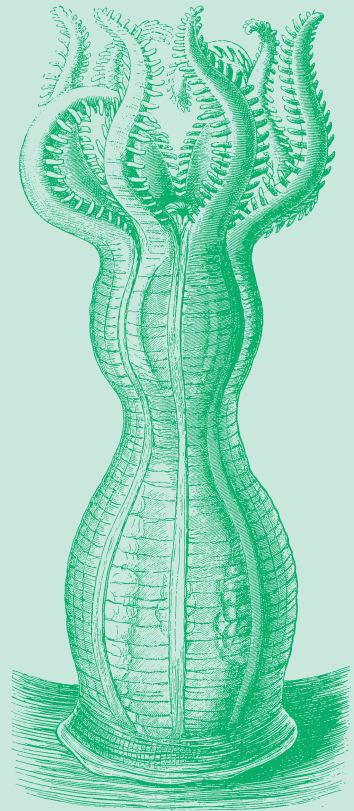


1

# EINFLÜSSE: WISSENSCHAFT IM UMBRUCH



„Die Naturphilosophie gehört zu den ältesten, erhabensten und schönsten Beschäftigungen des menschlichen Geistes, und sie wird auch in der Zukunft immer ihre Anhänger finden. Denn sie vermag nicht nur das Verständnis für die Schönheit und Harmonie der Natur zu wecken, sondern auch tiefe Einsichten in die Struktur und Gesetzmäßigkeiten des Universums zu vermitteln.“

— Johann Wolfgang von Goethe, Maximen und Reflexionen (1833)

„Die moderne Naturwissenschaft hat uns gelehrt, dass wir nur dann wahres Wissen erlangen können, wenn wir uns auf die sinnliche Wahrnehmung und die systematische Überprüfung von Hypothesen stützen. Es ist nur durch die sorgfältige Anwendung von Methoden wie Beobachtung, Experiment und Mathematik möglich, unser Verständnis der Natur zu vertiefen und zu erweitern.“

— Hermann von Helmholtz, Über die Erhaltung der Kraft (1847)

NATHANAEL PRINGSHEIM wurde in einer Zeit geboren, als sich die modernen Naturwissenschaften gerade formierten. Das 19. Jahrhundert stand im Zeichen eines Paradigmenwechsels, der seine Wurzeln im 18. Jahrhundert hatte und das seit der Antike bestehende statische Weltbild verdrängte. In diesem Kapitel werde ich die Übergangsphase vom statischen zum dynamischen Weltbild beschreiben und die Schlüsseltheorien vorstellen, die Nathanael Pringsheims wissenschaftliche Arbeit prägten (siehe **Abb. 1.1.**).

### J. W. v. GOETHE

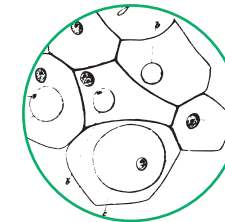
Versuch, die Metamorphose der Pflanzen zu erklären



1790

### M. SCHLEIDEN

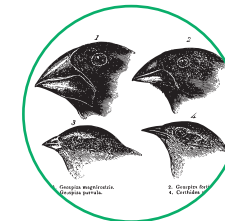
Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Thiere und Pflanzen



1839

### C. DARWIN

Über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung



1860

### N. PRINGSHEIM

1823



1880

1894

1900

**Abb. 1.1. KAPITELÜBERBLICK „EINFLÜSSE“.** Wichtige Einflüsse auf das Schaffen von Nathanael Pringsheim, die in diesem Kapitel genauer beschrieben werden.

## 1.1 VOM STATISCHEN ZUM DYNAMISCHEN WELTBILD

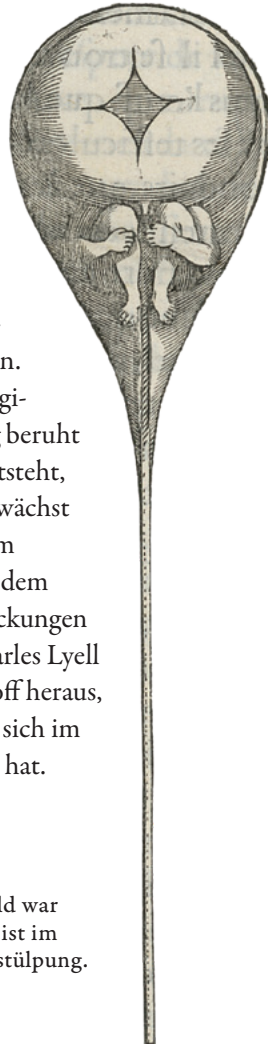
„Am Anfang schuf Gott Himmel und Erde. Und die Erde war wüst und leer, und Finsternis lag auf der Tiefe; und der Geist Gottes schwebte über dem Wasser. Und Gott sprach: Es werde Licht! Und es ward Licht.“

