Diverse Berichte

Nachtrag zur Sitzung vom 16. Mai 1884.

Herr Professor Hertwig sprach:

Ueber den Einfluss, welchen die Schwerkraft auf die Theilung der Zellen ausübt.

Im Anschluss an zwei wichtige Abhandlungen, welche E. Pflüger über den vorliegenden Gegenstand veröffentlicht hat, und veranlasst durch mehrere Bedenken, welche sich gegen einige der dort aufgestellten Sätze bei ihm erhoben hatten, hat Vortragender mehrere Experimente an befruchteten Eiern von Seeigeln angestellt. Die Seeigeleier sind für die Frage nach der richtenden Kraft der Schwere insofern wichtig, als sie einer äqualen Furchung unterliegen und fast nur aus Protoplasma bestehen, dem sehr kleine gleichmässig im Inhalt vertheilte Körnchen eingelagert sind, während Dotterconcremente, Fetttropfen und dergl. ganz fehlen. An einem solchen Objecte musste es sich endgültig entscheiden lassen, ob die verticale Stellung der ersten Furchungsebene, welche bei nahrungsdotterreichen Eiern mit Constanz sich beobachten lässt, durch die Schwerkraft oder nur dadurch bedingt wird, dass der schwerere Nahrungsdotter und der leichtere Bildungsdotter in ungleicher Weise in der Eizelle vertheilt sind.

Es fielen nun die an den Eiern der Echiniden angestellten Experimente „zu Ungunsten der Ansicht aus, dass die Schwerkraft direct einen richtenden Einfluss auf die Lage der Theilungsebene bei thierischen Zellen ausübt. Denn bei einem Theil der durch kein Hinderniss in ihrer Stellung beeinflussten Eier lag die erste Furchungsebene vertical, bei einem andern horizontal und wieder bei einem andern Theil war sie unter jedem möglichen Winkel zur Horizontalebene schräg geneigt.

Auf Grundlage der so gewonnenen negativen Resultate ging Vortragender auf die von Pflüger beobachteten wichtigen Erscheinungen selbst näher ein und suchte darzuthun, dass sich dieselben in einer andern Weise erklären lassen; zu dem Zwecke unterwarf er die Gesammtheit der Erscheinungen, welche sich in den thierischen Eizellen vor und nach der Befruchtung abspielen, einer vergleichenden Betrachtung. Er wies auf die ungleiche Vertheilung der verschiedenen Dotterbestandtheile in der ungetheilten Eizelle hin und fand, dass hierdurch auch die Lage des Kerns in der Eizelle nach der Befruchtung bestimmt wird. Nach der

Ansicht des Vortragenden wird die Lage des befruchteten Kerns in der Eizelle durch zwei Factoren in gesetzmässiger Weise beeinflusst, 1) durch die äussere Form, welche das Eimaterial besitzt, und 2) durch die Art und Weise, wie Bildungsdotter und Nahrungsdotter in der Zelle vertheilt sind. Bei gleichmässiger Beschaffenheit der Zellsubstanz sucht der Kern eine centrale Lage im Ei einzunehmen, setzt sich dagegen die Zelle aus einer dotterreicheren und einer protoplasmareicheren Partie zusammen, so ändert der Kern insofern seine Stellung, als er mehr in das Bereich der protoplasmareicheren Partie rückt. Kern und Protoplasma wirken (namentlich nach der Befruchtung und während der Zelltheilung) so auf einander ein, dass der Kern stets die Mitte seiner Wirkungssphäre einzunehmen sucht.

Hieraus lässt sich dann weiter ein Gesetz ableiten, durch welches der Verlauf der ersten Furchungsebenen bestimmt wird. Die Richtung der Theilungsebene hängt ab von der Lage der Axe des sich zur Theilung anschickenden Kerns. Die Lage der Kernaxe aber steht wieder in einem Abhängigkeitsverhältniss zur Form und Differenzirung des den Kern umhüllenden protoplasmatischen Körpers. So kann in einer Protoplasmakugel, wenn sie sich zur Theilung anschickt, die Axe des central gelagerten Kerns in der Richtung eines jeden Radius zu liegen kommen, in einem eiförmigen Protoplasmakörper dagegen nur in den längsten Durchmesser. In einer kreisrunden Protoplasmascheibe liegt die Kernaxe parallel zur Oberfläche derselben in einem beliebigen Durchmesser des Kreises, in einer ovalen Scheibe dagegen wieder nur im längsten Durchmesser.

