

Experimentalstrategien und Teleologie des Lebendigen in unterschiedlichen Kontexten – Physiologische Forschung bei Xavier Bichat (1771–1802) und François Magendie (1783–1855)

FRANK W. STAHNISCH

Summary EXPERIMENTAL STRATEGIES AND TELEOLOGY OF THE LIVING IN DIVERGING CONTEXTS – PHYSIOLOGICAL RESEARCH IN XAVIER BICHAT (1771–1802) AND FRANÇOIS MAGENDIE (1783–1855)*

At the end of the 18th and the beginning of the 19th century in France, Marie-François-Xavier Bichat and François Magendie took quite divergent views on the epistemological and methodological importance of physiological investigations in the experimental life sciences. For Bichat, morphological physiology represented only an auxiliary science for his anatomico-pathological approach to biomedical research. Magendie's experimental physiology diverged considerably from Bichat's foregoing conception: Although the physiological endeavour had to be seen as being essentially based on the localizational work that had afore been performed in the field of pathological anatomy, Magendie sensed that the experimental approach to physiology represented an important epistemic value in itself. This paper traces both the material basis of particular experimental series found in Bichat and Magendie as well as the individual laboratory practices which both experimental investigators used in their daily research. The focus on the epistemological and methodological differences shall be brought in line with that of the French experimentalists' divergent explanatory views on the teleological and functional phenomena in living organisms as well as the physiological pursuit of generating knowledge in the life sciences.

Key words animal investigation, Bichat, experimental design, history (19th century), history of medicine, Magendie, pathology, physiology

*) Teile dieses Beitrags wurden auf einem Workshop des Interdisziplinären Instituts für Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftstheorie (IIWW) der Universität Erlangen-Nürnberg und auf dem Studientag des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte (MPIWG), Berlin, vorgestellt. Ich danke besonders Dr. Rudolph Kötter, Ltd. Akad. Dir. des IIWW (Erlangen), Dr. Philipp Osten (Heidelberg), Dr. Claudia Stein (Warwick, England) und Prof. Dr. Volker Hess (Berlin) für hilfreiche Kommentare zu früheren Manuskriptversionen. Ferner sei Prof. Dr. Dr. Michael Stolberg sowie PD Dr. Karen Nolte für ihre konstruktiven Anregungen zur Revision des Artikels gedankt.

Schlüsselwörter Bichat, Experimentaldesign, Geschichte (19. Jh.), Magendie, Medizingeschichte, Pathologie, Physiologie, Tierexperiment

1. Einleitung

Die Anfänge der Experimentalphysiologie im späten 18. und frühen 19. Jh. sind vielfach ins Interesse der Medizingeschichte gerückt.¹ Mit ihrer Entstehung werden besonders die Namen der französischen Mediziner Marie-François-Xavier Bichat und François Magendie verknüpft, deren Experimentalarbeiten zur Grundlage für viele nachfolgende physiologische Untersuchungen in Frankreich und Europa geworden sind.² Gemeinsam betrachteten sie ihre experimentellen Forschungen als neue disziplinäre Praxis für eine auf Tierversuchen gründende wissenschaftliche Medizin. In dem hier zu beschreibenden Zeitraum waren die methodologischen Grenzen der experimentellen Physiologie aber noch fließend,³ was ihn für die Untersuchung der innovativen Forschungspraktiken letztlich sehr interessant macht.

Durch ihre Beschäftigung mit der Entwicklung von Experimentalstrategien, wissenschaftlichen Modellen und Forschungsgegenständen hat die medizinhistorische Forschung auch neue Perspektiven auf die Vorgänge in den Experimentallaboratorien des 19. Jh.s erarbeitet und hierbei die Verkettung der Prozesse und Experimentalsysteme innerhalb der Forschungslaboratorien mit ihren kulturellen Einflußfaktoren herausgearbeitet.⁴ Ich möchte in diesem Artikel den entstandenen Perspektivenwechsel von ideenhistoriographischen Untersuchungen zu praxeologischen Dimensionen der Physiologiegeschichte aufnehmen und anhand der Experimentalarbeiten Bichats und Magendies weiter diskutieren.⁵ Dabei soll die These vertreten werden, daß es

¹) Vgl. Sturdy 2011; Stahnisch 2008; Hagner und Wahrig-Schmidt 1992; Lohff 1990; Lesch 1984; Gross 1979; Albury 1977; Roths Schuh 1968.

²) Stahnisch 2009; Kanz 1997; Canguilhem 1995.

³) Eulner 1970.

⁴) Vgl. Rheinberger 2007; Felsch 2007; Hess 2000; Sarasin und Tanner 1998; Cunningham und Williams 1992; Coleman und Holmes 1988.

⁵) Auf den Nutzen der praxeologischen Dimension für die Erkenntnistheorie haben auch Wissenschaftler aus Bereichen der Wissenssoziologie, Technikge-

für die historiographische Untersuchung von Experimentaltechniken seit dem 19. Jh. nicht hinreichend ist, allein ihre epistemische Bedeutung für einzelne Forscher oder Forschungsprogramme herauszuheben.⁶ Die Synthese von Theorie und Experiment stellt sich für die Untersuchung der modernen Physiologie vielmehr auch als ein wichtiges Produkt von sozialen Komponenten wie der technischen und methodischen Praxis einzelner Forschungsansätze dar.

Im folgenden werde ich zunächst den unterschiedlichen biographischen Hintergrund von Bichat und Magendie hinsichtlich der physiologischen Anwendungspraxis in den Experimentalansätzen beider Physiologen aufzeigen. Anschließend sollen ihre verschiedenen Auffassungen des Experimentalbegriffs näher untersucht werden. Im zweiten Teil werden dann ihre interpretativen Differenzen deutlich gemacht, wie sie in Bichats und Magendies Wissenschaftspublikationen und Lehrtexten zum Ausdruck kommen. Die entsprechenden Quellen lassen durchaus abweichende Auffassungen über die Teleologie des Lebendigen erkennen,⁷ wenn ihre Anwendung auf die physiologischen Prozesse des Labors bei beiden Forschern näher in den Blick genommen wird.⁸ Auf der Basis dieser Untersuchungen möchte ich im letzten Teil dieses Beitrags den Umgang mit dem Experiment bei Magendie und Bichat herausarbeiten, so daß auch die materielle Basis der Experimentalserien beider Forscher zur Geltung kommen kann, welche für ihre abweichenden Haltungen gegenüber der teleologischen Bestimmung der Lebensphänomene entscheidend war.

schichte und Philosophie hingewiesen. Siehe Bourdieu 1998; Joerges 1988; Apel 1988.

6) Der Begriff des „Forschungsprogramms“ wird hier in Anlehnung an den ungarisch-britischen Philosophen Imre Lakatos (1922–1974) verstanden. Für die philosophische Aufarbeitung des Forschungsprogramms siehe: Lakatos und Musgrave 1970. Wissenschaftshistorische Anwendungen sind: Kötter 2008; Stahnisch 2003, S. 109–146.

7) Unter einer „Teleologie“ (von gr. Zweck, Sinn) wird die Auffassung verstanden, daß lebendige Organismen zweckhaft organisiert sind. Siehe die philosophischen Erörterungen in Hügli und Lübcke 1991, S. 565–566.

8) Ähnlich: Holmes 1992.

2. Bichat und Magendie: Der unterschiedliche biographische Kontext

Es läßt sich als Topos der Wissenschaftsgeschichtsschreibung verstehen, daß die labortechnische Praxis selbst von institutionellen und sozialen Verankerungen der Forschungsstätten und auch vom Verlauf wissenschaftlicher Karrieren der Experimentalwissenschaftler abhängig ist.⁹ Bereits auf der Ebene ihres sozialisatorischen Hintergrunds gab es vielfältige Unterschiede zwischen Bichat und Magendie, denn obwohl beide späteren Experimentalforscher in Ärztefamilien aufgewachsen sind, waren sie sehr unterschiedlichen medizinischen Traditionen verpflichtet gewesen.

Marie François Xavier Bichat wurde am 14. November 1771 im französischen Jura als Sohn des Hausarztes Jean-Baptiste Bichat geboren. Sein Vater hatte das Medizinstudium an der *Faculté de Médecine* in Montpellier absolviert, wo er stark von der vitalistischen Lehre von Paul Joseph Barthez (1734–1806) beeinflusst worden war. Nach anfänglichem Studium der Geisteswissenschaften wechselte Xavier Bichat schließlich 1791 zu Medizin, wobei ihn der Chirurg Marc-Antoine Petit (1760–1840) 1794 zum Studium zu Pierre J. Desault (1738–1795), einem der hervorragenden Pariser Mediziner, weiterempfohlen hat.¹⁰ Bichat erreichte die französische Hauptstadt im Klima der nachrevolutionären Jahre, als die Institutionen des *Ancien Régime* erst kürzlich aufgelöst worden waren.¹¹ Diese Situation stellte für ihn aber eine besondere Chance dar, weil nun auch die jahrhundertelange Trennung zwischen Chirurgie und Medizin mit den neuen Institutionen aufgehoben wurde.¹² Unter Desault avancierte Bichat schließlich zum engen Mitarbeiter an der Chirurgischen Klinik des *Hôtel Dieu*. Bis über den Tod seines Mentors Desault hinaus, führte er private Anatomiekurse am *Collège de Liseaux* durch, die bereits in

⁹) Lenoir 1992; Latour 1987.

¹⁰) Williams 2003, S. 116–139 und Haigh 1984, S. 4–5.

¹¹) Maulitz 1987, S. 9–10; Lesch 1984, S. 31–49; Haigh, ebenda, S. 4–5.

¹²) Ackerknecht 1967, Einleitung, S. 11–12 und S. 141–148.

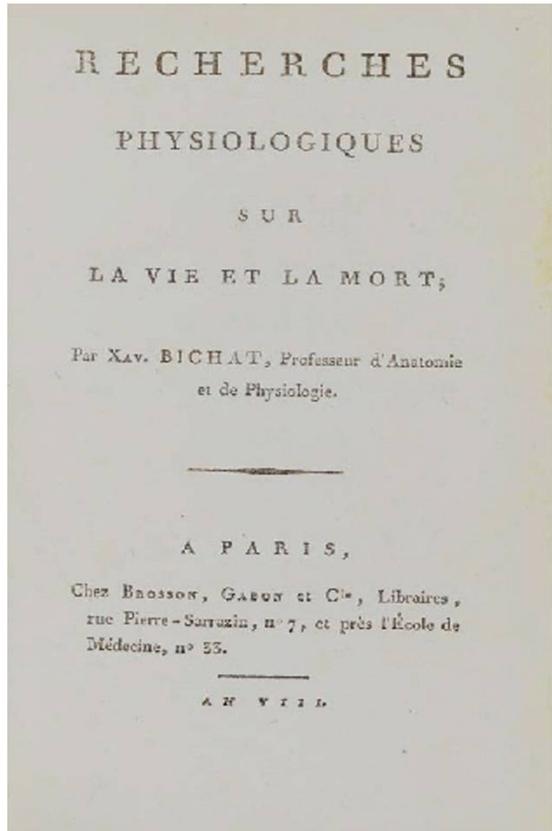


Abb. 1 Xavier Bichat: *Recherches physiologiques sur la vie et sur la mort*, Paris 1800/01

wesentlichen Anteilen aus physiologischen Demonstrationsversuchen bestanden haben.¹³

1796 gründete Bichat mit dem Internisten Henri-Marie Husson (1772–1853) und dem Chirurgen Guillaume Dupuytren (1777–1835) die *Société d'Émulation*¹⁴, die bald von Jean-Nicolas Corvisart (1755–1821) sowie dem den *Idéologues* nahestehenden Mediziner Pierre Jean

¹³⁾ So der Illustrator Charles Maingault (gest. 1840) in Bichat 1818–1821, Bd. 1, Historisches Vorwort, S. III.

