

Zeitschrift: Archiv des Historischen Vereins des Kantons Bern
Herausgeber: Historischer Verein des Kantons Bern
Band: 85 (2008)

Artikel: Albrecht von Haller : Leben - Werk - Epoche
Autor: Steinke, Hubert / Boschung, Urs / Pross, Wolfgang
Kapitel: Embryologie
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1071037>

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: 17.04.2026

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

Embryologie

MARIA TERESA MONTI¹

Das Studium der embryologischen Entwicklung (Embryogenese) war während Jahrhunderten bestimmt durch seine offensichtlichen philosophisch-theologischen Implikationen sowie das deutliche Ungleichgewicht zwischen der intensiven Problematisierung dieser Folgen und der äusserst schwierigen Beobachtungsgrundlage.² Angesichts von unausweichlichen Fragestellungen und einem mühsamen Untersuchungsprozedere wurde die Geburt des Lebens auf zwei grundsätzlich verschiedene Weisen dargestellt: als Entwicklung bereits vor der Paarung und/oder vor der Schwangerschaft existierender Keime (Präformation) oder als allmähliche Bildung und Herausbildung von Organen auf der Basis undifferenzierter Materie (Epigenese). Präformation und Epigenese enthielten Merkmale der Lehre der Ovisten oder Animalkulisten, je nachdem, ob der Lebensbeginn im weiblichen Ei (<ovum>) oder den männlichen Spermien (<animalcula spermatica>) lokalisiert wurde. In seiner extremsten Form nahm die Präformationslehre die Präexistenz aller Keime aller Individuen von Beginn bis zum Ende der Zeiten an und führte den Ursprung der Organismen auf einen einzigen göttlichen Schöpfungsakt zurück, in dem die Keime in den Eierstöcken oder Spermien des Stammhalters erschaffen und versammelt wurden. Eine solche Auffassung war in Bezug auf die Geburt des Lebens kreationistisch und daher theologisch <orthodox>. Sie konnte deshalb in Bezug auf die Entwicklung der Keime strikt mechanistisch bleiben und wies die Einwirkung jeglichen unnatürlichen Elements von sich. Die Situation der Epigenetiker war entgegengesetzt: Sie behaupteten die Natürlichkeit der Produktion des Lebendigen und setzten sich daher nicht nur dem Vorwurf der theologischen Heterodoxie aus, sondern waren gezwungen, der Materie eine Fähigkeit zur Selbstorganisation zuzugestehen oder ihr rätselhafte aktive Kräfte und Prinzipien zuzuschreiben. Die Mikroskopie des 18. Jahrhunderts lieferte der Debatte um die <Metaphysik des Embryos> eine erste

Beobachtungsgrundlage, indem sie sich den Geschlechtsorganen der lebend gebärenden Tiere und der Ausreifung des Eis zuwandte.

Nach drei Jahren intensivster embryologischer Beobachtungen am Hühnerei (1755-1757) präsentierte Albrecht von Haller Forschungsergebnisse zur Unterstützung der Präformation, die die schon hervorragenden Leistungen des italienischen Mikroskopikers Marcello Malpighi (1628-1694) bei weitem übertrafen. Hallers Buch *Sur la formation du cœur dans le poulet* war das Manifest einer radikal erneuerten Präformationslehre.³ Die der Entwicklung des Herzens und des Auges gewidmeten Teile waren von einer ausserordentlichen anatomischen Raffinesse; das Kapitel über die Anhangsgebilde (Adnexen) ging sogar weit über das damals Vorstellbare hinaus und lieferte mit seltener argumentativer Eleganz einen neuen Beweis für die Präformation im Ei.

Die Embryologie in Hallers wissenschaftlicher Laufbahn

Sur la formation du cœur dokumentiert den einzigen dramatischen Bruch in Hallers ganzer wissenschaftlicher Karriere. Wie schon bei der bekannteren Lehre der Irritabilität zeigt sich auch hier die letztendliche Gestalt des Systems im Zusammenspiel von theoretischer Kohärenz und Verfeinerung der Beobachtungsgrundlage, hier aber ergibt sich die einzigartige Möglichkeit, das Umkippen der Ausgangsposition zu verfolgen und allfällige, ausserhalb des wissenschaftlichen Kerns liegende Motivationen zu untersuchen, die auf die Resultate <im Labor> eingewirkt haben könnten. Auf dem Gipfel seines Ruhms enthielt sich Haller eines Urteils über die embryologische Theorie, mit der er bisher sympathisiert hatte, suchte Bestätigung durch eigene Beobachtungen, stürzte seine Anfangshypothese um und präsentierte eine ungeheure Masse an Daten, die die gegenteilige These unterstützten. Die Hartnäckigkeit, Genauigkeit und die Zweifel auf diesem Weg kennzeichnen die besten Jahre von Hallers wissenschaftlicher Reife.

In zahlreichen Interpretationen wurde eine Vielfalt unterschiedlicher Gründe für diese Wende verantwortlich gemacht.⁴ Die Aufmerksamkeit richtete sich mal auf die Resultate der Beobachtungen, mal auf die philosophischen, religiösen oder ideologisch-politischen Vorstellungen, die die Untersuchung des Hühnchens geleitet hätten. Hallers ausgeprägte Nähe zur Physikotheologie bietet aber Anlass zur Vorsicht, wenn man vermuten will, wie er das Verhältnis zwischen ideologischen Vorurteilen und der konkreten Forschung gestaltet haben soll. Denn für Haller bestand das

Ziel der Wissenschaft immer darin, den göttlichen Plan der Welt aufzudecken; daher war es gerade die äusserste Aufrichtigkeit beim Durchführen der Experimente, die die Garantie für die echte und vollkommene Verherrlichung Gottes lieferte. Nur schlecht konzipierte und schlecht durchgeführte Untersuchungen konnten den Atheismus fördern; dieser war nicht durch Rückgriff auf Zensur oder Verbote zurückzuweisen, sondern durch die Verherrlichung der Freiheit und Kreativität des Wissenschaftlers. Über die zur Debatte stehenden Systeme war daher nur in absoluter Ehrlichkeit gegenüber den Laborresultaten zu entscheiden.

Glücklicherweise besitzen wir bis heute die Dokumente zu fast jeder Phase der Beobachtung, zum Wechselspiel zwischen der Untersuchung des Eis und der theoretischer Reflexion und zu den verschiedenen Ebenen der Kommunikation: vom ersten, während der Beobachtungen geführten Laborheft über die rhetorische Ausarbeitung des Materials bis zum gedruckten, für die wissenschaftliche Gemeinschaft bestimmten Traktat. Die Monographie von 1758 entstand aus über 300 annotierten Protokollen,⁵ wurde vor der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften vorgetragen (1757-1758),⁶ dann auf Französisch gedruckt,⁷ unter Einbezug einer zweiten, beinahe so grossen Serie von Protokollen auf Lateinisch überarbeitet (1763-1765)⁸ und schliesslich nochmals veröffentlicht (1767).⁹ Die Gegenüberstellung von privaten Aufzeichnungen und öffentlicher Kommunikation – sichtbar vor allem in der jüngst erschienenen kritischen Edition¹⁰ – zeigt, dass externe Faktoren eine Rolle spielten, aber zumeist in zeitlicher Verschiebung zum eigentlichen Bruch. Evident wird zudem vor allem, dass die Beobachtungen sowohl Ursache wie Wirkung der theoretischen Kohärenz des Systems waren. Dieses System war also ebenso ein Produkt der Beobachtungen, wie sich diese immer mehr darauf ausrichteten.

