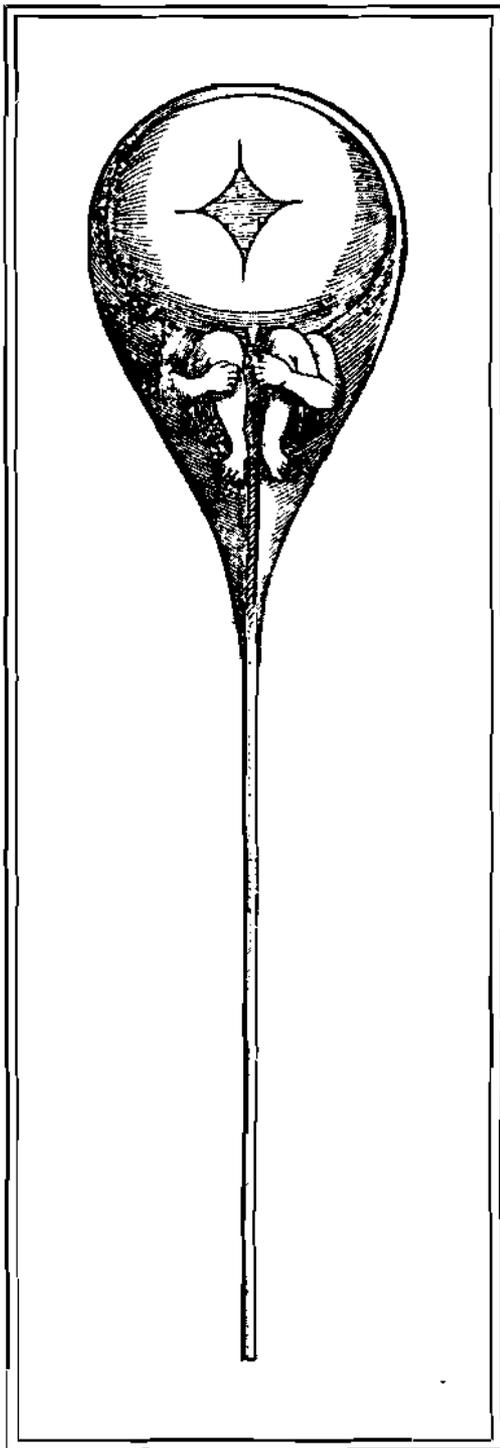


Ciba Zeitschrift

Basel, Mai 1937

4. Jahrgang

Nummer 45



Die Entwicklung der Genetik

Abbildung eines «Samentierchens» mit dem präformierten «Homunculus», der sogar eine Fontanelle aufweist. Aus dem «Essay de Dioptrique» (Paris 1694) des bedeutenden Naturforschers Nicolaas Hartsoeker (1656–1725).

Übersicht zur Entwicklung der Vererbungslehre

- Altertum** Die Theorie von *Aristoteles* (384–322 v. Chr.), die bis zum Ende des Mittelalters anerkannt wurde, schreibt beiden Eltern Beteiligung an der Bildung des Nachkömmlings zu, doch sind die Anteile ungleich. Die erworbenen Eigenschaften sind erblich, bei Bastarden finden sich die Merkmale der Eltern vermischt.
- 17. und 18. Jahrhundert** Die Entdeckungen des Säugetier-Eies (*W. Harvey*, 1578–1657), der weiblichen Keimzellen (*R. de Graaf*, 1641–1673) und der männlichen Keimzellen von Säugetieren (*Ham*, Schüler des *A. van Leeuwenhoek*, 1632–1723), führen zur Frage nach der Bildung des Embryos. Für die Anhänger der *Epigenese* (*W. Harvey*, *C. F. Wolff*, 1733–1794) ist das Ei eine lebende, amorphe Masse, aus der sich langsam der Embryo formt. Dagegen glauben die Verteidiger der *Praeformationstheorie* an die Existenz eines voll ausgebildeten, winzig kleinen Embryos im Ei, ja sogar schon in der Keimzelle. Die *Ovisten* finden den vorgebildeten Embryo im Ei (*Swammerdam*, 1637–1680, *Ch. Bonnet*, 1720–1793), während ihn die *Animalkulisten* im Spermatozoon sehen (*Leeuwenhoek*). Die *Praeformationstheorie* glaubt an eine unilaterale Vererbung, die erworbenen Eigenschaften sind nach ihr nicht erblich.
- 19. Jahrhundert** Die Evolutionstheorien des 19. Jahrhunderts führen den Begriff der *Variation* ein. Der *Lamarckismus* (*J. B. Lamarck*, 1744–1829) nimmt an, daß sich die Lebewesen stetig verändern, um sich der Umgebung und den Lebensverhältnissen anzupassen. Der *Darwinismus* (*Ch. Darwin*, 1809–1882) glaubt, daß alle Lebewesen ununterbrochen nützlichen und schädlichen Variationen unterworfen sind. Im Kampf ums Dasein können aber nur die Träger nützlicher Eigenschaften bestehen. Diese beiden Theorien beruhen auf der Annahme, daß sich erworbene Eigenschaften vererben.
- 1865** *Gregor J. Mendel* (1822–1884) begründete mit seiner Entdeckung der Aufspaltung der Vererbungsmerkmale die moderne Genetik.
- 1900** Die moderne Vererbungslehre beruht einerseits auf der Analyse der Verteilung von Vererbungsfaktoren im Laufe der folgenden Generationen, andererseits auf der cytologischen Untersuchung von Gameten und Eiern. Die Vererbungsmerkmale sind in festen Teilchen, den *Genen*, lokalisiert, die in den Chromosomen enthalten sind. Jede Veränderung eines Gens ruft eine Umwandlung oder *Mutation* des entsprechenden Vererbungsmerkmals hervor. Ein und dasselbe Gen kann im Laufe der Generationen alle möglichen Veränderungen erfahren. Alle Mutationen, die aus Modifikationen desselben Gens hervorgehen, bilden eine Reihe von *Allelomorphen*. Die Mutationen, deren Ursache unbekannt ist, kann man experimentell durch Hitze, Röntgen- oder Ultra-Violett-Strahlen erzeugen. Von den modernen Genetikern seien genannt: Die Botaniker *K. Correns*, *H. de Vries*, *E. Tschermak*, *W. Bateson* und die Zoologen *L. Cuénot*, *T. H. Morgan* und sein Schüler *H. J. Muller* usw. Die *Geschlechtsbestimmung* bildet von jeher einen besonderen Zweig der Vererbungslehre. Das Geschlecht des Nachkommens geht ebenfalls aus der Verteilung der Chromosomen im Augenblick der Befruchtung hervor (*Cl. E. McClung*, *E. B. Wilson*, *H. Federley* u. a.). Die Untersuchung der Fälle anormaler Sexualität (*R. Goldschmidt*, *C. B. Bridges*, *J. Seiler*) gab Aufschluß über den Verteilungsmechanismus der Erbfaktoren, die das Geschlecht bestimmen.