¹⁴⁾ Dieser Gesellschaft waren viele der führenden Mediziner Frankreichs und Walloniens in Belgien angeschlossen. Weitere Mitglieder der *Société d'Émulation* waren Joseph-François Bourdier (1764–1819), Jean-Louis Alibert (1768–1837)

Georges Cabanis (1757–1808) unterstützt worden ist.¹⁵ Bereits zu diesem Zeitpunkt machte Bichat seine einflußreiche Position von der grundlegenden Organisationsweise des Körpers – nämlich verteilt auf das „animale Leben“ und „organische Leben“ – im *Bulletin de la Société d'Émulation* bekannt. Kurze Zeit später erschien auch seine Publikation *Über die Gewebe und ihren allgemeinen Beitrag für die Organisation*¹⁶, die als wichtige Vorarbeit zu seinem anatomischen Hauptwerk, der *Allgemeinen Abhandlung über die Gewebe und über verschiedene Gewebe im besonderen*¹⁷ gesehen werden kann. In seiner kurzen wissenschaftlichen Karriere hatte Bichat ein beachtenswertes Arbeitspensum absolviert, und man muß annehmen, daß er in dieser Zeit inmitten seiner anatomischen Präparate und deren Abfällen gelebt hat. Sein Praktikant J. S. Chaudé beschrieb etwa, daß man die anatomischen Präparate auf dem Labortisch nur schwer von Bichats Mittagessen unterscheiden konnte. Auch sein umfassendes Manuskript zur *Anatomie générale*¹⁸ muß letztlich auf jedem Papiertettel entstanden sein, dessen er in diesem Durcheinander habhaft geworden ist.¹⁹

In dieser Phase erschienen als drittes großes Werk die *Physiologischen Untersuchungen über das Leben und den Tod*²⁰ (siehe Abb. 1). Zwar wurde Bichat 1799 schon zu einem wissenschaftlichen Mitglied der *Société de Santé* ernannt und war ab 1800 Sekretär der *Société de l'École de Médecine* geworden, doch erst 1801 konnte er eine öffentliche Stelle als *Médecin expectant* am *Hôtel Dieu* antreten.²¹ Tag und Nacht seziierte er nun, um „Licht in die Dunkelheit der Krank-

und André-Marie Constant Duméril (1774–1860). Siehe auch: Lesch 1984, S. 55; Haigh 1984, S. 9–10 und Olmsted 1944, S. 19–34.

¹⁵) Staum 1980, S. 4–5 und S. 150.

¹⁶) Bichat 1798.

¹⁷) Bichat 1799. Das Werk wurde auch 1803 von Christoph Heinrich Pfaff (1773–1852) übersetzt und publiziert.

¹⁸) Bichat 1818–1821.

¹⁹) Siehe auch Haigh 1984, S. 10.

²⁰) Bichat 1800. Die deutsche Übersetzung von Rudolph Boehm (1844–1926) erschien 1912 in Leipzig.

²¹) Haigh 1984, S. 12–13; Ackerknecht 1967, S. 51.

heitsprozesse“ zu bringen,²² und es wird berichtet, daß er in seinem letzten Pathologiekurs am *Hôtel Dieu* während des akademischen Jahrs 1801 bis 1802 allein sechshundert Sektionen durchgeführt und sogar im Sektionssaal geschlafen hat.²³ Aus heutigem Blickwinkel sind seine Arbeitsbedingungen freilich kaum nachvollziehbar, und auf Grund der Nähe zu den pathologischen Präparaten wie den frischen Leichen in der Gruft überrascht es kaum, daß Bichat selbst am 22. Juni 1802 an den Folgen einer Wundinfektion gestorben ist, die er sich beim Sezieren zugezogen hatte.²⁴

Im Unterschied zu Bichat war die wissenschaftliche Sozialisation Magendies gänzlich vom nachrevolutionären Kontext der Pariser Universitätsmedizin geprägt (Abb. 2). Er wurde am 6. Oktober 1783 in Bordeaux geboren und folgte seinem Vater, dem Chirurgen Antoine Magendie (1741–1813), in der Familientradition.²⁵ Nach Übersiedelung der Familie nach Paris empfahl dieser ihn dem Chirurgen Alexis Boyer (1757–1833) ans *Hôtel Dieu*.²⁶ Schon 1803 absolvierte Magendie die Prüfungen für das *Internat des hôpitaux*, um anschließend als junger Chirurg ins *Hôpital St. Louis* einzutreten und auch an der *Salpêtrière* klinisch tätig zu werden.²⁷

Seit 1807 arbeitete er als Anatomieassistent an der *École de Santé* und wurde 1811 zum Prosektor (*prosecteur*) befördert,²⁸ wo er bis 1813 blieb und einführende Chirurgiekurse angeboten hat, in die er auch Experimentalübungen einband. Für die folgenden 15 Jahre blieb er jedoch auf die Unterstützung seines Freundes, des Klinikers Henri-Marie Husson, angewiesen, um dessen Patientenbehandlungen begleiten und Kurse am Krankenhaus geben zu können.²⁹ Gleichzeitig unterrichtete er immer noch einen Privatkurs in experimenteller Physiologie am *Séminaire de St. Nicolas de Chardonnet*, einer der teil-

²²⁾ Bichat 1818–1821, Bd. 1, S. 50.

²³⁾ So Maingault in: Bichat, 1818–1821, Historische Einleitung, S. 11.

²⁴⁾ Ebenda.

²⁵⁾ Société des archives historiques de la Gironde 1895, S. 282.

²⁶⁾ Temkin 1951; Olmsted 1944, S. 9–11.

²⁷⁾ Grmek 1974, Bd. 9, S. 6–11.

²⁸⁾ Olmsted 1944, S. 45–47 und S. 75–77; sowie Bernard 1856, S. 6.

²⁹⁾ Grmek 1974, Bd. 9, S. 8–9.



Abb. 2 Unsigniertes Ölporträt François Magendies (ca. 1803) von Paul Guérin (1774–1883)

akademischen Institutionen aus der unmittelbar nachrevolutionären Zeit.³⁰

In dieser Phase gingen seine Zeitgenossen zunächst davon aus, daß Magendie eine Karriere in der Chirurgie anstrebte,³¹ doch für seine überraschende Abkehr von der Chirurgie und Hinwendung zu experimentalphysiologischen Fragestellungen lassen sich letztlich zwei wichtige persönliche Gründe ausmachen: Zum einen hatten sich deutliche Spannungen zwischen Magendie und Dupuytren, dem Chefchirurgen des *Hôtel Dieu*, entwickelt, die es unmöglich erscheinen

³⁰) Olmsted 1944, S. 47–51.

³¹) Ebenda, S. 49.

ließen, seine Karriere als Krankenhauschirurg fortzusetzen.³² Zum anderen war er in seinen forschungspraktischen Überlegungen auch zu einem Punkt gelangt, an dem er die Zukunft der wissenschaftlichen Medizin allein im Studium experimentalwissenschaftlicher Fragestellungen sah, eine medizinische Forschungsrichtung, an deren Spitze er sich nun selbst stellen wollte.³³

Die entsprechende methodische Umsetzung des von ihm als „Physik des Lebens“ bezeichneten Gegenstands wurde nun das Hauptziel seines weiteren wissenschaftlichen Werks, wobei ihn seine Überzeugung, daß physikalisch-chemische Erklärungen prinzipiell auf die „Phänomene der Tierökonomie“ angewendet werden könnten, bald in Opposition zu Bichat gebracht hat.³⁴ Noch seine Lehrer an der *Faculté de Médecine de Paris*, vor allem Boyer und François Chaussier (1746–1828), fühlten sich dem pathologisch-anatomischen Ansatz Bichats verpflichtet, während sich Magendie darüber hinaus mit dem Beobachtungsansatz der Pariser Klinik, etwa von Théophile R. H. Laënnec (1781–1826) und Jean-Baptiste Buillaud (1796–1881), sowie den Experimentalarbeiten Julien Legallois’ (1770–1840) und Jean-Charles Grimauds (1750–1789) intensiv vertraut machte.³⁵ Als er 1809 seine frühe und einschlägige theoretische Schrift *Einige allgemeine Überlegungen über die besonderen Phänomene der lebendigen Körper*³⁶ publizierte, hatte er sich in seiner chirurgischen Ausbildung wie eigenen Forschungsarbeiten intensiv mit Bichats Vitalismus auseinandergesetzt,³⁷ war dabei jedoch eng an klinischen Fragestellungen orientiert geblieben.

32) Ebenda.

33) Magendie 1840, Bd. 1, S. 310.

34) Lesch 1984, S. 123–125.

35) Magendie 1936, Bd. 1, S. 9 und S. 81; Magendie 1816, Bd. 1, S. 306; Magendie 1817, Bd. 2, S. 297; Magendie 1840, Bd. 1, S. 332.

36) Magendie 1809a.

37) Gross 1979, S. 255–256.

3. Verlängerte Beobachtung, investigative Experimentalmethode und der Stellenwert des physiologischen Versuchs

In seiner *Einführung in das Studium der experimentellen Medizin* (1865)³⁸ ist der französische Physiologe Claude Bernard (1813–1878) – der zuvor Magendies Assistent am *Collège de France* gewesen war – von einem epistemischen Gegensatz der „verlängerten Beobachtungsmöglichkeit“ und des „aktiven Experiments“ ausgegangen. Das Moment der *verlängerten Beobachtungsmöglichkeit* im Experiment sah er dadurch gekennzeichnet, daß

[d]er Experimentator in diesem Falle einem Jäger [...] gleicht, der statt ruhig auf das Wild zu warten, versucht, es zum Aufstehen zu bringen, indem er an der Stelle, wo er es vermutet, eine Klapper gebraucht.³⁹

Der physiologische Experimentator sollte ferner über ein angemessenes Beobachtungs-*Know-how* verfügen, um interessante Probleme genauer in den Blick nehmen und den Ablauf der physiologischen Prozesse verstehen zu können. Als *aktives Experiment* begriff Bernard mithin die vorausgeplante Manipulation der Naturvorgänge:

[... Der] Beobachter ist *passiv* bei der Hervorrufung der Erscheinungen, der Experimentator nimmt daran direkt und *aktiv* teil. [George] Cuvier [1769–1832] hat denselben Gedanken ausgesprochen, indem er sagt: ‚Der Beobachter belauscht die Natur, der Experimentator befragt sie und zwingt sie, sich zu enthüllen.‘⁴⁰

Wenn man Bernards Charakterisierung folgt, dann konnte der physiologische Laborforscher erst durch die experimentelle Isolierung einzelner ausgewiesener Funktionen den physiologischen Forschungsprozeß in Gang bringen.⁴¹ Zuerst mußten die zu untersuchenden Funktionen lokalisiert und erst dann konnte gefragt werden, durch welche organisatorischen Bedingungen sie tatsächlich im Körper aufrechterhalten werden. Die epistemische Bedeutung des Experiments

³⁸) Bernard 1865.