In der animalkulistischen Präformationslehre von Herman Boerhaave (1668-1718) aufgewachsen, vollzog Haller eine erste Wendung in seiner Herausgabe der *Institutiones* seines Lehrers (1744), wo er seine neue Sympathie für die Epigenese bekundete.¹¹ Abraham Trembleys (1710-1784) Experimente über die Regenerationsfähigkeit der Tiere und damit über die Fähigkeit der Materie, Strukturen zu bilden (Morphogenese), hatten ihn von der Möglichkeit überzeugt, dass die Epigenese in der Zukunft auf eine solide Beobachtungs- und Experimentalbasis gestellt werden könnte. Die Desillusionierung kam jedoch von zwei Seiten. Auf der einen Seite widersprachen die Forschungen zur Irritabilität (1746-1752) den angenommenen Fähigkeiten der körperlichen Kräfte. Auf der anderen Seite entpuppte sich ein Vorschlag der Epigenese, der anfänglich wegen dem Namen und Ruhm seines Verkünders Hallers Hoffnungen geweckt hatte, schon bald als trügerischer als alle anderen. Gross war tatsächlich seine Enttäuschung über die theoretische Dürftigkeit und den wissenschaftlichen Dilettantis-

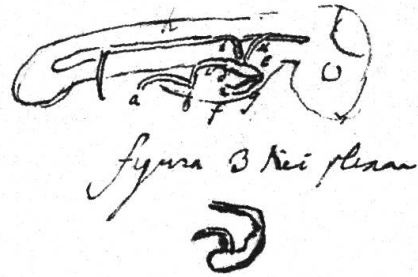
mus, den er in Georges-Louis Leclerc de Buffons (1707-1788) *Histoire naturelle* unbarmherzig freilegte.¹² Die Ernüchterung führte Haller dazu, sein Urteil über beide fraglichen Theorien in der Schwebe zu halten. Es gibt keinen Beweis, dass die Lektüre von Buffon eine entscheidende Rolle bei Hallers Zuwendung zur Präformation gespielt hatte, aber sie war ohne Zweifel dafür verantwortlich, dass er sich nicht mehr mit der Lektüre anderer Autoren begnügte, sondern die «dure nécessité de chercher par moi-même» konstatierte.¹³ Ohne ein präzises Programm oder vorgegebenes System begann Haller mit Sektionsversuchen schwangerer Vierbeiner¹⁴ und fand letztendlich die vielversprechendsten Untersuchungsbedingungen bei den Eier legenden Haustieren.

Das Journal der Hühnerei-Studien

Ab dem 13. August 1755 notierte Haller über einen Zeitraum von drei Jahren in einem «Laborjournal» seine Serien von Beobachtungen des bebrüteten Hühnereis (vgl. Abb. S. 259). Die Niederschrift der lateinisch gehaltenen Protokolle geschah zumeist unmittelbar. Haller notierte nicht nur das Datum beinahe aller seiner Einträge – die er ordentlich in nummerierte Abschnitte unterteilte –, sondern häufig und der Notwendigkeit der Untersuchung folgend auch die Stunde jeder einzelnen Beobachtung; die Protokolle werden so zu beredten Zeugen von Hallers Arbeitsrhythmus. Die häufige Unleserlichkeit der Schrift und die vielen Abkürzungen verraten die Mühe der Hand, mit der Geschwindigkeit von Auge und Gedanken Schritt zu halten. Verschiedene Hinweise von der Tintenspur bis zur Entwicklung der Forschungsfragen zeugen von einer teilweisen Überlagerung der Aufzeichnungen, die begonnen und im Lichte neuer Resultate unterbrochen, wieder aufgenommen und vor allem korrigiert wurden. Haller verfolgte die drei Wochen dauernde Embryonalentwicklung des Hühnchens in 27 Beobachtungsserien, die er in alphabetischer Reihenfolge mit Buchstaben kennzeichnete; er beobachtete also die Embryogenese ebenso viele Male. Dabei wählte er immer kürzere Beobachtungsintervalle: Im ersten Monat dauerten sie noch 24 Stunden, danach wurden sie kleiner. Während der intensivsten Periode (das heisst ab Mitte September 1756) scheint der Gebrauch des Journals unregelmässiger zu werden, und in den Aufzeichnungen werden Überschneidungen von früheren und späteren Beobachtungssequenzen sichtbar. In Tat und Wahrheit hatte Haller Seiten leer gelassen, die er sukzessive füllte. Gespannt und ungeduldig, die Beobachtungen der einzelnen Entwicklungsstufen zu vervielfältigen, verfolgte er die Embryogenese mehrerer Serien gleichzeitig und trug die Resultate auf verschiedenen Seiten in seinem Journal ein.

Die Zeichnung stammt aus Hallers Protokollen seiner embryologischen Versuchsreihen. Sie datiert vom 31. August 1755, zwei Wochen nach Beginn der ersten Beobachtungen, die sich insbesondere mit der Herzbildung beschäftigten. Das Bild stellt einen Embryo im Stadium von 72 Stunden dar («figura 3 diei plenae»).

– Albrecht von Haller: *Observationes anatomicae Bernenses 1753-1757*, fol. 32v. – Burgerbibliothek Bern, Nachlass Haller, Ms. 5.



Im Journal wurden nur die Beobachtungsprotokolle notiert. Während der drei Sommer der Eier-Studien wird kein Zeichen einer Billigung des einen oder anderen Systems sichtbar; nichts sicherte von den Schlussfolgerungen durch, die dann im gedruckten Werk offengelegt wurden. Die Protokolle verschweigen die Anregungen, die zum Entschluss einer persönlichen Untersuchung der Embryogenese geführt hatten. Sie schweigen ebenso über theoretische Erwartungen; diese blieben möglicherweise von Beginn bis zum Ende unverändert, wahrscheinlicher ist aber doch, dass sie sich während der sich laufend präzisierenden und besser verstandenen Beobachtungen veränderten. Obwohl die zunehmende Verfeinerung der Interpretation als ein insgesamt linearer Prozess erscheint, so gab es doch bisweilen Schwankungen. Positionen, die schon aufgegeben schienen, tauchten mehrfach wieder auf; Variablen präsentierten sich, über deren Charakter als normales oder zufälliges Phänomen Haller nicht entscheiden konnte. Es gab keine Geistesblitze, aber oft Punkte, an denen es kein Zurück mehr gab. Sollte es kritische, entscheidende Beobachtungen gegeben haben, so wurden diese nicht als solche im Journal gekennzeichnet; ihre Bedeutung wird nur in indirekter Form sichtbar durch einen anschließenden Qualitätssprung, durch das Verlassen eines (natürlich nunmehr eingeordneten) Untersuchungsbereichs oder durch die Festlegung des weiteren Forschungsplans, der von einer neu gesicherten Grundlage ausging.

Die Entwicklung von Knochen und Herz

Der Briefwechsel mit dem Genfer Naturforscher Charles Bonnet (1720-1793), mit dem Haller von 1754 bis zu seinem Tod über 900 Briefe austauschte, begleitete und leitete die Erforschung des Hühneris.¹⁵ Die Briefe aus Genf berührten sehr geschickt die richtigen Saiten von Hallers Empfindung und bestimmten das ganz besondere Verhältnis zwischen den

beiden Korrespondenten. Haller nahm die Aufgabe der Untersuchung und des Beweises auf sich; Bonnet erhob sich zum kritischen Gewissen und prüfte die philosophisch-theologische Orthodoxie der vorgetragenen Thesen. Im spezifischen Fall der Erforschung der Embryogenese übten Bonnets Einflüsterungen allerdings die Rolle der Anregung zur Innovation aus und standen nicht mit Hallers Forschungsprogramm in Konflikt, solange sie sich nicht anmassten, am bestehenden physiko-theologischen Modell zu rütteln. Bonnet erschuf und benützte für sich eine scheinbar untergeordnete Position; nur hin und wieder verriet er seine Ungeduld angesichts der unendlichen Vorsicht, Sorgfalt und Genauigkeit seines Freundes. Zumeist gelang es ihm nicht, den Forschungsprozess zu beschleunigen oder dessen Resultate umzubiegen, aber er war in der Lage, Einfluss auf dessen Ausrichtung zu nehmen. Als Verteidiger der Lehre von der Präformation im Ei, versuchte er sofort, Haller zu einer Wahl zwischen den beiden embryologischen Systemen zu drängen. Der offensichtlich verärgerte Physiologe antwortete unmissverständlich: «je n'ai aucun système sur la generation. Deprevenu de l'évolution, je vois de plus en plus une matière simple et gluante se construire et se figurer peu à peu.»¹⁶ Mit der Offenheit von Hallers eigener Aussage spielend, hielt es Bonnet für gegeben, dass der Freund auf der Seite der Präformation gelandet sei.

