Zeitschrift: Gesnerus : Swiss Journal of the history of medicine and sciences

Herausgeber: Swiss Society of the History of Medicine and Sciences

Band: 2 (1945)

Heft: 4

Artikel: Zur Frühgeschichte experimenteller Befruchtungsstudien insbesondere der Mikropylenforschung

Autor: Buess, Heinrich

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-520788

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

GESNERUS

Vierteljahrsschrift für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften

Revue trimestrielle d'histoire de la médecine

Jahrgang - *Volume* - 2 1945 Heft - *Fasc.* - 4

Zur Frühgeschichte experimenteller Befruchtungsstudien, insbesondere der Mikropylenforschung*

«In physischen sowohl als anderen Erfahrungswissenschaften kann der Mensch nicht unterlassen ins Minutiöse zu gehen, teils weil es etwas Reizendes hat, ein Phänomen ins unendlich Kleine zu verfolgen, teils weil wir im Praktischen, wenn einmal etwas geleistet ist, das Vollkommenere zu suchen immer aufgefordert werden.»

Goethe, Bemerkungen zur «Geschichte der Farbenlehre».

Innerhalb der Geschichte der Biologie gehört die Beschäftigung mit der Befruchtungsforschung zum Reizvollsten, was sich ein historisch interessierter Naturwissenschafter und Arzt denken kann. Wer einmal in den Bann der Embryologie vergangener Zeiten geraten ist, kommt davon nicht mehr so leicht los. Dies zeigt unter den Schweizer Ärzten besonders deutlich *Wilhelm His*, der Basler Anatom, der immer wieder seine Vorliebe für diese Art von Untersuchungen unter Beweis gestellt hat.

Ein Überblick über die bisherige Literatur ergibt jedoch, daß die Biologiehistoriker sich fast durchwegs mehr darauf eingestellt haben, die großen Linien in der Entwicklung der Zeugungstheorien zu verfolgen und ihre ideengeschichtlichen Zusammenhänge und Einflüsse darzustellen. Die Einzelforschung, der die Geschichtswissenschaft auch im medizinischen Bereiche nicht entraten kann, ist darüber manchmal etwas zu kurz gekommen. Derselben Scheu vor minutiöser Kleinarbeit an den Quellen ist es vielleicht auch zuzuschreiben, daß die geschichtlichen Darstellungen zur Hauptsache dort aufhören, wo die eigentliche zoologische Befruch-

*) *In memoriam Prof. Gustav Senn*, des hochverdienten Historikers der Biologie, an Stelle eines Festschriftbeitrages zu seinem 70. Geburtstag, den 9. November 1945.

tungsforschung anfängt, d. h. mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts. Wohl sind einzelne Übersichten über die früheren experimentellen Generationsstudien bekannt — ich denke hier vor allem an den bibliographischen Teil von *Fol's* großer Abhandlung (1879), die meiner Betrachtung als Richtlinie diente — aber auch sie kommen über eine ad hoc zusammengestellte Kritik der früheren Literatur kaum hinaus. Dasselbe gilt in erhöhtem Maße für die jüngsten Rückblicke von *Karl Rábl* (1915) und *Oskar Hertwig* (1918). Diese Tatsache darf als hinreichend entschuldigt gelten durch den Umstand, daß mit dem Beginn der experimentellen Ära in der tierischen Zeugungslehre das vorliegende Material kaum mehr zu übersehen ist. Doch sollte diese reiche Fülle von Einzelbeobachtungen kein Hinderungsgrund sein, an das Problem heranzugehen, sondern sollte vielmehr den Fachmann anspornen, auch vom historischen Gesichtspunkt aus die überraschend vielen Stücklein des Mosaiks zu einem sinnvollen Ganzen zusammenzufügen. Dieses umso mehr, als gerade der Standpunkt des Historikers mit dem des Embryologen so viele ähnliche Züge aufweist. Für den Schweizer Biologen ist es überdies ein Stück nationaler Pflicht, das Erbe der großen Forscher des 19. Jahrhunderts, wie *Prévost*, *Koelliker*, *Rütimeyer*, *His* und *Fol* auch in diesem Sinne zu wahren.

Eine gründliche historische Würdigung der entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten des letzten Jahrhunderts müßte sich streng an die naturgegebene Systematik der Embryologie halten. Von den unteren Tierklassen ausgehend, die einfachere Verhältnisse aufweisen, wären die Ansichten über Reifung und Transport des Eies und des Samenfadens, die Vorgänge bei der Vereinigung der beiden Zellen und die Entwicklung zum Embryo (Furchung usw.) und zum Neugeborenen geschichtlich zu verfolgen.

Aus dem riesigen vorliegenden Material soll ein kleiner Ausschnitt gewählt werden, der gewissermaßen im Brennpunkt des ganzen, während vieler Jahrhunderte so geheimnisvollen Geschehens steht: das Verhalten des Spermatozoons gegenüber dem Ei, wie es von den Forschern namentlich um die Mitte des 19. Jahrhunderts gesehen wurde. Sollte die kurze Skizze vom Standpunkt des strengen Naturwissenschaftlers aus da und dort Ungenauigkeiten aufweisen, so bittet der Schreibende als Nichtfachmann um Nachsicht. Das Ganze möchte nicht mehr als eine Anregung sein dazu, daß dem so verlockenden Gegenstand von kompetenter Seite eine erschöpfende Bearbeitung zuteil wird.

Aus Gründen der Übersicht sind im geschichtlichen Fortschreiten der experimentellen Befruchtungsstudien für die vorliegende Skizze verschie-

dene Etappen abgetrennt worden, die, wie alle historische Systematik, bis zu einem gewissen Grad als willkürlich angesehen werden müssen.

1. Die Spermatozoen werden als zur Befruchtung obligates Element sichergestellt (1824—1849).

2. Die Frage, ob es sich bei der Befruchtung um eine bloße Kontaktwirkung oder um ein Eindringen des Samenkörperchens ins Ei handelt, wird im letzteren Sinne entschieden (1850—1853).

3. Der Mechanismus des Eintritts des Samenfadens in die Eizelle wird diskutiert, wobei die Frage der Mikropyle im Vordergrund steht (1855—1869).

4. Die Anzeichen für das Eindringen eines einzelnen Spermatozoons (Sptz.) häufen sich. Während der eigentliche Vorgang noch nicht beobachtet werden kann, läßt sich die Vereinigung des ♀ und ♂ Kernes im Innern des Eies (1870—1874) eindeutig beweisen.

5. Der geschlechtliche Charakter der beiden Kerne wird deutlich erkannt und das Eindringen des Sptz. genau verfolgt (1875—1879).

Von den fünf allgemein charakterisierten Zeitabschnitten soll hauptsächlich auf die Beobachtungen der beiden Dekaden von 1850—1870 (Abschnitt 2 und 3) näher eingegangen werden.

1. Die Sptz. als befruchtendes Element

Die experimentelle Befruchtungsforschung beginnt eigentlich erst mit *Lazzaro Spallanzani* (1729—1799). Der gelehrte italienische Geistliche ging als Anhänger der Präformationslehre *Bonnet's* in seinen systematischen Befruchtungsexperimenten allerdings von einer falschen Voraussetzung aus; kam er doch auf Grund von Studien mit den Geschlechtsprodukten der Erdkröte zum Schluß, der Samen liefere nur die Flüssigkeit, die die Bewegung der Kaulquappen bestimme, die Sptz. selber dagegen seien für die Befruchtung nicht nötig (1785, S. 102).