³⁹) Ebenda, S. 223.

⁴⁰) Bernard 1865, S. 21.

⁴¹) Canguilhem 1979, S. 77.

als eine verlängerte Beobachtungsmöglichkeit bei Bichat läßt sich letztlich aus dem Fortgang seines methodischen Hauptwerks, den *Recherches physiologiques*, gut herausarbeiten.⁴²

So beobachtete er zuerst den gesunden Menschen, bevor er dann die Veränderungen der Lebensphänomene im Krankheitsverlauf beschrieb. Bei tödlichem Ausgang nahm Bichat drittens pathologisch-anatomische Sektionen vor, um einzelne morphologische Auswirkungen der Erkrankungsprozesse auf die Organe und Gewebe des Körpers weiter zu bestimmen. Erst am Ende seiner theoretischen Erörterungen der Lebensphänomene ging er zu einem vierten Schritt über, der auf die prozeßhaften Veränderungen im Krankheitsgeschehen gerichtet war, die nun mit den Mitteln der instrumentellen Beobachtung (*expérience*) im Tierexperiment näher untersucht werden sollten, wie er dies in seinen methodischen Regeln für die *Société Médicale d'Émulation* 1796 formuliert hat:

VI. Die Beobachtung (*l'observation*) ist die erste Basis der Naturwissenschaften. Jedes Mitglied beteilige sich daran, alle interessanten Fakten, die während seiner Forschungen auftreten, zusammenzutragen und sie der Gesellschaft mitzuteilen. VII. An die Beobachtung schließt sich das Experiment (*l'expérience*) an. Davon ausgehend wird ein zweiter Arbeitsgang [...] frühere Experimente wieder aufnehmen.⁴³

Auf der Grundlage dieser methodologischen Annahmen ergab sich für Bichat aber selbst nur ein geringer Anreiz, in systematischer Form vivisektorische Experimente vorzunehmen. Lediglich in Einzelfällen hielt er ihre Durchführung für notwendig, wenn zum Beispiel der Einfluß größerer anatomischer Systeme aufeinander, etwa des Zentralen Nervensystems auf das Herz-Kreislaufsystem, untersucht werden sollte.⁴⁴ Letztlich war für Bichat die argumentative Funktion des Experiments das Entscheidende, wobei einzelne Experimentaluntersuchungen an denjenigen Stellen einsetzten, an denen der autoptische

⁴²⁾ Siehe den Terminus des *explorativen Experiments* bei Kötter 2008, S. 285–286.

⁴³⁾ So der Dekan der Pariser Medizinischen Fakultät A. F. Thomas Levacher de la Feutrie (1738–1804), in: Levacher de la Feutrie 1803, Einleitung, S. XLII; Übers. F.W.S.

⁴⁴⁾ Lesch 1984, S. 50–80.

Zugang seine Fragestellungen als Pathologe nicht weiter klären konnte. Das Tierexperiment bildete dabei einen Zwischenschritt und wurde für Bichat ein *pathophysiolgisches Erkenntnisinstrument*.⁴⁵ Durch künstliche „pathologische Eingriffe“ studierte er etwa am lebenden Tier krankheitsbedingte Veränderungen im physiologischen Organismus und untersuchte ihre Auswirkungen nachfolgend in *Post-mortem*-Sektionen.

Magendie hingegen wies dem Experiment eine ganz andere Bedeutung für den Erkenntnisgewinn in der Physiologie zu: Sein Ansatz war zentral von der Absicht geprägt, die Lebensphänomene zunächst experimentell in bestimmten Körperteilen zu isolieren. Erst mit zeitlicher Verzögerung wollte er die Suche nach zusätzlichen Begleitbedingungen und den beteiligten Organsystemen aufnehmen, wie er dies bereits früh in seinen *Quelques idées* von 1809 eingefordert hatte:

Könnte man sich nicht allgemein auf eine einzige Kraft beschränken, die man die *Lebenskraft* nennen würde und der man zuerkennt, daß sie in der Lage ist, auf eine solche Art die unterschiedlichen Phänomene herbeizuführen, indem sie der Struktur der Organe und der Gewebe folgt, die unter ihrem Einfluß funktionieren? [...] Es wäre [...] vorteilhafter, wenn die Physiologie gerade an dem Punkt begänne, an dem die Phänomene der lebendigen Körper von den Sinnen wahrgenommen werden können.⁴⁶

Das Studium der Lebensphänomene begann für Magendie also erst an dem Punkt, an dem sie phänomenal isoliert werden konnten. Dieser methodische Zugang bedeutete für ihn, daß das anschließende Experiment nicht allein als ein Bestätigungsinstrument für vorgefertigte Hypothesen auftrat, sondern in nicht geringer Weise selbst neue physiologische Sachverhalte produzieren konnte.⁴⁷ Der Forschungsprozeß der experimentellen Pathophysiologie, wie ihn zuvor noch Bichat praktiziert hatte, wurde durch Magendies Forschungsprogramm letztlich umgekehrt: Er ging nicht länger von vorher bestimmten Gewebs-

45) Ähnlich: Schmiedebach 1997, S. 120.

46) Magendie 1809a, S. 169; Übers. F.W.S.

47) Vgl. etwa Magendie 1841, Bd. 2, S. 98–99.

typen und deren Beitrag zur Physiologie aus, sondern setzte die Körperfunktionen nun selbst an den Untersuchungsanfang.

Gleichwohl haben die Techniken und Konzeptionen aus Bichats pathologisch-anatomischem Forschungsansatz aber auch eine starke Wirkung auf Magendie selbst ausgeübt,⁴⁸ so wie Bichats Gewebspathologie ganz allgemein einen großen Einfluß auf seine Schüler wie den Chirurgen Philibert Joseph Roux (1780–1854) oder die Pathologen Pierre Auguste Bécларd (1785–1825) und Balthasar-Anthelme Riche-rand (1779–1840) gehabt hatte. Magendie wich vom medizinischen *Mainstream* aber insofern ab, als er Bichats experimentelle Methoden nun zur Beantwortung seiner eigenen physiologischen Fragestellungen heranzog,⁴⁹ wobei er das Tierexperiment somit zu einem genuin *physiologischen Erkenntnis Instrument* fortentwickelt hat.⁵⁰

4. Das Experiment bei Bichat: Beobachtungswerkzeug und rhetorisches Hilfsmittel

Bichats pathogenetischer Blick war tief in den klinischen Problemstellungen seiner Zeit verwurzelt und zugleich ein Element seiner chirurgisch-medizinischen Sozialisation.⁵¹ Wie bereits im ersten Teil dieses Artikels beschrieben, führte er Tierexperimente vor allem im Kontext klinisch-pathologischer Problemstellungen durch, um auf diese Weise den Eintritt des Todes in pathophysiologischer Hinsicht näher erklären zu können. Einzelne Experimentalbefunde halfen in diesem Kontext jedoch auch, die Entstehung und den Verlauf von Krankheitsprozessen besser zu verstehen (vgl. etwa Abb. 3).

Bichats Forschungsinteresse galt somit – ähnlich demjenigen eines forensischen Mediziners –⁵² den jeweiligen Bedingungen, die zum Eintritt des Todes beim Versuchstier und beim Menschen führen konnten.⁵³ Der Sterbeprozess der Versuchstiere wurde dabei in graduelle

48) Lesch 1984, S. 96, S. 168–169, S. 173–174; Albury 1977, S. 69.

49) Ackerknecht 1967, S. 58; Olmsted 1944, S. 69.

50) Magendie in Bichat 1822, S. 1.

51) Foucault 1988, S. 137–185.

52) Vgl. Forster und Ropohl 1985, S. 7–27.

53) Williams 1994, S. 96–97.

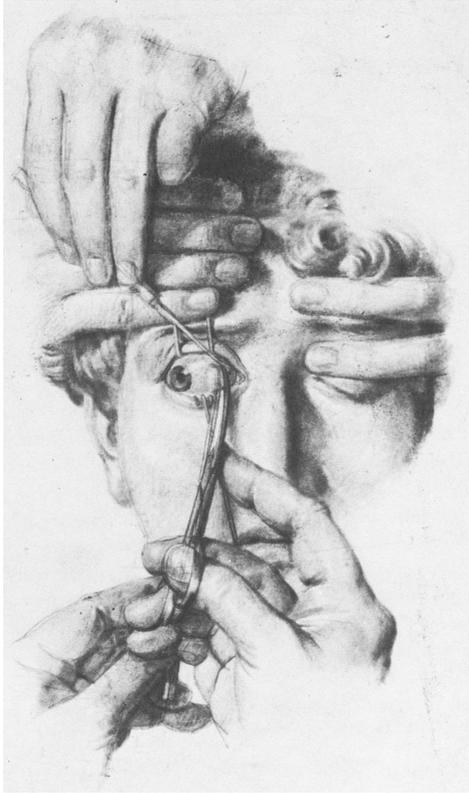


Abb. 3 Anatomie des Auges. Zeichnung von Nicolas-Henri Jacob (1782–1871)

Zeiteinheiten zerlegt und das temporäre Wechselspiel physiologischer Funktionsgrößen im einzelnen untersucht.⁵⁴ Auch die Krankheiten des menschlichen Körpers begriff Bichat als Vorstadien des eintretenden physiologischen Todes, was sicherlich mit darauf zurückzuführen war, daß er meist gravierende Krankheitsbilder wie die *Paralyse* in seinen Lehrbüchern besprach.⁵⁵ Somit war für Bichat die Differenz des toten zum lebendigen Körper das entscheidende Moment, wie es sich auch in seiner Definition von einem durch den Tod bedrohten

⁵⁴) Ähnlich: Crary 1996, S. 85–87; Bichat 1912, S. 128–130.

⁵⁵) Vgl. Szabo 2009, S. 15–36.

Körper niederschlug: „Das Leben ist die Gesamtheit der Funktionen, die dem Tod widerstehen.“⁵⁶

Das Bild des lebendigen Organismus, das sich Bichat im Rahmen seiner pathophysiologischen Experimente somit dargestellt hat, war rein anatomisch-struktureller Art. Zwar beobachtete und untersuchte er darin auch die einzelnen Stadien, die der Körper durchläuft, bevor pathologische Prozesse seinen Tod bedingten, doch war Bichats wesentlicher Untersuchungsgegenstand letztlich der Leichenkörper, an dem sämtliche Lebensprozesse zum Stillstand kamen. Hier ließen sich die morphologischen Strukturen nun autoptisch inspizieren, ihre Form begutachten und Rückschlüsse auf die zuvor beobachteten Lebensphänomene ziehen.