— 1. Mose 1, 1–3 (Beginn des Alten Testaments, Lutherbibel)

BIS ZUM ANFANG des 19. Jahrhunderts herrschte die Annahme vor, dass der Ursprung allen Lebens auf die Schöpfungsgeschichte des Alten Testaments zurückgeführt werden kann und in der Bibel verlässlich dokumentiert ist. Basierend auf Untersuchungen biblischer Genealogien schätzten Theologen die Epoche der Schöpfung auf rund 4.000 Jahre vor Christus. Dies implizierte, dass sowohl die Erde als auch alle darauf lebenden Organismen seit dieser Zeit unverändert bestehen würden.

Das statische Weltbild manifestiert sich im biologischen Konzept der **Präformation**. Diese Vorstellung beruht auf der Annahme, dass ein Individuum nicht neu entsteht, sondern aus bereits vorhandenen Strukturen hervorstößt und sich entfaltet (Abb. 1.2.). Die Vorstellung einer im Wesentlichen unveränderten Welt geriet jedoch seit dem späten 18. Jahrhundert durch zahlreiche neue Entdeckungen ins Wanken. So fanden der schottische Geologe Charles Lyell und sein deutscher Kollege Karl Ernst Adolf von Hoff heraus, dass die Erdkruste nicht unveränderlich ist, sondern sich im Verlauf von Jahrtausenden kontinuierlich gewandelt hat.

**Abb. 1.2. HOMUNCULUS.** In einem statischen Weltbild war kein Platz für die Entwicklung von Neuem. Der Embryo ist im Spermium bereits präformiert und bildet sich durch Ausstülpung. Zeichnung von Nicolas Hartsoecker (1694).



Ebenso wurde das Konzept der Unveränderlichkeit des biologischen Lebens durch Naturforscher aus Frankreich und England in Frage gestellt. Der Franzose Jean-Baptiste Lamarck war einer der frühen Befürworter der Idee, dass sich biologische Organismen im Laufe der Zeit verändern. Seine Theorie, bekannt als Lamarckismus, postulierte, dass Organismen im Verlauf ihres Lebens erlangte Eigenschaften an ihre Nachkommen weitergeben können. Obwohl der Lamarckismus heute weitestgehend abgelehnt wird, markiert er einen wichtigen Meilenstein in der Entwicklung des Evolutionskonzepts. Die britischen Naturforscher Charles Darwin und Alfred Russel Wallace legten schließlich eine Theorie vor, die besagt, dass sich biologische Arten im Laufe der Zeit durch natürliche Selektion verändern und weiterentwickeln (siehe **ABSCHNITT 1.3**).

Die Entdeckung der Veränderungen in der belebten und unbelebten Natur führte zu einem einschneidenden Paradigmenwechsel hin zu einem dynamischen Weltbild mit ganz neuen Fragen und Herausforderungen. Einer der bekanntesten Naturforscher an der Wende zum 19. Jahrhundert war Alexander von Humboldt, der zahlreiche wissenschaftliche Expeditionen nach Südamerika und in verschiedene europäische Länder unternahm. Humboldt trug dazu bei, die Welt als ein dynamisches und vernetztes System zu verstehen und nicht als eine Sammlung isolierter Elemente.

Einer der ersten historisch denkenden Philosophen war Georg Wilhelm Friedrich Hegel. Im Zentrum seiner Geschichtsphilosophie stand der Gedanke des dialektischen Prozesses. Hegel argumentierte, dass die Welt und alles in ihr einem kontinuierlichen Wandel und einer ständigen Entwicklung unterliegen, und nicht in einem starren, statischen Zustand verharren.<sup>1</sup>