Die naturphilosophisch orientierten Biologen des 19. Jahrhunderts brachten für experimentelle Untersuchungen nicht viel Verständnis auf. Weniger stark war diese Richtung im französischen Sprachgebiet vertreten, von wo denn auch der neue Impuls in der genetischen Forschung ausging. Noch war das tierische Ei nicht entdeckt. Hingegen besaß die Biologie dank langer Vorarbeiten verhältnismäßig gute Kenntnisse über die Morphologie der schon 1677 entdeckten Sptz., namentlich auch in vergleichend-anatomischer Hinsicht. Von dieser Grundlage aus nahm dann auch die experimentelle Befruchtungsforschung ihren Ausgang. Dem Me-

diziner *Jean-Louis Prévost* sen. (1790—1850) in Genf sollte es zusammen mit dem jungen französischen Pharmazeuten *Jean-Baptiste-André Dumas* (1800—1884) gelingen, von ihren histo-physiologischen Studien über die Hodensekretion ausgehend die Lehre von der künstlichen Befruchtung wesentlich zu fördern. Schon allein der von den beiden Forschern erbrachte Beweis, daß die Sptz., die man noch fast allgemein für parasitäre Produkte der Samenflüssigkeit hielt, im Hodenparenchym gebildet werden, bedeutete für jene Zeit etwas unerhört Neues. Hier sollen nur die letzten Ergebnisse ihrer Beobachtungen genannt werden, über die die bahnbrechenden Genfer Forscher in ihrer vorsichtig formulierten Abhandlung «Nouvelle théorie de la génération» (1824) berichteten. Der erste Teil der Untersuchungen hatte mit dem Schluß geendigt, «que ces êtres jouissent d'une importance réelle et peut-être exclusive dans l'acte de la génération».(S. 285). Nachdem sie im weiteren Verlauf der Studie an Froscheiern zum ersten Mal den Vorgang der Furchung eingehend beschrieben hatten, suchten die beiden Gelehrten auch über das Verhalten der Sptz. zum Ei weitere Klarheit zu gewinnen. *Prévost* prüfte das Verhalten der befruchtenden Lösung zum Schleim (d. h. zur sekundären Eihülle) des Salamandereies und fand, daß eine große Zahl von Sptz. aktiv in die «espèce de gelée» eingedrungen war. Damit war der Schluß erlaubt (S. 134), daß die Schleimhülle den Sptz. keinen Widerstand entgegenzusetzen vermag. Aus der ganzen Versuchsreihe (fünffache Filtration, S. 142) war nach *Prévost* die Notwendigkeit der Berührung von Ei und Samenflüssigkeit für die Befruchtung bewiesen. Mit Wasser gesättigte Eier waren dagegen nicht mehr befruchtungsfähig. Aus der vorsichtigen Formulierung der Schlußsätze läßt sich ermessen, daß die Ergebnisse der beiden Forscher für die damalige Zeit etwas unerhört Kühnes waren. Noch 20 Jahre später glaubten gewisse Embryologen (namentlich in Frankreich), die nicht über *Prévost* und *Dumas* hinausgelangt waren, mit ihren Mitteilungen über künstliche Befruchtung der Wissenschaft etwas Neues zu bieten.

In den nächsten Jahrzehnten wurden zunächst die durch *Haller, C. F. Wolff, Doellinger, Pander, Rusconi* u. a. vorbereiteten Studien über Entstehung und Wachstum des Embryos weitergeführt. Auch diese hatten durch die Entdeckung der Furchung des tierischen Eies einen gewaltigen Auftrieb erhalten. Diese Richtung der Embryologie erlebte in den Arbeiten von *C. E. von Baer, T. L. W. Bischoff, J. V. Coste, Dufossé* u. a. einen neuen Höhepunkt. Erst nachdem das Ei im Graaf'schen Follikel durch

Baer entdeckt war (1827) und nachdem insbesondere *Kölliker* von der Zellenlehre aus die zelluläre Natur des Eies erkannt hatte (1844), war an eine erfolgreiche Inangriffnahme der Befruchtungsexperimente zu denken. Sämtliche Forscher gehen von den in Genf gemachten Feststellungen aus, daß die Sptz. für die Befruchtung des Eies unbedingt nötig sind.

Als erster ist hier der vielseitige *Martin Barry* (1802—1855) in Edinburg zu nennen, dessen Untersuchungen am Kaninchen mit der Einführung der Zellenlehre zusammenfallen (1838—1840). Für unsere Frage-Stellung kommt die zweite seiner Abhandlungen (1839, S. 314), in Frage. Bei der im Ovar zustandegekommenen Befruchtung hielt der schottische Embryologe zwei kleine Granula, die sich auf der von ihm in der Zona pellucida beobachteten Öffnung befanden, für Sptz. Auch die später im Innern des Eies festgestellten Sptz. befanden sich tatsächlich in der Eihülle. Die späteren Forscher, die *Barry* die Entdeckung des Befruchtungsvorganges zuschrieben, wurden nach *Fol* (1879, S. 215) durch den hochtrabenden Titel der Abhandlung von 1843 («Spermatozoa observed within the Mammiferous Ovum») irregeleitet.

Von 1842 an erschienen die drei klassischen Veröffentlichungen über die Entwicklungsgeschichte des Kaninchen-, des Hunde- und des Meerschweincheneies von *Theodor Ludw. Wilh. Bischoff* (1807—1882). In der ersten Studie (1842), deren prachtvolle Tafeldarstellungen bis heute größtenteils mustergültig geblieben sind, teilt *Bischoff* nach *Fol* (1879, S. 216) einige Beobachtungen über Sptz. in unmittelbarer Nähe des Dotters mit, leugnet jedoch das Eindringen der männlichen Geschlechtsprodukte in die Eizelle völlig. Die mangelhaften technischen Hilfsmittel (Fehlen von chemischen Reagentien) ließen genaue Kernbeobachtungen im Innern einer so großen Dottermasse, wie sie das Säugetierei darstellt, noch nicht zu.