Aus diesen in der Organisation der Zelle selbst gegebenen Factoren erklärt sich die Richtung und gesetzmässige Aufeinanderfolge der ersten Furchungsebenen bei sich theilenden Eiern.

Hierbei übt in vielen Fällen die Schwere nur einen indirecten Einfluss auf die Orientierung der Furchungsebenen im Raum aus, nämlich überall da, wo sich in einer Zelle Substanzen von verschiedener specifischer Schwere von einander gesondert und in einer schwereren und leichteren Schicht über einander angeordnet haben. Bei vielen Eiern wird eine derartige Anordnung bei der Reife, in Folge der Bildung der Richtungskörper und in Folge des Befruchtungsprocesses herbeigeführt. Das Ei erhält dann eine bestimmte Axe mit animalem und vegetativem Pole, eine Axe, welche durch die Schwere lothrecht gerichtet werden muss. Dadurch aber muss auch die erste Furchungsebene nothwendiger

Weise lothrecht stehen. Denn bei den geocentrisch differenzirten Eiern ist die leichtere protoplasmatische Substanz als Halbkugel oder Scheibe am animalen Pole der Eiaxe angehäuft und liegt horizontal ausgebreitet der Dotterhälfte auf. In der horizontalen Keimscheibe aber muss nach dem oben formulirten Gesetz auch die Kernaxe sich horizontal einstellen, die Furchungsebene daher eine verticale werden. In allen diesen Fällen wirkt die Schwerkraft nur insofern und gleichsam indirect ein, als bei Eiern mit animalem und vegetativem Pole die Eiaxe unter ihrem Einfluss lothrecht gerichtet wird.

Die von E. Pflüger experimentell hervorgerufenen, abnormen Furchungserscheinungen erklären sich in der Weise, dass bei polar differenzirten Eiern, wenn sie in eine von der Norm abweichende Zwangslage gebracht werden, unter dem Einfluss der Schwere, sowie unter dem Einfluss der bei der Befruchtung und Zelltheilung sich abspielenden inneren Vorgänge, eine theilweise Umlagerung der Substanzen von verschiedener Schwere und Dignität stattfindet.

Nachtrag zur 9. Sitzung am 11. Juli 1884.

Herr Professor Oscar Hertwig sprach

Ueber die Bedingungen der Bastardbefruchtung

und theilte Experimente mit, welche während der Osterferien 1874 in Spezzia und in Sorrent von ihm und seinem Bruder gemeinsam ausgeführt worden waren. Zur Untersuchung dienten vier Seeigelarten, Strongylocentrotus lividus, Echinus mikrotuberculatus Arbacia pustulosa, Sphaerechinus granularis.

Es ergaben sich hierbei folgende allgemeine Resultate:

1) Das Gelingen oder Nichtgelingen der Bastardirung hängt nicht ausschliesslich von dem Grad der systematischen Verwandtschaft der gekreuzten Arten ab. Aehnliches beobachteten Pflüger und Born bei Bastardirung verschiedener Amphibienarten.

2) In der Kreuzbefruchtung zweier Seeigelarten besteht sehr häufig keine Reciprocität, eine Erscheinung, welche sich ebenfalls auch bei der Bastardirung der Amphibien zeigt. Alle möglichen Abstufungen finden sich hier. Während Eier von Echinus mikrotuberculatus sich durch Samen von Strongylocentrotus lividus fast ohne Ausnahme befruchten lassen, wird bei Kreuzung in entgegengesetzter Richtung nur in wenigen Fällen eine Entwicklung her-

vorgerufen. Die Befruchtung frischen Eimaterials von Strongylocentrotus lividus durch Samen von Arbacia pustulosa bleibt erfolglos, dagegen entwickeln sich von Arbacia pustulosa immerhin einige Eier, wenn ihnen Samen von Strongylocentrotus lividus hinzugefügt wird, und so ähnlich noch in anderen Fällen.