Neben dieser methodischen Verortung stand das Experiment für Bichat aber auch im Interpretationskontext seiner Auffassungen zur Teleologie der Lebensphänomene,⁵⁷ wobei das Experiment im Rahmen seiner pathologisch-anatomischen Argumentationsgänge nur die Funktion eines rhetorischen Hilfsmittels erfüllte. Diese Überzeugungen waren jedoch nicht einfach auf Bichats pathogenetischen Blick zurückzuführen, sondern beruhten ebenfalls auf seinen vitalistischen Grundannahmen.⁵⁸ Während Bichat zwar auch die protophysiologischen Überlegungen wie vivisektorisches Experimentalergebnisse mit in seine theoretischen Arbeiten einbezog, verzichtete er dagegen weitgehend darauf, diese auch methodisch weiterzuentwickeln. Théophile de Bordeus (1722–1776) lokalisatorische Ansichten übten hierbei eine besondere Faszination auf ihn aus, weil Bordeu seine Untersuchungen einerseits noch in der solidarpathologischen Tradition vorgenommen hatte,⁵⁹ aber vom *Mainstream* Montpellianischer Vitalisten insofern abgewichen war, daß er später jedem Einzelorgan ein „individuelles Leben“ (*vie propre*) im Rahmen der funktionellen Organisation des Körpers zusprach.⁶⁰ An die Stelle von Organen als den notwendigen

⁵⁶) Bichat 1822, Einleitung, S. I; Übers. F.W.S.

⁵⁷) Schmiedebach 1997, S. 116–134 und Maulitz 1987.

⁵⁸) A. Barth in Bichat 1912, Einleitung, S. XII.

⁵⁹) Maulitz 1987, S. 15–16.

⁶⁰) De Bordeu 1767, S. 451–452.

Agenten für die Lebenstätigkeiten traten nun bei Bichat auf einer fundamentaleren Ebene die Körpergewebe.⁶¹

Wenn wir eine Funktion untersuchen, müssen wir sehr genau und auf sehr allgemeine Weise das zusammengesetzte Organ in Betracht ziehen, das sie ausführt. Wenn Sie aber die Lebenseigenschaften dieses Organs kennen lernen wollen, dann müssen Sie es unbedingt zergliedern [*décomposer . . .*].⁶²

Bichats Rückgriff auf die Arbeiten von Medizinern, die durch den Vitalismus beeinflusst waren, sowie die Ausrichtung des ersten Teils seiner *Recherches* als ein systematischer Lehrtext der Pathologie ist von Wissenschaftshistorikern wie Physiologen wiederholt als Beleg für seine vitalistischen Grundüberzeugungen herangezogen worden.⁶³ Der Physiologe Bernard ging sogar so weit, zu behaupten, daß Bichats theoretische Auffassungen mit dem Ansatz der experimentellen Medizin unvereinbar seien,⁶⁴ und auch der Herausgeber der deutschen Übersetzung der *Recherches*, Rudolf Boehm (1844–1926)⁶⁵, wies Bichats Position zurück, da sie lediglich „für den Medikohistoriker“ Bedeutung hätte.⁶⁶ Die von Bernard und Boehm vertretene Sichtweise verkürzt Bichats Pathologie jedoch auf die positivistische Würdigung experimentalwissenschaftlicher Tatsachen, welche zweifelsohne einen Strang des Bichatschen Ansatzes abbildet, aber seine weitgefaßte theoretische Position über das Funktionieren des lebendigen Organismus selbst blieben hierdurch unangemessen verkannt. Für Bichat konnte es prinzipiell nur eine physiologische Pathologie lebendiger Körper, aber darüber hinaus keine „Kadaveranatomie der Säfte“ geben.⁶⁷

61) Bichat 1818–1821, Bd. 1, S. 44.

62) Ebenda, Bd. 1, S. 85; Übers. F.W.S.

63) Siehe etwa Canguilhem 1996, S. 29–31.

64) Bernard 1856, S. 10.

65) Boehm studierte bis zur Promotion in Leipzig, war danach Psychiatrieassistent in Würzburg und Leipzig und habilitierte sich 1871 beim Physiologen Adolf Fick (1829–1901) in Würzburg. 1884 wurde er an die Universität Leipzig berufen, wo er später das einschlägige *Lehrbuch der allgemeinen und speziellen Arzneimittellehre* herausgab.

66) So Boehm in Bichat 1912, Vorwort, S. III.

67) Bichat 1822, S. 121.

Es gibt zwei Arten von Lebensphänomenen: 1. die des Gesundheitszustands;
 2. die der Krankheit, woraus auch zwei unterschiedliche Wissenschaften resultieren. So beschäftigt sich die Physiologie mit den Phänomenen des ersten Zustands, während die Pathologie den zweiten zum Gegenstand hat. [...] *Es gibt [...] nichts in den physikalischen Wissenschaften, was der Therapie in der Physiologie entspricht.*⁶⁸

Wie beispielhaft aus diesen Äußerungen deutlich wird, fußte Bichats Auffassung der Lebensphänomene auf einem strikten naturgesetzlichen Dualismus.⁶⁹ Physikalisch-chemische Phänomene sollten für Bichat den Gesetzen der unbelebten Materie unterliegen, während für die belebte Materie besonders vitale Gesetzmäßigkeiten zum Tragen kämen.⁷⁰ Zusammengefaßt bedeutet dies, daß Bichat gegenüber dem vivisektorischen Experimentieren stets begründete Bedenken hatte. Zwar vermochte auch die autoptische Leichenschau einiges zum Wissen über die von ihm als *natürliche Experimente* verstandenen Krankheitsvorgänge beizutragen, aber das Tierexperiment sollte für ihn stets unzureichend bleiben. Durch den künstlichen Eingriff in die Körpervorgänge konnte es für Bichat aber keinen direkten methodischen Zugang zur normalen Realität der Lebensphänomene und Krankheitsvorgänge im Körper geben.

5. Das Experiment bei Magendie: Erkenntnismotor für das physiologisch-funktionelle Forschungsprogramm

Während Bichat die Lebensphänomene in erster Linie aus dem Blickwinkel der Pathologie betrachtet und das Experiment als Hilfswerkzeug in sein anatomisch-pathologisches Forschungsprogramm eingeführt hat, nahm Magendies Entwicklung einen anderen Verlauf. Dieser erhoffte sich bereits seit seinen frühen toxikologischen Arbeiten, die er mit dem Pariser Botanikstudenten Alire Rafeneau-Delille (1778–1850) vorgenommen hatte, auch Aufschlüsse über die normalen physiologischen Funktionen. Bichats Methode der schrittweisen

⁶⁸) Bichat 1912, S. 29, Fn. 1; Herv. und Übers. F.W.S.

⁶⁹) Bichat 1818–1821, Bd. 1, S. 14–15.

⁷⁰) Albury 1977, S. 75–77.

Ausschaltung der Lebenseigenschaften hatte noch zur Annahme einer eigenen, für die organische Materie spezifischen Naturgesetzlichkeit geführt.⁷¹ Demgegenüber vertrat Magendie eine Allgemeingültigkeit physikalischer Gesetzmäßigkeiten und ihrer Determinierung der Lebensphänomene, die auch für das physiologische Experiment gültig sein sollte:

Meine Herren, das Studium der Funktionen [...] wird der Gegenstand des folgenden Semesters sein. Wir halten daran fest, uns verschiedenen und direkt wahrnehmbaren Phänomenen auszusetzen und sie mit unseren Experimenten zu untersuchen. [...] Ebenfalls glaube ich, daß dies eine wirkliche Vervollkommnung wäre, die Lehre und die Ausbildung auf der wirklichen Physik des Lebens zu begründen.⁷²

Somit grenzte sich Magendie deutlich von Bichats Annahme ab, daß sich nur die unbelebte Natur mit physikalischen und chemischen Methoden erklären ließe.⁷³ Er teilte besonders Bichats Überzeugung nicht, daß die Variabilität der Lebensphänomene von diesen Gesetzen unzureichend erfaßt würde,⁷⁴ sondern sah die Wissenschaftlichkeit einer „wirklichen Physik des Lebens“ in der Gesetzmäßigkeit von Physik und Chemie aufgehoben.⁷⁵

Für die nähere physiologische Bestimmung der Lebensphänomene ging Magendie in den *Quelques idées* aber davon aus, daß sie sich nicht allein physikochemisch erklären ließen, sondern zusätzlich durch die Einwirkung einer Lebenskraft (*force vitale*) beeinflusst werden.⁷⁶ Die Lebenskraft hatte für ihn dabei die epistemische Bedeutung einer „physiologischen Unbekannten“, welche im weiteren Forschungsverlauf genauer bestimmt und auf chemische und physikalische Prozesse zurückgeführt werden sollte.⁷⁷ In Magendies frühen Arbeiten von 1809 hatte er zunächst ein deterministisches Prinzip der

⁷¹) Lesch 1984, S. 50–80.

⁷²) Magendie 1836, Bd. 1, S. 5–6; Übers. F.W.S.

⁷³) Magendie 1817, Bd. 2, S. 22.

⁷⁴) Olmsted 1944, S. 148–149.

⁷⁵) Magendie 1809a, S. 145–146.

⁷⁶) Ebenda, S. 149.

⁷⁷) Siehe in: Hull 1968.

Kausalbeziehungen der Lebensphänomene propagiert und deren prinzipielle Analysierbarkeit im physiologischen Experiment vertreten, wodurch auch die Gleichförmigkeit und Reproduzierbarkeit seiner Experimentalergebnisse garantiert werden können sollte. Auf dieser theoretischen Grundlage führte er nun das Tierexperiment als eine neue Wissensquelle von den Lebensphänomenen in die *Medical Community* ein. In den späteren Jahren fühlte sich Magendie dann jedoch zunehmend in seiner Annahme bestätigt, daß im Fall der Lebenstätigkeiten auch physikalische Gesetzmäßigkeiten wirksam seien, wodurch seine Ansichten sogar in beachtenswerte Nähe zu denen der physiologischen Reduktionisten in den Deutschen Ländern gerieten.⁷⁸ Die *Physikalischen Physiologen* in Berlin, um Ernst Wilhelm von Brücke (1819–1892), Hermann von Helmholtz (1821–1894), Carl Ludwig (1816–1895) und Emil Du Bois-Reymond (1818–1896), behaupteten ihrerseits die vollkommene Determinierbarkeit der Lebensphänomene auf Grundlage physikalisch-chemischer Naturgesetze,⁷⁹ doch wollte sich Magendie in den *Leçons* von 1840 von ihnen abgesetzt wissen, da sie in ihrem Reduktionsanspruch viel zu weit gegangen seien.⁸⁰

Ja, es gibt spezifische vitale Gesetze, die den lebenden Körpern zu eigen sind, Gesetze, welche die unbelebte Materie nicht besitzt. [...] Der Versuch, ein physikalisches Phänomen durch vitale Gesetze zu erklären, nur weil dieses Phänomen in einem belebten Körper angetroffen wird, ist genauso unvernünftig, wie gegenüber den anorganischen Körpern von Vitalität zu sprechen.⁸¹

Bezüglich der Gesetze der Physik blieb Magendie zeitlebens ein „pragmatischer Vitalist“, wobei sich diese Position gegen Ende seiner medizinischen Karriere mehr und mehr in eine reduktionistisch-mechanistische verschoben hat. So vertrat er in seinen Experimentalarbeiten eine prinzipielle Reduktionsmöglichkeit physiologischer Funktionen auf physikalisch-chemische Prozesse, ohne aber selbst genauere An-

⁷⁸⁾ Olmsted 1944, S. 202.

⁷⁹⁾ Lenoir 1982; Rothschuh 1968; Cranefield 1957.

