

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: 2

Artikel: Die Geschichte der Zeugung- und Entwicklungstheorien im 17. Jahrhundert
Autor: Fischer, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-520562>

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: 18.01.2026

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. - 2

Die Geschichte der Zeugungs- und Entwicklungstheorien im 17. Jahrhundert

Es ist eine ordnende Urkraft
Alles Werdens Ursache,
Unabänderlich-stät, erscheinungslos,
Selbst sich Urgrund, ewig sich gleich,
Allgütiges Werdegangs Urtrieb,
Urform des Lebens.

Lao-Tse

I.

Die Geschichte der Zeugungs- und Entwicklungslehre behandelt eine der grundlegenden Fragestellungen des Menschen, diejenige nach dem Werden des Lebens und seiner physischen Gestaltung. Sie stellt ein problemgeschichtliches Thema dar, welches nicht nur den Naturforscher, sondern immer auch den Philosophen und Theologen in hohem Maße interessiert hat.

Wenn im folgenden versucht wird, die Zeugungs- und Entwicklungstheorien des 17. Jahrhunderts etwas näher zu beleuchten, so erscheint dies nicht nur sinnvoll im Hinblick auf die heutige entwicklungstheoretische und embryologische Forschung, welche Rückschau auf ihre eigene Vergangenheit hält, sondern auch mit Rücksicht auf die Erhellung gewisser philosophischer Problemstellungen dieses Jahrhunderts. Gerade darin aber scheint mit die tiefere Aufgabe naturwissenschaftsgeschichtlicher und medizinhistorischer Forschung zu liegen, daß der Versuch gemacht wird, über das bloß Biographische und Vereinzelte der historischen Tatsachen hinaus — so unerlässlich die quellenmäßige Einzelforschung an sich ist — auf charakteristische Erfahrungs- und Denkzusammenhänge einer Epoche aufmerksam zu machen.

So betrachtet, erweitert sich der problemgeschichtliche Aspekt zum ideengeschichtlichen, und wir dürfen uns die Frage stellen: wie weit hat die zeitgenössische Philosophie und Theologie die biologische Problemforschung und die Auskristallisierung ihrer Theorien, speziell die Zeugungs- und Entwicklungstheorien, beeinflußt? Und umgekehrt: was hat die zeitgenössische Philosophie und Theologie den biologischen Entdeckungen auf diesem Gebiet an Anregungen zu verdanken? Auch wenn von der Biologie aus keine so umwälzenden Wirkungen auf das zeitgenössische Weltbild stattgefunden haben, wie durch die Entdeckungen eines *Galilei* (1564—1642) und *Kepler* (1571—1630) auf dem Gebiet der naturwissenschaftlichen Kosmologie, so ist doch der Einfluß der biologischen Theorien auf die zeitgenössische Philosophie eines Descartes, Malebranche und Leibniz, um nur diese zu nennen, erstaunlich groß. Umgekehrt werden wir feststellen können, wie tief der antivitalistische Mechanismus Galileis und Descartes in der Biologie festen Fuß faßte, wie insbesondere die physikalische Richtung der Medizin, die sogenannte Jatromechanik der italienischen Physiologen, wie etwa eines *Santorio Santoro* (1561—1636), *Alfonso Borelli* (1608—1679), *Giorgio Baglivi* (1668—1707) ohne den bestimmenden Einfluß Galileis nicht denkbar ist.

Nur zu verständlich, daß die durch die Fortschritte der Mechanik begünstigten biomechanistischen Theorien auch die Deutung embryologischer Beobachtungen und damit die Theoriebildung auf dem Gebiet der Zeugungs- und Entwicklungslehre maßgebend beeinflußt haben.

Aber nicht minder groß ist der Einfluß theologischer Dogmen auf die Ausgestaltung der Zeugungs- und Entwicklungstheorien einzuschätzen, z. B. durch orthodoxes Festhalten an der biblischen Schöpfungsgeschichte, wie dies für das 17. und 18. Jahrhundert geradezu charakteristisch ist.

Über alle zeitgenössischen Strömungen hinausgreifend aber wirkt sich zunächst der Einfluß der *antiken* Vorstellungen vom Zeugungs- und Entwicklungsgeschehen auf die Theorien der Biogenesis des 17. Jahrhunderts aus. Dieses historische Moment ist zunächst in den Vordergrund zu rücken, weil es nicht nur zeitlich, sondern in seiner Ideenmächtigkeit die Priorität vor allen anderen biologie- und geistesgeschichtlichen Kräften besitzt: die Biologie des *Aristoteles*. Daß dieser Einfluß im 17. Jahrhundert noch ein gewaltiger war, ist im biologischen Schrifttum der Zeit auf Schritt und Tritt zu verfolgen. Dies entspricht nicht etwa nur dem traditionell-humanistischen und antikengläubigen Sinn der Zeit,

sondern ist durchaus sachlich begründet. *Aristoteles* beherrscht auf dem Gebiet der Zeugungs- und Entwicklungslehre die Biologie nicht nur des Mittelalters, etwa eines *Albertus Magnus* (1206—1280), sondern auch der Renaissance und der ersten Jahrhunderte der Neuzeit so sehr, daß darüber ein Wort notwendig gesagt werden muß. Dies umso mehr, als sich die Embryologen des 17. Jahrhunderts, allen voran *William Harvey*, immer wieder auf das Zeugnis des Aristoteles berufen, in welchem sie ihren großen Meister erkennen.

Man kann mit *Josef Needham*, dem hervorragenden englischen Embryochemiker unserer Tage, einem Nachkommen seiner als Embryologen hervorgetretenen Vorfahren *Walter Needham* (1631—1691) im 17. und *John Turberville Needham* (1713—1781) im 18. Jahrhundert sagen: Die Schrift des Aristoteles «Über die Entstehung der Tiere» stellt das erste, auf exakte biologische Tatsachen gegründete, nicht mehr bloß spekulative große Kompendium der Embryologie überhaupt dar. Schon Aristoteles gelangt in bewußter Auswertung seiner embryologischen Beobachtungen und Erkenntnisse zu einer embryologischen Klassifikation der Tiere, benutzt also ein Ordnungsmerkmal, welches auch für die heutigen Tiersysteme von größter Bedeutung geblieben ist. Bei etwas näherer Betrachtung der Dinge kann man geradezu sagen: die Lehre des Aristoteles enthält schon die Ansatzpunkte zur ganzen folgenden geschichtlichen Entwicklung der Embryologie, dies vor allem im Hinblick auf die von ihm in vollkommener logischer Prägnanz formulierten Zeugungs- und Entwicklungstheorien.

Eines unterscheidet die Grundhaltung des Aristoteles von den Hauptströmungen des 17. Jahrhunderts, wie der Gegenwart: Aristoteles ist universeller Vitalist, wobei sein Lebensbegriff weit über das hinausgeht, was wir uns heute als der Sphäre des Lebens zugehörig denken: ist doch das Reich des Unorganischen für ihn noch weitgehend belebt. Dieser aristotelische Vitalismus beherrscht das ganze Mittelalter und behält bis in die Zeit der Renaissance die beinahe unumstrittene Führung.

Auf dieser aristotelischen Grundlage — rein historisch betrachtet — steht auch die Zeugungs- und Entwicklungslehre des 17. Jahrhunderts. Man kann mit *Josef Needham* ohne Übertreibung sagen: die Embryologie vom 4. vorchristlichen bis zum 17. nachchristlichen Jahrhundert — also während eines Zeitraumes von gut 2000 Jahren — ist wissenschaftsgeschichtlich bedeutungslos, wenn sie nicht unter dem Aspekt der aristo-

telischen Lehre und ihrer gewaltigen, diesen ganzen Zeitraum umfassenden Auswirkungen betrachtet wird.

Erst *Galilei* und *Descartes* haben hierin eine Umwertung der Werte vollzogen und der Biologie des 17. Jahrhunderts durch Aufstellung biomechanistischer Systeme ihren unauslöschlichen Stempel aufgedrückt. Daß dies trotz des autoritären, am Vitalismus und der biblischen Genesis unverrückbar festhaltenden Einflusses, welchen die katholische wie die protestantische Theologie in allen das physische und psychische Leben des Menschen berührenden Fragen ausühte, möglich war, ist nicht zuletzt auf die vorsichtige Formulierung *Descartes'*, welcher Denkfreiheit mit dem göttlichen Willen als im Einklang stehend erklärte, zu verdanken. So ist es auch zu verstehen, daß ein so tief religiöser Naturforscher wie *Swammerdam* sich in seiner ganz der göttlichen Weisheit unterstellten Forschung auf die Methodenlehre *Descartes'* berufen konnte. An dieser gewaltigen in die Biologie ausstrahlenden Wirkung *Descartes'* vermochte auch jene Synode protestantischer Theologen zu Dortmund nichts zu ändern, welche 1656, sechs Jahre nach dem Tode des Philosophen, ihren Geistlichen die Lehre des Cartesius verbot. Und ebensowenig konnte weder die Maßnahme des Vaticans, welcher 1663 seine Werke auf den Index setzte, noch das durch Ludwig XIV. im Jahre 1671 ausgesprochene Verbot seiner Lehre an der Pariser Universität der universellen Wirkung der cartesianischen Philosophie der Freiheit nennenswerten Abbruch tun.

Wenn gerade die Biologie vom cartesianischen Umbruch besonders stark berührt wurde, so ist dies nicht zuletzt aus dem Bestreben der noch kaum irgendwie selbständigen, unter dem Banne überlieferter medizinischer Theorien stehenden Wissenschaft zu verstehen, zu ähnlich exakten Resultaten zu gelangen, wie sie die galileische Mechanik und die cartesianische Geometrie zur Konstruktion eines geschlossenen naturwissenschaftlichen Weltbildes auch der Biologie zu verheißen schienen. Daß reale Beobachtung bei aller Förderung durch die Methode des «*more geometrico*»-Verfahrens, welche quantitative Relationen aufzustellen erlaubte, auch Schaden nehmen mußte, weil die biologischen Beobachtungen weder mit den Grundsätzen der Mechanik noch der Geometrie restlos in Einklang zu bringen waren, ergab sehr drastisch die schon kurz genannte, als Jatromechanik bezeichnete Richtung der zeitgenössischen Medizin. Damit glitt die neue Wissenschaftstheorie, so erfolgreich sie sich z. B. in der Kreislauflehre erwies, erneut ins Spekulative ab, indem sie die als Arbeitshypothese vielfach brauchbare cartesianische Methode

zu einem Beweismittel von unbeschränkter Gültigkeit für die Gewinnung biologischer Erkenntnisse zu erheben trachtete.

An dieser Wendung vom aristotelischen Vitalismus zum cartesianischen Mechanismus, waren die hervorragendsten Denker des Jahrhunderts, ein *Thomas Hobbes* (1588—1679), ein *Spinoza* (1632—1715), ein *John Locke* (1632—1683), ein *Malebranche* (1638—1715) beteiligt. Nur einzelne Gelehrte, wie der paracelsistische Arzt und hervorragende Naturforscher *Johann Baptist van Helmont* (1577—1644) blieben dem Vitalismus treu, darunter auch einer der bedeutendsten Embryologen des Jahrhunderts, der scharfsinnige Experimentator und biologische Theoretiker *William Harvey*.