Nachdem der junge *Albert Kölliker* (1817—1905) in Zürich schon 1843 seine mechanisch-dynamische Auffassung über das Wesen des Befruchtungsvorganges geäußert hatte («Über die ersten Vorgänge im befruchteten Ei»), ließ sich *Bischoff* durch das negative Ergebnis seiner Untersuchung am Eidotter vier Jahre später zu seiner bekannten «Kontakttheorie» der Befruchtung verleiten. Nach *Bischoff* soll es sich bei der Befruchtung, wie er noch 1877 ausdrücklich wiederholt, um eine «mitgetheilte Molecularbewegung» — entsprechend dem Vorgang der Gärung nach *Liebigs* Auffassung — handeln. Von der Fermentlehre seines Kollegen an der Gießener Universität ausgehend war *Bischoff* zu seiner An-

nahme von der «Contactwirkung» der Sptz. gekommen. Diese Anschauung hielt sich trotz dem lebhaftesten Widerspruch namentlich von seiten *Rudolf Wagner's* (1805—1864) viele Jahrzehnte hindurch aufrecht. Als letzte gewichtige Stütze seiner Hypothese betrachtete der später in München wirkende Embryolog den in den Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft Basel vom Jahre 1874 erschienenen Aufsatz von *Friedrich Miescher-Rüsch* (1844—1895): «Die Spermatozoen einiger Wirbeltiere». Dort beruft sich *Bischoff* auf die Stelle (S. 195), wo der Basler Physiolog und Biochemiker von der physikalischen Betrachtungsweise aus für die Befruchtung «das Bild eines Apparates» verwendet, «der eine Bewegung irgendeiner Art erzeugt oder umwandelt . . .» (zit. nach *Bischoff).* Auch durch *Wilhelm His* (1831—1904), den Leipziger Anatomen, sah er sich in seiner Auffassung bestärkt (1877, S. 32 f.). Von ungenügenden technischen Grundlagen aus hatte sich in der Biologie eine Theorie eingenistet, die für die weitere Entwicklung der Genetik als Hemmschuh wirkte.

Daß die Befruchtungsforschung bis zum Jahre 1849, mit dem diese erste Periode abschließen mag, kaum über die von den Genfer Biologen erzielten Resultate hinausgekommen war, zeigen die Versuche mit künstlicher Befruchtung, die *Armand de Quatrefages de Bréau* (1810—1892) in Toulouse an verschiedenen Mollusken (Pfahlmuschel u. a.) anstellte. Weder in seinem Hinweis auf den Einfluß der Verdünnung der Samenflüssigkeit noch in den Angaben über die an der Eihülle («membrane ovarique») beobachteten Samentierchen kommt der im übrigen so verdiente französische Embryologe über die schon ein Vierteljahrhundert früher gemachten Feststellungen hinaus.

2. Kontaktwirkung oder Eindringen? (1850—1853)

Nachdem die Bedeutung der Sptz. für die Befruchtung sichergestellt schien, war es die nächste Aufgabe der Forschung, die Art dieser Einwirkung näher zu umschreiben. Mochte auch die *Bischoff'sche Theorie* weiterhin als erwünschte theoretische Grundlage dastehen, so mehrten sich doch die Tatsachen, die dieses scheinbar so fest gefügte Fundament in seinen Grundfesten erschütterten.

Die 1850 von der Petersburger Akademie herausgegebene schöne Abhandlung des im übrigen offenbar unbekannten *Nic. Alex. Warneck* hätte den Zusammenbruch des stolzen Gebäudes der «Kontakttheorie» gebracht, wenn nur die Einzelheiten von *Warnecks* Studien und namentlich seine Abbildungen (Tafel IV, Fig. 10′, 10″, 11′) besser beobachtet worden wären.

Der russische Forscher beschrieb nämlich (S. 125 f.) im Innern der frisch befruchteten Eier von Land- und Süßwasserschnecken (Limnaeus, Limax) zwei deutlich geschiedene Kerne. Auch vermochte er bereits die Vereinigung der beiden Gebilde zu verfolgen. Die zahlreichen Abbildungen sind allerdings nicht als ausgesprochen gut zu bezeichnen; auch erkannte der Gelehrte die wahre Bedeutung seiner Befunde für die Lehre von der Befruchtung keineswegs, doch wurden *Warnecks* Feststellungen in erster Linie deshalb nicht berücksichtigt, weil sie seiner Zeit weit vorauseilten. Es ist das Verdienst *Fol's*, auf die unzweifelhafte Entdeckung des russischen Gelehrten aufmerksam gemacht zu haben (1879, S. 218 f.). Wie auch aus dem Motto seiner Arbeit hervorgeht, scheint *Warneck* das Wesen der Befruchtung in einer Vermischung der männlichen mit den weiblichen Geschlechtsprodukten und ihrer «Kräfte» gesehen zu haben (vgl. S. 95 der Abh.), eine Anschauung, die ja auf Grund seiner Ergebnisse und der physiologischen Anschauungen eines *Johannes Müller* (1801—1858) nahelag.

Im britischen Forscher *George Newport* (gest. kurz vor 1853) vollzog sich endgültig der Umschwung der Ansichten über die Rolle der Sptz. bei der Befruchtung: Hatten bis dahin selbst über das Eindringen des Samenfadens in die Eihülle immer noch Zweifel geherrscht, und hatte *Newport* selber anfänglich das aktive Eindringen der Sptz. in die Schleimschicht des Eies geleugnet, so wurden jetzt an Rana temporaria und anderen Amphibien nicht nur einzelne männliche Samenelemente im innersten Teil der Eihülle sichergestellt, sondern *Newport* beobachtete (1853, S. 274) auch das Verschwinden eines Sptz. in den Eidotter. Diese Ergebnisse waren die Früchte einer vervollkommneten Technik, benützte doch *Newport* schon 1849 für Versuche mit Filtraten von Samenflüssigkeit die Carminfärbung. Und bald darauf zog sich der gewandte Experimentator auch die Anwendung von Lamellen für die Kompression der Eizelle zunutze (ähnlich wie später *Fol). Newport* darf übrigens auch als Vorläufer der Entwicklungsmechanik betrachtet werden, stellte er doch in der dritten, posthum erschienenen Abhandlung (1854) fest, daß beim Froschei die erste Furche mit der späteren Meridianebene des Embryo zusammenfällt (vgl. *Burckhardt*, S. 109).

Wie man aus der aus *Bischoffs* Feder kurz darauf erschienenen «Bestätigung des von Dr. *Newport* bei den Batrachiern und Dr. *Barry* bei den Kaninchen behaupteten Eindringens der Spermatozoiden ins Ei» (Gießen 1854) schließen könnte, hätte sich der berühmte deutsche Embryologe

von den Befunden der englischen Naturforscher durch eigene Anschauung überzeugen lassen. Doch legte er nach *Fol* (1879, S. 222) den Ergebnissen seiner Fachgenossen zu viel Gewicht bei. Wie die ablehnende Kritik des 70jährigen Münchner Gelehrten gegenüber den einwandfreien späteren Arbeiten (1875 ff.) von *Hensen*, *Hertwig* u. a. zeigt, scheint es sich bei jener «Bestätigung» um eine vorübergehende Zustimmung gehandelt zu haben. Jedenfalls war zu Beginn der Fünfziger Jahre ein scharfer Kampf entbrannt zwischen den Gegnern und den Befürwortern des Eindringens der Sptz. ins Innere des Eies. Doch wurde die Frage nicht nur durch *Newports* Feststellung und *Bischoffs* (anfängliche) Bestätigung zugunsten der letzteren entschieden. Den endgültigen Ausschlag gaben morphologische Beobachtungen an den Eihüllen, die uns in den Mittelpunkt unseres Überblickes führen.

