

Aus dem Institut für Geschichte der Medizin
des Zentrums für Human- und Gesundheitswissenschaften
der Berliner Hochschulmedizin
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. Dr. phil. R. Winau

Ideas in Action:

**Der Funktionsbegriff und seine methodologische Rolle im
Forschungsprogramm des Experimentalphysiologen
François Magendie (1783 - 1855)**

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
des Fachbereichs Humanmedizin
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von: Frank Walter Stahnisch

aus: Frankfurt am Main

Referent: PD Dr. med. V. Hess

Korreferent:

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Humanmedizin der
Freien Universität Berlin

Promoviert am:

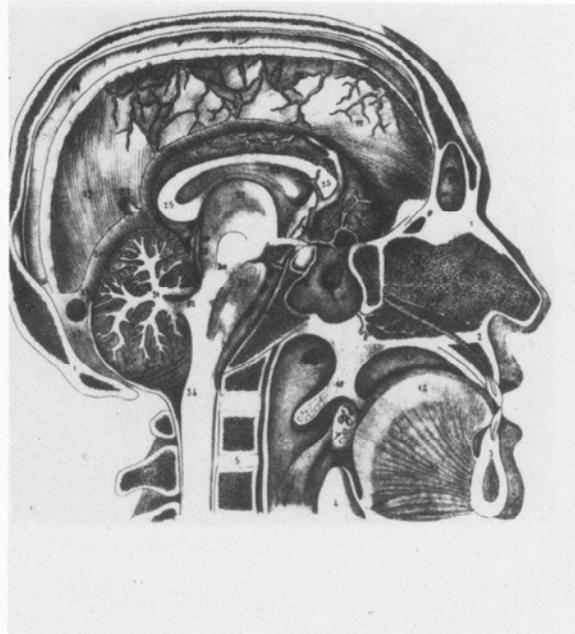
Je populärer eine Idee, desto weniger denkt man über sie nach und desto wichtiger wird es also, ihre Grenzen zu untersuchen.¹

Paul Feyerabend

Meinen Eltern
in Dankbarkeit
gewidmet.

1 Zitiert nach H.-P. Bornholdt/H.-H. Dubben (1998), S. 80.

ABBILDUNG 1: *François Magendie (in mittlerem Alter) und seine Darstellung des Inneren des menschlichen Gehirns. Aus: M. Brazier (1988), S. 46.*



Inhalt

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	8
VERZEICHNIS DER GRAFIKEN	8
VORWORT	9
1. EINLEITUNG	13
1. 1. FRAGESTELLUNG DER ARBEIT.....	13
1. 2. ZUR GESCHICHTE DES FUNKTIONSBEGRIFFS	15
a) <i>Die psychomorphe Auffassung in Antike und Mittelalter</i>	15
b) <i>Das Maschinenmodell des Organismus in der frühen Neuzeit</i>	17
c) <i>Die vitalistischen Ansichten des 18. Jahrhunderts</i>	19
d) <i>Physiologische Forschung zu Beginn des 19. Jahrhunderts</i>	21
1. 3. FORSCHUNGSSTAND.....	22
a) <i>Ideengeschichtliche Einflüsse</i>	23
b) <i>Laborpraxis</i>	24
1. 4. PRÄZISIERUNG DER FRAGESTELLUNG	26
a) <i>Die Funktion als heuristisches Instrument</i>	26
b) <i>Der französische Kontext</i>	27
1. 5. MATERIAL UND METHODEN.....	30
a) <i>Der experimentell-investigative Ansatz Magendies</i>	30
b) <i>Die Rekonstruktion der Experimentalserien</i>	32
1. 6. GANG DER DARSTELLUNG	34
2. GEORGES CUVIER - DIE STRUKTURFUNKTIONELLE KORRESPONDENZ	39
2. 1. GEORGES CUVIER UND DIE VERGLEICHENDE ANATOMIE	40
a) <i>Wissenschaftliche Ausbildung und Werdegang</i>	40
b) <i>Ideengeschichtliche Ursprünge</i>	43
c) <i>Die vier Grundbaupläne Cuviers</i>	45
d) <i>Das Konzept der Arten bei Cuvier und Saint-Hilaire</i>	46
2. 2. CUVIERS PRINZIP DER WECHSELWIRKUNG DER TEILE	47
a) <i>Die Subordination der Organe unter die Funktion</i>	47
b) <i>Cuviers teleologische Ansichten</i>	48
c) <i>Strukturfunktionelle Wechselwirkung</i>	51
2. 3. TELEOLOGISCHE KLASSIFIKATION VERSUS FUNKTIONELLE PHYSIOLOGIE	52
a) <i>Die Teleologie der Existenzbedingungen</i>	52
b) <i>Cuvier und der Kantische Teleologiebegriff</i>	54
c) <i>Teleologisches Klassifikationssystem und funktionell-physiologisches Forschungsprogramm</i>	56
2. 4. ZUSAMMENFASSUNG.....	59

3.	XAVIER BICHAT - DER MORPHOLOGISCHE LOKALISMUS DER PATHOLOGISCHEN ANATOMIE	61
3. 1.	XAVIER BICHAT UND SEIN EINFLUß AUF DIE FRANZÖSISCHE MEDIZIN	63
	a) <i>Medizinische Sozialisation</i>	63
	b) <i>Die "neue Landschaft der Krankheiten"</i>	66
3. 2.	DAS PATHOLOGISCH-ANATOMISCHE FORSCHUNGSPROGRAMM	67
	a) <i>Bichats Definition des Lebens</i>	67
	b) <i>Physiologie aus pathologisch-anatomischer Perspektive</i>	68
	c) <i>Die "Physiologie des kranken Organismus"</i>	69
	d) <i>Ausbildung des Programms</i>	70
	e) <i>Anatomische Grundelemente als funktionelle Bausteine</i>	71
3. 3.	GEWEBSKLASSIFIKATION UND LEBENSPHÄNOMENE.....	72
	a) <i>Bichats gewebspathologisches Forschungsinteresse</i>	72
	b) <i>'Animalische' versus 'organische' Lebenseigenschaften</i>	76
	c) <i>Symmetrie versus Asymmetrie anatomischer Strukturen</i>	79
	d) <i>Vitalistische Annahmen in der Klassifikation</i>	80
	e) <i>Die Gewebseigenschaften als Substrat der Lebensphänomene</i>	82
3. 4.	DIE PATHOPHYSIOLOGISCHEN EXPERIMENTE BICHATS	85
	a) <i>Darstellung unterschiedlicher Stadien des Sterbevorgangs</i>	85
	b) <i>Die illustrative Funktion pathophysiologischen Experimentierens</i>	87
3. 5.	ZUSAMMENFASSUNG	89
4.	VERÄNDERTE PERSPEKTIVEN - CUVIERS ANATOMIE, BICHATS PATHOPHYSIOLOGIE UND DAS FUNKTIONELL-PHYSIOLOGISCHE FORSCHUNGSPROGRAMM	92
4. 1.	MAGENDIES SOZIALISATION IN DER PARISER 'MEDICAL COMMUNITY'	94
	a) <i>Chirurgische Ausbildung und erste physiologische Tätigkeiten</i>	94
4. 2.	CUVIER UND DAS FUNKTIONELL-PHYSIOLOGISCHE FORSCHUNGSPROGRAMM	96
	a) <i>Die Rezeption holistischer Ansichten der Schule von Montpellier</i>	96
	b) <i>Magendies Übernahme funktionell-anatomischer Konzeptionen</i>	99
	c) <i>Von Cuviers 'Lebensstrudel' zur 'Funktion der Ernährung'</i>	100
4. 3.	BICHAT UND DER EXPERIMENTELL-INVESTIGATIVE ANSATZ	104
	a) <i>Magendies Rezeption der pathologischen Anatomie Bichats</i>	104
	b) <i>Bichats 'Prinzip der Determinierung der Lebensphänomene durch eigene Naturgesetze</i>	106
	c) <i>Die Bedeutung physikalisch-chemischer Erklärungsweisen</i>	109
4. 4.	MAGENDIE: PHYSIOLOGIE ZWISCHEN VERGLEICHENDER UND PATHOLOGISCHER ANATOMIE	112
	a) <i>Die Stabilität der Lebensphänomene im Blick des Labors</i>	112
	b) <i>Magendies Methodologie für das Studium physiologischer Funktionen</i>	115
	c) <i>'Molekulare Bewegungen' als physiologische Grundlage und funktionelle Erklärung</i> ..	117
	d) <i>Die Funktion als physiologischer Untersuchungsgegenstand</i>	119
4. 5.	ZUSAMMENFASSUNG	121

5.	DAS EXPERIMENTALPHYSIOLOGISCHE FORSCHUNGSPROGRAMM KOMMT IN BEWEGUNG - MAGENDIES VERSUCHSREIHEN ZU DEN ABSORPTIONSVORGÄNGEN	123
5. 1.	DAS 'HUNDEBEINPRÄPARAT' - DIE PHYSIOLOGISCHE FUNKTION LÖST SICH VOM MORPHOLOGISCHEN SUBSTRAT	125
	a) <i>Der Hintergrund der Absorptionstheorien der Zeit</i>	125
	b) <i>Erste Versuche mit dem Strychninabkömmling 'Upas tieuté'</i>	127
	c) <i>Absorption an unterschiedlichen morphologischen Körperstrukturen</i>	131
	d) <i>Die Abkehr vom natürlichen Substrat in Magendies Transfusionsversuchen</i>	137
5. 2.	DER 'GLÄSERNE HUND' - DIE DYNAMISIERUNG DES PHYSIOLOGISCHEN GEGENSTANDS. 142	
	a) <i>Magendies Experimente mit Brechnußextrakten aus dem Jahr 1813</i>	142
	b) <i>Die Färbeexperimente im 'Précis élémentaire' von 1816/17</i>	146
	c) <i>Vom Hämo- zum Liquordynamometer:</i> <i>Der physiologische Apparat als Paradigma der Funktion</i>	153
	d) <i>Der physiologische Mechanismus der Absorption</i>	155
	e) <i>Die Absorption im Experiment</i>	159
5. 3.	DIE 'VENE AUF DEM KARTON' - DIE EXPERIMENTELLE SIMULATION PHYSIOLOGISCHER FUNKTIONEN	163
	a) <i>Die vergleichend-anatomischen Studien der Mémoires von 1819 und 1820</i>	163
	b) <i>Die Absorption als vitale Funktion</i>	166
	c) <i>Zurückweisung der 'Absorbierenden Mündungen'</i>	171
5. 4.	MAGENDIES VORLESUNGEN AM COLLÈGE DE FRANCE - PHYSIKALISCHER REDUKTIONISMUS UND ANGEBOTSRHETORIK AN DIE MEDIZINISCHE KLINIK	172
	a) <i>Die lokalen Absorptionsmechanismen von 1832 bis 1840</i>	173
	b) <i>Magendies reduktionistische Argumentation der 'Leçons'</i>	176
	c) <i>Experimentalphysiologie und Klinische Medizin</i>	178
5. 5.	ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG DES 5. KAPITELS	180
6.	ZUSAMMENFASSUNG DER ARBEIT	186
6. 1.	DIE FORMIERUNG DES HEURISTISCHEN KONZEPTS DER FUNKTION	188
6. 2.	MAGENDIES PHYSIOLOGIE ALS HISTORISCHES FALLBEISPIEL FÜR LAKATOS' <i>METHODOLOGIE WISSENSCHAFTLICHER FORSCHUNGSPROGRAMME</i>	191
6. 3.	DAS FUNKTIONELL-DYNAMISCHE PARADIGMA UND AUSBLICK: DER FUNKTIONSBEGRIFF HEUTE	195
6. 4.	EPILOG	205
	LITERATURVERZEICHNIS	207
	LEBENSLAUF	225

Verzeichnis der Abbildungen

ABBILDUNG 1: <i>François Magendie (in mittlerem Alter) und seine Darstellung des Inneren des menschlichen Gehirns. Aus: M. Brazier (1988), S. 46.</i>	4
ABBILDUNG 2: <i>Mechanismus von Vancansons Ente (17. Jahrhundert). Aus: S. Bedini (1964), o. P.</i>	18
ABBILDUNG 3: <i>Georges Cuvier (ca. 1810). Aus: G. Cuvier (1826a), o. P.</i>	38
ABBILDUNG 4: <i>Plan Général du Jardin (du Roi) des Plantes. Aus: M. Brazier (1984), S. 168.</i>	42
ABBILDUNG 5: <i>Cuviers vergleichende Skelettanatomie der Vorderextremitäten von Schwein, Schaf und Pferd. Aus: I. Jahn (1990), S. 262.</i>	49
ABBILDUNG 6: <i>François Xavier Bichat (ca. 1800). Aus: E. Haigh (1988), o. P.</i>	62
ABBILDUNG 7: <i>Anatomie des Auges. Aus: J. Crary (1996), S. 80.</i>	74
ABBILDUNG 8: <i>François Magendie (ca. 1803). Aus: M. Brazier (1988), S. 45.</i>	90
ABBILDUNG 9: <i>Bernards Apparat zur Messung der 'tierischen Wärme'. Der Strom vom</i>	103
ABBILDUNG 10: <i>Bernards Darstellung der Präparation eines Hundebeins für Magendies.</i>	134
ABBILDUNG 11: <i>Transfusionsexperiment von Claude Perrault (1613-88). Mit einer Röhre, die er 'Siphon' nannte, wurde das Blut der Oberschenkelarterie von einem Hund in die eines anderen geleitet. Aus: M. Brazier (1984), S. 45.</i>	138
ABBILDUNG 12: <i>Technik der künstlichen Beatmung von Legallois. Aus: M. Brazier (1988), S. 43.</i>	169

Verzeichnis der Grafiken

GRAFIK 1: <i>Bichats gewebspathologische Hierarchieebenen</i>	75
GRAFIK 2: <i>Bichats Unterteilung des animalischen und des organischen Lebens</i>	77
GRAFIK 3: <i>Bichats Stufenfolge des Gewebszerfalls</i>	79
GRAFIK 4: <i>Bichats Tafel der Eigenschaften lebendiger Körper</i>	83
GRAFIK 5: <i>Allgemeines kreisrelationales Regelungsschema der Biokybernetik (2. Ordnung). In Anlehnung an H. Stachowiak (1992), S. 183.</i>	201
GRAFIK 6: <i>Kybernetisches Blutdruckregulationsschema nach E. Witzleb. In: R. Schmidt/G. Thews (Hg.) 1990, S. 541</i>	203

“Form ohne Funktion ist ein Leichnam,
Funktion ohne Form ist ein Gespenst.”¹

S. Vogel und S. A. Wainright

Vorwort

Seit langer Zeit beabsichtigte der französische Physiologe François Magendie ein Experiment durchzuführen, bei dem er bei einem Tier die hinteren Nervenwurzeln des Rückenmarks durchtrennen wollte.² Er hatte bereits mehrere Male vergeblich versucht, den Wirbelkanal zu eröffnen, um zum Rückenmark vorzudringen, und die Tiere dabei fürchterlich verletzt. Doch eines Tages, im Jahre 1821, bot sich ihm eine seltene Chance: Ein Wurf von acht sechs Wochen alten Welpen wurde ihm ins Labor gebracht und er machte sich daran, das Experiment erneut durchzuführen. Tatsächlich, ein sehr scharfes und gut schneidendes Skalpell in der Hand, gelang es ihm mit einem Schnitt, die hintere Hälfte des Rückenmarks freizulegen, so daß es nur noch von seinen Häuten umgeben war. Auch die harte Rückenmarkshaut eröffnete er mit Leichtigkeit und hatte somit die hinteren Nervenwurzeln aus der Lenden- und Kreuzbeinregion vor Augen. Und indem er sie nach und nach mit den Schneiden seiner Schere hochhob, konnte er sie auf der einen Seite gut durchtrennen, ohne dabei das Rückenmark zu verletzen. Anschließend nähte er die Wunde mit einem passenden Hautfaden wieder zu und begann, das Tier zu beobachten.

Magendie dachte sogleich, daß der Hinterlauf des Hundewelpens auf der betroffenen Seite vollkommen gelähmt sei. Außerdem reagierte das Tier gar nicht auf die Stiche, die er ihm mit dem Skalpell versetzte, und auch bei stärkstem Händedruck auf den Hinterlauf wollte es sich nicht bewegen. Doch plötzlich, zu seiner großen Überraschung, begann das Tier den Hinterlauf wieder zu regen, während es gegenüber den Stichen, die ihm der Physiologe zufügte, taub blieb. Das Experiment schnell abgewandelt, und es standen ihm noch weitere sieben Welpen zur vollen Verfügung, begann es Magendie als wahrscheinlich anzusehen, daß die hinteren Rückenmarkswurzeln andere Funktionen besitzen, als die vorderen, und daß sie im besonderen für die Sensibilität bestimmt sind.

So oder ähnlich hatte es sich nach Bekunden des großen französischen Experimentalphysiologen zugetragen, als er 1822 die Entdeckung der unterschiedlichen “Funktionen” der *Rami nervi spinales anteriores et posteriores* in seinem *Journal de physiologie expérimentale et pathologique* publizierte. Die Unterscheidung der Sensibilität der hinteren Spinalnervenwurzeln und der Motilität der vorderen ist noch heute Bestandteil des Neuroanatomie- und Neurologieunterrichts. Auch der Autor dieser Arbeit mußte sie fürs Physikum lernen. Dennoch hat die medizinische Wissenschaft einen ihrer wichtigen Begründer fast vollständig vergessen. Vielleicht ist dies eine weitere Bestätigung für die These von

1 Zitiert nach U. Welsch (2000), S. 2092.

2 Vgl. F. Magendie (1822b).

Thomas Kuhn, daß nur eine Wissenschaft, die ihre Vorreiter wieder vergesse, in der Lage sei, tatsächlich substantielle Fortschritte zu machen. Auf die Frage hin, über wen ich denn diese Arbeit schreibe, erntete ich sogar unter Neuroanatomen oft nur Achselzucken, insbesondere wenn ich den Namen französisch aussprach. Lediglich ins Italienische gewendet gaben auch die Anatomen zu, von Magendi(e) schon einmal gehört zu haben und verwiesen auf die Öffnung im vierten Hirnraum: das *Foramen Magendie* (auch: *Apertura mediana ventriculi quarti*), welches dieser "italienische Anatom" wohl entdeckt habe (Abb. 1, S. 4).

Das, was jedenfalls am wenigsten im Bewußtsein der heutigen medizinischen Wissenschaft verankert ist, ist die Tatsache, daß Magendies funktionell-physiologisches Forschungsprogramm wichtige Grundlagen für eine funktionalistische Perspektive legte. Sie dominiert die Lebenswissenschaften bis ins heutige molekularbiologische Zeitalter hinein und ist eng mit Fragen nach wissenschaftlicher Objektivität, aber auch des gezielten therapeutischen Handelns in der Medizin verknüpft.

Diese unterschiedlichen Entwicklungen haben somit ihre lange Geschichte. Erstaunt über diesen "dunklen Kontinent" der Medizin begann ich mit meiner Promotionsarbeit. Noch während ich daran schrieb, waren mir die unzähligen Verwendungsweisen des Funktionsbegriffs aus Vorlesungen, Seminaren und wissenschaftlichen Artikeln im Ohr, ohne daß sich einer meiner Lehrer einmal bemüht hätte, aus eigenem Antrieb den Begriff zu definieren. Wie schwierig dies ist, wurde mir erst im wissenschaftsphilosophischen Seminar bewußt, wobei ich feststellen konnte, daß diese Frage bis heute einen der wichtigsten Gegenstände der Theorie der Lebenswissenschaften bildet, und daß schon unzählige Anstrengungen unternommen worden sind, hier für Klarheit zu sorgen.

François Magendie hat eine dieser Anstrengungen unternommen. Auch mein Doktorvater, Herr PD Dr. med. Volker Hess, hat mit mir eine Anstrengung unternommen, so daß ich ihm für die Entwicklung des Themas, die vielen Anregungen in unseren Diskussionen sowie seine permanente Ansprechbarkeit zu tiefstem Dank verpflichtet bin. Schließlich hat auch der Autor dieser Arbeit eine Anstrengung unternommen. Auf über dreitausend Seiten des überlieferten, vielgestaltigen Werks von Magendie habe ich den Ursprüngen seiner Experimentalphysiologie und insbesondere seines Funktionsbegriffs nachgespürt. Diese Spuren- und Materialsuche gestaltete sich ebenso kompliziert, wie ein experimentalphysiologischer Versuch, das Rückenmark im Wirbelkanal freizupräparieren. Quellenmaterial, das ursprünglich in der Berliner Staatsbibliothek vorhanden war, ist längst zum Raub der Flammen des Zweiten Weltkriegs geworden und unwiederbringlich verloren. Meine Recherchen vor Ort - in Paris und in Rennes - waren nicht nur von Sprachschwierigkeiten überschattet, sondern ließen mich auch erfahren, daß historisches Material meist zu dem am besten versteckten Literaturgut gehört. Eigentlich führt nur der verschlungenste Weg zum sicheren Fund.

Besonders gedankt sei deshalb einem anonymen Mitarbeiter der *Bibliothèque Nationale de France*, der mich nur mit einem Empfehlungsschreiben meines Doktorvaters bewehrt im *Site Richelieu* für historische Buchbestände recherchieren ließ. Dafür hätte ich eigentlich ein "direktes Anschreiben" benötigt, so daß meine Reise nach Paris wohl umsonst gewesen wäre. Ebenfalls an vorderster Stelle möchte ich einer weiteren anonymen Mitarbeiterin der Göttinger Universitätsbibliothek ganz herzlich danken, deren bibliothekarischer Ehrgeiz aus meinen überfallartigen Besuchen immer unglaublich ertragreiche Recherchen werden ließ. Auch den Bibliothekarinnen am Institut für Geschichte der Medizin der Freien Universität Berlin, Frau Buchin und Frau Kliesch, sowie am IGM der Humboldt Universität, Frau Quade, sei herzlich gedankt. Gleiches gilt für die Bibliothekarinnen und Bibliothekare des IGM und der

Senckenbergischen Bibliothek der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt/M. sowie Frau Wachenschwanz und Frau Mansfeld vom Institut für Anatomie der Charité für ihre Hilfe bei der Bildbearbeitung. Des weiteren möchte ich allen Mitarbeitern sowie den Studenten und Freunden aus den Seminaren am IGM der FU-Berlin für die hervorragende Atmosphäre und die begeisternden Diskussionen danken, an denen ich teilhaben durfte. Für seine Anregungen, nicht nur zur medizinischen Tragweite dieser Arbeit, danke ich Herrn Dipl.-Soz. Thomas Hoffmann (Hamburg) und für seine hilfreichen Rettungsaktionen bei sämtlichen Computerproblemen Herrn Dipl.-Soz. Helmut Vieritz (Berlin). Ähnlich einer laborexperimentellen Arbeit gibt es aber auch solche Akteure und Kontingenzen, die diese Arbeit nicht beförderten, sondern ihr tatsächlich Steine in den Weg legten. Diesen sei an dieser Stelle ausgesprochenerweise nicht gedankt.

In großer Schuld stehe ich bei meinem Chef, Herrn Prof. Dr. med. R. Nitsch, der mir in den letzten zwei Jahren mit einer Stelle in der AG Zell- und Neurobiologie des Instituts für Anatomie der Charité einerseits ein finanzielles Auskommen, wie andererseits auch Freiräume geschaffen hat, um diese Arbeit zügig fertigstellen zu können. Herzlichen Dank auch meinen Eltern für ihre finanzielle und moralische Unterstützung, nicht nur zu Zeiten der Doktorarbeit. Nicht in Worte fassen läßt sich, was ich meiner Frau Katharina zu verdanken habe.

Berlin, im Mai 2001

Frank Stahnisch

“Sie werden mich am Werk sehen. Sie werden erfahren, entlang welcher Verkettung der Ideen und der Umstände man zu neuen Tatsachen gelangt, und wie ein zufälliges Ergebnis den Weg zu neuen Entdeckungen eröffnen kann, die notwendigerweise sämtlichen theoretischen Vorhersagen entgangen wären. In der Physiologie, wie in allen anderen physikalischen Wissenschaften, darf man die Grenzen des Beobachtbaren nicht überschreiten. Wenn es nicht bereits in ihrem besonderen Interesse läge, so täten Sie doch gut daran, alle ihre Behauptungen auf experimentellen Beweisen abzustützen. Ohne sie verbliebe Ihr Wissen nur in einer Art vorläufigem Zustand, bis zu dem Zeitpunkt, an dem es durch die Beobachtung bestätigt werden wird.”¹

François Magendie

1. Einleitung

1.1. Fragestellung der Arbeit

Der Begriff der ‘Funktion’ stellt zweifellos einen der zentralen Begriffe der modernen Physiologie dar. Er verbindet die Untersuchung und Darstellung materieller Strukturen der lebendigen Organismen mit der Frage ihrer zielgerichteten und sinnhaften Tätigkeit.² Dabei ist die Beschreibung physiologischer Vorgänge sprachlich oft von einem antropomorph-intentionalen Sinnverständnis geprägt, wie folgende Darstellung von Molekülinteraktionen der Proteinbiosynthese aus Lubert Stryers *Biochemistry* deutlich macht:

“Diese Enzyme *erkennen* sehr selektiv die zu aktivierende Aminosäure und den t-RNA-Akzeptor [...]. T-RNA-Moleküle, die für verschiedene Aminosäuren *zuständig* sind, [haben] unterschiedliche Basensequenzen, weshalb sie von den Synthetasen rasch *erkannt* werden können. Viel schwieriger ist es für diese Enzyme, zwischen ähnlichen Aminosäuren zu *unterscheiden* [...] Die Synthetase *verbessert* auch tatsächlich ihre eigenen *Fehler*. *Versehentlich* aktiviertes Valin wird nicht auf die Isoleucin-t-RNA übertragen. Diese t-RNA katalysiert die Hydrolyse von Valin-AMP, wodurch der *irrtümliche* Einbau von Valin in Proteine *vermieden* wird [...] Offensichtlich ist die hohe *Translationstreue* entscheidend von der hydrolytischen *Korrekturfunktion* der Aminoacyl-t-RNA-Synthetasen abhängig...”³

1 (“Vous me verrez à l’œuvre. Vous saurez par quelle filiation d’idées et de circonstances on arrive à des nouveaux faits, et comment un résultat tout à fait accidentel peut mettre sur la voie de découvertes qui auraient échappé nécessairement à toutes les prévisions théoriques. En physiologie comme dans toutes les sciences physiques il ne faut point chercher à devancer l’expérience. Ne serait-ce que dans l’intérêt de votre amour-propre, vous ferez toujours bien d’appuyer vos assertions sur des preuves expérimentales; sans quoi votre savoir restera dans une sorte d’état provisoire, jusqu’au moment où il aura reçu la sanction de l’expérience.”) F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 5 [Übers. F. S.].

2 Vgl. auch C. Allen/M. Bekoff/G. Lauder (1998), S. 1-25.

3 L. Stryer (1983), S. 498 [Hervorhebungen durch den Verfasser].

Wenn hier von “Erkennung”, “Unterscheidung” oder “Akzeptanz” die Rede ist, dann werden attributive Zuschreibungen gemacht. In diesem Zusammenhang ist die Annahme einer *zielgerichteten Sinnhaftigkeit* der Körperstrukturen und -prozesse keineswegs nur der Veranschaulichung komplizierter physiologischer Zusammenhänge geschuldet. Vielmehr bildet die Vorstellung der intentionalen Funktionalität ganz allgemein ein zentrales Strukturelement des physiologischen Denkens und Handelns. Sie ist tief in der physiologischen Methodik verwurzelt und Teil ihrer Experimentalpraxis. Dieser methodologischen Grundlage der modernen Physiologie geht die vorliegende Arbeit nach.

Es ist mein Ziel, am Beispiel des französischen Experimentalphysiologen François Magendie (1783-1855), die Bedeutung des intentionalen Funktionsverständnisses darzustellen und seine methodologische Leistung für die Experimentalpraxis herauszuarbeiten. Das Beispiel Magendie ist jedoch nicht zufällig gewählt.⁴ Magendie, der Lehrer von Claude Bernard,⁵ gilt in der Medizingeschichtsschreibung als einer der Begründer der modernen Physiologie. Er vollzog im frühen 19. Jahrhundert den entscheidenden Schritt von der Beschreibung morphologischer Strukturen zur experimentellen Darstellung ihrer Tätigkeitsweisen und rückte den physiologischen Ansatz ins Zentrum der experimentellen Erforschung des Lebens.⁶ Entlang einer mechanistisch geprägten Methodologie wurden in dieser neuen Forschungstradition wichtige Grundlagen für die Experimentalphysiologie entwickelt. Damit steht Magendie an der Schwelle zur modernen Physiologie.⁷ Während seine laborexperimentellen Arbeiten bereits einen funktionellen Ansatz erkennen lassen, sind seine Fragestellungen und Arbeitsweisen noch weitgehend von der zeitgenössischen Anatomie und Pathologie geprägt.

Das Denken und Handeln Magendies kann also Aufschluß über den konzeptionellen Wandel in der Physiologie geben, bei dem einerseits zu fragen ist, in welcher Weise die zeitgenössische Begrifflichkeit von Magendie aufgegriffen, modifiziert und angewandt wurde. Andererseits ist zu überlegen, welche engere Bedeutung der Experimentalpraxis selbst für die Modifikation theoretischer Begriffe beziehungsweise ihrer Transformation in den modernen Funktionsbegriff zukommt. Am Beispiel des Funktionsbegriffs wird mit anderen Worten zu zeigen sein, wie sich die ‘Funktion’ von einem theoretischen Konstrukt zu einem

4 Ich möchte in dieser Studie nicht in die Hagiographie einer *whiggish history* verfallen, die den Genius eines Forschers wie Magendie auf den Sockel der Geschichte stellen will. Vielmehr möchte ich seine wissenschaftlichen Arbeiten exemplarisch für eine Forschungsrichtung beschreiben, in deren Kontext er steht und zu deren Entwicklung er beitrug. Zur *whig interpretation of history* siehe H. Butterfield (1973).

5 Die medizin- und erkenntnistheoretischen Arbeiten seines Schülers Claude Bernard (1813-1878) werden gleichfalls als bedeutende Beiträge zur Grundlegung der naturwissenschaftlichen Medizin im 19. Jahrhundert verstanden. Darunter zählen insbesondere Bernards *Einführung in das Studium der experimentellen Medizin* von 1861; frz. *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris 1865, und die *Prinzipien der experimentellen Medizin* von 1878; frz. *Principes de médecine expérimentale*, Paris 1878.