Die Entwicklung des Vererbungsgedankens

Von Priv.-Doz. Dr. Anne-Marie Du Bois, Basel. (Manuskript französisch)

Altertum

Erst seit dem Jahre 1900 ist die Vererbungslehre eine selbständige Disziplin der allgemeinen Biologie. In diesem Jahre wurden die Ideen *Gregor Mendels* wieder aufgegriffen, die 35 Jahre früher völlig unbeachtet veröffentlicht worden waren. Diese Arbeiten sind der Ausgangspunkt der neuen Wissenschaft von der Vererbung, der Genetik, die sich, unterstützt durch die von Embryologie und Cytologie gewonnenen Ergebnisse, sehr schnell entwickelte. Schon im frühesten Altertum wurde die Frage erörtert, auf welche Art die verschiedenen physischen und psychischen Eigenschaften von Generation zu Generation übertragen werden, und zahlreiche z. T. phantastische Hypothesen und Theorien entstanden. Im Volksaberglauben sind heute noch manche von ihnen erhalten.

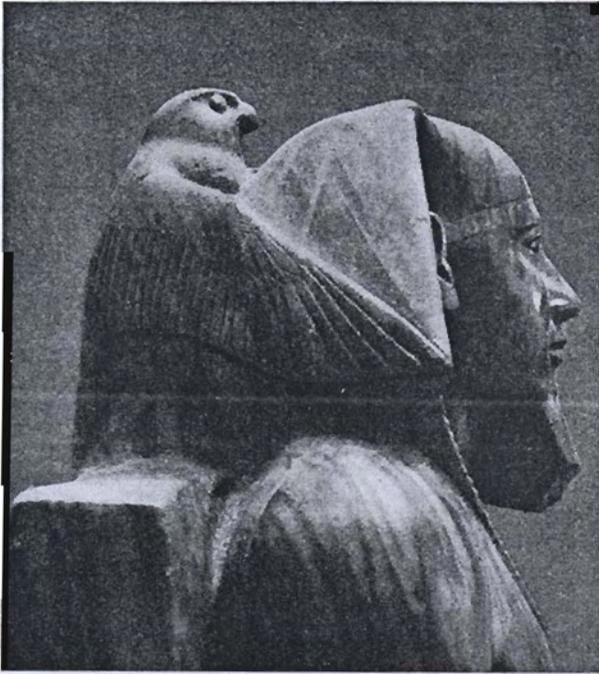
Die historische Entwicklung des Vererbungsgedankens ist eng verknüpft mit der Entwicklung des Fortpflanzungsgedankens. Die Notwendigkeit des Zusammenwirkens beider Geschlechter für die Fortpflanzung der höheren Tiere und des Menschen war den alten Kulturvölkern bekannt. Die Art der Übertragung der Vererbungsmerkmale von einer Generation auf die andere konnte aber nicht erklärt werden, da der Anteil des Vaters und der der Mutter an der Erzeugung des Kindes nicht bekannt waren.

