

## II. Vorträge und Abhandlungen.

### Der heutige Stand der Befruchtungslehre\*.

Von Prof. Dr. **Häcker** in Freiburg i. Br.

Über keinen anderen Lebensvorgang sind im Laufe der Zeiten so verschiedenartige und einander entgegengesetzte Ansichten ausgesprochen worden, wie über die Zeugung oder Befruchtung. Namentlich im 17. und 18. Jahrhundert hat das Rätsel dieses Vorgangs Philosophen und Naturforscher zu den abenteuerlichsten Phantasien verleitet, so dass bereits am Ende des 17. Jahrhunderts die Zahl der sogenannten Zeugungstheorien auf etwa 300 geschätzt wurde. Erst durch den SPALLANZANI'schen Versuch, gegen das Ende des letzten Jahrhunderts, wurden diese auseinanderflatternden Spekulationen auf eine einigermaßen sichere Grundlage zurückgeführt, die Fragestellung konnte eine bestimmtere werden und, indem die Beobachtung und die Theorie in engster Verbindung miteinander blieben, wurde ein langsamer, aber geradliniger Fortschritt eingeleitet. Einen besonders mächtigen Antrieb hat schliesslich diese Forschungsrichtung in den letzten 25 Jahren durch die ausserordentliche Entfaltung der Zellenlehre erhalten, und so stellt denn gerade das Gebiet der tierischen Befruchtung ein besonders deutliches Beispiel dar für den historischen Gang und das Tempo, in welchem die biologischen Forschungszweige überhaupt, ihre Methoden, Probleme und Ergebnisse, fortgeschritten sind.

Es lohnt sich wohl kaum, bei den Vorstellungen länger zu verweilen, zu welchen die mittelalterlichen Philosophen und Naturforscher bezüglich des Wesens und der Bedeutung des Befruchtungsvorgangs gelangt waren, um so weniger, als bei diesen phantastischen und mystischen Lehren wohl schwerlich von einem allmählichen Fortschritt, von einer eigentlichen Entwicklung die Rede sein kann.

\* Vortrag, gehalten bei der Generalversammlung in Stuttgart 1896.

Ich möchte Ihnen nur in kurzem eine Übersicht geben über eine Anzahl der wichtigsten und am meisten durchdachten Theorien, welche am Ende des letzten Jahrhunderts einander gegenüberstanden und mit welchen diejenigen Forscher, welche auf der von SPALLANZANI geschaffenen experimentellen Grundlage weiterbauten, zunächst abzurechnen hatten.

Im Vordergrund des Interesses stand zu jener Zeit der Gegensatz zwischen der Lehre von der Präformation oder Präexistenz des Keimes und der Theorie der Postformation, oder, wie wir jetzt diese beiden Richtungen zu benennen pflegen, zwischen der alt-evolutionistischen und alt-epigenetischen Schule.

Die hauptsächlich von HALLER und BONNET ausgebildete Theorie der Präexistenz oder Evolution nahm an, dass das neue Individuum nicht bloss der Materie nach, sondern auch schon in seiner wesentlichen Form bereits vor der Befruchtung im Eierstock des weiblichen Tieres vorhanden sei und dass die Befruchtung nur die äussere Bedingung für die weitere Entwicklung desselben sei. Sämtliche Teile und Organe, welche der fertige Organismus späterhin zeigt, sind im Keime in involvierter Form vorhanden und werden durch den Akt der Befruchtung zur Entfaltung gebracht. In folgerichtiger Weise nahmen die Vertreter dieser Lehre ferner an, dass im Keim des neuen Individuums bereits auch schon die Keime aller folgenden Generationen in allen wesentlichen Teilen enthalten sind, und umgekehrt, dass schon am 1. Schöpfungstage in dem zuerst geschaffenen weiblichen Individuum jeder Tierspecies alle folgenden Generationen in eingeschachtelter Form präexistiert haben.

Was die specielle Wirkung des Befruchtungsvorganges selber anbelangt, so wurde in der Regel die Lehre vertreten, dass das männliche Zeugungsprodukt, also der Samen, nur den Anstoss zur Entwicklung des neuen Individuums gebe. Da aber nach dem damaligen Stand der Kenntnisse, wenigstens bei den höheren Tieren, eine direkte Berührung des im Eierstock befindlichen Keimes mit der Samenmasse ausgeschlossen schien, so wurde nach dem Vorgang von SWAMMERDAM und MALPIGHI angenommen, dass von dem Samen ein flüchtiger Stoff, der Samendunst oder die *Aura seminalis* ausgehe, welche durch die Blutgefässe hindurch oder auf irgend einem anderen Wege, etwa in Form einer Bewegungsübertragung, den Keim beeinflusse.