⁸⁰⁾ Emil Du Bois-Reymond gestand später selbst ein Scheitern der reduktionistischen Schule in Deutschland ein: Ueber die Grenzen des Naturerkennens in Du Bois-Reymond; Rosenthal und Du Bois-Reymond 1887, Bd. 1, S. 130.

⁸¹⁾ Magendie 1841, Bd. 2, S. 2–3; Übers. F.W.S.

gaben darüber zu machen, wie realistisch die Erreichbarkeit eines solchen Ziels überhaupt war.

Folgt man an dieser Stelle der Argumentation des russisch-amerikanischen Medizinhistorikers Owsei Temkin (1902–2002), Magendie als einen *vitalistischen Materialisten* zu begreifen,⁸² dann wird verständlich, daß die Wirkmächtigkeit von Magendies Forschungsprogramm gerade in der Akzentuierung einer prinzipiellen Reduzierbarkeit von physiologischen Funktionen auf physikalisch-chemische Mechanismen begründet lag. Im zeitlichen Verlauf seiner Untersuchungen führte ihn die *Ratio* des Experiments auch zu Umschichtungen der von ihm vertretenen Positionen: Ging Magendie zu Beginn seiner Karriere noch von spezifischen Gesetzen des Lebendigen aus, so gelangte er in den Experimentalarbeiten der 1830er und 1840er Jahre am *Collège de France* zu einem deutlich reduktionistisch geprägten Ansatz. Dabei entspricht der späteren Ausformulierung von Magendies Funktionsbegriff eine reduktionistische Vorgehensweise, worin die Funktion auf die ihr zugrunde liegenden organischen Korrelate zurückgeführt und nach physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten aufgelöst werden sollte: „Der erste Schritt, den man gehen muß, nachdem man die Echtheit des Phänomens festgestellt hat, ist es, die zu ihm beitragenden Instrumente [Organe] aufzusuchen [...]“⁸³. In der Umklammerung des physiologischen Funktionsbegriffs durch vitalistische Grundannahmen und physikalisch-chemische Anwendungsstrategien wird offensichtlich, daß sich die epistemische Bedeutung der „Funktion“ in Magendies Labor über einen jahrzehntelangen Verlauf allmählich verschoben hat. Der Funktionsbegriff stellte mithin für ihn ein *heuristisches Instrument* dar,⁸⁴ das sowohl die Einbindung unterschiedlicher theoretischer Auffassungen in die experimentelle Praxis als auch deren Weiterentwicklung aus dem experimentellen Geschehen heraus erlauben konnte.

⁸²) Temkin 1951.

⁸³) Magendie 1821, S. 2.

⁸⁴) Wortgeschichtlich stammt die Heuristik von griech. *heuriskein* („finden“, „entdecken“) und wird wissenschaftstheoretisch als eine methodische Anweisung verstanden. Hügler und Lübcke 1991, S. 253–254.

6. Leichensektion, pathophysiologisches Experiment und die „Physiologie des kranken Organismus“

In seiner früheren Studie zu den Experimentaltechniken und Erklärungsweisen beider Forscher hat der australische Wissenschaftshistoriker W. Randall Albury die Divergenz der Forschungsprogramme Magendies und Bichats ausschließlich auf der Basis der verschiedenen theoretischen Auffassungen beider Forscher erklärt.⁸⁵ Er ging davon aus, daß bereits ihre Experimentalpraktiken und Labortechniken eine „gleiche Methodologie“ geformt hätten, zu der divergierende theoretische Ansichten erst in einem zweiten Schritt hinzugetreten wären.⁸⁶ Indem er aber die Experimentaltechniken selbst als Methodologie begriffen hat – d. h. ohne den Einfluß des abweichenden theoretischen Vorverständnisses beider Forscher angemessen zu berücksichtigen –, sind meines Erachtens die abweichenden Momente der Forschungsprogramme bei Bichat und Magendie nicht wirklich deutlich geworden. Die jeweiligen Kriterien (experimentalpraktische, sozialisatorische und theoretische) aber, die zur methodologischen Genese des pathologisch-anatomischen Forschungsprogramms bei Bichat und des funktionell-physiologischen bei Magendie geführt haben, sollten für die Analyse ihrer wissenschaftlichen Ansätze nicht vernachlässigt werden. Es ist letztlich erforderlich, hier besonders auf die materiellen Grundlagen ihrer Experimentalserien sowie forschungspraktischen Verhaltensweisen näher einzugehen:

Bichats Forschungsanstrengungen sind dadurch charakterisiert gewesen, daß er die Lebenstätigkeiten unter dem Primat ihrer pathologischen Veränderungen untersucht hat. So unterwarf Bichat etwa die verschiedenen Teile des toten Körpers den vielfältigen Methoden der „Dissektion“, der „Verwesung“ oder der Einwirkung von „Neutralsalzen, Säuren und Laugen“,⁸⁷ wobei sich seine Vorgehensweise durch die systematische Analyse der Körperteile bis in feinste Gewebsbereiche hinein ausgezeichnet hat.⁸⁸ Dadurch trug seine Ge-

85) Albury 1977, S. 71.

86) Ebenda, S. 58.

87) Bichat 1818–1821, Bd. 1, S. 37.

88) Sutton 1984, S. 54.

webspathologie auch entscheidend zur Entstehung der modernen Histologie und experimentellen Pathologie bei. Das gilt insbesondere für die Ausrichtung der Forschungspraxis Bichats, durch die er die pathologische Analyse auf die jeweils nächstkleinere Ebene verlagert hat, während sich Bichats Ablehnung des durch technische Elemente „gestörten Blicks“ als wichtiges Hindernis für die mikroskopische Analyse weiterer Gewebsstrukturen erweisen sollte. In dieser Hinsicht blieb er ganz der Tradition des Montpellierianischen Vitalismus verpflichtet, obwohl für ihn technische Werkzeuge letztlich nur dort Verwendung fanden, „wo das Skalpell nicht hinkommt“.⁸⁹ Auch wenn das Mikroskop aber genau diese Forderung erfüllte, wurde es von ihm gegenüber dem physiologischen Experiment nie systematisch angewandt, was durchaus als ein *epistemologisches Hindernis* im Fortgang der physiologischen Forschung verstanden werden kann.⁹⁰

Bichats physiologische Forschungsanstrengungen waren besonders dadurch bestimmt gewesen, daß er die Lebenstätigkeiten unter dem Primat der pathologischen Veränderungen untersuchen wollte,

nach welchen infolge eines heftigen und plötzlichen Schlages, z. B. einer Apoplexie, einer großen Blutung, einer Hirnerschütterung, der Asphyxie usw. die Funktionen aufgehoben werden, weil dann bei vollkommen intaktem Zustande alle Organe aus Ursachen ihre Tätigkeit einstellen [...]; im Übrigen können wir an Tieren diese Art des Todes nachahmen und folglich bei unseren Experimenten seine verschiedenen Erscheinungen analysieren.⁹¹

Entsprechend dieses Untersuchungsansatzes begannen Bichats *Recherches* „Ueber den Einfluß des Gehirntodes auf den Herztod“ mit klinischen Beobachtungen und galvanischen Experimenten an herzzuführenden Nerven. Danach wurden mehrtägige Ligaturexperimente an Hundekarotiden beschrieben, welche die Unterbrechung der Blutzufuhr beim Herztod simulieren sollten: „Bewirkt die Unterbrechung der Gehirntätigkeit unmittelbar den Herzstillstand?“⁹² Zur experi-

⁸⁹⁾ Olmsted 1944, S. 22–23.

⁹⁰⁾ Bachelard 1987, S. 46–58; Grmek 1974, Bd. 2, S. 37–47.

⁹¹⁾ Bichat 1912, S. 1–2.

⁹²⁾ Ebenda, S. 106–112.

mentellen Untersuchung dieses pathophysiologischen Prozesses wählte Bichat interessanterweise nicht etwa die Durchschneidung der Hirnarterien mit dem Skalpell, vielmehr legte er Ligaturen an die Karotiden an, so daß er den Blutstrom zum Gehirn kontrollieren konnte:

Es ist leicht zu beweisen, daß die Bewegung des Blutes, indem sie sich dem Gehirn mitteilt, dessen Tätigkeit und Leben unterhält. Man lege einen Teil des Organs bei einem Tiere bloß, so daß seine Bewegungen sichtbar sind, und unterbinde sodann die Karotiden. Manchmal werden die Bewegungen des Gehirns schwächer: Dann wird das Tier betäubt. In anderen Fällen bestehen die Hirnbewegungen wie gewöhnlich fort [...] so daß keinerlei Störung in den hauptsächlichsten Hirnfunktionen erfolgt.⁹³

Angesichts solcher pathophysiologischer Forschungsarbeiten wäre es jedoch falsch, Bichat auf einen reinen Gewebspathologen zu reduzieren, obwohl die Zielsetzung der *Recherches* in erster Linie seinem pathologisch-strukturellen Interesse verschrieben war. Wenn Bichat eine anatomische Verbindung im Körper unterbrach, so zum Beispiel den Vagusnerv im Verlauf seines Austritts aus dem Gehirn bis zur Einmündung in den Herzbeutel, dann nicht etwa, um den Einfluß des Nervs auf das schlagende lebendige Herz und seine normalen Funktionsgrößen, wie Herzschlag oder Auswurfvolumen, zu untersuchen.⁹⁴ Vielmehr sollte in diesen Experimenten der plötzliche (Herz-)Tod selbst simuliert werden können:

Am Herzen kehrt die gleiche Erscheinung wieder; es schlägt nicht mehr, wenn das Gehirn tot ist. Wir wollen untersuchen, wie das geschieht. Offenbar können nur zwei Gründe hierfür in Betracht kommen: 1. weil das Herz unter dem unmittelbaren Einfluß des Gehirns steht; oder 2. weil zwischen den beiden ein drittes vermittelndes Organ eingeschaltet ist [...].⁹⁵

Mit der isolierten Ausschaltung von anatomischen Strukturen wollte Bichat also die einzelnen Stadien selbst beschreiben, die der Körper durchläuft, nachdem das Herz aufgehört hatte, zu schlagen, oder

⁹³) Bichat 1822, S. 6, Übers. F.W.S.

⁹⁴) Haigh 1984, S. 87.

⁹⁵) Bichat 1912, S. 106.

der Hirntod eingetreten war. Wie andere seiner wissenschaftlichen Zeitgenossen ebenfalls,⁹⁶ so hatte auch Bichat dabei keine Skrupel, die tierexperimentellen Beobachtungen an Leichen getöteter Strafgefangener zu reproduzieren:

Im Winter des Jahres 7 [1799] erhielt ich die Befugnis, an den Leichen Guillotiniertes verschiedene Versuche auszuführen; sie standen mir 30–40 Minuten nach der Hinrichtung zur Verfügung. Bei einigen war bereits jede Art von Motilität erloschen; bei einigen konnte man sie mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln [Galvanischen Strömen] mehr oder weniger leicht wieder hervorrufen.⁹⁷

Gerade die Hypothesen und investigativen Ansätze zur pathologischen Physiologie ergaben hier auch vielfältige Anknüpfungspunkte für die zeitgenössische Experimentalphysiologie.⁹⁸ So übernahm Magendie einzelne physiologische Fragenkomplexe direkt aus Bichats *pathophysiologischem Repertoire* und paßte sie in sein Forschungsprogramm mit ein.⁹⁹ Hinsichtlich der physiologischen Untersuchungen des kranken Körpers war Bichat den frühen Experimentalphysiologen dabei letztlich sogar „einen Schritt voraus“, auch wenn dieser Forschungsansatz nicht das zentrale Anliegen seines Programms bildete. Dennoch, was scheint für Magendie nähergelegen zu haben, als sich zur Demonstration und zur Propagierung der medizinischen Relevanz seiner Laborforschung auch auf Bichats „System“ des pathologischen Lokalismus zu berufen?¹⁰⁰ Schließlich beschränkte sich Magendies Programm nicht allein auf die Frage nach der nötigen Anpassung klinischer Verhaltensmaßnahmen an physiologische Funktionsgrößen, sondern zielte ebenso auf die Ursachen einer „Physiologie des kranken Organismus“ ab.¹⁰¹

96) Guerrini 2003, S. 70–92.

