

***Astacus fluviatilis.*****Wachsmodellserie zur Entwicklung des Flusskrebse**

Die zoologischen Modelle des ausgehenden 19. Jahrhunderts bilden ein materialisiertes Konzentrat der Kenntnisse, Themen, Fragestellungen und Konzepte sowie der Didaktik der damaligen Zeit. Zugleich werfen sie eine Reihe von Fragen auf: Was sollte mit ihnen überhaupt gezeigt werden? Nach welchen Kriterien wurden Strukturen, Entwicklungsgänge oder Tierarten ausgewählt? Unter welchen Bedingungen sind die Modelle entstanden? Wie wurden sie gefertigt? Welche Geschichten können individuelle Modelle erzählen? Einige dieser Fragen werden hier am Beispiel einer Modellserie zur Entwicklung des Flusskrebse behandelt (Abb. 1).

Als größte Wirbellose des europäischen Festlandes und als von alters her geschätzte Nahrung weisen Flusskrebse eine lange Kulturgeschichte auf.<sup>1</sup> Nicht von ungefähr hat daher der britische Zoologe Thomas Henry Huxley (1825–1895) in seinem Buch *The Crayfish* (1880) das Beispiel des Flusskrebse gewählt, um einem breiten Leserkreis einen Überblick über Fragestellungen und Methoden der Zoologie zu geben.<sup>2</sup>

Auch eine der frühesten embryologischen Arbeiten an Wirbellosen hat sich mit Krebsen befasst. Heinrich Rathke (1793–1860), einer der Pioniere der Entwicklungsgeschichte, veröffentlichte im Jahre 1829 seine Studie *Ueber die Bildung und Entwicklung des Flusskrebse* (Abb. 2).<sup>3</sup> Darin bietet er einen ausführlichen Überblick über den äußeren Formenwandel embryonaler und postembryonaler Flusskrebse. Nachfolgende Untersuchungen profitierten von der dramatischen Entwicklung mikroskopischer und histologischer Techniken und vertieften dabei die Kenntnisse über die Flusskrebse-Entstehung. Die wohl gründlichsten Studien dazu legte Heinrich Reichenbach (1848–1921) in den Jahren 1877 und 1886 vor.<sup>4</sup> Diese beiden Arbeiten demonstrieren nicht nur den technischen Fortschritt seit Rathkes Zeit, sie zeigen auch den inzwischen vollzogenen fundamentalen wissenschaftlichen Paradigmenwechsel. Reichenbachs Untersuchungen fallen in die von Darwins Deszendenz- und Haeckels Rekapitulationstheorie geprägte Blütezeit vergleichend entwicklungsgeschichtlicher Studien, deren Ziele die genealogisch-historische Rekonstruktion von Verwandtschaft und die mechanistische Erklärung der organismischen Vielfalt waren.<sup>5</sup>

Die große wissenschaftliche Bedeutung embryologischer Forschung gegen Ende des 19. Jahrhunderts führte die damaligen Modellbaufirmen wie Ziegler, Blaschka, Auzoux oder Weisker dazu, zahlreiche Modellserien zur Entwicklung von Wirbeltieren inklusive des Menschen und von Wirbellosen aufzulegen.<sup>6</sup> Ent-



wicklungsgeschichtliche Darstellungen müssen neben den Formen selbst auch deren Wandel in der Zeit wiedergeben. Vor der Entstehung des Films war dies nur durch die Abbildung einer Serie von Stadien möglich, die jeweils die Strukturen eines Entwicklungszeitpunkts wie eingefroren zeigen und die in chronologischer Reihenfolge angeordnet den Wandel repräsentieren (Abb. 3).<sup>7</sup> Diese bereits in frühen entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten und bis heute verwendete Darstellungsweise wurde für die Modellserien übernommen, die damit embryologische Bildtafeln in die Dreidimensionalität übersetzten.

Vor diesem Hintergrund muss die Serie von zehn Wachsmodeellen zur Entwicklung des Flusskrebsses *Astacus fluviatilis* (heute *Astacus astacus*) gesehen werden, die im Jahre 1891 für die von Franz Eilhard Schulze (1840–1921) im Jahre 1884 begründete Lehrsammlung<sup>8</sup> des Zoologischen Instituts der Berliner Universität angeschafft wurde. Laut Eintrag Nr. 346 im Inventarbuch für Modelle umfasst die für 200 Mark erworbene Serie folgende Entwicklungsstadien: „Gastrula, Gastrula Medianschnitt, Gastrula mit ringförmigen Blastoporus, Anlage der Augenlappen, Verschluss des Blastoporus, Nauplius-Stadium, Anlage der Maxillarbeine, Anlage der Thoraxbeine, Reifer Embryo, Eben ausgeschlüpfte Thier“ (Abb. 1). Die stark vergrößerten Modelle sind mit Schrauben auf zwei braun lackierten Holzplatten befestigt. Darüber befindet sich jeweils ein abnehmbarer rechteckiger Glassturz. Die Stadien sind beschriftet. Auf der einen Platte sind die sechs frühen Embryonalstadien in zwei Dreierreihen montiert. Die andere Platte trägt die beiden späten Entwicklungsstadien nebeneinander. Die frühen Stadien stellen als Segmente der *in natura* annähernd kugelförmigen Eier die zukünftige Ventralseite der Keimanlage dar. Die Oberfläche der Eier ist in einem dunklen, etwas marmorierten Grau gehalten, die Keimanlage etwas heller. Das innere Keimblatt bildet dabei mit seiner roten Farbe einen starken Kontrast. In der Schnittdarstellung sind zusätzlich das mittlere Keimblatt gelb und der Dotter schwarz gefärbt (Abb. 4). Die späten Stadien sind in Form von Ganzkörpermodellen wiedergegeben. Mit Ausnahme der schwarzen Augen des als „Eben geschlüpfte Thier“ bezeichneten Modells zeigen sie eine beige Färbung. Leider ist die Serie nicht mehr komplett, die Modelle der frühen Anlagen der Maxillarbeine und der Thoraxbeine fehlen (Abb. 1).<sup>9</sup>