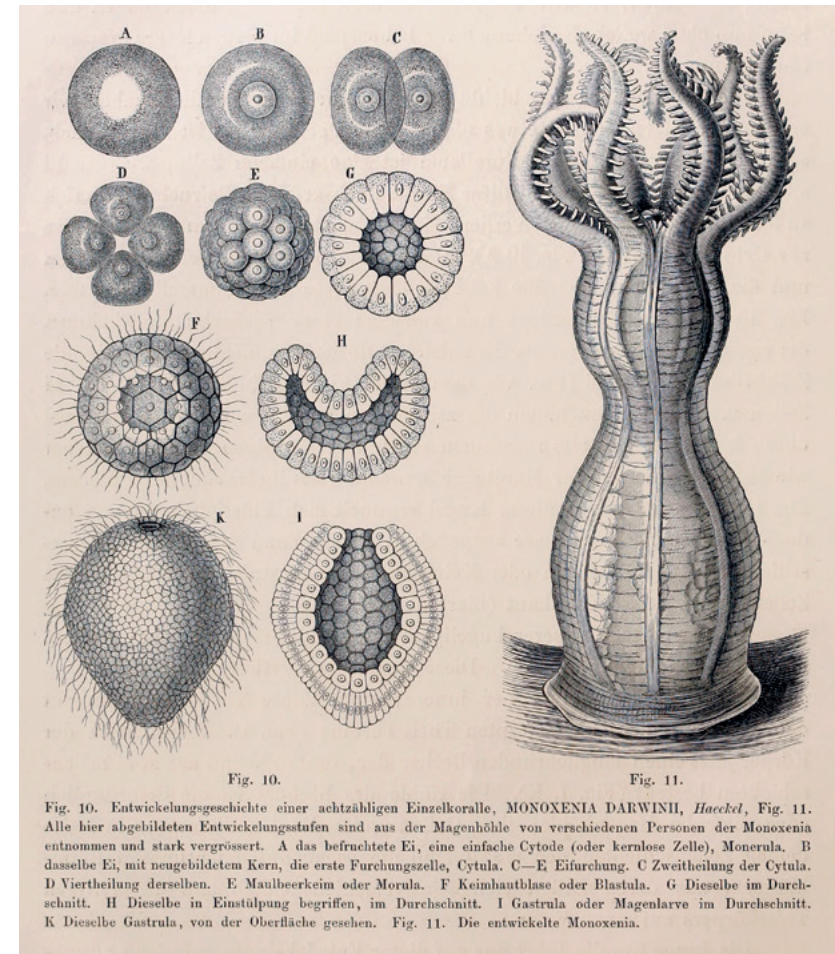
Auch die Biologie erlebte im 19. Jahrhundert einen Paradigmenwechsel, indem Entwicklungsfragen immer stärker in den Vordergrund rückten. Im Zentrum dieses Interesses standen zwei Kernthemen: Die

— **PRÄFORMATION** Begriff aus der Geschichte der Entwicklungsbiologie. Er bezieht sich auf die überholte Vorstellung, dass ein Organismus bereits vor der Befruchtung in Miniaturform in der Eizelle oder dem Spermium vollständig vorhanden ist und sich lediglich vergrößert. Diese Ansicht wurde später durch das Konzept der „Epigenese“ ersetzt, welches besagt, dass sich ein Organismus aus undifferenziertem Gewebe entwickelt und während der Entwicklung neue Strukturen bildet.

Entwicklung des einzelnen Individuums, bekannt als **Ontogenese**, und die Entwicklung der Arten in der sogenannten **Phylognese** (Abb. 1.3. – 1.4.). Die Wissenschaftler dieser Zeit machten es sich zur Aufgabe, die Prozesse, die zur Entstehung und Entwicklung von Organismen führen, eingehend und systematisch zu untersuchen. Dies umfasste Fragen zur Zellteilung, zur Bildung von Organen und Geweben sowie zur Artbildung. Hierbei sind zwei Ebenen von Ursachen zu unterscheiden. Auf der einen Seite stehen die unmittelbaren („proximaten“) Ursachen, die die Gestaltentfaltung in der Ontogenese erklären. Hierzu zählen physiologische, aber auch genetische Faktoren, die zu dieser Zeit noch weitgehend unbekannt waren. Auf der anderen Seite sind sogenannte letzte oder „ultimate“ Ursachen für den evolutiven Wandel verantwortlich. Ultimate Ursachen sind vor allem selektionierende Faktoren wie geographische Barrieren, die auf der Ebene von Populationen wirken. Diese differenzierte Betrachtungsweise ermöglichte es den Wissenschaftlern, einen tieferen Einblick in die komplexen Prozesse des Lebens zu erlangen und ein umfassendes Bild von der Dynamik der Natur zu entwickeln. Das neue Verständnis ging weit über die statischen Vorstellungen der Vergangenheit hinaus und eröffnete völlig neue Perspektiven auf die lebendige Welt.<sup>2</sup>