97) Ebenda, S. 110.

98) Haigh 1984, S. 137.

99) Albury 1977, S. 50–58.

100) Williams 1994, S. 97–98.

101) Magendie zitiert nach Grmek 1974, Bd. 9, S. 9.

7. Lebensphänomene und Funktionsdynamik im physiologischen Experimentalansatz

Beginnend mit seinen ersten Experimentalserien zu den Absorptionsphänomenen, hin zu den nachfolgenden Arbeiten aus den *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie* hat Magendie tatsächlich eine Reihe von Laborpraktiken, die denen Bichats sehr ähnelten, selbst angewendet,¹⁰² so daß letztlich von einer *Strukturähnlichkeit*¹⁰³ zwischen den physiologischen Designs und Experimentalkonstruktionen der morphologischen Physiologie Bichats und funktionellen Physiologie Magendies gesprochen werden kann.¹⁰⁴ Im Gegensatz jedoch zur orientierenden Verwendung des Experiments als eines Beobachtungswerkzeugs bei Bichat basierte das funktionell-physiologische Forschungsprogramm Magendies auf der besonderen Wechselseitigkeit von experimentellen Praktiken und theoretischen Annahmen.

Ich werde mich in der folgenden Diskussion näher auf Magendies Experimentalserien zu den physiologischen Absorptionsmechanismen konzentrieren, da sie in vielerlei Hinsicht repräsentativ für weitere seiner Forschungsarbeiten sind, die jedoch nur bruchstückhaft überliefert wurden. Die Absorptionsexperimente stellten dabei in erster Linie eine Kombination aus chirurgischen, anatomischen sowie chemischen Analyseverfahren dar, um dem Wirkungsmechanismus pflanzlicher Gifte im lebendigen Körper nachgehen zu können.¹⁰⁵ Im Allgemeinen zeichneten sich Magendies Publikationen durch eine genaue Beschreibung der Versuchsaufbauten wie auch der Verfassung und des Verhaltens der Tiere aus, wodurch er letztlich den zeitlichen Einfluß der experimentellen Wirkungen auf den Gesamtorganismus detailliert zu beschreiben hoffte. Kurz gesagt: Die Ausführung der Experimente Magendies läßt bereits einen anderen Erkenntnishintergrund deutlich werden als den der pathologischen Anatomie Bichats.

¹⁰²⁾ Albury 1977, S. 47–58; Magendie 1838, Bd. 3, S. 293–300 und Magendie 1839, Bd. 4, S. 80–82.

¹⁰³⁾ Zum Begriff der Strukturähnlichkeit von Experimenten siehe: Temkin 1961.

¹⁰⁴⁾ Sutton 1984, S. 53–71.

¹⁰⁵⁾ Magendie 1809b. Diese pflanzlichen Giftformen wurden von den Ureinwohnern Javas als *Upas tieuté* oder *Upas antiar* (*Upas* = Gift) bezeichnet. Siehe Magendie 1809b, S. 8, Fn. 1.

Die ersten Versuchsserien zur physiologischen Absorption führte Magendie ab 1809 in Zusammenarbeit mit Alire Rafeneau-Delille durch.¹⁰⁶ Diese Experimente waren die einzigen, die von ihm noch im gleichen Jahr – am 24. April 1809 – publiziert worden sind,¹⁰⁷ wobei sich Delille zuvor schon länger mit der Untersuchung der 1803 bekanntgewordenen pflanzlichen Pfeilgifte befaßt hatte.¹⁰⁸ Sie stellten aus den pflanzlichen Proben wiederholt Aufgüsse her, mit denen kleine Hölzchen bestrichen und das Gift dann eingetrocknet werden konnte. Magendie setzte sich in seinen experimentellen Untersuchungen dabei primär zum Ziel, die Wirkungsentfaltung des Gifts und seine Aufnahme in den Körper zu bestimmen.¹⁰⁹ Im ersten Teil der Arbeit wurden die Auswirkungen des Gifts auf den Körper erfaßt, etwa die Eintrübung der Bewußtseinsfunktionen, der Rückzug des Versuchstiers in eine Laborecke sowie Krämpfe im Bereich des gesamten Körpers. Im zweiten Teil der Arbeit durchtrennte Magendie bei weiteren Versuchstieren das Spinalmark auf unterschiedlichen Höhen, um die Auswirkungen auf das Krampfgeschehen selbst beeinflussen zu können. Die Experimente gipfelten in der funktionellen Ausschaltung des Rückenmarks, wobei er eine kleine Walfischharpune durch den Wirbelkanal stieß und so die Nervenmasse beim Versuchstier heraustrieb. Die Krämpfe des Tierkörpers hörten sofort auf, während das Tier selbst wohl noch mehrere Tage überlebt hat. In der Folgearbeit vom 7. August 1809 wandte sich Magendie fernerhin von der Frage nach dem *was* und *wo* der Giftwirkung im Körper der Versuchstiere ab. Jetzt thematisierte er vielmehr, *wie* der Absorptionsvorgang vonstatten geht und *welche* anatomischen Körperstrukturen hierfür verantwortlich wären. Die anerkannte Theorie der Zeit über die Absorptionsvorgänge in lebendigen Körpern bildete die Auffassung der

¹⁰⁶) Am 28. August 1809 präsentierte Delille seinen Teil der Arbeiten. Siehe A. Rafeneau-Delille 1809.

¹⁰⁷) Magendie 1809b und 1821, S. 18–32.

¹⁰⁸) Diese waren durch den Botaniker Louis Leschenault (1773–1826) aus Java nach Paris gebracht worden. Vgl. Grmek 1974, Bd. 8, S. 252–261; Olmsted 1944, S. 35–36.

¹⁰⁹) Wie Olmsted 1944, S. 38, feststellte, konnte das aktive Wirkprinzip des Pfeilgifts erst neun Jahre später, nämlich 1818 von Pierre-Joseph Pelletier (1788–1842) und Joseph-Bienaimé Caventou (1795–1877), isoliert werden.

britischen Anatomen John Hunter (1728–1793) und William Hunter (1718–1783) sowie Bichats,¹¹⁰ wonach die enterale Resorption körperfremder Substanzen allein über das Lymphsystem erfolgt.¹¹¹

Dieser vorherrschenden Theorie der lymphatischen Absorption stand die eher wenig beachtete Meinung des vergleichenden Anatomen Felix Vicq d'Azyr (1748–1794) in Frankreich gegenüber, der davon ausgegangen war, daß die venösen Gefäße ebenfalls körperfremde Stoffe aus dem Magen-Darm-Trakt resorbieren könnten.¹¹² Aus der Problemstellung Magendies heraus wurde diese Theorie jetzt plötzlich sehr attraktiv, denn schließlich sollte die lymphatische Resorption körperfremder Substanzen über den langsamen Transport des Milchsafts (*Chylus*) im morphologischen Brustmilchgang (*Ductus thoracicus*) eine bedeutend längere Zeit in Anspruch nehmen, als sie von ihm beobachtet worden war. Magendie wollte die Giftwirkung hiermit funktionell in den verschiedenen Gefäßsystemen weiter untersuchen und formulierte deshalb die Frage, ob giftige Substanzen den schwierigen Verlauf durch die Lymphknoten unverändert überstehen oder eine Wirkungsabschwächung angenommen werden müsse. In den folgenden Experimentalserien griff er auf die Forschungsergebnisse Dupuytrens zurück, der die Absorption von *Chylus* beim Verdauungsvorgang ebenfalls untersucht hatte.¹¹³ In seinen Experimenten hatte Dupuytren den *Ductus thoracicus* bei Pferden unterbunden, bevor sich dieser lymphatische Hauptstrang anatomisch über den *Tractus subclavius sinister* mit dem venösen Gefäßsystem vereint. Als Ergebnis der Ligaturexperimente stellte sich heraus, daß ein Teil der Versuchstiere trotz ausreichendem Nahrungsangebot nach fünf bis sechs Tagen verstarb, während andere Tiere diesen Eingriff weiter überlebten.

Seiner veränderten Fragestellung folgend, setzte Magendie die Untersuchungen somit genau an der Stelle fort, an der Dupuytren

¹¹⁰⁾ In seinen Arbeiten warf William Hunter die Frage auf, ob neben den Lymphgefäßen die Venen am Absorptionsprozeß beteiligt seien. Vgl. Lesch 1984, S. 3–4; Earles 1961; Bichat 1822, S. 132–139.

¹¹¹⁾ Vgl. Grmek 1974, Bd. 9, S. 6–11; Olmsted 1944, S. 100.

¹¹²⁾ Sutton 1984, S. 53.

¹¹³⁾ Lesch 1984, S. 105–106; Albury 1977, S. 50–51.

zunächst stehengeblieben war. So hatte sich Magendie noch zu Beginn dieser Arbeiten mit der Materie der physiologischen Absorption von Nahrungsmittelbestandteilen und chemischen Substanzen am natürlichen Substrat beschäftigt, was einer Weiterführung des Bichatschen Ansatzes entsprach.¹¹⁴ Er ging dann aber auf experimentelle Untersuchungen an anderen anatomischen Substraten über,¹¹⁵ wobei er zunächst die Frage aufwarf: „wird die Ligatur des *Ductus thoracicus* die Giftpassage in den Blutkreislauf verhindern“ und somit die Wirkungsentfaltung des *Upas* blockieren?¹¹⁶ Zur experimentellen Bearbeitung unterband er den *Ductus thoracicus* bei einem Hund und spritzte *Upas*-Lösung in das Peritoneum ein. Jedesmal, wenn hierbei die Substanzen den Versuchstieren verabreicht wurden, traten Krämpfe des ganzen Körpers und Erstickungen auf. Solche Versuche ließen ihn jedoch unbefriedigt, da die Resorptionsvorgänge selbst anatomisch und physiologisch nicht genau zu beurteilen waren. Das entsprechende Problem führte Magendie zur Erweiterung seiner Fragestellung, nämlich der lokalen Untersuchung der Absorptionsfunktion an den venösen Gefäßen. An Hunden nahm er wie in der ersten Experimentalarbeit eine Eröffnung der Bauchhöhle mit partieller Darmentnahme vor. Doch statt nach der prinzipiellen Absorptionsarbeit am Darm zu fragen, war es nun sein erklärtes Ziel, eine Dünndarmschlinge funktionell auszuschalten, wofür er sämtliche Arterien und Venen, bis auf eine, operativ abskellettierte. Nachdem das erste Versuchstier gefressen hatte, waren die von der Darmschlinge abgehenden Lymphgefäße gefüllt, so daß sie sich während des Experiments gut identifizieren ließen. Auf diese Weise lag keinerlei Verbindung mit dem Restkörper mehr vor, und Magendie hatte die funktionelle Isolation eines Faktors – nämlich der venösen Absorptionsmöglichkeit – rein dargestellt.