So unumschränkt der Mechanismus in der Biologie des 17. Jahrhunderts herrschte, so kündigte sich doch gegen dessen Ende ein Umschwung an, welcher in *Georg Wilhelm Leibniz* (1646—1716) seinen vornehmsten Vertreter fand. Der Einfluß dieses großen Geistes auf die Biologie des 18. Jahrhunderts sollte ähnlich tiefgreifend werden, wie derjenige Descartes' im 17. Jahrhundert. — Einen Vitalismus besonderer Art — weitgehend verschieden von der vitalistischen Monadologie eines Leibniz — begründete gegen Ende des 17. Jahrhunderts der philosophische Arzt *Georg Ernst Stahl* (1660—1734), dessen vitalistischer Seelenbegriff auf die deutsche Naturphilosophie dann an der Wende zum 19. Jahrhundert von nachhaltigem Einfluß war.

Damit haben wir die geistige Situation, in welcher sich der Streit der Meinungen um die entwicklungstheoretischen Ansichten im 17. Jahrhundert abspielte, in groben Zügen umrissen. Mit dieser Lage haben wir uns im folgenden auseinanderzusetzen.

II.

Die Grundfragen der Zeugungs- und Entwicklungslehre

welche in genialer Konzeption durch *Aristoteles* (384—322 a. C.) vor mehr wie 2200 Jahren formuliert wurden, sind nicht nur für das 17. Jahrhundert biologische Grundfragen geblieben, und in fast unveränderter Fassung übernommen worden, sondern bilden auch für die heutige Zeit eine immer noch diskussionsfähige Ausgangslage.

Gerade dadurch, daß die Fragestellungen zu allen Zeiten grundsätzlich die gleichen geblieben sind — es sind die ewigen Fragen des menschlichen Geistes nach der Grundtatsache des Lebens — ergibt sich ein

lebendiger ideeller Zusammenhang zwischen Vergangenheit und Gegenwart.

Als Hauptfragen, wie sie sich ähnlich der modernen Zeugungs- und Entwicklungslehre stellen, dürfen auch heute noch gelten: 1. Die Frage nach der ersten Entstehung des Lebens auf der Erde, welche das Problem der *Urzeugung* in sich schließt, 2. die Frage nach der Neuentstehung eines lebendigen Organismus aus einem bestehenden gleichartigen. Diese Frage umfaßt das Problem der *Zeugung und Befruchtung*, 3. die Frage nach der *Embryogenesis* und Entwicklung: wie wird aus dem Ei ein fertiger Organismus? Eine Frage, auf welche die Geschichte der Biologie die beiden grundsätzlichen, von *Aristoteles* bereits formulierten, bis in die experimentelle Entwicklungsforschung der Gegenwart und ihre theoretische Deutung hineinspielenden Antworten der *Präformation* und der *Epigenese* gegeben hat.

1. Die Frage der Urzeugung.

Wie stellte sich die Naturforschung des 17. Jahrhunderts zur Frage nach der ersten Entstehung des Lebens auf unserer Erde? Hatte noch Aristoteles keine Bedenken getragen, selbst hochorganisierte Tiere, wie Fische und Amphibien aus dem Schlamm der Gewässer, oder Insekten aus faulenden Substanzen direkt sich bilden zu lassen, so waren auch im 17. Jahrhundert derartige Lehren weit verbreitet und erst *Redi*, *Swammerdam* u. a. gelang es auf experimentellem Wege zu zeigen, daß Fische, Amphibien und Insekten in allen Fällen von angeblicher Urzeugung aus Eiern ihren Ursprung nehmen. Dagegen gab es auch im 17. Jahrhundert noch viele Forscher, welche für die niedersten Lebewesen, wie etwa für die von *Leeuwenhoek* entdeckten Infusorien und Radiolarien, Urzeugung annahmen. Wenn wir heute, nach Begründung der tierischen Zellenlehre durch *Theodor Schwann* (1839) nicht mehr dieser Ansicht sind, so darf doch darauf hingewiesen werden, daß auf dem Gebiete der Helminthologie, speziell der parasitären Würmer, vieler Forscher, noch im 19. Jahrhundert z. B. ein *Lorenz Oken* (1779–1851) am direkten Ursprung solcher Organismen aus in Zersetzung begriffenen Stoffen festhielten. Echinokokken sollten nach ihm in der Leber, Finnen in den Muskeln, Bandwürmer im Darm aus pathologischen Zersetzungprodukten dieser Organe direkt hervorgehen.

2. Zeugungs- und Befruchtungslehre.

Unter Befruchtung verstehen wir bei der zweigeschlechtlichen Fortpflanzung die Vereinigung (Amphimixis) einer Ei- mit einer Samenzelle. Das Leben des neuen aus der Elternerzeugung hervorgehenden Individuums beginnt mit dem Moment der Befruchtung. Den selbstverständlichen Ausgangspunkt für die Zeugungs- und Entwicklungstheorie des 17. Jahrhunderts bildet auch hier die Lehre des *Aristoteles*: Nach ihm wird die Bildung des Embryos durch den männlichen Samen im weiblichen, rein passiven Organismus angeregt. Das Menstruum der Frau liefert nach ihm das Material für die Bildung des Foetus, — auch dies eine bis ins 17. Jahrhundert verbreitete Auffassung — welcher seinen formativen Reiz einzig

vom männlichen Samen, resp. der «aura seminalis» erhält. Diese Lehre findet auch im 17. Jahrhundert ihre Anhänger, wird aber bald durch andere, nur teilweise zutreffendere Vorstellungen ersetzt. Noch fehlte der Zellbegriff und damit der wichtigste Grundbegriff der modernen Biologie. Eine zelluläre Befruchtungstheorie war deshalb noch ganz undenkbar. Erfolgte der zellmorphologische Beweis für den Befruchtungsvorgang doch erst im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts durch *Otto Betschli* (1848–1920), vor allem aber durch *Oskar Hertwig* (1849–1922), welcher als 26jähriger Forscher (1875) das Eindringen des Spermatozoids in das Seeigelei am Lebenden direkt beobachtete, woran er die weitere epochemachende Entdeckung anschloß, daß beim Befruchtungsvorgang der männliche Kern mit dem weiblichen sich vereinigt.

Kein Wunder, daß wir das ganze 17. und 18. Jahrhundert mit einem im Grunde ziemlich unfruchtbaren Streit um spekulative Auffassungen von der Zeugung beschäftigt finden, deren realer Hintergrund mit den jeweils aktuellen Entdeckungen auf anatomischem und mikroskopischem Gebiet in direkter Beziehung steht: mit der scheinbaren Entdeckung des Säugetiereies durch *Regnier de Graaf* (die wirkliche Entdeckung blieb *Karl Ernst von Baer* 1827 vorbehalten) und mit der realen *Entdeckung der Spermatozoen* durch *Leeuwenhoek* u. a.

3. Die Frage der Embryogenese und der Entwicklung zum ausgewachsenen Organismus

Die Entwicklungslehre des Aristoteles nimmt von seinen embryologischen Beobachtungen am bebrüteten Hühnerei, diesem klassischen Forschungsobjekt auch aller späteren Zeiten, ihren Ausgangspunkt. Aristoteles war darin nicht der erste: seine eigene Forschung bildet gewissermaßen die Fortsetzung der vorzüglichen experimentellen Untersuchungen am bebrüteten Hühnerei, welche in einer unter dem Titel «*De natura pueri*», «Über die Natur des Kindes» der hippokratischen Sammlung einverleibten, von *Galen* dem *Polybos*, dem Schwiegersohn des Hippokrates, zugeschriebenen Schrift enthalten sind.

Als Entwicklungstheoretiker entscheidet sich Aristoteles gegen die Präformationstheorie und für die Epigenese — greift also gewissermaßen über die vorwiegend epigenetischen Zeitalter des 17. und 18. Jahrhunderts ins 19. Jahrhundert vor. Nur *William Harvey* im 17., *Caspar Friedrich Wolff* (1733–1794) im 18. Jahrhundert finden, von der Mitwelt kaum beachtet, den Weg zur epigenetischen «modernen» Auffassung des Entwicklungsvorganges; erst das 19. Jahrhundert bringt die Wolff'sche Theorie zu allgemeiner Anerkennung.

4. Präformation und Epigenese

Noch für das 17. Jahrhundert mußte das Problem der embryologischen Entwicklung im Hinblick auf die Grenzen des Beobachtbaren frühembryonalen Entwicklungsstadien im Spekulativen enden; dies trotzdem mit der neuen Waffe des *Mikroskops* wichtige Feststellungen gerade auf dem Gebiet des frühembryonalen Lebens gemacht wurden, worüber ein reiches, weit über Aristoteles hinausgehendes Beobachtungsmaterial am künstlich bebrüteten Hühnerei vorliegt. Aber weil die Feststellungsmöglichkeiten selbst für das mit dem Mikroskop bewaffnete Auge beschränkt blieben, mußten auch im 17. Jahrhundert Entwicklungshypothesen speku-

lativen Charakters das noch wenig tragfähige Gebäude frühembryologischer Beobachtungen stützen helfen.

Die beiden theoretischen Möglichkeiten: Neuentwicklung des jungen embryonalen Organismus aus den nur anlagemäßig vorhandenen, unter dem Einfluß spezifischer Organisatoren stehenden Strukturen des Keimplasmas, wie wir vielleicht heute im Sinne der *Epigenesistheorie* sagen würden, oder bloße Entfaltung (Evolution) praeexistenter, in mikro- und ultramikroskopischem Ausmaß fertig vorhandener Strukturen im Sinne der *Präformations-* und *Evolutionstheorie* bilden seit Aristoteles die gedanklichen Grundlagen zur Erklärung der für alle Zeiten so wunderbaren Entwicklung eines tierischen oder pflanzlichen Organismus — sozusagen aus dem *Nichts*, wobei dieses Nichts sich im Laufe biologiegeschichtlicher Erkenntnis — und dies ist gerade eine Großtat des 17. Jahrhunderts — bald als primitive Eizelle, bald als Samenzelle, bald als eine Amphimixis beider entpuppen sollte. Bis man zu dieser Erkenntnis gelangte, war aber noch ein weiter von heftigen wissenschaftlichen Kämpfen umtobter Weg zurückzulegen, der nun durch das 17. Jahrhundert verfolgt werden soll.

III.

Die Zeugungs- und Entwicklungslehre im 17. Jahrhundert

Volcher Coiter (1534—1600)

Die Ausgangslage der Embryologie zu Beginn des 17. Jahrhunderts wird am besten charakterisiert durch den noch dem 16. Jahrhundert angehörenden, aus Friesland (Groningen) stammenden, in Nürnberg tätigen Arzt *Volcher Coiter* (1534—1600), einen Schüler Ulisse Aldrovandis (1522 bis 1615), welcher wegen seiner besonders genauen Beobachtung am bebrüteten Hühnerei hier genannt zu werden verdient. In seinem 1572 erschienenen Werk «Über die ersten Entwicklungsstadien des (bebrüteten) Hühnereis»¹ stellt er als erster die Keimscheibe fest, beobachtet das Erscheinen des pulsierenden Herzens bereits am 3. Bebrütungstage und bemerkt schon in diesem Stadium die vom Herzen ausgehenden Gefäße und ihre feineren Verzweigungen.