Als Hersteller der Wachsmodele zur Flusskrebssentwicklung wird „P. Loth (vm. Dr. R. Weisker) in Leipzig“ im Inventarbuch angeführt. Die Informationen über diese Modellbaufirma sind recht spärlich.<sup>10</sup> Wahrscheinlich wurde das „Institut für Wachsbildnerei“ in den 1870er Jahren durch Dr. Rudolf Weisker (1845–1887) gegründet, dann um 1889 von Paul Loth übernommen und schließlich mit der Jahrhundertwende geschlossen. Eine Spezialität der Firma scheint die Fertigung von Parasitenmodellen gewesen zu sein. Zu ihrer Zeit müssen Weisker/Loth durchaus eine ähnliche Reputation wie der bekannte Wachsmodeellhersteller Adolf Ziegler (1820–1898) und dessen Sohn Friedrich (1860–1936) besessen haben. Die Firma präsentierte sich bei großen wissenschaftlichen Veranstaltungen wie der Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte mit Ausstellungsständen,<sup>11</sup> und Carl Rabl (1853–1917) schreibt 1909 in seiner *Geschichte der Anatomie an der Universität Leipzig*: „Allgemein bekannt sind auch die schönen

Wachsmodele von Weisker“<sup>12</sup>. Allerdings sind auch kritische Bemerkungen zur Qualität einzelner Modelle von Weisker im direkten Vergleich zu entsprechenden Serien von Ziegler überliefert.<sup>13</sup> Dennoch ist es verwunderlich, dass das Institut für Wachsbildnerei bei Wissenschaftshistorikern bislang nicht die Aufmerksamkeit erfahren hat, die dem unmittelbaren Konkurrenten Ziegler zuteil wurde.<sup>14</sup>

Auch über die Modelle von Weisker/Loth gibt es wenig Hintergrundinformation. Dies betrifft in besonderem Maße die hier vorgestellte Serie zur Entwicklung des Flusskrebsses, da diese nach Kenntnis des Autors das einzige noch erhaltene – möglicherweise sogar das einzige überhaupt produzierte – Exemplar darstellt. Daher ist auch nicht eindeutig, inwieweit einzelne Details überhaupt dem Originalzustand entsprechen. Dies betrifft bereits die Anordnung der Modelle. Die etwas lieblose Machart der Bretter, ihr Anstrich und die Art der Beschriftung deuten auf einen späteren Zeitpunkt ihrer Montage hin. Die raue Oberfläche und Fleckigkeit der frühen Stadien lassen Farbausesserungen oder einen generell neuen Farbauftrag vermuten (Abb. 1). Die Ventralseite des Schlüpfings ist offensichtlich restauriert und neu lackiert worden. Einzig das Modell des späten Embryos befindet sich weitgehend im Originalzustand (Abb. 1).

Trotz der problematischen Datenlage lassen sich einige Aspekte zur Entstehungsgeschichte der Flusskrebssmodelle rekonstruieren. Den Schlüssel dazu liefert der Eintrag im Inventarbuch, demzufolge es sich um „Entwicklungsstadien, nach H. Reichenbach“ handelt.<sup>15</sup> Dem Anschaffungsdatum 1891 entsprechend können damit Reichenbachs beide Publikationen gemeint sein. Ein detaillierter Vergleich der Modelle mit den Bildtafeln Reichenbachs zeigt, dass die frühen embryonalen Stadien und ihre Anordnung eindeutig Abbildungen aus Reichenbachs Arbeit von 1877 nachempfunden sind (Abb. 1, 3, 4).<sup>16</sup> Die Vorlagen für die Modelle der späteren Stadien sind dagegen in Reichenbachs Arbeit von 1886 zu suchen, wahrscheinlich unter Einbeziehung der Darstellungen Rathkes von 1829 (Abb. 2). Dies betrifft die beiden verlorengegangenen sowie die beiden erhaltenen späten Entwicklungsstadien (Abb. 5).<sup>17</sup> Für die Verwendung von Rathkes Abbildungen spricht zweierlei: Das Modell des „Reifen Embryos“ zeigt teilweise eine größere Nähe zu Rathkes als zu Reichenbachs Darstellung, insbesondere was die Lage der Antennen betrifft (Abb. 1, 2, 5). Außerdem hat nur Rathke die entsprechenden Stadien aus verschiedenen Perspektiven dargestellt. Ausschließlich auf der Basis von Reichenbachs Abbildungen wäre eine Übertragung in dreidimensionale Modelle unmöglich gewesen.