Im Gegensatz zu den Präformisten lehrten die Postformisten oder Epigenetiker, vor allem C. F. WOLFF und BLUMENBACH, dass die neuen Individuen materielle Erzeugnisse der zeugenden Individuen

darstellen, dass also die Zeugung einen wirklichen Neubildungsvorgang bedeute. Auch von dieser epigenetischen Richtung wurde meistens der Keim in das weibliche Individuum verlegt und dem Samen eine dynamische Wirkung oder auch eine Art ernährende Rolle zugeschrieben.

Dies waren die beiden Hauptrichtungen, welche zu jener Zeit nebeneinander bestanden. Ich will nur noch hinzufügen, dass es daneben auch eine grössere Anzahl von Forschern gab, welche den Samen als den eigentlichen Keim, das Ei aber nur als den Nährboden desselben betrachteten. Diese von LEEUWENHOEK begründete Lehre, welche im Gegensatz zu den sogen. „Ovulisten“ als die „spermatistische“ Schule bezeichnet wurde, ist dann gleichfalls bald mehr in der Richtung der Evolutionslehre, bald mehr nach der epigenetischen Seite hin ausgebaut worden. Ich nenne hier nur ERASMUS DARWIN, den Grossvater und zugleich einen der Vorläufer von CHARLES DARWIN. Dieser sah im Samen ein einfaches lebendes Filament, welches mit einer gewissen Fähigkeit der Reizung, der Empfindung und der Association, auch mit einigen angenommenen Neigungen und Gewohnheiten des Vaters begabt ist und bei der Befruchtung durch den Reiz der umgebenden Flüssigkeit bestimmt wird, sich zunächst zu einem Ringe umzubiegen, welcher zu einem, die Nahrung aufnehmenden Kanale wird. Andere Spermatisten bekannten sich zu rein evolutionistischen Anschauungen und sahen in den Samenfäden leibhaftige Embryonen, welche nur noch zu wachsen brauchen, um sich zu den neuen Individuen umzubilden.

Dies war im grossen Ganzen der Stand der Zeugungsfrage, als im Jahre 1785 durch die grundlegenden Versuche SPALLANZANI'S der Befruchtungsvorgang dem Experimente zugänglich gemacht wurde. SPALLANZANI operierte hauptsächlich mit dem klassischen Objekte der späteren Physiologen, dem Frosche: indem er den frischgetöteten Tieren die reifen Geschlechtsprodukte entnahm und dieselben im Wasser mischte, führte er zum ersten Male die sogen. künstliche Befruchtung aus, ein Experiment, welches seitdem nicht nur der Wissenschaft wiederholt zu den wertvollsten Ergebnissen verholfen, sondern bekanntlich auch durch seine Anwendung in der Fischzucht in ausgedehntem Masse praktische Verwendung gefunden hat.

Durch den SPALLANZANI'Schen Versuch konnte hauptsächlich die Feststellung von drei Punkten wenigstens angebahnt werden: einmal liess sich zeigen, dass der Samendunst oder die blosse Evapora-

tion des Samens die Befruchtung nicht einzuleiten vermag, dass vielmehr eine unmittelbare Berührung der Eier mit der Samenmasse stattfinden muss. Wenigstens sah SPALLANZANI niemals eine Befruchtung eintreten, wenn die Eier auf einer Lage befruchteten Fließpapiers einige Linien über die Oberfläche einer mit Samenmasse vermischten Wasserschicht gebracht wurden.

Der zweite Punkt, welcher bereits durch die SPALLANZANI'schen Versuche der Entscheidung näher gebracht wurde, war die Frage, ob es die flüssige Samenmasse, der *Liquor seminis*, oder die in demselben enthaltenen Spermatozoen oder Samenfäden sind, welche die Befruchtung bewirken. Indem SPALLANZANI den Froschsamen filtrierte, fand er, dass das der Samenfäden entbehrende Filtrat, also der *Liquor seminis*, ohne Einwirkung auf die Eier sei, dass es also die Samenfäden sein müssen, denen die Befruchtungsfähigkeit zukommt.