6 Vgl. hierzu J. Piveteau (1995), S. 485-501, J. Schiller (1980), S. 134, wie auch W. Albury (1977), S. 93f., und ders. (1974), S. 97.

7 Der Begriff der ‘Forschungstradition’ geht auf den Wissenschaftstheoretiker Larry Laudan zurück. In Anknüpfung an die Theorie von Imre Lakatos (1922-1974) schrieb er ihm eine spezifische Bedeutung für die Entstehung und den Wandel wissenschaftlicher Theorien zu, L. Laudan (1977), S. 78-120. In meiner Arbeit möchte ich diesen Begriff in einem nicht so präzisen Sinn gebrauchen. Statt dessen sollen damit lediglich bestimmte Strömungen und Paradigmata bezeichnet werden, die die physiologische Forschung des 19. Jahrhunderts in einem weiter gefaßten Sinn beeinflussten. Daher verwende ich den Begriff an dieser Stelle umfassender, als den des Forschungsprogramms, den ich vor allem für Magendies Methodologie und das funktionelle Programm der Experimentalphysiologie des 19. Jahrhunderts nutze.

experimentellen Werkzeug entwickelte. Eine historische Rekonstruktion kann hier folglich einen Verständnisbeitrag zur Entstehung medizinischer Methodologie sowie wissenschaftlicher Rationalität leisten.

Die Zentrierung auf einen methodologischen Zentralbegriff der modernen Physiologie erfordert allerdings eine präzise Abgrenzung zwischen demjenigen physiologischen Funktionsbegriff, der den Gegenstand meiner Arbeit bildet, sowie älteren Verwendungsweisen. Hierbei ist zum einen das Auftreten und der Wortgebrauch des Terminus 'Funktion' zu beachten, zum anderen aber auch das traditionelle Verständnis von den Lebenstätigkeiten, welches sich deutlich vom Funktionsbegriff bei Magendie unterscheidet. Als sich nämlich die physiologische Experimentalwissenschaft zu Beginn des 19. Jahrhunderts etablierte, war der Funktionsbegriff kaum definiert und es konkurrierten eine Vielzahl von weiteren Konzeptionen um das Erklärungsprimat der 'Tätigkeiten', 'Phänomene' oder 'Leistungen' lebendiger Körper.⁸ Den disparaten Perspektiven der historischen Entwicklung soll im folgenden nachgegangen werden. Dabei werden die kontingenten Veränderungen eines zentralen Forschungsbegriffs deutlich. Der ideengeschichtliche Hintergrund soll anschließend eine maßgebliche Perspektive auf das Verständnis der Forschungspraxis eröffnen. Im nächsten Abschnitt möchte ich daher einen kursorischen Abriß der Geschichte des Funktionsbegriffs geben, bevor ich auf meine Fragestellung zurückkomme und den Forschungsstand, die Methoden und Quellen sowie den Gang der Darstellung aufzeige.

1. 2. Zur Geschichte des Funktionsbegriffs

a) Die psychomorphe Auffassung in Antike und Mittelalter

Die Unterscheidung von Funktion und Struktur ist modern. Ebenso sind die Trennung zwischen Körpereigenschaften und Umweltbedingungen sowie die Auffassung der Lebensphänomene als zielgerichteten Tätigkeiten des Körpers neueren Datums. Die ausgefeilten theoretischen Erklärungsmodelle der Alexandrinischen Schule,⁹ die schon auf Experimentalergebnissen gründeten, wurden beispielsweise erst im 17. und 18. Jahrhundert in der westlichen Medizin rezipiert. Demgegenüber galten die Lebenstätigkeiten des menschlichen Körpers über lange Zeit lediglich als Ergebnis der Vorgänge im Gesamtorganismus, das heißt, ihnen wurde ein holistisches Erklärungsmodell zugrundegelegt.¹⁰ Trotz vereinzelter Differenzierungen in der aristotelischen und galenischen Tradition dominierte ein Erklärungssystem, das auf die Zirkulation und Transformation der Lebensäfte abzielte. Darüber hinaus blieben Denkmodelle über die menschliche "Natur" langezeit anatomischen Strukturanalysen untergeordnet.

8 Stellvertretend für andere Naturforscher verwendete beispielsweise der Leipziger Physiologe Carl Friedrich Wilhelm Ludwig (1816-1894), in seinem *Lehrbuch der Physiologie des Menschen* von 1852, Bd. 1, S. 2, den Begriff der 'Leistung' des Körpers an Stelle der 'Funktion'.

9 Bereits Herophilos (um 300 v. u. Z.) und Erasistratos (um 250 v. u. Z.) betrachteten die Lebenstätigkeiten durch die spezifischen Organisationsformen der Säugetiere vorgegeben. Erasistratos nahm etwa die Klassifikation der Nerven in zwei Arten entlang unterschiedlicher Lebenstätigkeiten vor. So ging er davon aus, daß die im Gehirn entspringenden 'Bewegungsnerven' von den aus den Hirnhäuten hervorgehenden 'Empfindungsnerven' zu trennen seien. Siehe M. Neuburger (1897), S. 295-299.

10 Vgl. P. Sarasin/J. Tanner (1998), S. 23f., E. Tansey (1990), S. 120-152, wie auch R. French (1990), S. 98-100 und 107.

Die okzidentale Suche nach einer rationalen Darstellung der Lebenstätigkeiten läßt sich mit Rothschuh und Schiller als eine Traditionslinie charakterisieren, die mit den Auffassungen von Aristoteles (384-322 v. u. Z.) begann und bis ins 17. Jahrhundert hinein fort dauerte.¹¹ In anatomischer Hinsicht wurde sie besonders durch Galens (129-199 n. u. Z.) Untersuchungen über den Gebrauch der Körperteile in *De usu partium* geprägt, welche jedoch erst fragmentarisch am Ende des 15. Jahrhunderts vom Griechischen ins Lateinische übersetzt wurden. Im medizinischen Zusammenhang kam es vornehmlich durch Avicenna (980-1037) im arabischen und Jean Fernel (1497-1558) im europäischen Kulturkreis zu ihrer Kanonisierung.¹² Nach dieser Vorstellung galten die Tätigkeiten lebendiger Körper durch eine sie belebende und unterhaltende Seele (*psyché*) hervorgerufen. Dieses *psychomorphe Modell* begriff die Seele als ein abwärts gerichtetes (*top down*) Wirkprinzip.¹³ Das heißt, die Seele wurde alleinig für die Bewegung, Erhaltung und Fortpflanzung lebendiger Körper verantwortlich gemacht, ohne der Materie selbst ähnliche Eigenschaften zuzuschreiben. Nach Rothschuh faßte die aristotelische Tradition den lebendigen Körper als hierarchisches System auf, in dem die niedrigeren 'Formen' der Lebenstätigkeiten, die *facultates naturales*, wie die Vorgänge der Verdauung, Ernährung und Säftebildung, die Grundlage der höheren darstellten. Als höhere Formen galten die *facultates vitales*, wie Kühlung und Verteilung der Säfte, und die *facultates animales*, nämlich die Empfindungsfähigkeit, der Appetit und die Bewegung. Als höchste dieser Formen stellte die *psyché* die kausale Ursache der Lebenstätigkeiten der Körper dar.¹⁴ Die Wirkung der *facultates* war jedoch an das Vorhandensein physischer Werkzeuge - die einzelnen Organe - gebunden.¹⁵

Aristoteles' Vorstellung stützte sich vor allem auf eine ziel- und zweckorientierte Koordination sämtlicher Körperteile, das heißt auf eine "Teleologie".¹⁶ So hatte er den Umstand "harmonisch" verbundener Körperteile und "nacheinander ablaufender" Lebensphänomene in den Vordergrund seiner Argumentation gerückt. Sie waren den Gesetzen einer Zweckursache (*causa finalis*) unterworfen. Gegenüber früheren Konzepten der ionischen Naturphilosophie wandte er ein, daß diese Auffassung das hauptsächlichste Unterscheidungsmerkmal lebendiger Naturkörper gegenüber unbelebter Materie darstelle. Außerdem habe die funktionelle Gesamtheit des Organismus als übergeordnete Ursache der

11 Siehe K. Rothschuh (1970) sowie J. Schiller (1980), S. 185-187. Für die Rezeption aristotelischer Konzepte während des Mittelalters, etwa bei Albertus Magnus (1193-1280), Thomas von Aquin (1225-1274) und Theodorus Gaza (1398-1475) siehe I. Jahn (1990), S. 125-129, 138 und 150f. Eine instruktive Darstellung aristotelischer Einflüsse auf die medizinischen Fakultäten der Renaissance Norditaliens, vor allem auf die Mediziner Augustino Nifo (1469-1538), Jacopo Zabarella (1533-1589) und Mainetto Mainetti (1515-1572) findet sich in C. Schmitt (1985).

12 Vgl. R. Wittern-Sterzel (1998).

13 Siehe auch P. Churchland (1996).

14 Vgl. K. Rothschuh (1968), S. 41-43.

15 Das paradigmatische Experiment in dieser Hinsicht nahm Galen vor, als er durch Ligatur eines peripheren Nerven die Lähmung der betreffenden Extremität herbeiführte. Siehe G. Canguilhem (1992), S. 18. Magendie nimmt seinerseits Bezug auf die ausgefeilten Kontrollmöglichkeiten der Nervenfunktionen durch Galens frühen Versuch, siehe ders. (1837), Bd. 2, S. 13.

16 Vgl. auch W. Coleman (1964), S. 41, und J. Roger (1963), S. 767f. Unter Teleologie (von griech. *télos*, Ziel, Zweck, Ende) versteht man die Auffassung oder Lehre, daß etwas vom Ziel oder Zweck her bestimmt ist. In den Lebenswissenschaften wird hierbei insbesondere die Frage aufgeworfen, inwieweit die physiologischen Funktionen auf eine zielgerichtete und sinnhafte Tätigkeit der materiellen Strukturen des Organismus zurückgeführt werden können. Vgl. beispielsweise E. Nagel (1998) und A. Hügli/P. Lübcke (1991), S. 565f.

Geschehnisse in lebendigen Körpern zu gelten.¹⁷ Die Abläufe, die sich an den Organen als den Werkzeugen der Seele vollzogen, wurden dabei in der aristotelischen Tradition als *virtus* oder bei Galen als *facultates* verstanden.

Mit der Rezeption der antiken Klassiker kam es in der Renaissance zu einer Angleichung und zu einer Vereinheitlichung der überlieferten Denkmodelle, welche besonders den Widersprüchen zwischen den galenischen und aristotelischen Vorstellungen galt.¹⁸ Vereinzelt wurden die Lebensphänomene schon bei Fernel explizit als *functiones* bezeichnet,¹⁹ wobei die vorherrschenden Renaissancetheorien gleichfalls von der kausalen Hegemonie einer Seele über die morphologischen Strukturen ausgingen.²⁰ Diese umgekehrte Auffassung von den kausalen Wirkungen in lebendigen Körpern, welche die Seele als eine Art “Regenten“ (*spiritus rector*) über den Körper betrachtete, setzte sich bis in die Cartesische Tradition fort.

b) Das Maschinenmodell des Organismus in der frühen Neuzeit

Eine neue philosophische Begründung entstand mit dem *Maschinenmodell des Organismus* von René Descartes (1596-1650).²¹ Sein Modell war am Bau technischer Geräte orientiert, insbesondere den Uhrwerken sowie den Automaten und Pumpanlagen der Pariser Schlösser.²² Innerhalb der Cartesischen Tradition wurde die “tierische“ und “menschliche Technik“ vor allem als eine Abbildung beziehungsweise Mimesis der Natur verstanden (vgl. Abb. 2).²³

Das psychomorphe Modell kann als Ausgangspunkt der Cartesischen Kritik gelten und sollte durch den strikten Dualismus materieller und geistiger Substanzen, der *res extensa* und *res cogitans*, ersetzt werden. Statt dessen erklärte Descartes die Kausalitätsbeziehungen in lebendigen Körpern durch die spezifischen Dispositionen der Materie *quasi* “von unten her“ (*bottom up*). Sein mechanistischer Ansatz entfaltete großen Einfluß auf die zeitgenössische Medizin und seine Werke können als eine der wichtigsten Grundlagen der mechanistischen Theorien des 17. Jahrhunderts gesehen werden.²⁴

Die von Descartes beeinflussten iatrophysikalischen und iatromechanischen Körper- und Krankheitskonzepte führten zur Abkehr von den humoralpathologischen Deutungskonzepten

17 Aristoteles' (384-322 v. u. Z.) biologische Schriften blieben nicht theoretisch, sondern stützten sich schon auf vergleichende Beobachtungen an Schlangen- und Hühnereiern sowie deren Embryonen, so in ders. (1855), 2. Bändchen, Buch 5, S. 104-96, sowie 3. Bändchen, Buch 6, S. 7-18.

18 Siehe C. Schmitt (1985).

19 Vgl. K. Rothschiuh (1970), S. 343, und J. Roger (1963), S. 767f.

20 Auf vereinzelte, unterschiedliche Sichtweisen der Renaissance-Medizin kann hier nicht eingegangen werden. Die zunehmende Anzahl detaillierter pathologisch-anatomischer Beobachtungen machte jedoch die Materialeigenschaften der Organe plötzlich wichtiger, als ihre *facultates* oder *functiones*, wofür die Arbeiten Marcello Malphigis (1628-1694) oder Giovanni Battista Morgagnis (1682-1771) beispielhaft stehen können. Siehe hierzu K. Rothschiuh (1970), S. 348f., oder E. Lesky (1970), S. 297f.

21 Insbesondere Descartes' Werke *Über den Menschen* 1633; frz. *De l'homme*, Paris 1664 *posthum*, *Die Beschreibung des menschlichen Körpers* 1647/8; frz. *La description du corps humain*, Paris 1664, *posthum*, sowie die *Abhandlung über die Methode*; frz. *Discours de la méthode*, Paris 1637, trugen zur Ablösung der Aristotelischen Tradition in den Lebenswissenschaften bei. Vgl. auch T. Fuchs (1992), insbesondere S. 115-142.

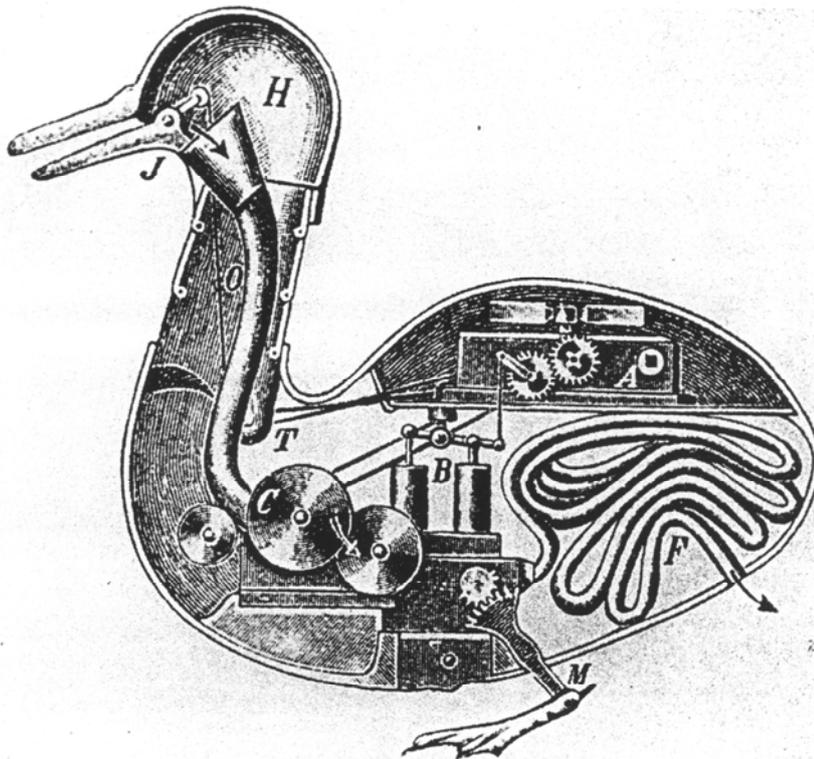
22 Siehe I. Jahn (1990), S. 161, J. Schiller (1978), S. 15, ders. (1975), S. 88, D. de Solla Price (1964) und S. Bedini (1964).

23 Vgl. G. Dohrn-van Rossum (1978), S. 557f. und J. Schiller (1978), S. 12-20.

24 So findet sich das Cartesische Modell bei Henricus Regius (1598-1679), Theodor Craanen (1620-1690), Stephan Blankaard (1650-1702), Cornelius B. Bontekoe (1647-1685) sowie Herman Boerhaave (1668-1738). Siehe K. Rothschiuh (1970).

der Antike,²⁵ wobei sie die Lebensphänomene an die innere Struktur, die Form und mechanische Veränderbarkeit der festen Körperbestandteile banden. Es kam zu einer Zunahme an Einzelbeobachtungen, experimentellen Ergebnissen und lupenmikroskopischen Untersuchungen,²⁶ welche schon im 17. Jahrhundert die Schwächen einer rein mechanistischen Auffassung deutlich machten.²⁷

ABBILDUNG 2: *Mechanismus von Vancansons Ente (17. Jahrhundert). Aus: S. Bedini (1964), o. P.*



Eine Gegenposition zum mechanistischen Ansatz formulierte der *Vitalismus*.²⁸ Seine Vertreter machten in ihrer Kritik an der mechanistischen Theorie Descartes' geltend, daß die

25 Vgl. A. Debus (1991), S. 184-201, I. Jahn (1990), S. 162, und J. Schiller (1978), S. 91-93.

26 Siehe K. Rothsuh (1968), S. 136f. Einen Durchbruch erlebte die histologische Forschung jedoch erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, als durch die Verbesserung der lichtmikroskopischen Auflösung und die Einführung von Wasser- (ca. 1850) und Ölimmersionen (ca. 1869) bessere Untersuchungsvoraussetzungen geschaffen werden konnten. Siehe W. Kirsche (1977), und P. von der Star (1959).

27 Als großes Problem für den Cartesischen Mechanismus ergab sich die Frage nach der Interaktion von Nerven und Nervenflüssigkeit. So war völlig unklar, wie sich die Prozesse in den Nervenröhren selbst fortsetzten beziehungsweise welche Transmissionsaufgaben die anatomisch vorgefundene Flüssigkeit erfüllte. Descartes' hydraulisches Modell aus Röhren und Ventilen wurde zwar abgelehnt, jedoch verblieben die Hirn- und Nervenfunktionen über lange Zeit ein *missing link* in der Theoriebildung über das Seelenorgan. Hagner vertritt deshalb, daß es für die Neurophysiologie annähernd zweihundert Jahre gedauert habe, bis der Mainzer Anatom Samuel Thomas Soemmering (1755-1839), mit seiner Vorstellung von der chemo-elektrischen Umwandlung der Flüssigkeitsströmung in den Nervenröhren, der Forschung einen neuen Impuls gab. Vgl. M. Hagner (1997), S. 63-87.

28 Zum Begriff des 'Vitalismus' siehe A. Lovejoy (1911).

Lebensphänomene nicht allein in den Begriffen der Physik und Chemie zu verstehen seien. Eine solche Position fand etwa in der Theorie der ‘Irritabilität’ des Physikprofessors Francis Glisson (1597-1677) aus Cambridge ihren Niederschlag, nämlich in der Auffassung von einer spezifischen “Reizbarkeit“ tierischer Gewebe.²⁹ Am Beispiel der Gallenblase verstand er unter der Irritabilität die allgemeine Fähigkeit tierischer Fasern, auf einen irritierenden Stimulus mit einer Kontraktion zu reagieren, wie dies bei der Entleerung von Gallenflüssigkeit aus der Leber deutlich werde. Glissons Irritabilitätslehre griff die Unfähigkeit mechanistischer Positionen an, solche belebten und zugleich lebhaften Antworten des Organismus zu erklären.

c) Die vitalistischen Ansichten des 18. Jahrhunderts

Die Tradition des 18. Jahrhunderts begriff jedoch funktionelles Denken zunächst als eine Art “Beiwerk” medizinischer Untersuchungen, während das anatomische Interesse am morphologischen Bau der Lebewesen überwog. Die ‘Lebenstätigkeiten’ oder ‘Aktionen’ sollten prinzipiell einer anderen Kausalität folgen, als den Gesetzmäßigkeiten der unbelebten Materie. Nicht abgetrennte Körperteile, sondern nur der belebte Körper in seiner Gesamtheit wurde als ausführende Instanz betrachtet. Dies zeigt auch Zedlers Lexikon von 1740:

“Actio, darunter verstehen die Medici die Verrichtungen und Würckungen, welche von dem Menschen entweder mit dem Körper alleine, oder mit dem Körper und der Seele zugleich verrichtet wird; dahero sie eingetheilet werden in *Animales*, welche aus dem Gehirne, oder *Naturales*, welche aus dem Gehirnlein [dem Kleinhirn] kommen.”³⁰

Erst in einem zweiten Schritt wurden die allgemein beobachtbaren sowie die im Experiment produzierbaren Lebensäußerungen auf organisierte morphologische Strukturen rückgeführt, dabei jedoch als deren uneigenständige Attribute aufgefaßt.³¹

Beispielhaft kann man hier das berühmte Reiz-Erregungsexperiment am Froschmuskeltgewebe des Berner Mediziners und Universalgelehrten Albrecht von Haller (1708-1777) heranziehen. Mit seiner Hilfe gelangte er zum Nachweis des Unterschieds zwischen der Haupteigenschaft des Muskels, “reizbar” oder “irritierbar” zu sein, und der Haupteigenschaft des Nerven, “empfindlich” oder “sensibel” zu sein. Die wissenschaftliche Bedeutung Hallers Experimente lag besonders darin begründet, daß er, im Gegensatz zur Glissonschen Irritabilitätslehre, in der die Irritabilität eine in allen Geweben vorkommende Lebenseigenschaft darstellte, eine Differenz von “Nervenimpulsen” und “Muskelkontraktionen” postulierte.³²

In der Folge weiterer Mechanismuskritik entwickelte der Hallenser Arzt und Pietist Georg Ernst Stahl (1660-1734) eine zunehmend einflußreiche Position.³³ So führte er erneut eine ‘Seele’ ein, die sämtliche Bewegungen des Körpers vermittels des *intellectus* wahrnehmen

29 Vgl. E. Haigh (1984), S. 47-49, sowie O. Temkin (1964).

30 Aus dem Artikel *Actio*, in J. Zedler (1733), Bd. 1, S. 394.

31 In Anlehnung an die Arbeiten Joseph Pitton de Tourneforts (1656-1708) und Karl von Linnés (1707-1778) bezeichnet J. Martin ihre anschließende “physiologische” Klassifikation sogar als “Botaniker-Methode”. J. Martin (1990). Siehe auch P. Astruc (1995), S. 567-569, oder W. Lepenies (1976), S. 81-83.

32 Vgl. J. Geyer-Kordesch (1989), S. 154, E. Haigh (1984), S. 50-54, F. Duchesneau (1982), S. 141-170, J. Schiller (1980), S. 187f., sowie R. Toellner (1995) und (1971), S. 173-182.

33 Siehe Georg Ernst Stahls (1660-1734) Werke *De Passionibus Animae Corpus Humanum Varie Alternantibus*, Halle 1695, *De Vita*, Halle 1701 und *Theoria Medica Vera*, ebenfalls Halle 1708.

und die Bewegungen willentlich durch *voluntas* ausrichten sollte.³⁴ Die von Stahl vertretene animistische Auffassung stellte Analogien zu neuesten Ergebnissen der Chemie her, wobei seine Phlogistontheorie ihrerseits großen Einfluß auf die Chemie des 18. Jahrhunderts ausübte.³⁵ Wie man später bei der Schule von Montpellier und besonders bei François Boissier de Sauvages (1706-1767) sehen kann, wurden Stahls Werke zunehmend in Frankreich rezipiert.³⁶ Hierdurch entstand wesentlich das Spannungsfeld, in dem sich die Akteure der Experimentalphysiologie im frühen 19. Jahrhundert bewegten. Das wichtigste methodologische Argument der Vitalisten in diesem Disput war, daß durch das Unterbrechen des Wirkungsgefüges im Gesamtorganismus, insbesondere in Anbetracht der vorherrschenden, martialischen Exstirpationsexperimente, nur künstliche Resultate zu erhalten seien. Diese wurden ohne einen besonderen Erkenntnisgewinn über die "Natur" der Lebenstätigkeiten erachtet.

Die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts war durch den Ausbau der vitalistischen Tradition gekennzeichnet. Eines der vorherrschenden Argumente wurde nun, den Lebensphänomenen eigene Gesetzmäßigkeiten zuzusprechen und von ihrer "indeterminierbaren Variabilität" auszugehen. Diese Position wurde beispielsweise von den französischen Ärzten Théophile de Bordeu (1722-1776) und Paul Joseph Barthez (1734-1806) vertreten. Trotzdem spielten deterministische Ansätze in den Lebenswissenschaften auch weiterhin eine große Rolle, was etwa den medizinischen Gesichtspunkt einer möglichen therapeutischen Einflußnahme betraf.³⁷ Als Folge der Beeinflussung durch Stahl wurde in der Forschungstradition des Vitalismus nach einem speziellen Prinzip gesucht, welches für die Erhaltung der Lebereigenschaften verantwortlich sei.³⁸ Als universelle Erklärungsprinzipien der Lebenswissenschaften wurden beispielsweise die 'Lebenskraft' (*vis vitalis*, der Chemiker des 17.-19. Jahrhunderts), die 'Gestaltungskraft' (Karl Ernst von Baer, 1792-1876) oder der 'Bildungstrieb' (Johann Friedrich Blumenbach, 1752-1840) eingeführt.³⁹

In den Deutschen Ländern scheint hierbei in erster Linie das Organismuskonzept des Königsberger Philosophen Immanuel Kant (1724-1804) für die Lebenswissenschaften

34 Der Einfluß Stahls war zunächst auf die Deutschen Länder, insbesondere Thüringen und das pietistische Halle, beschränkt. Vgl. J. Geyer-Kordesch (1990) und dies. (1989), sowie E. Haigh (1984), S. 26-28. Seine Unterscheidung des Begriffspaars 'organisch' versus 'mechanisch' - mit ihren vitalistischen Konnotationen - ist wohl für die Untersuchung der Lebenstätigkeiten ungeachtet der Tatsache bedeutsam, daß diese schon 1762 in den *Considérations sur les corps organisés* des Genfer Naturforschers und Philosophen Charles Bonnet (1720-1793) erschien. Bonnet gilt als einer der einflußreichsten Naturforscher nach dem Tod René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757) sowie vor Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844) und Georges Cuvier (1769-1832). Sein Augenmerk richtete sich jedoch primär gegen den Versuch, eine "physiologische" Trennlinie zwischen Pflanzen und Tieren zu ziehen, welche sich auf die Abwesenheit von 'Irritabilität' und 'Sensibilität' bei Pflanzen gründete. Siehe J. Schiller (1974), S. 187, und E. Lesky (1970), S. 300-303.

35 Vgl. M. Friedmann (1992), S. 266f. und 285f.

36 Siehe R. French (1990). Der Schule von Montpellier gehörten neben François Boissier de Sauvages de la Croix (1706-1767) auch die Ärzte Jean Charles Grimaud (1750-1789) oder J.-J. Ménéuret de Chambaud (1733-1815) an, der die meisten medizinisch relevanten Artikel in Denis Diderots (1713-1784) *Encyclopédie* redigierte. Zur Genealogie der Schule von Montpellier siehe E. Haigh (1975).

37 Vgl. J. Schiller (1980), S. 145.

38 Zunehmend gewann hier die physikalische Theorie Sir Isaac Newtons (1642-1727) eine große Attraktivität für die Theoriebildung in den Lebenswissenschaften. So lag der Vorstellung von der 'Lebenskraft' eine Analogie zur universellen Newtonschen Konzeption der 'Attraktionskraft' zugrunde. Siehe T. Hall (1968).

39 Zur vitalistischen Forschungstradition vgl. C. Sinding (1998), W. Bechtel/R. Richardson (1993), J. Nitzsche (1990), S. 146-160, G. Sutton (1984), T. Lenoir (1982a), S. 17-29, T. Hall (1969), Bd. 2, S. 5-7, sowie P. Entralgo (1948).

relevant gewesen zu sein.⁴⁰ Das gilt insbesondere für Kants Auffassung von der Strukturierung und Determinierung der Naturphänomene, vom Organismus als selbstreproduzierendes System und seiner Betonung einer durchgehenden Zweck-Mittel-Bezogenheit jedes lebendigen Organismus.⁴¹ Die Kantische Teleologie, welche sich in den Werken vieler deutscher Physiologen und Naturforscher explizit wiederfindet, ging in die Arbeiten der französischen Physiologen jedoch nur vermittelt ein. So galt bis zu Magendie und Bernard die Domäne der “Tierökonomie” als Zentralgegenstand für die Erforschung der Lebensphänomene von ‘Organismen’ oder ‘von organischen Körpern’.⁴² In die Verwendung des Konzepts der Tierökonomie sowie dessen Äquivalente der ‘tierischen Maschine’ (Georges-Louis Leclerc de Buffon, 1707-1788, und Antoine Laurent Lavoisier, 1743-1794) oder der ‘tierischen Fabrik’ (David Hume, 1711-1776),⁴³ gingen bei den Ärzten und Naturforschern immer auch Vorstellungen der Gebrauchsregelung der Teile beziehungsweise der Organfunktionen mit ein. Dabei war man von der inneren Ordnung von ‘organischen Systemen’, ‘Apparaten von Organen’ oder einfach nur ‘Organen’ überzeugt. In der Weise, in der Stahl begriffliche Anleihen bei der Chemie machte, verstanden auch andere Mediziner wie Pierre Jean Georges Cabanis (1757-1808) die Kombinierbarkeit chemischer Verbindungen als ein Modell, die resultierenden Lebenstätigkeiten aus dem Zusammenspiel der Organe herzuleiten.⁴⁴ Es scheint gerade diese Vorstellung von ‘Apparaten von Organen’ zu sein, die noch in Georges Cuviers (1769-1832) vergleichender Anatomie und Magendies funktioneller Physiologie eine zentrale Rolle spielte.⁴⁵ Sie schien Magendie sogar explizit als Ausgangspunkt für seine Neudefinition gedient zu haben.

d) Physiologische Forschung zu Beginn des 19. Jahrhunderts

Historische Gründe legen nahe, daß noch für Magendies *setting* zu Beginn des 19. Jahrhunderts nicht genuin von “Physiologie” und “physiologischer Forschung” in ihrer heutigen Bedeutung gesprochen werden kann.⁴⁶ Vielmehr befand sich das

40 Siehe P. McLaughlin (1994), T. Lenoir (1982a), S. 17-19, R. Löw (1980), E. Böckenförde (1978).

41 Immanuel Kant (1724-1804) hatte seine Vorstellungen über die ‘lebendigen Kräfte’ insbesondere in den *Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte*, Königsberg 1747, sowie in den *Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft*, Königsberg 1786, vorgestellt. Vgl. P. Harmann (1982), S. 62-66.