Ob die Modellbauer von Loth direkt mit Reichenbach über die Gestaltung der Modelle korrespondiert und ob sie lebende oder fixierte Krebsembryonen als Vorlagen hinzugezogen haben, ist nicht bekannt. Beides ist für andere Tiermodellhersteller dokumentiert.<sup>18</sup> Da die Modelle des Schnittes durch die Gastrula (Einstülpung des Urdarms) und die der späten Entwicklungsstadien teilweise von den Abbildungen Reichenbachs wie Rathkes abweichen, können allerdings zusätzliche Einflüsse vermutet werden. Reichenbach hat seine erste Untersuchung im Labor des Leipziger Zoologen Rudolf Leuckart (1822–1898) durchgeführt.<sup>19</sup> Es ist wahrscheinlich, dass Leuckart als Parasitologe und Herausgeber zoologischer Wandta-



fehl<sup>20</sup> Kontakt zu der ebenfalls in Leipzig ansässigen Firma Weisker/Loth hatte und daher eine direkte Zusammenarbeit mit Reichenbach vermittelt haben könnte.<sup>21</sup>

Die meisten Modelle sind in Bezug auf ihre Gestalt recht vorbildgetreu und spiegeln die entsprechenden Stadien der Embryonalentwicklung von Flusskrebsen auch nach heutigem Kenntnisstand gut wider.<sup>22</sup> Nur das als „Eben ausgeschlüpfte Thier“ bezeichnete Modell zeigt zahlreiche Fehler. Zunächst demonstriert es einen folgenreichen Irrtum Reichenbachs. In der Arbeit von 1886 bezeichnet er in der Legende seine Abbildung 14, Taf. IVb (Abb. 5b) als „Skizze des ausgeschlüpfen Embryo nach Rathke“<sup>23</sup>. In der Tat findet sich eine entsprechende Darstellung bei Rathke (Abb. 2).<sup>24</sup> Dieser benennt sie aber als eine von mehreren Abbildungen, die „nach Embryonen gemacht wurden, die zum Durchbrechen ihrer Hüllen reif waren“<sup>25</sup>. Diese Unterscheidung ist von großer Bedeutung, da sich der Flusskrebsembryo beim Schlüpfen auch häutet und postembryonale Strukturen des Jungtiers – insbesondere Haken an den Scheren und am Körperende – damit erst sichtbar werden.<sup>26</sup> Diese fehlen daher bei den entsprechenden Abbildungen, und durch den Irrtum Reichenbachs wurden sie offensichtlich auch bei der Gestaltung des Modells nicht berücksichtigt.<sup>27</sup> Es handelt sich also bei den Modellen „Reifer Embryo“ und „Eben ausgeschlüpfte Thier“ letztendlich um das gleiche späte embryonale Entwicklungsstadium: einmal in natürlicher Haltung und einmal aufgeklappt. Die spätere unsachgemäße Rekonstruktion hat weitere Fehler hinzugefügt. Es wurden beispielsweise sämtliche Schreitbeine – statt nur die ersten drei Paare – mit Scheren versehen, und die Extremitäten des Hinterleibs wurden in der Ausprägung eines geschlechtsreifen männlichen Flusskrebses geformt (Abb. 1).<sup>28</sup>

Im Verhältnis zum Vorbild lebender Flusskrebsembryonen ist die Modelldarstellung recht abstrakt (Abb. 1, 6). Weder Gesamtgestalt noch Farbe oder der Aufbau aus Zellen werden abgebildet. Offensichtlich wurde nur eine Formübereinstimmung bestimmter als wesentlich erachteter Teile angestrebt, ergänzt um eine didaktische Hervorhebung der Keimblätter durch spezifische Farbgebung. Diese Abstraktion vom natürlichen Aussehen des Naturobjekts ist zunächst durch die zahlreichen Arbeitsschritte wie Fixierung, Präparation, Färbung, Einbettung, Zeichnung und schließlich Lithografie bedingt, die dem Modell als Endprodukt vorausgingen.<sup>29</sup> Andererseits kann zusätzlich von einer absichtsvollen Reduktion ausgegangen werden. Unter den Modellen des ausgehenden 19. Jahrhunderts ist bei den Serien zur Embryonalentwicklung häufig eine weitergehende Entfernung vom lebenden Vorbild zu beobachten als bei der Darstellung erwachsener Tiere oder deren Organe. Embryonen, insbesondere die von Wirbellosen, sind meist transparent oder liegen als durchsichtige Keime auf oder in opakem Dotter. Diese Bedingungen sind generell schwer in Modellen wiederzugeben. Dazu kommt, dass gerade die vergleichende Entwicklungsgeschichte sehr stark von Konzepten wie beispielsweise der Keimblätterlehre, der Coelomtheorie, der Inversion der Körperachsen oder der Biogenetischen Grundregel geprägt war.<sup>30</sup> Modelle der Entwicklung sollten dementsprechend auch dem Zweck dienen, derartige abstrakte Konzepte zu veranschaulichen. Dies wurde u.a. durch eine spezifische farbliche

Hervorhebung von als besonders wichtig erachteten Strukturen erreicht. Bei dem hier behandelten Beispiel geht es also nicht vornehmlich um die originalgetreue Wiedergabe sämtlicher Facetten von Krebsembryonen in verschiedenen Stadien, sondern um die Darstellung der Gastrulation als Prozess der Separierung der Keimblätter und die Entwicklung der Körperform sowie der externen Strukturen, die einen Flusskrebs ausmachen.