Um Bonnets Strategie zu verstehen, ist es nützlich, die Diskussion über die embryonale Knochenbildung zu verfolgen, die seit den ersten Monaten des Briefwechsels intensiv geführt wurde. Der Genfer begann mit einer ziemlich positiven Beurteilung von Henri-Louis Duhamel du Monceaux (1700-1782) These über die Entwicklung der Knochen aus der Knochenhaut (Periost),¹⁷ der einzigen, die aus seiner Sicht mit der Präformation in Einklang zu bringen war. Haller antwortete mit einer Verurteilung, die keinen Einspruch duldete. Seiner Meinung nach entstanden die Knochen des Hühnchens in einem Prozess der Verfestigung unförmiger und transparenter Masse, bei dem die zukünftige knöcherne Natur und die Gefäßstrukturen absolut nicht voraussehbar waren. Zwei Jahre später nahm Bonnet das Thema mit einem scheinbar unschuldigen Vorschlag wieder auf: die von Haller beobachtete gelatinöse Substanz «est sans doute elle même organisée; elle est un Os membraneux ou plutôt gelatineux».¹⁸ Haller verstand sofort die Tragweite des Vorschlags, der zwischen der eigentlichen Realität der Dinge und dem, was man davon sah, unterschied. Er befürchtete, dass dieser Ansatz als Vorwand dienen könnte, die Beobachtung in eine untergeordnete Rolle abzudrängen, und antwortete: «J'appelle glu dans le poulet, ce qui en a parfaitement l'air et les propriétés. [...] Je ne dispute pas sur sa structure intérieure, je n'établis que ce que je vois.»¹⁹

Haller machte seine neue Unterstützung der Präformation erstmals am 1. Juli 1757 in einem Brief an den italienischen Arzt Ignazio Somis (1718-

1793) bekannt.²⁰ Die Konversion hatte allerdings auf die bisher vertretene These über die Knochenbildung keinen Einfluss. Die *Deux mémoires sur la formation des os*,²¹ das Manifest der Haller'schen Osteogenese, erschien wenige Monate nach *Sur la formation du cœur* und vollzog einen Wandel, der Bonnet die Sprache verschlug. Die Ossifikation wurde nicht nur als bedeutsames Element im Gesamtprogramm der embryologischen Forschung dargestellt, sondern vor allem als ein weiterer und neuer Beweis der Präformation. Haller erklärte seinen eigenen radikalen Wandel in Bezug auf das embryologische System, aber er blieb bei seiner Zurückweisung von Duhamels Theorie, die allgemein als die einzige mit der Präformation vereinbare Erklärung der Knochenbildung galt. Dies war ein ziemlich gewagtes Unternehmen: der knorpelige (enchondrale) Ursprung des Knochens, den er weiterhin gegen die Bildung aus der Knochenhaut vertrat, war die einzige Erklärungsmöglichkeit, um jegliche Neubildung auszuschliessen. Die Knochenhaut zeigte tatsächlich eine vollständig andere Natur als der Knochen. Sie bildete sich als Letztes, deutlich nach der Bildung von Knochenkernen im Knorpel. Hätte die Beobachtung gezeigt, dass die Organbildung von der Knochenhaut, das heisst von einer solch anders gearteten Grundlage, ausgeht, hätte man eine Neubildung annehmen müssen, um den Abstand zu erklären. Eine solche Schlussfolgerung hätte eine explosive Wirkung auf die Kohärenz des ganzen Systems gehabt. Was war passiert? Haller hatte es zurückgewiesen, den Beobachtungen Gewalt anzutun, aber hatte sich in der Zwischenzeit Bonnets theoretisches Erklärungsmodell angeeignet. Die Trennung zwischen dem Sichtbaren und dem Vorhandenen, die er ein paar Monate vorher noch klar zurückgewiesen hatte, erlaubte ihm jetzt, den beobachteten Phänomenen treu zu bleiben und sie dennoch innerhalb des beruhigenden theoretischen Rahmens der Präformation zu sehen. In der scheinbar unförmigen Masse präexistierte das Programm und die Struktur des ausgebildeten Knochens.

Das Studium der Embryogenese des Herzens verlief gleichzeitig dazu. Die bisher unübertroffenen Beobachtungen von Malpighi verbesserte Haller insofern, als er die Identifikation des Ursprungsventrikels im rechten und linken Herzen korrigierte, welcher letzterer in Tat und Wahrheit die Erweiterung der Aorta (<bulbus aortae>) war. Er begriff und beschrieb die Verengung, die zwischen dem einzigen ursprünglichen Ventrikel und dem <bulbus> besteht, untersuchte die Verpflanzung der Pulmonalgefässe und identifizierte drei Aortenbögen, die sich möglicherweise in verschiedenen Phasen der Inkubation unterschieden. Haller verstand es als seine Aufgabe, mit dem von Malpighi ungelösten Problem zurechtzukommen, das heisst mit der Einfügung des kleinen Kreislaufs in die tubulöse Struktur des embryonalen Herzens. Haller war lange zwischen Zweifel und Ratlosigkeit hin- und hergeworfen und hatte – zumindest bis in die ersten

Monate des Jahres 1757 – grosse Mühe, die ‹Blasen› (‹bullae›) des Herzens und die ‹Roten Fäden› (‹fila rubra›), die vom ‹bulbus aortae› abzweigten, zu identifizieren. Es war die Entwicklung des rechten Ventrikels (Herzkammer) und die Bestimmung des Abstands zwischen dem venösen und dem arteriellen Teil des Herzens, die ihn zur Lösung der Probleme führte. Die Beobachtungen drängten zur Wende zur Präformation, und diese Wende schien die Notwendigkeit einer kohärenten theoretischen Systematisierung der Phänomene immer dringlicher zu machen. Die Irrtümer Malpighis erschienen als immer gefährlicher: Der italienische Mikroskopiker hatte sich getäuscht, weil er die Verpflanzung des Pulmonalkreislaufs in das entstehende Herz nicht zu erläutern wusste (und es in seiner unkorrekten Darstellung auch nicht erläutern konnte) oder genauer weil er – und dies war die beunruhigende Hypothese – ihre epigenetische Neubildung angenommen hatte. War einmal die Gewissheit des Systems gewonnen, so war es eine Kleinigkeit, die Fakten in Übereinstimmung zu bringen. Alle Anstrengung lief darauf hinaus, im entwickelten Herzen die zu Beginn wahrgenommenen Erscheinungen zu finden; und auch begann Haller sich nun darüber zu äussern, wie die Entfaltung der Organe vor sich gehe, bevor die Strukturen die Schwelle zur Sichtbarkeit überschritten hätten. Bonnet wurde erst informiert, als es möglich wurde, ihm das vorzulegen, was er erwartete, nämlich eine festgefügte und homogene Theorie.