3) Für das Gelingen oder Nichtgelingen der Bastardirung ist die jeweilige Beschaffenheit der zur Kreuzung verwandten Geschlechtsproducte der Echiniden von Wichtigkeit. Die Bastardbefruchtung gelingt weniger mit den aus dem Eierstock entleerten Eiern eines frisch gefangenen Weibchens, als mit einem Eimaterial, welches durch äussere störende Verhältnisse eine Schädigung in seiner Lebensenergie erlitten hat. Es ist dies das wichtigste und interessanteste Ergebniss der in Sorrent ausgeführten Experimente, auf welche Vortragender daher auch ausführlicher eingeht.

Um die Eier der Echinodermen zu schädigen, ohne sie abzutödten, ist eines der einfachsten Mittel, sie nach der Entleerung aus dem Ovarium im Meerwasser unbefruchtet aufzubewahren. Sie bleiben noch 1 bis 3 Tage, je nach der Temperatur und anderen Bedingungen, entwicklungsfähig, werden aber dabei anormal. Dies zeigt sich bei Vornahme der Befruchtung erstens darin, dass sich die Eihaut entweder langsam, oder unvollständig oder gar nicht vom Dotter abhebt, und zweitens darin, dass anstatt eines einzigen zwei, drei und successiv mehr Samenfäden eindringen. Derartiges Material reagirt nun auch gegen den Samen einer anderen Art in anderer Weise als normal beschaffenes. Es konnte durch zahlreiche Versuche auf das Sicherste festgestellt werden, dass Eier, welche gleich nach ihrer Entleerung aus dem Ovarium bastardirt wurden, das fremde Spermatozoon zurückwiesen, es aber nach 10, 20 oder 30 Stunden bei der zweiten oder dritten oder vierten Nachbefruchtung in sich aufnahmen und dann sich normal weiter entwickelten. Das Resultat fiel immer in derselben Weise aus, mochten die Eier von Strongylocentrotus lividus mit Samen von Sphaerechinus granularis oder von Echinus mikrotuberculatus oder mochten die Eier von Sphaerechinus granularis mit Samen von Strongylocentrotus lividus und so weiter gekreuzt werden.

Das Gelingen oder Nichtgelingen der Bastardirung konnte in diesen Fällen nicht auf eine Verschiedenheit des Samens zurückgeführt werden, da derselbe jedes Mal neu aus den strotzend gefüllten Hoden entnommen wurde und daher als ein relativ constant bleibender Factor in den Versuchen angesehen werden konnte.

Es ist daher über jeden Zweifel erhaben, dass sich die Eizelle in ihrem Verhalten gegen fremden Samen verändert hatte.

Vortragender hob darauf hervor, dass wenn überhaupt in der Eizelle Veränderungen eintreten oder künstlich hervorgerufen werden können, in Folge deren die Bastardirung gelingt, dann es vom theoretischen Standpunkt aus möglich sein müsse, die Geschlechtsproducte zweier Arten, zwischen denen ein gewisser Grad sexueller Affinität bestehe, auch ohne Zurückbleiben eines unbefruchteten Restes zu bastardiren. Man müsse, je nach den Bedingungen, unter denen man die Geschlechtsproducte zusammenbringe, ein Minimum und ein Optimum der Bastardirungsfähigkeit unterscheiden können.

In den ausgeführten Experimenten war dies auch in der That möglich, wenn das Eimaterial eines Weibchens in mehrere Portionen getheilt und zu ungleichen Zeiten befruchtet wurde. Stets erhielten wir hier den geringsten Procentsatz Bastarde, wenn den Eiern gleich nach Entleerung aus den Ovarien der fremde Samen zugesetzt wurde. Je später die Befruchtung geschah, sei es nach 5 oder 10 oder 20 oder 30 Stunden, um so mehr wuchs der Procentsatz der bastardirten Eier, bis schliesslich ein Bastardirungsoptimum erreicht wurde. Als solches lässt sich dasjenige Stadium bezeichnen, in welchem sich fast das gesammte Eiquantum, mit Ausnahme einer geringen Zahl, in normaler Weise entwickelt. Dasselbe ist, da sich in den Eiern innere Veränderungen ohne Unterbrechung weiter abspielen, von kurzer Dauer. Dann beginnt der Procentsatz der in Folge von Bastardbefruchtung sich normal entwickelnden Eier wieder abzunehmen und zwar hauptsächlich deshalb, weil ein immer grösser werdender Theil in Folge des Eindringens mehrerer Spermatozoen sich ganz unregelmässig theilt und missgebildet wird.