## ANMERKUNGEN

- 1 Erich Eder u. a., „Wunderheiler und Volksfeind – Anekdotische Beiträge zur Kulturgeschichte der Krebse“, in: ders., Walter Hödl (Hg.), *Flusskrebse Österreichs*, Linz, 1998, S. 257–274.
- 2 Thomas Henry Huxley, *The Crayfish – An Introduction to the Study of Zoology*, London, 1880.
- 3 Heinrich Rathke, *Ueber die Bildung und Entwicklung des Flusskrebses*, Leipzig, 1829. Zum Thema Entwicklungsgeschichte vgl. Janina Wellmann, *Die Form des Werdens. Eine Kulturgeschichte der Embryologie, 1760–1830*, Göttingen, 2010.
- 4 Heinrich Reichenbach, „Die Embryonalanlage und erste Entwicklung des Flusskrebses“, in: *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie* 29 (1877), S. 123–196, Taf. X–XII; ders., „Studien zur Entwicklungsgeschichte des Flusskrebses“, in: *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* 14 (1886), S. 1–137, Taf. I–XIV.
- 5 Lynn K. Nyhart, *Biology Takes Form*, Chicago, 1995; Peter J. Bowler, *Life's Splendid Drama*, Chicago, 1996.
- 6 Stefan Richter, „Die Lehrsammlung des Zoologischen Instituts der Berliner Universität – ihre Geschichte und ihre Bedeutung“, in: *Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin* 37 (1999), S. 59–76; Gerhard Scholtz, Hendrik Müller, „Von der Ästhetik des Lernens I – Die Modelle der Zoologischen Lehrsammlung“, in: Horst Bredekamp u. a. (Hg.), *Theater der Natur und Kunst*, Berlin, 2000, S. 187–191; Nick Hopwood, *Embryos in Wax. Models from the Ziegler Studio*, Cambridge, 2002; Henri Reiling, „... von unserer aufrichtigen Vorliebe zur Naturwissenschaft geleitet“, in: Karlheinz Wiegmann, Meike Niepelt (Hg.), *Kunstformen des Meeres. Zoologische Glasmodelle von Leopold und Rudolf Blaschka 1863–1890*, Tübingen, 2006, S. 37–47.
- 7 Wellmann, *Form des Werdens*.
- 8 Richter, Die Lehrsammlung des Zoologischen Instituts.
- 9 Inventarbuch Zoologische Lehrsammlung: Modelle, Eintrag 346.
- 10 Sabine Hackethal, „The Blaschka models of the Humboldt University and their historical context“, in: *Historical Biology* 20 (2008), S. 19–28.
- 11 *Tageblatt der 53. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte*, Danzig 1880, S. 15.
- 12 Carl Rabl, *Geschichte der Anatomie an der Universität Leipzig*, Leipzig, 1909, S. 102.
- 13 Hopwood, *Embryos*, S. 27.
- 14 Hopwood, *Embryos*.
- 15 Inventarbuch Zoologische Lehrsammlung.
- 16 Reichenbach, Embryonalanlage, Taf. X, Fig. 3, 4, 5, 6, 8. Das Modell des Längsschnittes der Gastrulation entspricht weitgehend den Fig. 9, 14, 15 auf Taf. XI. Allerdings gibt es ähnliche Abbildungen auch in Reichenbachs zweiter Arbeit (Taf. VI, Fig. 30). Es muss offen bleiben, ob die Anordnung dem Originalzustand von 1891 entspricht. Dennoch ist sie mit Ausnahme der Position des Schnittmodells eindeutig der Tafel Reichenbachs nachempfunden.