Der ‹Beweis› der Präformation

In seinem erwähnten Brief vom 1. Juli 1757 kündigte Haller Somis die Lösung aller Rätsel der Herzentwicklung, die bevorstehende Veröffentlichung seines Traktats und seine neue Unterstützung der Präformation an. Vielleicht war Haller zu diesem Zeitpunkt wirklich an der Redaktion seiner embryologischen Schrift, das heisst, noch bevor er sich auf die Beobachtungen stützen konnte, die er in *Sur la formation du cœur* als entscheidend für die Konversion zur Präformationslehre darstellte und von denen wir dank den Laborprotokollen wissen, dass sie erst später datieren. Tatsächlich kündete er am selben Tag auch dem Physiologen Leopoldo Marc'Antonio Caldani (1725-1813) an, seine Untersuchungen auf die Gefässstrukturen des Eidotters auszurichten.²² Er erwähnte dies nur beiläufig: Tatsächlich verfolgte er diese Studien aber bis zum Ende, und sie wurden zu einem Eckpfeiler der neuen Präformationslehre.

In den Protokollen von 1755 wurde das ‹venöse Gebilde› (‹figura venosa›), das heisst das Netz extraembryonaler Gefässe zur Ernährung des Embryos, als ein über die Dottermembran ausgebreitetes Geflecht be-

trachtet, aber ihre Gefässe wurden generell als <zum Nabel gehörig> (<umbilicalia>) genannt. Im fortgeschrittenen Beobachtungsstadium identifizierte Haller noch ein weiteres Gefässsystem, das er einer anderen unbestimmten Nabel-Membran zuordnete. Während des weiteren Forschungsverlaufs blieb die einzige beständige Idee diejenige von zwei unterschiedlichen Gefässsystemen, und es ergab sich eine überraschende Wende in der Anordnung der <figura venosa>. Ihr Netz und die Membran, auf der sie sich ausbreitete, wurden <umbilicalia> genannt und damit vom Dottersack und dem Gefässsystem des Eigelbs unterschieden. In den ersten Augenblicken der Bebrütung beobachtete Haller also die Anlage der <wirklichen> <figura venosa> an ihrem <richtigen> Ort, aber er ordnete sie dem <falschen> Organ zu, das heisst der Nabel-Membran; nach dem Verlauf einiger Stunden hielt er ein Netz für die <figura venosa>, das nicht identisch mit ihr war und das sich auf der Nabel-Membran ausbreitete; schliesslich beschrieb er Dottersack und Nabel-Membran mit ihren Gefässsystemen, allerdings ohne zu verstehen, dass das, was sich auf dem Dotter entwickelte, die endgültige Form der <figura venosa> war und dass das am Ende weit ausgedehnte Nabelschnur-Netz überhaupt nie etwas damit zu tun hatte.

Dass Haller Zweifel über das Gefässsystem der Anhangsgebilde hatte, ist dadurch erhärtet, dass er immer wieder darauf zurückkam, aber im Laborprotokoll noch zu Beginn des Sommers 1757 kein richtiges Interesse an ihrer Präexistenz dokumentierte. Dieses stellte sich ein, als er spezifische Eigenschaften, die aber zum fortgeschrittenen Entwicklungsstadium gehörten, verallgemeinerte und begann, ein Faktum zu überprüfen und zu systematisieren, dem er bisher geringe Bedeutung zugemessen hatte. Es handelte sich um die Kontinuität zwischen dem Eingeweidesack des Hühnchens und dem Dottersack, zwischen der äusseren Dottermembran und der Haut des zukünftigen Lebewesens. In der letzten Woche der Bebrütung zeigte sich tatsächlich eine Strukturähnlichkeit zwischen den Eingeweidewänden und dem Dottersack. Trotzdem gibt es im Laborprotokoll keine Spur eines Experiments, das – in variiertem und wiederholter Form, wie gemäss Hallers Forschungskanon zu erwarten – auf der Basis der Kontinuität der Membrane geliefert hätte, was der Physiologe kühn behauptet hatte, nämlich den <Beweis> der Präformation im Ei. Die im Ei vor der Befruchtung existierende Dottermembran stellte – so behauptete Haller – mit ihrer inneren Membran eine Verlängerung derjenigen dar, die den Dünndarm des Embryos ausgekleidet und dessen Magen, Rachen und Mund überzogen hatte. Das äussere Blatt war nichts anderes als eine Ausdehnung der äusseren Membran des Darms und war daher mit dem Gekröse (<Mesenterium>) und dem Bauchfell (<Peritoneum>) verbunden. Die Membrane waren präexistent: Daher musste auch der Embryo präexistie-

ren, da er sozusagen deren Verlängerung war. Dieser neue Anhaltspunkt befreite die unsichtbare Präexistenz – die bis jetzt von allen Verfechtern des Systems vertreten wurde – vom störenden Anschein einer abgekürzten Lösung und milderte bis zu einem gewissen Grad die Dringlichkeit, direkt sichtbare Strukturen zu zeigen. Die Ausbreitung der <figura venosa> wurde zum exemplarischen Fall des bei der Entwicklung präformierter Teile ablaufenden Mechanismus, als die Frage nach der wirklichen Sichtbarkeit der Präformation schon zweitrangig geworden war.

Die einleuchtende Darstellung, verbunden mit der Originalität und Eleganz der Publikation von 1758, versteckte vor den Augen der gelehrten Welt einige dunkle Punkte, die Haller selbst beträchtlich beunruhigen mussten. So wie der Beweis 1757 formuliert worden war, bestätigte er tatsächlich die Präexistenz des Embryos durch diejenige des mit den Eingeweidemembranen verbundenen Dottersacks. Aber gerade das Gefäßsystem des Dottersacks breitete sich – wie erwähnt – relativ spät aus und liess sich gut vom auf der Nabel-Membran präformierten Netz (<figura venosa>) unterscheiden. Dieses letztere aber konnte keine Rolle beim Beweis spielen, da es von der Struktur und den Gefässen her nicht zum Dotter und den Eingeweiden des Embryos gehörte und mit irrelevanten Gefässen verbunden war. Kurz und gut: ein Gefäßnetz war präformiert, aber es entwickelte sich nicht auf der präexistierenden Membran; eine Membran präexistierte, aber sie trug Arterien und Venen, die aus dieser Sicht von keinerlei Bedeutung waren.

Der Streit mit Caspar Friedrich Wolff und die letzten Forschungen

Nach der Publikation von *Sur la formation du cœur* begann Bonnet wieder, Haller zu bedrängen. Es gab zu viele klassische Fragen der theoretischen Embryologie, auf die das Werk seines Freundes nicht eingegangen war. Haller machte sich für eine Weile lustig über solche Sorgen, begann dann aber zunehmend Zeichen von Ungeduld zu zeigen. Von ganz anderen Zweifeln geplagt, wies er Bonnet zurück, indem er ihm darlegte, was er sogleich als die einzige echte Herausforderung der Neo-Präformationslehre erkannt hatte, nämlich die Neo-Epigenese, wie sie der junge Berliner Arzt Caspar Friedrich Wolff (1734-1794) in seiner Dissertation von 1759 vorgestellt hatte.²³ Dieser war direkt auf das Herz der Haller'schen Embryologie losgegangen, indem er deren theoretisches Postulat (die Unterscheidung des Sichtbaren vom Vorhandenen) sowie ihre empirische Stütze (die Kontinuität der Membrane) angriff. Der Streit zwischen Haller und

Wolff, vielleicht der wichtigste in der Embryologie des 18. Jahrhunderts, war ein Zusammenstoss zwischen zwei unvereinbarlichen Modellen wissenschaftlicher Erklärung und zwischen zwei grundsätzlich verschiedenen Auffassungen über Sinn und Zweck der Forschung.

