

stammen, ganz unabhängig von den somatischen Zellen des Blastoderms und des Keimstreifens.

Die Entwicklung der Geschlechtsorgane bei *Phalangium* bildet demgemäß einen neuen Fall einer äußerst frühen Differenzierung der Keimzellen in dem sich entwickelnden Ei.

Ueber das Kriechen der Regenwürmer.

Von **Benedict Friedländer** in Berlin.

Im Sommer 1888 von mir angestellte, aber noch nicht zum Abschluss gelangte Versuche über Regenerationserscheinungen am Regenwurm gaben die Veranlassung zu einigen physiologischen Beobachtungen, von denen ich eine im Folgenden vorläufig mitteile, ohne jedoch eine ganz sichere Erklärung für dieselbe geben zu können. Ich schneide den Würmern nicht nur die vordern oder hintern Segmente ab, sondern bewirkte auch Exzisionen von kleinern Partien des Bauchmarks in der Mitte. Was nun die erstern Experimente betrifft, so ist hervorzuheben, dass die des Vorderteils beraubten Würmer sich ganz anders verhalten wie diejenigen, denen das Schwanzende abgeschnitten war. Letztere benehmen sich, um es kurz zu sagen und wie im voraus erwartet werden konnte, wie normale Tiere; sie bohren sich alsbald in die Erde ein. Nicht so die geköpften Würmer. Unmittelbar nach der Operation machen sie heftige schlagende und windende Bewegungen, kriechen auch wohl eine Zeit lang herum, kommen aber meist schon nach kurzer Zeit zur Ruhe und können nun auf feuchter Erde, mit feuchtem Fließpapier bedeckt, Tage und Wochen lang ruhig daliegen, ohne, wie es scheint, nach Verheilung der Wunde autonome Bewegungen zu machen. Jeder Reiz lässt sie jedoch alsbald aus ihrer Passivität erwachen; sie machen dann ganz energische Bewegungen, kriechen sogar ein Stück weit, nach kurzer Zeit jedoch fallen sie in die anfängliche Lethargie zurück.

Weit höheres Interesse jedoch beanspruchen, wie ich glaube, die folgenden Versuche.

Es wurde zunächst ein ventral-lateraler Einstich etwa in der Mitte des Tieres gemacht, sodann von diesem aus durch einen neuralen Querschnitt der Hautmuskelschlauch eröffnet und so das Bauchmark freigelegt. Bei einigermaßen großen Würmern gelingt es dann leicht, das Bauchmark mittels einer unter dasselbe geschobenen Nadel in die Höhe zu heben. Entweder kann man nun dasselbe einfach durchschneiden, oder erst eine kleine Schlinge hervorzerren und diese in 2 Punkten a tempo durchtrennen, so dass ein 0,5—1 cm langes Stück exzidiert wird. Für den Fall nun, dass nicht etwa der Darm durch die Wunde hervorquillt oder gar zerreißt, was bei einiger Vorsicht leicht vermieden werden kann (namentlich darf die Wunde nicht unnötig groß gemacht werden), tritt nach 1—2 Tagen vollständiges

Zuheilen der Wunde ein, während der Defekt im Bauchmark lange Zeit hindurch bestehen bleibt. Anfangs erwartete ich, dass die hinter und vor der Resektionsstelle gelegenen Partien des Wurmes sich bei der Lokomotion physiologisch wie 2 Individuen verhalten würden, oder auch etwa, dass der hintere Teil einfach nachschleppen würde. Beides ist nun aber durchaus nicht der Fall, sondern die Tiere, denen in der Mitte ein Stück des Zentralnervensystems total fehlt, kriechen ganz so wie normale Tiere bis auf eine kleine später zu besprechende Abweichung. In den vordern Segmenten beginnt eine Kontraktion der Längsmuskeln, welche nach hinten fortschreitet, an die Resektionsstelle gelangt, diese überspringt und hinter derselben sich fortsetzt, so dass also die Bewegungen beider Teile genau in derselben Weise koordiniert sind wie beim normalen Tier. Nach Ablauf mehrerer Wochen waren die Würmer durchaus munter, sie wurden sezirt und dabei festgestellt, dass wirklich ein Stück Bauchmark fehlte.

Wie ist nun diese Thatsache zu erklären?