Drittens wurde schon von SPALLANZANI gezeigt, dass eine verhältnismässig geringe Anzahl von Samenfäden zur Befruchtung genüge.

Diese Versuche, deren Anordnung nicht immer ganz einwandfrei war, wurden in der folgenden Zeit verschiedentlich wiederholt und bei der Beurteilung und Vervollkommnung dieser Experimente blieben die Forscher, welche sich mit der Befruchtungsfrage während der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts beschäftigten, im wesentlichen zunächst stehen. Durch PREVOST und DUMAS und noch zu Ende der 40er Jahre durch LEUCKART wurde speciell die Evaporationsfrage nachgeprüft: es zeigte sich in Bestätigung der SPALLANZANI'schen Ergebnisse, dass in der Vorlage einer mit Samenflüssigkeit gefüllten Retorte die Eier ebenso unentwickelt blieben, wie innerhalb einer tierischen Blase, welche in spermatisirtes Wasser hineingetaucht wurde. Auch die Filtrationsversuche wurden mit dem vorhin erwähnten Resultate wiederholt und was die Zahl der zur Befruchtung nötigen Samenfäden anbelangt, so konnte es LEUCKART bereits im Jahre 1849 als Möglichkeit aussprechen, dass ein einziges Samenfädchen zur Befruchtung eines Eies genüge.

Was die Art der Einwirkung der Spermatozoen auf das Ei, also das eigentliche Wesen des Befruchtungsvorganges anbelangt, so wurde von BISCHOFF, LEUCKART u. a. die Annahme vertreten, dass dieselben nicht durch Übertragung ihrer Materie, sondern nur durch Übertragung ihres inneren Zustandes, also in Form eines Kontakts wirken. Zu Gunsten dieser unter dem Einfluss der LIEBIG'schen Lehre von den Kontaktwirkungen aufgestellten Theorie schienen die lebhaften Bewegungen der Spermatozoen zu sprechen, welche von der Existenz

einer energischen Bewegung in ihrem Innern genugsam Zeugnis abzulegen schienen, und ferner die Thatsache, dass die Entwicklung der Eier nicht verhindert wurde, wenn man unmittelbar nach der Befruchtung die denselben anhaftenden Samenfäden abwusch, ein Umstand, der ganz besonders deutlich auf eine momentan vollzogene Übertragung einer molekularen Bewegung hinzuweisen schien. Man dachte sich also, dass die Spermatozoen die Bestimmung hätten, den Molekülen des Eies eine bestimmte Bewegung mitzuteilen, ebenso wie man damals bei Krankheiten die Ansteckung durch ein Contagium auf eine mitgeteilte Molekularbewegung zurückführte.

Während man also um die Mitte dieses Jahrhunderts bezüglich der Theorie der Befruchtung auf einem gewissen Ruhepunkt angelangt war, waren bereits inzwischen einige Beobachter mit der Angabe hervorgetreten, dass die Spermatozoen bei der Befruchtung in das Ei selber eindringen, und sogar BISCHOFF, der Begründer der Kontakttheorie, sah sich 1854 veranlasst, diese Thatsache sowohl beim Frosch als auch beim Kaninchenei zu bestätigen. Für das unbefangene Urteil war dadurch selbstverständlich die Richtigkeit der Kontakttheorie in Frage gezogen und vereinzelt wurde denn auch bereits die Ansicht laut, dass die Vermischung der Bestandteile der eingedrungenen Samenelemente mit der Substanz des Eidotters das Wesentliche an der Befruchtung ausmache. Man war also damit bereits zu einem Ergebnis gelangt, dessen strengere Begründung und schärfere Präcisierung der inzwischen ins Leben gerufenen Zellenlehre vorbehalten war.

Bekanntlich hat die Ende der 30er Jahre hauptsächlich von SCHLEIDEN und SCHWANN aufgestellte Zellenlehre den seither allgemein anerkannten Satz aufgestellt, dass sich sowohl der pflanzliche als der tierische Organismus aus zahlreichen Elementarorganismen, den Zellen, zusammensetze. Jede der Zellen beherbergt einen Nucleus oder Kern, ein bläschenförmiges Gebilde, welches in seinem Innern einen oder mehrere festere Inhaltskörper, die Nucleolen oder Kernkörper, einschliesst.