Die Erfolge, die man erhält, wenn das Eimaterial zu verschiedenen Zeiten gekreuzt wird, kann man sich unter dem Bild einer auf- und absteigenden Curve darstellen, deren Höhepunkt das Bastardirungsoptimum bezeichnet. Zur Veranschaulichung theilte Vortragender eine Versuchsreihe einer Kreuzung der Eier von Sphaerechinus granularis durch Samen von Strongylocentrotus lividus mit.

1) Befruchtung nach $^1|_4$ Stunde. Bastardirungsminimum. Aeusserst vereinzelte Eier entwickeln sich. 2) Befruchtung nach $2^1|_4$ Stunde. Etwa $10\,^0|_0$ entwickeln sich normal. 3) Befruchtung nach $6^1|_4$ Stunden. Etwa $60\,^0|_0$ entwickeln sich normal.

4) Befruchtung nach $10\frac{1}{4}$ Stunden. Alle Eier entwickeln sich mit Ausnahme von 5 %. Bastardirungsoptimum. 5) Befruchtung nach 25 Stunden. Ein Theil entwickelt sich normal, ein zweiter in unregelmässiger Weise, ein kleiner Rest bleibt unbefruchtet.

Vortragender weist auf Ergebnisse hin, welche Pflüger und Born bei der Bastardirung der Amphibien erhalten haben, aber in anderer Weise erklären; er ist der Meinung, dass auch hier ähnliche Verhältnisse wie bei den Echinodermen vorliegen, und dass sich auch hier Bastarde am leichtesten dann züchten werden, wenn man geschwächte Eier mit recht lebenskräftigem Samen einer anderen Art vermischt. In derselben Weise glaubt er auch die bekannte Thatsache erklären zu dürfen, dass domesticierte Thier- und Pflanzenarten sich im Allgemeinen leichter kreuzen lassen, als nahe verwandte Arten im Naturzustand. Durch die Domestication wird aber im Ganzen die Constitution geschwächt, was sich dann besonders an den Geschlechtsproducten geltend macht, da, wie bekannt, der Generationsapparat bei allen Veränderungen im Körper in Mitleidenschaft gezogen wird.

Zum Schluss seiner Mittheilung geht Vortragender noch auf die Frage nach den Ursachen ein, von welchen es abhängt, dass zwischen manchen Arten die Bastardirung leichter als zwischen anderen Arten gelingt.

Pflüger und Born machen hierfür äussere nebensächliche Momente verantwortlich und legen namentlich auf die Form der Spermatozoenköpfe bei den Amphibien ein besonderes Gewicht, indem sie behaupten, dass Samenfäden mit spitzen Köpfen, weil sie die Eihüllen leichter durchdringen können, Bastardirung eher ermöglichen, als solche mit stumpfen Köpfen.

Bei den Echiniden sind Unterschiede in der Form der Spermatozoen nicht wahrzunehmen. Die Ursachen für das Gelingen oder Nichtgelingen der Bastardirung müssen in einer ganz andern Richtung gesucht werden. Es kann nur die Constitution oder die innere Organisation der Geschlechtsproducte selbst sein, welche das Gelingen der Kreuzbefruchtung bestimmt. Volle Fruchtbarkeit oder wie wir an chemische Bezeichnungen anknüpfend auch sagen können, volle geschlechtliche Affinität findet nur statt zwischen den Geschlechtsproducten ein und derselben Art. Sie erlischt allmählich in demselben Maasse, als die Geschlechtsproducte einander unähn-

licher werden. In der Eizelle sind regulatorische Kräfte vorhanden, welche den normalen Verlauf der Befruchtung garantiren und Bastardbefruchtung ebensogut wie Ueberfruchtung zu verhindern streben. Diese regulatorischen Kräfte können mehr oder minder ausser Thätigkeit gesetzt werden, wenn die Lebensenergie der Eizelle eine Verminderung erfährt.