Wenn man auch die Ansichten der alten Völker Asiens über diese Fragen nicht näher kennt, so weiß man doch, daß Chinesen und Japaner seit dem frühesten Altertum in der Tierzucht bestimmte Auswahlen trafen und Kreuzungen vornahmen. Bei Fischen und Vögeln bestimmten praktische und ästhetische Gesichtspunkte diese Züchtungen. Auch dürften u. a. die Babylonier, die Assyrer und die Hindus gewisse Kenntnisse in der Tierzucht besessen haben. In ihren Religionen spielen heilige Tiere im Kult eine Rolle. Sie wurden von Priestern gezüchtet und gepflegt. Da bei allen diesen Völkern die Beschäftigung mit der Philosophie und den Wissenschaften das ausschließliche Vorrecht der priesterlichen und gelehrten Klasse war und die Lehrer der Religion unbeschränkt herrschten, blieben die philosophischen Theorien in den engen Grenzen einer von den Ahnen überlieferten, von



Funa-Fisch, der in Japan seit Jahrhunderten zu Züchtungen verwendet wird. Nach einem japanischen Aquarell.

Magie und Mystizismus durchwobenen Tradition stecken. So erklärt es sich, daß bei diesen Völkern biologische Theorien fehlen, die sich auf beobachtete Tatsachen stützen. In einem heiligen Buche der Hindu, *Manava-Dharma-Sastra*, das aus dem 14. oder 13. Jahrhundert v. Chr. stammt, findet man zwei sich widersprechende Theorien zur Erklärung der Fortpflanzung. Nach der ersten spielen Vater und Mutter gleichwertige Rollen bei der Schaffung des neuen Wesens, während nach der zweiten der Vater der alleinige Schöpfer des Kindes ist, und die Mutter dem Embryo lediglich Nahrung und Entwicklungsraum gewährt. Nur der Vater setzt sich im Kinde fort, und deshalb ist die Vererbung rein väterlich. Auch bei den Ägyptern wurde der Vater als der alleinige Erzeuger des Kindes angesehen. Die Tatsache, daß das Kind eines Pharaos und einer Sklavin als königlichen Geblütes angesehen wurde, spricht für diese Ansicht. *Tutanch-Amon* war der Sohn von *Amenophis IV.* und einer Sklavin. Die niedrige Abstammung



Alt-ägyptische Skulptur mit Falken, der in den religiösen Vorstellungen Ägyptens eine große Rolle spielte.

seiner Mutter verhinderte nicht, daß er der Nachfolger seines Vaters wurde.

Bei den Griechen fehlten die starren, alles beherrschenden Dogmen, und ihre Priester hatten im Gegensatz zu denen der eben erwähnten Völker nie die Macht besessen, die Theorien der Philosophen durch Dogmen einzuschränken. Für die Mehrzahl der alten Griechen ist der Vater der alleinige Erzeuger des Kindes, aber jeder Philosoph hat seine eigene, meist sehr phantastische Theorie über die Fortpflanzung. Die erste umfassende Darstellung einer solchen Theorie findet sich in der Schrift «Von der Fortpflanzung», die wahrscheinlich fälschlicherweise *Hippokrates* (460–377 v. Chr.) zugeschrieben wird. Hier spielen beide Eltern bei der Erzeugung des neuen Wesens eine gleichwertige Rolle. Sowohl Vater wie Mutter geben eine Samensubstanz ab; aus ihrer Vermischung entsteht der Embryo. Die elterlichen Samenflüssigkeiten bestehen aus den Sekreten *aller* Organe, denn alle Organe finden sich im Kinde wieder, das aus der Mischung der Samen hervorgeht. Das Kind erbt also die Eigenschaften beider Eltern. Es ist nicht möglich, daß es weder dem einen noch dem andern Elternteil gleicht, oder daß es von dem einen Elternteil alles, vom anderen nichts übernimmt. Ist die Ähnlichkeit mit einem Elternteil größer, dann mit demjenigen, der mehr Substanz zu der Samenmischung beigetragen hat.

Aristoteles (384–322 v. Chr.) behandelt in drei Büchern seiner «Geschichte der Tiere» und in seiner «Schrift über die Fortpflanzung» Fortpflanzungs- und Vererbungsprobleme. Auch er gibt zu, daß das Zusammenwirken von Vater und Mutter für die Zeugung unerläßlich ist, aber er verwirft die Hippokratische Idee von der Gleichwertigkeit der Geschlechter. Den männlichen Samen hält er für besonders reines, «gekochtes» Blut, er gibt die Grundlagen des Lebens, der Form, der Bewegung und des Denkens, während aus den Menstruationsabscheidungen die Masse, der Körper des Embryos, hervorgeht. Das Prinzip der Form und der Bewegung ist wertvoller, göttlicher als die Materie, die es belebt, so ist auch das Männchen göttlicher als das Weibchen. Die Ähnlichkeit zwischen Kindern und Eltern hatte Hippokrates auf den Gedanken gebracht, daß die Samensubstanz aus allen Organen stamme, ein Gedanke, den gleichzeitig auch Demokrit ausgesprochen hatte. Aber Aristoteles bemerkt, daß die Kinder den Eltern oft nicht nur körperlich, sondern auch in Stimme, Gebärden und Gang ähnlich sind, also in äußerlichen Merkmalen, für die keine Substanz durch den Samen geliefert werden könne. Seine Erklärung der Übertragung solcher Vererbungsmerkmale erscheint ausgeklügelt. Wenn das Sperma stark genug ist, um die mütterliche Substanz vollkommen zu beherrschen, so entsteht ein Sohn, der seinem Vater gleicht. Wenn umgekehrt

