, beobachtet wurde, in den andern nicht; das eine Mal ferner wurde die Bildung von Cocons bei der Kopula (Foot) konstatiert, das andere Mal nicht (Andrews).

Bezüglich des ersten Punktes nun entspricht gewiss den Thatsachen am besten der Schluss, dass die verschiedenen Arten ein ver-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schiedenes Verhalten zeigen, bezüglich der zweiten Frage wohl die Foot'sche Annahme, dass wenigstens bei *E. foetida* zwei Arten von Paarungen vorkommen, die eine zur Füllung der Spermatheken, die andere zur Bildung der Cocons.

In seinen „Notes on the Clitellum of the Earthworm" führt Cole (Zool. Anz. 1893, XVI) aus, dass und warum ihm die Bildung der Coconschale durch das Klitellum unverständlich sei. Nach seiner Ansicht würde das Cocon vielmehr so zu stande kommen, dass an der ventralen Seite in dem Gebiete der Samentaschen- und Eileiter-Mündungen eine Schleimschicht gebildet wird, in welche Eier- und Spermamassen deponiert werden; sodann erfolgt die Bildung einer zweiten Schleimschicht, welche mit der ersten an den Rändern sich verkittend das fertige Cocon ergäbe. Da dieser Annahme direkte Beobachtungen gegenüberstehen, ist ihr wohl nur theoretischer Wert beizumessen insofern, als die Sache sich so verhalten könnte.

Fig. 2.

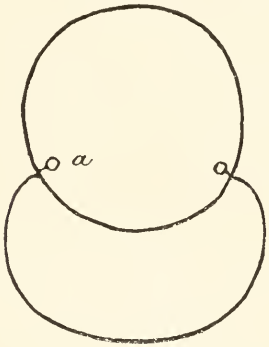


Fig. 3.

Besteht nun bezüglich des Vorganges der Paarung und der Coconbildung im großen Klarheit, so ist dies noch keineswegs der Fall in den Einzelheiten von diesem komplizierten Mechanismus, und es mögen von ihnen noch zwei berührt werden. Bei *L. terrestris* L. umfasst die Gürtelregion des einen Paarlings den andern nur an dessen Bauchfläche und wenig von den Seitenflächen bedeckend; so bleibt mehr als die Hälfte des Körperumfanges frei (Fig. 2). Bei *E. foetida* aber werden auch die Seitenflächen umfasst, indem die Bauchwand in Falten gelegt wird; nur die Rückenfläche bleibt frei (Fig. 3). Dies hängt offenbar zusammen mit der Lage der Samentaschen, die bei der ersten Art nahe seitlich der Bauchfläche, bei der letztern aber neben der dorsalen Mittellinie sich befinden. Indem bei *L. terrestris* die *Tubercula pubertatis* auf die Mündungen der Samentaschen sich legen, wird das Sperma in diese eingeführt, bei *E. foetida* erreichen diese die Oeffnungen der Spermatheken nicht, es braucht noch eine Einrichtung, ihnen die Samenflüssigkeit zuzuleiten und diese ist gegeben in dem Schleimband. So

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

scheint mir verständlich, dass die Arten mit tief liegenden Samentaschen bei der Kopula eines solchen Schleimbandes entbehren können, während diejenigen mit hochgelegenen Spermatheken desselben bedürfen.

Ein zweiter Punkt betrifft die Art, wie das Sperma auf den Begattungsleisten fortgeleitet wird. Schon Hoffmeister ist aufgefallen, dass es eigentümliche Kohäsionsverhältnisse zeigt und sich nicht auf dem überall feuchten Körper verteilt. Die Tröpfchen verhalten sich somit ähnlich wie solche von Quecksilber. Damit erklärt sich, wie sie als kompakte Gebilde in den oben geschilderten Grübchen und mit ihnen von der männlichen Geschlechtsöffnung weg dem Gürtel zuwandern.

Damit hängt weiter zusammen, dass nach Hoffmeister die Begattung jedesmal nur auf einer Seite stattzufinden scheint. Sie, d. h. die Füllung der Samentaschen, kann nur auf der Seite erfolgen, auf welcher die Spermatröpfchen dem Zuge der Schwere folgend, nicht aus den Grübchen herausfließen können. Bei normaler Lage der Würmer ist wohl eine beidseitige Füllung möglich, unmöglich aber ist sie nach meiner Ansicht bei schiefer Lage der Medianebene. Sie wäre demnach überhaupt in jeder Situation des Tieres anzunehmen, in der die Spermatröpfchen in den Grübchen der Begattungsleiste liegen bleiben können, also auch in nicht zu stark geneigter Richtung der Längsaxe der kopulierenden Tiere. Ob nun wirklich der Samenerguss nur auf der Seite stattfindet, auf der nach der Lage der kopulierenden Tiere die Beschickung der Samentaschen möglich ist, wird durch weitere Beobachtungen festzustellen sein. Ich würde den Regenwürmern ein genügendes Unterscheidungsvermögen zutrauen, das Sperma nur auf der Seite austreten zu lassen, wo es seiner Bestimmung zugeführt werden kann.

Soweit das Bild der Paarung der Lumbriciden nach dem gegenwärtigen Stand der Erkenntnis. Es ist noch unvollständig und bedarf mancher Ergänzung. Die genaue Erforschung erscheint um so wünschenswerter, als das Geschlechtsleben dieser Tiere mit zu den merkwürdigsten und eigenartigsten Vorgängen in der Biologie der Tierwelt gehört. [77]

Figurenerklärung.

Fig. 1: *a* = Vorderende; *b* = Gegend der Samentaschen; *c* = männliche Geschlechtsöffnung; *d* = Gürtel; *e* = verdickte Ränder der Schleimbänder.

Fig. 2 und 3: *a* = Samentaschen.

Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie.

Von Dr. **Em. Rádl** (Pardubitz, Böhmen).

(Fortsetzung.)

Manche Stellen, welche als Beweise angeführt werden, dass Goethe an die Entwicklung geglaubt hat, müssen anders erklärt werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: 21

Autor(en)/Author(s): Bretscher Konrad

Artikel/Article: Zur Biologie der Regenwürmer. 538-550