Die Zellenlehre in dieser ersten Gestaltung bemächtigte sich zunächst der Frage, welchen morphologischen Wert das Ei und seine einzelnen Bestandteile haben, d. h. ob das Ei selbst oder einer seiner Inhaltskörper eine Zelle darstelle. Bereits 1825 hatte PURKINJE an der Peripherie der gelben Dotterkugel des Hühnereies, innerhalb des als Hahnentritt bekannten hellen Fleckes, einen bläschenförmigen Körper entdeckt, der fernerhin die Bezeichnung Purkinje'sches Keim-

bläschen erhielt. Durch ausgedehnte vergleichende Untersuchungen gelangte man nun allmählich zu dem Ergebnis, dass die gelbe Dotterkugel des Vogeleies den ganzen Eiern anderer Tiere, beispielsweise des Frosches, entspreche und den Wert einer Zelle repräsentiere, dass ferner das Keimbläschen dem Zellkern und die im Keimbläschen enthaltenen festeren Körper, die sogen. Keimflecke, den Kernkörpern entsprechen.

Um die nämliche Zeit, als LAVALETTE ST. GEORG'S abschliessende Arbeit zur endgültigen Anerkennung dieser Verhältnisse führte, nämlich Ende der 60er Jahre, begann der neue Aufschwung der Zellenlehre durch Einführung der modernen Schneide- und Färbetechnik seinen Anfang zu nehmen. Es gelang, grössere undurchsichtige Gewebstücke und Eier in dünne Schnitte zu zerlegen, aus deren vergleichender Betrachtung man das ursprüngliche Bild und den inneren Bau des Untersuchungsobjektes rekonstruieren konnte, und ferner brachte man es dazu, durch Anwendung geeigneter Farbstoffe bestimmte Bestandteile der Zelle, vor allem gewisse Einzelheiten im Bau des Kernes, durch Färbung hervorzuheben, oder wie man zu sagen pflegt, zu differenzieren. Ich muss hier, um das Folgende verständlich zu machen, mit wenigen Worten auf die Kern- und Zellteilungsvorgänge eingehen.

Die Vermehrung der Zellen erfolgt durch fortgesetzte Zweiteilung. Die Mutterzelle teilt sich in zwei Tochterzellen, jede dieser in zwei Enkelzellen u. s. f. Der Teilung der Zelle geht die Teilung des Kernes voraus und dieser Teilungsvorgang ist durch ganz eigentümliche und regelmässige Veränderungen des Kernes und des Zellkörpers gekennzeichnet.

Solange sich Zelle und Kern nicht in Teilung befinden, zeigt der letztere in seinem Innern ein Gerüstwerk von feinen Fäden, die sich zwischen der Kernmembran ausspannen und in welchen Körnchen einer Substanz eingelagert sind, die wegen ihrer ausserordentlichen Neigung, sich mit gewissen Farbstoffen zu verbinden, als Chromatin oder chromatische Substanz bezeichnet wird. Ausserdem enthält der Kern ein oder mehrere Kernkörper, welche vermutlich Nebenprodukte des Stoffwechsels darstellen. Wenn sich der Kern zur Teilung vorbereitet, verdichtet sich das Fadengerüst an bestimmten Stellen, das Chromatin häuft sich längs bestimmter Fadenzüge an und es bildet sich so allmählich das Gerüstwerk in einen knäuelig aufgewundenen Faden um. Dieser Faden zeigt bald darauf in seinem ganzen Verlauf eine Spaltung, die sogen. Längsspaltung, anderseits zerlegt er sich durch Querteilung in eine für jede Tier- oder Pflanzenspecies charakteristische Anzahl von Segmenten, die sogen. Chromatinschleifen. Kernmembran und Nucleolen be-