¹ *Volcher Coiter*, De ovorum gallinaceorum generationis primo exordio progressuque, et pulli gallinacei creationis ordine = p. 32 ff. in: Externarum et internarum principalium humani corporis partium tabulae atque anatomicae exercitationes, etc. Norimbergae 1572 (Theod. Gerlatz).

Hieronymus Fabricius ab Aquapendente (ca. 1533—1619)

Mit *Fabricius*, einem Schüler *Gabriele Falloppios* (1523—1562) betreten wir den Boden des 17. Jahrhunderts. In seinen Schriften «Über die Entwicklung der Frucht»² und «Über die Bildung des Eis und der Jungtiere bei den Vögeln»³ beschreibt er eingehend auf Grund eigener Beobachtungen nicht nur die embryologische Entwicklung der Vögel, sondern auch — durch prachtvolle Abbildungen illustriert — diejenige der *Säugetiere*. Das klassische embryologische Versuchsobjekt bildet aber auch für ihn — wie für die meisten Forscher noch des 18. und beginnenden 19. Jahrhunderts, mit dem krönenden Abschluß durch die klassische Monographie *Karl Ernst von Baers* «Über die Entwicklung des Hühnchens» (1827), das bebrütete Hühnerei.

Bietet *Fabricius* in seinen Werken ausgezeichnete, auf eigener Beobachtung beruhende Darstellungen der Entwicklung des Säugetierembryos, darin alle seine Vorgänger weit übertreffend, so ist er ein seinen embryologischen Theorien so verworren, daß damit problemgeschichtlich nicht viel anzufangen ist. Der Meister, der diese Beobachtungen nicht nur weiterführte, sondern ihnen auch eine theoretisch brauchbare Unterlage gab, war

William Harvey (1578—1657)

Sein Werk «Über die Entstehung der Tiere» (1651),⁴ im Titel fast gleichlautend wie das zoologische Hauptwerk seines bewunderten Vorbildes Aristoteles, führt beobachtungs- und erkenntnismäßig weit über seine Vorgänger hinaus. Auch *Harvey* übernimmt das klassische Versuchsobjekt, das bebrütete Hühnerei, von seinen Vorgängern und erweitert durch sehr sorgfältige Beobachtungen die Kenntnisse über dieses beliebte Forschungsobjekt. Nach *Wilhelm His*⁵ gelang es aber *Harvey* trotz exakter Beobachtung nicht, *Volcher Coiter's* Feststellungen der embryologischen Frühstadien der Kükenentwicklung zu übertreffen, welcher es dahin brachte, schon am 2. Tage das Herz mit unbewaffnetem Auge wahrzunehmen. Auch *Harvey* kannte den Gebrauch des Mikroskops

² *Hieronymus Fabricius ab Aquapendente*, De formato foetu (1604). Padua.

³ *Hieronymus Fabricius ab Aquapendente*, De formatione ovi et pulli pennatorum (1621).

⁴ *William Harvey*, Exercitationes de generatione animalium. Quibus accedunt quaedam de partu; de membranis ac humoribus uteri; et de conceptione. Impensis Octaviani Pulley, Londini 1651. Jan Jansson, Amstelodami 1651.

⁵ *Wilhelm His*, Archiv f. Anthropologie 4 197. 317 (1870); 5 69 (1871).

noch nicht — wohl aber benutzte er für seine feineren anatomischen Beobachtungen eine «perspicillum» genannte Lupe. Dagegen konnte Harvey auf embryophysiologischem Gebiet alte Vorurteile beseitigen: so trat er der alten hippokratischen Auffassung entgegen, daß das Kücken aus dem Eiweiß (aus den Chalazien) entstehe und stellte ihr die richtige Ansicht entgegen, daß das Kücken sich aus demjenigen Teil des Eidotters bilde, welcher mit plastischer Kraft ausgestattet sei, sichtbar als weißlicher Fleck.

Doch Harveys Ziele waren weiter gespannt: ihn interessierte die noch so wenig erforschte, durch Fabricius vorbereitete *Embryologie der Säugetiere*.

Es ist das große Verdienst William Harveys das Säugetierei wenn nicht entdeckt, so doch allgemein postuliert zu haben. Als embryologisches Forschungsmaterial standen Harvey die Rehe des Parkes Windsor zur Verfügung, welche ihm sein königlicher Herr, Karl I., für seine Studien überließ, da er sich für die embryologischen Untersuchungen seines Leibarztes lebhaft interessierte. Bei der sorgfältigen Sektion des Genitalapparates derselben, die nach Ablauf bestimmter Zeiten nach der Begattung getötet wurden, entdeckte er in der Gebärmutter kleine Bläschen, in welchen sich der Foetus entwickelte. Harvey zog daraus den Schluß, daß die Säugetierentwicklung, wie bei den Vögeln und Insekten, in einem Ei beginne. Dies führte ihn zu der Formulierung: «*omne vivum ex ovo*».

Woher aber soll das Ei bei den Säugetieren kommen? Für Harvey ist es ein Produkt des Uterus. Durch Einwirkung des Samens im Sinne der aristotelischen «aura seminalis», also durch eine Art Fernwirkung, wird das nach Harvey beinahe spontan Entwicklungsfähige Ei zur Entwicklung angeregt. Der Entwicklungsprozeß geschieht nicht durch Amphimixis, sondern beinahe parthenogenetisch, indem dem männlichen Prinzip zwar die sehr wichtige Rolle der Anregung, nicht aber eine materielle Partnerschaft bei der Entwicklung des mütterlichen Eies zugebilligt wird.

Was bedeutet Harvey's «ex ovo omnia» entwicklungstheoretisch? Für ihn ist «ovum» — und damit hat Harvey der weiteren embryologischen Forschung und Theorie in genialer Voraussicht den Boden bereitet — nur die allen Tieren gemeinsame Ausgangsform, gewissermaßen der Archetypus der Gestaltung, gleichgültig ob durch Urzeugung oder anders entstanden. «Ovum est primordium commune omnibus animalibus», «das Ei ist die für alle Tiere gültige gemeinsame Ausgangsform». Wie richtig

Harvey gesehen, zeigt ein Vergleich mit der modernen entwicklungsphysiologischen Auffassung, wofür ich als Beispiel *K. F. Lehmann* zitiere, welcher in seinem Vortrag: «Stoff, Struktur und Form in der Embryonalentwicklung der Tiere» (1944)⁶ schreibt: Es ist eine Grundtatsache der tierischen Entwicklungsgeschichte, daß jedes höhere Tier, und sei es noch so kompliziert gebaut, aus einer einzigen scheinbar undifferenzierten Eizelle entsteht. Wie die Forschung des 19. Jahrhunderts erkannte, gestaltet sich das Ei Schritt für Schritt um, indem sich allmählich aus der gestaltlichen Einförmigkeit des Eies die organisierte Mannigfaltigkeit der embryonalen Körperform entwickelt. Dieser Entwicklungsgang ist innerhalb der großen Verwandtschaftskreise von erstaunlicher Gleichartigkeit.» Wie weit Harvey über Aristoteles hinausgreift, zeigt seine physiologische (nicht morphologische) Definition des Eies: «ovum est primordium vegetale vitam habentem potentia.» Ei ist ein der Möglichkeit nach (latent) mit Leben begabter vegetativer Urbestandteil des Lebens.» Harveys Eibegriff — und darin liegt seine hervorragende problemgeschichtliche Bedeutung — ist ein ganz universeller: nennt er doch Ei sowohl das Ei der Eierlegenden, wie den Keim (*conceptus*) der Lebendiggebärenden, wie den Pflanzensamen. Harveys «ovum» ist nicht ein Ei im heutigen strukturell-morphologischen Sinn, sondern der Begriff für ein Urphänomen, eine *Idee*.

Der großartige Gedanke Harveys war durchaus richtig, aber für die Säugetiere noch lange nicht beweisbar. Harveys Ei-Begriff war eine geniale Intuition, vielleicht auch ein logisches Postulat im Interesse der Einheitsauffassung der belebten Natur, welche Harvey vertrat, wenn er definiert: «Jeden Anfang nämlich, welcher der Möglichkeit nach lebt, wollen wir ein Ei nennen.»

In der Frage *Praeformation* und *Epigenese* nimmt Harvey als aristotelischer, von Fabricius beeinflußter Vitalist Stellung für die epigenetische Entwicklung, indem er ausdrücklich erklärt: «Im Ei ist kein Teil des zukünftigen Foetus schon aktuell da, aber alle seine Teile sind potentiell schon in ihm», eine Auffassung, welche mit der heutigen erstaunliche Verwandtschaft zeigt: «Diese (Tiere) entstehen also, wie ich sage, per epigenesin, durch eine Nach-Zeugung (post-generation) oder Nach-Bildung (after-production), das heißt allmählich (by degrees), ein Teil nach dem andern.»

⁶ *K. F. Lehmann*, Stoff, Struktur und Form in der Embryonalentwicklung der Tiere. Revue Suisse de Zoologie 1944.

Harvey hat auch noch in anderer Hinsicht aufhellend gewirkt: so zerstörte er für immer die aristotelische Auffassung von der Embryogenese aus dem männlichen Samen und dem weiblichen Menstruum, um nun aber, in typischer Überschätzung des Eies, diesem als der entwicklungsbegabten Urform der lebenden Substanz die embryogenetische Potenz fast allein zuzumessen.

Harveys embryologisches Werk, welches so sichtbar unter der Devise des «omne vivum ex ovo» stand, mußte die Stellung der aristotelischen Urzeugungslehre schwer erschüttern. Mochte dies für die höheren Tiere tatsächlich der Fall sein, so blieb Harvey darin — entgegen seiner eigenen These — Aristoteliker, daß er die Entstehung durch Urzeugung für «niedere» Tiere weiterhin annahm.

Francesco Redi (1626—1694)

Francesco Redi, der dichterisch begabte, begeisterte Naturforscher und biologische Experimentator schloß nun auch diejenige Lücke in der Theorie von der Urzeugung, welche Harvey noch offen gelassen hatte. Redi führte nämlich auf Grund zahlreicher Beobachtungen den Nachweis, daß entgegen der peripatetischen Lehre auch bei den Insekten die Geschlechter differenziert sind — darin die Befunde Swammerdams ergänzend —, und daß befruchtete Weibchen Eier legen, aus denen sich die Insekten entwickeln. Durch augenfällige Experimente — von denen diejenigen an Ei und Larve der Schmeißfliege am bekanntesten geworden sind, — zeigt er, daß das «omne vivum ex ovo» Harleys auch im Bereich der niederen Tiere Geltung besitze. Weiterhin lieferte er in seinen klassisch gewordenen entwicklungsphysiologischen Experimenten⁷,⁸ den Beweis, daß Fäulnis nur der Ort sei, wo Würmer und Insekten ihre Eier hinlegen, nicht aber daß in diesem Material ein generativer Vorgang im Sinne der Urzeugung stattfinde. Die Konsequenzen dieser Lehre zieht er radikal: das Reich der Organismen ist für Redi völlig von der toten Materie getrennt, das Leben von heute entsteht nur aus dem Leben von gestern und alle je auf der Erde erschienenen Organismen hängen in einer kontinuierlichen, genetischen Reihe zusammen. Aber selbst für den so experimentierfreudigen Redi gibt es noch ein ganz kleines Reservat der Urzeugung: zwar nicht, wie Aristoteles und noch viele seiner Zeitgenossen und spätere Forscher an-

⁷ *Francesco Redi*, Esperienze intorno alla generazione degli insetti. Firenze 1688.