- 17 Reichenbach, Studien zur Entwicklungsgeschichte, Taf. IVb, Fig. 13, 14, bzw. Rathke, *Ueber die Bildung und Entwicklung*, Taf. I, Fig. 13–19 und Taf. II, Fig. 23–25.
- 18 Richter, Die Lehrsammlung des Zoologischen Instituts; Hopwood, *Embryos*; Reiling, ... von unserer aufrichtigen Vorliebe.
- 19 Reichenbach, Embryonalanlage, S. 123–124.
- 20 Carlo Redi u. a., *Visual Zoology. The Pavia collection of Leuckart's zoological wall charts (1877)*, Como, 2000.
- 21 Hackethal, The Blaschka Models.
- 22 Frederike Alwes, Gerhard Scholtz, „Stages and other aspects of the embryology of the parthenogenetic Marmorkrebs (Decapoda, Reptantia, Astacida)“, in: *Development Genes and Evolution* 216 (2006), S. 169–184.
- 23 Reichenbach, Studien zur Entwicklungsgeschichte, S. 131.
- 24 Rathke, *Ueber die Bildung und Entwicklung*, Taf. I, Fig. 16.
- 25 Rathke, *Ueber die Bildung und Entwicklung*, S. 93.
- 26 Gerhard Scholtz, „Phylogeny and Evolution“, in: David M. Holdich (Hg.), *Biology of Freshwater Crayfish*, Oxford, 2002, S. 30–52, Taf. 10–16. Huxley (1880) hat diese Häkchen als erster beschrieben. Reichenbach zitiert Huxley in seiner Arbeit von 1886, ohne auf das Thema einzugehen. Seltsamerweise zeigt er sogar einen Hinterleib eines geschlüpften Tieres mit den entsprechenden Hakenstrukturen (Taf. IVb, Fig. 15).
- 27 Reichenbachs Irrtum hatte noch weitere Auswirkungen auf Lehrmaterialien des 19. Jahrhunderts. Auf der Wandtafel von Rudolf Leuckart über die Larvenstadien von Krebstieren findet sich im Zentrum eine Abbildung, die als Schlüpfstadium des Flusskrebsses „nach Reichenbach und eigenen Untersuchungen“ bezeichnet wird (vgl. Redi, *Visual Zoology*). Auch hier ist die Vorlage Rathkes eindeutig erkennbar und es handelt sich also ebenfalls nicht um ein frisch geschlüpftes Tier, sondern einen späten Embryo. Nebenbei hat sich in diese Darstellung mit der Ergänzung um ein in der Natur nicht auftretendes Beinpaar am ersten Hinterleibssegment ein weiterer Fehler eingeschlichen.
- 28 Scholtz, Phylogeny. Die großen Scheren befinden sich offensichtlich noch im Originalzustand (insbesondere die linke Schere, die rechte ist überarbeitet). Ähnliches gilt für die zweiten und dritten (kleinen) Scheren. Daraus wird ersichtlich, dass die zurückgebogenen Haken dieser Scheren von Loth nicht berücksichtigt wurden. Die Scheren an den Beinpaaren vier und fünf sind grober und etwas anders orientiert und offensichtlich das Produkt einer späteren Reparatur. Das gleiche gilt für die Extremitäten des Hinterleibs (hier bleibt aber eine Restunsicherheit über den Originalzustand).
- 29 Vgl. auch Hopwood, *Embryos*.
- 30 Nyhart, *Biology*; Bowler, *Life's Splendid Drama*.