Eine Fortleitung des Reizes im Zentralnervensystem ist offenbar an der defekten Stelle nicht möglich. Wird die Erregung vielleicht von Muskelement zu Muskelement direkt (oder durch einen in den Muskeln liegenden Ganglienzellplexus) fortgeleitet? Bei dieser Annahme wäre es auffällig, dass im normalen Regenwurm zwar die Erregung durch das Bauchmark, im Falle der Resektion derselben jedoch auf andrem Wege fortgeleitet werden und democh in beiden Fällen genau der gleiche Effekt, nämlich ein regelmäßiges Fortschreiten der Kontraktionswelle von vorn nach hinten und damit eine koordinierte Lokomotion erreicht werden sollte; man müsste denn annehmen, dass auch beim normalen Regenwurm das Bauchmark mit dem gewöhnlichen Kriechen direkt nichts zu thun habe. Diese Annahme ist zwar unwahrscheinlich, muss aber doch als Möglichkeit in betracht gezogen werden. Aber noch aus einem andern Grunde kann ich nicht an eine solche Uebertragung des Reizes von Muskelzelle zu Muskelzelle glauben. In dem Augenblick nämlich, wo beim Kriechen der operierten Tiere die Kontraktionswelle die resezierte Stelle erreichte, bildete sich eine ringförmige Einschnürung an derselben, während die äußerlich als eine Dickenzunahme sich darstellende Kontraktionswelle, wie gesagt, hinter dieser Stelle sich ungestört fortsetzte. Diese Einschnürung erklärte sich in einfachster Weise durch die Annahme, dass die Längsmuskeln der bauchmarklosen Segmente sich nicht mit kontrahierten. Wenn nun eine direkte Uebertragung des Reizes von Muskel zu Muskel stattfand, konnte dies nicht der Fall sein. Hiergegen ließe sich nun allerdings der Einwand erheben, dass ja bei der Operation durch den beschriebenen Querschnitt eine Anzahl von Längsmuskeln einfach durchschnitten und somit außer Funktion gesetzt seien, und das Un-

terbleiben der Kontraktion somit hierdurch erklärt würde und nicht die Folge des Defektes im Bauchmark wäre. Dann könnte freilich dennoch eine direkte Uebertragung des Reizes durch die teilweise intakt gebliebenen Längsmuskeln stattfinden. Um diese Frage zu entscheiden, versuchte ich die gleiche Operation — Exzision eines Stückes Bauchmark — ohne eine erhebliche Verletzung der Längsmuskeln zu bewirken, d. h. ich schnitt den Hautmuskelschlauch ventralmedian in der Längs-Richtung einige Minimeter weit auf und suchte nun ein möglichst großes Stück Bauchmark zu entfernen. Es kam nun darauf an zu konstatieren, ob die Längsmuskulatur auch der marklosen Segmente beim Kriechen kontrahiert würde oder nicht. Diese Beobachtung ist nicht ganz leicht, wenn man nur ein kurzes Stück Bauchmark exzidiert hat; anderseits ist es einigermaßen schwierig, ein längeres Stück Bauchmark zu entfernen. Ich kann daher nicht mit absoluter Sicherheit behaupten, dass die Kontraktion völlig unterbleibt; jedenfalls ist sie erheblich vermindert, und es schien mir an gut operierten Tieren so, als ob dieselbe völlig aufgehoben sei. Somit bin ich leider nicht in der Lage zu entscheiden, ob die Annahme der Uebertragung des Reizes von Muskel zu Muskel ganz auszuschließen ist; doch glaube ich die Unwahrscheinlichkeit derselben dargethan zu haben und mit folgender Erklärung eher das Richtige zu treffen.