ginnen unterdessen zu verschwinden, dafür treten aber an zwei entgegengesetzten Punkten der ursprünglichen Kernperipherie zwei winzige Körper, die sogen. Centrosomen auf. Dieselben scheinen Kraftcentren darzustellen, welche auf die Substanz des Zellkörpers und des Kernsafts irgend eine chemische oder dynamische Wirkung ausüben, so dass sich die kleinsten Teilchen derselben strahlenförmig um die Centrosomen orientieren, wie die Eisenfeilspäne um die Pole des Hufeisenmagneten. Diese Centrosomen scheinen aber auch eine gewisse Attraktion auf die Chromatinschleifen auszuüben, denn wir sehen nunmehr, wie die Schleifen zuerst zwischen beiden Centrosomen eine kranzförmige Gruppe bilden und wie dann von jeder Schleife die eine Spalthälfte oder Tochterschleife nach dem einen, die andere nach dem anderen Centrosom hinwandert. Gleichzeitig schnürt sich, wiederum unter dem Einfluss jener Teilungsapparate, der Centrosomen, der Zellkörper ein und die Zelle zerfällt in zwei Tochterzellen. Nunmehr verschwinden Centrosomen und Strahlung, die Tochterschleifengruppen umgeben sich mit einer Kernmembran; durch eine Art von rückläufigem Umwandlungsprozess verteilt sich die chromatische Substanz wieder auf ein neuentstandenes Fadengerüst, es treten wieder Kernkörper auf und schliesslich gleicht jeder der Tochterkerne vollkommen dem Mutterkern.

Kehren wir von dieser Abschweifung zu den in den 70er Jahren sich aneinander reihenden Untersuchungen über die Befruchtungsvorgänge zurück. Nach vorbereitenden Untersuchungen von A. SCHNEIDER, BÜTSCHLI, FOL, AUERBACH u. a. konnte im Jahre 1875 O. HERTWIG für das Seeigellei den Nachweis führen, dass der sogen. Kopf des in das Ei eindringenden Samenfadens sich innerhalb des Eikörpers zu einem kernartigen Gebilde umwandle und mit dem Eikern verschmelze. HERTWIG stellte auf Grund dieser Beobachtung den Satz auf, dass die Befruchtung allgemein auf der Kopulation zweier **Kerne** beruhe. Der Vorgang ist in kurzem der folgende: Noch innerhalb des Ovariums tritt im Ei, wenn dasselbe zu seiner endgültigen Grösse herangewachsen ist, der Kern in die Oberflächenschicht und teilt sich rasch zweimal hintereinander. Es sind im allgemeinen typische Kernteilungen in der Art, wie ich sie vorhin geschildert habe, es folgt ihnen aber nicht, wie dies sonst der Fall ist, eine Teilung des Zellkörpers in zwei gleiche Hälften, sondern in zwei sehr ungleiche Teilprodukte: bei jeder Teilung schnürt sich nämlich von dem zurückbleibenden Ei eine kleine Schwesterzelle ab. Es ist dies die Bildung der beiden Richtungskörper, ein gewisser-

massen vorbereitender Teilungsvorgang, der bei allen tierischen Eizellen vorkommt und den Eikern zur Befruchtung reif macht. Der Eikern tritt nunmehr wieder in die Tiefe des Dotters zurück und wartet hier, bis das Ei aus dem Ovarium austritt und von einem Samenfaden befruchtet wird. Ebenso wie das Ei, so repräsentiert auch jeder Samenfaden den Wert einer Zelle: er setzt sich gewöhnlich zusammen aus dem Kopfstück, welches den Kern enthält, aus dem sogen. Mittelstück und aus dem zur Fortbewegung dienenden Schwanzfaden. Sobald nun ein Samenfaden in das Ei eingedrungen ist, hebt sich infolge eines Quellungsvorgangs von dem Ei eine zarte Haut, die Eimembran oder Dotterhaut, ab, durch welche das Eindringen weiterer Samenfäden verhindert wird. Während nun der Schwanzfaden des eingedrungenen Spermatozoons in der äussersten Eischicht stecken bleibt, wandert der Kopf in Begleitung des Mittelstückes auf den Eikern zu, der im Kopf enthaltene Kern wandelt sich zum bläschenförmigen Spermakern um, während an der Stelle des Mittelstückes ein Centrosom sichtbar wird, welches seine zunehmende Aktivität durch das Auftreten einer immer mehr sich vergrössernden Strahlung im Zellkörper bekundet. Es erfolgt gewöhnlich eine Drehung in der Weise, dass nunmehr das Centrosom dem Kern vorausmarschiert, aber noch ehe der Spermakern den Eikern erreicht, pflegt sich das Centrosom und dessen Strahlung zu teilen. Es entstehen so zwei Centrosomen, welche sich einander gegenüber aufstellen, während die inzwischen vereinigten Kerne zwischen dieselben treten und sich nun in der vorhin beschriebenen Weise zur Teilung vorbereiten. Sowohl die väterliche als die mütterliche Chromatinsubstanz zerlegt sich in eine ganz bestimmte Anzahl von Schleifen und bei dem folgenden Kern- und Zellteilungsprozesse tritt sowohl von den väterlichen als von den mütterlichen Chromatinschleifen je eine Spalthälfte in die eine, die zweite in die andere Tochterzelle. Da sich nun der Organismus auf Grund eines fortgesetzten Zweiteilungsprozesses aufbaut, so scheint zu folgen, dass in sämtlichen Zellen desselben sowohl väterliche als mütterliche Kernsubstanz sich befindet.