## Abbildungen

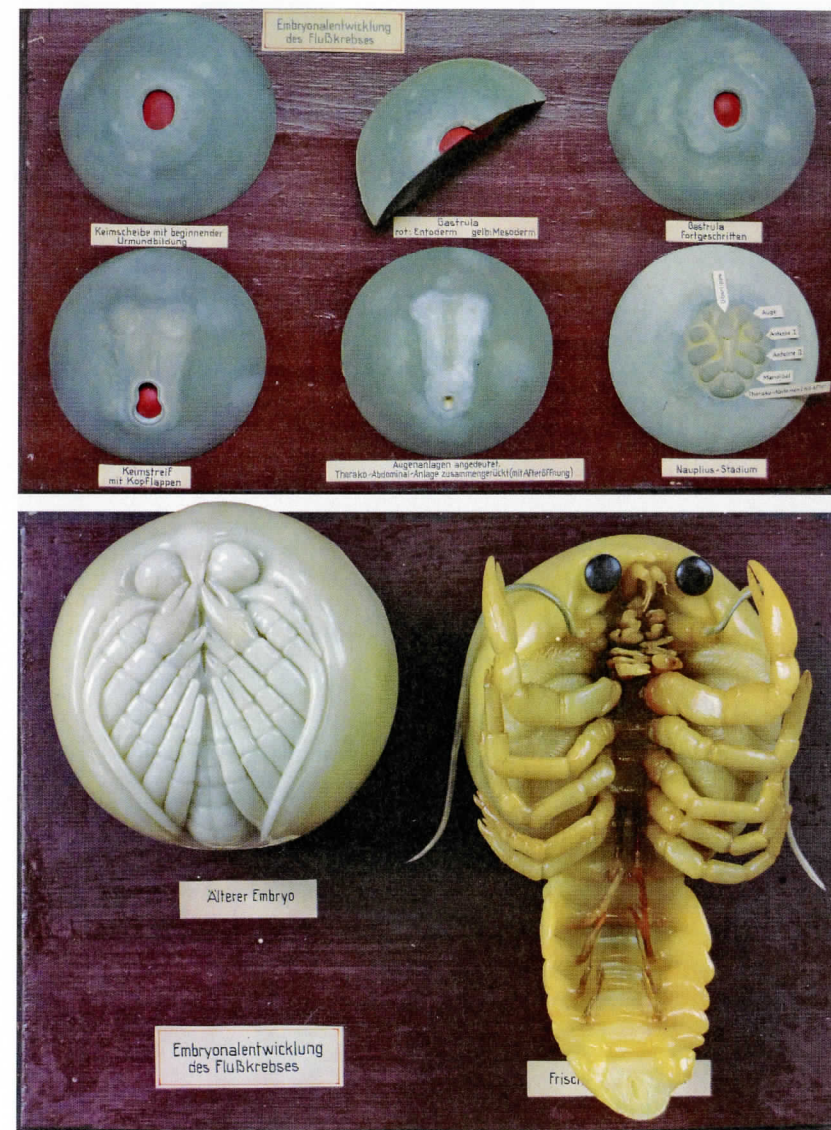


Abb. 1: Wachsmodellserie von Paul Loth zur Entwicklung des Flusskrebsses. Die erhaltenen frühen Stadien (oben). Die Kugelsegmente haben jeweils einen Durchmesser von 14 cm. Die Beschriftung ist teilweise fehlerhaft; im unteren mittleren Modell ist nicht die Afteröffnung, sondern der Urmund dargestellt. B) Die späten Stadien (unten). Der links dargestellte späte Embryo zeigt einen Durchmesser von 17 cm, der rechts dargestellte und irrtümlich als „Eben geschlüpftes Tier“ bezeichnete späte Embryo hat eine Gesamtlänge von 30 cm. (Foto: Zoologische Lehrsammlung der HU Berlin)



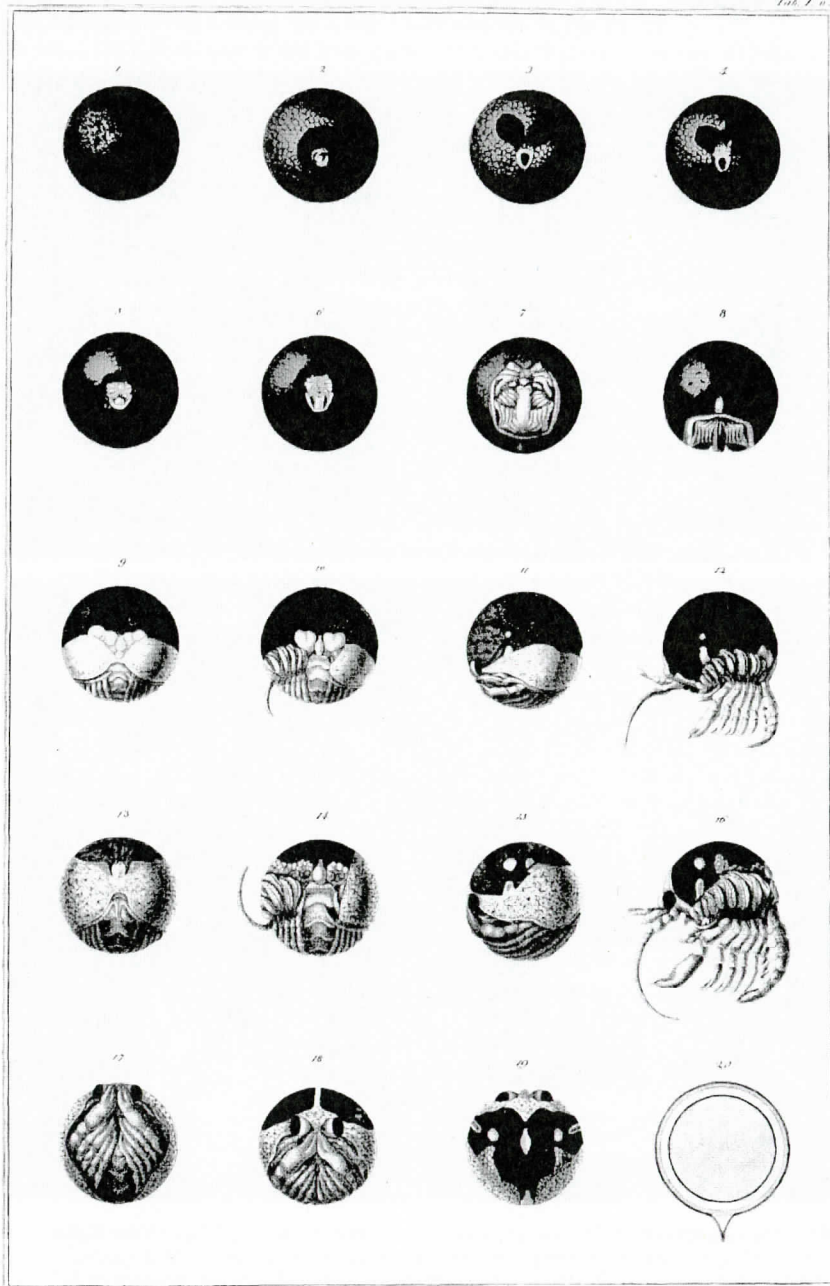


Abb. 2a: Taf. Ia aus Rathke (1829). Insbesondere Fig. 16 und 17 sind für die weitere Diskussion von Interesse (vgl. Abb. 1,5).