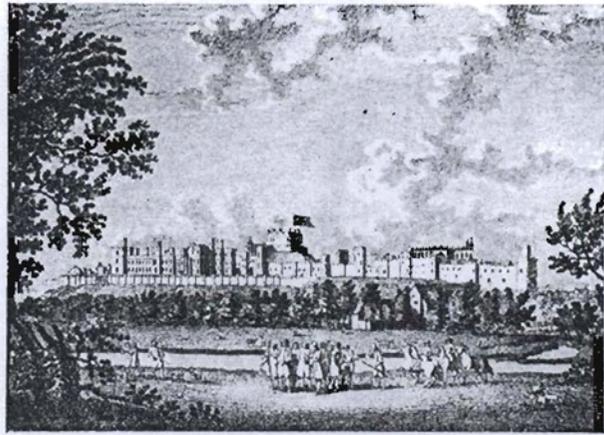
Aristoteles (384–322 v. Chr.).



das Sperma völlig unterdrückt wird, so wird eine der Mutter ähnliche Tochter geboren. Diese Fälle sind die häufigsten, und deshalb ist die Vererbung für gewöhnlich direkt. Ist die Vorherrschaft der väterlichen oder mütterlichen Elemente nicht vollständig, dann kann eine dem Vater gleichende Tochter oder ein der Mutter ähnlicher Sohn entstehen, die gekreuzte Vererbung ergibt sich aus dem Fehlen einer Dominanz. Daß die Kinder bisweilen statt den Eltern den Großeltern oder entfernteren Ahnen gleichen, versucht Aristoteles ebenfalls, wenn auch unklar, zu deuten.

Die aus der Kreuzung zweier verschiedener Arten entstehenden Bastarde zeigen eine Mischung der Eigenschaften ihrer Eltern. So übernimmt das Maultier Merkmale vom Esel und vom Pferd. Die aus der Kreuzung Fuchshund oder Haushuhn-Rebhuhn stammenden Bastarde sind im Gegensatz zum unfruchtbaren Maultier fruchtbar. Aristoteles stellt fest, daß nach einigen Generationen diese Bastarde immer zum Artypus des in der ersten Kreuzung verwendeten Muttertieres zurückkehren. Er erwähnt auch das gelegentliche Auftreten albinotischer Individuen beim Rebhuhn, dem Raben, dem Sperling und dem Bären. Diese Anomalien führt er auf Bildungsstörungen bei der Fortpflanzung zurück. In der Aristotelischen Theorie spielen auch die Erscheinungen, die wir heute als Vererbung erworbener Eigenschaften bezeichnen, eine gewisse Rolle. Ein von einem Elternteil erworbener Defekt kann auf das Kind übertragen werden. So können bucklige, hinkende oder blinde Eltern Kinder erzeugen, die dieselben Schädigungen aufweisen. Die Ursache der Übertragung dieser Defekte ist dieselbe, die die Ähnlichkeit zwischen Kind und Eltern bestimmt. Aristoteles macht gewisse Vorbehalte in bezug auf die Vererbung erworbener Eigenschaften, indem er feststellt, daß die Kinder akzidentell verstümmelter Eltern gewöhnlich im Besitz aller Glieder sind.

Diese weit ausgebaute Theorie von der Fortpflanzung und Vererbung stützt sich hauptsächlich auf eine Unzahl von Vorgängen, die Aristoteles beobachtete und analysierte. Wenn wir heute nach den im Laufe von Jahrhunderten gemachten Entdeckungen wissen, daß viele Schlußfolgerungen des Aristoteles ungenau waren, so müssen doch seine Studien über Fortpflanzung und Vererbung als Vorbilder durchdachter und logisch aufgebauter biologischer Arbeit angesehen werden. Seine



Das Schloß Windsor. Die Tiere des Schloßparkes dienten William Harvey (1578–1657) bei seinen genetischen Untersuchungen. Gestochen von R. Goldfrey nach einem Gemälde von Peter Lely (1618–1680).

Auffassung war die Grundlage für alle späteren Untersuchungen der Gelehrten Griechenlands, Roms und Alexandriens. Sie ist in den meisten Fällen ohne Hinzufügung wichtiger Erweiterungen übernommen worden, und auch im Mittelalter ist sie das wissenschaftliche Credo geblieben.