Nach Verabreichung einer kleinen Menge *Upas* in die reponierte Darmschlinge kam es auch jetzt beim Versuchstier zu generalisierten Krämpfen. Im Rahmen zusätzlicher *Post-mortem*-Sektionen versuch-

¹¹⁴) Magendie 1821.

¹¹⁵) Ebenda, S. 15.

¹¹⁶) Ebenda, S. 13.

te Magendie anschließend den weiteren Verlaufsweg der Absorption topographisch ins Körperinnere hinein zu verfolgen, wobei er autopsisch sicherstellte, daß alle Ligaturen noch am Platz waren. Ferner versuchte er, die physiologischen Einflußgrößen auf ein Minimum zu reduzieren und letztlich den Möglichkeitsraum der experimentell isolierten Faktoren weiter zu begrenzen, daß den Resorptionsvorgängen weitere morphologische Strukturen zur Verfügung standen. Hierzu trennte er die besonders kleinen *Vasa privata* von der Mesenterialarterie und -vene zusätzlich ab. Dieses Experiment bewies Magendie, „soweit, wie man überhaupt in der Physiologie beweisen kann“,¹¹⁷ daß die Milchgefäße (*Vasa lymphatica*) nicht die einzigen Organe der intestinalen Absorption sein können.¹¹⁸

Seine Auffassung generalisierte er nun über den gesamten Körper und löste sich von der traditionellen Vorstellung ab, daß die physiologischen Funktionen des Körpers ganz bestimmten morphologischen Strukturen zugeordnet wären. Forschungspraktisch äußerte sich dies in einem eigenwilligen Experimentalansatz Magendies – dem *Hundebeinpräparat*.¹¹⁹ Bevor das eigentliche Experiment begann, wurde ein Hund mit Opium sediert und sein Hinterlauf in einer Weise vom Rumpf abgesetzt,¹²⁰ daß sie nur noch über eine vier Zentimeter lange Gefäßbrücke der *Arteria* und *Vena femoralis* mit dem restlichen Körper in Verbindung stand (Abb. 4). Nachdem das umgebende Bindegewebe mit den *Vasa privata* von den übriggebliebenen Gefäßen abpräpariert war, wurden zwei Gran *Upas* in das Gewebe des Hinterlaufs injiziert.

Um sich jedoch gegen den Vorwurf abzusichern, daß es zu einem Gifttransport entlang der verbliebenen Gefäßwände käme, schaltete Magendie dieses morphologische Substrat im Experiment ebenfalls aus. Dabei überbrückte er die Gefäßverbindung vom amputierten Hundebein zum Restkörper mit Federkielen, die ihm in gewisser Weise

¹¹⁷) Magendie 1821, S. 15–16.

¹¹⁸) Siehe auch die positive Rezeption dieser Experimente in den Deutschen Ländern: Müller 1835, Bd. 1, S. 224.

¹¹⁹) Vgl. etwa Stahnisch 2003, S. 158–171.

¹²⁰) Magendie 1817, Bd. 2, S. 238.

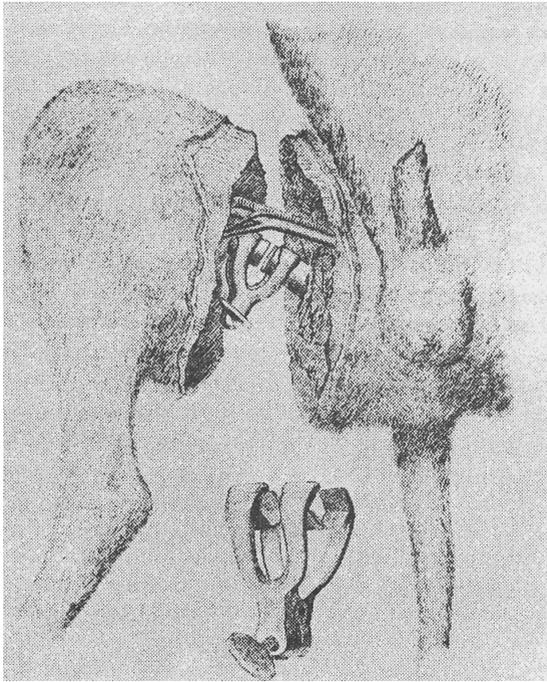


Abb. 4 Zeichnung Claude Bernards von der Präparation eines Hundebeins für Absorptionsexperimente (mit zusätzlicher Metallklammer).

als künstliche Gefäßprothesen gedient hatten.¹²¹ Sie wurden mit Ligaturen an beiden Enden arretiert, so daß das Hundebeinpräparat allein funktionell über den Blutfluß mit dem Restkörper verbunden blieb. Das heißt, daß Magendie durch diese chirurgische Isolation der Gefäßversorgung die morphologische Struktur zugleich abisoliert hatte. Er schlußfolgerte weiterhin, daß seine neue Absorptionstheorie eine Erklärung dafür liefere, warum unterschiedliche Substanzen schnell vom Körper absorbiert werden können.¹²²

¹²¹) Magendie 1821, S. 16.

¹²²) Earles 1961, S. 103–105.

Ich denke, man kann aus diesen unterschiedlichen Experimenten ableiten, daß das lymphatische System, wenigstens in bestimmten Fällen, nicht den einzigen Weg darstellt, welchen die Fremdstoffen beschreiten, um zum Nervensystem zu gelangen.¹²³

Magendies physiologische Experimente warfen im Verbund mit den Fragestellungen Bichats so plötzlich neuartige wissenschaftliche Probleme auf: Zunächst beschäftigte sich Magendie noch mit der Absorption körperfremder Stoffe am natürlichen Substrat, wie dies etwa für seine Arbeiten an einer ausgeschalteten Dünndarmschlinge und ihrer eigenen Gefäßversorgung galt. Anstatt am natürlichen Substrat aber weiter zu experimentieren, wandte er sich in folgenden Experimenten auch analogen morphologischen Strukturen zu und konnte in isolierender Weise darlegen, daß das venöse Gefäßsystem an den Absorptionsphänomenen ebenfalls beteiligt ist. Auch wenn es nicht auszuschließen war, daß lokale lymphatisch-venöse Anastomosen für den Absorptionsmechanismus verantwortlich waren, so drehte sich doch das experimentelle Vorgehen nun um die Isolierung eines physiologischen Mechanismus, der nicht nur isoliert und manipuliert, sondern, was vor allem den Einsatz von Gefäßprothesen betrifft, zusätzlich simuliert werden konnte.¹²⁴ Hieraus wird auch deutlich, daß die heuristische Neukonzeption des physiologischen Gegenstandsbereichs mit besonderen Versuchsanordnungen im engen Zusammenhang gestanden hat.

8. Schlußbemerkungen

An der wichtigen Schnittstelle der Lebenswissenschaften im 19. Jh. deutete sich auch eine nachhaltige Verschiebung der Auffassungen über die Teleologie des Lebendigen von Bichats Konzeption vitaler Körpergewebe zu Magendies physiologischem Funktionsbegriff an. Der französische Experimentalphysiologe Magendie wandte sich in seinen Untersuchungen zunehmend vom Erklärungsmodus einer Eins-zu-eins-Korrespondenz der Lebenstätigkeit als einem Attribut von

¹²³) Magendie 1821, S. 17; Übers. F.W.S.

¹²⁴) Bichat 1822, S. 135.

spezifischen Einzelgeweben ab, wobei er somit den Funktionen selbst zu einem eigenen ontologischen Status verhalf.¹²⁵ Demgegenüber räumte seine methodische Konzeption die prinzipielle Möglichkeit ein, daß unterschiedliche Körperzustände für die Aufrechterhaltung gleicher physiologischer Funktionen verantwortlich sind, wodurch die physiologischen Eigenschaften und Prozesse weitgehend unabhängig von ihrem morphologischen Substrat untersucht werden konnten.¹²⁶

In Magendies Händen bekam das Laborexperiment letztlich eine neue *epistemische Rolle*: Es wurde zum zentralen Motor der investigativen Methodologie seines funktionellen physiologischen Forschungsprogramms und sollte neben weiteren Erkenntnissen über die Struktur des Organismus vor allem das prozessuale Geschehen der Körperfunktionen im Zeitverlauf analysieren helfen. Auf der Grundlage der Ergebnisse vieler Einzelexperimente hatte sich Magendie zum Ziel gemacht, die Physiologie als eine eigenständige Wissenschaft Stück für Stück neu zu begründen.¹²⁷ Im Zuge dieser Neubewertung verschob sich auch die Perspektive auf die Lebensphänomene von einer „Physiologie des kranken Organismus“ hin zur Zentraldichotomie „des Normalen und des Pathologischen“,¹²⁸ wie sie der französische Wissenschaftsphilosoph Georges Canguilhem (1904–1995) später auf so eindrückliche Weise zum Maß seiner Philosophie der modernen Lebenswissenschaften erhoben hat.¹²⁹

Abbildungsnachweise

Abb. 1: Bichat, Xavier: *Recherches physiologiques sur la vie et sur la mort*, Paris 1800/01, o. P. (Bibliothèque Nationale de France, Paris).

Abb. 2: Ölporträt François Magendies aus dem Collège de France, Paris (mit freundlicher Genehmigung des Collège de France, Paris).

Abb. 3: Zeichnung der Anatomie des Auges. Aus: Bourgerie, Jean-Marc: *Traité complet de l'anatomie de l'homme, comprenant la médecine opératoire*, Paris 1839, o. P. (Bibliothèque Nationale de France, Paris).

¹²⁵) Magendie 1816, Bd. 1, S. III.

¹²⁶) Magendie 1809b, S. 7–12; Magendie 1821.

¹²⁷) Siehe näher in: Weisz 2006, S. 3–25.

¹²⁸) Canguilhem 1996, S. 1.

¹²⁹) Borck, Hess und Schmidgen 2005, S. 7–15.

Abb. 4: Tuschezeichnung der Präparation eines Hundebeins. Aus: Bernard, Claude: *Leçons de physiologie opératoire*, Paris 1879, S. 337 (Bibliothek des MPI für Wissenschaftsgeschichte, Berlin).