Es hat nun schon Roux, der Begründer der modernen Entwicklungsmechanik, im Jahre 1884 die Vermutung aufgestellt, dass der so ungemein umständliche und verwickelte Kernteilungsprozess als ein Mittel angesehen werden muss, den Kern nicht bloss seiner Masse, sondern auch der Masse und Beschaffenheit seiner einzelnen Qualitäten nach zu teilen. Nach Roux handelt es sich also bei der Kernteilung darum, dass eine möglichst gleichmässige Verteilung eben

der Kernsubstanz in die Tochterkerne bewirkt werde, in dem Sinn, dass jede „differente Qualität“, die im Mutterkern enthalten ist, auf jeden der beiden Tochterkerne übergeht.

Gleichzeitig (1884) konnte der Botaniker STRASBURGER den Nachweis führen, dass bei den Phanerogamen von der ganzen Pollenzelle, welche letztere der tierischen Samenzelle entspricht, überhaupt nur der Kern in die Eizelle gelangt, und vermochte damit den O. HERTWIG'schen Satz, wonach die Befruchtung auf der Kernkopulation beruhe, dahin zu ergänzen, dass das Wesentliche der Kopulation und also der Befruchtung in der Vereinigung der Kernsubstanz des mütterlichen und väterlichen Individuums beruhe.

Von dem Gedankengang ROUX' und der Schlussfolgerung STRASBURGER's blieb nur noch ein Schritt zur Anbahnung einer Vererbungslehre zu thun. Dieser Schritt wurde beinahe gleichzeitig von dem Botaniker STRASBURGER (1884), den Anatomen O. HERTWIG (1885) und KÖLLIKER (1885) und dem Zoologen WEISMANN (1885) gethan.

Dieselben gingen auf die Thatsache zurück, dass das Kind, welcherlei Geschlechts dasselbe auch ist, sowohl Eigenschaften des Vaters als der Mutter zeigen kann. Es müssen also in jedem Falle alle Vererbungsanlagen des Vaters vor der Befruchtung im Kern der Samenzelle gewissermassen konzentriert sein, da ja nur dieser Bestandteil der Samenzelle bei dem Befruchtungsprozess sich beteiligt, und dasselbe muss natürlich dann auch für die Vererbungsanlagen der Mutter bezüglich des Kernes der Eizelle gelten.

Nun zeigen aber nach einer Entdeckung VAN BENEDEN's am Ei des Pferdespulwurms (1883), die bald darauf von BOVERI bestätigt und ergänzt wurde, die beiden Kerne zur Zeit der Kopulation die gleiche Zahl und das gleiche Aussehen der Chromatinschleifen. Diese und einige andere Thatsachen machten es wahrscheinlich, dass von den verschiedenen Bestandteilen des Kernes die Chromatinschleifen die wichtigste Rolle spielen, wie denn auch der ganze Vorgang der Kern- und Zellteilung, bei der es auf eine möglichst genaue Verteilung gerade der Chromatinsubstanz anzukommen scheint, auf diese Bedeutung hinweist.

Die genannten Forscher kamen also zu der Ansicht, dass die Chromatinsubstanz des Kernes das von NÄGELI theoretisch erschlossene Idioplasma darstelle, d. h. „die organisierte, eine komplizierte, feinste Struktur besitzende, von einer Generation auf die andere sich übertragende Vererbungssubstanz“. Von der besonderen, je nach Species und Individuum verschiedenen Molekularstruktur dieser Substanz soll

es den genannten Forschern zufolge abhängen, welche spezifische und individuelle Eigentümlichkeiten das aus dem befruchteten Ei sich entwickelnde neue Individuum besitze. Kleine Abweichungen im Bau dieser Struktur werden entsprechende Variationen im einzelnen Individuum hervorrufen, ebenso wie jeder Tier- und Pflanzenspecies besondere spezifische Eigentümlichkeiten dieser Struktur von vornherein zukommen.

