

**OSTWALDS KLASSIKER
DER EXAKTEN WISSENSCHAFTEN
Band 176**

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

von
Theodor Schwann

Verlag Harri Deutsch

OSTWALDS KLASSIKER
DER EXAKTEN WISSENSCHAFTEN
Band 176



Theodor Schwann
7.12.1810 - 14.1.1882

OSTWALDS KLASSIKER
DER EXAKTEN WISSENSCHAFTEN
Band 176

Mikroskopische Untersuchungen
über die Uebereinstimmung
in der Struktur und dem Wachsthum
der Thiere und Pflanzen

von
Theodor Schwann

Herausgegeben,
Einführung und Kommentar von
Gerhard Müller-Strahl



Verlag Harri Deutsch

Die Druckvorlage für den Faksimiltitel wurde freundlicherweise von der Universitätsbibliothek Johann Christian Ströckmann, Frankfurt am Main, zur Verfügung gestellt.

Die Wiedergabe des Porträts von Th. Schwann erfolgt mit freundlicher Genehmigung des Archivs der K. U. Leuven, Belgien.

Zum Porträt

Theodor Schwann im Jahre 1846.

In den Jahren 1839 bis 1848 amrichtete Schwann die „Anatomie générale descriptive et pathologique“ an der Universität Löwen. Unter den ihn mit diesem Porträt beehrenden Schülern mag Étienne Michel van Kempen genannt sein. Nach einer Lithographie von Louis Tardieu (1810-1894).

Bibliografische Informationen 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.

ISBN 10: 3-8171-3176-3

ISBN 13: 978-3-8171-3176-1

Jede Vervielfältigung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Speicherung und die Vervielfältigung in elektronischen Systemen.

Der Inhalt des Werkes wurde sorgfältig verarbeitet. Dennoch übernehmen Autor, Herausgeber und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

© Wissenschaftlicher Verlag Hans Deutsch GmbH,
Frankfurt am Main, 2006

1. Auflage 2006

Druck: Rensch-Buch-Druckerei GmbH, Schellert
Printed in Germany

Inhalt

Bemerkungen zur Edition	III
Einführung	
Die logische Struktur der Zellenlehre von 1839 und ihre erkenntnistheoretischen Prinzipien	VII
I Vita Theodor Schwann	X
Wichtigste Arbeiten Schwanns	XXX
Literatur	XXXIII
II. Struktur der Zellenlehre	XXXVII
III. Zelle – Maschine – <i>quasikristalline</i> Systeme	LXIII
IV. Formale Elemente der Zellenlehre von 1839	LXVII
V. Essenzielle Inhalte der Zellenlehre von 1839	LXXIX
Anmerkungen zur Einführung	LXXXI
Mikroskopische Untersuchungen	
über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen	XCIII
Vorrede	XCV
Inhalt	CID
Einleitung	I
I. Abschnitt. Ueber die Struktur und das Wachsthum der Chorda dorsalis und der Knorpel	11
1. Chorda dorsalis	14
2. Knorpel	17
II. Abschnitt. Ueber die Zellen als Grundlage aller Gewebe des thierischen Körpers	41
I. Abtheilung. Ueber das Ei und die Keimhaut	46
II. Abtheilung. Bleibende Gewebe des thierischen Körpers	71
1. Klasse. Isotom selbstständige Zellen	74
1) Lymphe- und Speicheldrüsen	75
2) Blutkörperchen	75

3) Schleimkörperchen	77
4) Eiterkörperchen	78
II. Klasse. Selbstständige, zu zusammenhängenden Geweben vereinigte Zellen.	81
1) Epithelium	82
2) Das schwarze Pigment	87
3) Nägel	90
4) Klauen	92
5) Federn	93
6) Krystallmasse	99
III. Klasse. Gewebe, in denen die Zellenwände unter einander oder mit der Interzellularsubstanz verschmolzen sind	110
1) Knorpel und Knochen	111
2) Zähne	117
IV. Klasse. Faserzellen, oder Gewebe, die aus Zellen entstehen, welche sich in Faserbündel theilen	132
1) Zellgewebe	133
2) Sehngewebe	147
3) Elastisches Gewebe	148
V. Klasse. Gewebe, die aus Zellen entstehen, deren Wände und deren Höhlen untereinander verschmelzen	155
1) Muskeln	156
2) Nerven	169
3) Kapillargefäße	182
III. Abschnitt. Rückblick auf die vorige Untersuchung.	
Der Zellenbildungsprozess. Theorie der Zellen	191
Nachtrag über die Bedeutung des Keimbläschens	258
Bemerkungen über eine von Herrn Prof. Valentia gegebene geschichtliche Darstellung der früheren Untersuchungen über den abgehandelten Gegenstand	260
Erklärung der Kupfertafeln	267
Kupfertafeln	272
Kommentar	281
Quellen der Mikroskopischen Untersuchungen	377