Welcher Art diese Kräfte sind und ob sie im Protoplasma oder im Kern ihren Sitz haben, muss noch durch weitere Untersuchungen entschieden werden.

Nachtrag zur Sitzung vom 28. November 1884.

Herr Professor Hertwig hielt einen Vortrag über das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies und entwickelte hierbei

eine Theorie der Vererbung.

Nachdem er die Gründe angeführt hatte, welche dafür sprechen, dass die Kernsubstanz der Befruchtungsstoff ist, welcher die Entwicklungsprocesse erregt, stellte er die These auf, dass die befruchtende Substanz zugleich auch Träger der Eigenschaften ist, welche von den Eltern auf ihre Nachkommen vererbt werden. Von verschiedenen Gesichtspunkten aus suchte Vortragender diese These in folgender Weise näher zu begründen:

Die Thatsache, dass alle auf geschlechtlichem Wege erzeugten Organismen im Allgemeinen beiden Eltern gleich viel ähneln, lässt auf eine Aequivalenz der wirksamen Keimstoffe schliessen; d. h. die Kinder werden von Vater und Mutter gleiche Mengen wirksamer Theilchen, welche Träger der vererbten Eigenschaften sind, empfangen. Ei- und Samenzelle weichen aber an Grösse ausserordentlich von einander ab. Soll daher eine Aequivalenz stattfinden, so kann nicht die ganze Eisubstanz, welche an Quantität die Spermasubstanz um Vieles übertrifft, in Bezug auf die Uebertragung von Eigenschaften wirksam sein.

Die einzigen Theile, welche in den beiden Geschlechtsproducten in ihrer Beschaffenheit einander entsprechen, sind Ei- und Samenkern. Dieselben kommen bei der uns beschäftigenden Frage um so mehr in Betracht, als auch von ihnen allein der Beweis geführt werden kann, dass sie beim Befruchtungsvorgang in Wirksamkeit treten und durch ihre Copulation die Entwicklung anregen. Hierdurch wird es nahe gelegt, daran zu denken, dass das

in den Kernen enthaltene Nucleïn die Substanz ist, welche nicht allein befruchtet, sondern auch die Eigenschaften vererbt.

Wie vom Vortragenden in mehreren Arbeiten hat gezeigt werden können, befindet sich auch das Nucleïn, was für die hier vertretene Auffassung von nicht geringer Bedeutung ist, vor, während und nach der Befruchtung in einem organisirten Zustand. Es erscheint daher die Befruchtung und Vererbung nicht nur als ein chemisch physikalischer Vorgang, wie die Physiologen meist anzunehmen pflegten, sondern gleichzeitig auch als ein morphologischer Vorgang, insofern ein geformter Kerntheil des Spermatozoon in das Ei eingeführt wird, um sich mit einem geformten Kerntheil des letzteren zu verbinden.

Zu Gunsten seiner Befruchtungs- und Vererbungstheorie lenkt Vortragender auch noch die Aufmerksamkeit auf die Erscheinung der Polyspermie und der von Pflüger entdeckten Isotropie des Eies.

Nach einer Hypothese von Fol würde der Anstoss zur Entstehung von Mehrfachbildungen von der Anzahl der eingedrungenen Spermakerne ausgehen, welche sich in die Substanz des Eikerns theilen, so dass jetzt anstatt eines normalen Keimkerns zwei Keimcentra vorhanden sind. Die mehrfachen Keimkerne, indem sie sich mit Dotter umgeben, sind also die Ursache, dass in einer gemeinsamen Eihülle aus einem Dotter mehrere Individuen entstehen.

Was den zweiten Punkt betrifft, so hat Pflüger durch einige Experimente am Froschei erwiesen, dass der Dotter nicht so organisirt ist, dass aus einer bestimmten Portion desselben ein bestimmtes Organ hervorgehen müsste, wie His mit seinem Princip der organbildenden Keimbezirke angenommen hatte. Ob sich bei der Theilung die Kerne mit diesem oder jenem Theil der Dottersubstanz umgeben, ist nicht von Bedeutung. Auch in dieser Beziehung scheinen an die Kernsubstanz die Kräfte gebunden zu sein, durch welche die Organisation des Thieres bestimmt wird.