42 Beispielsweise F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 140. Der Begriff der ‘Tierökonomie’ geht jedoch schon auf den in Oxford ausgebildeten Londoner Arzt und Anatomen Walter C. Charlton (1659-1707) zurück. Siehe G. Canguilhem (1979), S. 95.

43 Vgl. W. Coleman (1971), S. 118-159.

44 So O. Temkin (1946a), S. 325-327.

45 Cuviers Begriffe hierfür waren *nombre d'organes, portée, formes* und *rappports* der Organe vgl. G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 18, ders. (1826b), S. 249, sowie F. Magendie (1809a), insbesondere S. 164f.

46 Zwar geht der Begriff einer “physiologischen Medizin” schon auf François-J.-V. Broussais (1772-1838) zurück. Dennoch verstand Broussais hierunter lediglich eine andere Verortung ärztlicher Praxis im Rahmen seines neuen medizintheoretischen Ansatzes. Dieser war eng an das Reiz-Reaktions-Modell von John Brown (1735-1788) angelehnt. Die therapeutischen Bemühungen von Broussais richteten sich primär auf eine Minimierung schädigender Reize auf den Gesamtkörper. Dies schlug sich in einer Praxis aus Aderlässen und Schröpfungen eindrucksvoll nieder, wobei es unter seinem Einfluß in Frankreich zu einer rasanten Zunahme der Verwendung von Blutegeln kam. Von einer verifizierbaren Kontrolle der Körperfunktionen, als Basis ärztlich-therapeutischen Handelns, kann hier kaum die Rede sein. Eine ähnliche Entwicklung trifft auf den Begriff der “experimentellen Medizin” zu. Obwohl in der französischen Sprache das Wort ‘Beobachtung’ (*expérience*) - als allgemeine Wahrnehmung - schon im 13. Jahrhundert, ‘experimentieren’ (*expérimenter*) seit 1372 und ‘experimentell’ (*expérimentel*) ab 1503 belegt sind,

Forschungsprogramm einer naturwissenschaftlichen Physiologie zu Beginn des 19. Jahrhunderts “noch in den Kinderschuhen steckend”.⁴⁷ So stellte die Physiologie zu dieser Zeit keine eigenständige Disziplin dar und die Untersuchung physiologischer Funktionen wurde weiterhin als Teil der allgemeinen ‘Naturlehre’ oder *philosophia naturalis* betrieben.⁴⁸

“Physiologie, Physiologia. Dieses Wort stammt aus dem Griechischen und ist zusammen gesetzt von *ργις*, Natura, die Natur, und *λεγω*, dico, narro, sagen, erzählen; also daß es eigentlich *Narratio Naturae*, eine Naturerzählung, eine Naturlehre, oder eine Naturwissenschaft geneuet werden mag [...] Im genaueren oder medizinischen Verstande aber wird durch dieses Wort nur allein die Wissenschaft von der Natur und Gesundheit des Menschen verstanden.”⁴⁹

Als “Physiologie” wurde somit die vielschichtige Beschäftigung mit den Elementen, den Qualitäten, den Säften, dem *spiritus*, der Anatomie, der Entwicklungsgeschichte, der Bedeutung und Bewegung der Organe sowie den Verrichtungen des lebendigen Körpers begriffen. Aus den genannten medizinhistorischen Gründen heraus wird diese Studie somit nicht durchgehend von “Physiologen”, sondern teilweise auch von Anatomen, vergleichenden Naturhistorikern und so weiter handeln. Der physiologische Funktionsbegriff stellt damit ein gutes historisches Beispiel dar, um die Vielfältigkeit und Uneindeutigkeit der verwandten Methoden und Verfahren in den Lebenswissenschaften zu Beginn des 19. Jahrhunderts erfassen zu können, welche den Kontext des Forschungsprogramms von Magendie bildeten.⁵⁰

1. 3. Forschungsstand

Angesichts seiner Bedeutung für die Entwicklung der modernen Physiologie wurde François Magendie in der Medizin- und Wissenschaftsgeschichte schon lange eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Unzählige sind die biographisch orientierten - und oft auch hagiographischen - Darstellungen.⁵¹ In den letzten Jahrzehnten ist Magendies physiologische Konzeption ins Zentrum des Interesses gerückt.⁵² Dabei wurde auch auf die Entstehung des physiologischen Funktionsbegriffs eingegangen. Grob vereinfachend lassen sich in der rezenten Forschungsliteratur zwei unterschiedliche Interpretationsansätze unterscheiden:

erschieden die Begriffe 'Experimentalist' (*expérimentateur*) und die eher technisch-praktische Bedeutung von 'experimentieren' (*expérimentation*) erst in den Jahren 1834 und 1845. Siehe auch T. Broman (2000), S. 29, C. Salomon-Bayet (1997), S. 165 und 197, N. Tsouyopoulos (1989) sowie J.-F. Braunstein (1986).

47 Vgl. F. Magendie (1816), Bd. 1. Vorwort, S. IV.

48 Siehe beispielsweise V. Hess (1994) sowie P. Sloan (1990).

49 Aus dem Artikel *Physiologie*, in J. Zedler (1741), Bd. 27, S. 2241.

50 Deshalb wird diese Studie auch nicht dem klassischen Fächerkanon der Disziplinengeschichte folgen wollen, noch können. Schließlich kam es erst in Frankreich mit den frühen Experimentalphysiologen zu einem Kristallisationspunkt, um den herum die Physiologie ein Selbstverständnis als eigenständige Wissenschaft entwickeln konnte. Noch gegen Ende des 18. Jahrhunderts war in der Medizin aber der Gedanke von einer einheitlichen “Wissenschaft vom Menschen” (*science de l'homme*) und seinen Krankheiten verbreitet. Hieraus resultierten vielfältige Bewegungen, einzelne Wissenschaften, allen voran die pathologische Anatomie, welche aus diesem monistischen Fächerkanon auszubrechen drohten, wieder einzuholen. Siehe T. Broman (2000), S. 27-29.

51 M. Brazier (1988), S. 42-47, und M. D. Grmek (1974) geben konzise biographische Orientierungen. L. Deloyers (1970) und J. M. D. Olmsted (1944) stellen die zeitgenössischsten Biographien dar, wobei Deloyers noch weitgehend Bernard als Quelle folgt. R. Langmann (1936) und M. Genty (1935) sind Ausdruck hagiographischer Wissenschaftsgeschichtsschreibung. Schließlich folgen P. Flourens (1858), sowie C. Bernard (1856) dem patriotischen Duktus typischer Nekrologe des 19. Jahrhunderts.

52 Siehe J. Lesch (1984), C. Lichtenthaler (1983), M. Gross (1979) und ders. (1974), S. 76-93, K. Rothschild (1978), S. 419f., und ders. (1953), S. 212-220, W. Albury (1977), und ders. (1974), O. Temkin (1946a) sowie ders. (1946b).

a) Ideengeschichtliche Einflüsse

Magendies Bedeutung für die Entwicklung des modernen Funktionsbegriffs wird in einer historiographischen Forschungsrichtung vor allem auf ideengeschichtliche Einflüsse zurückgeführt. Einerseits wird dabei die konzeptionelle Bedeutung von Magendies Physiologie hervorgehoben. Der Physiologiehistoriker Joseph Schiller behauptet beispielsweise, daß die Funktion im frühen 19. Jahrhundert zum Gegenstand der physiologischen Forschung wurde, weil durch sie die physiologischen Mechanismen *per se* untersucht werden konnten.⁵³ Nicht mehr die morphologisch zergliederten Teile des Organismus, sondern das Zusammenspiel seiner Tätigkeiten, nämlich die Lebensphänomene selbst, seien nun in den Blickpunkt der Physiologie geraten. Die Ausformulierung des Funktionsbegriffs habe hierbei der methodologischen Lösung besonders eines physiologischen Forschungsproblems entsprochen, warum nämlich die Abwesenheit eines Organs, durch Krankheit oder chirurgische Operation, nicht notwendigerweise die Ausübung einer Funktion unterdrückt, wie dies von der Organpathologie postuliert wurde. Schließlich sollten Hilfsmechanismen in das funktionelle Zusammenspiel kompensatorisch eingreifen können. Dies stelle Magendies originäre Leistung dar. Der Funktionsbegriff wird somit als neue Idee gesehen, die eine andere Betrachtungsweise physiologischer Probleme erlaubt habe.

Andererseits verortet die rezente Forschungsliteratur die Genese dieser Idee biographisch in einem außergewöhnlichen intellektuellen Beziehungsgeflecht. So wird Magendies funktionelle Vorstellung von einigen Wissenschaftshistorikern auf Georges Cuvier zurückgeführt. Albury und Gross betrachten Magendies Physiologie sogar als eine explizite Übernahme von Cuviers Vorstellung eines funktionell integrierten Gesamtsystems lebendiger Organismen.⁵⁴ So folge Magendies Erforschung „physiologisch verbundener Teilsysteme“ deutlich Cuviers Konzeption von ‘Apparaten von Organen’ [siehe S. 99f.].⁵⁵ Lesch weist darüber hinausgehend auf die Bedeutung zeitgenössischer Vorstellungen der allgemeinen Naturforscher hin, die die Physiologen des 19. Jahrhunderts zur Annahme dynamischer Attribute des lebendigen Körpers veranlaßten.⁵⁶

In ähnlicher Weise wurde der Einfluß von Xavier Bichat (1771-1802) hervorgehoben.⁵⁷ Sein pathologisch-anatomischer Ansatz überwand nicht nur die organpathologische Tradition von Giovanni Battista Morgagni (1682-1771).⁵⁸ Auch seine Vorstellung, daß Gewebseinheiten an verschiedenen Orten des Körpers verteilt interagieren können, gilt als zentrales Moment der Physiologie Magendies. In der gegenwärtigen Historiographie wird dieser ideengeschichtliche Einfluß an der Übernahme experimenteller Arbeitstechniken und Versuchsreihen festgemacht, die Magendie nach Bichats Tod aufgriff und weiterentwickelte. Das gilt ganz besonders für Bichats Unterscheidung von vitalen Eigenschaften der

53 Siehe J. Schiller (1968), S. 74f.

54 Vgl. W. Albury (1977), und M. Gross (1974), S. 76-93.

55 W. Albury, ebenda.

56 Siehe J. Lesch (1984), S. 80-124.

57 Vgl. R. Maulitz (1987), insbesondere S. 1, 15, 18 und 36-82, W. Albury (1977) und J. M. D. Olmsted (1944), vor allem S. 11-15, 20-27 und 47f.

58 Schon C. Bernard (1890), S. 161, hatte François-Xavier Bichats (1771-1802) Gewebspathologie daher als einen Dezentralisierungsschritt (*une décentralisation*) gegenüber der Organpathologie charakterisiert. Siehe auch J. Crary (1996), S. 86f., und J. Schiller (1978), S. 68f.

organischen Gewebe [vgl. Abs. 3. 3. e)], welche Magendie einerseits heftig kritisierte, die aber andererseits ein auslösendes Moment für seine eigene Konzeption darstellte.⁵⁹

Der Überblick über die aktuelle Forschungsdiskussion zeigt also nicht nur die Spannweite der Interpretationsansätze. Er macht zudem deutlich, daß zwischen der Übernahme zeitgenössischer Ideen und ihrer Ausformulierung im modernen physiologischen Funktionsbegriff ein von der Historiographie bislang gerne vernachlässigter Entwicklungsprozeß liegt. Dieser muß sich offenbar im Experimentallabor selbst abgespielt haben.

b) Laborpraxis

Die rezente Historiographie hat sich natürlich auch dem Labor zugewandt. So ist die Entwicklung von Magendies Experimentalpraxis in nahezu allen größeren Arbeiten, die in den letzten Jahren zu diesem Thema erschienen, thematisiert worden. Bei einer genaueren Betrachtung zeigt sich jedoch, daß zentrale methodologische und forschungspraktische Aspekte offengeblieben sind. Beispielsweise betont Gross die Übernahme dynamischer Attribute von Cuvier und Bichat als notwendiges begriffliches Instrumentarium, damit der Funktionsbegriff von Magendie experimentell eingesetzt werden und gezielte Untersuchungen isolierter Lebensphänomene ermöglichen konnte. Die konzeptionellen Umbrüche der Physiologie des frühen 19. Jahrhunderts begreift Gross dabei als Folge theoretischer Reflexionen über die physiologischen Zentralbegriffe der 'Sensibilität' und 'Kontraktilität'. Von der experimentellen Praxis wurden sie hingegen nicht abhängig gemacht.⁶⁰

Darüber hinaus kann man mit Blick auf die methodologische Differenz der beiden Forschungsprogramme nicht wie etwa Albury und andere annehmen, daß es die von Cuvier übernommene Konzeption der Funktion allein war, die das Erklärungsprimat der Physiologie Magendies bildete.⁶¹ Auch wenn der vitalistische Ansatz in der frühmodernen Physiologie als kritischer Reflex auf die iatrochemischen und iatrophysikalischen Positionen sehr wirkmächtig wurde, so kam der Vitalismus für Magendie nicht ohne materialistische Annahmen aus. Seiner Ansicht nach dürfe man nicht von den "Funktionen" auf den ihnen zugrundeliegenden "Mechanismus" schließen.⁶² Statt dessen diene ihm die Funktion als Ausgangspunkt seiner experimentellen Untersuchungen,⁶³ die ihre unterschiedlichen Bildungsmöglichkeiten erst zeigen sollten.

Albury sieht jedoch auf der experimentellen Ebene keinen fundamentalen Unterschied zwischen dem Ansatz des pathologischen Anatomen Bichat und dem der Experimentalphysiologie.⁶⁴ Lesch behauptet sogar weitergehend, daß der von Magendie verwendete Funktionsbegriff seit dem ausgehenden 16. Jahrhundert den meisten protophysiologischen Untersuchungen zugrundegelegen habe.⁶⁵ Nicht die praktische

59 Vgl. M. Foucault (1996b), S. 142, J. Lesch (1984), S. 80-124, und M. Gross (1974), S. 19-31.

60 Siehe M. Gross (1979), insbesondere S. 238-254.

61 Für diese Einschätzung vgl. W. Albury (1974), vor allem S. 96-99, wie auch W. Bechtel/R. Richardson (1993), S. 102, Fn. 5.

62 Siehe etwa F. Magendie (1821d), S. 2f.

63 So O. Temkin (1946b), S. 327.

64 Vgl. W. Albury (1977).

65 Er spricht Magendie sogar lediglich eine "besondere Betonung" des funktionellen Ansatzes für die Physiologie zu. Siehe J. Lesch (1984), S. 122.

Ausgestaltung des Experiments, sondern Magendies Auffassung des Experimentierens als einer besonderen wissenschaftlichen Forschungsmethode sei für die Entstehung des physiologischen Ansatzes entscheidend gewesen. Gross unterstreicht hier den neuen Gewißheitsgrad medizinischer Erkenntnis durch Magendies Experimente, welcher auf der zunehmenden Kontrollmöglichkeit der Lebensphänomene gegründet habe.⁶⁶

Die Ansätze Bichats und Magendies divergierten jedoch sowohl hinsichtlich ihrer Forschungsprobleme als auch in bezug auf ihre Zielsetzungen. Eine direkte Übertragung des einen Ansatzes auf den anderen kann daher kaum angenommen werden. Obwohl sich in einzelnen Fällen Überschneidungen zwischen der pathologischen Anatomie und der experimentellen Physiologie ergaben, wurden, wie im folgenden zu zeigen ist, die entsprechenden experimentellen Aufbauten, die methodischen Umsetzungen und die akzeptierten Forschungsergebnisse in den meisten Fällen unterschiedlich begriffen.

Hier setzt die engere Fragestellung meiner Arbeit ein. Obwohl die Bedeutung des Experiments für die Physiologie Magendies unumstritten ist, hat man der Wechselwirkung zwischen physiologischer Begriffsbildung und der experimentellen Praxis keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Das gilt vor allem für die Frage, was Magendie mit den "Vorgaben", die er Cuvier und Bichat verdankt, eigentlich gemacht hat. In welcher Weise griff er also den zeitgenössischen Funktionsbegriff auf und wandelte ihn in seine physiologische Forschungsweise um? Diese Frage läßt sich nur beantworten, wenn man die zeitlichen Schritte des experimentellen Forschungswegs von Magendie rekonstruiert. Die Untersuchung der unterschiedlichen Werkphasen des Physiologen erlaubt dann, die Veränderung des Funktionsbegriffs zu erfassen. Man muß Magendie "am Werk" sehen, um dem Unterschied zwischen seiner Erklärungsweise und der seiner Vorgänger gerecht zu werden.

Ein besonderes Augenmerk soll zunächst der Auswahl seiner Forschungsmethoden zukommen. Sie basierte auf vorgängigen Beobachtungen und experimentellen Bestätigungen, die in den Begriffsapparat des Experimentalphysiologen miteingebracht wurden. Deshalb gehe ich, im Gegensatz zu Gross und Albury,⁶⁷ nicht davon aus, daß die Entwicklung des Funktionsbegriffs bei Magendie eine strikt deduktive Ableitung seines Denkens und seiner Experimentalversuche aus vorgefaßten Konzeptionen darstellte.⁶⁸ Beide haben sich in ihren Untersuchungen auf den theoretischen Wechsel von Bichats Lebenseigenschaften (*propriétés vitales*) hin zu Magendies Funktionen (*fonctions*) konzentriert und damit die forschungspraktische Bedeutung des Funktionsbegriffs unterschätzt. Vielmehr wird erst durch die Untersuchung dieses Stellenwerts der Funktion deutlich, daß bereits die heuristische Konzeptionalisierung des Funktionsbegriffs bei Magendie zu einer Neuausrichtung des physiologischen Forschungsprogramms und des experimentellen Zugangs führte.

In diesem Zusammenhang scheint besonders wichtig zu sein, daß Magendie schon von Anbeginn seines physiologischen Arbeitens sowohl experimentell als auch klinisch tätig war.

66 Vgl. M. Gross (1979).

67 Ebenda, S. 255, sowie W. Albury (1974).

68 Statt dessen wird das wissenschaftliche Denken Magendies wohl adäquat auf der Grundlage induktiver Schlüsse und Urteile verstanden, die auf Wahrscheinlichkeitsannahmen beruhten. Dies stellt eine Auffassung dar, die sich erst im 19. Jahrhundert im Zusammenhang mit der Experimentalpraxis und wenig später dem statistischen Denken ausbreitete. Sie war zu nicht geringen Teilen Pierre Simon Laplace (1749-1827), Antoine Augustin Cournot (1801-1877) und Henri Poincaré (1860-1934) in Frankreich geschuldet. Innerhalb der Medizin hatte C.-A. Brulleys *De l'art de conjecturer en médecine* von 1801 einen großen Einfluß. Vgl. M. Foucault (1996b), S. 111f. und 117, sowie C. Howson/P. Urbach (1993), S. 171-174.

Lesch⁶⁹ und Olmsted⁷⁰ sind ausführlich auf die praktisch-chirurgische Seite seiner medizinischen Sozialisation eingegangen. Dennoch ist offengeblieben, welche Bedeutung diese praktische Tätigkeit für Magendies physiologische Forschung bekommen sollte.

1. 4. Präzisierung der Fragestellung

a) Die Funktion als heuristisches Instrument

Um die Bedeutung der *praxeologischen Dimension*⁷¹ für Magendies Experimentalphysiologie genauer bestimmen zu können, werde ich in dieser Arbeit Begriffsbildung und Forschungshandeln einander gegenüberstellen. Auf diese Weise möchte ich auch untersuchen, welchen Stellenwert Magendies Begriffsbildung für die Ausrichtung des experimentalphysiologischen Forschungsprogramms zukam.⁷² Er stellt nämlich ein *heuristisches Instrument* dar, das sowohl die Einbindung unterschiedlicher theoretischer Auffassungen in die experimentelle Praxis als auch ihre Weiterentwicklung und Neuformulierung aus dem experimentellen Geschehen heraus erlaubte.⁷³ Unter einem „heuristischen Instrument“⁷⁴ verstehe ich im Unterschied zu deduktiv-logischen Verfahren ein kognitives Prinzip, das im Forschungszusammenhang die theoretische Konzeption eines bestimmten Problems gliedern und beeinflussen kann. Zugleich handelt es sich auch um eine praktische Regel, die schon die Anlage einzelner Forschungsschritte oder Experimente beeinflusst, bevor diese an der Werkbank des Labors umgesetzt werden (können).⁷⁵

69 Siehe J. Lesch (1984), S. 92 und 123-125.

70 Vgl. J. M. D. Olmsted (1944), S. 9-11.

71 Die Dimension der Praxeologie als Erkenntnismodus bildet einen der Zentralbegriffe des französischen Soziologen Pierre Bourdieu. Darin spiegelt sich eine theoretische Vermittlungsposition, die einerseits versucht, objektivistische Fehlschlüsse bei der Beurteilung menschlichen Handelns zu vermeiden. Andererseits sollen gegenüber rein phänomenologischen Zugängen strukturelle Interpretationsmöglichkeiten aufrechterhalten werden. Bourdieus Begrifflichkeit hat eigene Konnotationen. Für meine Untersuchung gehe ich lediglich von der Notwendigkeit einer verstärkten Beachtung praktischer Handlungen für den Ursprung und das Verständnis wissenschaftlicher Konzeptionen aus. Siehe P. Bourdieu (1998), (1997) und (1976), für einen angewandten Ansatz aus der Techniksoziologie: B. Joerges (1988), sowie für eine Erörterung aus erkenntnistheoretischer Sicht: K.-O. Apel (1988).

72 Der französische Wissenschaftshistoriker und -philosoph Gaston Bachelard (1884-1962) schrieb beispielsweise über den neuen „wissenschaftlichen Geist“ (*nouvel esprit scientifique*) im 19. Jahrhundert, daß Begriffe und Methoden „Funktionen“ des jeweiligen Experimentalbereichs seien. Das ganze wissenschaftliche Denken müsse sich angesichts eines neuen Experiments ändern. Ein Diskurs über die wissenschaftliche Methode werde immer ein Gelegenheitsdiskurs sein, weil hierdurch nur dynamische Forschungsprogramme beschrieben werden könnten. Siehe G. Canguilhem (1979), S. 78.

73 Zum Konzept funktioneller Erklärungen als Heuristiken siehe beispielsweise K. Schaffner (1993), S. 390-392, oder E.-M. Engels (1982), S. 198f. Außerdem schließt meine Studie an solche Arbeiten der Wissenschaftsforschung an, die die heuristische Bedeutung von Werkzeugen und Instrumenten für den Entdeckungsvorgang und die Theoriebildung von Physiologie und Medizin betont haben, vgl. V. Hess (2000), C. Sinding (1998), G. Gigerenzer (1991), T. Lenoir (1988a), W. Hackmann (1979), E. Lesky (1970) sowie J. Schiller (1968), S. 66f.

74 Wortgeschichtlich stammt die Heuristik von griech. *heuriskein* („finden“, „entdecken“) und wird wissenschaftstheoretisch als eine methodische Anweisung beziehungsweise ein Hilfsmittel verstanden, um zu neuen Erkenntnissen zu gelangen. Siehe A. Hügli/P. Lübcke (1991), S. 253f.

75 Als erstem Naturwissenschaftler überhaupt wurde für Magendie 1831 ein Forschungslabor am *Collège de France* in Paris eingerichtet. Sein „Assistent“ Bernard beschrieb es jedoch als „eine Art Klosett“, in das die beiden nur mit Mühe hineingepaßt hätten. Es scheint sich bei diesem Labor also eher um einen Arbeitsplatz, als um ein biomedizinisches Forschungslabor im heutigen Sinn gehandelt zu haben. Bernard

Der Funktionsbegriff wurde von Magendie beispielsweise schon in der medizinthoretischen Schrift *Einige allgemeine Überlegungen über die besonderen Phänomene der lebenden Körper*⁷⁶ von 1809 vorformuliert, aber entlang der Ergebnisse nachfolgender Experimente rekonstruiert. Der französische Wissenschaftshistoriker Georges Canguilhem (1904-1995) stellte für den Funktionsbegriff in den Lebenswissenschaften fest, daß sich eine Art grundsätzlicher Wahlverwandtschaft (*parenté fondamentale*) zum Begriff des Experiments ergebe.⁷⁷ Physiologisch tätige Wissenschaftler verstünden die Funktionen durch ihre jeweiligen experimentellen Arbeiten, so daß diese spezifischen Konzeptionen in der Folge zu “formalisierten Experimenten” würden. Man kann dies im heutigen Sprachgebrauch etwa als ein *Laborprotokoll* verstehen, das immer auch auf materielle Dinge sowie praktische Handlungen verweist und auf experimentelle Zielvorgaben ausgerichtet ist.

b) Der französische Kontext

Die allgemeinen Veränderungen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts können, wenn nicht als “wissenschaftliche Revolution”⁷⁸, wohl doch als Periode wichtiger konzeptueller Umbrüche in den Lebenswissenschaften aufgefaßt werden. Das scheint insbesondere für die Neuerungen der physiologischen Forschung in dieser *Wendezeit zu Beginn des 19. Jahrhunderts* zu gelten.⁷⁹ So veröffentlichte Bichat 1799-1800 die *Physiologischen Untersuchungen über das Leben und über den Tod*⁸⁰, und in direkter Folge die *Allgemeine Anatomie in ihrer Anwendung auf die Physiologie und die Medizin*⁸¹. Ernst H. Friedrich Meyer (1791-1858) führte 1819 den Begriff der ‘Histologie’ ein und entwickelte Bichats Ansätze fort.⁸² Zwischen 1800 und 1802 erschien Antoine François Fourcroys (1755-1809) *Ordnung des chemischen Wissens*, die ausführlich der Chemie der Tiere gewidmet war und in der er einen Schwerpunkt auf neurochemische Analysen legte.⁸³ Ebenfalls 1800 wurde der Begriff ‘Biologie’ von Karl F. Burdach (1776-1847) kreiert und zwei Jahre später von Jean-Baptiste de Monet-Lamarck (1744-1829) sowie Gottfried R. Treviranus (1776-1837)

arbeitete in diesem Labor wohl ab 1839 als freiwilliger Hilfswissenschaftler und die von Magendie in den Vorlesungen am *Collège* erwähnten Präparationen Bernards, von den Gesichtsnerven der Kaninchen, scheinen auf dieses Forschungslabor zurückzugehen. Vgl. J. M. D. Olmsted/E. H. Olmsted (1938), S. 28f. [so etwa Anm. 100 in Kap. 2].

76 F. Magendie: *Quelques idées générales sur les phénomènes particuliers aux corps vivans*, Paris 1809.

77 Siehe G. Canguilhem (1992), S. 23.

78 Zum Begriff der ‘wissenschaftlichen Revolution’ vgl. die einflußreiche Arbeit des amerikanischen Wissenschaftsforschers Thomas S. Kuhn (1922-1996): *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen* von 1968.

79 Für Albury markierte der Beginn des 19. Jahrhunderts eine Wendezeit in der Physiologie von der romantisch-spekulativen zur modern-exakten Wissenschaft. Siehe W. Albury (1974) und für eine ähnliche Einschätzung auch J. Schiller (1968).

80 X. Bichat: *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, Paris 1799-1800. Das Erscheinungsjahr VIII der Originalausgabe bezieht sich auf den französischen Revolutionskalender, mit dem am 14. Juli 1790 eine neue Ära eingeführt werden sollte. 1793 teilte dann ein Konventdekret das Jahr in 12 Monate zu 30 Tagen ein, denen fünf beziehungsweise in Schaltjahren 6 Tage hinzugefügt wurden. Der Anfang des Jahres wurde auf den Tag der Republikverkündung am 22. September festgelegt. Erst am 1. Januar 1806 kehrte Frankreich wieder zum Gregorianischen Kalender zurück. Vgl. *Meyers Großes Taschenlexikon* (1990), Bd. 24, S. 259.

81 X. Bichat: *Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine*, Paris 1802.

82 Nach J. Schiller (1968), S. 64.

83 F. Fourcroy: *Système des connaissances chimiques*, Paris 1800-02. Vgl. D. Tower (1994), insbesondere S. 47-103.

weiterentwickelt.⁸⁴ Treviranus schlug schließlich als Gegenstand dieser neuen Forschungsrichtung das Studium der “unterschiedlichen Formen und Phänomene des Lebens, der Konditionen und Gesetze ihrer Existenz sowie der Ursachen durch die sie determiniert sind”, vor.⁸⁵

Als ein grundsätzliches Problem stellt sich in der Medizin- und Wissenschaftsgeschichtsschreibung die Entwicklung der unterschiedlichen Ansätze und Forschungstraditionen im frühen 19. Jahrhundert dar, die vor allem in Frankreich und den Deutschen Ländern divergierten.⁸⁶ Danach gilt, daß die “konzeptuelle Führungsrolle”, wenn man dieses Prädikat vergeben möchte, in der ersten Hälfte bei den Franzosen lag und ab der Mitte des 19. Jahrhunderts an die Deutschen überging. Als entscheidend für die französische Führungsrolle werden die tiefgreifenden Umstrukturierungen sowohl der wissenschaftlichen als auch der medizinischen Institutionen angesehen, die sich in anderen europäischen Ländern auf diese Weise nicht vollzogen.⁸⁷ Das gilt insbesondere für die Reorganisation der Akademien und Krankenhäuser sowohl während der Revolution als auch der nachrevolutionären Reaktion unter der Regentschaft Bonapartes (1769-1821).⁸⁸

Auf ähnliche Weise verdanken die Deutschen Länder ihre Führungsrolle in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts einer Umstrukturierung ihrer Institutionen. Der Kern dieser Neuerungen lag in der Gründung wissenschaftlicher Institute, die zum einen in ihrer Ausrichtung experimentell und forschungsorientiert waren und deren Lehrauffassung zum anderen auf der praktischen Einführung von Studenten in die Laboratoriumsarbeit fußte.⁸⁹ Maßgebend für die unterschiedlichen institutionellen Entwicklungslinien wird in der historiographischen Literatur die divergierende konzeptuelle Ausrichtung der physiologischen Forschung, im Sinne eigener *national styles* beider Länder, verantwortlich gemacht.⁹⁰ Wenn man so will, dann arbeiteten beide Forschungstraditionen außerdem unter der Vorherrschaft verschiedener *Paradigmata*⁹¹: die deutsche Entwicklung galt demnach besonders durch eine

84 K. Burdach: *Propaedeutik der gesammelten Heilkunde*, Leipzig 1800, J.-B. Lamarck: *Biologie oder Überlegungen über die Natur, die Fakultäten, die Entwicklungen und den Ursprung der lebenden Körper*; frz. *Biologie ou considérations sur la nature, les facultés, les développements et l'origine des corps vivans*, Paris 1802, sowie G. Treviranus: *Biologie, oder Philosophie der lebenden Natur, für Naturforscher und Ärzte*. Bremen 1802-22, 6 Bände. Siehe auch J. Nitzsche (1990), S. 159f., W. Lefèvre (1984), S. 28, sowie W. Lепенies (1976), S. 29.