Bemerkungen zur Edition

Die vorliegende Edition der *Mikroskopischen Untersuchungen* (MU) besteht aus einem zentralen Teil, dem Faksimile der Veröffentlichung von 1839, welches umrahmt wird von einem einführenden sowie einem kommentierenden Textabschnitt; letzterer wird durch ein endständiges Quellenverzeichnis ergänzt.

1) Die Einführung besteht zunächst aus einer biographischen Skizze, die sich zum Ziel gesetzt hat, unter den thematisch scheinbar oft unverbunden nebeneinander stehenden Arbeiten Schwanns einen einheitlichen Forschungsplan hervorzuheben und zweitens die Entstehungsgeschichte der MU zu beleuchten; für biographische Angaben anderer Art sind die einschlägigen Arbeiten von L. Frédéricq (1920), R. Watermann (1960) oder M. Florkin (1960, 1967) zu Rate zu ziehen. Im anschließenden Literaturteil der Einführung sind separat die Veröffentlichungen Schwanns gelistet; unter diesen befinden sich als Besonderheit drei Arbeiten, die bisher kaum zitiert wurden, und von denen zwei, welche die Zelltheorie betreffen, bei der Auslegung seines Werkes daher auch bisher nicht berücksichtigt werden konnten; ebenfalls sind die zitierten Abbildungen in Wagners *Icones Physiologicae* trotz ihrer weitgehenden Identität mit denjenigen im Tafelwerk der MU hervorzuheben, da durch ihre Präsenz in einem sehr gefragten anatomischen Atlas der Zeit – dem zudem ein erläuterndes *Lehrbuch der Physiologie* zur Seite ging – ein ausgezeichnete Verbreitungsweg der Zellenlehre vorgegeben war – neben dem durch J. Müllers *Handbuch der Physiologie*.

Auf diese spezifischen Literaturangaben folgt unmittelbar eine Liste mit Sekundärliteratur, die hauptsächlich einige Rezensionen der Arbeiten Schwanns erfasst, ferner die bisher

erschienenen, wichtigsten monographischen Arbeiten zur Lehre von 1839 und drittens solche Veröffentlichungen, die eine wissenschaftstheoretische Intention verfolgen. Für die unzähligen Arbeiten zu den generisch geschichtlichen Zusammenhängen im Umfeld der Zellenlehre sei auf die Literaturangaben in den gelisteten Monographien verwiesen. In der Anmerkung gleich zu Anfang dieser Liste sind auch die in dieser Ausgabe gebrauchten Siglen verzeichnet.

Der abschließende theoretische Teil der Einleitung präsentiert neue Forschungsergebnisse, welche die Vorarbeiten in der Monographie *Zell-Theorien organischer Materie* (2004) zur Voraussetzung haben. Es wird der Versuch unternommen, die gedanklichen Elemente der Zellenlehre so weit zu formalisieren, daß ihre logische Struktur durchsichtig wird, woraus dann wiederum Aussagen über die kosmologischen, ästhetischen und erkenntnistheoretischen Prinzipien dieser Lehre gewonnen werden können. Nur begleitend wird die Gelegenheit ergriffen, auf ähnliche Elemente aus der Metaphysik des Philosophen und Physiologen H. Lotze einzugehen. Ein weiterer Gewinn der Formalisierung besteht darin, daß sich Bezüge zu den formalen Elementen anderer biologischer Theorien ergeben – z. B. zur Evolutionstheorie, zur Theorie der Präformation, zur Theorie der Epigenese, zur Maschinentheorie des Lebendigen oder ansatzweise auch zu gegenwärtig gebräuchlichen molekularbiologischen Konzepten.