Im Laufe seiner Auseinandersetzungen ging Vortragender auch auf die jüngst von Nägeli veröffentlichte „Mechanisch physiologische Theorie der Abstammungslehre“ ein und hob hervor, dass hier Nägeli aus theoretischen Gründen zu der Auffassung gelangt ist, nicht das ganze Eiplasma, sondern nur ein geringer, etwa einem Spermatozoon entsprechender Bruchtheil könne Vererbungsstoff sein, welcher sich zugleich in einem organisirten Zustand befinden müsse. Nägeli unterscheidet beide Substanzen als Ernährungsplasma und Idioplasma. Letzteres denkt er sich

netzartig im ganzen Ei ausgebreitet. Vortragender betonte, wie in dieser Art die Nägelische Vererbungstheorie eine der thatsächlichen Begründung entbehrende, in der Luft schwebende Abstraction sei, wie aber für weitere Untersuchungen ein fester Boden geschaffen werde, wenn man annehme, dass der Vererbungsstoff oder das Idioplasma Nägeli's die Kernsubstanz (Nucleïn) sei.

Vortragender fasste seine Vererbungstheorie schliesslich in folgenden Sätzen zusammen:

Die mütterliche und die väterliche Organisation wird beim Zeugungsact auf das Kind durch Substanzen übertragen, welche selbst organisirt sind, das heisst, welche eine sehr complicirte Molecularstructur im Sinne Nägeli's besitzen.

Als die Anlagen von complicirter molecularer Structur, welche die mütterlichen und väterlichen Eigenschaften übertragen, können wir die Kerne betrachten, da sie sich in den Geschlechtsproducten als die einzigen einander äquivalenten Theile ergeben, da wir an ihnen allein ausserordentlich bedeutsame Vorgänge bei dem Befruchtungsakt beobachten, und da wir von ihnen allein den Nachweis führen können, dass von ihnen der Anstoss zur Entwicklung ausgeht. Während der Entwicklung und Reifung der Geschlechtsproducte sowie bei der Copulation derselben erfahren die männlichen und die weiblichen Kernsubstanzen, wie eingehende Beobachtung lehrt, niemals eine Auflösung, sondern nur Umbildungen in ihrer Form, indem Eikern und Spermakern, der eine vom Keimbläschen, der andere vom Kern der Samenmutterzelle abstammen [1]).

1) Ueber den in meiner Schrift: (Untersuchungen zur Morphologie und Physiologie der Zellen, Heft 3, 1884) namhaft gemachten Forschern, welche schon im Kern das Vererbungsorgan vermuthet haben, ist nach C. Hasse zu nennen. In seiner Abhandlung „Morphologie und Heilkunde", 1880, unterscheidet er in der Zelle, wie L. Beale, Embryonalbestandtheile und Umbildungsbestandtheile und fügt in einer Anmerkung hinzu: „dass diejenigen Eigenschaften, welche primär von dem Organismus oder den Organismen auf den Tochterorganismus, von der Mutterzelle auf die Tochterzelle als bleibende übergehen, vererbt werden, vor allem den Embryonalbestandtheilen, welche ja meistens Kernbestandtheile sind, inhäriren, während das, was dem Tochterorganismus, was der Tochterzelle secundär als besondere Organisation unter der Einwirkung besonderer äusserer Einflüsse als erworben zukommt, wesentlich von den Umbildungsbestandtheilen, die ja vorwiegend dem Zellkörper, dem Protoplasma angehören, ausgeht."

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: NF_12_Supp_I

Autor(en)/Author(s): Hertwig Oscar [Wilhelm Aug.], Hertwig Wilhelm Karl Theodor Ritter von

Artikel/Article: Diverse Berichte. Nachtrag zur Sitzung vom 16. Mai 1884. Ueber den Einfluss, welchen die Schwerkraft auf die Theilung der Zellen ausübt. 70-78