85 G. Treviranus, ebenda, Bd. 1, S. 4, zitiert nach J. Schiller (1968), S. 64.

86 Siehe K. Kanz (1997), insbesondere S. 31-45, C. Bonah (1995) und K. Rothsuh (1953).

87 Für Frankreich vgl. J. Lesch (1988), P. Elliott (1987), sowie E. Ackerknecht (1967). Für die Deutschen Länder siehe L. Nyhart (1995), A. Tuchman (1993), sowie T. Lenoir (1988b), S. 140-173.

88 Auf die unter Napoléon einsetzende Zunahme der Institutionalisierungstendenzen und den Ausbau der Kommunikationsbeziehungen, mit dem Ziel einer schnelleren Verfügbarkeit wissenschaftlich-medizinischen Wissens, weisen etwa S. Strickland (1997) sowie L. Daston (1992) hin.

89 Vgl. K. Rothsuh (1978), vor allem S. 419-427, sowie ders. (1968), S. 213-230. Auch in einem weitergefaßten wissenschaftshistorischen Kontext wird darauf hingewiesen, daß die Physiologie im 19. Jahrhundert eine, wenn nicht sogar die Leitwissenschaft in der medizinischen Forschung gewesen sei, so P. Sarasin/J. Tanner (1998), S. 12-43.

90 Siehe B. Tuchman (1993), T. Broman (1989) sowie T. Lenoir (1988b), S. 140-173.

91 Zum Begriff des wissenschaftlichen 'Paradigma' siehe T. Kuhn (1968). Kuhn verstand hierunter die konzeptionelle Ausrichtung einer bestimmten Forschungstradition, welche die aktive Forschungstätigkeit in bestimmte Bahnen lenkte. Der wichtigste Gegenstand der Theorie Kuhns ist, daß durch die Verfolgung eines wissenschaftlichen Ziels, unter der Vorherrschaft jeweiliger Paradigmata, einerseits manche Forschungsergebnisse und Abweichungen nicht mehr wahrgenommen werden können. Andererseits werden sie unterschiedlich verstanden. Aus dieser Auffassung gehen daher bestimmte Erklärungsmuster für

naturphilosophische Traditionslinie romantischer Prägung gekennzeichnet,⁹² während die französische Forschungstradition nach Ablösung der “medizinischen Systeme” des 18. Jahrhunderts mehr oder weniger direkt eine experimentalphysiologische und im heutigen Sinn naturwissenschaftliche Richtung eingeschlagen habe.⁹³

Im direkten Vergleich mit ihren Vorgängern löste sich die experimentelle Physiologie in drei neuartige Handlungsebenen für die Medizin auf. Diese bildeten innerhalb des Magendieschen Forschungsprogramms eine integrative Einheit und stellten hierdurch eine “dreifache Verschiebung” der Forschungspraxis zum vorausgehenden *status quo* dar:⁹⁴

1. des Ortes: vom Hospital ins Laboratorium;
2. des Versuchsobjektes: vom Mensch zum Tier;
3. der inneren oder äußeren Einflußgröße: von der galenischen Zubereitung zum aktiven [...] isolierten Prinzip.

Darüber hinaus läßt sich feststellen, daß diese “dreifache Verschiebung” der Forschungspraxis von der Neuentwicklung “dreier Grundüberzeugungen” begleitet wurde. Diese möchte ich als praktische Ausdrucksformen oder Handlungsmaximen einer veränderten methodologischen Auffassung betrachten, wonach⁹⁵

1. die Lebensvorgänge in naturgesetzlicher Weise ablaufen und determiniert sind;
2. eine Übereinstimmung der Eigenschaften zwischen lebendiger und toter Natur existiert;
3. und physikalisches Messen prinzipiell die Lebensvorgänge erfassen und quantifizieren kann.

Magendie wird eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der experimentalphysiologischen Traditionslinie zugesprochen, die sich ohne “naturphilosophische Spekulationen und Irrwege” über Julien Legallois (1770-1840) und Marie-Jean-Pierre Flourens (1794-1867) bis zu Claude Bernard (1813-1878) und Édouard Brown-Séguard (1817-1894) fortgesetzt hat.⁹⁶ Diese ungebrochene Traditionslinie kennzeichnet die französische Entwicklung und bietet sich daher für eine Untersuchung der Genese des physiologischen Zentralbegriffs der ‘Funktion’ geradezu an.

Die wissenschaftlichen Arbeiten eines Experimentalforschers, wie Magendie, lassen sich jedoch nur vor dem zeitgenössischen Problemhorizont sehen. Das heißt, daß die Entwicklung zu Beginn des 19. Jahrhunderts in den Lebenswissenschaften berücksichtigt werden muß, in der sich die Forschungslandschaft so umfassend veränderte. Obwohl das funktionelle Denken für die heutigen Lebenswissenschaften selbstverständlich geworden ist, stellt sich die historische Ausgangslage zu Beginn des 19. Jahrhunderts andersartig dar. Die Etablierung der funktionalistischen Sichtweise auf die Vorgänge in lebendigen Körpern war nämlich keine Selbstverständlichkeit des wissenschaftlichen “Fortschritts”, sondern geschah vielmehr in einem wissenschaftlichen “Spannungsfeld”.⁹⁷ Zu Magendies Zeiten konkurrierten nämlich

die Historiographie hervor, die das “Steckenbleiben” und die “Ablösung” von Forschungstraditionen verdeutlichen sollen [ebenso Anm. 78].

92 Vgl. J. Bleker (1985), T. Lenoir (1982a), ders. (1982b) sowie O. Temkin (1946b).

93 Siehe beispielsweise R. Rey (1997), S. 116-155, sowie J.-C. Sournia (1992).

94 Vgl. G. Canguilhem (1979), S. 117.

95 Siehe K. Rothsuh (1978), S. 419.

96 Vgl. M. Gross (1979) sowie G. Canguilhem (1955).

97 Siehe P. Elliott (1987). Wissenschaftshistorische Untersuchungen scheinen besonders dann epistemologisch aufschlußreich zu sein, wenn darin eine Revision rivalisierender Konzepte oder Theorien aus einer bestimmten Zeitperiode vorgenommen werden kann. So können die jeweiligen Argumente unterschiedlicher Forschungstraditionen *quasi* für sich sprechend gegeneinandergesetzt werden. Vgl. etwa B. Latours Diskussion der wissenschaftlichen Kontroverse zwischen *Pasteur und Pouchet*, ders. (1994), S. 749, sowie G. Canguilhem (1979), S. 110.

mindestens zwei Forschungsrichtungen um das Primat lebenswissenschaftlicher Erklärung: die materialistische und die vitalistische.⁹⁸ Die Materialisten postulierten, daß die Funktionen des lebendigen Körpers mit dem eingreifenden vivisektorisches Experiment zu untersuchen und adäquat zu beschreiben seien. Darüber hinaus sah sich Magendie am Anfang seiner wissenschaftlichen Karriere Forschungstraditionen gegenüber, die wie die Montpellierianischen Vitalisten und die Pariser Klinikschule sein experimentalphysiologisches Programm ablehnten. Sie forderten statt dessen einen rein beobachtenden beziehungsweise externen Ansatz ein.

Es ist für die historische Rekonstruktion also interessant, auf welche Weise das funktionell-physiologische Forschungsprogramm seine Wirkung entfalten und eine Neukonzeption des physiologischen Gegenstandsbereichs erreichen konnte.⁹⁹ Folgt man dabei Temkins Auffassung von Magendie als einem *vitalistischen Materialisten*,¹⁰⁰ so deutet sich an, daß die Wirksamkeit seines funktionell-physiologischen Forschungsprogramms auf der Betonung einer prinzipiellen Reduzierbarkeit physiologischer Funktionen auf physikalisch-chemische Mechanismen beruhte. Gleichzeitig wird auch deutlich, daß er auf die Annahme vitalistischer Größen angewiesen war, die ihm als phänomenale Ausgangsmöglichkeit für den Experimentalansatz dienen konnten. Außerdem machte seine Zurückweisung der Sensibilitäts- und Kontraktilitätseigenschaften Bichats einen neuen physiologischen Erklärungsmodus notwendig.¹⁰¹ Diese scheinbar "ambivalente" Haltung im Forschungsprogramm Magendies wird noch näher zu bestimmen sein, da sie einerseits theoretische Inkonsistenzen seines Ansatzes deutlich macht, aber andererseits dessen forschungspraktische Stärke betont.

1. 5. Material und Methoden

a) Der experimentell-investigative Ansatz Magendies

Wie bereits erörtert, möchte ich den Funktionsbegriff von Magendie als heuristisches Instrument seiner Forschungstätigkeit betrachten. In diesem Zusammenhang soll herausgearbeitet werden, wodurch das qualitative Moment des Funktionsbegriffs bestimmt war, genauer gesagt, wie die Funktion eigentlich selbst "funktionierte". So soll Magendie exemplarisch ins Labor gefolgt und herausgearbeitet werden, wie er "tatsächlich" mit dem Funktionsbegriff umging. Mit diesem Vorgehen erhoffe ich mir Aufschlüsse über das Wechselverhältnis vom heuristisch vorstrukturierenden Begriff, zur geplanten experimentellen Anlage, bis hin zur Entdeckung zielgerichteter Mechanismen in lebendigen Körpern zu erhalten, wie dies für die frühen französischen Experimentalphysiologen typisch war. Deshalb begreife ich Magendie auch als Vertreter einer neuen Generation von Naturwissenschaftlern des 19. Jahrhunderts, die Coleman und Holmes als "experimental

98 K. Rothsuh (1968), S. 152-163.

99 J. Schiller stellt etwa für Magendies wissenschaftliche Bedeutung dar, daß in der Folge der *Phénomènes physiques de la vie*, Paris 1836-38, und sogar bis ins 20. Jahrhundert hinein, eine Vielzahl physiologischer Textbücher mit fast identischem Titel erschienen. Diese nahmen ebenfalls die Beschreibung von Experimentalserien mit auf, so zum Beispiel Carlo Matteuci: *Leçons sur les phénomènes physiques des êtres vivantes*, Paris 1847, Thomas H. Huxley: *On the physical basis of life*, London 1868, oder J. B. Bernal: *The physical basis of life*, London 1951. Vgl. J. Schiller (1968).

100 Diese Ansicht findet sich insbesondere O. Temkin (1946b), S. 323f.

101 Siehe auch W. Albury (1974), S. 98.

laboratory investigators” bezeichnen.¹⁰² In meiner deutschen Übersetzung habe ich mich für den Begriff des *investigativen Laborexperimentalisten* entschieden, den ich für den geeignetsten halte, um die Implikationen der Konzeption von Coleman und Holmes zu bewahren.

So basiert die Konzeption des investigativen Laborexperimentalisten auf der Annahme, daß die moderne Naturwissenschaft eine Aktivität darstellt, die in der systematischen Erforschung bestimmter, methodologisch abgrenzbarer Teilbereiche der natürlichen Welt zur Geltung kommt. In dieser Aktivität beschränkt sich die naturwissenschaftliche Forschung nicht allein auf die Beantwortung konzeptuell-theoretischer Fragen oder auf das automatische Auflisten von Beobachtungsdaten. Genausowenig wird davon ausgegangen, daß die Verwendung des Experiments lediglich mit dem Ziel einer Überprüfung vorgefaßter Annahmen geschähe.¹⁰³ Vielmehr betonen Coleman und Holmes auch die praxeologische Dimension experimenteller Laborarbeit, nämlich den Zugang zu Arbeitsplätzen, *know-how* und materiellen Hilfsmitteln, wie entsprechenden Apparaten und Instrumenten. Diese Ressourcen werden als notwendige Bedingung für eine aktiv in die Natur eingreifende Forschung angesehen. Die Experimentalpraxis erscheint somit als ein Vorgang, in dem die begrifflich geprägte Isolation der wissenschaftlichen Gegenstände durchgeführt und einer konzeptionellen Faktorenanalyse zugeführt wird. Einzeln herausgearbeitete Parameter und Funktionsgrößen werden der experimentaltechnischen Manipulation und ihrer qualitativen und quantitativen Analyse ausgesetzt.

Im Vergleich mit diesem neuen Ansatz,¹⁰⁴ hat sich die traditionelle Wissenschaftsforschung darauf beschränkt, die Tätigkeit von Naturwissenschaftlern primär durch folgerndes Urteilen, die Überprüfung von bereits vorgefaßten Hypothesen, die spezifische Beobachtung und das entscheidende Experiment zu kennzeichnen.¹⁰⁵ Dieser “logozentristische Bias” der vorherrschenden wissenschaftshistorischen und wissenschaftstheoretischen Ansätze neigt jedoch zum *neglect of experiment*¹⁰⁶ und blendet Instrumente,¹⁰⁷ Experimentalstrategien und sonstige Ressourcen wissenschaftlicher Forschungsarbeit weitgehend aus der historiographischen Beschäftigung aus. Demgegenüber nehme ich jedoch an, daß das aktive Eingreifen in einen wissenschaftlich interessanten Weltaspekt für die Laborphysiologen kennzeichnend ist, die auf diese Weise Variationen produzieren und analysieren können.¹⁰⁸

102 W. Coleman/F. Holmes (1980), S. 8.

103 Siehe hierzu beispielsweise K. Popper (1989), insbesondere S. 45-72.

104 Neben W. Coleman/F. Holmes (1980), S. 1-13, vgl. hierzu auch N. Jardine (1992), K. Knorr-Cetina (1984), oder D. Turnbull/T. Stokes (1980).

105 Traditionelle ideengeschichtliche Ansätze basierten somit auf einer Überbewertung des Theoriebegriffs. Repräsentative Arbeiten für diese Form der Wissenschaftsgeschichtsschreibung sind etwa A. Koyré (1973), oder A. Lovejoy (1960).

106 A. Franklin (1986), siehe auch P. McLaughlin (1993).

107 Die forschungspraktische Bedeutung der Instrumententechnik für die Physiologie wurde punktuell schon im 19. Jahrhundert gesehen. Vgl. etwa die Auffassungen des Petersburger Physiologie- und Anatomiedozenten E. von Cyon (1842-1878) in ders. (1876).

108 Eine ähnliche Einschätzung vertrat Bachelard, um die Bildung des “wissenschaftlichen Geistes” in den Lebenswissenschaften des 19. Jahrhunderts zu charakterisieren. Die Entwicklung des “vorwissenschaftlichen Geistes” (*état préscientifique*), nach ihm die gesamte wissenschaftliche Periode von der klassischen Antike bis ins 18. Jahrhundert, sei lediglich damit beschäftigt gewesen, körperliche Besonderheiten, Abartigkeiten und Monstrositäten einzelner Lebewesen zu beobachten; vgl. G. Bachelard (1987), S. 39f. Das vorwissenschaftliche Denken habe nicht die Variation, sondern lediglich die Vielfalt der Besonderheiten gesucht und gesammelt; ebenda, S. 69f. Demgegenüber sei eines der wichtigsten

Mit diesem Perspektivenwechsel gerät eine bislang wenig beachtete Dimension erst jetzt auf angemessene Weise ins Blickfeld, nämlich daß durch das aktiv eingreifende Experiment das freie Forschen für den Wissenschaftler in bestimmte Bahnen gelenkt wird. Entlang einer solchen Untersuchung werden erst die materialen Widerstände (*material constraints*) beim Experimentieren erkennbar,¹⁰⁹ sobald neue wissenschaftliche Konzeptionen in den Forschungsprozeß eingebracht werden. Hierbei wird deutlich, wie im physiologischen Experiment die 'Natur' selbst, nämlich das jeweilige Tier oder sogar der Mensch, ihrerseits Widersprüche oder "experimentelle Dementi" (Magendie) gegen die Konzeptionen der Wissenschaftler vorbringen kann.¹¹⁰

b) Die Rekonstruktion der Experimentalserien

Wenn Magendie als wichtiger Repräsentant einer neuen Forschergeneration des 19. Jahrhunderts aufgefaßt wird, die als *investigative Laborexperimentalisten* das Programm einer experimentell ausgerichteten, naturwissenschaftlichen Physiologie begründet haben, so heißt das auch, daß seine Experimentalserien (*séries d'expériences*)¹¹¹ rekonstruiert und die Vorgänge in seiner Forschungspraxis und Laborarbeit erschlossen werden müssen. Eine direkte Untersuchung von Labortagebüchern ist leider nicht möglich, da sie nicht (mehr) vorliegen. Man ist daher auf indirekte Verweise angewiesen, wie beispielsweise die Manuskripte seines Assistenten und Schülers Bernard,¹¹² aber auch auf Notizen aus Magendies Mappe (*le portefeuille*) am *Musée Gilbert* in Paris.¹¹³ Außerdem werde ich mich auf rhetorisch aufbereitete Zeugnisse seiner wissenschaftlichen Arbeitsweise stützen, nämlich seine Artikel in den neuen medizinischen Zeitschriften, wie dem von ihm gegründeten *Journal de physiologie expérimentale*¹¹⁴ und im *Le nouveau journal de médecine, chirurgie et*

Kriterien des wissenschaftlichen Geistes, den er als Produkt der naturwissenschaftlichen Methoden des 19. Jahrhunderts begriff, daß dieser aktiv in die Lebensprozesse des Körpers eingreife und sich um die Präzisierung, Abgrenzung und Reinigung von Substanzen und Phänomenen bemühe; ebenda, S. 125.

109 Vgl. P. Galison (1995), A. Pickering (1995) sowie ders. (1989).

110 Zum Begriff des *démenti expérimentale* siehe F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 30, oder ders. (1838), Bd. 3, S. 59 und 224.

111 Für den Begriff der 'Experimentalserie' vgl. F. Magendie (1841), ebenda, S. 231. Ich verstehe solche Vorstellungen Magendies über die Aussagefähigkeit systematischer Experimentalserien bereits ähnlich denen des polnischen Mediziners und Wissenssoziologen Ludwik Fleck (1896-1961). Fleck war ebenfalls der Ansicht, daß "nur ein System von Experimenten" in der Lage sei, um zu einer Entscheidung über labormedizinische Fragestellungen zu gelangen. Niemals könne ein Einzelexperiment für sich genommen eine forschungspraktische Entscheidung zwischen konkurrierenden Theorien oder Hypothesen "herbeizwingen". Vgl. L. Fleck (1993), S. 126f. Auch Bernard betonte den langfristigen Verlauf seiner "Methode des Gegenbeweises" und des "komparativen Experimentierens", in C. Bernard (1865), S. 181-183.

112 So beginnt Bernards privates Labortagebuch bereits zur Zeit, als er als Assistent und *préparateur* Magendies am *Collège de France* tätig war. Vgl. etwa C. Bernard: *Cahier de notes 1850-1860*, Paris 1965, *posthum*. Einige Notizhefte Bernards gehen sogar bis in die Zeit zurück, als Bernard als Medizinstudent an den Kursen Magendies teilnahm, siehe ders. (1967).

113 Vgl. hierzu insbesondere J. Théoridès (1965), sowie P. Ménétrier (1926a) und (1926b).

114 Die enorme Entwicklung des wissenschaftlichen Zeitschriftenwesens zu Beginn des 19. Jahrhunderts wird von Bonah als eine definitive Veränderung der bibliographischen Information in den Lebenswissenschaften beschrieben. Diese Trendwende gilt inzwischen auch statistisch untermauert. Für J. Schiller hätten dagegen noch im 18. Jahrhundert A. von Hallers *Elementa physiologiae* und seine vier *Bibliotheca* sämtliche wissenschaftlichen Bedürfnisse der Zeitgenossen befriedigen können. Im Rahmen dieser Entwicklung war Magendies *Journal de physiologie expérimentale*, Paris 1821-31, das erste seiner Art und ausschließlich der experimentellen Forschung gewidmet. Siehe C. Bonah (1995), wie auch J. Schiller (1968), S. 69.

pharmacie des Anatomen Pierre Auguste Bécларd (1785-1825) sowie des Toxikologen Mathieu-Joseph-Bonaventure Orfila (1787-1853).¹¹⁵ Insbesondere Magendies *Grundriß der Physiologie*, der in vier Auflagen (1816, 1825, 1833, 1836) erschien, stellte eine wichtige Innovation dar.¹¹⁶ Seine Lehrbücher führten die Studenten unmittelbar ins Verständnis des Experiments und seine epistemische Bedeutung als "medizinische Wissensquelle" ein.¹¹⁷

Der indirekte Zugang zu Magendies Arbeiten muß aber kein Nachteil sein. Denn wie Franklin und Holmes feststellen, kommen die für den Forschungsprozeß relevanten Überzeugungen und Hypothesen der Experimentatoren durchaus in ihren Lehrbüchern und Zeitschriftenartikeln zum Ausdruck.¹¹⁸ Deren Aufgabe bestehe eben *per se* darin, andere Forscher mit den eigenen Ansätzen sowie Studenten mit dem Forschungsstand vertraut zu machen. Außerdem geben die physiologischen Lehrbücher und wissenschaftlichen Artikel preis, inwieweit bestimmte Arten des wissenschaftlichen Schließens beziehungsweise der Rationalität selbst zu einer gegebenen Zeit akzeptabel waren.¹¹⁹ Mit den genannten Quellen lassen sich also die theoretischen Annahmen herausarbeiten, die die Grundlage der

115 J. M. D. Olmsted (1944), S. 81, stellte fest, daß Magendie enge Verbindungen mit dem *Journal* von Jean-Jacques Leroux (des Tillets, 1749-1832), Jean Nicolas Corvisart des Marest (1755-1821) und Alexis Boyer (1758-1833) aufrechterhielt. In seinem *Journal*, zu dem er ab dem zweiten Band den Titel *et pathologique* hinzufügte, erschienen vom Publikationsbeginn an klinische und experimentelle Artikel nebeneinander. Kern der hier präsentierten Forschungsarbeiten waren die eigenen physiologischen Untersuchungen zum Zentralen Nervensystem, respektive dem Bell-Magendieschen Gesetz, und zum zerebrospinalen Liquorsystem. Nach Olmsted errang das *Journal* bald eine so hohe Auflage, daß es sich ab dem zweiten Band finanziell tragen konnte. Des Weiteren wurden Magendies Vorlesungen am *Collège de France* ab 1849 in *L'Union médicale* sowie der *Gazette Médicale* abgedruckt. Ebenda, S. 84, wie auch M. D. Grmek (1974), S. 9. Der Katalog der *Bibliothèque Nationale de France, Site Richelieu*, weist außerdem Artikel in der *Revue médicale française et étrangère* sowie in *La France médicale* aus. Diese decken sich jedoch weitgehend in Thematik und Umfang mit den von James und dem Pariser Arzt Victor Albans Fauconneau-Dufresne (1798-1876) herausgegebenen Vorlesungen Magendies. In experimenteller Hinsicht sind sie kaum aufschlußreich, wie ich in eigenen Recherchen vor Ort feststellen konnte.

116 So wurde der *Précis élémentaire de physiologie*, Paris 1816/17, auch schon vier Jahre nach seiner Publikation vom Militärarzt Karl Heusinger (1792-1833) übersetzt, der nach seinem Frankreichaufenthalt Professuren in Jena, Würzburg und Marburg bekleidete.

117 Dies verlieh Magendie eine Sonderstellung in der *scientific community* der Zeit, denn wie Olmsted zeigte, war das populärste zeitgenössische Textbuch der Physiologie dasjenige des Chirurgen Balthasar-Anthelme Richerand (1779-1840), die *Nouveaux éléments de physiologie*, Paris 1801. Es sei in ihm jedoch kein Versuch zu finden, zeitgemäße Experimentalarbeiten darzustellen, so daß es Olmsted als exzellentes Beispiel für diejenige Forschungsrichtung auffaßte, die Magendie im Vorwort des *Précis* als "systematische Physiologie" zurückwies. Siehe J. M. D. Olmsted (1944), S. 66.

118 Franklin ist der Ansicht, daß für wissenschaftshistorische Fragestellungen nach der Auswahl und der Bestätigung wissenschaftlicher Theorien sowie der Validierung experimenteller Resultate auf jeden Fall publizierte Artikel und Dokumente benutzt werden sollten. Die wissenschaftliche Information, die durch einen Experimentalforscher bereitgestellt wird, sei mindestens diejenige, die in seiner publizierten Arbeit zu finden sei. Darüber hinaus erlaubten die veröffentlichten Motive auch eine angemessene Darstellung der Beweggründe, welche die Forscher im Verlauf ihrer Arbeit zur Annahme und Ablehnung bestimmter Hypothesen führten. Vgl. A. Franklin (1986), S. 5f. In einer etwas vorsichtigeren Aussage stellt Holmes fest, daß obwohl publizierte Forschungsberichte nur selten die ganze Geschichte der Forschungsarbeiten und Praktiken wiedergeben, sie dennoch nicht als "unabdingbar in die Irre leitende Informationsquellen" aufzufassen seien. Schließlich würden sie von den Wissenschaftlern für die allgemeine Beratung und Kritik in der *scientific community* bereitgestellt. Er hält fest, daß schriftliche Dokumente zwar keine transparenten Zeugen derjenigen Ereignisse sein können, welche die Historiker aus ihnen rekonstruieren wollten. Nichtsdestoweniger stellten sie aber das wichtigste oder manchmal das einzige Material dar, das vorsichtig, aber in der wissenschaftlichen Hoffnung auf den glücklichen Fund hin, zu untersuchen sei. Siehe F. Holmes (1992), S. 127.

119 Vgl. auch L. Daston (1992) und dies. mit P. Galison (1992).

Forschungen Magendies bestimmten.¹²⁰ Zur Rekonstruktion der Vorgänge in seinem Labor werde ich mich auf die Experimente zu den physiologischen Absorptionsvorgängen konzentrieren, welche seine Forschungstätigkeit durchgehend begleiteten.

Darüber hinaus ist auch danach zu fragen, wie die Experimente und die von Magendie gezogenen Schlußfolgerungen innerhalb der *scientific community* der Zeit diskutiert wurden.¹²¹ Weder seine Ergebnisse noch seine Forschungskonzeptionen wurden widerspruchlos akzeptiert.¹²² Attacken aus den Reihen “physiologisch” arbeitender und interessierter Mediziner der Zeit konnten für Magendie nicht ungehört bleiben. So mußte er zusätzliche Überzeugungsstrategien entwerfen, die seine Methodologie “schützen” konnten. Mit dieser Kontextualisierung möchte ich der methodologischen Formierung des Funktionsbegriffs bei Magendie besser folgen können. Ohne Berücksichtigung dieser unterschiedlichen Dimensionen läßt sich die Geschichte eines wissenschaftlichen Begriffsapparats, wie dem der physiologischen Funktion, nicht rekonstruieren.

1. 6. Gang der Darstellung

Der Schwerpunkt meiner Arbeit liegt auf der Frage, wie die methodischen und methodologischen Vorgaben der zeitgenössischen Anatomie und Physiologie von Magendie aufgegriffen und im Rahmen seiner Experimentalpraxis konzeptionalisiert worden sind. Es ist somit unumgänglich, ausführlicher auf die zeitgenössischen Ansätze einzugehen, die in den Funktionsbegriff bei Magendie eingeflossen sind. Dies soll in den beiden Folgekapiteln geschehen. Der rezenten Forschungsdebatte folgend werde ich mich zunächst auf die vergleichende Anatomie von Georges Cuvier konzentrieren. Cuvier war nämlich im Rahmen seiner zoologischen Klassifikationsversuche zu physiologischen Überlegungen gekommen, die später von Magendie übernommen wurden. Für die paläontologische Rekonstruktion fossiler Überreste hatte er etwa eine Theorie der strukturfunktionellen Korrespondenz entwickelt, die ihm eine vergleichende Analyse unterschiedlicher Skelettformen ausgestorbener Tiere erlaubte. Dieses Konzept eines ‘funktionell integrierten Gesamtsystems’

120 Auf die Relevanz der Rekonstruktion des historischen *settings* der Forscher für ein besseres Verständnis ihrer experimentellen Arbeitsschritte und forschungspraktischen Entscheidungen hat M. Hesse hingewiesen, vgl. dies. (1973), wie auch die Darstellung neuester Ansätze der *micro-histoire*, regionale und kulturelle Praktiken in ihrem spezifischen Kontext “dicht zu beschreiben” (Clifford Geertz), so U. Daniel (1997a) und (1997b).

121 Auch die veröffentlichten Sitzungsprotokolle, *Comptes rendus*, der Akademie der Wissenschaften stellen Material über die Vorträge und Diskussionen mit Magendie zur Verfügung. Olmsted verwies auf die Tatsache, daß fast alle seiner wissenschaftlichen Arbeiten an der Akademie gelesen wurden. Vor 1835, dem Jahr als man begann, die *Comptes rendus* zu publizieren, wurden die Vorträge jedoch nur in Form von Pamphleten für private Lesezirkel abgedruckt oder in den kurzlebigen Journalen der Zeit veröffentlicht. Siehe J. M. D. Olmsted (1944), S. 65.