II) Der Kommentarteil im Anschluß an das Faksimile vollzieht seine Aufgabe auf vier Ebenen. Die erste umfaßt die üblichen Anmerkungen zu weniger vertrauten Begrifflichkeiten, zur Hervorhebung bestimmter Ansichten, zur Logik des Gedankenganges – der bei Schwann oft ununterbrochen ineinanderfließt – oder auch zur näherliegenden geschichtlichen Entwicklung von Konzepten während der Jahre um 1839. Der Kommentar soll jedoch kein aktuell zugängliches Lexikon der Biologie ersetzen. Die angebotenen Literaturan-

gaben dienen der weiteren Vertiefung und entstammen daher zunächst Einträgen in zwei zeitlich adaptierten Wörterbüchern, namentlich dem *Encyclopädischen Wörterbuch der medizinischen Wissenschaften* (EWMW, 1828–1849) und *Wagners Handwörterbuch der Physiologie* (WHPH, 1842–1853), auf ergänzende Artikel in der *Cyclopaedia of anatomy and physiology* (1835–1859 hrsg. von R. B. Todd) oder in dem *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales* (1864–89 hrsg. von J. Raige-Delorme und A. Doehambre) konnte leider nur an wenigen Stellen eingegangen werden; gleiches gilt für die zuweilen nützlichen Übersichten in R. Owens *Compendium On the anatomy of vertebrates* (1866–1868), welches auch als Faksimile greifbar ist. Arbeiten aus Müllers Archiv werden ebenfalls dann zitiert, sobald nicht ausreißend informative, sondern präzisierende Angaben benötigt werden; so könnte auch dem ernen oder anderem weniger bekannten Autor eine stützende Funktion in dem komplexen assoziativen Gefüge der MU zugewiesen werden.

Die zweite Ebene des Kommentars wird durch die getreue und vollständige Wiedergabe der Valentinschen Rezension der MU aus dem *Repertorium für Anatomie und Physiologie* (1839) eingerichtet. Dieser aufschlußreiche, als Zitat gesetzte Text kann begleitend zum Haupttext gelesen werden; trotz dieser Parallelität ist einzig zu beachten, daß der eigentliche Beginn des Zitates an die vorletzte Stelle der Zitatsequenz im Kommentar vorlagert wurde. Die dritte Ebene – ebenfalls als Zitat gesetzt – wird durch die getreue und vollständige Wiedergabe einer brieflichen Mitteilung Schwanns an den Entwicklungsphysiologen R. Wagner vertreten. Da Wagner diese Mitteilung von 1838 für die Veröffentlichung in seinem *Lehrbuch der Physiologie* redigiert hatte, ist davon auszugehen, daß die Perspektive dieser Ebene durch die teilweise Verflochtung zweier Vorstellungen bedingt ist. Es ist auch in diesem Fall zu berücksichtigen, daß der Beginn der ansonsten folgerecht im Kommentarteil

angeordneten Zitatsequenz ausnahmsweise am Ende der Einführung zu dieser Edition aufgefunden werden kann.

Auf einer vierten Ebene wird durch entsprechende Hinweise auf vornehmlich R. Wagners *Icones Physiologicae* versucht, den sehr kondensierten Abbildungsteil auf den Tafeln der MU zu bereichern; hinzu kommen bei Bedarf einige Hinweise auf Abbildungen aus moderneren Werken, ein einfaches Lehrbuch der Histologie oder Mikroskopischen Anatomie kann in manchen Fällen zusätzlich gute Dienste tun. Dieses Verfahren wird an vielen Stellen deshalb notwendig, weil Schwann nur solche Abbildungen veröffentlichte, die über die anatomischen Kenntnisse seiner Zeit hinausgingen. Weitere Abbildungen, die dem von Schwann vermittelten Stil entsprechen, finden sich in Valentins Artikel „Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers“ (WHPb, 1852, Bd. 1, S. 617-796) und H. v. Mohls Beitrag „Die vegetabilische Zelle“ (WHPb, 1853, Bd. 4, S. 163-310). In Wagners *Handwörterbuch der Physiologie* (WHPb) sollte auch ein Artikel „Die thierische Zelle“ erscheinen, Purkinje, der als erster diese Herausforderung angenommen hatte, wies die Durchführung dieser Aufgabe jedoch bald von sich; nach drei weiteren, ebenfalls vergeblichen Anläufen, die Wagner zur Motivierung anderer Autoren unternommen hatte, wurde dieser heutzutage leider sehr vermißte Artikel endgültig fallen gelassen.