⁸ *Francesco Redi*, Osservazioni intorno agli animali viventi che si trovano negli animali viventi. Firenze 1684.

nahmen, aus totem, sondern nur aus lebendem Material: so läßt Redi die Gallwespen direkt aus dem Pflanzensaft, die parasitischen Würmer aus den lebendigen Säften des Wirtstiers⁹ — wie später Oken — entstehen. Doch sollten seine Zeitgenossen *Malpighi*, *Swammerdam* und *Antonio Vallisnieri*⁹ bald auch diese für die damalige Zeit letzten Reste der Urzeugung, beseitigen — letzte, soweit das Auflösungsvermögen des Mikroskops damals Einsicht in den Generationsprozeß zuließ.

Niels Stensen (Nicolaus Steno) (1638—1686)

Wir haben gesehen: Harveys «Ei» blieb zunächst für die Säugetiere, aber auch für die Pflanzen, ein Postulat, eine Idee. Denn was er beobachtet hatte, war nicht das Ei, sondern der im Uterus sich entwickelnde, von den Eihüllen umgebene Embryo. Aber nicht nur mußte das Säugetierei noch gefunden werden, sondern was William Harvey weiterhin offen gelassen hatte, war das Woher des Eis und die Rolle der Eierstöcke bei den Säugetieren. Der Harvey'schen Intuition «omne vivum ex ovo» gaben der Däne *Niels Stensen* und der Holländer *Regnier de Graaf* die noch fehlende materielle Grundlage, indem sie an Hand eines umfangreichen anatomischen *Materiales* zeigten, daß auch die Lebendgebärenden, genau wie die eierlegenden Tiere, zahlreiche Eier in den Eierstöcken bilden, die befruchtet werden und auf dieselbe Weise in die Gebärmutter wandern.

Wohl kannte man seit dem Altertum die sog. weiblichen Hoden (*Testes muliebres*). Sie waren von *Herophilus von Alexandrien*, einem Zeitgenossen des Aristoteles, schon im 4. Jahrhundert a. C. entdeckt worden; aber ihre Funktion blieb gänzlich verborgen. 1667 zeigte nun der aus Kopenhagen stammende, in Florenz lebende, zum Katholizismus übergetretene «Bischof von Titopolis» *Niels Stensen* bei den viviparen Haifischen,¹⁰ daß die *Testes muliebres* große Eier enthielten, und er stellte die kühne Hypothese auf, daß bei allen lebendgebärenden Tieren mit Einschluß des Menschen die Eier jene hellen Blasen seien, die man schon seit langem — schon Vesal hatte sie beobachtet — an der Oberfläche der sog. weiblichen Hoden gefunden hatte.¹¹

⁹ *Antonio Vallisnieri*, Considerazioni ed esperienze intorno alla generazione de' vermi ordinari del corpo umano. Padova 1710.

¹⁰ *Nicolaus Steno*, Elementorum myologiae specimen ... cui accedunt canis Carchariae dissecatum caput et dissectus piscis e canum genere. Florenz 1667.

¹¹ *Nicolaus Steno*, Observationes anatomicae spectantes ovi viviparorum. Acta Hafniensia, 1675.

Stenos Absicht, die Frage der Eierstöcke bei den Säugern ausführlicher zu behandeln, war ihm nicht vergönnt, da er, erst 48jährig, im Jahr 1668 starb. Diese Aufgabe übernahm *Regnier de Graaf*.

Regnier de Graaf (1641—1673)

Dem im jugendlichen Alter von nur 32 Jahren an einer schweren Krankheit (Tuberkulose?) verstorbenen *Regnier de Graaf* verdanken wir ausgezeichnete anatomische und physiologische Untersuchungen über die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane bei Tier und Mensch. Auch de Graaf suchte nach dem Säugetierei: bei Kaninchen fand er schon am 3. Tag nach der Befruchtung sich in Entwicklung befindliche, zirka 1 mm große «Eier», — eine Glanzleistung des letzten Embryologen, dessen Auge noch nicht mit dem Mikroskop bewaffnet, an die Probleme der Frühembryogenese herantrat. Damit war nun gleichzeitig eine große Entdeckung verbunden: die Eier, oder besser die Embryonen, welche er kurz nach der Begattung bei Häsinnen entdeckte, fanden sich in dem vom Eierstock zum Uterus niedersteigenden Gang und noch weiter oben im falloppischen Trichter! Das Ei war also kein Produkt des Uterus, wie Harvey glaubte! Bei der weiteren Untersuchung sah de Graaf dann in den Hasenovarien an der Oberfläche derselben leere Follikel, deren Anzahl mit der Zahl der in den Gängen gefundenen Eier übereinstimmte.¹² Damit war der Beweis für die Entstehung der Säugetiereier im Eierstock eindeutig erbracht. Diese Entdeckung de Graafs erregte ungeheures Aufsehen und trug wesentlich zur ovistischen Hypothese der Zeugung bei. Der Name «Ovarium», Eierstock, an Stelle des bisher gebräuchlichen, aus dem Altertum stammenden der «Testes muliebres» röhrt von de Graaf her.

Nur in einem Punkte hat sich de Graaf geirrt: was er bei den Lebendgebärenden für Eier hielt, waren die nach ihm benannten Eibläschen oder Follikel, während das Säugetier selbst noch für lange Zeit sogar der mikroskopischen Beobachtung entging.

Marcello Malpighi (1628—1694)

Marcello Malpighi,¹³ der sich schon 1672, kurz nach dem Erscheinen des de Graaf'schen Werkes mit großer Anerkennung darüber äußerte,

¹² *Regnier de Graaf*. De mulierum organis generationi inservientibus tractatus novus demonstrans tam homines et animalia, caetera omnia, quae vivipara dicuntur haud minus quam ovipara, ab ovo originem ducere. — Leyden 1672.

¹³ *Marcello Malpighi*, Opera omnia. Leyden 1678.

setzte de Graaf's Untersuchungen am Eierstock der Säugetiere unter Zu-hilfenahme des Mikroskops fort. Auf Grund seiner 1681 veröffentlichten mikroskopischen Beobachtungen gelangte er zu der richtigen Ansicht, die Graaf'schen Bläschen seien nicht eigentlich Eier, sondern Material für das Corpus luteum, für den gelben Körper, in welchem vermutlich das «Ovulum», das Ei, versteckt sei, das dann, nach dem Platzen des Bläschens in den Eileiter gelange. So rückte Malpighi, dem der Ovulationscyklus noch ebenso unbekannt blieb, wie de Graaf, den gelben Körper in den Vordergrund des Interesses. Kein Wunder, daß er in diesem kein Ei aufzufinden vermochte!

Ein Rätsel, das trotz de Graaf und Malpighi weiter bestand, war der auffallende Größenunterschied zwischen dem vermeintlichen «Reifei» im Eierstock und dem befruchteten Ei im Eileiter. Wie sollte man sich die fast zehnfache Verkleinerung des Eis nach der Befruchtung erklären? Erst *Karl Ernst von Baer* (1827: *De ovi mammalium genesi*) war es durch Entdeckung des Säugetiereies beschieden, dieses Rätsel zu lösen, womit er eine neue Aera der Embryologie, die eigentlich moderne, einleitete und den Boden für die zelluläre Befruchtungslehre *Oscar Hertwigs* vorbereitete.

Malpighi führte die embryogenetischen Beobachtungen seiner Vorgänger am bebrüteten Hühnerei, unterstützt durch die neue Waffe des einfachen Mikroskops, erfolgreich weiter. In seinen Abhandlungen «Über die Bildung des Hühnchens im Ei»¹⁴ und «Über das bebrütete Hühnerei»¹⁵ beschrieb er erstmals das Blastoderm, die Neuralgrube, die Augenblasen und die allerersten Blutgefäße (s. Abb. 1). Doch war Malpighi nicht der erste, welcher den jungen Hühnerembryo mit dem Mikroskop beobachtete: so beschreibt *Henry Power* (aus Halifax) in seiner 1664 erschienenen «Experimental Philosophy»¹⁶ das mit Hilfe des Mikroskops am Kükenembryo schon in sehr frühen Entwicklungsstadien beobachtete Schlagen des Herzens und das Zirkulieren einer farblosen Flüssigkeit, bevor es zur eigentlichen Blutbildung in den ersten Gefäßanlagen kommt.

In theoretischer Hinsicht lag das Bestreben Malpighi's in der durch Harvey begründeten Tendenz, der These «omne vivum et ovo» mit Hilfe des Mikroskops eine möglichst allgemeine, das ganze Reich der

¹⁴ *Marcello Malpighi*, *Dissertatio epistolica de formatione pulli in ovo*. 1672.

¹⁵ *Marcello Malpighi*, *De ovo incubato*. 1672.

¹⁶ *Henry Power*, *Experimental Philosophy: containing new experiments, microscopial, mercurial, magnetical*. London 1664. (n. J. Needham p. 145).

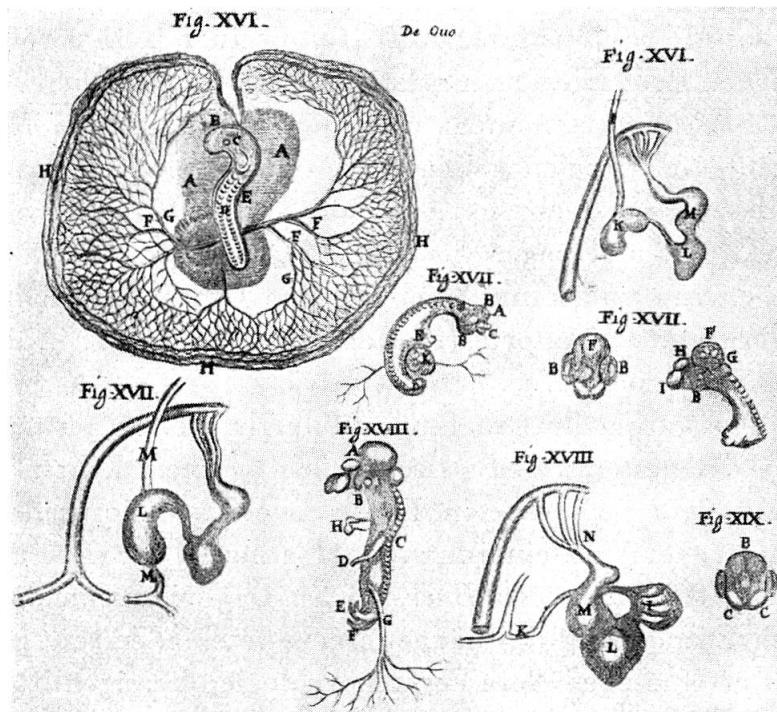


Abb. 1 aus: *M. Malpighi*, *De ovo incubato*. 1672. Die Fig. zeigen frühe Entwicklungsstadien des Hühnchenembryos. XVI (links): Embryo nach etwa 85 Brutstunden mit Somiten und area vasculosa. XVI (rechts) XVII und XVIII zeigen die embryonale Entwicklung des Herzens. N = 3 Aortenbogen, welche Herz und Aorta verbinden; M (unten) stellt die Vereinigung der beiden aus dem Dottersack aufsteigenden Venae omphalomesentericae dar und ihre Einmündung in den Ductus venosus (= L). — XVIII (rechts): K = Vena cava, J = Aurikel, L = Ventrikel, M = Bulbus.

lebenden Natur umfassende reale Grundlage zu verschaffen. In seiner Abhandlung «Über den Seidenspinner» (1669)¹⁷ und in seiner Pflanzenanatomie (1665),¹⁸ der ersten zellulären Pflanzenanatomie neben *Robert Hooke's* (1635—1703) Werk (1665) zeigt sich deutlich das Bestreben, Bildung und Entwicklung der Eier bei Pflanze und Tier zueinander in Analogie zu setzen und dadurch dem Einheitsbegriff Harvey's Geltung zu verschaffen.