122 Beispielsweise weist J. Lesch (1984), S. 80-98, darauf hin, daß der Chirurg der Charité Pierre Nicolas Gerdy (1797-1856) eine Auseinandersetzung an der Akademie über den “vernachlässigbaren Erkenntnisfortschritt” durch das vivisektorische Experiment in Gang setzte. Er stellte gerade das progressivste Experiment - den Nachweis der unterschiedlichen Funktionen der Rückenmarksnerven - in Frage, weil das von Magendie in späteren Versuchsreihen entdeckte Phänomen der “rekurrenten Sensibilität”, die uneingeschränkte Geltung des Bell-Magendie-Gesetzes falsifiziert habe. Erst Bernards spätere Experimentalserie aus den Jahren 1846-1849 konnte jedoch die Randbedingungen des Gesetzes genauer herausarbeiten. Vgl. G. Legée (1977), J. M. D. Olmsted (1944), S. 213-215, sowie ders. mit E. H. Olmsted (1938), S. 49-60. Ähnliche Beispiele gehen auch aus anderen Entwicklungsschritten seines Forschungsprogramms hervor. Siehe etwa F. Magendie (1842), Bd. 2, S. 212; zur Auseinandersetzung mit Achille Longet (1811-1871) insbesondere A. Longet (1841a) sowie (1841b).

der einzelnen Lebewesen findet sich auch bei Magendie wieder. Es bildet einen Ansatzpunkt, an dem im vierten Kapitel sein Einsatz einer aktiv eingreifenden und manipulativen Experimentalphysiologie zur Rekonstruktion der von Cuvier postulierten teleologischen Relationen aufgezeigt werden kann.

Auch das dritte Kapitel folgt der historiographischen Debatte und wird der Bedeutung und dem Einfluß der pathologischen Anatomie Bichats nachgehen. Insbesondere soll die Frage untersucht werden, wie sich der morphologische Lokalismus der pathologischen Anatomie auf die französische Physiologie und Medizin im 19. Jahrhundert auswirkte. Außerdem wird beleuchtet, welche Beziehung Bichat zwischen den im Experiment beobachtbaren Lebensphänomenen und den von ihm autoptisch untersuchten Gewebselementen sah. Anschließend ist zu fragen, mit welchen Forschungsproblemen Bichat konfrontiert war und in welcher Weise diese seine Begriffsbildung beeinflussen konnten. Ich werde argumentieren, daß die Perspektive des Bichatschen Forschungsprogramms durch die Problemsituation pathologischer Lebensphänomene und des Sterbevorgangs gekennzeichnet und vorgegeben war.

Da die bisherige Wissenschaftsgeschichtsschreibung betonte, daß Magendie bestimmte Experimentalanordnungen von Bichat übernahm und der pathologisch-anatomische Ansatz von ihm als Verifikationsbasis benutzt wurde, ist auch die epistemische Bedeutung des experimentellen Ansatzes und des autoptischen Beobachtungszugangs bei Bichat zu bestimmen. So hatte es die Physiologie Magendies zunächst mit den Lebensphänomenen im Experiment selbst zu tun, während der pathogenetische Blick Bichats primär auf den toten Körper gerichtet war. Aus diesem Grund wird auch das Problem zeitabhängiger, prozessualer Phänomene für Bichats Experimentalpathologie zu beachten und die Frage nach der Verankerung der Lebensphänomene in der morphologischen Struktur zu thematisieren sein. Hierdurch ergibt sich einerseits ein Abgrenzungsbedarf hinsichtlich seiner pathologisch-anatomischen Zuordnung der Lebensphänomene zu den Gewebselementen. Andererseits besteht die Notwendigkeit, Bichats Auffassung von einer funktionellen Hierarchisierung der Körpergewebe und vom teleologischen Wechselverhältnis heteronymer Gewebensembles zu betonen, die ihrerseits wichtige Anknüpfungspunkte für die funktionell-physiologische Perspektive bieten konnten.

Im vierten Kapitel werden die methodischen Versatzstücke, die sich Magendie mit der vergleichenden Anatomie Cuviers und der pathologischen Anatomie Bichats teilte, herausgearbeitet. Damit sollen die Anknüpfungspunkte des experimentalphysiologischen Forschungsprogramms präzisiert und zugleich eine Ausgangsbasis für die Diskussion der Experimentalserien im fünften Kapitel geschaffen werden. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei den vitalistischen Positionen seiner Vorgänger, die Magendie nicht nur rhetorisch kritisierte, sondern in der experimentellen Reformulierung ihrer Ansätze modifizierte. Vor dem Schritt an die Werkbank Magendies sollen also nicht nur seine Prämissen näher bestimmt werden, sondern auch die vitalistischen Kernannahmen des von ihm entwickelten Funktionsbegriffs sichtbar gemacht werden.

Das fünfte Kapitel ist schließlich der Experimentalpraxis selbst gewidmet. Am Beispiel Magendies Versuchsreihen zur physiologischen Absorption soll keineswegs nur das "Funktionieren" des Funktionsbegriffs im Detail beschrieben werden. Vielmehr möchte ich mit der Rekonstruktion des Experimentalprogramms die schrittweise Modifikation und Entwicklung des Funktionsbegriffs demonstrieren. Ich beabsichtige in diesem Kapitel also zu zeigen, daß Magendie kein "fertiges" theoretisches Konzept in seine Experimente einführte

und sie erst mit seiner Hilfe "zum Laufen" brachte. Statt dessen ist Magendies Verständnis und seine theoretische Ausformulierung des Funktionsbegriffs nur als Resultat einer Auseinandersetzung mit den materialen und epistemischen Gegebenheiten und Hindernissen des Experiments zu begreifen. Einen entscheidenden Punkt stellt hierbei Magendies *eliminativistische Position* dar, wie seine funktionell-physiologische Auffassung wohl am besten beschrieben werden kann. Der Funktionsbegriff fungierte darin selbst sowohl als Heuristik, wie auch als Erklärungsmoment. Hierdurch erlaubte er eine Zurückdrängung vitalistischer Annahmen aus dem physiologischen Gegenstandsbereich heraus.

Im sechsten und letzten Kapitel werden die Ergebnisse der Arbeit schließlich zusammengefaßt und als historisches Fallbeispiel für die *Methodologie wissenschaftlicher Forschungsprogramme* im Sinne Imre Lakatos' (1922-1974) diskutiert. Mit diesem deskriptiven Modell des ungarisch-britischen Wissenschaftstheoretikers läßt sich zugleich die Bedeutung von positiven und negativen Heuristiken in Magendies Forschungspraxis analysieren. Anschliessend erfolgt eine nähere Betrachtung des Wechselverhältnisses von Experimentalphysiologie und Krankheitsbegriff in der französischen Medizin des frühen 19. Jahrhunderts. Ich werde dabei ein besonderes Gewicht auf die qualitative und funktionale Ausrichtung der Experimentalphysiologie in Frankreich legen. Hierdurch soll insbesondere die veränderte Vorstellung von Gesundheit und Krankheit in den modernen Begriffen von 'Normalität' und 'Pathologie' ersichtlich werden. Die Körperfunktionen wurden nämlich als Folge dieser Entwicklung auf dem Kontinuum von positiver 'Funktion' zu negativer 'Dysfunktion' eingereiht, während diätetische und humorale Vorstellungen von Gesundheit und Krankheit nach und nach in den Hintergrund getreten sind.

Mit dieser eher wissenschaftstheoretischen Diskussion der Ergebnisse möchte ich auch einen Ausblick auf die forschungspraktische Relevanz vitalistischer Annahmen in den modernen Lebenswissenschaften wagen. Am Beispiel der neuen Forschungstradition der biologischen Kybernetik und ihrer Auffassung kreisrelationaler, systemischer Prozesse läßt sich nämlich zeigen, daß die methodologischen Diskussionen des 19. Jahrhunderts durchaus auch heute noch fruchtbar gemacht werden können. Die Betrachtung des Funktionsbegriffs als eines heuristischen Instruments der modernen Physiologie eröffnet somit eine Perspektive auf die praxeologische Dimension des experimentellen Forschungszusammenhangs. Hierdurch kann eine wissenschaftshistorische Untersuchung der Begriffsbildung auch einen Beitrag zum besseren Verständnis der experimentellen Produktion sowie zur konzeptuellen Entwicklung von biomedizinischem Wissen leisten.

ABBILDUNG 3: *Georges Cuvier (ca. 1810). Aus: G. Cuvier (1826a), o. P.*



“In der Vergangenheit haben der dynamische Materialismus und die dogmatischen Evolutionstheorien dazu tendiert, uns gegenüber der Komplexität und dem Geheimnis der Lebensphänomene blind zu machen. Wir müssen statt dessen mit neuen Augen und wirklichem Einfühlungsvermögen auf die Lebewesen blicken. Wir werden sie dann als aktive, lebendige und gefühlvolle Wesen wie uns selbst erkennen. Deshalb sollten wir auch unsere Morphologie, so vielfältig ihre Formen tatsächlich sein mögen, nur im Sinne ihrer Tätigkeiten begreifen.”¹

Edward S. Russell

2. Georges Cuvier -

Die strukturfunktionelle Korrespondenz

Das folgende Kapitel ist ein Exkurs zu einem Abschnitt der allgemeinen Naturforschung, den zunächst wenig mit der Physiologie der Zeit zu verbinden scheint. Es ist aber unumgänglich, näher auf die Entwicklung in der vergleichenden Anatomie zu Beginn des 19. Jahrhunderts einzugehen, da sie den experimentellen Ansatz Magendies entscheidend prägte. So trug Cuviers Auffassung von den Wechselwirkungen der Körperorgane beziehungsweise ihrer Funktionen in besonderer Weise zur Bildung der funktionell-physiologischen Methodologie bei. Ausgehend von teleologischen Strukturannahmen hatte Cuvier eine zoologische Klassifikation entwickelt, die sich auf bestimmte Organtypen und Baupläne der Lebewesen stützte. Vorherrschendes Merkmal seines klassifikatorischen Ansatzes war nicht länger die umfassende Beschreibung sämtlicher Körperteile, sondern die Zweckdienlichkeit des Körperbaus.

Das ist in der Forschungsliteratur bereits ausführlich diskutiert worden. So hat Lesch behauptet, daß Magendies Verständnis vom lebendigen Organismus und seinen physiologischen Funktionen den biologisch ausgerichteten Naturforschern um 1800, allen voran dem vergleichenden Anatomen Cuvier, geschuldet war.² Gross bezeichnete darüber hinaus den Ansatz Magendies explizit als Übernahme der zoologischen Konzeption Cuviers von einem funktionell integrierten Gesamtsystem lebendiger Organismen.³ Beide betonen, daß Cuviers Auffassung dynamischer Attribute lebendiger Körper in der frühen Physiologie des 19. Jahrhunderts Resonanz fand. Die Physiologen begannen nämlich nun ihrerseits, das genaue Verhältnis dieser dynamischen Attribute zu ihrer morphologischen Struktur zu bestimmen. Bereits Albury hat auf diesen Zusammenhang hingewiesen und die Bedeutung Cuviers

1 E. Russell (1982), Einleitung, S. XIV [Übers. F. S.].

2 Vgl. J. Lesch (1984), S. 80-124.

3 Siehe M. Gross (1979), S. 76-93.

Konzeption der 'Apparate von Organen' hervorgehoben.⁴ Dennoch ist der konzeptuelle Übernahmeprozess zwischen Cuvier und Magendie kaum geklärt.

Lesch behauptet zwar, daß Magendie der erste Physiologe gewesen sei, der Cuviers Neuordnung der Biologie und dessen vorgängige Ausrichtung auf das Studium des gesamten Organismus in die Experimentalwissenschaft integriert habe. Dennoch dürfe Magendies Organisationskonzept des lebendigen Körpers nicht mit Cuviers Holismus gleichgesetzt werden.⁵ Gross wiederum betrachtet die Übernahme dynamischer Attribute zwar als notwendige Voraussetzung für die Formulierung eines in der experimentellen Praxis anwendbaren Funktionsbegriffs, führt aber die konzeptuellen Umbrüche der Physiologie lediglich auf theoretische Reflexionen über die physiologischen Zentralbegriffe der 'Sensibilität' und der 'Kontraktilität' zurück. Hierdurch blendet er die Bedeutung der experimentellen Praxis völlig aus.⁶

Man wird daher nicht annehmen dürfen, wie Albury dies tut, daß es die von Cuvier übernommene Konzeption der Funktion allein war, die das neue Erklärungsprimat der Physiologie Magendies bildete.⁷ Darüber hinaus wollte er sie auch auf ihre organismischen Korrelate rückführen und weitestgehend physikalisch-chemisch erklären. In diesem Kapitel soll nun der theoretische Bezugsrahmen abgesteckt werden, den sich Magendie mit Cuvier teilte. Es wird also darum gehen, diejenigen Elemente in der vergleichenden Anatomie Cuviers herauszuarbeiten, die eine "Physiologisierung" Cuviers Prinzip einer strukturfunktionellen Wechselwirkung der Körperteile erlaubten. Dabei soll ihr heuristisches Potential näher bestimmt werden. Konkret ist zu fragen, welche konzeptionellen Vorstellungen der vergleichenden Anatomie später im physiologischen Labor ganz andere Dinge bewegen konnten.

2. 1. Georges Cuvier und die vergleichende Anatomie

a) Wissenschaftliche Ausbildung und Werdegang

Cuvier, im Württembergischen Mömpelgard (ab 1801 wieder als Montbéliard an Frankreich) geboren, stellt wohl die prominenteste Figur der französischen Naturforschung des frühen 19. Jahrhunderts dar (Abb. 3, S. 38).⁸ Von 1784 bis 1788 besuchte er die *Hohe Karlsschule* bei Stuttgart. Dort war er Schüler von Karl Friedrich Kielmeyer (1765-1844), der den Präparationskurs sowie den Unterricht in vergleichender Anatomie gab.⁹ Beide Forscher

4 Zu W. Albury (1974) siehe darüber hinaus [S. 23].

5 Vgl. J. Lesch (1984), S. 121f.

6 Siehe M. Gross (1979), insbesondere S. 238-254.

7 Für diese Einschätzung, siehe W. Albury (1974), vor allem S. 96-99, wie auch W. Bechtel/R. Richardson (1993), S. 102 [siehe Anm. 61 der Einleitung].

8 Zu Ausbildung, wissenschaftlichem Arbeiten und Einfluß Cuviers siehe beispielsweise M. Foucault (1996a), vor allem S. 165-210 und 322-341, J. Piveteau (1995), S. 485-502, I. Jahn (1990), S. 255-264, I. Schumacher (1979), und W. Coleman (1964), insbesondere S. 26-43. Für den Einfluß Cuviers auf Magendies Neukonzeption der Lebensphänomene vgl. W. Albury (1977) sowie ders. (1974), und für seinen medizinischen Einfluß K. Kanz (1997), S. 31-39, 145-154 und 160-160, sowie E. Ackerknecht (1981).

9 Siehe K. Kanz (1997), S. 169-184, ders. (1993), S. 9, sowie 62-65, D. Kuhn, und dies. (1967), S. 129 und 206.

blieben über viele Jahre wissenschaftlich verbunden.¹⁰ Nach Abschluß der Hohen Karlsschule trat Cuvier über acht Jahre Hauslehrerstellungen an, was ihm insbesondere in der Normandie Zeit und Gelegenheit zu umfangreichen Feldstudien über Fische und Vögel gab. Auf Empfehlung des Naturforschers Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844) ernannte man ihn 1795 in Paris zum Mitglied der *Société d'histoire naturelle*. Etwa zeitgleich wurde er als Professor für Naturgeschichte an die *École centrale* berufen, die als Interimsinstitution der nachrevolutionären Jahre die alte Pariser Universität ersetzte.¹¹

Im Jahre 1800 trat Cuvier mit der Professur für Naturgeschichte am *Collège de France* die Nachfolge von Louis Jean-Marie D'Aubenton (1716-1800) an und bekleidete ab 1802 außerdem den Lehrstuhl für vergleichende Anatomie am *Muséum d'Histoire Naturelle*.¹² Diese Stellung ermöglichte es ihm, Beobachtungen im *Jardin des Plantes* durchzuführen und Kadaver aus dem Tiergehege für seine vergleichend-anatomischen Studien zu benutzen.¹³ Es kann als einer der Vorzüge des nach den Idealen der Französischen Revolution eingerichteten *Muséum* angesehen werden, daß alle vier Professoren gleichberechtigt nebeneinander und ohne staatliche oder theokratische Reglementierung forschen und lehren konnten.¹⁴ Das kam nicht nur dem Projekt der klassifikatorischen Neuordnung der Zoologie Cuviers, sondern auch seinen Vorstellungen von der notwendigen Methodenvielfalt in der Naturforschung sehr entgegen.¹⁵

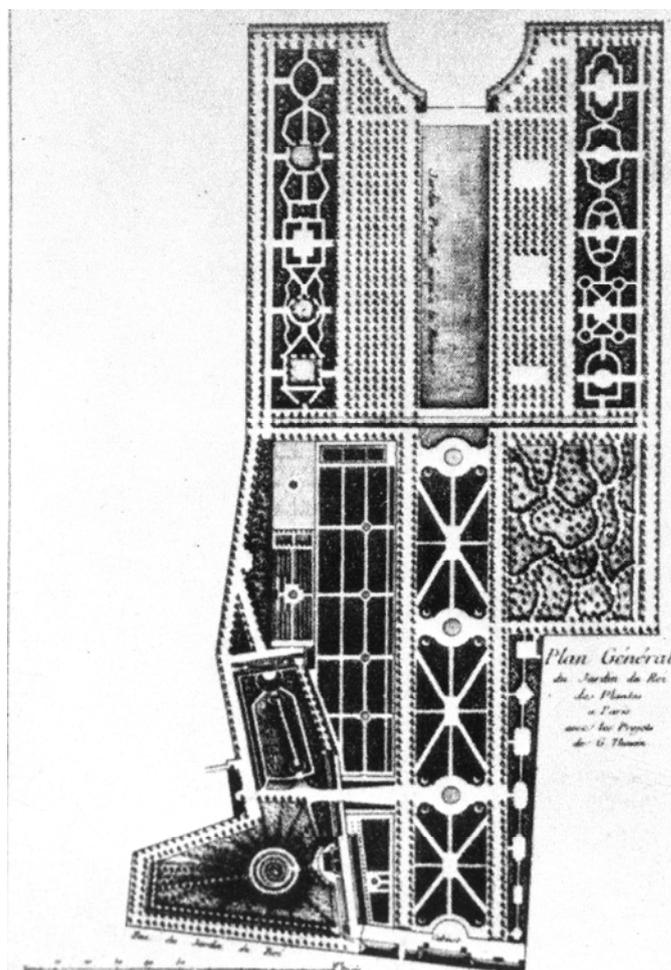
Das *Muséum d'histoire naturelle* war überdies eine der wenigen wirklichen Forschungseinrichtungen dieser Zeit,¹⁶ wodurch eine Vielzahl national und international renommierter Wissenschaftler angezogen wurde.¹⁷

Die wissenschaftliche Dominanz Cuviers kann in modernen Begriffen auch als die eines 'Wissenschaftsmanagers' und 'Wissenschaftspolitikers' verstanden werden.¹⁸ 1808 wurde er in

-
- 10 Cuvier bekam durch den gemeinsamen Freund Christian Heinrich Pfaff (1773-1852), auch nach dessen Berufung an die Tübinger Universität, regelmäßig Abschriften der Kielemeyerschen Vorlesungen zugesandt. Vgl. W. Coleman (1973).
- 11 Zu den Provisorien und Interimsorganisationen, die auf den Fall der königlichen Akademien und Institutionen gegründet wurden, sowie für Napoléons umfangreiche Neuorganisation des französischen Wissenschafts- und Gesundheitssektors siehe den Artikel *Thérmidor, Le Petit Robert des noms propres* (1996), S. 2045, *Meyers großes Taschenlexikon* (1990), S. 225, M. Ramsey (1988), S. 17-76, und K. Ackerknecht (1967), insbesondere S. 5f., und *Political and medical reform*, S. 183-190.
- 12 Cuviers Tätigkeit in der vergleichenden Anatomie war in der damaligen Zeit für einen Nichtmediziner beziehungsweise Veterinär eine große Ausnahme. Diese Tatsache deutet bereits auf einen institutionellen Ablösungsprozeß der vergleichenden Anatomie aus ihrem medizinischen und naturhistorischen Kontext heraus. Vgl. W. Lefèvre (1984), S. 171-173 und 180.
- 13 Siehe I. Jahn (1990), S. 374.
- 14 Vgl. P. Sloan (1990), S. 295-313.
- 15 Siehe I. Jahn (1990), S. 255 und 301, C. Limoges (1980), sowie W. Coleman (1964), S. 66f.
- 16 Vgl. K. Kanz (1997), S. 33f., S. Mason (1991), S. 516, P. Elliott (1987), W. Lefèvre (1984), S. 170f., E. Russell (1982), S. 19, und K. Ackerknecht (1981).
- 17 Zur "deutschen Kolonie" in Paris gehörten besonders viele Studenten aus Göttingen und Halle, die auch direkt mit Cuvier zusammenarbeiteten. Durch diesen personellen und informationellen Wissenschaftsaustausch mit Paris sind vor allem die biologischen Arbeiten Friedrich Tiedemanns (1781-1861), Johannes Friedrich Meckels (1781-1833) und Karl Ernst von Baers (1792-1876), aber auch Martin H. Rathkes (1793-1860) sowie Johannes Müllers (1801-1858), beeinflußt worden. Vgl. K. Kanz (1997), S. 37-41 und 169-174, G. Legée (1988), S. 214f. und 220, sowie T. Lenoir (1982a), S. 54-61. Alexander von Humboldt (1769-1859) machte ebenfalls über viele Jahre Paris zu seinem Hauptwohnsitz, von wo aus er zu seinen weltweiten Entdeckungsreisen aufbrach. Die meisten seiner Vorträge veröffentlichte er auf Französisch und war darüber hinaus an der *Académie des Sciences* Mitglied zahlreicher Kommissionen, welche die dort gehaltenen Vorlesungen zu bewerten hatten. Darunter fielen auch Magendies frühere Vorträge über den Vorgang des 'Erbrechens' (1813a) und über die Wirkungsweise des 'Emetins' (1813c).

das Führungsgremium der Napoleonischen *Université de France* berufen und 1813 in den Staatsrat (*Conseil d'état*) aufgenommen.¹⁹ Auch durch seinen an Napoléon gerichteten *Historischen Bericht über die Fortschritte der Naturwissenschaften seit 1789* wirkte er in entscheidendem Maße an der Umgestaltung der französischen Bildungslandschaft mit.²⁰ Dies betraf sowohl eine stärkere Praxisorientierung an den medizinischen Fakultäten als auch die Förderung junger Wissenschaftler, etwa von Legallois, Flourens und Henri Dutrochet (1776-1847), also französischer Experimentalphysiologen, deren Ergebnisse er für die Begründung seines neuartigen zoologischen Klassifikationssystems zu nutzen wußte.²¹

ABBILDUNG 4: *Plan Général du Jardin (du Roi) des Plantes*. Aus: M. Brazier (1984), S. 168.



18 So wurde Cuvier ab 1796/7 von Napoléon zum Beauftragten für öffentlichen Unterricht ernannt und war Beirat der Gründung vieler nachrevolutionärer Universitäten und Bildungsinstitutionen. Siehe etwa G. Legée (1974).

19 Vgl. E. Nordenskiöld (1949), S. 331-333.

20 G. Cuvier: *Rapport historique sur les progrès des sciences naturelles depuis 1789*, Paris 1810. Aus der "Antwort seiner Majestät" geht hervor, daß Napoléon den Innenminister anwies, sämtliche Wünsche Cuviers zu erfüllen und ihn sogar unter seine persönliche Protektion stellte. G. Cuvier (1810), S. 395.

21 Vgl. auch P. Elliott (1987), S. 61-64.

b) Ideengeschichtliche Ursprünge

Die traditionelle französische Naturforschung hatte einzelne Lebenstätigkeiten im Sinne eines Attributs oder einer Merkmalsklasse bestimmten morphologischen Strukturen zugeschrieben. Wie noch bei Saint-Hilaire stand das "Prinzip der Verbindung" der Körperteile im Zentrum der klassifikatorischen Bemühungen, während ihre Wechselwirkungen kaum Beachtung fanden.²² Durch die Übernahme des Konzepts der Ähnlichkeitsbeziehungen sowie die von Cuvier durchgeführte Neukonzeptionalisierung (*la transformation Cuvier*) seines Anwendungsbereichs wurden die traditionellen Klassifikationsauffassungen der Naturforschung in Frage gestellt.²³

Im allgemeinen war der Ansatz Carl von Linnés (1707-1778) für die traditionelle Vorgehensweise richtungsbestimmend. So hatte Linné die Pflanzenwelt im *Fundamentum fructificationis* von 1762 nach ihren phänomenalen Merkmalen zu klassifizieren gesucht. Sein methodischer Kunstgriff bestand darin, das Klassifikationssystem auf wesentlichen, das heißt eindeutig unterscheidbaren Merkmalen aufzubauen: den Fruktifikationsorganen wie Staubgefäßen, Griffel oder Narben etc.²⁴ Die Legitimation seines Vorgehens bezog Linné aus der Vorstellung einer von Gott gegebenen natürlichen Ordnung, welche die eindeutige Zuordnung der beobachtbaren oder in Zukunft noch zu beobachtenden 'Arten' von Lebewesen im klassifikatorischen *tableau* erlaube.²⁵ Daher betrachtete er sein Klassifikationssystem als 'natürlich', obwohl er einräumen mußte, daß es auf 'artifiziellen', nämlich willkürlich festgelegten Unterscheidungskriterien basierte.²⁶

Die vergleichende Naturgeschichte, für die Cuvier einsteht, markiert dagegen eine Abkehr von den logischen Klassifikationskategorien der *tableaux* des 18. Jahrhunderts. Denn einerseits betrachtete Cuvier eine Klassifikation nicht länger als Ausdruck oder sichtbares Zeichen der göttlichen Ordnung. Andererseits ging er von einer biologisch gegebenen Art als einer sich durch gleiche Nachkommen auszeichnenden Einheit der Natur aus. So gesehen war er von der Konstanz "natürlicher Arten" überzeugt.²⁷ Zwar fußten Cuviers wissenschaftliche Arbeiten zur vergleichenden Anatomie weitgehend auf der um 1800 vorherrschenden klassifikatorisch-deskriptiven Forschungstradition Linnés. Doch er unterzog sie nach und nach einer eingehenden Kritik.

Die klassifikatorische Zugehörigkeit zu einem biologischen 'Stamm' implizierte für ihn vielmehr, daß einzelne Exemplare 'Typen' einer jeweils äußerlich zu bestimmenden

22 Siehe auch I. Jahn (1990), S. 295, die feststellt, daß darüber hinaus auch die wechselseitigen Beziehungen und Einflüsse der Pariser *scientific community* um 1800 sehr ausgeprägt waren. Dies unterstreicht den Beitrag so verschiedener Forscher wie Bichat, Saint-Hilaire und Cuvier zum "Prinzip der Wechselwirkungen der Teile".

23 Vgl. M. Foucault (1969), S. 63-69.

24 Siehe I. Jahn (1990), S. 235-241, und W. Lefèvre (1984), S. 25f.

25 Strenggenommen geht der biologische Artbegriff aber auf Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788) zurück, da dieser die Art reproduktiv, nämlich als Klasse derjenigen Lebewesen begriff, die wiederum gleiche und fortpflanzungsfähige *filiae* zeugten. Vgl. V. Hess (1993), S. 192, H.-J. Rheinberger (1990), W. Lefèvre (1984), S. 211, P. McLaughlin (1979), S. 69-73.

26 Die Transformation von "künstlichen" zu "natürlichen" Klassifikationssystemen wurde auch in Hinblick auf den (vordarwinistischen) Evolutionsbegriff festgemacht. Siehe W. Lefèvre (1984), S. 200f.

27 Nach 1800 wurde das Prädikat "natürlich" nur noch von Lorenz Oken (1779-1851) und Johann Baptist von Spix (1781-1826) verwandt und meinte in seiner naturphilosophischen Aufladung einen methodisch-deskriptiven Zugang, der die Gegenstände des Klassifikationssystems "ganzheitlich" betrachte und dadurch eine vollständige Einsicht in das Wesen der Natur ermöglichen sollte. Vgl. B. Bartkowski (1998), insbesondere S. 49-58, 63f., 70-72, und 111-113, sowie V. Hess (1993), S. 190f.

Organisationsform seien. Cuvier faßte die Arten (*types*) nun jedoch als 'natürliche' und diskrete biologische Entitäten auf, welche sich hinsichtlich ihrer morphologischen Struktur ähneln, jedoch nicht länger nur einer klassifikatorisch-logischen Kategorie angehören sollten.²⁸ Er nahm vielmehr an, daß Arten ebenso wie 'Spezies' und 'Genus' stabile morphologische Einheiten bilden. Das Konzept der Art - etwa am Beispiel einer von ihm untersuchten Fischart - stellte für Cuvier somit nicht nur ein abstraktes Konstrukt dar, sondern war eine konkrete biologische Einheit mit vergleichbarer anatomischen Struktur sowie der Fähigkeit zur Reproduktion. Zur zoologischen Kategorisierung untersuchte er deshalb die Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen in bezug auf morphologische Ähnlichkeitskriterien hin, das heißt, er wählte einen externen und deskriptiven Zugang.²⁹ Hier knüpfte er auch an die Tradition seiner Vorgänger am *Muséum*, Buffon und dessen ehemaligen Mitarbeiter Louis-J.-M. D'Aubenton, an:³⁰

“Welches Wissen kann man wirklich aus einem einzelnen Objekt beziehen? Besteht nicht die Grundlage jeglicher Wissenschaft im Vergleich, den der menschliche Geist zwischen den ähnlichen und den unterschiedlichen Objekten sowie ihren entsprechenden und entgegengesetzten Eigenschaften und von allen ihren relativen Qualitäten vornehmen kann?”³¹

Wie D'Aubenton ging Cuvier von der Gemeinsamkeit "innerer Baupläne" bei offensichtlich ähnlichen Lebenstätigkeiten aus.³² Dies schlug sich auch in der intensiven Sektions- und Sammeltätigkeit Cuviers nieder, welche die Grundlage seiner vergleichenden Methode bildete.