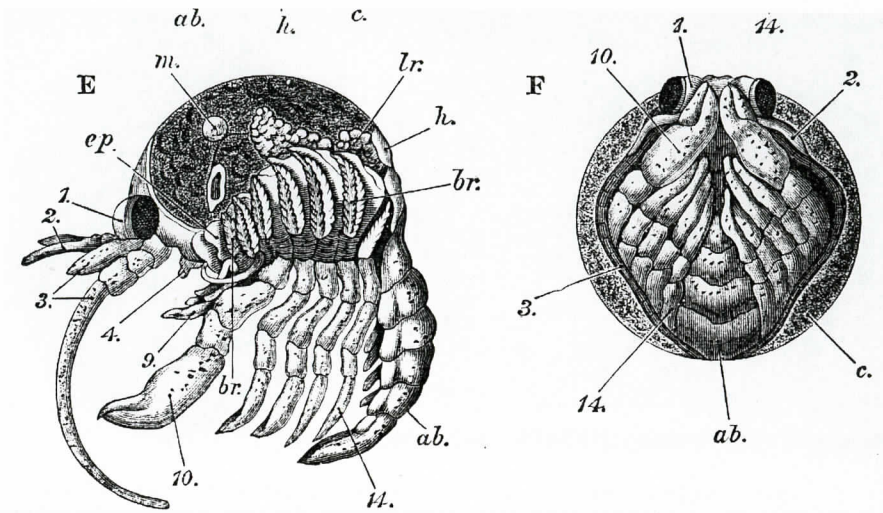


Abb. 2b: Vergrößerte Fig. 16 und 17 der Taf. Ia aus Rathke (1829), wie sie von Huxley (1880) mit Ausnahme der Beschriftung direkt übernommen wurden.

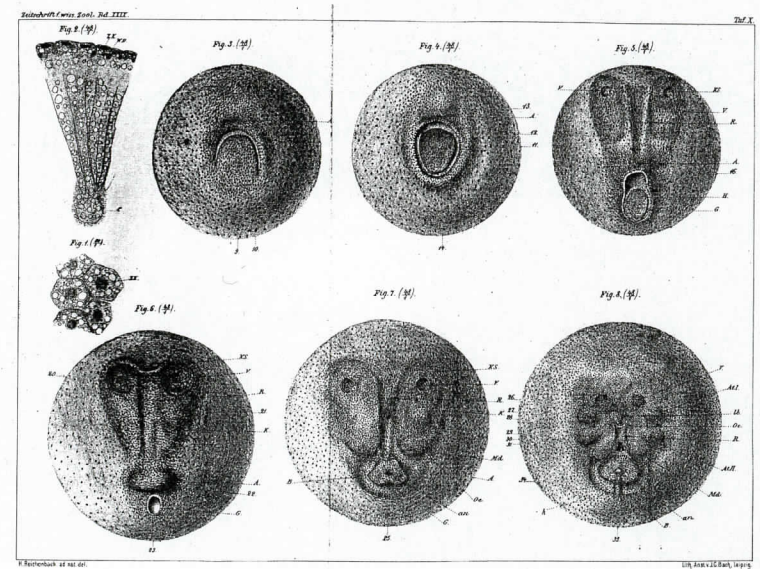


Abb. 3: Taf. X aus Reichenbach (1877), die als Vorlage für die Modelle und für die Anordnung der frühen Stadien diente. (vgl. Abb. 1)



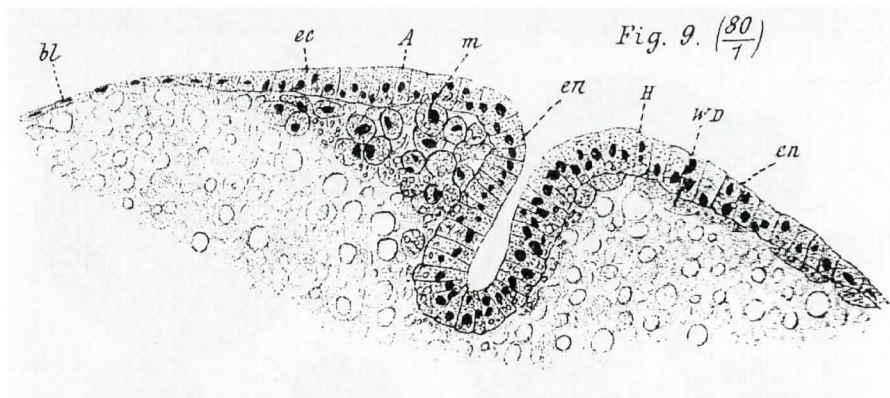


Abb. 4a: Vorbild für das Modell, Schnittbild durch die Gastrula, Reichenbach 1877

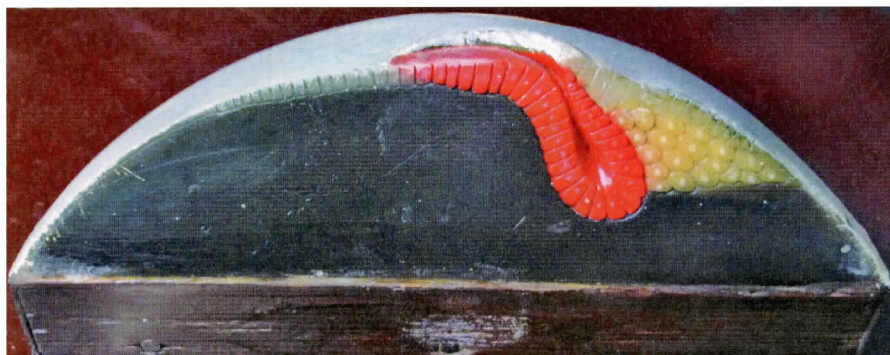


Abb. 4b: Schnittdarstellung im Modell (Foto: Zoologische Lehrsammlung der HU Berlin)