III) Gewissermaßen als Ergänzung des Kommentars erscheint am Ende des Bandes ein Verzeichnis der Quellen, die von Schwann für sein argumentatives Vorgehen herangezogen worden sind.

Einführung

Die logische Struktur der Zellenlehre von 1839 und ihre erkenntnistheoretischen Prinzipien.

Mit einleitenden Anmerkungen zur Entstehungsgeschichte
der *Mikroskopischen Untersuchungen*.

Angesichts einer biologischen Theorie, die vor nahezu 175 Jahren die Gemüter ihrer Zeit bis zu einer fast überschwenglichen Art bewegt hatte, und deren Aussagen – sofern sie dem noch Gültigkeit beanspruchen können – mittlerweile allgemeiner Bestand des durchschnittlichen Wissens geworden sind, bedarf es zuallererst der grundlegenden Klärung, ob überhaupt eine Beschäftigung mit jener vergangenen Theorie – der Zellenlehre von 1839 – noch zu verantworten ist; denn nicht nur die speziellen Inhalte des Wissens, sondern auch die Schwerpunkte der heutigen biologischen und medizinischen Forschungsbestrebungen haben sich im Vergleich zu jenem Zugang deutlich verändert. Das zeigt sich bereits in den jeweils obwaltenden Tendenzen: ob nämlich der Hang zur lokalen Manipulation eines Organismus oder der zum Verstehen seiner komplexeren Zusammenhänge überwiegt. Es läßt sich leicht herleiten, daß jede dieser beiden Haltungen ihre jeweils spezifische Infrastruktur des Forschungsbetriebes mit sich bringt; denn die letztere hat ihr konstantes Ziel, welches eine Endzeit der Handlung fordert, die erstere läßt eine Zersplitterung in locker verbundenen, einzelnen Handlungen zu. Alle möglichen Nuancierungen bei Übergängen zwischen diesen Extremformen sind denkbar, alle diese Haltungen haben möglicherweise ihre Rechtfertigung und bieten ausreichend Anlässe zu gegenseitigen

Ergänzungen; nur soviel soll festgestellt werden, daß auch in diesem Punkt denjenigen kaum Ersächtigung des Zuganges erwartet, der sich mit der Zellenlehre von 1839 beschäftigen will. Dies führt wieder zu der Frage zurück, wie der unvermeidbare Aufwand einer Auseinandersetzung mit jener vergangenen Theorie zu rechtfertigen ist.

Sehr wahrscheinlich könnte eine schlichte Aufzählung historischer Vorfälle und Tatsachen – Personen, Begegnungen, Briefe, Forschungsmittel – nur dem Zwecke gerecht werden, Besonderheiten und Umstände in Erfahrung zu bringen, die letztendlich nicht mehr als die Vorstellung der Unvergleichbarkeit der Ereignisse in der Zeit um 1839 mit denen in der heutigen Zeit befördern und festigen würde. Solches historische Material kann aber auch eingesetzt werden, um innerhalb desselben (ormale Zusammenhänge herzustellen, die aus dem Umfeld und der Lehre selbst von 1839 direkt nicht hervorgehen, jedoch verwandt werden können, um zusätzlichen Aufschluß über das in dieser Lehre nicht Ausgesprochene zu geben; denn so erschließt sich ihr Sinn unter den gegebenen historischen Bedingungen. Für den Umfang einer Einführung sind allerdings diese Aspekte bei weitem noch zu mannigfaltig und daher zu zerstreud, als daß eine ausgewogene Darstellung in prägnanter Kürze geingen könnte. Es wird folglich nur bei einigen Andeutungen zu dieser viel weiter fortführenden Frage bleiben müssen und gleich von Anbeginn dazu übergegangen, das Ganze dieser Lehre unter bestimmte formale Gesichtspunkte zu fassen. Dabei ist nicht aus den Augen zu verlieren, daß jeder vielfältige historische Inhalt ursprünglich die Veranlassung gab, die eine oder die andere formale Ansicht über die historische Zellenlehre hervortreten zu lassen. Auch soll nicht verschwiegen werden, daß aus eben diesen Gründen seit den 1930er Jahren – in denen sich erstmals ein betont wissenschaftsgeschichtliches Interesse an dieser Lehre kund tat – bis in die gegenwärtige Zeit eine Vielzahl von perspektivisch gehaltenen Auslegungen dieser Lehre konstruiert wurden.¹