In seinem ersten Versuch setzte sich Haller mit der Neo-Epigenese nicht auf der Ebene der Beobachtungen auseinander; dies geschah erst 1764 in Reaktion auf einen neuen und noch massiveren Angriff Wolffs.²⁴ Die 1763 wiederaufgenommenen Untersuchungen wurden durch ganz andere Sorgen angestossen. Über Monate quälte sich Haller mit den Anhangsgewebilden und deren Gefässnetzen ab. Die einzelnen Teile des Puzzles, die schon seit langem da waren, fanden erst im folgenden Jahr zusammen, als Haller in seiner Hartnäckigkeit endlich die wirkliche Natur der Nabel-Membran erkannte. Die Entdeckung der Dotter-Natur der <figura venosa> und der Membran, auf der sie sich ausbreitete, war zu diesem Zeitpunkt eine plötzliche Eingebung und eine weitgehend theoretische Schlussfolgerung. War einmal nachgewiesen, dass der Dottersack präexistierte und dass dagegen die Nabel-Membran «in der Form einer Gefässblase entstand»²⁵, so konnte die <figura venosa> nicht mit einem «Exemplar einer Neubildung»²⁶ verbunden sein. Sie musste vielmehr zum Dottersack gehören; dieser war schon das Hauptargument für die Behauptung der Membran-Kontinuität gewesen. Der Beweis erlangte endlich die Stichhaltigkeit, die ihm gefehlt hatte. Nun war nicht nur die ursprüngliche Kontinuität der Membrane von Dotter und Embryo nachgewiesen, sondern endlich auch die Präexistenz der Gefässstrukturen gesichert, die das Ende oder eine Verlängerung der Eingeweide-Arterien darstellten.

Zu diesem Zeitpunkt war sich Haller sicher, die endgültige Systematisierung aller seiner embryologischen Thesen erreicht zu haben; der zweite Angriff von Wolff war ihm deshalb äusserst unangenehm. Er machte sich an eine mühsame Überprüfung der kritisierten Behauptungen. In diesem Moment wurden seine physiko-theologischen Überzeugungen durch die Unanfechtbarkeit von Wolffs Untersuchungen und die Schwäche der eigenen, in aller Eile gewonnenen Resultate einer harten Probe unterzogen und zeigten Risse. Wolffs Resultate stammten aus meisterhaft durchgeführten Beobachtungen und zeugten von einer völligen Beherrschung schwierigster Techniken, aber sie verliehen – zur grossen Beunruhigung Hallers – der bis anhin immer als tendenziell atheistisch und materialistisch beurteilten Epigenese Würde und wissenschaftliche Glaubwürdigkeit. Hallers Resultate waren weit davon entfernt, die Phantasie und Originalität der Forschungen zu erreichen, die seine besten Jahre gekennzeichnet hatten. Daher machte Haller das, was er in seiner langen wissenschaftlichen Karriere noch nie gemacht hatte: Er ermahnte seinen Gegner zur Vorsicht und wies darauf hin, dass sich die Präformationslehre gegen-

über der Epigenese durch eine grössere Übereinstimmung mit der Religion auszeichne.²⁷

Die letzte, stark erweiterte, überarbeitete und ins Lateinische übersetzte Fassung von Hallers embryologischem Werk erschien 1767 unter dem Titel *Commentarius de formatione cordis in ovo incubato*. Sie lieferte eine grundlegende Revision der damals verfügbaren Kenntnisse und stellte einen Meilenstein des wissenschaftlichen Fortschritts dar. Der gedruckte Text zeigte natürlich keine Zeichen des Zweifels und Überdenkens, wie sie im Laborjournal zwischen 1763 und 1765 sichtbar sind. Obwohl Haller die Schrift als seine Antwort an Wolff präsentierte, vertraute er doch seine eigentliche (vorwiegend theoretische) Widerlegung vielmehr dem letzten Band der *Elementa physiologiae* an, in dem man – wie er selbst zugab – «von der Dämmerung in die Finsterheit abstieg».²⁸

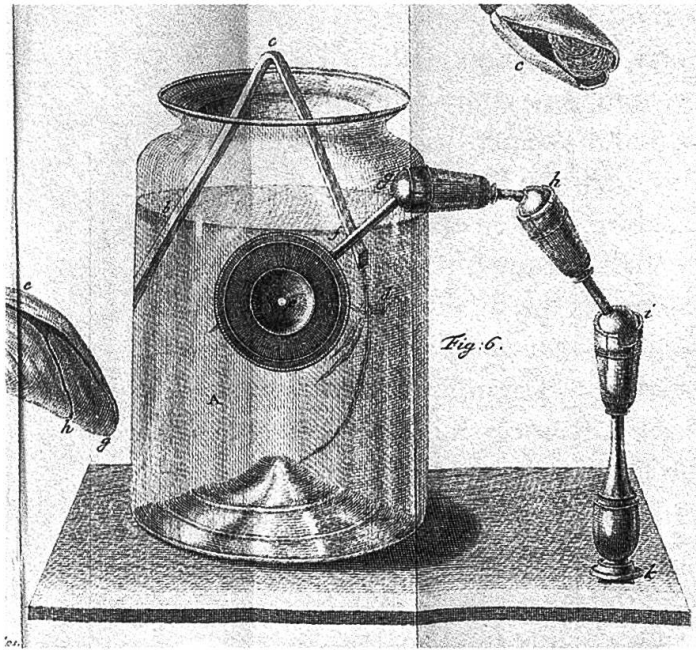
Die letzte lateinische Fassung des Traktats verschärfte das Ungleichgewicht zwischen der eindrucklichen Menge des empirischen Materials (das gegenüber 1758 beinahe verdoppelt wurde) und der verlegenen Nüchternheit, mit der sich Haller – fast widerwillig – über die klassischen Fragen der theoretischen Embryologie äusserte. Die Konversion zur Präformationslehre hatte in der Tat Hallers Vorsicht betreffs der spekulativen Fragen nicht gelöst. Bonnet konnte ihm nur ein paar wenige Hinweise entreissen zugunsten der extremsten Form der Präexistenz, nämlich der Einschachtelung aller Keime in den Geschlechtsorganen des Stammhalters jeder einzelnen Art. Trotz allem wich Haller den beliebtesten, in den Salons diskutierten Rätseln weiterhin aus; er äusserte sich widerwillig und kurz über die Rolle des Männchens in der Lehre von der Präformation im Ei, über den Prozess der Befruchtung, über die Ähnlichkeit zwischen Nachwuchs und beiden Eltern und auch über die Vererbung von Deformitäten und erworbenen Merkmalen oder über das Schicksal der durch Kreuzung entstandenen Tiere.

Das Mikroskop

Die Tatsache, dass der neue «Beweis» der Präformation die Notwendigkeit, die präformierten Strukturen wirklich zu sehen etwas weniger dringlich machte, verbesserte Hallers schon grundsätzlich schwieriges Verhältnis zum Mikroskop nicht. Bei der Präsentation seiner Resultate hatte er schon mehrfach erklärt, dass er sich der nackten Augen oder höchstens einer Linse, aber nicht des Mikroskops bedient habe, auch wenn er diese schon bei anderen anatomischen Untersuchungen angewendet hatte. Briefwechsel und Laborprotokolle dokumentieren tatsächlich, dass Haller dieses Instrument nur gelegentlich genutzt hatte. Er bevorzugte Linsen schwäche-

rer Stärke, um nicht – wie er schrieb – in die von Malpighi auf Grund der übermässigen Vergrösserung begangenen Irrtümer zu fallen. Trotzdem bat er Bonnet schon am Ende des ersten Sommers seiner Untersuchungen um Unterstützung, weil er die Wiederaufnahme seiner Beobachtungen mit neuen Mikroskopen plante, in Bern aber nicht die Handwerker zur Ausführung seiner genauen Wünsche fand. Schon seit den ersten Beobachtungen wies er auf die Notwendigkeit einer Vorrichtung hin, die einerseits die Hände des Forschers frei liess und andererseits die Blendung vermied, die die den Embryo umgebende Eiweisschicht verursachte. Bonnet empfahl eine Ständerlupe (‹porte-loupe›), wie sie bereits Trembley für seine Beobachtungen der Polypen benutzt hatte (Abb. S. 268); diese traf aber trotz Hallers Drängen erst ein, als ein grosser Teil der Arbeit bereits vollbracht war. In den Briefen an Bonnet betonte Haller die Bedeutung des Instruments für die Widerlegung von Malpighis Lehre von der Herzbildung, er bediente sich des Geschenks (das ihn unvollständig befriedigte) aber erst für die letzten Forschungen und vermutlich für die Untersuchung des Verhältnisses zwischen Nabel-Membran und ‹figura venosa›. Bei der Wiederaufnahme seiner embryologischen Studien im Jahr 1763 begann Haller, seine Unzufriedenheit mit den gewöhnlichen Instrumenten auszudrücken, mit denen er das Ei nicht wie gewünscht beobachten konnte. Er wandte sich nochmals an Bonnet mit der Bitte um ein einfach zu handhabendes Instrument, das sowohl für transparente wie für undurchsichtige Strukturen geeignet war. Der Genfer Freund empfahl ‹gute Lupen›, die Haller wie eine Brille auf die Nase stecken und einfach anpassen könne. Er versprach, nochmals Trembley um Rat zu bitten, es wurde aber nichts daraus.