Nachdrücklich hob Cuvier hervor, daß es zwischen den einzelnen durch die vergleichende Anatomie herausgearbeiteten Arten keine Übergänge geben dürfe. Diese seien vielmehr als diskrete Einheiten zu unterscheiden, wodurch das Typenkonzept der vergleichenden Naturforschung an die Stelle der 'Klassen' im System der Naturgeschichte trat.³³ Er wandte sich damit explizit gegen die Transformationstheorie Lamarcks oder später gegen die Saint-Hilaires.³⁴ Lefèvre weist in seiner Untersuchung zur Entstehung der biologischen Evolutionstheorie deshalb darauf hin, daß es dieses Spezieskonzept oder das des 'Typus' bei Cuvier war, von dem der Wandel der unterschiedlichen Forschungstraditionen, von der Naturgeschichte hin zur vergleichenden Naturforschung, entscheidend bestimmt wurde.³⁵ Nicht länger die deskriptive Merkmalsrepräsentation, sondern die Untersuchung der Lebenstätigkeiten selbst wurde zum zentralen epistemologischen Thema der Naturforschung an der Schwelle vom 18. zum 19. Jahrhundert. Dabei wuchs der vergleichenden Methode die Aufgabe zu, nicht nur eine detailgenaue Deskription ihrer Gegenstände zu liefern, sondern auch die physiologischen Eigenschaften und Vorgänge der Lebewesen darzustellen. Entlang

28 Vgl. I. Jahn (1990), S. 261, J. Schiller (1980), S. 121f., und W. Coleman (1964), S. 55-59.

29 Hierdurch folgte Cuviers beobachtende Untersuchung der Verwandtschaftsbeziehungen der klassisch Aristotelischen Forschungstradition. Schon Aristoteles hatte in seinen biologischen Schriften, etwa in *Von den Teilen der Tiere*, anatomische Vergleichsstudien angestellt und Analogschlüsse über die Organisationsformen tierischer Körper vorgenommen. Vgl. J. Piveteau (1995), S. 485f., W. Coleman (1964), S. 26 und 39-42.

30 Siehe beispielsweise I. Jahn (1990), S. 262f., W. Lefèvre (1984), S. 38f., 122f., 170f. und 211f., sowie J. Roger (1963), S. 757-760.

31 G.-L. L. de Buffon (1744-88), Bd. 16, S. 8f. [Übers. F. S.].

32 Vgl. J. Piveteau (1995), S. 485-502, sowie I. Jahn (1990), S. 66-73.

33 W. Coleman (1964), S. 98-102.

34 W. Lefèvre (1984), S. 30f., 53, 87-89 und 181.

35 Ebenda, S. 210.

morphologischer und strukturfunktioneller Zusammenhänge sollten die organismischen Eigenarten und die unterschiedlichen Organisationsformen erklärt werden.³⁶

c) Die vier Grundbaupläne Cuviers

Cuviers klassifikatorisches Vorgehen der vergleichenden Anatomie wurde von Coleman auch als *anatomische Regel der Subordination der Charaktere* bezeichnet. Diese Regel kann als direkte anatomische Anwendung seines "Prinzips der Wechselwirkung der Teile" (*principe de corrélation des parts*) charakterisiert werden [vgl. Abs. 2. 2. a)].³⁷ Mit dieser Regel ließ sich einerseits die Unübersichtlichkeit der taxonomischen Ansätze der Zeit reduzieren, aber andererseits auch die spezifischen Organisationsformen einzelner Tiergruppen rational erklären. Cuvier führte damit zwei bislang getrennt angewandte Methoden zusammen, nämlich die anatomische Sektion und die deskriptive Klassifikation. Dieser Ansatz wurde von ihm in den *Vorlesungen über die vergleichende Anatomie*³⁸, zusammen mit der hieraus entwickelten Neukonzeption der zoologischen Klassifikation, vorgestellt. Darin war er zur Annahme unterschiedlicher morphologischer Grundbaupläne gelangt:

"Indem ich das Tierreich von diesem Punkt aus betrachtete und nur mit den Tieren selbst beschäftigt war, und nicht mit ihrer Größe, ihrer Nützlichkeit, unserem Wissen über sie, wie auch immer umfangreich oder gering, oder allen anderen beiläufigen Gesichtspunkten, habe ich die Existenz vier grundlegender Formen gefunden. Diese stellen vier Baupläne dar, nach denen alle Tiere aufgebaut zu sein scheinen. Ihre weitere Unterscheidung, gleich mit welchem Namen sie durch die Naturforscher geehrt worden sind, stellen lediglich oberflächliche Modifikationen dar, die sich auf die Entwicklung oder die Zugabe bestimmter Teile beziehen, ohne dabei aber die Essenz des Bauplans zu verändern."³⁹

Diese morphologischen Baupläne teilte Cuvier nach einem Hauptgesichtspunkt - dem Nervensystem - in vier Arten (*embranchements* oder *provinces*) ein:⁴⁰ den vertebralen Bauplan (*le plan vertébral*) der Wirbeltiere, den molluskenartigen (*le plan mollusque*) der Weichtiere, den artikulären (*le plan articulé*) der Gliederfüßer und den strahligen (*le plan rayonné*) der Strahlentierchen.⁴¹

Der deskriptive Zugang mit dem Cuvier auf die Suche nach den unterschiedlichen morphologischen Bauplänen ging, schloß vor allem die Untersuchung von Verwandtschaftsbeziehungen der Lebewesen nach Ähnlichkeitsgesichtspunkten beziehungsweise den Homologiekriterien der heutigen Zoologie ein.⁴²

36 Siehe M. Foucault (1996a), S. 168-210, und V. Hess (1993), S. 191f.

37 Vgl. W. Coleman (1964), S. 67f. und 74-87.

38 G. Cuvier (1809); frz. *Leçons d'anatomie comparée*, Paris 1800-05.

39 G. Cuvier (1812), S. 76-78 [Übers. F. S.].

40 J. Schiller stellt ebenfalls fest, daß die vertebralen Baupläne Cuviers Arbeiten am längsten und wohl auch am nachhaltigsten beschäftigten. Auch wenn er sich zu Beginn seiner Karriere mit der Entwicklung kardiovaskulärer Baupläne versuchte, so traten in seiner Forschungsarbeit erst allmählich Klassifikationen auf der Grundlage der Morphologien des Nervensystems in den Mittelpunkt. Siehe J. Schiller (1980), S. 122.

41 In seinen frühen Arbeiten übernahm Cuvier die Unterscheidung eines vertebralen und eines evertrebralen Bauplans von Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829), jedoch führte er spätestens seit dem *Règne animal* vier Baupläne ein. Dieser konzeptionelle Wandel geht darauf zurück, daß er bei seinen vielfachen Sektionen feststellen mußte, daß die Evertrebraten die Wirbeltiere zahlenmäßig weit übertreffen. Die Erhellung der Baupläne, insbesondere der von Vierfüßern, *Quadrupeden*, gilt als eine der großen Leistungen der vergleichenden Morphologie, die manchmal auch als "rationale Morphologie" bezeichnet wird. Vgl. B. Goodwin (1997), S. 221, und I. Jahn (1990), S. 255.

42 Strenggenommen geht das Konzept der 'Homologie' auf John Ray (1627-1705) zurück und wurde von Saint-Hilaire wieder aufgegriffen. Saint-Hilaire verwandte jedoch wörtlich den Begriff der 'Analogien' um

d) Das Konzept der Arten bei Cuvier und Saint-Hilaire

Piveteau und Kuhn haben auf den fundamentalen Unterschied aufmerksam gemacht, der zwischen Cuvier und dem in der damaligen Zeit vorherrschenden Ansatz Saint-Hilaires bestand.⁴³ Saint-Hilaire war durch vergleichend-morphologische Studien bei Wirbeltieren, *Vertebrata*, auf funktionelle Unterschiede gestoßen, die er durch ihre verwandte Bauplanstruktur erklären wollte. In seiner Theorie der Analogien (*théorie des analogues* oder *loi des analogues*) ging er davon aus, daß analoge Organe entweder die gleiche topographische Lage haben oder Organe mit engen strukturellen Verbindungen darstellen.⁴⁴

Trotz ihrer Ähnlichkeit wichen die methodologischen Zugänge beider Naturforscher vor allem in der Frage nach der Einheitlichkeit des Bauplans gegenüber der Vielschichtigkeit zoologischer Morphen voneinander ab.⁴⁵ Neben der Frage nach der strukturellen Wechselwirkung der Körperteile, wie sie von Cuvier aufgeworfen wurde, differierten sie auch hinsichtlich des Problems der Artkonstanz (*le fixisme de Cuvier*) beziehungsweise der Frage nach ihrer Veränderungsmöglichkeit, wie sie vor allem Saint-Hilaire stellte. Aber auch Cuviers Klassifikation ließ mit gewissen Einschränkungen eine Entwicklung innerhalb der Artgrenzen zu.⁴⁶

Für Cuvier war nämlich der Artbegriff - "unterschiedliche Gruppen der Lebewesen" - an spezifische strukturfunktionelle Organisationsweisen gebunden, die er in Abhängigkeit voneinander sowie von äußeren Bedingungen sah. So gesehen basierte sein Artbegriff auf einem teleologischen Verständnis der Funktionseinheiten und ihrer morphologischen Korrelate. Gleichzeitig vertrat er auch eine holistische Position, die ihm eine entwicklungsgeschichtliche Perspektive bieten konnte. Saint-Hilaire sah den Artbegriff jedoch im Kontext einer natürlichen Ordnung, die für ihn auf der vorausgesetzten Konstanz besonderer phänomenaler Merkmale basierte.⁴⁷ Damit gingen zwar beide Konzeptionen, Cuviers und Saint-Hilaires, von einem

Übereinstimmungen zwischen verschiedenen Arten oder Gattungen hinsichtlich ihrer morphologischen Organisation zu beschreiben. Vgl. W. Lefèvre (1984), S. 101. Das heißt, das Konzept Saint-Hilaires unterschied sich stark vom heutigen Analogiebegriff, kann diesem jedoch hinsichtlich des analogen Vergleichsmoments der Lebensäußerungen und der Körperorgane gegenübergestellt werden. Siehe Ä. Bäumer (1989) oder H. Poser (1989).

43 Vgl. J. Piveteau (1995), S. 487-489, D. Kuhn (1967), insbesondere *Morphologische Methode*, S. 90-122, sowie *Denk- und Forschungsweisen*, S. 123-133, ähnlich auch B. Goodwin (1997), S. 222f.

44 Siehe hierzu J. Piveteau (1995), S. 496f., und I. Jahn (1990), S. 260.

45 Dieser Unterschied beider Ansätze kann auch als Methodenstreit zwischen der vergleichenden Anatomie und der naturhistorischen Betrachtung begriffen werden. Vgl. J. Piveteau (1995), S. 487-489, J. Schiller (1978), S. 97-100, F. Bourdier (1972), M. Courtès (1970), M. Foucault (1969), D. Kuhn (1967), S. 90-122 und 123-133, sowie W. Coleman (1964), S. 73.

46 Die schon von Goethe bedeutete Vereinbarkeit beider Ansichten, Cuviers und Saint-Hilaires, als eines dynamischen Klassifikationssystems der Arten, hat mit den Gesichtspunkten der modernen Evolutionstheorie Charles Darwins (1809-1882) auch eine wissenschaftliche Fundierung erfahren. Sie kann entgegen Cuviers eigener Position legitimiert werden, die die funktionellen Ansichten noch unter dem Primat der Klassifikationsbemühungen begriff. Nun, in der "Darwinistischen Periode der Biologie", zu sagen, daß Cuviers Klassifikation falsch war, so bemerkt Coleman treffend, stellt eine unangemessene Kritik seines Ansatzes dar. So hat das neue Klassifikationssystem von Cuvier ab 1812, zusammen mit demjenigen Lamarcks und einiger anderer Naturforscher, erst eine revolutionäre Veränderung der allgemeinen Naturforschung bewirkt und den Weg für die Darwinsche Evolutionstheorie geebnet. Vgl. G. Cuvier (1812), S. 76-78, sowie T. Appel (1987), W. Lefèvre (1984), S. 102, J. Schiller (1980), S. 130f., M. Rudwick (1965), S. 27, und W. Coleman (1964), S. 83f. und 92-94.

47 Vgl. beispielsweise I. Jahn (1973), D. Kuhn (1967), insbesondere S. 93-106, und G. Uschmann (1964).

zoologischen Artbegriff als Grundlage ihrer Klassifikationssysteme aus. Dennoch stand dieser in einem jeweils anderen methodologischen Kontext.⁴⁸

In dem Maße, wie die vergleichende Anatomie Cuviers das Forschungsinteresse auf die wechselseitigen Abhängigkeiten der Organe und die darin realisierten Existenzbedingungen der Lebewesen lenkte, bestimmte sie auch deren Verhalten als Anpassungsleistungen an externe Umweltbedingungen neu. Hierdurch veränderte die vergleichende Anatomie die epistemische Perspektive auf das Leben: Lebewesen reagieren nun nicht länger *quasi* mechanisch auf äußere Einflüsse, sondern treten durch ihre jeweilige Morphogenese mit der Umwelt in ein kausales Wechselverhältnis.

Für Saint-Hilaire erstreckte sich dieser Wechselwirkungsprozeß indessen nur auf die anorganische Umwelt des Organismus.⁴⁹ Außerdem unterschied er zwischen den potentiellen Entwicklungsmöglichkeiten des Morphotypus und seiner tatsächlichen Realisierung. Bereits im biologischen Keim sah er die gesamte Bandbreite der Gestaltungsmöglichkeiten angelegt. Für die Realisierung potentieller Anlagen der Stammformen waren für ihn nur die externen physikalischen beziehungsweise geologischen Umweltbedingungen entscheidend.⁵⁰

Demgegenüber umfaßte Cuviers Vorstellung die Gesamtheit möglicher Wechselwirkungen der Lebewesen und könnte in gewisser Weise schon als ökologisch orientiert begriffen werden.⁵¹ Sie eröffnete dabei nicht nur eine Perspektive auf die Rekonstruktion von Onto- und Phylogenese, sondern auch auf ein *teleologisches Verständnis* physiologischer Funktionen.

2. 2. Cuviers Prinzip der Wechselwirkung der Teile

a) Die Subordination der Organe unter die Funktion

Cuviers Konzeption der Lebensphänomene basierte also auf der Vorstellung, daß sich die Wechselbeziehungen biologischer Organismen sowohl auf die äußere Umwelt als auch auf die inneren morphologischen Relationen und Organisationsformen richten. Deshalb nahm er an, daß es keine einzige Körperfunktion oder anatomische Struktur der Lebewesen gäbe, die nicht der Kooperation anderer Funktionen und beitragender anatomischer Strukturen bedürfe. Die durch den biologischen Zweck bedingten Körperfunktionen machten für ihn eine spezifische Ausrichtung oder Anordnung der morphologischen Strukturen notwendig:

“Von dieser gemeinschaftlichen Abhängigkeit der Funktionen, dieser wechselseitigen Hilfe, die sie empfangen und die sie jeweils zueinander beitragen, hängt ein System von Gesetzen ab, das die Beziehungen der lebendigen Organe reguliert und das selbst auf den gleichen notwendigen Relationen gegründet ist, wie die Gesetze der Metaphysik und der Mathematik. Denn es ist evident, daß eine passende Harmonie zwischen den Organen bestehen muß, welche aufeinander einwirken, da sie eine notwendige Existenzbedingung des Organismus darstellt, zu dem sie gehört. Sobald aber eine der Funktionen des Organismus auf eine Weise abgewandelt würde, die nicht mit den Veränderungen der anderen Funktionen zu vereinbaren wäre, dann könnte der Organismus nicht länger existieren.”⁵²

48 So V. Hess (1993), S. 194.

49 Siehe W. Lefèvre (1984), S. 133.

50 Ebenda, S. 135 und 239.

51 Der Ökologiebegriff (als “thierischer Wohnungslehre”) wurde aber erst 1866 von Ernst Haeckel (1834-1919) in die moderne biologische Nomenklatur eingeführt. Haeckels Auffassung war jedoch stärker individuell ausgerichtet als die Position Cuviers. Vgl. hierzu W. Lefèvre (1984), S. 133, sowie C. van der Klaauw/A. Meyer (1937), S. 146.

52 G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 47 [Übers. F. S.].

Das Postulat der Subordination der Organe unter die Funktion (*prépondérance de certains organes sur l'ensemble du fonctionnement*) beziehungsweise der teleologischen Bestimmtheit wurde für Cuvier *quasi* zu einer Leitidee seines Forschungsprogramms, wie obiges Zitat zeigt. Es wird somit deutlich, daß Cuvier sogar von einer ontologischen Notwendigkeit ("wie die Gesetze der Metaphysik und der Mathematik") des 'Prinzips der Wechselwirkung der Teile' in seiner Naturforschung ausging. Eine besonders klare Definition dieses Prinzips entwickelt Cuvier - in dritter Person Singular - im *Rapport* an Napoléon:

"Das Folgende muß notwendig so sein: da sämtliche Organe eines gleichen Tiers ein gemeinsames System darstellen, mit dem alle Teile verbunden sind und miteinander agieren und reagieren, kann keine Veränderung in nur einem Teil stattfinden, ohne zu einer analogen Veränderung in allen anderen zu führen. Auf diesem Prinzip allein gründet die von Monsieur Cuvier vorgestellte Methode, um ein Tier aus einem einzigen Knochen oder aus einer einzigen Knochenseite zu rekonstruieren. Diese Methode hat es ihm erlaubt, zu recht erstaunlichen Ergebnissen über die fossilen Tierfunde zu gelangen."⁵³

In gewisser Weise läßt sich Cuviers Vorstellung von Teil und Ganzem biologischer Organismen auch mit Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) *Lehrsätzen über die Monadologie* von 1714 parallelisieren.⁵⁴ Zwar war die *Monadologie* von Leibniz nicht in erster Linie zur praktischen Anwendung auf die Lebenswissenschaften, sondern zur Lösung metaphysischer Probleme gedacht. Dennoch konzipierte er darin die Bestandteile des Körpers als einem "Spiegel des Universums", der die gleichen Informationen in sich schließen sollte, wie sie dem Ganzen zukomme. Ein isolierter Teilbereich - eine "Monade" - war also hinreichend, ähnlich "einer einzelnen Knochenseite" bei Cuvier, das funktionelle Ganze aus sich heraus zu rekonstruieren. Dies ließ einerseits den Blick auf die Essenz des Ganzen sichtbar werden, etwa des karnivoren Tiers als einem Organismus, der darauf ausgerichtet ist, Tiere zu jagen und deren Fleisch zu verdauen. Andererseits sah Cuvier hierdurch auch Form und Zweck aller weiteren Körperteile bestimmt, wie den Tarsalknochenbau für den schnellen Jagdgalopp oder die Reißzähne für die Zerstückelung der Beute etc. [vgl. S. 50].

b) Cuviers teleologische Ansichten

Cuvier konzipierte das 'Prinzip der Wechselwirkung der Teile' aber nicht nur als direkte Folge funktionell-anatomischer Untersuchungen,⁵⁵ etwa der Arbeiten Vicq d'Azyrs,⁵⁶ sondern auch

53 G. Cuvier (1810), S. 330 [Übers. F. S.].

54 ("70. Man sieht hieraus, daß jeder lebendige Körper eine herrschende Entelechie hat, die beim Tiere die Seele ist; aber die Glieder dieses lebendigen Körpers sind selbst wieder voll anderer Lebewesen, Pflanzen, Tiere, deren jedes wieder seine Entelechie oder seine herrschende Seele hat.") Vgl. G.-W. Leibniz (1714), S. 59, wie auch I. Jahn (1990), S. 164f.

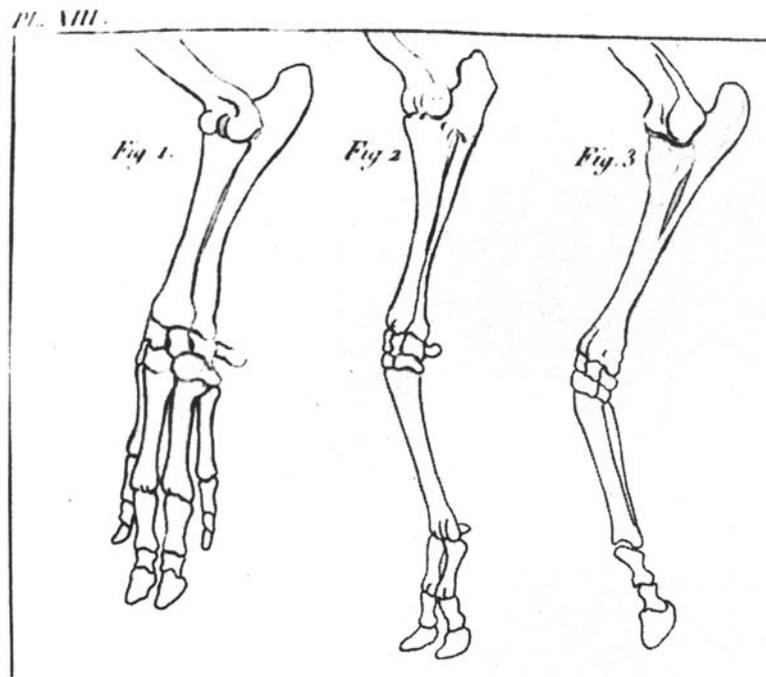
55 Siehe beispielsweise G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 4-6.

56 Felix Vicq d'Azyr (1748-1794) war Leibarzt von Marie-Antoinette (1755-1793). Nachdem er 1788 Buffons Sitz an der *Académie Française* übernahm, arbeitete er hauptsächlich über die Anatomie der sensorischen Organe und des Bewegungsapparats der Wirbeltiere. Er gehörte zu den wenigen Anatomen seiner Zeit, die mit unglaublicher Akribie, wenn auch makroskopisch, den Verlauf feinsten morphologischer Strukturen beschrieben, wie etwa den von Blut- und Lymphgefäßen, Nerven und Ligamenten. Vgl. D. Tower (1994), S. 167. In Anerkennung seiner diffizilen Arbeiten werden noch in der heutigen Anatomie das *Vicq d'Azyrsche Bündel* und der *Vicq d'Azyrsche Streifen* nach ihm benannt. Siehe T. Schiebler/W. Schmidt (1987), S. 823, 837 und 819. P. Elliott vermutet, daß die geringe Beachtung, die Vicq d'Azyr selbst zuteil wurde, auf institutionelle Gründe zurückzuführen ist. So gehörte er zu einer Gruppe von Anatomieprofessoren an der *École Vétérinaire d'Alfort*, zu der auch Pierre Flandrin (1752-1796) oder Alexis-Casimir Dupuy (1775-1849) zählten. Sie führten dort zwar ebenfalls erstklassige physiologische Forschungen durch, gehörten aber nicht zur *medical community* von Paris. So besaßen sie keinen Abschluß der *Faculté de Médecine*, forschten

in Beziehung zur eigenen Auffassung von den externen Bedingungen der Lebewesen. Nur bestimmte Organanordnungen können darin physiologisch koexistieren, so daß die Kenntnis von Einzelteilen Rückschlüsse auf die Gesamtstruktur sowie großer Struktur- und Funktionseinheiten der Tiere ermöglicht.⁵⁷ Ein wiederkehrendes Beispiel Cuviers war die Körperbewegung, die je nach entsprechendem Lebensraum oder besonderer Umwelt von unterschiedlich aufgebauten Extremitäten ausgeführt werden könne,⁵⁸

“... die Teile eines jeden Lebewesens müssen sich untereinander in einer bestimmten Harmonie befinden, was eine notwendige Existenzbedingung darstellt. Darüber hinaus müssen sich die Lebewesen selbst in einer ähnlichen Harmonie befinden, um die Ordnung der Welt aufrechtzuerhalten. Die Spezies sind wechselseitig aufeinander bezogen, die einen als Beute, die anderen zerstören und verändern die Vermehrung. Man kann sich vernünftigerweise keinen Zustand denken, wo es Fliegen ohne Flügel gäbe und umgekehrt.”⁵⁹

ABBILDUNG 5: Cuviers vergleichende Skelettanatomie der Vorderextremitäten von Schwein, Schaf und Pferd. Aus: I. Jahn (1990), S. 262



räumlich gesehen an der Pariser Peripherie und hatten nur selten Sitze an der *Académie Française* inne. Vgl. hierzu P. Elliott (1987) und W. Coleman (1964), S. 46-54.

57 Vgl. auch W. Lefèvre (1984), S. 88f. und 214f.

58 Dieser Punkt läßt sich an einer Parallele zur Philosophie des Lebendigen bei Henri Bergson (1859-1941) verdeutlichen. Zwar sah dieser in der vitalistischen Vorstellung vom *élan vital* das *primum movens* des lebendigen Körpers, während für Cuvier teleologische Ansichten über die Organisationsform in den Vordergrund traten. Dennoch gingen beide von einer ähnlichen Sichtweise der Materialität des lebendigen Körpers aus. Für das Funktionsverständnis dieses “Selektionsinstruments” (*instrument de sélection*) war es nach Bergson nämlich nicht wichtig, die Summe derjenigen Mittel des Körpers zu kennen, die für die Lebenstätigkeiten aufgebracht werden. Statt dessen sollten die materiellen Hindernisse Beobachtung finden, die die Wirkungsweise des *élan vital* in physiologischen Vorgängen einschränkten. Durch sie sah er sozusagen die “Freiheitsgrade” (*la vie de l'esprit*) der Lebenstätigkeiten gemindert. Das heißt, daß sich nur mit bestimmten “Apparaten von Organen” besondere Funktionen realisieren ließen, wie dies auch Cuvier vertrat. Siehe H. Bergson (1896), S. 197.

59 G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 102 [Übers. F. S.].

Diese Ausformulierung einer strukturfunktionellen Anpassungsreaktion hieß, daß Cuvier etwa die vordere beziehungsweise obere Extremität von Quadrupeden als ein spezifisch angeordnetes Organ begriff, das den Anforderungen des Schwimmens, Fliegens oder Gehens genügen müsse. Größe, Arrangement und Flexibilität der Extremität sollten dem Lebensraum der Tiere optimal entsprechen. Die traditionelle Sichtweise der *anatomia animata* hatte diese Extremität dagegen als delikate und erstaunliche Maschine angesehen, die aus Knochen, Muskeln, Nerven und Sehnen aufgebaut sei, welche lediglich en passant physiologischen Funktionen dienten.⁶⁰ So gesehen ging Cuvier auch in seinen vergleichend-anatomischen und klassifikatorischen Arbeiten von einem teleologischen Prinzip des Körperbaus aus. Die Körperteile standen für ihn in einem unmittelbaren Zusammenhang und waren auf ein bestimmtes Ziel hin ausgerichtet. Dafür kann seine Vorstellung vom Verdauungsapparat karnivorer Tiere beispielhaft gesehen werden:

“Der Gesamtorganismus stellt ein Ensemble dar, ein isoliertes und abgeschlossenes System, dessen Teile sich miteinander in Wechselwirkung befinden und so zu einer gleichartigen Tätigkeit mittels reziproker Reaktion beitragen. Keines dieser Teile kann sich verändern, ohne daß sich die anderen mitverändern. Daraus folgt, daß jedes dieser Teile, wenn es isoliert wird, sämtliche anderen sichtbar werden läßt [...] Wenn die Gedärme eines Tieres auf eine solche Weise organisiert sind, daß sie nur Fleisch verdauen und nur Frischfleisch, dann muß auch das Gebiß so organisiert sein, daß seine Beute verschluckt werden kann, die Tatzen, um sie festzuhalten und zu zerreißen; seine Zähne, um sie zu zerstückeln und zu zerkauen; sein gesamter Bewegungsapparat, um sie zu verfolgen und festzuhalten; seine Sinnesorgane, um sie von weitem zu wittern; gleichfalls muß die Natur sogar in seinem Gehirn den notwendigen Instinkt verankert haben, sich verbergen und auf die Lauer nach seinen Opfern legen zu können. Dieses sind die allgemeinen Bedingungen der Fleischfresser [...] Alle diese Bedingungen müssen strikt aufeinander abgestimmt werden, denn wenn nur eine einzelne fehlt, dann kann der Organismus nicht funktionieren und das Tier nicht weiterleben [...] Wenn man nun ein pflanzenfressendes Tier betrachtet, wird man feststellen, daß sich das Ensemble der Bedingungen ändern muß: die Zähne, der Magen, die Gedärme, der Bewegungsapparat und die Sinnesorgane werden neue Formen annehmen, aber die notwendigen Beziehungen, die die Organe miteinander verbinden, bleiben bestehen - es wird hier eine Wechselwirkung geben. Durch die Form eines einzelnen Teiles aber, zum Beispiel die Form der Zähne, wird man die Form seiner Kondylen, seiner Extremitäten, seiner Verdauungsorgane ableiten können.”

⁶¹

Das ‘Prinzip der Wechselwirkungen der Teile’ repräsentiert Cuviers teleologische Ansichten von den internen Existenzbedingungen jeder Tierspezies. Diese Auffassung diente ihm als Grundlage für die Rekonstruktion paläontologischer Funde, in deren Fortgang es für Cuvier auch externe Existenzbedingungen aus ihrer spezifischen Umwelt zu bewerten galt.⁶² Als Anpassungsleistung an die externen Bedingungen sah er nur bestimmte Organkombinationen in der Lage, “funktionell” zusammenzuwirken.⁶³ Grundlage dieser weitreichenden Überlegungen waren seine profunden empirischen Kenntnisse an Vertebraten. So hatte er insbesondere mit dem Präparationsassistenten (*aide-naturaliste*) Achille Valenciennes (1794-1865) Fische in ihrem unterschiedlichen Wassermilieu (*élément aqueux*) intensiv untersucht.⁶⁴ Die allgemeinen

60 Siehe J. Schiller (1980), S. 132, und W. Coleman (1964), S. 38f.

61 G. Cuvier (1826a), S. 47-50 [Übers. F. S.].

62 G. Cuvier (1817), S. 3-5. Für die Umweltbedingungen benutzte Cuvier hier, wie später auch Magendie im *Précis*, den Begriff des *milieu*. Er bekam durch Bernard als *milieu intérieur* eine zentrale Rolle für die Physiologie. Vgl. hierzu W. Lепенies (1976), S. 193.

