

gewiesen werden, obwohl speziell nach ihnen gesucht wurde; vielmehr beschreibt Verfasser Bilder, die auf direkte „Kernzerschnürung“ schließen lassen.

Die Sarkoplasten wachsen in die Länge gleichzeitig mit den Zellen, in denen sie liegen; sie verschmelzen schließlich zur Bildung einer quergestreiften Muskelfaser, wobei Kerne und Reste von Protoplasma eingeschlossen werden und als „Muskelkörperchen“ an verschiedenen Stellen des Querschnitts liegen, wie überhaupt in den Skelettmuskeln der Frösche.

Dieselben Sarkoplasten fand Verfasser auch in den Muskeln von Schweinsembryonen späterer Stadien (15 cm und 20 cm lang), wo sie gleichfalls zwischen fertigen Muskelfasern lagen.

Dagegen konnte er bei einer Anzahl jüngerer Embryonen von Wirbeltieren, sowie bei heranwachsenden Ratten und vor kurzem aus dem Winterschlaf erwachten Erdzeiseln keine Sarkoplasten finden.

Indem Verfasser die positiven Befunde Margo's, soweit sich dieselben auf Wirbeltiere beziehen, einer genauern Kritik unterzieht, kommt er zu dem Schlusse, dass auch Margo Sarkoplasten nur bei älteren Embryonen, nicht bei der ersten Differenzierung der Gewebe gefunden habe. Dies, zusammen mit dem Resultat seiner eignen Untersuchungen und mit den Beschreibungen, welche die Autoren von der ersten Anlage der Skelettmuskulatur der Wirbeltiere geben, führen ihn zu dem Schlusse, dass

die Entwicklung von quergestreiften Muskelfasern aus Sarkoplasten in späteren Stadien der embryonalen Entwicklung von Wirbeltieren konstant und regelmäßig stattfindet,

dass sie sich von dem Modus der Histiogenese quergestreifter Muskelfasern bei der ersten Anlage des Körpers vor allem dadurch unterscheidet, dass es dabei nicht zur Bildung von langen Muskelfasern komme, die im Innern Protoplasma und Kerne, und außen quergestreifte Substanz tragen,

dass vielmehr die kontraktile Substanz dabei zunächst ganz unregelmäßig im Innern von Zellen abgelagert werde.

### Schwerkraft und Zellteilung.

O. Hertwig, Welchen Einfluss übt die Schwerkraft auf die Teilung der Zellen? Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 18. S. 175—205. — E. Pflüger, Ueber die Einwirkung der Schwerkraft und anderer Bedingungen auf die Richtung der Zellteilung. Dritte Abhandlung. Arch. f. d. ges. Physiologie, Bd. 34. S. 607—616. — G. Born, Biologische Untersuchungen. I. Ueber den Einfluss der Schwere auf das Froschei. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 24. S. 475—545.

Die durch Pflüger angeregte Frage, ob die Schwerkraft einen

Einfluss auf die Teilung des Eies übt, beziehungsweise welcher Art dieser Einfluss ist (siehe Biol. Centralblatt Bd. III. S. 596) hat auch durch die jüngsten Untersuchungen ebensowenig wie durch die früheren Abhandlungen von Roux und Born (siehe Biol. Centralblatt Bd. IV. S. 371) eine den Ansichten Pflüger's günstige Beantwortung erfahren. Pflüger selbst sieht allerdings seinen Standpunkt als unerschüttert an; doch nähert er sich in seinem neuesten Artikel über diesen Gegenstand der Anschauungsweise seiner Gegner, wie uns scheint, mehr als er einräumen möchte. Es ist gewiss kein unwesentliches Zugeständnis, wenn Pflüger jetzt den Vorgängen, die sich bei der Teilung des Zellkernes abspielen, eine wichtige Rolle zuschreibt und anerkennt, dass die Zelle sich senkrecht auf die Richtung der „karyokinetischen Streckung“ teilt, diese letztere Richtung aber bedingt sein lässt durch die Widerstände, welche die Streckung innerhalb der in ungleichem Grade flüssigen Teile des Eies findet. Der Prüfung dieser Ansicht dienen auch Pflüger's neue Versuche, in denen er die Furchung von Batrachiereiern beobachtete, welche zwischen zwei vertikalen Glasplatten eingeklemmt und dadurch mehr oder minder komprimiert waren. In der Regel stellte sich die erste Furchungsebene senkrecht zu beiden Glasplatten und die zweite horizontal (!).