Die Entdeckung der Säugetier-Keimzellen

Eine neue Stufe in der Entwicklungsgeschichte des Vererbungsgedankens ist gekennzeichnet durch die Entdeckung der männlichen und weiblichen Geschlechtszellen bei den höheren Wirbeltieren. Seit dem Altertum kannte man das Hühnerei und die Entwicklung des Hühnchens, aber bis zum Anfang des 17. Jahrhunderts wußte man nichts von einer Embryonalentwicklung im Uterus der höheren Säugetiere. Es ist das Verdienst *William Harveys* (1578–1657), das Säugetier-Ei entdeckt zu haben. Karl I., der sich für die Untersuchungen seines Arztes interessierte, stellte ihm die Rehe des Parkes von Windsor für seine Versuche zur Verfügung. Bei der sorgfältigen Sektion des Genitalapparates der Ricken, die nach Ablauf bestimmter Zeiten nach der Begattung getötet wurden, entdeckte er in der Gebärmutter kleine Bläschen, gefüllt mit einer klebrigen, weißlichen Substanz, in der sich der Foetus entwickelt. Harvey zog aus dieser Beobachtung den Schluß, daß die Säugetierentwicklung wie bei den Vögeln und Insekten in einem Ei beginne. Die berühmte Formel «*Omne vivum ex ovo*» faßt die in seiner Arbeit über die Fortpflanzung postulierte Theorie treffend zusammen. Es darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden,



Niels Stensen (1638–1686). Anonymes Gemälde. Medikobistorisches Museum Kopenhagen.

daß für Harvey das Ei ein Produkt des Uterus war, indem er als Funktion der Gebärmutter die Produktion von Eiern annahm, «vergleichbar mit der Gedankenerzeugung des Gehirns». Das Ei wird – hier erscheint die alte Aristotelische Ansicht wieder – durch die Einwirkung des Samens (*aura seminalis*) zur Entwicklung angeregt.

Längst vor Harveys Zeiten kannte man die sog. «weiblichen Hoden»; sie waren von Herophilus von Alexandrien schon im 4. Jahrhundert v. Chr. entdeckt worden, aber man wußte nichts von der Funktion dieser Drüsen. Der Anatom *Nicolaus Steno* (Niels Stensen) zeigte 1667 bei den viviparen Haifischen, daß die «weiblichen Hoden» (*Testes mulierum*) große Eier enthalten, und er stellte die kühne Hypothese auf, daß bei allen lebend gebärenden Tieren mit Einschluß des Menschen die Eier die hellen Blasen seien, die man schon seit langem an der Oberfläche der «weiblichen Hoden» gefunden hatte. *Reinier de Graaf* (1641–1673) bewies die Richtigkeit dieser Vermutung. Er entdeckte bei Häsinnen kurze Zeit nach der Begattung Eier, die sich in dem vom Ovarium zum Uterus niedersteigenden Gang und sogar im falloppischen Trichter befanden. Das Ei ist also kein Produkt des Uterus, wie Harvey glaubte. Bei der Untersu-