Haller erwähnte den Typus des benutzten Mikroskops oder die Stärke der Linsen weder in seinem Journal noch im gedruckten Werk. Wir wissen aber von seinen Forschungen zu ganz anderen Dingen, dass er ein zusammengesetztes, verhältnismässig günstiges Nürnberger Mikroskop vom Typ Culpeper besass (Abb. S. 269). Dieses lieferte eine 40- bis 63-fache Vergrösserung und war daher relativ schwach im Vergleich zu demjenigen, das Malpighi ein Jahrhundert vorher zur Verfügung gestanden hatte. Die erreichten Resultate zeigen allerdings deutlich Hallers völlige Beherrschung der schwierigen Techniken der (Mikro-)Manipulation und Kontrastbildung, die für die Darstellung der feinen embryologischen Strukturen notwendig waren.



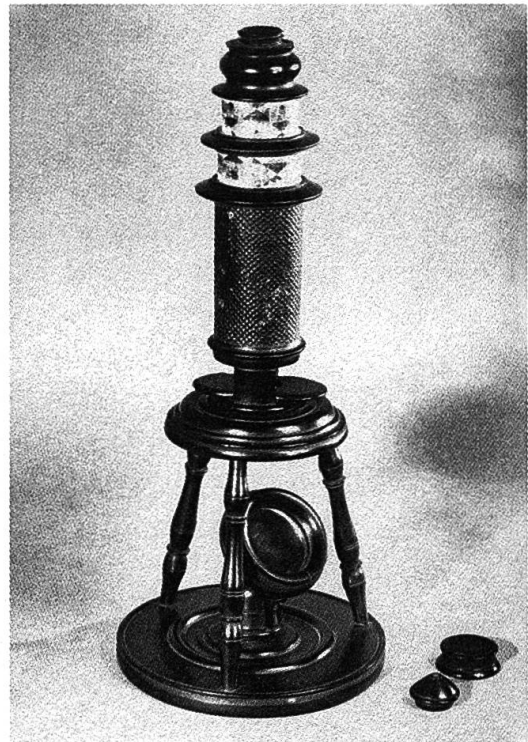
Die Abbildung zeigt eine Ständerlupe, wie sie Haller in ähnlicher Form für seine embryologischen Beobachtungen benutzte. Sie ermöglichte es ihm, beide Hände für die feine Manipulation des Eis und das Führen des Protokolls frei zu halten. – John Tuberville Needham: *Nouvelles découvertes faites avec le microscope*. Leiden 1747, Tafel VII, Abb. 6. – Medizinhistorisches Institut der Universität Zürich.

Die Missbildungen

Die Studien über die Entstehung der Missbildungen – der sogenannten «monstra» – stellen ein Unikum in der Entwicklung von Hallers embryologischen Forschungen dar.²⁹ Sie bildeten ein Forschungsgebiet, das bezüglich Intensität des Interesses, aber insbesondere bezüglich Kontinuität der Positionen nie Unterbrechungen zeigte und das die verschiedenen Wandlungen des embryologischen Systems unversehrt überstand. Der letzte, 1768 publizierte Band von Hallers *Opera minora* umfasste problemlos einen ganz frischen Traktat, *De monstribus*, wie auch eine neue, aber nicht grundsätzlich überarbeitete Ausgabe aller in den vorausgegangenen 30 Jahren verfassten teratologischen Schriften.³⁰

Die erste Behandlung des Themas war ein epochemachender Sektionsbericht über eine Doppelmissgeburt, die 1735, also zur Zeit von Hallers Unterstützung der animalkulistischen Präformationslehre, im französischen Landesteil von Bern auf die Welt kam (Abb. S. 271). Für Haller bestand nie ein Zweifel, dass dieses doppelköpfige, vierbeinige, an der Brust zusammengewachsene Wesen potentiell überlebensfähig war. Der bis zum Bauchnabel vereinte Bauchraum zeigte zwei Verdauungskanäle, zwei Geschlechtsorgane sowie eine Leber und eine Milz, beide von aussergewöhnlicher Grösse. Nichts war an der Gestalt der Teile aussergewöhnlich, abgesehen von der übermässigen Entwicklung, die die nur einfache Ausformung einiger Organe zu kompensieren schien. Die Öffnung des Brustkorbs aber überzeugte Haller vom göttlichen Plan, der sich in der

Mikroskop aus dem Besitz der Familie Haller, das möglicherweise Haller selbst gehörte. Es handelt sich um ein typisches Nürnberger Mikroskop des Typus Culpeper mit einer rund 50-fachen Vergrößerung. Haller benutzte es für anatomische, aber nur ausnahmsweise für embryologische Beobachtungen, da er optische Verzerrungen befürchtete. –
Burgerbibliothek Bern.