deren Unvereinbarkeit untereinander denjenigen vor ein großes Rätsel stellen, der an einer einheitlichen Meta-Theorie biologischer Theorien interessiert ist. Aber gerade in dieser Vielzahl möglicher Perspektiven kann doch auch eine der reizvollen Seiten der Lehre von 1839 gesehen werden. Die Suche nach einer formalen Durchsichtigkeit dieser Lehre ist nicht abgeschlossen und wird es ebensowenig auf längere Sicht sein; so daß auch in dieser Einführung ein Wechsel zwischen dem Streben nach formaler Einheit und dem Rückfall in perspektivische Zersplitterung nicht wird unbleiben können. Daß aber die Formalisierung des Materials, welches bereits in die Vergangenheit verankert zu sein scheint, solche Formen liefert, deren Erprobung an gegenwärtigen Theorien nicht zu unterbleiben braucht, darin verbirgt sich der auszeichnende Wert einer ernsthaften Auseinandersetzung mit dem historischen Phänomen. Immerhin hat die fortwährende, immanente Reaktion der lebenswissenschaftlichen Theorien auf den stetig und beharrlich zu Tage geförderten Stoff in ihrem weiteren Verlauf schließlich zu den gegenwärtigen formalen Ansichten biologischer und medizinischer Theorien geführt; und zugleich kann daher dieser aktuelle Kanon formaler wissenschaftlicher Mittel nicht beschränkt werden auf ein dogmatisch vorgegebenes Repertoire – das aktuelle ist zugleich das historische. Daraus folgt, daß der Anspruch gegenwärtiger Theorien auf Gültigkeit nicht darin besteht, ihre weitere Entwicklung und Entfaltung frei gewähren zu lassen und ihre erlangten Aussagen unter bloßem Hinweis auf Fortschrittllichkeit einfach hinzunehmen. Sie können durchaus mit neuen geschichtlich aber bereits bewährten Mitteln befragt, hinterfragt, umgewandelt und umgedeutet werden. Diese Bestandsprobe bedeutet nicht eine Relativierung ihres Stellenwertes als Vermittler von gültigem Wissen, sondern begründet erst ihre eigentliche Gültigkeit und eröffnet zudem Möglichkeiten zu neuen Orientierungen innerhalb der eingefahrenen Trends biologisch-medizinischen Forschens.

Diese Einführung will auf einige formale Züge der Zellenlehre von 1839 aufmerksam machen. Das nächste Ziel der ausstehenden Analyse wird es dabei sein, die erstaunlich stringente, formale Abgeschlossenheit dieser Lehre herauszustellen. Abgesehen von dem nutzbringenden Einsatz eines Kenntnis dieser formalen Elemente bei der Orientierung der Lektüre des Faksimile im Hauptteil dieses Bandes wird sich auch zeigen, daß die explizierte formale Seite ohne großen Aufwand vielerlei Anschlußmöglichkeiten an Konzepte der modernen biologischen Forschung darbietet und somit dem gegenwärtigen Wissen durchaus bereichernde Aspekte hinzufügen kann. Die Aufdeckung der Struktur jener historischen Lehre führt mittelfristig zu unvermuteten Entdeckungen auf dem Felde der gegenwärtigen Diskussionen über die Art und Weise wissenschaftlicher Konzeptionen sowohl des organismischen Daseins als auch der Entwicklung von Organismen.