Literaturverzeichnis

- Ackerknecht, Erwin: *Medicine at the Paris Hospital, 1794–1848*, Paris 1967.
- Albury, William: Experiment and explanation in the physiology of Bichat and Magendie, *Studies in the History of Biology* 1 (1977), S. 47–131.
- Apel, Karl-Otto: Szientistik, Hermeneutik, Ideologiekritik – Entwurf einer Wissenschaftslehre in erkenntnisanthropologischer Sicht, in: ders. (Hg.): *Transformationen der Philosophie*, Frankfurt/Main 1988, S. 96–127.
- Bachelard, Gaston: *Die Bildung des wissenschaftlichen Geistes. Beitrag zu einer Psychoanalyse der objektiven Erkenntnis*. Frz. 1938, Frankfurt/Main 1987.
- Bernard, Claude: *Fr[ançois] Magendie. Leçon d'ouverture du cours de médecine du Collège du France*, Paris 1856.
- Bernard, Claude: *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Frz. 1865. Übers. von Paul Szendrö, Leipzig 1961.
- Bichat, Xavier: *Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine*, Paris 1799.
- Bichat, Xavier: *Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine*, Paris 1801.
- Bichat, Xavier: *Anatomie générale*. 2. Aufl., 4 Bände, Paris 1818–1821.
- Bichat, Xavier: *Physiologische Untersuchungen über den Tod*. Frz. 1800. Übers. und eingel. von Rudolf Boehm, Bd. 2, Leipzig 1912.
- Bichat, Xavier: *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, Paris 1800.
- Bichat, Xavier: *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*. Nachdr. der 4. Aufl. von 1822, mit Anmerk. von Magendie, Paris 1994 [1822].
- Bichat, Xavier: *Sur les membranes et leur rapport généraux d'organisation*, Paris 1798.
- Borck, Cornelius; Hess, Volker; Schmidgen, Henning (Hg.): *Maß und Eigensinn: Studien im Anschluß an Georges Canguilhem*, München 2005.
- Bourdieu, Pierre: *Praktische Vernunft. Zur Theorie des Handelns*. Frz. 1988, Frankfurt/Main 1998.
- Canguilhem, Georges: La physiologie en Allemagne, in: René Taton (Hg.): *La science contemporaine. Le XIXe Siècle*, 3. Aufl., Paris 1995, S. 475–477.
- Canguilhem, Georges: *Le normal et le pathologique*. 6. Aufl. Paris 1996.
- Canguilhem, Georges: *Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie*. Frz. 1970, Frankfurt/Main 1979.
- Coleman, William; Holmes, Frederic L. (Hg.): *The investigative enterprise. Experimental physiology in nineteenth-century medicine*, Berkeley – Los Angeles – London 1988.
- Craneffeld, Paul: The organic physics of 1847 and the biophysics of today, *Journal of the History of Medicine* 12 (1957), S. 407–423.
- Crary, Jonathan: *Techniken des Betrachters. Sehen und Moderne im 19. Jahrhundert*. Engl. 1990, Dresden 1996.

- Cunningham, Andrew; Williams, Peter (Hg.): *The laboratory revolution in medicine*, Cambridge 1992.
- De Bordeu, Théophile: *Recherches anatomiques sure les différentes positions des glandes*, Paris 1767.
- Du Bois-Reymond, Estelle; Rosenthal, Isidor; Du Bois-Reymond, Emil: *Reden von Du Bois-Reymond*, 2 Bände, Leipzig 1887.
- Earles, Melvin: Early theories of the mode of drugs and poisons, *Annals of Science* 17 (1961), S. 97–110.
- Eulner, Hans-Heinz: *Die Entwicklung der medizinischen Spezialfächer an den Universitäten des deutschen Sprachgebietes. Physiologie*, Stuttgart 1970, S. 32–45.
- Felsch, Philipp: *Laborlandschaften. Physiologische Alpenreisen um 1900*, Göttingen 2007.
- Forster, Balduin; Ropohl, Dirk: *Rechtsmedizin*, 5. Aufl., Stuttgart 1985.
- Foucault, Michel: *Die Geburt der Klinik. Eine Archäologie des ärztlichen Blicks*. Frz. 1963, Frankfurt/Main 1988.
- Grmek, Mirko Dražen; Magendie François, in: Charles Gillispie (Hg.): *Dictionary of Scientific Biography*, 16 Bände, New York 1974; hier: Bd. 2, Bd. 8 und Bd. 9.
- Gross, Michael: The lessened locus of feelings. A transformation of French physiology in the nineteenth century, *Journal of the History of Biology* 12 (1979), S. 231–271.
- Guerrini, Anita: *Experimenting with humans and animals. From Galen to animal rights*, Baltimore, MD 2003.
- Hagner, Michael; Wahrig-Schmidt, Bettina (Hg.): *Johannes Müller und die Philosophie*, Berlin 1992.
- Haigh, Elizabeth: *Xavier Bichat and the medical theory of the eighteenth century*, London 1984.
- Hess, Volker: *Der wohltemperierte Mensch*, Frankfurt/Main – New York 2000.
- Holmes, Frederick L.: Do we understand historically how experimental knowledge is acquired?, *History of Science* 30 (1992), S. 119–136.
- Hull, David: On Newtonian analogues of biological paradigms, *Philosophy of Science* 35 (1968), S. 6–27.
- Hügli, Anton; Lübcke, Poul: *Philosophielexikon. Personen und Begriffe der abendländischen Philosophie von der Antike bis zur Gegenwart*. Dän. 1983, Hamburg 1991.
- Joerges, Bernwald: Gerätetechnik und Alltagshandeln, in: ders. (Hg.): *Technik im Alltag*, Frankfurt/Main 1988, S. 20–50.
- Kanz, Kai Torsten: *Nationalismus und Internationale Zusammenarbeit in den Wissenschaften*, Stuttgart 1997.
- Kötter, Rudolf: Claude Bernard und die Logik des Experiments in der modernen Physiologie, in: P[eter] Bernhard; Volker Peckhaus (Hg.): *Methodisches Denken im Kontext. Festschrift für Christian Thiel*, Paderborn 2008, S. 283–302.
- Lakatos, Imre; Musgrave, Allan: *Criticism and the growth of knowledge*, Cambridge 1970.
- Latour, Bruno: *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*, Philadelphia 1987.
- Lenoir, Timothy: Praxis, Vernunft und Kontext. Der Dialog zwischen Theorie und Experiment, in: ders. (Hg.): *Politik im Tempel der Wissenschaft. Forschung*

- und Machtausübung im deutschen Kaiserreich, Frankfurt/Main – New York 1992, S. 172–208.
- Lenoir, Timothy: Teleology without regrets. The transformation of physiology in Germany: 1790 to 1847, *Studies in History and Philosophy of Science* 13 (1982), S. 293–354.
- Lesch, John: *Science and medicine in France – The emergence of experimental physiology, 1790–1855*, Cambridge, MA 1984.
- Levacher de la Feutrie, A. F. Thomas: Éloge de Marie-François-Xavier Bichat, *Mémoires de la Société Médicale d'Émulation* 5 (1803), S. XLII.
- Lohff, Brigitte: *Die Suche nach der Wissenschaftlichkeit in der Medizin in der Zeit der Romantik*, Stuttgart – New York 1990.
- Magendie, François: Extrait d'un Mémoire ayant pour titre: Examen de l'action de quelques végétaux sur la moëlle épinière, *Bulletin des sciences médicales de la Société Médicale d'Émulation de Paris* 3 (1809), S. 411–416. [1809b]
- Magendie, François: Le mécanisme de l'absorption chez les animaux à sang rouge et chaud, *Journal de physiologie expérimentale* 1 (1821), S. 1–17.
- Magendie, François: *Leçons sur les Fonctions et les Maladies du Système Nerveux*, 2 Bände, Paris 1840–1841.
- Magendie, François: *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, 4 Bände, Paris 1836–1839.
- Magendie, François: *Précis élémentaire de physiologie*, 2 Bände, Paris 1816–1817.
- Magendie, François: *Quelques idées générales sur les phénomènes particuliers aux corps vivans*, Paris 1809. [1809a]
- Maulitz, Russell: Morbid appearances, in: C[harles] Webster; C[harles] Rosenberg (Hg.): *History of Medicine*, Cambridge 1987, S. 31–49.
- Müller, Johannes: *Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen*, 2 Bände, 2. Aufl., Koblenz 1835.
- Olmsted, James Montrose Duncan: *François Magendie – Pioneer in experimental physiology and scientific medicine in XIX century France*, New York 1944.
- Rafeneau-Delille, Alire: Examen des effets de l'upas antiar et de plusieurs substances émétiques; lu à l'Institut, le 28 août 1809, *Procès-verbeaux de l'Académie des Sciences* 4 (1809), S. 242–275.
- Rheinberger, Hans-Jörg: *Historische Epistemologie zur Einführung*, Hamburg 2007.
- Rothschuh, Karl Eduard: *Physiologie. Der Wandel ihrer Konzepte, Probleme und Methoden vom 16. bis zum 19. Jahrhundert*, Freiburg 1968.
- Sarasin, Philipp; Tanner, Jakob: *Physiologie und industrielle Gesellschaft. Studien zur Verwissenschaftlichung des Körpers im 19. und 20. Jahrhundert*, Frankfurt/Main 1998.
- Schmiedebach, Heinz-Peter: Pathologie bei Virchow und Traube. Experimentalstrategien in unterschiedlichem Kontext, in: Hans-Jörg Rheinberger; Michael Hagner (Hg.): *Die Experimentalisierung des Lebens*, Berlin 1997, S. 116–134.
- Société des Archives historiques de la Gironde: Antoine Magendie, *Archives historiques du Département de la Gironde* 30 (1895), S. 282.
- Stahnisch, Frank: François Magendie – Pioneer in Neurology, *Journal of Neurology* 256 (2009), S. 1950–1952.
- Stahnisch, Frank: Instrument transfer as knowledge transfer in neurophysiology: François Magendie's (1783–1855) early attempts to measure cerebrospinal fluid pressure, *Journal of the History of the Neurosciences* 17 (2008), S. 72–99.

- Stahnisch, Frank: *Ideas in action: Der Funktionsbegriff und seine methodologische Rolle im Forschungsprogramm des Experimentalphysiologen François Magendie (1783–1855)*, Münster – Hamburg – London 2003.
- Staum, Martin: *Cabanis, enlightenment and medical philosophy in the French Revolution*, Princeton 1980.
- Sturdy, Steve: Looking for trouble: medical science and clinical practice in the historiography of modern medicine, *Social History of Medicine* 24 (2011), S. 230–248.
- Sutton, Geoffrey: The physical and chemical path to vitalism: Xavier Bichat's physiological researches on life and death, *Bulletin of the History of Medicine* 58 (1984), S. 53–71.
- Szabo, Jason: *Incurable and intolerable. Chronic disease and slow death in nineteenth-century France*, London – New York 2009.
- Temkin, Owsei: A Galenic model for quantitative physiological reasoning?, *Bulletin of the History of Medicine* 35 (1961), S. 470–475.
- Temkin, Owsei: The role of surgery in the rise of modern medical thought, *Bulletin of the History of Medicine* 25 (1951), S. 248–259.
- Weisz, George: *Divide and conquer. A comparative history of medical specialization*, Oxford 2006.
- Williams, Elizabeth: *A cultural history of medical vitalism in enlightenment Montpellier*, Hants – Burlington 2003.
- Williams, Elizabeth: *The physical and the moral. Anthropology, physiology and physiological medicine in France, 1750–1850*, Cambridge 1994.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Frank W. Stahnisch, M.Sc. (Edin.)
AMF/Hannah Professorship in the History of Medicine & Health Care
Departments of Community Health Sciences & History
TRW Building, Room 3E41; 3280 Hospital Drive N.W.
University of Calgary
Calgary, AB, Kanada T2N 4Z6
E-Mail: fwstahni@ucalgary.ca