Welche dynamische oder chemische Vorgänge nun im einzelnen den Zusammenhang zwischen Abänderungen in der Beschaffenheit der Kernsubstanz und entsprechenden Abänderungen in dem sich entwickelnden neuen Organismus vermitteln, darüber wurden von den erwähnten Forschern verschiedene Vermutungen und Hypothesen aufgestellt, auf welche näher einzugehen hier nicht der Ort ist. Ich möchte hier nur die Auffassung kurz besprechen, zu welcher die genannten Autoren und besonders WEISMANN bezüglich der Bedeutung des Befruchtungsvorganges gelangt sind.

Fast durch alle Zeugungstheorien bis auf die neueste Zeit geht der Grundgedanke, dass die Befruchtung eine Vereinigung zweier gegensätzlichen Kräfte, eines männlichen und weiblichen Prinzips, etwa nach Art der Vereinigung der beiden Elektrizitäten, darstelle und dass durch diese Vereinigung das Leben neu angefacht werden müsse. Es handle sich also um eine Belebung des Eies, ebenso wie man bei den einzelligen Tieren, speciell bei den Infusorien, die periodisch eintretende Konjugation zweier Individuen als einen Verjüngungsprozess ansah.

Diese Belebungs- oder Verjüngungstheorien gingen aus von der einen bei der Befruchtung hervortretenden Thatsache, dass im allgemeinen nur dann das Ei sich weiterentwickelt, wenn es sich mit der Samenzelle vereinigt hat, also von dem Satz, dass eine der beiden Geschlechtszellen für sich allein nicht entwicklungsfähig sei. Dieser Satz erlitt nun freilich bereits Ende der 50er Jahre eine bedenkliche Erschütterung durch die von SIEBOLD und LEUCKART gemachte Entdeckung von der Jungfernzeugung oder Parthenogenese bei den Bienen, d. h. von der Entwicklung unbefruchteter Eier zu Drohnen, eine Entdeckung, welcher im Laufe der Zeit eine Reihe entsprechender Befunde von regelmässig periodischer oder gelegentlicher Parthenogenese bei anderen Formen folgt. Diejenigen Vertreter der Belebungstheorie nun, welche vorurteilsfrei genug waren, die Thatsachen der Parthenogenese anzuerkennen, betrachteten nunmehr dieselbe als den Nacherfolg einer in früheren Generationen vorausgegangenen Befruchtung und dachten sich, dass der Belebungs- oder Verjüngungsvorgang mindestens von Zeit zu Zeit eingreifen

müsse, um die Fortpflanzungsfähigkeit zu erhalten. — Nun hatte schon WAGNER (1853), noch vor der Entdeckung der Parthenogenese, auch auf die zweite mit dem Befruchtungsvorgang regelmässig zusammenhängende Thatsache mit grossem Nachdruck aufmerksam gemacht, nämlich dass bei derselben offenbar die körperlichen Eigentümlichkeiten beider Eltern vereinigt und auf die Kinder übertragen werden. In neuester Zeit (1885—86) ist nun WEISMANN durch diese Thatsache und durch die Thatsache der Parthenogenese dazu geführt worden, das Wesentliche der Befruchtung nicht in der angenommenen Belegung oder in einer Vereinigung entgegengesetzter „polarer“ Kräfte zu suchen, sondern eben gerade in der Vereinigung zweier Vererbungstendenzen, in der Vermischung der Eigenschaften zweier Individualitäten. Die sexuelle Fortpflanzung würde also danach die Folge haben, nicht nur vorhandene Anlagen zu verstärken oder abzuschwächen — eine Wirkung, welche jedem Tierzüchter bekannt ist — sondern vor allem auch immer neue Kombinationen von individuellen Merkmalen zu erzeugen. Durch die sexuelle Fortpflanzung wird also vor allem das Material von erblichen individuellen Charakteren geschaffen, mit welchem die Selektion arbeiten kann.