Diese Tendenz zur Analogisierung führte nun Malpighi, im Wunsch die Einheit der Natur ad oculos zu demonstrieren, auf den Weg des rein Spekulativen und Unbeweisbaren. So etwa, wenn er die Knospe, aus der

¹⁷ *Marcello Malpighi*. *Dissertatio epistolica de Bombyce* 1669.

¹⁸ *Marcello Malpighi*. *Anatome plantarum*. 1665. (vergl. *Marcello Malpighi*, *Opera omnia*, Leyden 1687.)

Blätter und Zweige hervorgehen, mit den Ovarien und dem Uterus vergleicht. Oder wenn er, die Entwicklung des Pflanzenkeimes an einer Menge verschiedener Samen studierend, darin ständig nach Uterus, Tube, Nabelstrang und Amnion sucht.

Entwicklungstheoretisch stand Malpighi auf einem ganz anderen Boden wie Harvey: war dieser aristotelischer Vitalist und als solcher Epigenetiker, so war Malpighi von Galilei beeinflußter Mechanist und Anhänger der Präformation. Dies wurde ihm in mancher Hinsicht zum Verhängnis: seine extrem präformationistische Einstellung führte diesen glänzenden Forscher zu Interpretationen seiner mikroskopischen Beobachtungen, welche mit der Wirklichkeit in keinem Fall mehr übereinstimmen konnten. Wir sehen bei Malpighi an einem großen Beispiel, wie die Macht einer spekulativen, als Arbeitshypothese vielleicht brauchbaren Idee, den sinnlichen Befund zu beeinflussen, ja zu verfälschen vermag, eine Feststellung, welche sich durch die große Schar der präformationistischen Embryologen des 17. und 18. Jahrhunderts verfolgen läßt. Es ist nicht zu leugnen, daß gerade die durch ihre mikroskopischen Entdeckungen hervorragenden Forscher besonders phantastische Theorien zur Erklärung ihrer durchaus wirklichkeitsnahen Beobachtungen hervorbrachten. Wie anders die erkenntnistheoretische Einstellung eines William Harvey, welcher in seinem embryologischen Hauptwerk: «Exercitationes de generatione animalium» den Satz geprägt hat «nihil est in intellectu quod non prius fuerit in sensu» («Nichts ist im Verstand, was nicht vorher Sinnesempfindung war»). Daß auch Harvey sich nicht in allen Stücken an diesen Satz hielt — wer möchte es diesem mit noch unzureichenden Beobachtungsmitteln ausgestatteten Forscher verargen, wenn er im Bestreben, den einheitlichen Ausgangspunkt aller lebenden Wesen festzustellen, die Einseitigkeit der ovistischen Hypothese nicht zu erkennen vermochte. — So eröffnete Malpighi die moderne Phase der Kontroverse: Präformation gegen Epigenese, für die Präformationstheorie entschieden Stellung nehmend.

Das Mikroskop

Das Mikroskop hatte die Welt des Kleinen erschlossen und zu einem Schauplatz begeisterter, leidenschaftlicher und phantasievoller Beobachtung gemacht. War es da nicht natürlich, daß die Welt der Kleintiere, von den Infusorien bis zu den Insekten, sich als Forschungsobjekte besonderer Beliebtheit erfreute und eine Art «Insektenbiologie» im weitesten

Sinn der damaligen Zeit, welche auch die Weichtiere, Würmer und Infusorien in die Insekten mit einschloß, entstand, die das Wunder der Klein-tierwelt zu entschleiern suchte? Dazu bot die Metamorphose der Insekten die augenfälligsten Anhaltspunkte, um den Generationsvorgang und das Problem der Entwicklung auf neue Grundlagen zu stellen. Es wird vielfach die Meinung vertreten — so auch von *Ràdl*, und dies nicht ganz mit Unrecht — diese Insektenbiologie habe auch den Maßstab der Theorien verkleinert und zu den unfruchtbaren und oft äußerst phantastischen Vorstellungen geführt, welche geeignet waren, die besonders schwer zu lösenden Probleme der Zeugung und Entwicklung bei den höheren Tieren, besonders bei den Säugetieren, eher zu verdunkeln als zu erhellen und den durch Harvey und de Graaf vorgezeichneten Gang der Forschung vom geraden Wege abzuziehen.

Dies alles zugegeben: ist es so verwunderlich, daß in der ersten Begeisterung, welche der Besitz des Mikroskops bei Gelehrten und Ungelehrten hervorrief, die klare Sicht unter der unübersehbaren Fülle der wirklichen oder vermeintlichen Beobachtungen sich eher trübte? — Tatsache ist, daß die Einführung des Mikroskops in die embryologische Forschung ganz wesentlich dazu beigetragen hat, der extrem präformationistischen Theorie Vorschub zu leisten und dadurch die Entwicklung zu einer natürlicheren Auffassung der Dinge zu gelangen, um Jahrzehnte, vielleicht um mehr wie ein Jahrhundert hinauszuschieben. Denn darüber kann kein Zweifel bestehen: es waren gerade die Mikroskopiker: ein *Malpighi*, ein *Swammerdan*, ein *Leeuwenhoek*, welche die Präformations-theorie bis in die äußersten, ebenso phantastischen wie jeder realen Beobachtungsmöglichkeit entbehrenden Konsequenz verteidigten.

Jan Swammerdam (1637—1680)

Swammerdam war ein glänzender Insektenforscher, welcher die Metamorphose der Insekten eingehend mikroskopisch studierte. Seine Feststellungen führten ihn — wenn wir seine Veranlagung, seinen Glauben an die göttliche Vorsehung, sein schweres Leben, mit in Rechnung stellen — fast zwangsläufig zu einer evolutionistischen Auffassung, welche er durch «Beobachtung» belegen zu können hoffte. Unter dem Einfluß der präformationistischen Idee glaubte er nämlich zeigen zu können, daß sowohl Raupe als Puppe schon eine so weitgehend entwickelte Struktur besäßen, daß man darin den völlig ausgebildeten Schmetterling entdecke — woraus Swammerdam, der so unendlich vieles zur Auf-

klärung der Insektenbiologie beitrag, den uns heute unverständlichen Schluß zog, daß die Metamorphose der Insekten nur etwas Scheinbares sei, da die Entwicklung bloß auf dem Wachstum (der Evolution) der schon in den frühesten Stadien völlig ausgebildeten Teile beruhe.

Trotz vorzüglicher Beobachtungen verfiel er als extremer Präformatiонist wie Malpighi in den Fehler, die Einheit der Natur durch Vergleichung von Unvergleichbarem beweisen zu wollen. Galten doch für ihn dieselben präformationistischen Entwicklungsgesetze im Reiche der ganzen belebten Natur, der Pflanzen, der Insekten, der niederen wie der höheren Wirbeltiere mit Einschluß des Menschen. Es erscheint dann nicht weiter erstaunlich, daß Swammerdam beim Vergleich der Entwicklung des Menschen aus dem Ei mit derjenigen der Insekten und des Frosches zu der Überzeugung einer völligen Analogie gelangte, sodaß er nach ausführlicher Erörterung aller Analogiepunkte zwischen Mensch, Insekt und Frosch zu dem Schlusse kam: «Der Mensch kann also in der Tat zu der Zeit, wenn er im Begriff ist, in die Welt zu kommen ... eine Puppe genannt werden; denn er muß seine Nabelschnur, seinen Mutterkuchen, sein Chorion und Amnion im Stich lassen und verhäuten» (d. h. sich verpuppen).

Noch phantastischer ist die bis in die letzten Konsequenzen des biblischen Schöpfungsglaubens verfolgte Menschwerdung nach der von Swammerdam schon völlig entwickelten Einschachtelungstheorie: Das erste Weib trug in ihren Ovarien Eier, von denen die einen winzige Männchen, die andern kleinste Weibchen enthielten. Diese kleinsten Weibchen trugen wieder Eier in ihren Eierstöcken, in denen wiederum Männchen und Weibchen saßen ... usw.

Für Swammerdam ist nun diese Einschachtelung nicht endlos, sondern die Zahl der eingeschachtelten Eier begrenzt: im Verlaufe vieler Generationen werden die Weibchen immer ärmer an Eiern; eines Tages werden die letzten Weibchen leer sein wie die Männchen ab origine; die Art wird erloschen ...

Wir können Swammerdam nicht verlassen, ohne wenigstens ganz kurz auf eine seiner zahlreichen embryologischen Entdeckungen hinzuweisen, welche epochemachend hätte wirken und die Geschichte der Embryologie ganz wesentlich hätte beeinflussen können, wenn sich Swammerdam nicht ganz und gar dem Präformationismus verschrieben hätte. Er beobachtete nämlich am befruchteten Frosch ei bereits *die ersten Furchungsstadien*, (s. Abb. 2) aber ohne ihre fundamentale Bedeutung für die Ent-

wicklungstheorie zu erkennen. Man könnte vielleicht sagen: hätte der Epigenetiker Harvey diese Beobachtung gemacht, so hätte er sie wohl in ihrer wahren Bedeutung bereits erkannt. Historisch können wir nur feststellen: der morphologische Ansatz zu einer modernen Entwicklungstheorie war bei Swammerdam bereits da, ohne daß daraus die entwicklungsphysiologischen Folgerungen abgeleitet wurden, welche erst der

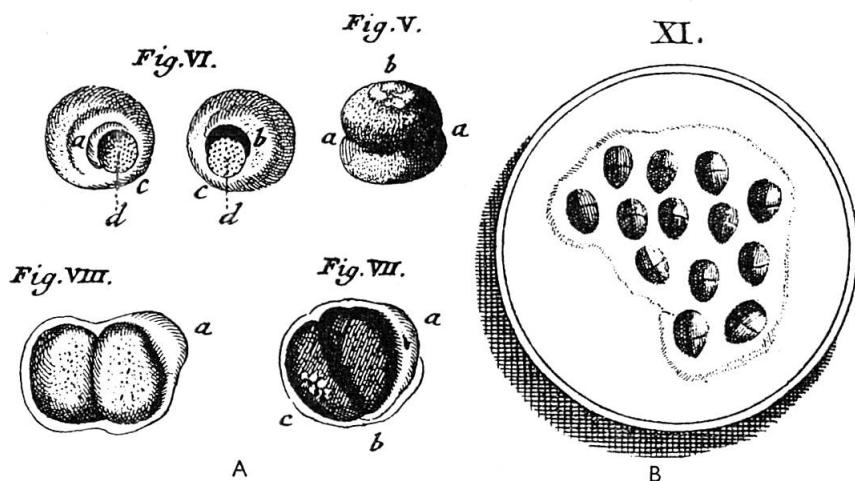


Abb. 2 aus: *Johanni Swammerdami Biblia Naturae*. Leyden 1738. Frühste Darstellungen des Zweizellenstadiums: AA Fig. V=VIII: Blastomeren des Frosches im Zweizellenstadium. Dazu Text p. 813: «Porro observabam, Ranunculum universum, notabili admodum sulcative plicatura, in duas veluti partes dividi ... Diese Beobachtungen machte Swammerdam zwischen 1665 und 1675 (n. J. Needham p. 150).