Hertwig stellt sich im Gegensatz zu Pflüger, dem experimentierenden Physiologen, auf den Standpunkt des vergleichenden Embryologen und gewinnt an eigenen und fremden Beobachtungen über die Furchung der verschiedensten tierischen Eier eine sehr breite Basis zur Beurteilung der aufgeworfenen Frage. In den Vordergrund stellt er die Thatsache, dass bei solchen kugligen Eiern, welche wie diejenigen der Echiniden einer äquivalenten Furchung unterliegen, überhaupt keine primäre Eiaxe zu unterscheiden ist, sondern die erste Fureche jede beliebige Richtung haben kann. Es geht natürlich schon daraus mit zwingender Notwendigkeit hervor, dass die Schwerkraft den ihr von Pflüger zugeschriebenen schlechtweg richtenden Einfluss auf die Lage der Teilungsebenen nicht hat. Um aber weiter in positivem Sinne zu entscheiden, von welchen Umständen die Aufeinanderfolge und Richtung der Furchungen abhängt, stellt Hertwig eine Reihe von Betrachtungen über den Bau der Eizelle an. Es wird zunächst die Verteilung der verschiedenen Dotterbestandteile — des Bildungs- und des Nahrungsdotters — in der ungeteilten Eizelle ins Auge gefasst. Die Unterscheidbarkeit einer besondern Eiaxe wird bedingt durch den Reichtum des Eies an Nahrungsdotter, der, solange er nur spärlich auftritt, den Eiinhalt gleichmäßig durchsetzt, wenn er aber in größerer Menge vorhanden ist, sich in ungleicher Weise darin verteilt, und zwar so, dass in der Regel zwei leicht erkennbare Pole entstehen, ein an Nahrungsdotter armer, dagegen an Bildungsdotter reicher formativer oder animaler und ein umgekehrt an Nahrungs-

dotter reicher, aber an Bildungsdotter armer vegetativer. An solchen Eiern beobachtet man stets, wenn sie in einer Flüssigkeit frei schwimmen, dass ihr animaler Pol nach oben gekehrt ist, ihre Eiaxe senkrecht steht. „Wir können daraus schließen, dass im allgemeinen dem Bildungsdotter ein geringeres spezifisches Gewicht zukommt als dem Nahrungsdotter.“ Neben der Schwere aber bestimmen noch andere in den Eisubstanzen selbst gelegene Kräfte die Anordnung der Teile. Hertwig weist besonders auf gewisse Erscheinungen bei der Bildung der Richtungskörper und bei der Befruchtung hin. Das Keimbläschen rückt, wie man namentlich aus Hertwig's eignen Untersuchungen weiß, aus der ursprünglichen zentralen Lage an die Oberfläche des Eies, und zwar entweder an den animalen Pol, wo ein solcher bereits ausgebildet war, oder an einen andern Punkt, der dadurch zum animalen Pole wird. Dabei nimmt es vermöge der Anziehungskraft, die es auf den Bildungsdotter ausübt, etwas von letzterem aus dem Innern des Eies mit an die Oberfläche und vermehrt dadurch die Menge des Bildungsdotters am animalen Pole. Und in ähnlicher Weise äußert sich die auf der Verschmelzung zweier Kerne, des Eikernes und des Spermakernes, beruhende Befruchtung in einer Attraktion von Bildungsdotter zum animalen Pole, da der Furchungskern sich stets in der Nähe des letztern befindet. So wird es auch erklärlich, „dass die befruchteten Froscheier sich energischer und rascher drehen als die unbefruchteten.“ Was nun aber die Lage des befruchteten Kernes (Furchungskernes) im Eie angeht, so ergibt sich aus allen bekannten Thatsachen ein deutliches Wechselverhältnis zwischen dem Kern und dem Bildungsdotter: ist dieser gleichmäßig durch das Ei verteilt, so liegt der Kern zentral, ist er aber polar angesammelt, so ist auch der Kern gegen den animalen Pol gerückt. „Der Kern sucht stets die Mitte seiner Wirkungssphäre einzunehmen.“