I. Vita Theodor Schwann

Theodor Ambrose Hubert Schwann (7. 12. 1810 Neuss – 11. 1. 1882 Köln) wuchs in einer kinderreichen Familie mit fünf Schwestern und vier Brüdern auf. Die Lebensformen dieses Kreises unter der Obhut der Mutter Elisabeth (1784–1835), geb. Rottels, und des Vaters Leonard (1778–1867) waren ausdrücklich von christlichen Werten bestimmt. Leonard Schwann war von Hause aus – wie sein Vater bereits – Goldschmied, sah aber in der Buchdruckerkunst die Zukunft seines Wirkens und Schaffens. Er wurde so aus eigenem Antrieb zum Gründer des späteren L. Schwann Verlags. Der zweitälteste Sohn dieser Familie, Theodor Schwann, absolvierte in seiner Geburtsstadt nach der Elementarschule von seinem neunten bis zum fünfzehnten Lebensjahr das Progymnasium und wurde danach in den Jahren 1826 bis 1829 auf dem Kölner Marzellen-Gymnasium zum Abitur geführt. Gleich darauf schrieb er sich an der Uni-

vertrat Bonn für das Fach Philosophie ein und belegte in den folgenden vier Semestern einführende Vorlesungen in Logik, rationaler und empirischer Psychologie, Theologie, lateinischer Literatur, Mathematik und beendete schließlich die Physik bei K. D. von Münchow (1778-1836), Chemie bei K. G. Bischof (1792-1870), Mineralogie bei F. J. Nöggerath (1788-1877), allgemeine Botanik bei L. Chr. Treviranus (1779-1864), Zoologie und Zoonomie bei G. A. Goldfuß (1782-1848) sowie eine Vorlesung über Pharmakopoe bei Chr. G. D. Nees von Esenbeck (1776-1858). Zusätzliche Vorlesungen an der medizinischen Fakultät betrafen eine Einführung in das Studium der Medizin, ferner die vergleichende Anatomie sowie die allgemeine Physiologie und Pathologie bei Johannes Müller (1801-1858), die allgemeine und spezielle Anatomie des Menschen bei A. F. J. K. Mayer (1787-1865) - dem einstigen Betreuer der Dissertation Müllers von 1822 - die Hygiene und Diätetik bei J. Chr. Fr. Harleß (1773-1853) und die spezielle Pathologie bei M. E. A. Naumann (1798-1871). Umzu den Bonner Kommilitonen Schwanns befanden sich Karl Joseph Windischmann (1807-1839), Jacob Henle (1809-1885), Theodor Ludwig Bischoff (1807-1882) und Hermann Naase (1807-1892) zu Henle entwickelte sich eine lebenslange Freundschaft. Aus dieser Zeit rührt auch die aufmerksame Anteilnahme Müllers an Schwanns experimenteller Geschicklichkeit, die letzterer bei Gelegenheiten gemeinsamer Versuchsdurchführungen offenbaren konnte. Müller hatte sich in Bonn 1824 für Anatomie und Physiologie habilitiert und war dort 1826 zum o. o., 1830 zum o. Professor für Anatomie und Physiologie ernannt worden.

Das Philosophikum zu diesem breit gefächerten, viersemestrigen Grundstudium bestand Schwann im August 1831. Im Oktober 1831 wechselte er an die Universität Würzburg, um allein die medizinischen Studien fortzusetzen. In den folgenden drei Semestern besuchte er bei M. Münz (1785-1848) Vorlesungen in Philosophie sowie über spezielle und patho-

logische Anatomie, bei C. von Textor (1782–1860) über Chirurgie und Akirurgie, bei J. L. Schönlein (1795–1865) über Pathologie und spezielle Therapie und bei J. S. d'Outrepoint (1775–1845) über Geburtshilfe. Der praktische Teil des Studiums wurde in der medizinischen, chirurgischen und ophthalmologischen Klinik sowie in der Geburtshilfe absolviert. Zum Mai 1833 wechselte Schwann an die Universität Berlin, wo er zum Abschluß des Studiums noch klinische, chirurgische und ophthalmologische Kurse sowie eine Vorlesung über Geschichte der Medizin besuchte. J. Müller war kurz zuvor als Nachfolger des Anatomen K. A. Rudolphi (1771–1832) und an die Seite der Physiologen C. H. Schultz (1798–1871) und J. Hörke (1766–1846) nach Berlin berufen worden. Die Wiederbegegnung mit dem Studenten Schwann veranfaßte eine physiologische Promotionsarbeit über den Gasaustausch des Vogelembryos – ein Thema, welches demjenigen einer frühen Arbeit J. Müllers (1823)² sehr verwandt war; die Verteidigung der Arbeit fand im Mai 1834 statt, im Juni darauf folgte das medizinische Staatsexamen.