3. Diskussion über den Eintrittsmechanismus der Sptz. ins Ei (1854—1869)

Waren die Forscher bei der künstlichen Befruchtung bisher in erster Linie von den Sptz. ausgegangen, deren Stellung im tierischen Organismus dank der Arbeiten namentlich *Köllikers* (1841, 1846) im wesentlichen abgeklärt zu sein schien, so machten sich jetzt gewichtige Vertreter der Biologie daran, die Struktur der Eizelle aufzuhellen. Zu ihnen ist an erster Stelle der große *Johannes Müller* zu rechnen, der 1851 an den Eiern der Holothurien (Seewalzen, Klasse der Stachelhäuter) einen die Dotterhaut durchdringenden Kanal beschrieb und diesen «mit der Mikropyle des Pflanzeneies» verglich. Bevor wir näher auf diese Entdeckung und ihre Folgen eingehen, seien kurz einige frühere, auf eine Mikropyle hindeutende Beobachtungen erwähnt.

Bekanntlich handelt es sich bei der Mikropyle um einen pflanzlichen Begriff, der wohl schon den Botanikern der Renaissancezeit bekannt war. Zwar konnte ich in der bahnbrechenden Schrift «De sexu plantarum epistola» (Tübingen 1694) des württembergischen Arztes *Rud. Jac. Camerarius* (1665—1721) die Bezeichnung nicht finden. *Sachs* erwähnt in seiner Geschichte der Botanik (S. 427 f.) die Öffnung der weiblichen Samenanlage ausdrücklich im Zusammenhang mit *Samuel Morland* und *E. F. Geoffroy*, den Epigonen des soeben genannten Begründers der Pflanzensexualität.

Auch in der zoologischen Literatur finden sich nach *Leuckarts* Angaben schon frühzeitig Hinweise auf Beobachtungen über die Mikropyle, die an vielen Eiern mit der Verdünnung der Eihülle an einer bestimmten Stelle verbunden ist. Da namentlich die Insekteneier diesen eigenartigen Kanal aufweisen, ist es nicht verwunderlich, daß gerade die Entomologen am häufigsten darauf aufmerksam wurden. Zum ersten Mal scheint — immer

nach *Leuckart* — bei *Malpighi* (1628 bis 1694) die Rede zu sein von der Differenzierung des Eies an einer bestimmten Stelle seiner Oberfläche. In der «Dissertatio epistolica de bombyce» (S. 41) des berühmten Histologen läßt sich denn auch bei der Beschreibung der Eierstockseier des Seidenspinners folgender Hinweis finden: «In his itaque primaevus et nativus sulphureus color perpetuus duravit (die Eier waren also nicht befruchtet!), quin et gracilia reddita sunt *emergente insigni quadam fovea in ipsorum medio*, et exhausto utplurimum humido, arida quasi omnia permansere, quod subventaneis ovis familiare est; ...». Auf Tafel XII, Fig. 4, ist diese Einsenkung besonders deutlich zu sehen, die als «Malpighi'sches Grübchen» in die entomologische Literatur eingegangen ist. Von späteren Naturforschern, die ähnliche Erscheinungen beobachteten, ohne jedoch deren Bedeutung zu erkennen, seien noch *Réaumur, de Geer, Léon Dufour, Moritz Herold, Viktor Carus, Wittich* und von Nichtentomologen *Barry* (s. oben) genannt. Dieses Gebilde gehörte, wie *Leuckart* (1855, S. 96) herablassend meint, «zu den vielen sonderbaren Eigentümlichkeiten in der Bildung und Form der Insekteneier, von denen uns die Entomologen bis auf die neueste Zeit so vieles berichtet haben, ohne daß sie im Stande waren, denselben ein allgemeines Verständnis abzugewinnen.» Wohl erinnerte später *Rudolf Wagner* im Nachtrag zum Artikel «Zeugung» des von ihm herausgegebenen «Handwörterbuches der Physiologie» (Bd. 4, 1853, S. 1018 c) daran, daß er in seinen «Icones zootomicae» (1839, Taf. 32) auf Grund einer in Nizza gemachten Beobachtung am Holothurienei die Mikropyle abgebildet habe.

Aber der Erste, der die eigentliche Bedeutung dieses Gebildes erkannte, war der Berliner Physiologe *Johannes Müller*, der sich bekanntlich in den späteren Lebensjahren fast ausschließlich mit vergleichender Anatomie und Histologie beschäftigte. In einem Brief vom 3. März 1851 erzählte er seiner Gattin aus Triest, das der erfahrene Biolog als den geeignetsten Ort für den Naturforscher bezeichnete, von den reichen Funden an Echinodermen im Adriatischen Meer *(Haberling*, S. 355). Am 28. April 1851 (s. Monatsberichte) berichtete er der Berliner Akademie zum ersten Mal über seine Entdeckung (zit. nach *Müller*, 1854, S. 60 f.): «Das Eierstocksei der Holothurien zeigte nun bei denjenigen Arten, welche der Reife näher waren, eine ganz ungewöhnlich und bis jetzt an Thiereiern noch nicht beobachtete Structur. An einer Stelle nämlich, die sich beim Rollen der Eier in der Profilansicht zu erkennen giebt, verlängert sich die Eihaut und der die Dottermasse enthaltende Raum in Form eines Canales durch die durchsichtige dicke Hülle bis zur Oberfläche.» Nach der Schilderung von weiteren Einzelheiten bei Pentacta doliolum fährt *Müller* fort: «Der Canal ist beim Abgang von dem den Dotter einschließenden Raum etwas weiter und verengt sich allmählig gegen die Oberfläche des Eies.» An den Eiern der Seeigel und der Seesterne ließ sich der Kanal nicht feststellen, was für die späteren Beobachtungen und die Kritik darüber von *Hertwig, Fol* u. a. (s. unten) von Bedeutung ist. Über die Bedeutung dieser

Öffnung äußerte *Müller* folgende Vermutung: «Es liegt zwar der Vergleich mit der Mikropyle des Pflanzeneies so nahe, daß er nicht unerwähnt bleiben kann, diesem steht aber der Umstand entgegen, daß, wenn zur Befruchtung des Thiereies ein besonderer Kanal oder eine Öffnung der Eihülle nothwendig wäre, sie ohne Zweifel in allen Thiereiern vorkommen würden, und daß es mir bis jetzt in keiner andern Thierklasse gelungen ist, etwas ähnliches zu finden.»

Noch im gleichen Jahr erfolgte die zweite Mitteilung *Johannes Müllers* (10. November), in der ebenfalls an Holothuria tubulosa der Entstehungsweise dieses Kanals nachgegangen wurde. *Müller* kam dabei zu folgendem Schluß: «Man kann jene Eihülle der Holothurien als eine perennirende Eikapsel ansehen, daher jener Kanal nur in den seltenen Fällen erwartet oder gesucht werden kann, wo die Eikapsel am Ei perennirt.» In überlegener Voraussicht schränkte also der große Naturforscher die Bedeutung der Mikropyle auf bestimmte Spezialfälle ein, ohne sich als nüchterner Beobachter zu weitreichenden Verallgemeinerungen hinreißen zu lassen. Wie *Müller* in der 4. Abhandlung über Echinodermenlarven (Berlin 1852, S. 41, dazu Taf. IX, Fig. 8 und 9) ganz klar schrieb, gehört der Kanal lediglich der äußern Kapselhaut an, während die eigentliche Dotterhaut geschlossen unter ihm weggeht. Damit schien die Mikropyle auf diejenigen Eier beschränkt zu sein, die sich durch eine wenig durchgängige, zähe sekundäre Hülle (nach heutigen Begriffen) auszeichnen.