B. Erste bildliche Darstellung des Vierzellenstadiums aus: *Abbé Spallanzani: Expériences pour servir à l'histoire de la génération des animaux et des plantes* (ed. Senebier), B. Choirol, Genève 1786 (vergl. Schopfer p. 94).

modernen Entwicklungslehre nach Begründung der tierischen Zellenlehre zu ziehen vergönnt waren.

So phantastisch und biologiegeschichtlich verhängnisvoll dieser extreme Präformationismus war, so ist Swammerdam — und dies dürfte ein allgemeines Resultat seiner prachtvollen mikroskopischen Insektenforschung darstellen — anders wie Harvey — auf die Urzeugung völlig negativ eingestellt: für ihn findet überall in der ganzen belebten Natur — diesen Beweis lieferte ja gerade die von ihm durchgängig entdeckte Zweigeschlechtlichkeit bei den niederen Tieren, speziell bei den Insekten — Fortpflanzung durch Elternzeugung statt.

Eines der schönsten Beispiele seiner Aufklärungsarbeit auf diesem Gebiet bildet seine vorzügliche mikroskopische Anatomie der Biene (etwa

1670), wobei er, entgegen der zeitgenössischen Meinung, daß die Königin männlich sei und die Drohnen Weibchen, erstmals den Nachweis leistete, daß die Bienenkönigin ein befruchtungsfähiges, die Arbeiterinnen unfruchtbare Weibchen, die Drohnen dagegen Männchen sind. Auch sonst erwarb er sich tiefe, für die damalige Zeit ganz neue Einsichten in das Wesen des Bienenstaates.^{18a}

Swammerdam, der Mystiker, Schwärmer und unermüdliche Mikroskopiker hatte ein so kümmerliches Lebensende, daß es ihm versagt blieb, seine vielen hervorragenden mikroskopischen Entdeckungen zu veröffentlichen.

Sein Lebenswerk blieb für Jahrzehnte in der Verborgenheit der Manuskripte versteckt und konnte nicht befruchtend nach außen wirken — nicht unähnlich dem Schicksal, welches *Conrad Geßners* großes Pflanzenwerk erlitt. Erst im Jahre 1738, beinahe 50 Jahre nach seinem Tode, erfolgte die glänzende Veröffentlichung des Werkes durch *Hermann Boerhaave* (1668—1738) unter dem von Boerhaave geprägten Titel: «Bibel der Natur».¹⁹

Swammerdams unvergleichliche Fähigkeit, die wirbellosen Tiere anatomisch zu bearbeiten — wobei seine wissenschaftliche Arbeitsperiode nur etwa sechs Jahre dauerte — übertraf auch im Erscheinungsjahr der «Bibel der Natur» 1737, alle damaligen und viele spätere Leistungen. Noch *Cuvier* betrachtete seine Anatomie der Biene für unübertroffen. Zu seiner Zeit hätte Swammerdams Werk epochemachend gewirkt. Undessen waren aber die Entdeckungen des Mikroskopikers Leeuwenhoek bekannt geworden und beschäftigten die interessierte Mitwelt in höchstem Maße.

Antoni van Leeuwenhoek (1632—1723)

Die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops wird gewöhnlich auf die Brüder *Jan* und *Zacharias Janssen* zurückgeführt und in das Jahr 1590 verlegt. Dieses Mikroskop bestand aus einer bikonvexen und

^{18a} Bibel der Natur, deutsche Ausgabe, Leipzig 1752, S. 149—219: von den Bienen.

¹⁹ *Jan Swammerdam*, Bybel der natuur of historie der insecten Leyden 1737. Deutsche Ausgabe: Bibel der Natur, worinnen die Insekten in gewisse Classen verteilt, sorgfältig beschrieben, zergliedert, in saubern Kupferstichen vorgestellt, mit vielen Anmerkungen über die Seltenheiten der Natur erläutert, und zum Beweis der Allmacht des Schöpfers angewendet werden. Nebst Hermann Boerhaaves Vorrede von dem Leben des Verfassers. Leipzig, J. F. Gleditsch 1752.

einer bikonkaven Linse. Antoni van Leeuwenhoek, ein holländischer Beamter, der neuen Erfindung des Mikroskops leidenschaftlich zugewandt, verfertigte sich eigene, sehr einfach gebaute Mikroskope, mit welchen er aber eine bis 160fache, nach anderen sogar eine 270fache lineare Vergrößerung erzielte. Seine Linsen waren nur stecknadelkopfgroß, ihr Gebrauch erfordert große Geschicklichkeit und ein hervorragendes Sehvermögen. Mit diesem Instrument untersuchte er alles, Unbelebtes und Belebtes, was ihm gerade unter die Gläser kam und teilte seine Beobachtungen nach damaligem Stil in Briefen der Royal Society mit. In seinem Nachlaß sollen sich mehr wie 400 selbstgefertigte Mikroskope und Vergrößerungsgläser gefunden haben, von denen er einen Teil der Royal Society in London vermachte.

Leeuwenhoek untersuchte unsystematisch, dilettantisch, aber mit großer Ausdauer und Geschicklichkeit. Dabei machte er die bedeutendsten mikroskopischen Entdeckungen: er entdeckte die Infusorien, beobachtete sie bei der als Kopulation gedeuteten Konjugation, fand die Radiolarien, die roten Blutkörperchen, bestätigte den von Malpighi entdeckten kapillären Blutkreislauf, die Querstreifung der Muskulatur usw.

Durch eine seiner mikroskopischen Entdeckungen brachte er mit einem Schlag einen ganz neuen Gesichtspunkt in die zwischen Epigenetikern und Präformationisten entbrannte Diskussion: Leeuwenhoek berichtet nämlich in einem Brief²⁰ an den damaligen Präsidenten der Royal Society, *Broucker*, im November 1677 über die Entdeckung der Samentierchen, welche einem holländischen Studenten namens *Johan Ham* (oder Hammen) aus Arnhem am Samen eines tripperkranken Mannes gelungen war. Leeuwenhoek fand dann bei weiterem Studium den Befund bei Mensch und Tier in jeder Form bestätigt: es gab also im Mikroskop erkennbare männliche Samentierchen (*Animalcula seminis*) (s. Abb. 3). Als präformationistischer Mikroskopiker suchte und «fand» Leeuwenhoek in den Samentierchen den Beweis dafür, daß der zukünftige Organismus schon in der Urform des Samens fertig vorliege.

Seine Entdeckung gab ihm Anlaß zu der Behauptung, daß die Samentierchen menschliche Larven «homunculi» seien. Also müsse der vorgebildete Embryo nicht mehr im Ei, sondern im Samen gesucht werden. Unter konsequenter Anwendung des Präformationsprinzips barg nach Leeuwenhoek schon der erste, von Gott erschaffene Mann sämtliche zu

²⁰ Anton van Leeuwenhoek, et Ham, *Observationes de natis a semine genitali animalculis*. Phil. Trans. Roy. Soc. 12 1040 (1677).

gebärende Menschen, sowohl Mann als Weib in unendlicher Einschachtelung in seinen Samentierchen in sich! Damit gelangte er zu einer neuen Form des praeformationistischen Evolutionismus: von nun an lag das Hauptgewicht des Entwicklungsprozesses auf der Seite des Samens! Diese Auffassung verband Leeuwenhoek mit einer Geringschätzung des bisher natürlicherweise prädominierenden weiblichen, ovistischen Anteils am Entwicklungsvorgang. Leeuwenhoek ging sogar so weit, beim

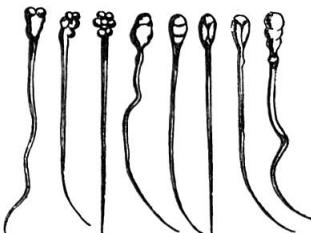


Abb. 3 aus: *Leeuwenhoek Phil. Trans. Vol. 12. Nr. 142 London 1678 p. 1044.*

1—4: menschliche Spermatozoen; 5—8: Spermatozoen des Hundes. Die Abbildung ist enthalten in einem Brief an *Nehemiah Grew* vom 18. März 1678 (wieder abgedruckt in der großen Leeuwenhoekausgabe: «Alle de brieven van Antoni van Leeuwenhoek, II. Teil, Tafel No. XVI Amsterdam 1941»).

Menschen und bei den Säugetieren das Vorhandensein weiblicher Eier zu bestreiten, dies *nach* den epochemachenden Entdeckungen Harveys, de Graafs, Stensens! Daß nur die Samentierchen Anteil am Befruchtungsvorgang haben, das weibliche Ei aber keine nennenswerte Rolle dabei spielt, diesen Gedanken gab Leeuwenhoek trotz des Widerstandes berühmter Ovisten Zeit seines langen Lebens nicht mehr auf.²¹

Nicolaus Hartsoeker (1656—1725)

Können *Ham* und *Leeuwenhoek* als die ersten Entdecker der Spermatozoen mit Recht betrachtet werden, so dürfte dies bei Hartsoeker nicht mit aller Sicherheit nachzuweisen sein. Sicher ist nur, daß er Spermatozoen beobachtete und daß er die Priorität gegen Ham und Leeuwenhoek in seinem «*Essai de Dioptrique*» (1694)²² und in seinen «*Principes de Physique*» (1696)²³ beanspruchte.

Die einseitig spermatogenetische Auffassung Leeuwenhoeks, Hartsoekers u. a. mußte von Seiten der ovogenetisch orientierten Forscher eine entsprechend scharfe Ablehnung erfahren. Sie ließ auch nicht auf

²¹ *Anton van Leeuwenhoek, Arcana Naturae detecta et Continuatio*. Delft 1697.

²² *Nicolas Hartsoeker, Essai de Dioptrique*, sect. 88. Paris 1694.

²³ *Nicolas Hartsoeker, Principes de Physique*. Paris 1696.

sich warten und entlud sich in einem ebenso heftigen wie für den Fortschritt der Wissenschaft wenig ergiebigen theoretischen Meinungsstreit. Augenscheinlich waren *Animalkulisten* und *Ovisten* so sehr auf ihre Ansichten versteift, daß die Idee der «Amphimixis», von vereinzelten Forschern, wie *Nicolas Andry* postuliert, keine Durchschlagskraft gewann.