Die Dissertation von 1834 beschreibt einige der Phänomene, welche die Entwicklung eines befruchteten Hühnereies mit sich bringt. Eine Atmosphäre von Wasserstoff, Stickstoff oder ein luftleerer Raum in der unmittelbaren Umgebung des Eies brachten in den ersten 15 Stunden der Bebrütung Anreicherung der Atmosphäre mit Kohlendioxid und ein regelrechtes Fortschreiten der Entwicklung des Keimes mit sich, die dann allerdings endgültig zum Erliegen käme; würden diese Eier zwischen der 15. und 24.–30. Stunde nicht zurück in eine sauerstoffhaltige Atmosphäre überführt. Es gibt also eine organische Entwicklung ohne Anwesenheit von Sauerstoff und somit ist der Sauerstoff nicht Träger oder alleiniges Stimulans des Lebens, sondern nur ein Faktor neben vielen anderen. In diesen Untersuchungen wurden also Stoffwechselphysiologie und Entwicklungsgeschichte gekoppelt, indem die metabolischen Anzeichen des Gasaustauschs mit plastischen Zuständen der Embryonalentwicklung

korreliert wurden. Der Gedanke, daß gewisse plasmatische Abläufe Unabhängigkeit von bestimmten metabolischen zugehen wird, eine der bestimmenden Überlegungen in den *Mikroskopischen Untersuchungen* von 1839 (MU) werden. Er erscheint dort z. B. öfter als Hinweis auf eine *vita propria* der Zellen oder übernimmt im dritten Abschnitt eine führende Rolle bei der Klassifikation lebendiger Kräfte. Gewiß wurde der Doktorand Schwann auf diese Weise auch an die entwicklungsgeschichtlichen Studien C. F. Wolffs (1734–1794) oder an dessen bemerkenswerten Krotall-Organismus-Vergleich von 1789 herangeführt.³

Anschließend wurde Schwann eine Anstellung als Assistent bzw. „Gehülfe“ bei seinem Dokortvater am Anatomischen Museum im Hauptgebäude der Universität Berlin angeboten. Diese Stelle übernahm Schwann von Henle im Oktober 1834, der dafür zum Prosektor Müllers avancierte. Die eigentliche Einrichtung für Forschung und Lehrtätigkeit dieser drei Physiologen bildete aber das vom Hauptgebäude ein wenig entfernte Anatomische Institut, an dem ihnen zwei Experimentierstuben und ein Saal für die Vorlesungen, das „Anatomische Theater“ zur Verfügung standen. Weitere Persönlichkeiten, mit denen Schwann während der kommenden fünf Berliner Jahre durch die institutionellen Verhältnisse in nahen Kontakt treten konnte, waren vor allem Fr. Schlämm (1795–1858), E. v. Brücke (1819–1892), R. Remak (1815–1865) und F. Bidder (1810–1894).

Auf der Naturforscherversammlung in Jena (1836) stellte Schwann seine experimentelle Gewandtheit in ganz andern Hinsicht unter Beweis. Eine Methode zur Bestimmung der isometrischen Kontraktionsmaxima des Muskels mittels einer raffiniert an das biologische Präparat angepaßten „Muskelwaage“ und der dadurch erbrachte Nachweis eines Gesetzes der Muskelkontraktion revolutionierten die gängigen Theorien zur Muskelmechanik. Ihre prominenteste Verbreitung erhielten diese Versuche im zweiten Band von Müller's *Handbuch der Physiologie* aus dem Jahre 1840.