Über die Entstehung dieses Gebildes wurden bald von anderer Seite weitere Erklärungen gegeben. Entsprechend den früheren entomologischen Studien war zu erwarten, daß an den Insekteneiern die *Müller*sche Entdeckung zuerst bestätigt würde. Dies war auch tatsächlich der Fall, und innerhalb dieser Klasse der Wirbellosen wurden in den nächsten Jahren ausgedehnte Untersuchungen angestellt, die die Mikropyle als «allgemein verbreitete» *(Leuckart*, 1858) Erscheinung aufzuzeigen vermochten. Die größten Verdienste um die Mikropylen-Forschung und damit um die Lehre von der Zeugung überhaupt erwarb sich unbestritten der junge Göttinger Dozent *Rudolf Leuckart* (1822—1898). Schon im «Handwörterbuch der Physiologie» seines Lehrers *Wagner* (s. oben, 1853, doch wohl schon früher niedergeschrieben), hatte er die erste Beobachtung an Insekteneiern veröffentlicht. An *Müllers* Entdeckung anknüpfend, fährt er fort (S. 906): «An dem Chorion (= sekundäre, vom Follikelepithel gebildete Eihülle) der Insekteneier habe ich häufig eine ähnliche Bildung beobachtet, eine mehr oder minder große Stelle, die von einer sehr viel

dünneren Beschaffenheit ist, als die übrige Hülle.» Obschon sich *Leuckart* hier über die funktionelle Bedeutung dieses Gebildes gar nicht äußerte — der eigentliche Befruchtungsvorgang (Verhalten der Sptz. zum Ei) wird bezeichnenderweise in seinem langen Artikel überhaupt mit Stillschweigen übergangen — sicherte er sich doch durch diese Bemerkung die Priorität vor *Meißner* (s. unten).

Die nächste Tierklasse, bei der diese neuartige Kanalbildung festgestellt wurde, waren die Weichtiere. In seiner mit viel «Begleitmusik» veröffentlichten Abhandlung «De spermatozoorum introitu in ovula» (Königsberg 1853) beschrieb der Kreisphysikus *Ferdinand Keber* (1816—1871) in Insterburg am 20. Dezember 1852 die Mikropyle an den Eiern der Fluß- und Teichmuschel. Während sich der ostpreußische «Prophet», als der er sich innerhalb der Zeugungslehre fühlte, beim mikroskopischen Studium der Mikropyle — diese Bezeichnung fand durch ihn allgemeine Verbreitung — der vollkommensten Objektivität befleißigte, ließ sich der begeisterte Histolog in weiteren angeblichen Befunden über Spermatozoen im Innern dieses Kanals zu Deutungen hinreißen, die einer strengen Kritik durch *Bischoff* (Gießen 1854) u. a. nicht standhalten konnten. Zum Krassesten in der ganzen Literatur über die experimentelle Generationsforschung gehört für uns heute wohl die Angabe (S. 7, Anm.), von dem quer im Mikropylenkanal liegenden «Körperchen» sei wohl auf dem Wege zum Ei der Schwanz abgefallen. Auch wenn *Keber* von dem «äußerst langsam und allmählig» erfolgenden Eintritt dieser Körperchen (S. 35) und von einer «absatzweisen Eröffnung der Eihäute» (S. 25) spricht, ist es sicher, daß der gute Mann einer Täuschung zum Opfer gefallen ist. Er brauchte denn auch nicht für den nötigen Spott zu sorgen und erreichte durch seine Spekulationen, daß auch das Verdienstvolle seiner Untersuchung anfänglich ganz übersehen blieb. Seine ebenfalls aus vermeintlichen Beobachtungen abgeleitete Theorie, «daß bei jeder thierischen Befruchtung die Sptz. in das Ei eindringen, innerhalb des Dotters sich auslösen und in Kerne zerfallen und dadurch in die Säftemasse des künftigen Organismus übergehen» (Einleitung), hielt sich jedenfalls aufrecht, bis in den siebziger Jahren genauere Beobachtungen über das Verhalten der Kerne gemacht wurden. Wenigstens verfocht *Wagner* (Nachtrag, 1853, S. 1018 c) mit Eifer diese Ansicht.

Die nächsten Jahre brachten eine Hochflut von Äußerungen zur Lehre von der Mikropyle. Je mehr wirkliche Beobachtungen veröffentlicht wurden, umso ungehemmter gab man sich, namentlich infolge *Kebers* teil-

weise phantastischen Schlußfolgerungen, den größten Erwartungen hinsichtlich der Fortpflanzungslehre hin. *Wagner* war der Erste, der sich von dem *Keber*schen Freudentaumel hinreißen ließ: «Diese Beobachtungen werden sich bald vervielfältigen, und ohne Zweifel wird diese Anordnung eine viel allgemeinere sein, als man bisher vermutete.» Mit dem Hinweis auf den erst spät bekannt gewordenen (von ihm selber entdeckten) «Keimfleck» tat der Göttinger Physiolog den Einwand ab, die Mikropyle sei «bei so vielen andern Eiern, namentlich dem der Säugetiere» bisher nicht gefunden worden (1. c.).

Was die weiteren Vermutungen betrifft, so berichtete im September 1854 *Georg Meißner* (1829—1905) in Göttingen über «den Rest des Dotterkanals» an den Eiern von Mermis albicans, einer Art von Fadenwürmern, die in der Leibeshöhle von Insekten schmarotzt (S. 268). *Meißner* ist geneigt, diesen unvollständigen Kanal «angesichts der Beobachtungen und der Befruchtungstheorie *Kebers*» als Mikropyle aufzufassen, bleibt den Beweis dafür jedoch schuldig.

Doch war jetzt, nachdem *Keber* mit seiner pompösen Schrift das Signal dazu gegeben hatte, auch die Zeit gekommen, wo sich Schlag auf Schlag weitere Entdeckungen an die erste von *Joh. Müller* reihen sollten. In seinen «Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter» berichtete *Meißner* (1855) über seine ausgedehnten Beobachtungen; nachdem er geglaubt hatte, im ersten Teil seiner Abhandlung an den Eiern von Ascaris mystax «einen längern oder kürzeren, am Ende offenen Kanal» (S. 219 f.) feststellen zu können — in Wirklichkeit handelte es sich wohl entweder um Kunstprodukte oder um noch nicht reife Eier (vgl. *Fol*, 1879, 224) — prüfte *Meißner* — vielleicht auf die oben erwähnte Bemerkung *Leuckarts* im «Handwörterbuch» hin — zahlreiche Insekteneier auf dieses Gebilde und vermochte das Vorhandensein der Mikropyle an verschiedenen Fliegenarten (Musca vomitoria, Musca domestica), an Culex-Arten, an Coleopteren, usw. sowie an einer Crustaceen-Species (Gammarus pulex) nachzuweisen. Während diese Befunde und größtenteils auch die Erklärung ihrer Entstehung als Abrißstelle vom Eistiel unbestritten blieben, stand *Meißners* Mitteilung über den Befruchtungsvorgang bei den Askariden auf recht schwachen Füßen. Dieser soll in einem Vordringen des Samenkörperchens in das Innere des Eies, «in einem Einfließen» bestehen (S. 223 unten). Noch mehr stutzig wird man, wenn man über das spätere Schicksal der Sptz. Folgendes erfährt (S. 226): «Um es sogleich kurz zusammenzufassen, so besteht diese weitere Ver-

änderung der Samenkörperchen, die sich unmittelbar an die bisher betrachtete formelle Entwicklung anschließt, in einer allmählichen Umwandlung in Fett.» Diese «regressive Metamorphose» ist nach *Meißner* «für die Theorie der Befruchtung und für die Lehre von der Zeugung überhaupt von besonderem Interesse». Auch hier also die Vorstellung einer Vermischung der ganzen Masse des Sptz. mit dem ganzen Eidotter. Daß es sich bei diesen Beobachtungen bestenfalls um postmortale Erscheinungen an abgestorbenen Eiern handeln kann, wird man *Fol* (1879, 224) gerne zugeben.