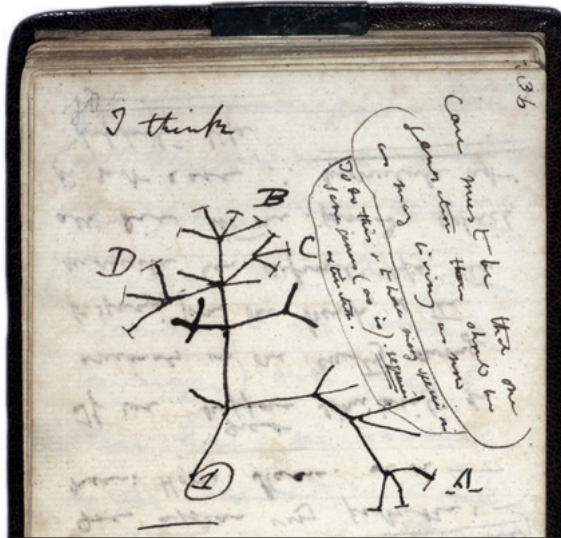
Bei der Erforschung der unmittelbaren, also proximativen Ursachen der Ontogenese, nimmt die Zelltheorie des Botanikers Matthias Schleiden sowie des Anatomen und Physiologen Theodor Schwann eine zentrale Stellung ein. Diese wird im folgenden **ABSCHNITT 1.2** erläutert.

- **ONTOGENESE** Entwicklung eines Individuums von der befruchteten Eizelle bis zum erwachsenen Organismus.
- **PHYLOGENSE (STAMMESGESCHICHTE)** Historische Entwicklung von Arten oder Gruppen von Arten im Laufe der Evolution.
- **PROXIMATE UND ULTIMATE URSACHEN** Der Evolutionsbiologe Ernst Mayr prägte die Begriffe „proximate“ (unmittelbare) und „ultimate“ (letztenendliche) Ursachen, um unterschiedliche Ebenen der Erklärung biologischer Phänomene zu charakterisieren. Proximate Ursachen, zu denen genetische, zelluläre, physiologische und Umweltfaktoren gehören, bestimmen die individuelle Entwicklung eines Organismus. Ultimate Ursachen betreffen evolutionäre Prozesse, wobei die natürliche Selektion ein herausragendes Beispiel für Faktoren ist, die die Entwicklungspfade einer Art prägen.



**Abb. 1.3. ONTOGENESE.** Ontogenese der Koralle *Monoxenia darwinii*. Diese Korallenart des Roten Meeres wurde erstmals von Ernst Haeckel beschrieben. Mit dem Zusatz „darwinii“ drückte Haeckel seine Verehrung für Charles Darwin aus. Abgebildet sind die ersten Stadien der Entwicklung und die erwachsene Koralle. Originalzeichnungen von Ernst Haeckel.

Charles Darwin und Alfred Russel Wallace hingegen waren entscheidend bei der Aufklärung der grundlegenden ultimativen Mechanismen der Phylogenie beteiligt, ein Thema, das in **ABSCHNITT 1.3** eingehender behandelt wird. Es ist allerdings zu beachten, dass die Biologie des 19. Jahrhunderts – zu Zeiten Pringsheims und Darwins – oft durch eine Vermengung und Verwechslung von proximativen und ultimativen Ursachen charakterisiert war.



## 1.2 ZELLTHEORIE VON SCHLEIDEN UND SCHWANN

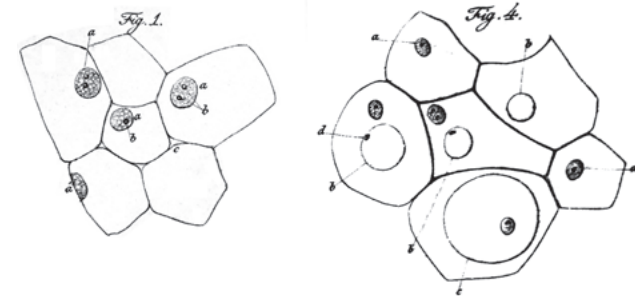
ZU BEGINN DES 19. JAHRHUNDERTS wurde die Präformationstheorie widerlegt (**Abb. 1.2.**). Anstatt dieser stellten Wissenschaftler fest, dass es während der Ontogenese – der individuellen Entwicklung eines Organismus von der Befruchtung bis zur vollständigen Reife – zu einer Neubildung von Form und Gestalt kommt (**Abb. 1.3.**). Trotz dieses