mügeteilt werden im III. und IV. Kapitel des I. Abschnitts auch die zugehörigen Berechnungen der gesetzmäßigen Zusammenhänge. Wenn die isometrischen Kontraktionsmaxima des Muskels vom Punkt seiner maximalen Verkürzung an mit zunehmender Vordehnung bzw. Ausgangslänge linear zunehmen – so gibt Müller die Überlegungen Schwanns wieder –, dann würde sich der Muskel eher im Sinne eines elastischen Körpers gemäß dem Hookschen Gesetz verhalten. Alle sonstigen Spekulationen über elektrische oder magnetische Wechselwirkungen von hypothetisch angenommenen inneren Teilchen des Muskels wurden unfällig, da sich unter solchen Voraussetzungen eine Abhängigkeit der Kontraktionskraft vom Quadrat der Muskellänge aus den jeweiligen Entfernungen im System der Teilchen errechnen lassen würde. Diese Berechnungen können als ein eindringliches Beispiel für die richtungweisende, da exklusive Funktion einer mathematischen Beschreibung der Erscheinungen genommen werden. Die mathematische Überlegung vermochte die Grenzen der Theorienbildung innerhalb der physiologischen Forschung abzustecken und zeigt mit dieser heuristischen Kraft ihren Nutzen für eine Experimentalwissenschaft der lebendigen Materie.

In der Peripherie des Organismus gehören Muskel und Nerv untrennbar zusammen, und so nimmt es nicht Wunder, daß Schwann 1836 auch eine nicht wenig beachtete Arbeit zur Nerven-anatomie bekannt gab. Gleich drei Beobachtungen werden auf komprimiertem Raum vorgestellt, die den Übergang zu einer Erneuerung der Nervenmechanik markieren. Die Loslösung von dem Konzept terminaler Endschlingen unter ihnen sich zunächst verzweigenden Nervenfasern ist spürbar. Schwann neigt dazu, in seinen Beobachtungen nur sukzessive Verzweigungen des Nervenfasernstammes zuzulassen, deren blinde Endigungen sowie Verhältnisse zum Muskel er dahingestellt sein läßt; zudem erkennt er vesikuläre Aufweitungen im Verlauf der Fasern,² und aus dem Rückblick, den wenige Jahre später die MU gestatten, wird

sch Schwann bewußt, daß er marklose Nervenfasern beschrieben hatte, deren besondere Struktur 1836 noch nicht bekannt war. Es ist daher besonders hervorzuheben, mit welcher Konsequenz er diese Beobachtungen noch in den MU verwertet hatte. Das Verdienst dieser Arbeit mußte jedoch aus historischer Perspektive durch zwei seiner nachfolgende Arbeiten zur Nervenmechanik in den Hintergrund treten; denn anscheinend erwecken heutzutage seine Regenerationsversuche an durchschnittenen Nerven sowie seine Entdeckung des isolierenden Prinzips der Nerven mehr Aufmerksamkeit. Diese Arbeiten werden in Kommentur an passender Stelle besprochen.

Ertragreich für die physiologische Forschung wurde auch das folgende Jahr 1837. Den verdauenden Prozeß unter dem Einfluß des Magens konnte Schwann dahingehend aufklären, daß ein filtriertes salzsaures Extrakt der Magenschleimhaut – nicht der von ihr abgesonderte Schleim – ebenfalls eine verdauende Kraft zu enthalten imstande war, und daß erst das gemeinsame Wirken der freien Säure sowie einer noch zu bestimmenden organischen Substanz einen Erfolg herbeiführten, der aber wiederum nur auf Eiweißstoffe beschränkt blieb. Das verdauende Prinzip charakterisierte Schwann chemisch und physikalisch und konnte es daraufhin mit einem eigenen Namen als „Pepsin“ bezeichnen. Die diesbezüglichen Arbeiten über den künstlichen Magensaft bildeten eine fällige Quelle, um sowohl über die chemischen Kenntnisse Schwanns als auch über sein Forschungsprogramm amigen Aufschluß zu erfahren; denn es galt, die katalytische Kraft der künstlichen Verdauungsflüssigkeit von den ebenfalls katalytischen Phänomenen der Gärung nach bestimmten Kriterien zu sondern. Diese Aufgabe ergab sich nicht von selbst, da eine Kontaktwirkung als Grundlage der Katalyse in beiden Fällen angeführt wurde, zugleich war aber der Ausschluß einer chemischen Veränderung der oberflächenaktiven katalytischen Substanzen selber ungleich schwieriger. Eine wirklich freiwillige Zersetzung der Aus-