Von dieser Grundlage aus lässt sich nun ein Verständnis für die Teilungen des Eies gewinnen. Diese beginnen, wie bekannt, immer mit Veränderungen des Kernes. „Während dieser ursprünglich ein einheitliches Kraftzentrum mit gesetzmäßig bestimmter Lage vorstellt, bilden sich einige Zeit vor Beginn der Eiteilung zwei getrennte und einander entgegengesetzte Kraftzentra an ihm aus“, die sich von einander entfernen. Eine Linie, welche dieselben verbindet, nennt Hertwig die „Kernaxe“; sie entspricht also wesentlich dem, was Pflüger als die „Richtung der karyokinetischen Streckung“ bezeichnet. Da von der Lage dieser Kernaxe die Richtung der Furchungsebene abhängt, welche sich stets senkrecht dazu stellt, so führt sich die Frage nach der Ursache der Richtung der letzteren zurück auf die Frage nach der Ursache der Stellung der Kernaxe. Diese aber wird durch dieselben Umstände bedingt wie die Lage des Kernes, nämlich durch die Verteilung des

Protoplasmas im Ei. „An dem Furchungskern bilden sich die zwei vor jeder Teilung auftretenden Kraftcentra in der Richtung der größten Protoplasmaansammlungen der Zelle.“ Aus diesem Prinzip lassen sich die Erscheinungen des Furchungsverlaufes und der Reihenfolge der Furchungsrichtungen ohne Schwierigkeiten ableiten. Bei kugligen Eiern mit gleichmäßig verteiltem Dottermaterial und zentralem Kern würde die erste Kernaxe, soweit nicht etwa der Bildungsort der Richtungskörper einen bestimmenden Einfluss übt, jede beliebige Stellung im Ei einnehmen können. Nach der Zweiteilung jedoch müssen sich die Kernaxen schon parallel zur Ebene der ersten Furchung stellen, die zweite Furchungsebene mithin senkrecht zur ersten. In den vier Quadranten endlich kann die Kernaxe nur parallel stehen dem Längsdurchmesser beziehungsweise der Axe, in welcher sich die beiden ersten Furchungsebenen schneiden: entsprechend stellt sich die dritte Furchungsebene rechtwinklig zu den beiden ersten. Für die inäquale und partielle Furchung besteht wesentlich nur der Unterschied, dass bereits die Lage der ersten Kernaxe bedingt ist durch die ungleichmäßige Verteilung des Protoplasmas. Da dieses in der oben näher erörterten Weise sich gemäß der Schwere anordnet, d. h. mehr oder minder in Gestalt einer Scheibe oder Halbkugel den animalen, vermöge seines geringern spezifischen Gewichtes oben schwimmenden Pol einnimmt, so kann die erste Kernaxe sich innerhalb dieser Scheibe nur horizontal einstellen, und dies hat zur Folge, dass die erste Furchungsebene das Ei senkrecht durchschneiden muss. „Die Einstellung in der lothrechten und horizontalen wird um so genauer sein müssen, je mehr sich der Gegensatz zwischen animalen leichterem und vegetativem schwererem Pole ausgeprägt hat.“ Danach erklären sich auch die von Pflüger beobachteten abnormen Furchungsercheinungen bei Froscheiern, die in Zwangslage fixiert sind. Es finden eben Umlagerungen in der Substanz des Eies statt, der Art, dass das leichtere Protoplasma mit dem Kerne gegen den obern Pol emporsteigt. Gegenüber Born betont Hertwig, dass nicht nur der Kern dabei eine Rolle spiele, sondern in hervorragender Weise das Protoplasma, indem „zwischen ihm und dem Kern Wechselwirkungen stattfinden“, wie ja bei dotterarmen Eiern der Kern durchaus nicht die Neigung zeigt, an die Oberfläche zu steigen, sondern im Gegenteil sich ins Zentrum einstellt. In bezug auf die Ausgangsfrage, welchen Einfluss die Schwerkraft auf die Eiteilung übe, lautet das Resultat der Erwägungen Hertwig's, wie kaum noch ausdrücklich hervorgehoben zu werden braucht, natürlich rein negativ: „An sich übt die Schwerkraft keinen direkten Einfluss auf die Teilung der Zellen aus. Ebenso wenig beherrscht sie nach einem allgemeineren noch unbekanntem Gesetz die Organisation.“ Vielmehr „hängt die Richtung und Stellung der Teilungsebenen in erster Linie von der Organisation