Im November desselben Jahres berichtete *Ranson* in Nottingham über die Mikropylenbildung an bestimmten Knochenfischen (Gasterosteus u. a.) (Proc. Royal Soc. 23. Nov., zit. nach *Thomson;* s. unten).

Die von *Meißner* an 19 Insektenarten festgestellte Mikropyle wurde unabhängig von ihm von *Rudolf Leuckart* an «mehr als tausend Insekten aus den verschiedensten Gruppen untersucht» (1856). Bei fast zweihundert Arten war er «so glücklich», den Apparat aufzufinden (S. 94), den er in äußerst minutiöser Weise beschrieb. Der Gießener Zoologe wies als Erster auch bei der Mikropyle auf die «Mannichfaltigkeit, denselben Formenreichthum» hin, «den der Beobachter auch sonst überall in der bunten Welt der Insekten zu bewundern hat» (S. 97). Auch beschrieb *Leuckart* das Eindringen der Samenfäden durch diesen Kanal bis zur Oberfläche des Dotters. Damit war dessen Bedeutung für den Vorgang der Befruchtung klar dargelegt. «Von dieser Zeit an war man überzeugt, daß die Sptz. durch ihr Eindringen in das Ei die Befruchtung bewirken, und einer späteren Zeit war es vorbehalten, den zytologischen Verlauf näher zu ermitteln.» (*Nordenskiöld* 428).

Kaum waren diese zoologischen Beobachtungen zu einem weitverbreiteten Naturgesetz verallgemeinert, so sollten sie von botanischer Seite her in machtvoller Weise bestätigt werden. Gelang es doch nach erfolglosen Bemühungen anderer Forscher — darunter nicht zuletzt des ursprünglichen Genfer Pädagogen und Theologen *Pierre-Etienne Vaucher* (1763—1841) — im Frühjahr 1855 endlich dem jungen oberschlesischen Botaniker *Nathanael Pringsheim* (1823—1894), an Vaucheria, einer Gattung von Schlauchalgen, das Eindringen der Spermatozoiden in die Sporenfrucht zu beobachten. Da sich *Pringsheims* Untersuchung und Mitteilung in unserem Zusammenhang als höchst bedeutsam erweisen sollte, mögen die wichtigsten Sätze im Wortlaut folgen (S. 139 f.): «Die Ansammlung der Hautschicht im Inneren der Sporenfrucht vor dem Schnabelfortsatz und

das Hervortreten eines Theiles derselben ist nur der Mechanismus, durch welchen die für den Eintritt der Spermatozoiden bestimmte Öffnung der Sporenfrucht gebildet wird. Denn stets unmittelbar nachdem die Öffnung der Sporenfrucht entstanden ist, in wunderbarer Coincidenz mit dem Durchbrechen der Hautschicht durch den Schnabelfortsatz, öffnet sich das Hörnchen an seiner Spitze und ergießt seinen Inhalt nach außen (Fig. 5). Unzählige äußerst kleine, stabförmige Körperchen, meist schon völlig isoliert, ... treten auf einmal durch die Öffnung des Hörnchens hervor ... In großer Anzahl, 20, 30 und mehr, dringen sie in die nahe Öffnung der Sporenfrucht hinein, die sie fast völlig erfüllen (Fig. 9).»

Nach der weiteren Schilderung des «wundervollen Schauspiels» des Andringens der männlichen Samenelemente an die schleimig-zähe Schicht der weiblichen Samenanlage beschreibt der glückliche Mikroskopiker, wie «plötzlich eine scharfe Umgrenzungslinie an der äußeren Begrenzung der Hautschicht» entsteht, welche weitere Sptz. am Eindringen verhindert. Es schien mir im Hinblick namentlich auf die späteren Studien *Fol's* wertvoll, den Bericht *Pringsheims* im Wortlaut wiederzugeben.

In unserem Zusammenhang interessiert vor allem die eingehend verfolgte Bildung der Öffnung, (d. h. der Mikropyle) in der weiblichen Sporenfrucht, deren Charakter ein halbes Jahrhundert früher schon *Vaucher* erkannt hatte. Als *Pringsheim* kurz darauf an Bulbochaete und Oedogonium (weiteren Algenarten) dieselben Vorgänge dank der besseren Beobachtungsmöglichkeiten noch genauer studieren konnte, fanden seine klassischen Versuche auch bei den Zoologen volle Beachtung. Von besonderem Einfluß wurden die Schlußfolgerungen des jungen Berliner Forschers, daß die erste Zelle des neuen Organismus «nicht bereits fertig» vorhanden sei, sondern erst als das Resultat der Zeugung entstehe und daß ein einziger Samenkörper genüge «zur Ausübung des Geschlechtsaktes» (1856, S. 232). Dieser letzte Satz sollte allerdings erst später am tierischen Ei bewahrheitet werden.

Diese botanischen Studien fanden denn auch bald Widerhall in der zoologischen Forschung. Obgleich die Vorgänge der tierischen Befruchtung hinsichtlich des Baues der weiblichen Eizelle und der Sptz. grundsätzlich anders zu bewerten sein dürften als die entsprechenden Gebilde und Prozesse an den Pflanzenteilen, verfehlte doch der damals in Basel wirkende *Meißner* nicht, die Feststellungen *Pringsheims* tale quale auf die «Befruchtung des Eies von Echinus asculentus» (Seeigel-Species) zu übertragen. Vor der Befruchtung vollzieht sich ein «Verdichtungsprozeß» in

der Randschicht des Dotters, «infolge dessen der Dotter innerhalb der Dotterhaut von einer neuen ansehnlichen Membran eng umgeben wird.» Erst nach der Befruchtung schließt sich «die vor der neugebildeten Hautschicht noch freigelassene Lücke» (Stelle der Mikropyle), durch die *Meißner* «einige Spermatozoen» eindringen ließ. Diese allzu weit getriebene Analogie brachte die in der Frage der Eihüllen herrschende Verwirrung auf ihren Höhepunkt, und es bedurfte der ganzen Energie des Genfer Zoologen *Eduard Claparède* (1832—1871), um hier Klarheit zu schaffen (1858).

Gegenüber der neuen Bestätigung der Mikropylen-Lehre durch *Pringsheim* war die Reaktion der Zoologen verschieden. Sie schwankte zwischen der weitestgehenden Skepsis und der uneingeschränkten Zustimmung. Zu den Forschern, die sich dem ganzen Zeugungsproblem gegenüber sehr zurückhaltend verhielten, gehörte *Claparède*, der noch 1858 sagen konnte: «Es möchte dennoch heutzutage noch etwas voreilig sein, wenn man den allgemeinen Satz aufstellen wollte, daß ohne unmittelbares Eintreten der Sptz. selbst keine Befruchtung möglich sei.»