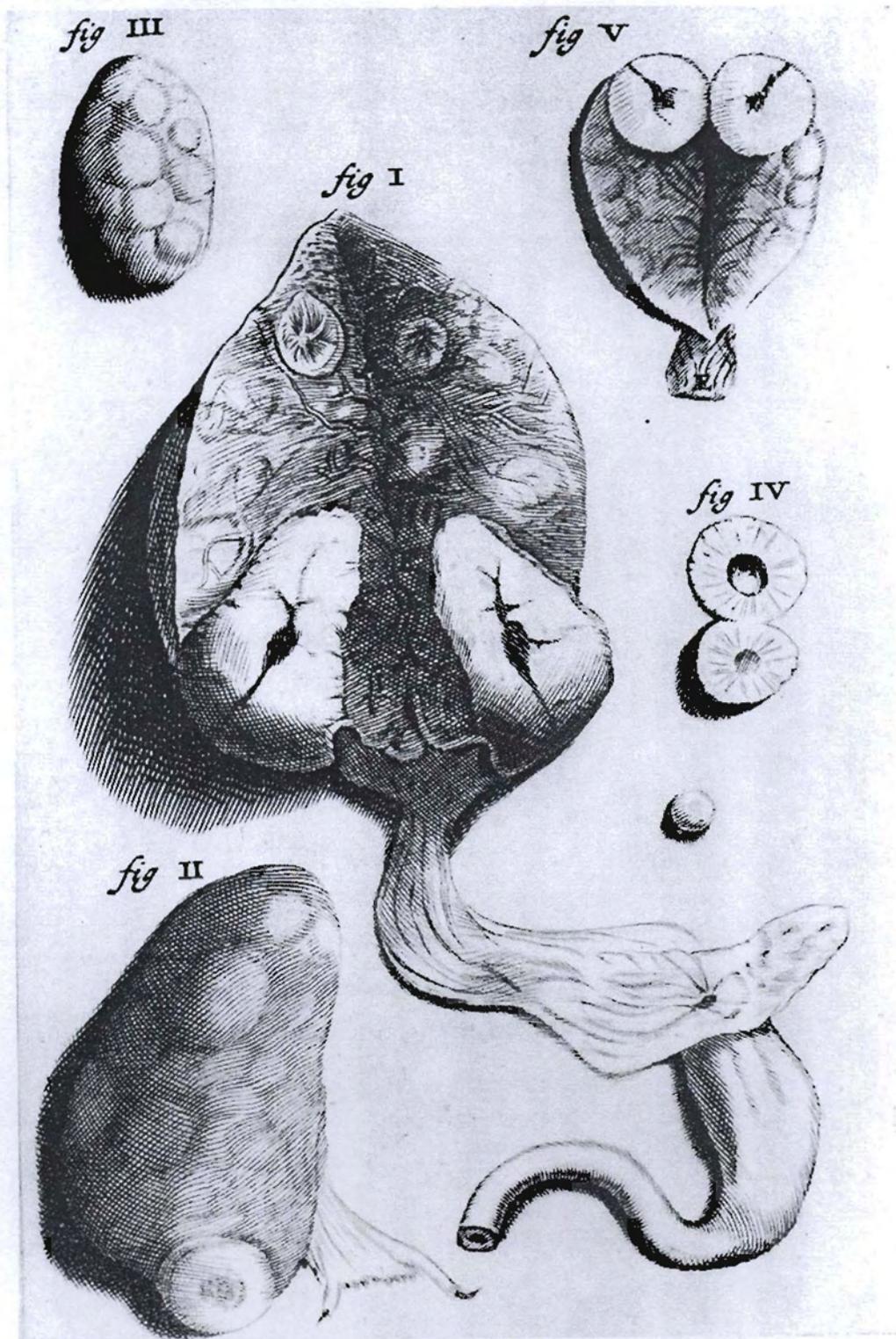
chung der Hasenovarien fand de Graaf an der Oberfläche dieser Organe leere Follikel, deren Zahl mit der Anzahl der in den Gängen gefundenen Eier übereinstimmte. Damit war der Beweis für die Entstehung der Säugetier-Eier in den Ovarien erbracht. Die Funde de Graafs erregten ungeheures Aufsehen. Die Eientwicklung wurde zum Mittelpunkt des Interesses, und die meisten Biologen wurden mit Begeisterung «Ovisten». Von dieser Zeit an ist es nicht mehr der Vater, dem bei der Fortpflanzung die Hauptrolle zugeschrieben wird, sondern die Mutter. Diese Rollenvertauschung mußte notwendigerweise die Ansichten von der Übertragung der Vererbungsmerkmale beeinflussen.

Tatsächlich fanden sich die Ovisten in einer biologischen Theorie zusammen, die schon 5 Jahrhunderte früher durch den arabischen Arzt und Philosophen *Ibn Roschd*, bekannt unter dem Namen *Averroes* (1126–1198), postuliert worden war. Diese Theorie einer Praelformation stützt sich auf die Tatsache, daß die Pflanze im Samen schon geformt ist. Man kann im Samen bereits den Stengel, die Wurzel und die ersten Blätter erkennen, analog soll das Tier schon im Keim geformt sein. Für die Ovisten liegt im eben entdeckten Säugetier-Ei schon ein vollkommen entwickel-

Reinier de Graaf (1641–1673). Porträt aus: *De mulierum organis generationi inservientibus*. Leyden 1672.



Die erste veröffentlichte Darstellung der «weiblichen Hoden». Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch ein Kubovar, Fig. 2 und Fig. 3 zeigen Ansichten eines Kubovars bezw. eines Rinderovars. Fig. 4 gibt einen Schnitt durch einen Graafschen Follikel wieder, und Fig. 5 zeigt den Schnitt durch ein Ovar, aus dem eben ein Ei ausgestoßen wurde. Nach de Graaf 1672.



ter, wenn auch winzig kleiner Embryo mit all seinen Gliedern und Organen. Ist dieser Embryo weiblich, dann sind seine Ovarien schon ausgebildet und enthalten auch schon Eier.