der Zellen selbst ab; sie wird direkt bestimmt durch die Axe des sich zur Teilung anschickenden Kerns. Die Lage der Kernaxe aber steht wieder in einem Abhängigkeitsverhältnis zur Form und Differenzierung des ihn umhüllenden protoplasmatischen Körpers.“

Im Gegensatz zu Hertwig, der eine allgemeine Lösung der Frage auf vergleichend-entwicklungsgeschichtlicher Grundlage anstrebt, beschränkt Born sich auf Beobachtungen an einem einzigen Objekt, dem Ei von *Rana fusca*, geht darin aber mit größter Genauigkeit zu Werke. Er wendet die Pflüger'sche Methode der Befestigung der Eier in Zwangslage an, verfolgt an diesen Eiern zunächst die äußerlich sichtbaren Veränderungen unter Zuhilfenahme von Skizzen jedes einzelnen Eies und untersucht sodann dieselben, nachdem sie mit gewissen Kautelen gehärtet, an feinen Schnitten, welche in bestimmter Richtung mittels des Mikrotoms angefertigt werden. Die Untersuchung betrifft also, wie man sieht, in erster Linie den Einfluss, den die Schwerkraft überhaupt auf die Froscheier ausübt, weniger den Einfluss derselben auf die Teilung der Froscheier, und zwar aus dem Grunde, weil eben auch Born nicht im stande gewesen ist, einen derartigen Einfluss, wie ihn Pflüger statuirt hatte, nachzuweisen. Seine Beobachtungen führen der Hauptsache nach zu dem Resultat, dass an den in Zwangslage versetzten Eiern Umlagerungen der spezifisch ungleich schweren Eibestandteile stattfinden. Die Einzelheiten lassen sich nicht wohl wiedergeben ohne größere Ausführlichkeit, als es ihre Bedeutung für die Hauptfrage rechtfertigen würde. Es haben sich indess einige Punkte herausgestellt, welche von großem Interesse sind und an dieser Stelle nicht übergangen werden dürfen. Für die Art der Substanzumlagerungen ist vor allem charakteristisch; dass die verschiedenen Bestandteile sich nicht vermischen, sondern nur aneinander vorbeischieben: der schwerere weiße Dotter gleitet unter der Oberfläche des Eies herab, der leichtere braune steigt in den freiwerdenden Raum empor. Dabei schlägt der weiße Dotter, wenn er anfangs eine auch nur wenig exzentrische Lage hatte, den kürzesten Weg ein. Er bewegt sich längs eines Meridianes, der durch die beiden „sekundären“ Pole des fixierten Eies geht und den Born den „Störungsmeridian“ nennt. Dieser Meridian ist von großer Bedeutung, indem nämlich in den meisten Fällen entweder die erste oder die zweite Furchungsebene mit demselben zusammenfallen. Ferner bewegt sich in der Regel der Spermakern, dessen Weg an der Pigmentstraße kenntlich ist, in der Strömungsrichtung. Die Pigmentstraße rührt her von der dunklen Pigmentrinde des Eies und fehlt nie, woraus sich der Schluss ergibt, dass das Spermatozoon „nicht von jeder beliebigen Stelle der Eioberfläche aus, sondern nur von einer mit Pigmentrinde bedeckten eintreten kann.“ Interessant ist endlich die Thatsache, dass die Sub-