Weit zahlreicher aber waren die Stimmen, die ohne Mikropyle eine Zeugung überhaupt für unmöglich hielten. So war *Charles-Philippe Robin* (1821—1885), der bekannte Pariser Histologe, von der Existenz der Mikropyle bei Nephelis (eine Art von Kieferegel) fest überzeugt, obschon er zugeben mußte, daß er sie nicht habe sehen können (1862, S. 86). Und noch 1876 nahm *Oskar Hertwig* am Seeigelei (Toxopneustes lividus) eine ausgesprochene Membran an, und als er den unmittelbaren Akt des Eindringens des Sptz. unter dem Mikroskop nicht feststellen konnte, suchte er diese Tatsache damit zu erklären, daß sich die Öffnung nicht in der optischen Ebene befand. In Wirklichkeit handelte es sich jedoch um Eier, die soeben befruchtet worden waren (*Fol* 1879, S. 243). Mit einem gewissen Recht zweifelte *Bischoff* (1877) an den Beobachtungen über das Eindringen des Sptz. in das Innere des Eidotters, da damals die Beobachtung dieses Vorganges noch gar nicht veröffentlicht oder die Entdeckung *Fol's* dem greisen Münchner Gelehrten noch nicht bekannt war. Darin ging aber der verdiente Biolog entschieden zu weit, daß er aus dem Fehlen von Angaben über die Mikropyle die tatsächlich im Innern des Eies festgestellten Sptz. bestritt. Mit dem Verdammungsurteil: «Sie haben keine Mikropyle beobachtet» wurden die verdienstvollen Untersuchungen *van Benedens*, *Hertwigs* und *Strasburgers* (s. unten) in Frage gestellt. Die Mikropyle war für *Bischoff* gewissermaßen das Kriterium,

an dem sich der Wert einer Arbeit über die tierische Befruchtung entschied.

Durch ihre sachliche, ja kritische Einstellung zum Problem der Mikropyle machten sich namentlich verdient *Henri Lacaze-Duthiers* (1821—1901) in Lille und der schottische Anatom *Allen Thomson* (1809—1884). Mit Recht sagte *Lacaze* von der damaligen Befruchtungslehre, sie habe nicht mehr über die Frage des Eindringens der Sptz., sondern über die Vorbedingungen, die das Ei dafür biete, zu diskutieren. Auf Grund der Tatsache, daß er bei der Zahnschnecke (Dentalium, eine im Meeressand lebende Schnecke) zwei Eimikropylen gefunden hatte, die eine an der Schleimschicht, die andere an der Dotterhaut, schien ihm dieser Sachverhalt noch nicht genügend abgeklärt (S. 200). Nach Annäherung der Sptz. wollte *Lacaze* am Dotter «une sorte de proéminence vers l'un des pôles de la masse vitellaire formée par quatre ou cinq petits monticules» (S. 205 f.) beobachtet haben, was ihm dafür zu sprechen schien, daß das Ei eine plastische Materie sei (nach der Annahme *Carl Vogts*, 1856, zit. nach *Lacaze)*. Offenbar handelte es sich hier um multiple Öffnungen im Chorion, wie sie auch von anderen Tierklassen (namentlich Insekten) bekannt sind.

Die erschöpfendste Übersicht über das vielgestaltige Mikropylenproblem gab *Allen Thomson* in seinem Artikel «Ovum» der bekannten «Cyclopaedia of anatomy and physiology» (1859). Ohne auf die gewissermaßen abschließende, mit vorzüglichen Tafeln und Maßangaben ausgestattete Zusammenstellung näher einzugehen, möchte ich als Zusammenfassung den von der Botanik nicht unbeeinflußten Forscher seinen Standpunkt selber vertreten lassen: «This micropyle apparatus, sometimes consisting of one, and at others of a number of appertures, has now been observed in several Echinodermata, in Acephalous Mollusca in all Insects, and in Osseous Fishes; and it is more than probable that it exists in a considerable number of other animals in which it has not yet been detected. But still, making due allowance for the probable extension of discovery in this direction, the care and accuracy with which the micropyle apparatus has since its first discovery been sought for without success in Mammalia and some other animals, in which, had it been present, it could scarcely have escaped so careful a scrutiny . . .»

Wie ein Blick in eines der modernen Fachbücher (Handwörterbuch der Naturwissenschaften; *Korschelt-Heider)* zeigt, ging die Ansicht *Thomsons*, daß in der Mikropylenfrage kaum mehr neue Entdeckungen zu erwarten

seien, weitgehend in Erfüllung. In den Sechziger Jahren sind die Stimmen seltener, die sich zur Frage des Befruchtungsvorganges äußern, umso mehr brachte das darauffolgende Jahrzehnt Schlag auf Schlag eine Reihe von bahnbrechenden Entdeckungen.

4. Der Sptz.-Kern im Innern des Eies (1870—1874)

In aller Kürze soll nach *Fol* (1879, S. 230 ff.) die vierte Etappe der Entwicklung skizziert werden, die gekennzeichnet ist durch eine Reihe von Beobachtungen des im Eidotter befindlichen Sptz.-Kerns. Diese neuen Ergebnisse waren hauptsächlich der besseren tinktoriellen Darstellung der Zellkerne zu verdanken, gehörten doch gerade Zytologen wie *Leopold Auerbach* (Breslau) zu den erfolgreichsten Vertretern der neueren Genetik.

Auch hier stand am Anfang gewissermaßen die negative Seite der Aspekte im Vordergrund, indem der Belgier *v. Bambeke* am befruchteten Amphibienei gewisse Lochbildungen an der Oberfläche des Eidotters auf das Eindringen der Samenfäden zurückführte (1870). Daß an und für sich richtige Beobachtungen falsch gedeutet wurden, zeigt der bedeutende Landsmann des soeben genannten Forschers, *Eduard van Beneden* (der Jüng.), der die beiden Kerne im Innern des frisch befruchteten Kaninchenei es als Beginn der Furchung betrachtete, während es sich in Wirklichkeit (nach *Fol*, S. 231) um den männlichen und weiblichen Pronukleus handelte. Entsprechend den Fortschritten der Färbetechnik wurden auch bereits Einzelheiten der Kerne (wie die Nukleolen) und der Zellteilungsfiguren beobachtet (1873, *Weil*, bzw. *Schneider)*.

Der Erste, der seit *Warneck* (s. oben) die Vereinigung der beiden Kerne verfolgte, war *Otto Bütschli*, der nachmalige Heidelberger Zoologe. Diesen bei Nematoden (Rhabditis dolichura) verfolgten Vorgang verstand er allerdings als Aneinanderlagerung (1874). Angeregt durch *Bütschli* konnte *Auerbach* genauere Einzelheiten über die Kernstruktur und ihre Bewegungen gegeneinander feststellen. Erst im darauffolgenden Jahr vermochte *Bütschli* das Wesentliche des Befruchtungsvorganges, die Vereinigung der beiden Kerne, wirklich im Einzelnen nachzuweisen. Noch immer spielte aber bei diesen Studien von *Bütschli* und *Auerbach*, sowie den weiteren von *Strasburger* und *Hensen* die alte Vorstellung mit, daß bei der Vereinigung der beiden Geschlechtsprodukte die Masse des Samenkörpers sich in der Eimasse auflöse und mit ihr verschmelze.