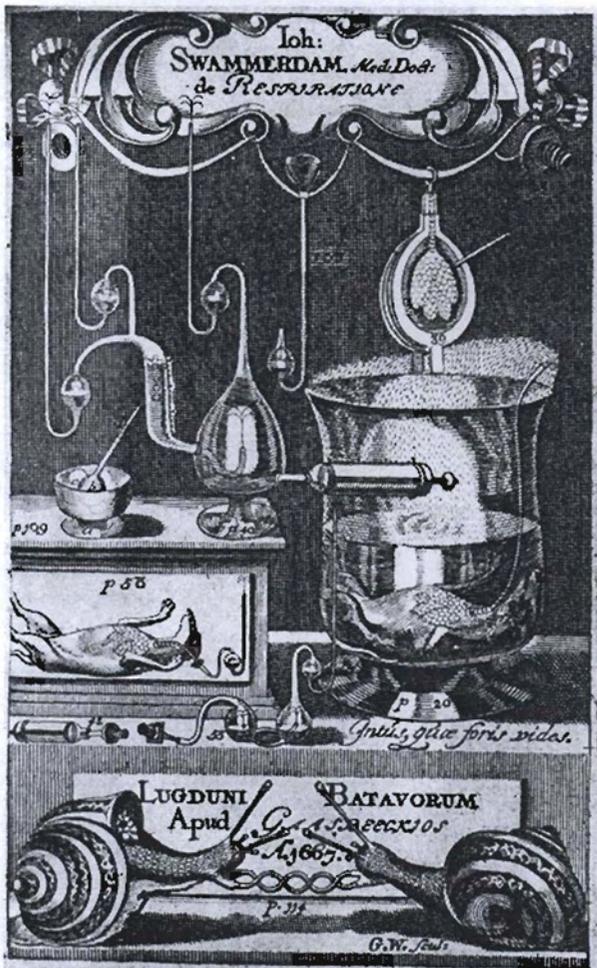
Der holländische Naturforscher und Arzt Jan Swammerdam (1637-1680) baute diesen Gedanken auf Grund seiner Untersuchung der Insektenentwicklung weiter aus: Das erste Weib trug in ihren Ovarien Eier, von denen die einen winzige Männchen, die andern

kleinste Weibchen enthielten. Diese kleinsten Weibchen trugen Eier, in denen wiederum Männchen und Weibchen saßen, und diese Weibchen wieder enthielten ... usw. Für Swammerdam ist diese Einschachtelung der Keime nicht endlos, die Zahl der eingeschachtelten Eier ist begrenzt, und im Laufe von Generationen werden die Weibchen immer ärmer an Eiern. Eines Tages werden die letzten Weibchen leer sein wie die Männchen, und

die Art wird erlöschen. Diese Vorstellungen, die Bonnet später als «Einschachtelungstheorie» kennzeichnete, führten hinsichtlich der Vererbung zu der Annahme, daß alle Wesen gleichzeitig erschaffen wurden und sich nur nach Größe und Einschachtelungsreihenfolge unterscheiden. Da alle Individuen derselben Art zur gleichen Zeit und gleichmäßig geschaffen wurden, ist es sehr schwer zu erklären, wie Anomalien und Mißbildungen zustande kommen können.

Die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops durch Zacharias Janssen im Jahre 1590 konzentrierte das ganze Interesse der Wissenschaft auf das unendlich Kleine. *Leeuwenhoek* (1632–1723), ein holländischer Beamter, wurde in der wissenschaftlichen Welt bekannt und berühmt durch seine Leidenschaft für mikroskopische Studien. 1677 gab er die Entdeckung eines seiner Schüler in der Mikroskopie, des Medizinstudenten *Johann Ham* (1650–gest.?) bekannt, der im Sperma

Titelblatt von *Johannes (Jan) Swammerdam: Tractatus physico-anatomico-medicus de respiratione usuque pulmonum. Lugduni Batavorum 1667.*



des Mannes winzige, sich rasch bewegende Würmchen beobachtet hatte. Später fanden auch andere diese «Samentierchen» im Sperma, und Leeuwenhoek stellte die Behauptung auf, daß sie menschliche Larven, «Homunculi», seien. Also müsse der vorgebildete Embryo nicht mehr im Ei gesucht werden, sondern im Sperma. Man kommt so auf die frühere Ansicht zurück, daß sich der Vater allein in seiner Nachkommenschaft fortsetze. Das «Samentierchen» wird sorgfältig untersucht, und unter dem Einfluß des Praeformationsgedankens findet man in diesen Würmchen einen vollkommen ausgebildeten Embryo. Der Schwanz des Spermatozoids stellt den Nabelstrang dar, mit dem sich später der «Homunculus» in der Gebärmutter festsetzt. In seinem «*Essay de dioptrique*» (Paris 1694) zeigt *Nicolaas Hartsoecker* (1656–1725) das Bild eines solchen Samentierchens. Die Einschachtelungstheorie wird sofort auf die «Homunculi» übertragen. Der erste Mann mußte demnach sämtliche geborenen und zu gebärenden Menschen enthalten und sogar darüber hinaus auch die unendlichen Mengen der Wesen, die nie geboren wurden noch geboren werden, die unendliche Menge all jener «Samentierchen», die sich nicht in einem Weibe festsetzen und damit zum Untergang verurteilt sind.