Nicolas Andry (1668—1731)

nahm eine in gewissem Sinn vermittelnde Stellung zwischen ovistischen und animalkulistischen Praeformationisten ein.²⁴ Er vertrat zwar die präformationistische Auffassung, daß der Samen der Tiere zu Beginn der Welt gebildet worden sei, war aber der Ansicht — entgegen Leeuwenhoek, welcher die Graaf'schen Follikel als «ova imaginaria» betrachtete und den Embryo ausschließlich aus dem Samentierchen herleitete — daß das Samentierchen ins Ei eindringen müsse, um sich weiter entwickeln zu können, wobei er gleichzeitig die Hypothese vertrat, daß nur ein einziges Samentierchen durch die einzige, winzige Öffnung des Eies eindringen könne. Die Schwangerschaft beginnt nach Andry mit dem Augenblick, in welchem das Samentierchen in das Ei eindringt; bis dahin können nach ihm viele Wochen vergehen; denn solange vermöge des Samentierchen zu leben. Andry denkt also an eine materielle Vereinigung von Sperma und Ei im Sinn der Amphimixis, d. h. an eine richtige Befruchtung, ist aber natürlich außerstande, diese intuitive Hypothese zu beweisen.

Trotz dieser bedeutenden vorwärtsweisenden Idee Andrys beherrschte die Hypothese der Präformationslehre, daß die Frucht, je weiter rückwärts man gehe, umso mehr eine Verkleinerung des ausgewachsenen Organismus darstelle, die gesamte Entwicklungslehre. Diese Auffassung, bis in ihre letzten Konsequenzen verfolgt, mußte bei den Ovisten zu der Ansicht führen, daß Eva in nuce schon alle künftigen Generationen der Menschheit in verkleinerter Gestalt in sich getragen habe, während die Animalkultisten ähnliche Vorstellungen im Hinblick auf die adamitische Entstehung des Menschengeschlechtes vertraten.

So war es auch schließlich nicht mehr verwunderlich, daß unter dem Einfluß dieser Hypothesen eine *Embryologia phantastica* entstand, welche durch entsprechende Abbildungen diese Theorien anschaulich zu stützen suchte. Darin zeichnete sich unter vielen andern *Theodor Kerck-*

²⁴ *Nicolas Andry*, De la génération des vers dans le corps de l'homme. Paris 1700.

ring (1640—1693) besonders aus, welcher an 3—4tägigen menschlichen Früchten, die vollkommen entwickelte menschliche Gestalt mit Einschluß der Skelettbildung beobachtet haben wollte, wie aus seiner künstlerisch illustrierten «*Anthropogenia*»²⁵ mit Evidenz hervorgeht. — Das Abbild eines Homunculus von reizendster Gestalt hat uns Hartsoeker geschenkt (s. Abb. 4 S. 79).

IV.

Wenn wir rückblickend die Präformationslehre als geistesgeschichtliches Phänomen betrachten und uns die Frage vorlegen: warum war das 17. und auch noch das 18. Jahrhundert so stark präformationistisch eingestellt, so werden wir vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus keine befriedigende Antwort finden. Sie liegt auch außerhalb des Bereiches sowohl der naturwissenschaftlichen Tatsachenforschung selbst wie ihrer naturwissenschaftlichen Deutung und Theoriebildung.

Die seltsam weite Verbreitung der Präformationslehre ist wohl nur aus dem «*Zeitgeist*», d. h. nur aus den führenden spekulativen Ideen des Jahrhunderts zu begreifen. Und da stehen einander zwei geistige Kräftegruppen gegenüber, welche beide — aber auf ganz verschiedene Weise — den Präformationismus begünstigt haben: die christliche Theologie durch ihren orthodoxen Schöpfungsglauben und der biologische Mechanismus Descartes.

Daß die Präformationstheorie im 17. und besonders auch im 18. Jahrhundert so festen Fuß fassen konnte, liegt also nicht zuletzt in dem starken Einfluß der Theologie, welche den Glauben an die Schöpfungsgeschichte zum selbstverständlichen Gebot für jeden christlich denkenden Naturforscher machte. So erhielt die Präformationslehre eine metaphysische Verankerung in der Genesis. Wie sehr dies tatsächlich der Fall war, ergibt bei den religiös eingestellten Naturforschern des 17. und 18. Jahrhunderts schon ein Blick auf die Titelgebung ihrer naturwissenschaftlichen Werke: bei einem *Swammerdam* seine «*Bibel der Natur*» (1738), bei einem *John Ray* (1627—1705) sein Buch «*Die in der Schöpfung geoffenbarte Weisheit Gottes*» (1691), bei einem *Nehemia Grew* (1628—1712), dem ersten Entdecker der Pflanzensexualität, dessen 1701 erschienene «*Cosmologia sacra*», bei dem Jesuitenpater *Athanasius Kircher* (1602—1680) seine «*Arca Noë*» (1675), bei unserm *Jo-*

²⁵ *Theodor Kerckring*, *Osteogenia foetuum*, Amsterdam 1670 und: *Anthropogeniae Ichonographia*, Amsterdam 1671.

Johann Jakob Scheuchzer (1672—1733), womit wir ins 18. Jahrhundert vorgreifen, seine berühmte «*Physica sacra*» (1731).

Der starke Einfluß der noch mächtigen Kirche machte sich selbst bei den «Mechanisten» *Descartes* und *Malebranche* geltend, welche bei aller philosophischen Denkfreiheit die biblischen Vorstellungen von der Schöpfungsgeschichte als Ausgangspunkt für die Entwicklung alles Belebten gelten ließen. Diese schöpfungsgläubige Auffassung mußte fast zwangsläufig zur Präformationslehre führen, und damit jeder Embryologie auf rein anatomisch-physiologischer Grundlage hindernd im Wege stehen. Ihre Sanktionierung durch die Kirche bildete selbst für Descartes eine Warnung, diesen Kreis nicht zu überschreiten, und wenn auch das Eingreifen der Inquisition für die Vertretung häretischer Lehren auf dem Gebiet der Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechtes nicht unmittelbar drohte, wie im Falle Galilei im Hinblick auf die physische Kosmologie, so war es doch klug, der kirchlichen Meinung nicht allzu schroff entgegenzutreten. Das Beispiel Spinozas bedeutete doch eine ernsthafte Warnung, welche von Descartes und Malebranche beherzigt wurde.

Im Schutze dieses Zugeständnisses an die zeitgenössische Theologie durfte Descartes als Verfechter der auf Klarheit gegründeten Autonomie des Geistes den Menschen umso kühner dem Freiheitsbewußtsein und Machtgefühl des rationalen Denkens überlassen. Trotz der dem Denken durch die Kirche auferlegten Schranken war das Interesse der neuen Philosophie, eines *Hobbes*, *Locke*, *Descartes*, *Malebranche*, *Leibniz* an den Fortschritten der Natureinsicht und an deren einheitlicher Konzeption ein ungeheures: bot doch die kosmologische wie die biologische Forschung der Zeit ein gewaltiges hypothesenreiches Anschauungsmaterial, an welchem das philosophische Denken seine rationalistischen Spekulationen, in der Absicht, zu einem möglichst lückenlosen philosophischen Systemzusammenhang zu gelangen, unter Beweis stellen konnte. Umgekehrt aber hat auch die zeitgenössische Philosophie mit Descartes und Leibniz an der Spitze auf die Biologie schon allein dadurch befruchtend und anregend gewirkt, als sie die Tendenz zur Einheit, zur Systembildung in klassifikatorischer Hinsicht, förderte. Auch bot sie die allerdings nur mit Vorsicht erfaßte Möglichkeit, in relativer Unabhängigkeit vom kirchlich-theologischen Weltbild zu einer einheitlichen Konzeption von der Natur zu gelangen.

Wie weitgehend aber diese neue Erkenntnisphilosophie noch vom

kirchlichen Einfluß abhängig war, zeigt das Beispiel *Nicole Malebranche's* (1638—1715) in seiner «Recherche de la vérité» (1675)²⁶, welcher sich als ausgesprochener metaphysisch-theologischer Präformationist erweist: für ihn hat Gott alles vorausbestimmt und alles existiert von Anfang an implicite, wie es explicite im Laufe der Zeit geschieht und erlebt wird. Deshalb ist er in der Embryologie Vertreter der extremen Einschachtelungslehre, wofür ihm die Entdeckung des Mikroskops eine Bestätigung zu bieten schien. «Nous devons donc penser ... que tous les corps des hommes et des animaux, qui naîtront jusqu'à la consommation des siècles, ont peut-être été produits dès la création du monde; je veux dire, que les femelles des premiers animaux ont peut-être été créé avec tous ceux de même espèce qu'ils ont engendrés et qu'ils engendreront dans la suite.»²⁷

René Descartes (1596—1650)

Nach Descartes ist Geometrie das Maß, welches den Dingen zugrundliegt und ihnen ihr Gesetz aufzwingt. Die im einheitlichen Aufbau der Welt wirkenden Kräfte sind durch die Gesetze der Mechanik eindeutig bestimmt.

In diesem Sinne ist auch die Embryologie Descartes²⁸ reiner Mechanismus. Aber wie sollten Gesetze der Mechanik und des Lebens restlos zusammenstimmen? Auch wenn sich Descartes in seinen embryologischen Spekulationen auf *Fabricius* und *Harvey* stützt, mußte eine für den großen Denker bemerkbare Diskrepanz zwischen Mechanik und Leben bestehen bleiben. Descartes löst diesen Widerspruch durch die Autonomie der Ratio: die menschliche Vernunft ist nach Descartes das oberste Erkenntnisprinzip, durch welches wir reale Erkenntnislücken auszufüllen berechtigt sind. Von dieser Freiheit des Denkens machte Descartes in seiner mechanistischen Physiologie ausgiebigsten Gebrauch. In dieses rational-mechanistische System paßte sich nun die Präformationslehre mit ihrem starren Evolutionsprinzip, welches der Natur keine Freiheit läßt, da alles schon vom ersten Augenblick an determiniert ist, ungleich viel besser ein, als eine Theorie der Epigenesis, welche dem Leben eine sukzessive Selbstformung zutraut.

²⁶ *Nicole Malebranche*, De la recherche de la vérité. Paris 1675.

²⁷ Lib. I. cap. VI, S. 43.

²⁸ *René Descartes*, L'homme et un traité de la formation du foetus du mesme auteur. Paris 1664.

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646—1716)

Während Descartes den lebenden Körper als einen Spezialfall der mechanisch sich entfaltenden toten Natur betrachtete, wählte Leibniz das Leben zum Ausgangspunkt seiner Naturphilosophie. Er setzte dem extremen Mechanismus Descartes' seinen immanenten, in den unsterblichen Monaden kristallisierten, vitalistischen Dynamismus entgegen. Die schrankenlose Freiheit der Monaden, welche die mathematische Bestimmtheit der Naturgesetze hätte verletzen können, engte er ein durch die Hypothese der prästabilisierten Harmonie, eine Art universellen theologisch verankerten Determinismus. Man könnte fast sagen: durch Leibniz wird die Idee der Präformation zum universalen philosophischen Prinzip erhoben. Die embryologische Präformation bildet dann lediglich einen Spezialfall der universellen prästabilisierten Harmonie. So ist es durchaus folgerichtig, wenn sich Leibniz im Streit der Meinungen (wie sein Schüler *Charles Bonnet* [1720—1793] und viele Forscher des 18. Jahrhunderts) zum Präformationismus, und zwar im Sinne des Leeuwenhoek'schen Animalkulismus, bekannte. Im Geiste dieser Lehre nahm Leibniz an, daß die in der Gegenwart im embryonalen Zustand enthaltene leiblich-geistige Zukunft, materiell mit allen ihren Merkmalen bereits fertig eingeschlossen liegt. Für ihn ist Entwicklung lediglich Differentiation von etwas, was eingewickelt schon von der ersten Entwicklungsstufe an da ist. Als schöpfungsgläubiger Christ vertrat Leibniz in der Theodicee die Einschachtelungstheorie bis auf Adam, analog wie Swammerdam, Malebranche u. a., wobei er in den mikroskopischen Beobachtungen Leeuwenhoeks die naturwissenschaftlichen Beweismittel für die Realität dieser Vorstellungen zu erkennen glaubte.