Diesen unklaren Konzeptionen machte erst die Habilitationsschrift

Oskar Hertwigs ein Ende (1876), die *Fol* «un exposé concis, clair et parfaitement exact» nannte (1877, S. 455). An ihre Stelle setzte der Schüler *Ernst Haeckels* den eindeutigen Beweis, daß es sich bei dem einen, im Innern des Eies beobachteten Kern sicher um den Sptz.-Kern handeln müsse. Das Wichtigste an *Hertwigs* Arbeit war, daß sie die Sexualität der beiden Kerne in helles Licht rückte. Was noch fehlte, war die Kontinuität der Beobachtungen des eindringenden Samenfadens.

An denselben günstigen Objekten, die *Hertwig* zum Erfolg verholfen hatten, aber in jeder Beziehung unabhängig vom deutschen Forscher, gelang es dem Genfer Arzt und Zoologen *Hermann Fol* (gest. 1892), dessen 100. Geburtstag wir am 23. Juli 1945 feiern konnten, die noch klaffende Lücke auszufüllen: Am Seestern- und Seeigel-Ei sah er im Frühjahr 1877 nach langwierigen mühevollen Versuchen im Golf von Messina als Erster den Akt des Eintrittes des Sptz. in den Eidotter selber. Damit war ein Vorgang seiner Geheimnisse entkleidet, die so manchen talentvollen Forscher zu falschen Schlüssen verleitet hatten. Die nächsten Jahrzehnte sollten (entgegen *Fol's* Schlußfolgerungen) die von den deutschen und belgischen Forschern begründete Richtung, die das Schwergewicht auf die zytologischen Verhältnisse legte, zu ungeahnten Erfolgen führen.

Für diese Entwicklungsetappe mehr als irgendwo in der Geschichte der Genetik wäre eine kritische und objektive Darstellung des wirklichen Sachverhaltes vonnöten. Wenn diese kleine Studie, die ebenfalls der Erweiterung und Vertiefung bedarf, in diesem Sinne eine geschichtliche Bearbeitung der so komplexen Fragen anregen würde, hätte sie ihrer Pflicht vollauf genügt. Vielleicht vermöchte darüber hinaus ein derartiges liebevolles und eingehendes Studium auch der fortschreitenden Forschung da oder dort neue Möglichkeiten aufzuzeigen, die die Wissenschaft vom Leben ihrem hohen Ziele näher zu bringen berufen wären. Gelten doch auch heute noch *Warnecks* vielsagende Worte: «Mit der Erklärung der Ursache des Zellen-Lebens gewinnen wir auch eine klare Einsicht in das Leben und seine Ursachen in der gesamten organischen Welt.»

Heinrich Bueß.

Literatur (ohne vollständige Titel)

Barry, Philos. Tr. 1839, 307—380. — *Bischoff*, Entwicklungsgeschichte des Kaninchen-Eies, Braunschweig 1842. — *id.*, Entwicklungsgeschichte des Hundeeies. ib. 1845. — *id.*, Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens. Gießen 1852. — *id.*, Widerlegung des von

Dr. Keber bei den Najaden und Dr. Nelson bei den Ascariden behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei. Gießen 1854. — *id.*, Bestätigung des von Dr. Newport bei den Betrachiern und Dr. Barry bei den Kaninchen behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei. Gießen 1854. — *id.*, Historisch-kritische Bemerkungen zu den neuesten Mitteilungen über die erste Entwicklung der Säugetiereier. München 1877. — *Bueß-Joël, Gesch.* Überblick der Spermatozoenforschung . . . , Mschr. Gebh. 114, 1942, 70—96, 205—223. — *Claparède,* Z. wiss. Zool., 9, 1858, 106—128. — *Fol,* Arch. Sciences phys. et nat. 58, 1877, 439—472. — *id.,* Mém. Soc. phys. et d'hist. nat. de Genève 26, 1879, 89—250; 251—397. — *Haberling,* Johannes Müller. Leipzig 1924. — Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 2. A., Bd. 3, Jena 1933 (Art. «Ei»). — *Hertwig,* Morphol. Jahrb. 1, 1876, 347—434. — *id.,* Dokumente z. Gesch. d. Zeugungslehre, Arch. mikr. Anat. 90, 1918, Abt. II. — *F. Keber,* De spermatozoorum introitu in ovula. Königsberg 1853. — *Kölliker,* s. bei *Bueß-Joël.* — *Korschelt-Heider,* Vergl. Entwicklungsgeschichte der Tiere. Bd. 1, Jena 1936. — *Lacaze-Duthiers,* Ann. Sciences nat., zool., 7, 1857, 1—51. — *Leuckart,* Handwörterbuch der Physiol., Bd. 4, Braunschweig 1853, 707—1000. — *id.,* Arch. Anat. und Physiol. (J. Müller) 1855, 90—264. — *Malpighi,* Opera omnia. Lugd. Bat. 1687 (tom. II, Diss. I.). — *Meißner,* Z. wiss. Zool. 5, 1854, 207—284. — *id.,* ib., Bd. 6, 1855, 208—266. — *id.,* Verh. Nat. Ges. Basel 1856, H. 3, 374. — *Müller,* Über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. Berlin 1852. — *id.,* Arch. Anat. und Physiol. 1854, 60—68. — (Die Monatsber. d. Berl. Akad. 1851 waren mir für längere Zeit nicht zugänglich.) — *Newport,* Philos. Tr. 1853, p. II, 233—290. — *Nordenskiöld,* Geschichte der Biologie. Jena 1926. — *Prévost-Dumas,* Ann. Sciences nat. 1, 1824, 1, 167, 274; 2, 100—129. — *Pringsheim,* Monatsber. Berl. Akad. Wiss. 1855, 133—164; 1856, 225—237. — *Quatrefages,* Ann. Sciences nat. zool., 13, 1850, 128—140. — *Rábl,* s. bei *Hertwig* (1918). — *Robin,* Journ. physiol. 5, 1862, 67—109. — *Spallanzani,* s. bei *Bueß-Joël.* — *Thomson,* Cyclop. of Anat. and Physiol. 5, 1859, 98—137. — *Warneck,* Bull. Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou, 23, 1850, 90—194.

La condromatosi articolare nell' opera di Morgagni

> «. . . die alte, zuletzt dogmatisch gewordene Medizin ihre Freiheit wiedergewonnen hat und zu der neuen naturwissenschaftlichen Medizin geworden ist. Dieser denkwürdige Wechsel ist durch lange Kämpfe eingeleitet worden, welche zum großen Theile auf dem Boden Italiens ausgefochten worden sind, wenngleich an deren siegreicher Beendigung auch andere Nationen betheiligt waren.»
>
> *Virchow* (50)

Si può senza dubbio affermare che i due pilastri fondamentali del moderno sapere anatomo-patologico — accanto ad altri solidissimi, come quelli costruiti da *v. Rokitansky* e da *Cruveilhier* — sono il: «De sedibus