Bei einem ruhig kriechenden intakten Regenwurm beginnt, wie gesagt, die Kontraktionswelle nahe dem vordern Ende des Tieres, jedenfalls durch einen Willensakt des Tieres hervorgerufen. Da durch die Stellung der Borsten ein Zurückweichen der vor der sich kontrahierenden Partie gelegenen Segmente verhindert wird, wird auf die hinter derselben befindlichen Segmente ein Längszug ausgeübt. Wie nun, wenn man annähme, dass eben dieser als Reiz auf die gedehnten Partien des Bauchmarks wirkte und der dadurch ausgelöste Reflex in einer Kontraktion der Längsmuskeln der gedehnten Segmente bestände? Es würde dann zunächst eine solche Kontraktion eintreten; diese würde in gleicher Weise auf die nächstfolgenden Segmente wirken, kurz es müsste dann die Kontraktionswelle allmählich den ganzen Wurm von vorn nach hinten durchlaufen, was wirklich der Fall ist. Denken wir nun an unsern operierten Regenwurm. Die Kontraktion sei bei der des Bauchmarks entbehrenden Stelle angelangt und übe auf diese einen Zug aus. Hier kann keine Reflexkontraktion eintreten, denn das Reflexzentrum, das Bauchmark fehlt. Dies ist, wie oben angeführt, nach meinen Beobachtungen wenigstens sehr wahrscheinlich wirklich der Fall. Aber rein mechanisch wird der Zug durch die wie eine leblose Masse sich passiv verhaltenden bauchmarklosen Segmente fortgeleitet und gelangt so schließlich zu den dahinter befindlichen normalen Segmenten. Unserer Annahme zufolge muss Längs-

kontraktion derselben eintreten und diese bis zum Hinterende sich fortflanzen, was der Fall ist. So würde also obige Annahme, der zufolge eine Längsdehnung eine Längskontraktion als Reflexbewegung auslöst, das Fortschreiten der Kontraktionswelle und somit die Lokomotion sowohl des normalen wie des operierten Regenwurms in einheitlicher Weise befriedigend erklären. Es kam mir daher darauf an, diese Annahme auch durch direkte Versuche wahrscheinlich zu machen. Diese sind sehr einfach und gelingen bei einigermaßen lebhaften Regenwürmern, denen die vordern Segmente abgeschnitten wurden, durchaus prompt. Zieht man an den vordersten Segmenten des geköpften Wurms, so tritt Längskontraktion ein, eine Erscheinung, die nur durch den Anschein nach autonome Bewegungen des der vordersten Segmente beraubten Tieres (namentlich in den ersten Minuten nach dem Abschneiden der vordersten Segmente, vermutlich wegen des durch die Operation selbst gesetzten nachwirkenden Reizes) etwas verdunkelt werden kann. Ja es gelingt sogar folgender Versuch oft sehr gut, der die Sache vielleicht am deutlichsten demonstriert: man schneide einen Regenwurm etwa in der Mitte entzwei und nähe nun beide Stücke so zusammen, dass beide durch ein etwa 1 cm langes Fadenstück verbunden sind. Wie anfangs bemerkt, pflegt das hintere Ende nach einiger Zeit zur Ruhe zu kommen, während das vordere normale Kriechbewegungen ausführt. In dem Augenblick nun, wo die Kontraktionswelle des vordern Teils am Hinterende desselben angelangt ist, entsteht ein Zug, welcher auf den Faden und somit auf das daran befestigte Vorderende des hintern Teils wirkt. Alsbald beginnt dort eine Kontraktion, die sich nun ganz normal bis zum Hinterende fortsetzt. Wenn nun nicht, was allerdings mitunter der Fall ist, auch das Hinterende, wenn es einmal in Bewegung ist, autonom weiter kriecht, hat man das erstaunliche Schauspiel, dass die nur durch einen Faden verbundenen Stücke wie ein physiologisches Individuum koordinierte, harmonische Lokomotionsbewegungen vollführen. Die Erklärung ergibt sich mit Hilfe unserer Hypothese von selbst.

Wenn sich die hier versuchte provisorische Erklärung auch nicht bestätigen sollte, so bleibt doch immerhin die Thatsache, dass ein Regenwurm mit reseziertem Bauchmark koordinierte Kriechbewegungen ausführt wie ein normaler, beachtenswert. Man wird bei Anneliden z. B. nicht mehr aus der Beobachtung, dass Vorderteil und Hinterteil koordinierte Bewegungen machen, schließen dürfen, dass die Leitungsfähigkeit des Bauchmarks überall intakt sei; cf. Krukenberg, vergleichend-physiolog. Studien an den Küsten der Adria. Heidelb. 1880. S. 87 ff.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1888-1889

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Friedlaender Benedict

Artikel/Article: [Ueber das Kriechen der Regenwürmer. 363-366](#)