**Abb. 1.4. PHYLOGENESE.** Skizze eines phylogenetischen Baums aus einem Notizbuch von Charles Darwin.

Durchbruchs benötigte es jedoch noch einige Zeit, um das volle Ausmaß der Rolle biologischer Zellen in diesen Prozessen zu verstehen.

Die Zelle, als Grundelement allen Lebens und Basiskomponente aller Organismen – sowohl im Pflanzen- als auch im Tierreich – stellt die Urform des Lebens dar. Was uns heutzutage geläufig erscheint, war 1838/39, als die Zelltheorie von Matthias Schleiden und Theodor Schwann eingeführt wurde, eine bahnbrechende Hypothese.<sup>3</sup> Schleiden demonstrierte, dass Pflanzen aus Zellen bestehen, während Schwann aufdeckte, dass Zellen auch für die Ontogenese von Tieren essenziell sind (**Abb. 1.5. – 1.6.**). Heutzutage ist bekannt, dass neue Zellen durch Zellteilung entstehen und dass die Spontanzeugung, das heißt die Bildung von Zellen aus unbelebter Materie, unmöglich ist.

Die Zelltheorie von Schleiden und Schwann (**Abb. 1.7. – 1.8.**) erlaubte es, biologische Entwicklungsprozesse auf Basis der Interaktionen zwischen Zellen zu beschreiben. Der bedeutende Berliner Mediziner Rudolf Virchow verdichtete 1855 die zentrale Aussage der Zelltheorie auf das Prinzip: „omnis cellula a cellula“ – jede Zelle entsteht aus einer bereits bestehenden Zelle. Virchow erweiterte die Theorie zur „Zellularpathologie“ in der Medizin und postulierte, dass Krankheiten auf Störungen in Körperzellen basieren.<sup>4</sup> Dies stellte ein revolutionäres Konzept dar, da seit der Antike Krankheiten auf Störungen des Gleichgewichts von Körpersäften zurückgeführt wurden.



**Abb. 1.5. und 1.6. „ELEMENTARTEILCHEN“ DES LEBENS.** Zellen sind die „Elementarteilchen“ des Lebens. Pflanzen- (**Abb. 1.5., links**) und Tierzellen (**Abb. 1.6., rechts**) weisen große Ähnlichkeiten auf. Beide besitzen einen Zellkern (runde Struktur). Pflanzenzellen haben im Unterschied zu Tierzellen eine Zellwand. Originalzeichnungen von Matthias Schleiden.

**LESEPROBE**

Weitere Seiten dieses Kapitels  
stehen in der vollständigen Fassung zur Verfügung

## BILDNACHWEIS

**Abb. 1.1.:** Aus Abb. 1.6.; Certhidea.

Wellcome Collection, photo number LO026712.; Bliedner, Arno: *Goethe und die Urpflanze*. Rütten & Loening, Frankfurt am Main, 1901, Tafel 4; Porträt von Nathanael Pringsheim um 1890, Humboldt-Universität zu Berlin, Universitätsbibliothek.

**Abb. 1.2.:** Hartsoeker, Nicolas: *Essai de Dioptrique*. J. Anisson, Paris, 1694, 230.

**Abb. 1.3.:** Haeckel, Ernst: *Arabische Korallen. Ein Ausflug nach den Korallenbänken des Rothen Meeres und ein Blick in das Leben der Korallenthier*. Populäre Vorlesung mit

*wissenschaftlichen Erläuterungen*. Georg Reimer, Berlin, 1876, 12.

**Abb. 1.4.:** Darwin, C. R.: Notebook B: Transmutation of species. CUL-DAR121 (Hrsg.: John van Wyhe), 1837–1838, 36. (Darwin Online: <[darwin-online.org.uk](http://darwin-online.org.uk)>, reproduced with the permission of Cambridge University Library).

**Abb. 1.5., 1.6.:** Schwann, Theodor: *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen*. Sander, Berlin, 1839, Tafel I, Fig. 1 und 4.