Aber auch wenn Leibniz die vitale Kraft an den metaphysischen Anfang des Lebens setzte, so vermochte sich auch dieser große Gelehrte dem alles beherrschenden Descartes'schen Mechanismus nicht völlig zu entziehen: ist der Anfang des Lebens für ihn in der vitalistisch gedachten, also mit lebendiger Kraft begabten Monade zu suchen, so laufen alle späteren, d. h. überhaupt alle sichtbaren Lebenserscheinungen rein nach mechanischen Gesetzen ab. Diese Auffassung geht aus einer Reihe von Schriften dieses großen Denkers²⁹ (1689), vor allem aus seinem «Système nouveau de la nature» (1695),³⁰ wie aus seinen «Considérations

²⁹ *Gottfried Wilhelm Leibniz*, Discours de la métaphysique. 1689.

³⁰ *Gottfried Wilhelm Leibniz*, Système nouveau de la nature et de la communication des substances ... Journal des Savans, Juin 1695.

sur les principes de vie» (1705), eindeutig hervor. Charakteristisch für seine Auffassung ist der Satz:³¹ «Die Tiere halte ich für vollkommene Automaten; sie haben jedoch zugleich Empfindungsvermögen (perceptio).»

Das Jahrhundert, in welchem die «Samentierchen» und das Säugertierei, wenigstens in dem eingehüllten Zustand des Graaf'schen Follikels entdeckt, in welchem selbst die frühen Furchungsstadien am befruchteten Froschei beobachtet wurden, war in vieler Hinsicht noch nicht reif für eine unvoreingenommene, nicht durch spekulative Überlegungen getrübte Erörterung der von ihm entdeckten embryologischen Tatsachen. Wohl war es den allzu phantastischen Auswüchsen der Urzeugungslehre (etwa in der Vorstellung des Mystikers und Arztes *Helmont* gipfeln, daß eine Maus aus alten Lumpen und etwas Kleie direkt entstehen könne) entgegengetreten und hatte durch schöne Experimente den Gegenbeweis gegen die Urzeugung für fast alle damals sichtbaren tierischen Lebewesen erbracht. Aber gerade diesem Zeitalter, welches an die Präformation alles lebenden Seins glaubte, mußte der Verzicht auf die Theorie von der Urzeugung nicht schwer fallen, da sie seiner Grundauffassung entgegenstand. Auch war das Zeitalter noch nicht bis zu jenem geistigen Entwicklungsstadium fortgeschritten «in welchem», nach einem Wort *Wilhelm Dilteys*, «die Phantasie der Wirklichkeit sich unterworfen hat und die Kontinuität der Erfahrungswissenschaften sich ausbildete.»³²

Und so endete dieses so systemfreudige Jahrhundert, dessen Hauptbestreben offenbar darin lag, zu einem einheitlichen naturwissenschaftlichen Weltbild zu gelangen, damit, vorwiegend mechanistische Maßstäbe an die belebte Natur anzulegen, wobei es sich des gewaltigen Aufwandes an spekulativen, nicht durch induktive Erkenntnis gestützten Ideen, deren es zur Erlangung eines einheitlichen Weltbildes bedurfte, zu wenig bewußt war, und nicht einsah, wie weit die Naturerkenntnis durch diesen spekulativen Einschlag vergewaltigt wurde.

In klaren Linien gezeichnet, steht Descartes' Weltbild als Zeugnis großen einsamen Denkens vor uns — das Jahrhundert ebenso mit seinem Licht durchflutend, wie es mit neuem Dunkel überschattend. Denn ist

³¹ Gottfried Wilhelm Leibniz, *Considérations sur les principes de vie, et sur les natures plastiques*, 1705 (Manuskript) Ausg. der philos. Werke von C. J. Gerhardt Bd. 6, S. 539 (1885).

³² W. Dilthey, *Auffassung und Analyse des Menschen seit Renaissance und Reformation*. Berlin u. Leipzig 1913.

es noch Natur, was uns Descartes in seiner mechanistischen Naturlehre schildert? Wie wären die Geschöpfe zu bedauern, wenn sie nach Descartes' Grundsätzen leben müßten, wenn Zeugung und Entwicklung «more geometrico» vor sich gingen? So hat der große Atem, welcher mit Descartes' Werk das Jahrhundert durchzieht, nicht nur belebt und befreit, sondern auch manche Pflanze, welche zu neuer Blüte aufzugehen bereit war, erdrückt.

In aller Stille aber, weit weg vom Tageslärm des Streites zwischen Präformation und Epigenese, zwischen Ovisten und Animalkulisten schloß das 17. Jahrhundert mit einer Entdeckung ab, welche gänzlich unbeobachtet blieb und erst ein Jahrhundert später ihre glänzende Bestätigung finden sollte: der Entdeckung der Sexualität der Pflanzen (1691) durch *Rudolf Jacob Camerarius* (1665—1721), Direktor des botanischen Gartens in Tübingen. Camerarius bewies durch vielfältige Versuche,³³ daß normale Samenbildung nur stattfindet, wenn der Inhalt der Staubgefäß auf die weibliche Blüte eingewirkt hat. Auch brachte er den experimentellen Nachweis, daß alle (höheren) Pflanzen geschlechtlich differenziert sind.

Hier geschah ein wirklicher Fortschritt, hier war eine Entdeckung von unabsehbarer Bedeutung erfolgt, auf welcher ein Jahrhundert später ein *Linné* sein System der Blütenpflanzen aufbauen konnte.

Doch das Zeitalter schritt darüber hinweg; noch ein gutes Jahrhundert stritt man um Präformation und Epigenese weiter, ein Streit, an welchem die Schweiz im 18. Jahrhundert mit *Charles Bonnet*, *Albrecht von Haller*, *Abraham Trembley*, *J. J. Scheuchzer* u. a. lebhaftesten Anteil nahm — ohne daß wesentliche neue Argumente ins Feld geführt wurden. — Der Streit war zu einem Glaubenstreit geworden, dessen theologischer Hintergrund gelegentlich hell aufleuchtete.

Naturwissenschaft mußte auch auf dem Gebiet der Entwicklungslehre andere Wege gehen, wenn sie sich zu einer selbständigen Wissenschaft entwickeln wollte. Diesen Weg hat konsequent erst das 19. Jahrhundert beschritten und damit die Naturwissenschaft aus den Fesseln der Theologie und spekulativen Philosophie, welche im Beginn dieses 19. Jahrhunderts noch einen so mächtigen Aufschwung nehmen sollte, befreit. Dankbar aber wollen wir der Leistungen des 17. Jahrhunderts auf dem Gebiet der Zeugung- und Entwicklungslehre, eines *Fabricius*, eines *Har-*

³³ *R. J. Camerarius*, *Ephemerides Naturae curiosorum* 1691—1694.

vey, eines Redi, eines Malpighi, eines Steno, eines de Graaf, eines Swammerdam, eines Leeuwenhoek, eines Camerarius gedenken, welche wir als wahre Förderer dieser Wissenschaft kennen gelernt haben.

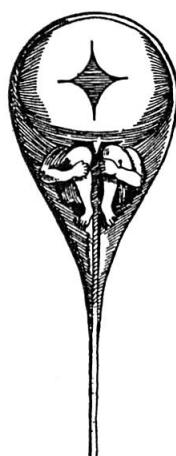


Abb. 4. Darstellung eines menschlichen Spermatozoons nach N. Hartsoeker.

Zeittafel zur Geschichte der Embryologie im 17. Jahrhundert

Aristoteles 384—322 a. C. Embryologie des bebrüteten Hühnereis.

Albertus Magnus 1206—1280. Embryologie des bebrüteten Hühnereis.

Volcher Coiter 1534—1600. Embryologie des bebrüteten Hühnereis (1573).

Hieronymus Fabricius ab Aquapendente 1537—1619. Embryologie der Säugetiere (1604). Embryologie des bebrüteten Hühnereis (1621).

William Harvey 1578—1657. Embryologie des bebrüteten Hühnereis.

«*Omne vivum ex ovo*». *De generatione animalium* (1651).

Francesco Redi 1626—1694. *Esperienze intorno alla generazione degl' insetti* (1688) (gegen Urzeugung).

Robert Boyle 1628—1694. Embryologie des bebrüteten Hühnereis — chemische Gesichtspunkte (1666).

Marcello Malpighi 1628—1694. Embryologie des bebrüteten Hühnereis, mikroskopisch (*De ovo incubato. De formatione pulli in ovo*) (1672).

Nehemia Grew 1628—1712. Entdeckt Sexualität der Pflanzen (1682) (wird nicht beachtet).

Walter Needham 1631—1691. *De formato foetu* (1668) embryo-chemische Gesichtspunkte.

Antoni van Leeuwenhoek 1632—1723. Entdeckt mit *Johan Ham* die Spermatozoen (1677).

Jan Swammerdam 1637—1680. Sexualität der Insekten und Insektenmetamorphose. Bekämpft Urzeugung. Beobachtet Furchungsteilung am Frosch (um 1672).

Niels Stensen (Steno) 1638—1686. Ovarium des Hais homolog zum Ovarium der eierlegenden Tiere (1667).

Regnier de Graaf 1641—1673. Anatomie der Geschlechtsorgane. Ovarium der Säugetiere homolog zu Ovarium der Ovipara. *Scheinbare Entdeckung des Eis: Graaf' Follikel* (1672).

John Mayow 1643—1679. «*De respiratione foetus in utero*» (1669).

Nicolaus Hartsoeker 1656—1725. Entdeckt 1677 Spermatozoen (?).

Antonio Vallisnieri 1661—1730. Generative Entwicklung parasitärer Würmer (gegen Urzeugung) 1710.

Nicolas Andry 1668—1731. Theorie der Amphimixis (1700).

Rudolf Jacob Camerarius 1665—1721. Entdeckt Sexualität der Pflanzen (1691). Wird nicht beachtet.

Neuere Literatur (Auswahl)

Thaddeus Bilikiewicz, Die Embryologie im Zeitalter des Barok und des Rokoko. G. Thieme Leipzig 1932.

Bruno Bloch, Geschichte der Embryologie (bis zur Renaissance), Nova Acta d. Leop. Karol. Akad. Naturf. Halle 82 217 1904.

W. von Buddenbrock, Bilder aus der Geschichte der biologischen Grundprobleme. Bornträger, Berlin 1930.

H. Driesch, Geschichte des Vitalismus. Leipzig 1920.

M. Guyénot, Les sciences de la vie au 17ème et au 18ème siècles, Paris 1941.

E. O. Lippmann, Urzeugung und Lebenskraft. J. Springer, Berlin 1933.

Joseph Needham, A History of Embryology. Cambridge Univ. Press, Cambridge 1934.

Emil Radl, Geschichte der biologischen Theorien I. 2. A. W. Engelmann, Leipzig 1913.
Den beiden letztgenannten Büchern verdanke ich besonders viel neue Einsicht.

Hans Fischer (Zürich).