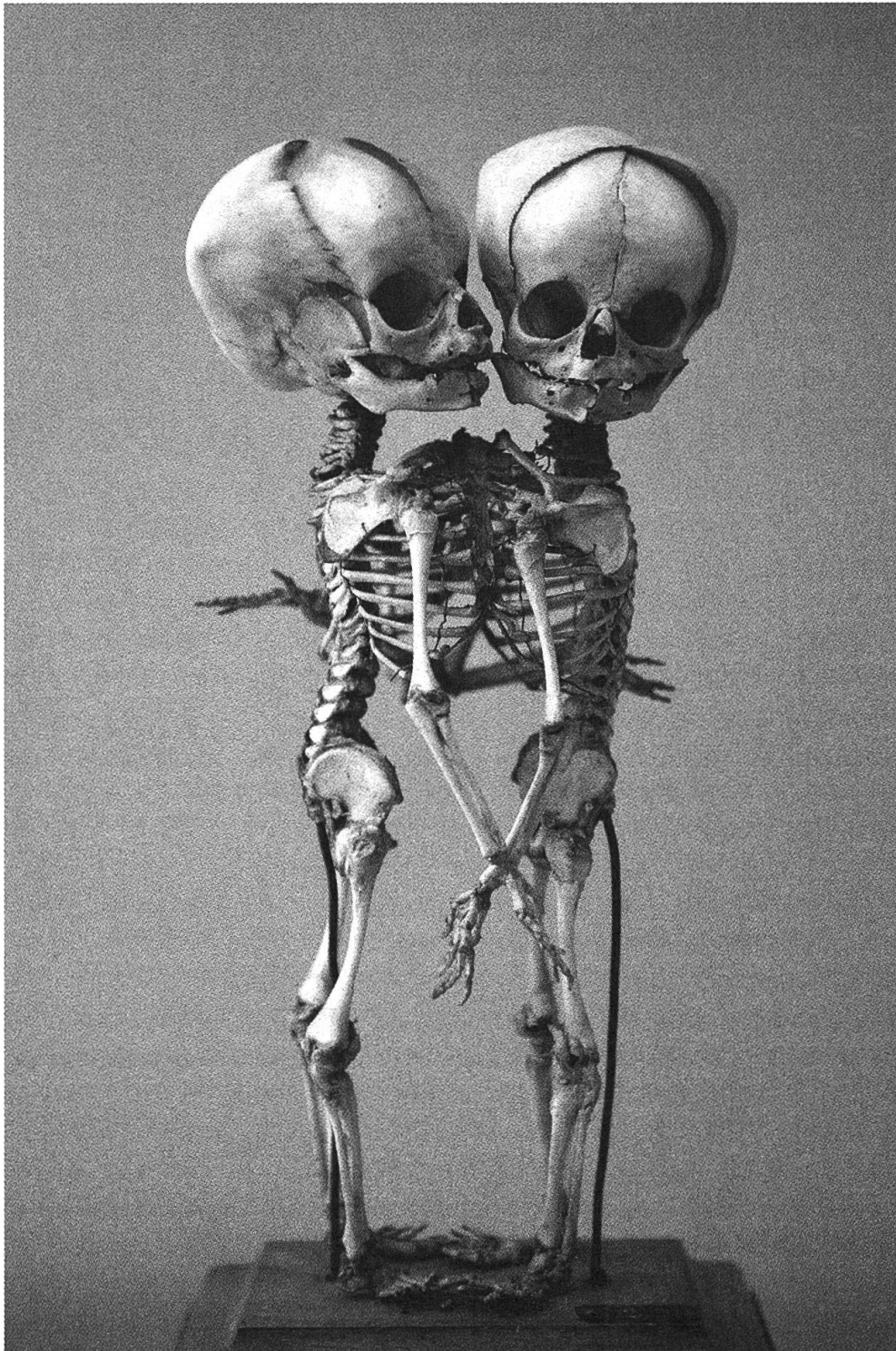
Abnormität manifestierte, und brachte ihn dazu, das Dasein von missgebildeten Keimen anzunehmen. Tatsächlich lag das nur einfach ausgebildete, aber stark vergrößerte Herz ganz in der Mitte und damit am besten Ort für eine möglichst perfekte Verteilung des Blutes in beide Körper. Auch der ganze Kreislaufapparat zeigte eine Mischung von normalen und ausserordentlichen Teilen, die überraschend gut auf das Überleben der beiden Lebewesen ausgerichtet war. Die entscheidende Beobachtung aber war die Existenz nur eines Herzens. Dieses stellte den deutlichsten Beweis dafür dar, dass der Zwillingsembryo schon von Beginn an missgebildet gewesen war: Einfach ausgebildet war das Herz, und einfach (und damit missgebildet) war also auch schon der Keim gewesen. Es hatte nie zwei getrennt existierende Keime gegeben, die durch mechanische Einwirkungen zusammengeschmolzen und zerquetscht worden wären.

Es ist schwierig zu sagen, wie viel Haller 1735 über den jahrhundertealten Streit über den Ursprung der Missbildungen gewusst hatte.³¹ Dieser hatte sich 1733 verstärkt, als Jacques-Bénigne Winslow (1669-1760) die von Louis Lémery (1677-1743) und anderen seit den 1720er Jahren vertretene These einer zufälligen Bildung der <Monster> scharf angriff. Winslow ging davon aus, dass die Missbildungen der göttlichen Vorsehung entsprechen und damit auch göttlichen Ursprungs sind. Lémery dagegen insistierte auf dem chaotischen Charakter der monströsen Struktur, die deutliche Zeichen der Funktions-Unfähigkeit trug und daher nicht auf Gott zurückgeführt werden konnte. Beide Gegner bewegten sich im Umkreis der Präformationslehre, und die Befürworter der Zufälligkeit beschränkten sich darauf, zuzugeben, dass der göttliche Plan von widrigen mechanischen Umständen durchkreuzt werden könne. Haller seinerseits erzeugte

eine Entleerung des Missbildungsbegriffs, indem er dasjenige nicht als Missbildung anerkannte, was potentiell keine Einschränkung der Funktionsfähigkeit zeigte und aus seiner Sicht ein eigenes und neues Lebewesen darstellte. Diese war auf ihre Weise ein Ausdruck der göttlichen Weisheit und Allmacht und daher ein schlagender Beweis für die unbeschränkte Freiheit Gottes, der alle möglichen Arten von Lebewesen schuf und für deren bestmögliche Lebensqualität entsprechend ihrer spezifischen Anatomie sorgte.

In der Periode der offiziellen Befürwortung der Epigenese veröffentlichte Haller – nebst bibliographisch erweiterten Neuauflagen seine Abhandlung von 1735 – Schriften im Zusammenhang mit seiner Unterrichtszeit in Göttingen, in denen er einen beachtlichen theoretischen Aufwand in der Widerlegung von Lémery trieb. Im Mittelpunkt der teratologischen Frage stand nie die Entscheidung um Epigenese und Präformation, wohl aber die Bedeutung der Zufälligkeit im Entwicklungsprozess. Zufallsfaktoren waren unter der Bedingung zulässig, dass sie nicht bis in die Anfänge des Lebens hineinspielten, sondern im Rahmen der innerhalb des normalen embryologischen Ablaufs vorhandenen Variabilität auftauchten. Die Wirkung der mütterliche Einbildungskraft (‹*imaginatio*›), deren Einfluss auf den Foetus traditionellerweise angenommen wurde, schloss Haller ohne Wenn und Aber aus.

Auch auf diesem Gebiet wurde Haller jahrelang von Bonnet bedrängt, der als Anhänger der Zufälligkeit der Missgeburten abwechslungsweise mit ideologischem Druck, teilweiser Zustimmung und der Verurteilung der ursprünglichen Missbildung als Hypothese von faulen Forschern auf ihn einwirkte. Die beiden Teile von *De monstris* engten tatsächlich das Konzept einer ›richtigen‹ Missbildung ein, aber sie widerstanden dem Angriff Bonnets; dieser konnte sich keine aus Gottes Hand hervorgegangenen missgebildeten Keime vorstellen und nahm an, dass der Zufall die Form direkt bewirkt und sie nicht nur verformt habe. Nicht einmal in diesem Fall, das heisst 30 Jahre nach Abschluss der eigenen Beobachtungen, plante Haller eine reine Kompilation, sondern er verfeinerte kritisch seine eigene Position. Er gab Bonnet nicht nur nicht nach, sondern wollte ihn auch zurückweisen, indem er ihn auf dessen bevorzugtem theologischen Gebiet zu Fall brachte. Haller nahm die gegen Lémery vorgebrachte Kritik auf und folgerte: «prenez garde qu'il est bien dangereux d'admettre la formation d'un doit par accident. S'il peut se former un doit, il se formera une main, un bras, un homme.»³² Die Unterstellung wog schwer – und dessen war sich auch Bonnet bewusst – weil sie die immer (und von beiden) zurückgewiesene Haltung derjenigen widerspiegelte, die «veulent nous arracher la demonstration la plus forte, et la plus populaire, que nous ayons de l'existence de DIEU.»³³



Diese 1735 in Corcerelles im Waadtland totgeborenen Zwillinge (Thorakopagus) wurden von Haller im Auftrag des Rates sezirt. Die Untersuchung und Deutung der Zwillinge stand am Beginn seiner «Monster»-Forschungen und blieb der zentrale Ausgangspunkt für seine theoretischen Überlegungen zur Entstehung der Missbildungen. Das Skelett wurde vom Chirurgen Johann Ludwig Hommel präpariert. – Institut für Medizingeschichte, Universität Bern.