Diese neue Befruchtungstheorie hat, trotzdem ihr die Erfahrungen der Tierzüchter eine wertvolle Stütze gewähren, bereits ihre erste Formulierung in einem wichtigen Punkte verlassen müssen, nämlich, was die Auffassung des Befruchtungsvorgangs als ausschliessliche Quelle der individuellen Abänderungen anbelangt. Im ganzen stellt aber diese Theorie im historischen Gang der Befruchtungslehre offenbar wiederum eine Art von Ruhepunkt in der Fragestellung dar, wie dies z. B. für die Kontakttheorie, in der Mitte des Jahrhunderts, galt, nur dass die Anregung, welche die erstere der beobachtenden Forschung gegeben hat und noch giebt, eine unvergleichlich grössere und vielseitigere ist, als dies bei der Kontakttheorie der Fall war.

Aber ebenso, wie zur Zeit, als die Kontakttheorie aufgestellt wurde, bereits einige Beobachtungen schüchtern hervortraten, mit denen die Theorie nicht ganz zurechtkommen konnte, so gilt dies auch heute wieder, insofern auf dem Gebiet der Befruchtungslehre bereits wieder einige Thatsachen auf etwas Unbekanntes, noch gänzlich Verschleiertes hinweisen. Gestatten Sie mir, dass ich Ihre Geduld noch wenige Augenblicke in Anspruch nehme, um Sie mit einer dieser Thatsachen bekannt zu machen. Es wurde erwähnt, dass beim Ei des Pferdespulwurms die väterliche und mütterliche Kernsubstanz sich vollständig gleichartig verhalten und sich selbständig

zur Teilung vorbereiten. Bei den Eiern gewisser Krustaceen wurde nun neuerdings gefunden, dass die Selbständigkeit der beiden Chromatinsubstanzen sich nicht nur bei der ersten Teilung des Eies zeigt, sondern sich auch bei einer ganzen Reihe von weiteren Teilungen in bestimmten Zellen forterhält. Schliesslich findet sich in dem ziemlich weit entwickelten Embryo beim ersten Auftreten der Anlage der Geschlechtsorgane immer noch die väterliche und mütterliche Kernsubstanz nicht nur räumlich getrennt vor, sondern auch der physiologische Zustand der beiden Kernhälften ist, wie aus dem verschiedenen Ansehen der beiden Chromatingruppen geschlossen werden darf, ein verschiedener. Diese Ungleichheit der beiden Kernhälften würde aber darauf hinweisen, dass die chemischen Wechselwirkungen zwischen jeder der beiden Chromatingruppen einerseits und dem Zelleib andererseits verschiedenartige, zum mindesten verschieden intensive sind. „In diesen Wechselwirkungen muss aber das liegen, was wir heutzutage Beherrschung der Zelle durch den Kern nennen. Es wäre also denkbar, dass die beiden Kernhälften in einer Art von Konkurrenz hinsichtlich der Beeinflussung des Zellenlebens miteinander stehen und dass dieser Wettkampf der väterlichen und mütterlichen Kernsubstanz gerade in dem verschiedenen morphologischen Ansehen der beiden Gruppen seinen Ausdruck findet.“ Ich möchte vermuten, dass es nicht ganz aussichtslos ist, auf diesem Wege allmählich eine morphologische Grundlage zu erhalten für die Behandlung gewisser specieller Vererbungsfragen, vor allem des vielbesprochenen Problems der Geschlechtsbestimmung.

Ich habe versucht, Ihnen die historische Entwicklung und den heutigen Stand der Befruchtungslehre zu schildern. Wenn auch der Satz von der internationalen Wissenschaft für immer zu Recht bestehen soll, so dürfen wir doch mit Genugthuung feststellen, dass es neben einigen belgischen Forschern hauptsächlich den deutschen Biologen vorbehalten war, neue Wege auf diesem Gebiet zu bahnen. Zahlreiche Engländer und Amerikaner haben sich neuerdings diesen Bestrebungen mit Erfolg angeschlossen und wir dürfen es wohl als eine Verheissung weiteren fruchtbringenden Zusammenwirkens begrüssen, wenn soeben der französische Zoologe YVES DELÂGE einen dringenden Appell an seine Landsleute richtet, den Forschern des Nachbarlandes auf dieses Gebiet zu folgen und so mitten hineinzugreifen in die Allgemeine Biologie, d. h. in die Erforschung der Bedingungen und Ursachen der Lebensäusserungen in der Zelle, im Individuum und in der Species.

---

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [53](#)

Autor(en)/Author(s): Häcker Valentin

Artikel/Article: [Der heutige Stand der Befruchtungslehre. 1-12](#)