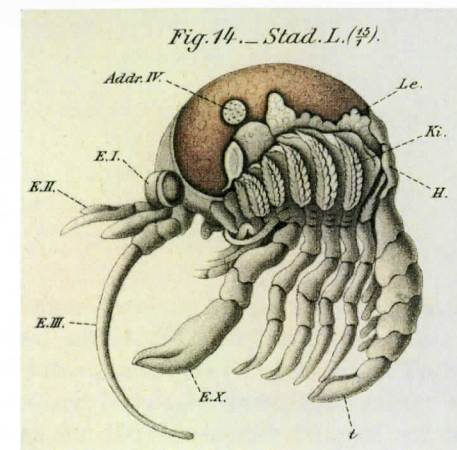
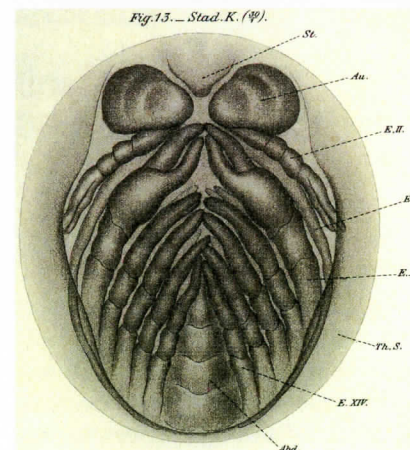


Abb. 5a/b. Die Vorlagen für die Modelle der späten Stadien aus Reichenbach (1886). Taf. IVb Fig. 13 (links), Fig. 14 (rechts). Fig. 14 hat Reichenbach von Rathke (1829) übernommen (Taf. Ia, Abb. 16). Im Gegensatz zu den Angaben Reichenbachs handelt es sich aber nicht um ein geschlüpftes Tier, sondern um das gleiche Stadium wie das links dargestellte (vgl. Abb. 1,2).



Abb. 6: Fotografie eines frisch geschlüpften Flusskrebsses. Man beachte die Farbigkeit (brauner Dotterrest, hellbraune Pigmentzellen, weiß-transparentes Gewebe) und das Fehlen von Scheren an den Beinpaaren vier und fünf im Vergleich zum Modell (vgl. Abb. 1). (Foto: Zoologische Lehrsammlung der HU Berlin)

David Ludwig, Cornelia Weber, Oliver Zauzig (Hg.)

# **DAS MATERIELLE MODELL**

Objektgeschichten aus der wissenschaftlichen Praxis

Wilhelm Fink

Umschlagabbildung: Mückenkörper vor dem Abformen  
(Foto: Hanne Moschkowitz, Julia Stoess)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Dies betrifft auch die Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder durch alle Verfahren wie Speicherung und Übertragung auf Papier, Transparente, Filme, Bänder, Platten und andere Medien, soweit es nicht §§ 53 und 54 UrhG ausdrücklich gestatten.

© 2014 Wilhelm Fink, Paderborn  
(Wilhelm Fink GmbH & Co. Verlags-KG, Jühenplatz 1, D-33098 Paderborn)

Internet: [www.fink.de](http://www.fink.de)

Einbandgestaltung: Evelyn Ziegler, München  
Printed in Germany  
Herstellung: Ferdinand Schöningh GmbH & Co. KG, Paderborn

ISBN 978-3-7705-5696-0

## Inhalt

|                                                                                                          |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| DAVID LUDWIG, CORNELIA WEBER, OLIVER ZAUZIG<br>Materielle Modelle in wissenschaftlicher Praxis . . . . . | 9 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

### I. Dreidimensionales Publizieren. Modelle als Forschungsdokumente. . . . .

17

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SARA DOLL<br>Die Entwicklung der Schilddrüse.<br>Wachsmodelle der Anatomischen Sammlung Heidelberg<br>als Dokumente vergangener Forschungsarbeit . . . . . | 21 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| JÖRG MÄNNER<br>Die Humanembryologische Dokumentationssammlung<br>Bleichschmidt. Eine modellbasierte Gesamtschau auf einen dynamischen<br>Formbildungsprozess . . . . . | 33 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| GERHARD SCHOLTZ<br><i>Astacus fluviatilis</i> . Wachsmodellserie zur Entwicklung des Flusskrebsses . . . . . | 41 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| HENRIK EßLER<br>Urte Müller. Die Biographie einer Moulage . . . . . | 53 |
|---------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| DAVID LUDWIG<br>Ernst Haeckel und die Radiolarie <i>Heliosphaera actinota</i> in Glas . . . . . | 63 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### II. Im Labor und auf dem Arbeitstisch. Experimentieren mit Modellen . . . . .

69

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| JÖRG ZAUN<br>Eine Anleitung zur Ausführung hydraulischer Versuche im Kleinen.<br>Hydrodynamische Modelle von Julius Weisbach . . . . . | 71 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| KLAUS STAUBERMANN<br>Vom Replizieren. Schlepptanks und Schiffsmodelle . . . . . | 83 |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|