Der Kampf zwischen «Ovisten» und «Animalkulisten», wie die Anhänger der «Samentierchentheorie» genannt wurden, dauerte vom Ende des 17. Jahrhunderts durch das ganze 18. Jahrhundert. Die Ovisten siegen schließlich, als *Charles Bonnet* (1720–1793) bei den Blattläusen die Parthenogenese entdeckte. Denn wenn ein jungfräuliches Blattlausweibchen ohne die Mitwirkung des Männchens eine große Zahl von Jungen hervorbringen kann, muß das Tier im Ei vorgebildet sein und nicht im «Samentierchen». Für die Ovisten wie für die Animalkulisten ist der Ursprung jedes tierischen Wesens einseitig bedingt, rein mütterlich oder rein väterlich. Indessen zeigte die Beobachtung, daß ein Nachkomme mitunter beiden Eltern gleichen kann. Die Erörterung des Maultier-Problems – für Bonnet eines der schwierigsten der ganzen Naturwissenschaft – bringt in beiden Kampfslagern eine Fülle von Hypothesen hervor, die nicht durch Tatsachen gestützt sind. Aber stets ist die Ansicht von der Nichtvererbung erworbener Eigenschaften mit dem praeformistischen Ideenkreis verknüpft. Heute ist



Charles Bonnet (1720-1793). Porträt im Besitz der Universitätsbibliothek in Genf.

die Praeformationstheorie nur noch historisch interessant. Immerhin hat die moderne Genetik erkannt, daß im Ei vom Augenblick der Befruchtung an potentiell alle Eigenschaften des künftigen Individuums vorhanden sind. Nach der primitiven Anschauung der Ovisten enthält das Ei zwar keinen vollständig ausgebildeten Embryo, der in kleinem Maßstabe schon alle Glieder und Organe des Erwachsenen besitzt, doch sind alle notwendigen Voraussetzungen zum Aufbau nicht nur eines Artindividuums schlechthin, sondern auch zur Entwicklung einer voll determinierten Persönlichkeit in ihm erfüllt. Eine wichtige Ansicht der modernen Genetik ist die der Nichtvererbbarkeit erworbener Eigenschaften. Diesen Gedanken zum ersten Male zum Bestandteil einer Theorie der Vererbung gemacht zu haben, ist das Verdienst der Praeformisten. Allerdings waren sie nur durch philosophische Überlegungen zu ihren Anschauungen gekommen, die durch keine Experimente gestützt wurden.

Neben der Praeformationstheorie, die sich eines so großen Erfolges erfreuen konnte, entstand eine entgegengesetzte Theorie, die zwar weniger Anhänger hatte, aber doch am Ende den Sieg davontrug. Sie steht allerdings

nur in lockerem Zusammenhang mit der Genetik. Diese Theorie der «Epigenese» stammt von William Harvey, der bei der Untersuchung der Hühnchenentwicklung beobachtete, wie sich, von dem auf der Dotteroberfläche schwimmenden Keim ausgehend, die einzelnen Glieder und Organe nach und nach bilden. Der Embryo ist also nicht vorgebildet, sondern er entsteht im Ei. Albrecht von Haller (1708 bis 1777) war ursprünglich Animalkulist. Nach dem Studium der Hühnchenentwicklung wurde er aber Epigenetiker, um sich übrigens bald darauf unter großem Aufsehen den Ovisten anzuschließen. Die Theorie der Epigenese ist in der «Theoria generationis» von Caspar Friedrich Wolff (1733-1794) klar dargestellt worden: es gibt keine Praeformation, die einzelnen Teile des Organismus entstehen nacheinander, zuerst in einfachen, später in komplizierteren Formen. Der nach der Befruchtung vorhandene Keim ist eine unorganisierte, amorphe Substanz, die von den Genitalorganen der beiden Eltern ausgeschieden wird. In jeder Generation bildet sich ein neuer, komplexer Organismus. Diese These, deren Argumente weit über die damalige Erkenntnis hinausgingen, wurde vor der Mitte des folgenden Jahrhunderts weder verstanden noch angenommen, bis die sich entwickelnde Embryologie immer schlagendere Beweise zugunsten der Epigenese erbrachte. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts lagen aus den beiden vorausgegangenen Jahrhunderten trotz der Entdeckung der Eier und der Spermatozoiden der Säugetiere keine genauen Angaben vor zu den zentralen Problemen der Genetik: der Frage nach der Befruchtungsmechanik und der Frage nach den Anteilen von Vater und Mutter an der Charakterbildung. Erst im Jahre 1875 sollte der Befruchtungsmechanismus endgültig geklärt werden, als Oskar Hertwig (1849 bis 1922) das Eindringen des Spermatozoids in das Seeigel-Ei am Lebenden beobachtete. Der Kopf des Spermatozoids quillt zu einer kleinen Blase auf, und der männliche Kern vereinigt sich in der Mitte des Eies mit dem weiblichen. So ist also der Anfangspunkt der Entwicklung eines tierischen Wesens nicht nur die Vereinigung zweier Zellen, was man bisher vermutete, sondern die Fusion zweier gleichgroßer Zellkerne. Die Eizelle und das Spermatozoid sind zwei korrespondierende Einheiten, ihre morphologischen Unterschiede sind akzessorisch und sekundär. Auf dieser Tatsache beruht die ganze moderne Genetik.