stanzumlagerungen an unbefruchteten Eiern in anderer ganz unregelmäßiger Weise verlaufen und namentlich erst ganz langsam eintreten. Es ergibt sich daraus, dass die Befruchtung einen Einfluss auf die Konsistenz der Eisubstanzen ausübt, „in dem Sinne, dass dieselbe nunmehr leichtflüssiger werden und infolge dessen sich die durch die Schwere bewirkten Veränderungen rascher vollziehen.“ Hinsichtlich der Bedeutung der Kernlage für die Furehungsrichtung und der Ursachen der ersteren gelangt Born zu dem gleichen Resultat wie Hertwig: „man kann sich die Höheneinstellung und die Horizontalstellung der Kernspindel in der Axe des normalen Eies dadurch herleiten, dass man eine richtende Wirkung der Protoplasmateile des Eies auf dieselbe verschieden je nach deren Beschaffenheit und Entfernung annimmt.“ Uebrigens lässt diese Arbeit Born's eine Verfolgung der Schicksale und Wege des Kernes und des denselben umhüllenden Protoplasmas vermissen.

Die Beobachtungen über die Substanzumlagerung gewähren endlich eine weitere Stütze für den auch aus anderen Thatsachen in neuester Zeit wiederholt abgeleiteten Satz, dass die Vererbung nicht auf der Struktur des Plasmas beruht, sondern nur durch den Kern vermittelt wird. Denn da aus solchen zwangsmäßig verlagerten Eiern, wie schon Pflüger angegeben hatte und Born nunmehr bestätigt, ganz normale Kaulquappen hervorgehen, obwohl in ihnen „kein Theilchen mehr seine normalen Lagebeziehungen und seine ursprünglich gegebene Nachbarschaft behalten hat“, so kann die Vererbung unmöglich auf der Struktur des Protoplasmas beruhen, sondern nur durch den Kern vermittelt werden.

J. W. Spengel (Bremen).

## Die anatomische Literatur in Italien.

Von **W. Krause** (Göttingen).

[Nachtrag<sup>1)</sup>].

1) G. Tizzoni, Sulla fisiopatologia del tessuto muscolare striato. Estratto dalla Gazzetta degli Ospitali. 19. Apr. 1885. N. 31. — 2) S. Giovannini, Cariocinesi delle cellule dello strato di Malpighi in alcune lesioni patologiche ed esperimentali. Daselbst, 15. Marz. N. 21. — 3) S. Giovannini, Sull' attività degli elementi del derma (cariocinesi) in talune affezioni infiammatorie e neoplastiche delle pelle. Daselbst, 3. Magg. N. 35. — 4) S. Giovannini, Intorno alla mitosi delle cellule dello strato di Malpighi nell' innesto epidermico. Daselbst, 13. Magg. N. 38. — 5) G. Cattani, Sull' accrescimento fisiologico del systema nervoso. Daselbst, 26. Apr. N. 33. — 6) G. Cattani, Sulla fisiopatologia del gran simpatico. Daselbst, 15. Apr. N. 30. — 7) G. Pisenti, Sulla rigenerazione di alcuni elementi del midollo delle ossa (cellule midollari, cellule giganti). Daselbst, 29. Marz. N. 25.

Aus dem Laboratorium von Tizzoni in Bologna sind eine Reihe

1) Vgl. Nr. 16, S. 503.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1885-1886

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Spengel Johann Wilhelm

Artikel/Article: [Schwerkraft und Zellteilung 663-668](#)