Hallers grundsätzlich erfolgreicher Plan war es also, diese metaphysisch-theologischen Überlegungen nur als Ergänzung zu den gesamten embryologischen Beobachtungen einzubringen; damit kehrte er die bisherige Form der Kontroverse um. Die Naturalisierung der <Monster>-Forschung war nur scheinbar dank den Befürwortern des mechanischen Zufalls zustande gekommen. Es war im Gegenteil gerade mit Haller, dem Hauptvertreter der ursprünglichen Missbildung, dass die Teratologie einen Qualitätssprung machte. Das entscheidende Argument war für ihn also nicht das metaphysische, sondern die Beobachtung des einen funktionstüchtigen Herzens in Zwillingen. Das theologische Echo verstärkte nur die Reichweite des Beweises, der als letzte Bestätigungsinstanz in Hallers Physikotheologie immer und ausschliesslich der wissenschaftlichen Ebene entsprang und angehörte.

Anmerkungen

¹ Aus dem Italienischen übersetzt von Hubert Steinke.

² Zur Geschichte der Embryologie vgl. Francis J. Cole: *Early theories of sexual generation*. Oxford 1930; Jean Rostand: *La formation de l'être: histoire des idées sur la génération*. Paris 1930; Joseph Needham: *A history of embryology*. Cambridge 1959; Jacques Roger: *Les sciences de la vie dans la pensée française du XVIIIe siècle. La génération des animaux de Descartes à l'Encyclopédie*. Paris 1971; Walter Bernardi: *Le metafisiche dell'embrione. Scienze della vita e filosofia da Malpighi a Spallanzani (1672-1793)*. Firenze 1986; Justine E. H. Smith: *The problem of animal generation in early modern philosophy*. Cambridge 2006.

³ Albrecht von Haller: *Sur la formation du cœur dans le poulet, sur l'oeil; sur la structure du jaune etc.* 2 Bde. Lausanne 1758.

⁴ Renato Mazzolini: *Sugli studi embriologici di Albrecht von Haller negli anni 1755-1758*. In: *Annali dell'Istituto Storico Italo-Germanico in Trento* (1977), 183-242; Shirley A. Roe: *Matter, life, and generation. 18th-century embryology and the Haller-Wolff debate*. Cambridge 1981; François Duchesneau: *La physiologie des Lumières. Empirisme, modèles et théories*. The Hague 1982, 277-311; Amor Cherni:

Epistémologie de la transparence. Sur l'embryologie de A. von Haller. Paris 1998; Maria Teresa Monti (Hg.): *Albrecht von Haller: Commentarius de formatione cordis in ovo incubato. Edizione critica*. Basel 2000. Weitere Literatur ist aufgeführt bei Hubert Steinke, Claudia Profos (Hg.): *Bibliographia Halleriana. Verzeichnis der Schriften von und über Albrecht von Haller*. Basel 2004, 341-344.

⁵ *Observationes anatomicae Bernenses 1753-1757*. Burgerbibliothek Bern, Nachlass Haller, Ms. 5.

⁶ Vgl. die Handschriften: *Commentarius de formatione cordis in ovo incubato primus, sive historia phaenomenorum* (Archiv der Akademie der Wissenschaften, Göttingen, Ms. Scient. 12, IV/13); *Commentarius de formatione cordis in pullo incubato. Corollaria ex parte historica deducta* (Ms. Scient. 12, IV/14).

⁷ Haller, *Sur la formation du cœur* 1758 (wie Anm. 3).

⁸ *Observationes anatomicae Bernenses 1762-1765*. Burgerbibliothek Bern, Nachlass Haller, Ms. 7.

⁹ Albrecht von Haller: *Commentarius de formatione cordis in ovo incubato primus [-secundus]*, In: Ders.: *Opera minora*. 3 Bde. Lausanne 1762-1768, II (1767): 54-421.

10 Haller, *Commentarius* 2000 (wie Anm. 4).

11 *Hermanni Boerhaave ... Praelectiones academicae in proprias Institutiones rei medicae. Edidit et notas addidit Albertus Haller.* 7 Bde. Göttingen 1739-1744, V/II (1744): 485-523, insbes. 499.

12 Vgl. Albrecht von Haller: *Réflexions sur le système de la génération de M. de Buffon traduites d'une préface allemande ... qui doit être mise à la tête du second volume de la traduction allemande de l'ouvrage de M. de Buffon.* Genève, 1751.

13 Ebenda, 51.

14 Vgl. die Anmerkungen in den *Demonstrationes anatomicae Gottingenses 1751-1753* (Burgerbibliothek, Nachlass Haller, Ms. 31), die teilweise ihre Entsprechung in der Dissertation seines Schülers Johann Christoph Kuhlemann finden (*Dissertatio ... exhibens observationes quasdam circa negotium generationis in ovibus factas.* Göttingen 1753) und teilweise von Haller publiziert wurden in *De quadrupedum utero, conceptu et fetu.* In Haller, *Opera minora* (wie Anm. 9), II: 422-459.

15 Otto Sonntag (Hg.): *The correspondence between Albrecht von Haller and Charles Bonnet.* Bern 1983.

16 Haller an Bonnet, 14.10.1754; ebenda, 53.

17 Vgl. François Delaporte: *Theories of osteogenesis in the eighteenth century.* In: *Journal of the History of Biology* (1983), 343-360.

18 Bonnet an Haller, 18.12.1756; Sonntag 1983 (wie Anm. 16), 90.

19 Haller an Bonnet, 8.1.1757; ebenda, 92 f. (meine Hervorhebung).

20 Erich Hintzsche (Hg.): *Albrecht von Haller – Ignazio Somis. Briefwechsel 1754-1777.* Bern 1965, 40.

21 Albrecht von Haller: *Deux mémoires sur la formation des os, fondés sur des expériences.* Lausanne 1758.

22 Vgl. Erich Hintzsche (Hg.): *Al-*

brecht von Haller – Marc Antonio Caldani. Briefwechsel 1756-1776. Bern 1966, 28 f.

23 Caspar Friedrich Wolff: *Theoria generationis.* Halle 1759.

24 Caspar Friedrich Wolff: *Theorie von der Generation in zwei Abhandlungen erklärt und bewiesen.* Berlin 1764.

25 Haller, *Commentarius* 2000 (wie Anm. 4), 260.

26 Ebenda, 510.

27 Die Briefe von Haller sind verschollen, für Wolffs Briefe (und insbesondere denjenigen vom 17.4.1767) vgl. Roe 1981 (wie Anm. 4), 158-173.

28 Albrecht von Haller: *Elementa physiologiae corporis humani.* 8 Bde. Bern, Lausanne 1757-1766, VIII: 106.

29 Vgl. Friedrich August Bernhard Sturm: *Albrecht von Hallers Lehre über die Entstehung der Missbildungen.* Diss. med. Bonn 1974; Patrick Tort: *L'ordre et les monstres. Le débat sur l'origine des déviations anatomiques au XVIIIe siècle.* Paris 1980, insbes. 149-191; Urs Boschung: «Une manifestation de la sagesse divine». *Le foetus bicéphale préparé par Albert Haller en 1735.* In Christoph Mörgeli (Hg.): *Les objets médicaux et leurs textes.* Lyon 1996, 26-38.

30 Haller, *Opera minora* 1763-68 (wie Anm. 9), III: 1-173.

31 Vgl. dazu Jean Céard: *La nature et les prodiges. L'insolite au XVIIe siècle en France.* Genève 1977; Tort 1980 (wie Anm. 31); Dudley Wilson: *Signs and portents. Monstrous birth from the Middle Ages to the Enlightenment.* London, New York 1993; Michael Hagner (Hg.): *Der falsche Körper. Beiträge zu einer Geschichte der Monstrositäten.* Göttingen 1995; Katherine Park, Lorraine Daston: *Wonders and the order of nature 1150-1750.* New York 1998.

32 Haller an Bonnet, 27.5.1766; Sonntag 1983 (wie Anm. 15), 498.

33 Haller an Bonnet, 6.7.1757; ebenda, 105.