63 Siehe J. Schiller (1980), S. 143.

64 Diese Arbeit stellten sie erst später am *Muséum* und nicht schon im “Feld” zusammen. Insbesondere im ersten Band beschrieb Cuvier seine “neuen Methoden” (*Résumé général de l’organisation des poissons*) und stellte den Bau der Fischgräten sowie den Panzer der Krebse etc. (Osteologie) als Vergleichskriterium für seine

Kenntnisse über die externen Existenzbedingungen sollten dem paläontologischen Naturforscher zusammen mit dem funktionell-teleologischen Ansatz ein Mittel “an die Hand geben”, morphologische Strukturen vorherzusagen. Diese würden dem Körperbau eines Tiers notwendigerweise zukommen, auch wenn fossile Funde nur bruchstückhaft vorlägen.⁶⁵

Fehlende Skeletteile und unvollständige fossile Funde wollte Cuvier also primär funktionell erklären, um dem Satz der traditionellen Naturlehre, daß die Natur keine Sprünge mache - *natura non facit saltus*⁶⁶ -, treu zu bleiben. Deshalb haben für Cuvier tiefgreifende Umweltveränderungen oder Katastrophen (*cataclysmes*) zum Aussterben bestimmter Tierarten oder zoologischer Stammbäume (*séries animales*) in früheren Erdaltern geführt.⁶⁷ Das heißt, daß seinen Entwicklungsvorstellungen eine “zeitliche Begrenzung” zugrundelag und er nicht - wie später Darwin - daran dachte, daß die Arten phylogenetisch auseinander hervorgegangen seien. Die empirische Basis der Entwicklungskonzeptionen Cuviers blieb jedoch auf das von ihm gut untersuchte Beispiel der Vertebraten begrenzt, für das er von genau vier Katastrophen- und Schöpfungsperioden ausging. Cuvier setzte somit eine Anpassungsleistung der Individuen, nicht aber eine evolutionäre Entwicklung der Arten auseinander voraus.⁶⁸ Dies ist sozusagen die “Kehrseite” seiner Anpassungs- oder Korrelationstheorie von den Körperorganen an die Umweltbedingungen. Er dachte jedoch noch nicht an Darwins Theorie der Mutation und Selektion,⁶⁹ da es ihm nur um die Erklärung der Priorität des morphologischen Baus der Tiere für bestimmte, hier aber “umweltgerechte” Anforderungen ging.

c) Strukturfunktionelle Wechselwirkung

Das von Cuvier neu in die *scientific community* eingeführte ‘Prinzip der Wechselwirkungen der Teile’ stellte der zeitgenössischen Naturforschung ein Erklärungsmodell für die Fernwirkung anatomischer Strukturen bereit.⁷⁰ Es bot eine Perspektive auf die Kooperation verschiedener Körperteile zur Aufrechterhaltung einer Lebenstätigkeit. So wurde die funktionelle Integrität zum hervorragenden Merkmal der Lebewesen, welche aus den Wechselwirkungen der Körperteile und ihrer Unterordnung unter physikalisch-chemische Prozesse externer Bedingungen hervorging. Unterschiedliche Strukturen konnten demnach gemeinsam für das Zustandekommen einer Lebenstätigkeit verantwortlich sein, wie beispielsweise das Zusammenspiel von Muskeln und Nerven bei Bewegungsvorgängen. So wurden in Cuviers Erklärungsmodell Körperfunktionen als zielgerichtetes Zusammenwirken einer Vielzahl organischer Kräfte begriffen.

Seine Konzeption der Wechselwirkung der Teile setzte sich damit von der konventionellen Naturforschung ab, die von einer engen Beziehung zwischen Struktur und Funktion ausgegangen war. Diese Sichtweise entsprach einer Eins-zu-eins-Relation, wie sie auch noch

Anatomie vor (*Distribution méthodique des poissons en familles naturelles, et en divisions plus élevées*). G. Cuvier/A. Valenciennes (1828), Bd. 1, S. 401-422.

65 Vgl. auch W. Coleman (1964), S. 39f.

66 Siehe W. Lefèvre (1984), S. 87 und 154f., M. Courtès (1970) sowie A. Lovejoy (1960).

67 Vgl. I. Jahn (1990), S. 263.

68 Siehe W. Lefèvre (1984), S. 158f., wie auch M. Rudwick (1965), S. 38f.

69 C. Darwin (1872).

70 Für Cuvier konnten Formveränderungen durchaus als Fernwirkungen (beispielsweise Verdauungssystem-Körperbau) erklärt werden, während für Saint-Hilaire die Entwicklung der Morphologie nur vom gleichen Prinzip (*principe des corrélations* oder *loi des connexions*) und immer durch Nahwirkungen (etwa Kiemenbogen-Kehlkopf) aufzufassen war. Vgl. J. Piveteau (1995), S. 487-489, sowie W. Coleman (1964), S. 73.

Bichats Klassifikationsansatz zugrundelag, was sich im nächsten Kapitel zeigen wird. Auf dieses Moment der Cuvierschen Anatomie wird außerdem im Kap. 4. zurückzukommen sein, wenn Magendies Entwicklung des Funktionsbegriffs untersucht wird.

Wie Coleman darstellt, bildet das Prinzip der Korrelation der Teile sogar das vorrangige Forschungsprinzip in Cuviers Zoologie.⁷¹ Sowohl die Vitalität als auch die Harmonie der Lebensvorgänge resultiert aus der Wechselwirkung der einzelnen Körperteile:⁷²

“Sämtliche Teile des lebendigen Körpers sind miteinander verbunden; sie können nur dann tätig werden, wenn sie alle zusammen tätig sind. Einen Teil vom Ganzen zu trennen hieße, es den toten Substanzen zuzuordnen und sein Wesen vollständig zu ändern.”⁷³

Auch wenn sich Cuvier hier gegen die untersuchungsbedingte Abtrennung von Teilen des Gesamtorganismus ausspricht, und sein Prinzip selbst nicht an experimentellen Ergebnissen überprüft hat, kann man doch feststellen, daß sich gerade in seinen paläontologischen Überlegungen beziehungsweise in der vergleichenden Osteologie eine neue Sichtweise der Vorgänge in lebendigen Körpern manifestiert. Das ‘Prinzip der Wechselwirkung der Teile’ trug dabei entscheidend zur Neuausrichtung der allgemeinen Anatomie bei, die seither vergleichenden und funktionalen Gesichtspunkten folgt.⁷⁴

2. 3. Teleologische Klassifikation versus funktionelle Physiologie

a) Die Teleologie der Existenzbedingungen

Cuviers Prinzip der Wechselwirkung steht in engem Zusammenhang mit seiner Auffassung von den internen und externen Existenzbedingungen (*conditions d’existence*) verschiedener Tierspezies.⁷⁵ Auch wenn Cuvier den strukturfunktionellen Vergleich demnach in die Anatomie einführte, so stand für ihn dennoch das Primat der Morphologie oder der biologischen Organisationsform außer Frage:

“Da wir [...] nicht in der Lage sind, das Leben zu seinen Ursprüngen zurückzuverfolgen, stehen uns keine anderen Mittel zur Verfügung, die wirkliche Natur der Lebenskräfte zu verstehen, als dadurch, daß wir die Struktur und die Komposition lebendiger Körper untersuchen. Denn obwohl es zutrifft, daß diese in einer Weise Resultate derjenigen Lebenskräfte sind, die sie formieren und aufrechterhalten, ist es doch ebenso klar, daß die Lebenskräfte selbst keine anderen Quellen oder Grundlagen besitzen, als eben den Körper, in dem sie vorgefunden werden.”⁷⁶

Das Urteil des vergleichenden Anatomen lautete also, daß man den Körper und seinen Bau selbst untersuchen müsse, wenn man die Lebensphänomene erklären wollte. Der reine Beobachtungszugang sei unzureichend. In dieser Hinsicht gilt Cuviers ‘Prinzip der Wechselwirkung der Teile’ dem gleichen Phänomen, das bereits Aristoteles als Vorstellung von

71 W. Coleman (1964), S. 43.

72 Von diversen Wissenschaftshistorikern war deshalb im Rückgriff auf Bernard eine “experimentierfeindliche Einstellung” bei Cuvier ausgemacht worden. Ihn als einen Physiologen oder sogar als einen Experimentator zu sehen, erschien als ein möglicher Widerspruch gegenüber Cuviers vitalistischen Annahmen, wie man sie ebenfalls aus seinem Prinzip der Wechselwirkung der Teile ableiten kann. Vgl. C. Bernard (1856), S. 30, W. Albury (1974), S. 96, sowie M. Gross (1979), S. 238-258.

73 Aus einem Brief Cuviers an J.-C. Mertrud, G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 5 [Übers. F. S.].

74 Siehe die Darstellung in Coleman (1964), S. 38, wie auch M. Trepel (1995) für die heutige Anatomie.

75 Vgl. G. Cuvier (1817), ebenda, Bd. 1, S. 6, wie auch W. Coleman (1964), S. 40.

76 G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 6-8 [Übers. F. S.].

der "Harmonie der Körperorgane" beschrieb.⁷⁷ Es stützte sich auf die Koordination sämtlicher Teile des Organismus, die zur Ausführung einer Lebenstätigkeit zielgerichtet zusammenwirken, wie folgender Ausschnitt aus Aristoteles' *Von den Teilen der Tiere* zeigt:

"Da aber ein jedes Werkzeug einem Zwecke dient, jeder Körpertheil aber auch einem Zwecke dient, das aber, wozu er dient, eine Verrichtung ist, so ist es klar, daß auch der ganze Körper zum Zweck einer vollständigen Verrichtung gebildet ist. Denn es ist keineswegs das Sägen der Säge wegen, sondern vielmehr die Säge des Sägens wegen entstanden. Ein gewisses Gebrauchen nämlich ist das Sägen. So ist auch der Körper irgendwie der Seele wegen da, wie die Theile um der Verrichtungen willen, zu denen ein jeder geeignet ist."⁷⁸

Dieser zugleich funktionelle und teleologische Ansatz von Aristoteles kann zu den ältesten biologischen Grundannahmen gezählt werden [vgl. Abs. 1. 2. a)]. Neben seiner Ansicht von den Organen als Werkzeugen der Seele war Aristoteles auch davon ausgegangen, daß sämtliche Organismen ein *télos* aus der "kosmischen Wechselwirkung" einer allgemeinen *entelechie* erfahren, die sich auch auf den Bereich der unbelebten Materie erstrecken sollte.⁷⁹

Cuviers vergleichende Anatomie war aber nicht vorrangig auf die Entdeckung eines *télos* im aristotelischen Sinn, sondern auf die strukturfunktionelle Erklärung der Wechselbeziehung der Körperteile gerichtet. Am deutlichsten wird dieser Unterschied, wenn man Aristoteles' Vorstellung einer allgemeinen *entelechie* neben das eher statische Klassifikationsinteresse Cuviers setzt. So stand für Cuvier das Problem der wissenschaftlichen Eingruppierung der Spezies am Anfang der Forschungsbemühungen.⁸⁰ Der Teleologiedanke wurde also erst sekundär durch den Rekonstruktionsansatz der vergleichenden Anatomie in die Naturforschung eingetragen.

Dabei muß man die heuristische Bedeutung des 'Prinzips der Wechselwirkung der Teile' für die vergleichende Beobachtung und die paläontologische Rekonstruktion hervorheben, die erst eine strukturfunktionelle Untersuchung und Kenntnis der Organsysteme bei einer Vielzahl von Tieren erlaubte. Vielleicht ist die vergleichende Anatomie Cuviers deshalb von Magendie schon im Essay von 1809 bewundert worden:

"Meines Erachtens stellt dieser Teil [die vergleichende Anatomie] der Zoologie eine der beachtenswertesten und am meisten befriedigenden Dinge dar, die je vollbracht worden sind."⁸¹

Die Kenntnis des physiologischen Zusammenspiels war somit erst durch die vergleichende Anatomie zu gewinnen, der damit das Primat für die Ergründung der *black box* der *anatomia animata* eingeräumt wurde.⁸² Sie lag auch Cuviers Annahme zugrunde, daß eine Tierart aussterben müsse, wenn die externen Existenzbedingungen nicht mehr mit der zielgerichteten Lebenstätigkeit des Körpers und seiner Organe übereinstimme. Diese Vorstellung einer notwendigen Aufrechterhaltung physiologischer Funktionen als Lebensziel bezog sich vor allem auf die funktionelle Wechselwirkung von Stoffaufnahme und -abgabe, an die Magendie später anknüpfte [vgl. Abs. 4. 2. c)]. Von einem universellen *télos* der Lebewesen wie in der aristotelischen Tradition kann aber in der Naturforschung des frühen 19. Jahrhunderts nicht

77 In seinen Briefen aus der Normandie an Christian Heinrich Pfaff (1773-1852) macht Cuvier seine Beeinflussung durch die Naturlehre von Aristoteles deutlich vgl. ders. (1858).

78 Aristoteles (1855), S. 20.

79 Vgl. R. Spaemann (1992) und I. Jahn (1990), S. 66-73.

80 Siehe M. Foucault (1969).

81 ("Je considère cette partie de la zoologie, comme une des choses les plus remarquables et les plus satisfaisantes qui aient jamais été faites.") F. Magendie (1809a), S. 160 [Übers. F. S.].

82 Vgl. auch G. Canguilhem (1996), W. Albury (1977), oder J. Schiller (1968).

mehr sinnvoll gesprochen werden. Wenn man so will, dann sind die organischen Teilstrukturen bei Cuvier höchstens einer inneren *entelechie* ihres anatomischen Baus verpflichtet.⁸³

b) Cuvier und der Kantische Teleologiebegriff

Wie Coleman darstellt, interessierte Cuvier bei der genauen Bewertung morphologischer Strukturen deren ursächliche Bedeutung für die Lebensphänomene kaum.⁸⁴ Gleiches gilt für die Frage nach der Evolution von Flora und Fauna, also jenen Problembereich, den die Naturforschung in den Deutschen Ländern besonders beschäftigte. Entgegen Colemans Einschätzung aber, daß Cuvier die deutsche Diskussion, wie auch die in Kants Schrift von 1788 vorgetragene Kritik am teleologischen Denken in der Biologie nicht wahrgenommen habe,⁸⁵ findet sich in den *Leçons* ein expliziter Bezug auf den Königsberger Philosophen:

“Diese allgemeine Bewegung [*le mouvement général*] ist allen Teilen gemeinsam und ist wirklich das, was die Essenz des Lebens ausmacht, da sämtliche Teile, die man vom lebendigen Körper trennt, bald absterben. Sie besitzen keine eigene Bewegung, sondern können nur an der allgemeinen Bewegung teilhaben, die ihre Verbindung herstellt, ganz wie in Kants Ausdruck, daß der Lebenssinn jedes Teils eines lebendigen Körpers im Ganzen aufgehoben ist, während in den unbelebten Körpern die Teile für sich selbst da sind.”⁸⁶

Dieses Zitat belegt, daß Cuvier das *télos* der Lebewesen in ihrer jeweiligen Struktur *quasi* als innere *entelechie* ihrer morphologischen Organisation verortete. Dabei wollte er diese Vorstellungen nahezu mit Kants heuristischer Definition einer teleologischen Erklärung in den Lebenswissenschaften gleichsetzen:

“Nun ist der Begriff eines organisierten Wesens dieser, daß es ein materielles Wesen sei, welches nur durch die Beziehung allen dessen, was in ihm enthalten ist, auf einander als Zweck und Mittel möglich ist (wie auch wirklich jeder Anatomiker als Physiolog von diesem Begriffe ausgeht). Eine Grundkraft, durch die eine Organisation gewirkt würde, muß also als eine nach Zweck wirkende Ursache gedacht werden und zwar so, daß diese Zwecke der Möglichkeit der Wirkung zum Grunde gelegt werden müssen. Wir kennen aber dergleichen Kräfte ihrem Bestimmungsgrunde nach durch Erfahrung nur in uns selbst, nämlich an unserem Verstande und Willen, als eine Ursache der Möglichkeit gewisser ganz nach Zwecken eingerichteter Producte, nämlich der Kunstwerke.”⁸⁷

Demgegenüber verstand Kant teleologische Erklärungen zwar als wissenschaftlich notwendige, jedoch nur kognitiv relevante Konstruktionen (“der Möglichkeit der Wirkung zum Grunde gelegt”) und konzipierte sie als heuristische Begriffe.⁸⁸ Da rein mechanistische Theorien nicht in der Lage seien, grundlegende biologische Probleme zu lösen, könne die allgemeine Naturforschung nur von der Hypothese ausgehen, “als ob” die Natur zweckgerichtet sei. Ob sie als Ganzes oder die Lebewesen als Einzelne tatsächlich Produkt vorgängiger Zwecke seien, war für Kant empirisch nicht zu beantworten. Deshalb forderte er auch, daß sich die Naturforschung auf die Deskription wissenschaftlicher Tatsachen und ihre mathematische Darstellung beschränken solle.⁸⁹ Gegenüber Kants heuristischer Definition schien Cuvier aber

83 Siehe etwa G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 6-8 [wie Abs. 2. 3. b)], und für eine ähnliche Einschätzung auch W. Kutschmann (1986), S. 203f.

84 Vgl. W. Coleman (1964), S. 42.

85 I. Kant: *Über den Gebrauch teleologischer Prinzipien in der Philosophie*, ders. (1912), Bd. 8, S. 157-184.

86 G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 5f. [Übers. F. S.].

87 I. Kant (1912), Bd. 8, S. 181.

88 Vgl. auch K. Gloy (1995), Bd. 1, insbesondere S. 199-218, R. Wahsner (1993) sowie P. McLaughlin (1989), vor allem S. 9-48 und 100-103.

89 Aufgrund der fehlenden mathematischen Beschreibbarkeit chemischer Reaktionen stellte für Kant neben der Biologie auch die Chemie nur eine Wissenschaft *a posteriori* dar. Nur der mathematische Zugang konnte für

teleologisches Denken im wörtlichen Sinn zu betreiben und auch öffentlich zu verteidigen. Hierfür kann folgendes Zitat aus der Einleitung zum *Règne animal* beispielhaft stehen:

“Die Naturgeschichte weist dennoch ein eigenes rationales Prinzip auf, das sie mit großem Vorteil und zu vielen Gelegenheiten anwendet; es sind dies die Existenzbedingungen [*conditions d'existence*], oder besser die letzten Gründe [*causes finales*]. Da nichts existiert, was nicht gleichzeitig auch die Bedingungen miteinschlösse, die seine Existenz möglich machten, müssen die einzelnen Teile jeder Kreatur nicht nur in einer Weise angeordnet sein, die den gesamten Organismus möglich macht, sondern auch in Beziehung zu den äußeren Bedingungen, die sie bestimmen. Die Analyse dieser Bedingungen führt dabei sehr oft zur Erkenntnis allgemeiner Naturgesetze, die genausogut begründet sind, wie die der Mathematik oder des Experiments.”⁹⁰

Cuviers Annahme einer realen, materiellen *entelechie*, die sich in den Existenzbedingungen und der Wechselwirkung der Teile ausdrücke, führte ihn somit in das umfassende empirische *Forschungsprogramm* der vergleichenden Anatomie hinein. Während Kant teleologische Fragen nur heuristisch aufgeladen begriff, ging Cuvier von einer sinnhaften Struktur der Körperteile selbst aus, die es entsprechend zu beschreiben und zu analysieren gelte. Diese methodologischen Grundannahmen seines Forschungsprogramms bildeten die Basis der vergleichenden Anatomie. Sie ebneten darüber hinaus den Weg für den funktionell-physiologischen Experimentalansatz, der in bezug auf den realen teleologischen Anspruch Cuviers auch als eine Radikalisierung des Programms verstanden werden kann.⁹¹

In Cuviers Ansatz wurde die Einzelfunktion dem Gesamtbild sowie dem dynamischen Gesamtverhalten des Organismus zweckgerichtet untergeordnet und als reale physiologische Entität zwischen den Strukturbauteilen der Organismen und den Anforderungen der Existenzbedingungen verortet.⁹² Erst durch diese Perspektive fragte er anschließend nach den Gemeinsamkeiten der Individuen, die sie als Spezies kenntlich machen. Gleichzeitig muß man auch die prozessuale oder temporale Form der neuen Ordnungskriterien Cuviers für lebendige Körper berücksichtigen, welche nachfolgend durch die experimentelle Physiologie ins Zentrum der Forschungsbemühungen rückte. So war es das erklärte Ziel Cuviers, die Körperfunktionen auf Organebene zu lokalisieren, ohne daß es ihm jedoch gelang, den Mechanismus für ihr Zustandekommen entscheidend zu erhellen.

Das heißt, Cuviers Protophysiologie war in erster Linie durch die vergleichend-anatomischen Grundannahmen des Programms gekennzeichnet. Dennoch gingen aus ihr entscheidende Forschungsimpulse für die Experimentalphysiologie hervor. So scheinen die neuen physiologischen Methoden gerade vor dem Problemhintergrund entstanden zu sein, daß die anatomischen Methoden nicht hinreichend waren, um die grundlegenden Prozesse einzelner Organfunktionen weiter aufklären beziehungsweise auch ihren zeitlichen Verlauf untersuchen zu können.⁹³

ihn die *a priori*se Wahrheit einer empirischen Theorie kennzeichnen. Hierdurch nahmen wissenschaftliche Theorien und Hypothesen in Kants Metaphysik, etwa in den *Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft* von 1786, eine höhere Hierarchieebene ein und wurden erst “eigentlich wissenschaftlich”. So auch M. Friedmann (1992), S. 284. Entgegen weitgehender Modifikationen der Evolutionstheorie durch Charles Darwin und die moderne Mikrobiologie, beeinflusst Kants teleologische Position noch immer Fragen und Probleme der zeitgenössischen Biologietheorie. Vgl. E. Nagel (1998), S. 197-240.

90 G. Cuvier (1817), Bd. 1, S. 6 [Übers. F. S.].

91 [Vgl. Abs. 4. 4. c)].

92 Siehe G. Cuvier (1826a), S. 47f.

93 Dieses Problem stellt sich noch für die heutige anatomische Lehre und Forschung, da selbst auf der Ebene mikroskopischer Beobachtung Strukturgleichheit nicht Funktionsgleichheit bedeutet. So dient das Drüsengewebe des exokrinen Pankreas sowie das der Speicheldrüse, *Glandula parotis*, anderen sekretorischen Funktionen, trotz ihrer Ähnlichkeit unter dem Lichtmikroskop. Die schwierige Unterscheidung

c) *Teleologisches Klassifikationssystem und funktionell-physiologisches Forschungsprogramm*

Cuviers Argumentation deutet bereits an, daß die Anatomie für die Naturforschung seiner Zeit das bevorzugte Diskussionsfeld der Untersuchung der Lebensphänomene bildete. Eine Erweiterung der Forschungsbemühungen war jedoch mit besonderen Schwierigkeiten konfrontiert, wenn vom totem Material der Sektionsbefunde auf die Lebensphänomene geschlossen und damit die makroskopische Analyse auf die Gewebsebene ausgedehnt werden sollte. Das war gerade den Physiologen bewußt, die Cuviers Ansatz für die Erforschung der Lebensphänomene übernehmen wollten. So kritisierte Magendie knapp zwanzig Jahre nach Cuvier die "Unfähigkeit" der Anatomie, den Zweck einzelner morphologischer Strukturen zu erklären, wie seine Erörterungen über die Funktionen des Nervensystems zeigen:

"Ich denke nicht, daß ich zu weit gehe, wenn ich sage, daß die Anatomie die Funktionen des Nervensystems nicht erhellen konnte. Sie konnte jedoch der Physiologie zu Hilfe kommen, indem sie zum Beispiel zeigte, ob jenes Organ in Mitleidenschaft gezogen worden ist, wenn man diesen Nerv durchtrennte. Das heißt aber nur, daß das Organ in anatomischer Verbindung mit diesem Nerv stand. Aber von hier ausgehend *a priori* zu sagen, daß dies der Grund der Störungen sei, ist ein immenser Schritt. Indem man aber eine Funktion isoliert betrachtet, kann man erkennen, daß die Erkenntnisse der Anatomie dort aufhören, wo das Nervensystem beginnt."⁹⁴

Die traditionellen Anatomen, so geht aus Magendies Zitat hervor, studierten nur das funktionelle Zusammenwirken von bestimmten Organen beziehungsweise den läsionsbedingten "Funktionsausfall". Sie machten "im natürlichen Experiment" der Krankheit Organ- und Strukturverbindungen sichtbar, ohne die physiologischen Funktionen selbst untersuchen zu können.⁹⁵ Schließlich bildeten allein die anatomische Beschreibung und die morphologische Strukturkenntnis die Grundlage ihrer physiologischen Tätigkeit.⁹⁶ Dennoch ermöglichte die vergleichende Methode Cuviers weitergehende Einsichten in das Wechselverhältnis von Funktion und Organisationsform. Auch Magendie konnte später beispielsweise in vergleichenden Untersuchungen feststellen, daß die experimentelle Durchschneidung des siebten Hirnnerven beim Hund und beim Hasen eine halbseitige Gesichtslähmung nach sich

stützt sich lediglich auf die größere Anzahl zentroazinärer Zellen und der Ausführungsgänge. Umgekehrt werden gleiche Funktionen durch unterschiedliche Strukturen ausgeführt, etwa den Fasern der glatten und der quergestreiften Muskulatur, in ihrer Bedeutung für die Körperbewegungen. Vgl. Leonhardt (1990), S. 427f. und S. 198-216, beziehungsweise die Überlegungen zum Zusammenhang von 'Funktion' und 'Struktur' bei R. Schmidt/G. Thews (1990), S. 2 [Siehe Anm. 71 in Kap. 6].

94 ("Je ne crois pas aller trop loin en disant que l'anatomie n'a jeté aucune lumière sur les fonctions du système nerveux. Elle a pu venir en aide de la physiologie; montrer, par exemple, que si tel organe est troublé après la section de tel nerf, c'est que cet organe est en relation anatomique avec ce nerf; mais de là à dire *à priori* quelle sera la nature des troubles qui surviendront, il y a un intervalle immense. C'est surtout quand on prend une fonction isolément que l'on reconnaît que les explications basées sur l'anatomie finissent là où commence le système nerveux.") F. Magendie (1840), Bd. 1, S. 51 [Übers. F. S.].

95 Diese Vorstellung bringt Cuvier etwa folgendermaßen auf den Punkt: ("Der fruchtbarste Weg, [empirische Gesetze] zu erhalten, ist der des Vergleichs. Er besteht in der aufeinanderfolgenden Beobachtung des gleichen Körpers in unterschiedlichen natürlichen Positionen oder im Vergleich verschiedener Körper untereinander, insoweit wir die verschiedenen Verbindungen zwischen ihrer Struktur und den Lebensphänomenen kennen, die sie ausführen. Diese unterschiedlichen Körper können als eine Art Experiment angesehen werden, das von der Natur ausgeführt wird. Von diesen Teilen fügt sie hinzu oder zieht sie ab (so wie wir es auch in unseren Laboren tun) und zeigt uns ihre Ergebnisse aus Zugaben und Abzügen. Deshalb sind wir in der Lage, bestimmte Gesetze aufzustellen, die diese Verbindungen bestimmen, und die genauso zur Anwendung gebracht werden, wie diejenigen der allgemeinen [der mathematischen] Wissenschaften.") G. Cuvier (1817), Bd. 1, S. 7 [Übers. F. S.], ähnlich auch ders. (1810), S. 332.

96 Vgl. J. Schiller (1980), S. 135.

zieht, wie dies die klinische Beobachtung der *Hemiplegia facialis* nach traumatischen Läsionen beim Menschen zeigt.⁹⁷ Die gleiche chirurgische Operation beim Pferd angewandt führte jedoch zu einem gänzlich anderen Resultat, nämlich dem Tod des Versuchstiers durch Ersticken. So folgerte Magendie, daß hier der Nerv zusätzlich motorische Anteile für die Nüsternbewegung besitze, die für den Atemvorgang des Pferds lebensnotwendig sei.⁹⁸

Der experimentalphysiologische Zugang versprach jedoch dort zur Erweiterung der Kenntnisse beizutragen, wo die anatomische Beschreibung zu kurz griff. So ließ Magendie für seine Vorlesungen über das Nervensystem Bernard den Gesichtsnerven, *N. facialis*, von Kaninchen freipräparieren. Beim ersten Versuch führte Magendie zunächst galvanische Reizungen an einem Teilstück des Nerven durch und konnte Kontraktionen der Gesichtsmuskulatur hervorrufen, bevor er Bernard den Gesamtverlauf topographisch demonstrieren ließ.⁹⁹ Das heißt, nach der physiologischen Bestimmung, daß es sich hier um den siebten Hirnnerven handelte, wurde er auch anatomisch identifiziert und zweifelsfrei zur Darstellung gebracht. Beim Kaninchen ging Magendie darüber hinaus von einer topographischen Nachbarschaft von Sehnervenbündel, *N. opticus*, und *N. facialis* aus. Für ihn stellte sich hier insbesondere die Frage, ob die *Chorda tympani*, der nichtmotorische beziehungsweise -sensible Teil des Gesichtsnerven, anatomisch vom Sehnerven zu unterscheiden sei. Bernard gelang es im zweiten Versuch jedoch nicht, die Nerven entsprechend zu präparieren, so daß weitere galvanische Reizungen notwendig wurden, um über die Motilitäts- und Sekretionsfunktion die Anteile des *N. facialis* differenzieren zu können. Aus ähnlichen Forschungsproblemen heraus entwickelte deshalb für Magendie die Experimentalphysiologie zunehmend ihre Eigenständigkeit:

“Aber der Nerv, was wissen Sie über seinen Gebrauch, indem sie sein Gewebe untersuchen? Er stellt eine runde Schnur dar, die gräulich und mehr oder weniger widerstandsfähig ist, und die einzelne Fasern aussendet oder empfängt, die sich mit seiner Substanz verbinden. Gar nichts zeigt dabei an, ob er an dieser, mehr als an jener Funktion beteiligt ist. Warum verläuft er in dieser Richtung? Warum tritt er in dieses Organ ein? Sie stechen ihn an und das Tier zeigt sein Mißempfinden. Auf diese Weise beginnen wir also, uns auf den Weg seines Gebrauchs zu machen. Aber bemerken Sie dabei, daß dies nicht mehr eine Frage des Skalpells, noch eine der minutiösen Präparation ist: Sie sind auf dem Gebiet der experimentellen Physiologie.”¹⁰⁰

Im Gegensatz zu Cuviers teleologischem Klassifikationssystem suchte Magendies funktionell-physiologisches Forschungsprogramm nach stabilen physiologischen Einheiten, die in bestimmten Körperprozessen miteinander wechselwirken. Solche Wirkeinheiten und aktiven Mechanismen sollten durch den vivisektorischen Ansatz der Experimentalphysiologie

97 F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 158-230.

98 In der Tat innervieren Äste des *N. facialis* beim Pferd einen *M. caninus*, der für die Nüsternbewegung zuständig ist. Vgl. K.-D. Budras/S. Roeck (1991), S. 33.

99 Bernard war ab 1839 als *interne* beim Nierenspezialisten Pierre Rayer (1793-1867) und unter Magendie am *Hôtel-Dieu* in Paris tätig. Durch Fürsprache Rayers begann er ab 1841 als *préparateur* an der Fakultät und ab 1847 als *suppléant* für Magendie am *Collège de France* zu arbeiten, wo er 1852 dessen Laboratorium übernahm. Die hier beschriebene Hirnnervenpräparation stellt eine der ersten Darstellungen Bernards Assistentztätigkeit bei Magendie dar. Siehe M. D. Grmek (1970) [wie auch Anm. 75 aus Kap. 1].

100 (“Mais le nerf, que savez-vous de ses usages par l'examen de son tissu? C'est un cordon arrondi, grisâtre, plus ou moins résistant, émettant ou recevant des filets qui se confondent avec sa substance; rien n'indique qu'il ait telle fonction plutôt que telle autre. Pourquoi va-t-il dans tel sens? Pourquoi pénètre-t-il dans tel organe? Vous le piquez, et l'animal manifeste de la souffrance. Voilà que nous commençons à être sur la voie de ses usages; mais alors remarquez qu'il n'est plus question de scalpel ni de dissections minutieuses: vous êtes sur le terrain de la physiologie expérimentale.”) F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 6 [Übers. F. S.].

“funktionell” demonstriert und auf investigativem Weg näher bestimmt werden.¹⁰¹ Hierdurch zeigte sich der Funktionsbegriff erst in seiner heuristischen Bedeutung für die Physiologie. Als Beispiel für die praktische Anwendung dieser funktionell-physiologischen Konzeption stehen etwa Magendies Experimentalserien an den Rückenmarksnerven von Kaninchen und Hundewelpen, welche ihm als Grundlage für die Formulierung des Bell-Magendieschen Gesetzes dienten.¹⁰² Gleiches gilt für seine Experimente am ‘Hundebeinpräparat’ zu den Absorptionsvorgängen des lebendigen Körpers, welche im weiteren Darstellungsverlauf dieser Arbeit noch näher beschrieben werden [vgl. Abs. 5. 1.].¹⁰³

Somit besteht ein grundlegender Unterschied zwischen Magendies funktionell-physiologischer und Cuviers deskriptiv-teleologischer Konzeption. Denn die physiologische Funktion folgt bei Cuvier der morphologischen Struktur sozusagen teleologisch nach. Die Relation der Strukturen ist das Primäre, welches das *télos* des Lebens ausmacht. Beispielhaft für die mit funktioneller Bedeutung ausgestatteten isolierbaren Strukturen steht Cuviers Auffassung morphologischer Eigenschaftsgruppen (*ensembles de caractères*). Diese entsprechen dabei auch seinen neuen Ordnungskriterien. Magendies funktionelle Wirkungseinheiten und aktive Mechanismen sind als strukturelle Bausteine zwar Vorbedingungen der Funktionsausübung, bleiben aber ohne direktes morphologisches Substrat. Bernard nannte solche strukturellen Bausteine später sogar physiologische “Organbausteine”:

“Die äußeren Vorgänge, die wir an diesem Lebewesen wahrnehmen, sind im Grunde sehr komplex; sie sind das Ergebnis einer Menge verborgener Eigenschaften der Organbausteine, deren sinnfällige Äußerungen an physikalisch-chemische Bedingungen des inneren Milieus [*milieu interne*], das sie umgibt, gebunden sind.”¹⁰⁴

In der Tat wurde Cuviers ‘teleologisches Prinzip der Wechselwirkung der Teile’ also in Magendies experimentalphysiologisches Programm übernommen. In der praktischen Labortätigkeit sollte es die selektive Beobachtung und damit auch die zielgerichtete Manipulation der physiologischen Funktionen erlauben. Nun mußten nämlich nicht mehr alle anderen Körperteile und Organe eines Versuchstiers hinblicklich ihrer funktionellen Einflüsse im vivisektorisches Experiment beachtet werden.¹⁰⁵ Die Transformation des Cuvierschen Prinzips der Wechselwirkung führte so zu neuen, funktionellen Relevanzkriterien für die Physiologie und Naturforschung.

Das soll aber nicht heißen, daß Cuvier als Mitbegründer dieser “neuen Physiologie” anzusehen ist.¹⁰⁶ Ganz im Gegenteil: Cuvier hat Zeit seines Lebens der morphologischen Struktur den Vorrang vor der physiologischen Funktion gegeben. Auch wenn er die neuen physiologischen Forschungen durchaus förderte und *expressis verbis* begrüßte, so experimentierte er selbst nicht physiologisch.¹⁰⁷ Vielmehr sah er die Physiologie als

101 Vgl. auch J. Schiller (1978), S. 74f.

102 Siehe F. Magendie (1823a) [wie die Darstellung im Vorwort dieser Arbeit].

103 F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 238.

104 C. Bernard (1865), S. 95.

105 Vgl. etwa G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 59.

106 Für diese These siehe insbesondere W. Albury (1974), S. 96-99.

107 Vgl. J. Schiller (1980), S. 122. Schiller vertritt hier die folgende These: “Die vergleichende Anatomie durfte es nicht schaffen [*ne devait pas réussir*], die physiologischen Phänomene in ihre eigene Struktur zu integrieren und sie war dem Experimentieren nicht wohlgesonnen. Die Lebensphänomene mußten erst in einer eigenen Begrifflichkeit interpretiert werden, die sich jedem morphologischen Gedanken entledigt hatte, und nur eine unabhängige physiologische Wissenschaft konnte diese Notwendigkeit erfüllen”, ders. (1980), S. 144 [Übers. F. S.]. In ihrer starken Aussage, daß die vergleichende Anatomie die Entstehung der Physiologie behindert habe, ist sie meines Erachtens schlichtweg falsch. In ihrer begrenzten Bedeutung, daß

“Hilfswissenschaft” der vergleichenden Anatomie an, welche die anatomischen Strukturvorgaben praktisch verifizieren sollte.¹⁰⁸ Seine Methode blieb immer die vergleichend-anatomische Beobachtung und Beschreibung morphologischer Präparate, welche in der paläontologischen Rekonstruktion fossiler Funde ihre Triumphe feierte.¹⁰⁹ Möglicherweise stellte sich Cuvier sogar vor, daß aus experimentell isolierten “funktionellen Ensembles” der Physiologie analog auf Organsysteme weiterer Tierarten geschlossen werden könne, um sie anschließend neu zu klassifizieren.¹¹⁰ Insgesamt lieferte Cuviers ‘Prinzip der Wechselwirkung der Teile’ hierfür die notwendige konzeptuelle Grundlage. Erst auf seinen vergleichend-anatomischen Ergebnissen konnte sich somit die isolatorische Methodologie des physiologischen Experiments bilden.

2. 4. Zusammenfassung

Ohne Frage hielt Cuviers vergleichende Anatomie zentrale Kernelemente für die frühe Experimentalphysiologie bereit. Diese konzeptionellen Vorgaben sollten in diesem Kapitel herausgearbeitet werden.

Ein zentrales Moment der Cuvierschen Anatomie bildete die Vorstellung der ‘Wechselwirkung der Teile’. Sie stellte den *clou* und die entscheidende Innovation seines zoologischen Klassifikationssystems dar, mit dem Cuvier das statische *tableau* der Naturforschung des 18. Jahrhunderts überwand. So blieb Cuvier nicht bei der anatomischen Präparation und Darstellung einzelner Körperorgane stehen. Er versuchte sie vielmehr als harmonisches Ganzes aufzufassen und ihr funktionales Wechselspiel zu begreifen. Auf diese Weise gelang es ihm aus einzelnen Körperteilen den morphologischen Bauplan des gesamten Organismus zu entwickeln, wie er es anhand der Rekonstruktion fossiler Tierfunde eindrucksvoll demonstrieren konnte. Cuviers Methode und ihr Potential für die zeitgenössische Naturforschung ist historiographisch hinreichend charakterisiert.

Man sollte aber nicht übersehen, daß seine Methode auf der Annahme einer teleologisch gedachten Zweckmäßigkeit basierte. Frei von jedem Kantischen Skeptizismus ging Cuvier nämlich von einer tatsächlichen, im Bauplan der von ihm untersuchten Tiere liegenden *entelechie* aus. Diese stelle das sinnvolle und zweckgerichtete Zusammenwirken der einzelnen Körperteile der tierischen Maschine zu einem funktionellen Organismus sicher. Beide Aspekte sind für meine Arbeit von Belang. Zum einen bot Cuviers Konzeption reichlich Anhalt für physiologische Folgerungen, intendierte sie doch eine funktionale Betrachtungsweise morphologischer Strukturen. Seine Annahme von einem zweckgerichteten Zusammenwirken und Wechselspiel der morphologischen Struktur bildete dabei in der Tat einen Kernbestandteil der späteren Experimentalphysiologie. Sie formte eine der zentralen theoretischen Prämissen, die Magendie auf dem Weg ins Labor begleiteten und seine Sicht- und Handlungsweise prägten.

Zum anderen stellte Cuviers Konzeption in gewisser Weise einen reformierten Aristotelismus dar. Die Annahme einer dem lebenden Organismus eigenen *entelechie* war eine

Cuvier dem Experimentieren nicht wohlgesonnen gewesen sei, erscheint sie unangemessen, weil seine Entwicklung in unterschiedlichen Werkphasen nicht beachtet wurde.

108 So spricht Cuvier im *Rapport* von der Bedeutung, die die vergleichende Anatomie auf und nicht für die Physiologie habe. Siehe G. Cuvier (1810), S. 321f.

109 Vgl. E. Williams (1994), S. 132f. und S. 201-208, J. Schiller (1980), S. 131-133, sowie 137-144, M. Rudwick (1969), S. 27-40, oder W. Coleman (1964), S. 63.

110 Siehe J. Schiller (1980), insbesondere S. 121-135.

der Hypotheken, die das theoretische Rüstzeug der Experimentalphysiologie belasteten. Es stellt sich für die weitere Argumentation daher die Frage, in welcher Weise Magendie diese vitalistische Hypothek in seine Forschungspraxis einbrachte und welchen Tribut er ihr zollte. Vielleicht läßt sich vorgreifend die These wagen, daß die Neukonzeption der Körperfunktion, die zwar von der vergleichenden Anatomie Cuviers vorbereitet, jedoch erst später durch Magendies Physiologie forschungspraktisch umgesetzt wurde, zu einem Ablösungsprozeß im teleologischen Denken der französischen Naturforschung geführt hat. Dabei verlagerte Cuvier den Teleologiegedanken über das 'Prinzip der Wechselwirkung der Teile' in den Körper der Tiere hinein. Er ging mithin von einer real bestehenden inneren *entelechie* ihres Körperbaus aus, die es mit den Mitteln des anatomischen Vergleichs herauszuheben galt.

Die mit der funktionellen und vergleichenden Anatomie verbundene Neuausrichtung der Naturforschung ließ aber noch keinen direkten Rückbezug auf die Medizin zu. Hierzu bedurfte es besonderer pathologischer Konzepte beziehungsweise eines Ansatzes, der den Verlauf der Lebensphänomene im Krankheitszustand auf die Veränderungen der Morphologie des betroffenen Organismus rückführen konnte. Einen solchen Zugang stellte vor allem Bichats pathologisch-anatomisches Forschungsprogramm dar, das nicht nur einen großen Einfluß auf die medizinische Entwicklung zu Beginn des 19. Jahrhunderts hatte, sondern auch nachhaltig auf Magendies funktionell-physiologisches Forschungsprogramm wirksam war.

“Sie können zwanzig Jahre lang vom Morgen bis zum Abend am Bett der Kranken Notizen über die Störungen des Herzens, der Lunge, des Magen-Darm-Trakts, etc. machen. All dies wird für Sie nur zu einem undurchsichtigen Durcheinander von Symptomen führen, die sich auf nichts zurückführen lassen, und die Ihnen notwendigerweise eine Folge unzusammenhängender Phänomene darbieten. Öffnen Sie einige Leichen und Sie werden alsbald sehen können, wie sich die Dunkelheit auflöst, welche niemals die alleinige Betrachtung vertreiben konnte.”¹

Xavier Bichat

3. Xavier Bichat - Der morphologische Lokalismus der pathologischen Anatomie

Als einer der Väter der neuen französischen Experimentalphysiologie gilt Xavier Bichat. Umstritten oder fraglich ist aber, in welcher Weise er der Physiologie Magendies den Weg bereitete. Während einige Wissenschaftshistoriker geltend machen, daß Magendie lediglich die experimentalphysiologischen Ansätze Bichats fortgeführt und verselbständigt habe, sehe ich erhebliche Differenzen zwischen dem pathologisch-anatomischen und dem funktionell-physiologischen Forschungsprogramm. Dies soll das folgende Kapitel zeigen. Dabei möchte ich einerseits herausarbeiten, welche methodologischen Vorbedingungen aus der pathologischen Anatomie für die Entstehung des Forschungsprogramms von Magendie mitbestimmend waren. Es wird insbesondere zu untersuchen sein, welche experimentellen Ansatzpunkte die pathologischen Arbeiten Bichats für physiologische Problemstellungen lieferten. Darüber hinaus ist auch zu fragen, inwieweit Magendies physiologischer Funktionsbegriff auf Konzeptionen aus den “pathophysiologischen“² Experimentalarbeiten Bichats beruhte. Eine besondere Beachtung erfährt dabei die lokalisatorische Perspektive der pathologischen Sektion für den isolatorischen Ansatz des vivisektorischen Experiments. Andererseits sollen in diesem Kapitel die Grenzen des pathologisch-anatomischen Ansatzes aufgezeigt werden. Dies gilt nicht nur für den morphologischen Blick auf die Lebensphänomene, den Bichats Pathologie eröffnete, sondern auch für die vitalistische Grundhaltung in seiner Konzeption, welche einer einfachen Übertragung ins physiologische Labor entgegentand. Mit anderen Worten soll auch in diesem Kapitel wie zuvor für die

1 X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 50f. [Übers. F. S.].

2 Wie Tuchman feststellt, wurde der Begriff ‘pathologische Physiologie’ vom französischen Anatomen Baron Antoine Portal (1742-1832) inauguriert. Während Bichat zwar pathophysiologisch experimentierte, scheint er selbst den Begriff nicht verwendet zu haben. Demgegenüber machte Magendie den Gebrauch pathophysiologischer Experimente explizit, als er 1822 an den Titel seines *Journal de physiologie expérimentale* noch ein *et pathologique* hinzufügte. Vgl. A. Tuchman (1993), S. 63f.

vergleichende Anatomie das heuristische Potential eruiert werden, das die Bichatsche Anatomie der Experimentalphysiologie bieten konnte.

ABBILDUNG 6: *François Xavier Bichat (ca. 1800). Aus: E. Haigh (1988), o. P.*



Meine Argumentation möchte ich nun in vier Schritten entfalten. Zunächst soll im ersten Abschnitt der Verankerung der Pathologie Bichats in der *medical community* von Paris zu Beginn des 19. Jahrhunderts nachgegangen werden. Ich konzentriere mich hierbei auf Bichats Mitgliedschaften in einzelnen nachrevolutionären medizinischen Gesellschaften sowie seine Werke zur pathologisch-anatomischen Gewebslehre. Das Verhältnis des klinischen zum “pathogenetischen” Blick charakterisiert dabei die methodologische Orientierung beziehungsweise den morphologischen Lokalismus des gewebspathologischen Forschungsprogramms, welche im zweiten Abschnitt dargestellt werden. Vor diesem Hintergrund läßt sich dann die unterschiedliche Zielsetzung von Bichat und Magendie genauer fassen.³ Hierzu ist es allerdings unumgänglich, etwas ausführlicher auf die systematische Struktur der Gewebslehre und ihre theoretischen Grundannahmen einzugehen. Erst eine genauere Betrachtung der gewebspathologischen Elementaranalyse Bichats kann nämlich die Einbindung und Verankerung seiner Physiologie aufzeigen.

Im dritten Abschnitt steht daher Bichats Auffassung von der morphologischen Individualität einzelner Körperteile und -organe im Mittelpunkt. Seine Vorstellung der “organischen

3 Vgl. auch J. Lesch (1984), J. Pickstone (1981), und W. Albury (1977).

Apparate“ konzeptualisierte eine Eins-zu-eins-Relation zwischen der morphologischen Struktur und der physiologischen Funktion, von der sich Magendie später entscheidend absetzen sollte. Dies gilt insbesondere für die vitalistischen Annahmen, welche Bichat mit seiner Formulierung “organischer Apparate” verband [vgl. auch Abs. 3. 3. a)].

Diese Differenz läßt sich im vierten Abschnitt am Beispiel der von Bichat durchgeführten pathophysiologischen Experimente angemessen konkretisieren.⁴ Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei der epistemischen Rolle des Experiments für die Produktion pathologischer Erkenntnisse, die einen der entscheidenden Unterschiede zu Magendie darstellt. Mit diesen vier Schritten möchte ich nicht nur die methodologische Orientierung in der Gewebslehre von Bichat aufzeigen, sondern auch ihre heuristischen Anknüpfungspunkte herausarbeiten. In gewisser Weise ist damit auch der argumentative Rahmen skizziert und abgesteckt, welcher in den folgenden Kapiteln aufzugreifen sein wird.

3. 1. Xavier Bichat und sein Einfluß auf die französische Medizin

a) Medizinische Sozialisation

Marie-François Xavier Bichat wurde am 14. November 1771 in Thoirette im Jura als Sohn des Hausarztes Jean-Baptiste Bichat geboren (Abb. 6, S. 62). Sein Vater hatte das Studium an der *Faculté de Médecine* in Montpellier, insbesondere bei dem Mediziner und Physiologen Barthez, abgeschlossen und praktizierte in Poncin-en-Buguey in Südfrankreich.⁵ Schon in seinem Elternhaus dürfte Xavier Bichat die Ansichten der Schule von Montpellier kennengelernt haben, die seine wissenschaftlichen Arbeiten später nachhaltig beeinflussten. Nach dem Besuch des jesuitischen *Collège de Nantua*, wo er Geisteswissenschaften und Rhetorik studierte, begann Bichat 1791 mit einem Philosophiestudium am *Séminaire Saint-Irénée* in Lyon. Auf Betreiben seines Vaters wechselte er aber 1791 zu Medizin und erhielt seine weitere Ausbildung überwiegend als Praktikant bei älteren Klinikern. So wurde Bichat Schüler von Marc-Antoine Petit (1760-1840), bei dem er Anatomie und Chirurgie erlernte. Dienstverpflichtet, arbeitete er von 1792 bis 1793 in der Feldchirurgie des Royalistenheers bei Lyon. 1794 empfahl ihn Petit zum weiteren Studium bei Pierre J. Desault (1738-1795) nach Paris.

Bichat erreichte die französische Hauptstadt im Klima der nachrevolutionären Jahre, als Louis XVI (1754-1793) gerade zum Tode verurteilt und guillotiniert wurde. Das Direktorium (*le Directoire*) übernahm gemeinsam mit dem Militär die Macht und die von Napoléon Bonaparte dominierten Konsulen ernannten diesen 1799 zum Alleinherrscher (*consul à vie*).⁶ Als Bichat in Paris ankam, waren gleichfalls die Institutionen des *Ancien Régime* aufgelöst worden und neue Bildungsinstitutionen und Wissenschaftsgesellschaften erst im Entstehen.⁷ Diese Situation stellte für ihn eine besondere Chance dar, weil die jahrhundertlange Trennung zwischen Medizin und Chirurgie mit den neu formierten medizinischen Institutionen beendet

4 Seine experimentellen Arbeiten zählten in Frankreich sowohl von Umfang als auch Bedeutung her zu den wichtigsten dieser Zeit. Für diese Einschätzung siehe etwa G. Cuvier (1810), S. 240.

5 Vgl. C.-R. Prüll (1995), N. Dobo/A. Role (1989), S. 211-222, R. Maulitz (1987), S. 9f., E. Haigh (1984), S. 2f., und dies. (1975), S. 77, G. Canguilhem (1970), sowie P. Diepgen (1960), S. 22-24.

6 Siehe B. Jenkins (1990), S. 27-42.

7 Vgl. D. Tower (1994), S. 3f. und 55-58, M. Ramsey (1988), S. 71-107, R. Maulitz (1987), S. 9f., J. Lesch (1984), S. 31-49, E. Haigh (1984), S. 4f., sowie R. Fox (1980).

und die medizinische Ausbildung und Praxis in den Kliniken fest verankert wurde.⁸ Nachdem Bichat in den chirurgischen Demonstrationen Desaults durch seinen Fleiß und seine anatomischen Kenntnisse aufgefallen war, avancierte er zum engen Mitarbeiter an der chirurgischen Klinik des *Hôtel-Dieu*.⁹ Dort bekam er eine für die Zeit sehr fundierte chirurgisch-praktische Ausbildung und war für die etwa 400 Patienten der Klinik Desaults mitverantwortlich. Dieser gab tägliche Anatomie-Demonstrationen für die etwa 300 Studenten an der Fakultät, in die er Bichat miteinband.¹⁰

Nach Desaults Tod gab Bichat 1797 seine Arbeiten als *Chirurgische Werke Desaults oder Skizze seiner Lehre und Praxis zur Behandlung äußerer Erkrankungen* wie auch das *Journal de chirurgie* heraus.¹¹ Daneben führte Bichat mehrere private Anatomiekurse am *Collège de Liseaux* durch, die teilweise auch aus experimentalphysiologischen Demonstrationen bestanden. Solche privaten medizinischen Kurse existierten zu dieser Zeit häufig neben dem regulären Unterricht an der Fakultät, sahen sich aber vielfältigen Problemen gegenüber. So standen der *École de Médecine* etwa 500 Leichen pro Jahr aus dem Krankengut der Klinik für die Anatomieausbildung des chirurgischen Pathologiekurses zur Verfügung.¹² Demgegenüber hatten die privaten Kurse Probleme mit der Leichenbeschaffung. Wie die anderen Kursdozenten war auch Bichat darauf angewiesen, nachts in Friedhöfe einzudringen und Leichen zu exhumieren. Erst im Jahre 1798 erhielten diese privaten Kurse einen legalen Zugang zu ihrem Unterrichtsmaterial.¹³

1796 gründete Bichat mit Henri-Marie Husson (1772-1853) und Guillaume Dupuytren (1777-1835) die *Société Médicale d'Émulation*¹⁴, die bald auch von Jean-Nicolas Corvisart (1755-1821) und Cabanis unterstützt wurde.¹⁵ Hier stellte Bichat mehrere seiner Arbeiten vor, neben drei chirurgischen, drei weitere Abhandlungen, die sich mit anatomischen und pathophysiologischen Problemen auseinandersetzten. Bereits zu diesem Zeitpunkt machte er seine Konzeption der zwei Leben, des 'animalen' und des 'organischen', bekannt [vgl. Abs. 3. 3. b)]. Diese Arbeiten zählten sogar zu den wissenschaftlich bedeutungsvollsten, welche im

8 Siehe E. Ackerknecht (1967). Einleitung, S. XI f., und Kap. *Surgery*, S. 141-148.

9 Vgl. Maingault in X. Bichat (1818-21), Bd. I. Historisches Vorwort, S. III.

10 Siehe E. Haigh (1984), S. 8., und Maingault, ebenda, S. IV.

11 P. Desault: *Oeuvres chirurgicales de Desault, ou tableau de sa doctrine et de sa pratique dans le traitement des maladies externes*, Paris 1797.

12 Vgl. R. Maulitz (1987), S. 40-42, sowie O. Temkin (1951).

13 Siehe R. Maulitz, ebenda, S. 11 f., E. Haigh (1984), S. 9, wie auch G. Canguilhem (1970), S. 122.

14 In dieser medizinischen Gesellschaft hatte auch Magendie ab 1809 seinen ersten Sitz inne, bevor er 1813 in die bedeutendere *Société philomatique* eintrat und an das *Collège de France* ging. Weitere Mitglieder der Gesellschaft waren Joseph-François Bourdier (de la Moulière, 1764-1819), Jean-Louis Alibert (1768-1837), Michel-Augustin Thouret (1749-1810) und André-Marie-Constant Duméril (1774-1860). Sie gehörten zur *crème* der Pariser Kliniker, medizinischen Lehrer und Wissenschaftler der Zeit. Siehe auch J. Lesch (1984), S. 55, sowie E. Haigh (1984), S. 9f. Als Magendie in der *Société Médicale* Mitglied wurde, waren noch viele der Gründungsmitglieder aktiv. Auch Bichats Ideen besaßen hier weiterhin einen hohen Stellenwert. Siehe J. M. D. Olmsted (1944), S. 19-34 und 55f.

15 Cabanis Einfluß auf die *medical community* der Zeit blieb nicht auf seine Mitgliedschaft in dieser Gesellschaft beschränkt. Seine Werke wurden noch gegen Ende des 18. Jahrhunderts in Frankreich weit rezipiert, obschon er zur Zeit des *Terreur* selbst verfolgt und aus Napoléons Beraterkreis ausgeschlossen wurde. Nachdem sein Hauptwerk, der *Rapport du physique et du moral de l'homme*, 1802 in Paris zum ersten Mal erschien, ging es bis 1844 durch acht Auflagen. Dabei zeigen die Arbeiten von Broussais, Esquirol (1772-1840) und Léon Rostan (1790-1866), daß sie alle mit Cabanis Werk vertraut waren. Es fand ihre Zustimmung ebenso wie später die Magendies und Bernards, die vielfach auf ihn Bezug nahmen. Siehe hierzu V. Hess (1993), S. 66f., S. Moravia (1989), insbesondere S. 40-63, M. Staum (1980), S. 4f. und 150, sowie G. Rosen (1946).

Organ der *Société*, dem *Bulletin de la Société Médicale d'Émulation*, publiziert wurden. Im Jahr 1798 erschien die richtungweisende Arbeit *Über die Gewebe und ihren allgemeinen Beitrag für die Organisation*¹⁶, die als wichtige Vorarbeit zu seinen anatomischen Hauptwerken, der vierbändigen *Allgemeinen Anatomie, angewandt auf die Physiologie und Arzneywissenschaft*¹⁷ von 1799 und der *Allgemeinen Abhandlung über die Gewebe und über verschiedene Gewebe im besonderen*¹⁸ von 1800 gesehen werden kann [vgl. Abs. 3. 3. a)].

In seiner kurzen wissenschaftlichen Karriere absolvierte Bichat ein beachtliches Arbeitspensum. Man muß annehmen, daß er in dieser Zeit inmitten seiner anatomischen Präparate und Gewebeproben beziehungsweise ihren Abfällen lebte. Sein Praktikant Chaudé beschrieb etwa, daß es schwierig war, die Teile auf Bichats Labortisch hinsichtlich Mittagessen und Experiment voneinander zu unterscheiden. Das Manuskript zur *Anatomie générale* sei deshalb auch auf jedem Zettel Papier entstanden, dessen Bichat in diesem Durcheinander habhaft werden konnte. Hierdurch lassen sich möglicherweise auch manche Argumentationsbrüche in Magendies Arbeit erklären.¹⁹ In dieser Phase erschienen als drittes großes Werk die *Physiologischen Untersuchungen über das Leben und den Tod*²⁰. Zwar wurde Bichat 1799 schließlich zu einem Mitglied der *Société de Santé* und ab 1800 Sekretär der *Société de l'École de Médecine de Paris*. Aber erst 1801 konnte er eine öffentliche Stelle als *Médecin expectant* am *Hôtel-Dieu* antreten. Diese lag jedoch weit unter seinen Qualifikationen, nach denen er eigentlich den Titel eines *Médecin surnuméraire* hätte erwarten dürfen.²¹ Bis zu seinem frühen Tod verfolgte Bichat dort sein Programm der Gewebspathologie weiter.²² Tag und Nacht seziierte er, um tatsächlich Licht in die "Dunkelheit" der Krankheitsprozesse und Ordnung in das "Durcheinander von Symptomen" zu bringen.²³ So wird berichtet, daß er in seinem letzten Pathologiekurs am *Hôtel-Dieu*, im Winter 1801-02, allein 600 Sektionen durchführte und sogar eine gewisse Zeit im Sektionssaal (*l'amphithéâtre*) wohnte und schlief. Dieser diente ihm zeitgleich als Mazerationslaboratorium, in dem er sogar im Sommer trotz großer Hitze pathologisch-anatomische Untersuchungen betrieb.²⁴ Aus heutiger Sicht sind diese Arbeitsbedingungen kaum vorstellbar. Selbst motivierteste Studenten fielen reihenweise an den Präparationstischen um. Bichat starb am 22. Juni 1802 selbst an den Folgen einer Wundinfektion, die er sich beim Sezieren zugezogen hatte.

16 X. Bichat: *Sur les membranes et leurs rapports généraux d'organisation*, Paris 1798.

17 X. Bichat: *Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine*, Paris 1799. Dieses Werk wurde erstmalig in der deutschen Übersetzung durch C. H. Pfaff in Leipzig 1803 veröffentlicht.

18 X. Bichat: *Traité des membranes en général et diverses membranes en particulier*, Paris 1800.

19 Vgl. etwa E. Haigh (1984), S. 10.

20 X. Bichat: *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*. Paris 1800. Die deutsche Übersetzung von R. Boehm erschien 1912 in Leipzig.

21 Ein solcher "überzähliger Arzt", ein Begriff der heute nicht mehr existiert, war nicht im allgemeinen Stellenplan der Fakultät aufgeführt. Dennoch wurden diese Ärzte hierarchisch wie Stations- (*médecins-chefs*) und Poliklinikärzte (*médecins consultants*) auf Planstellen eingruppiert und entsprechend entlohnt. Der *médecin expectant*, also der Arzt in Anwartschaft auf eine volle Stelle, konnte sich jedoch seiner wissenschaftlichen Karriere an der Fakultät nicht sicher sein und wurde auch schlechter bezahlt.

22 Vgl. E. Haigh (1984), S. 12f., J. Schiller (1978), S. 61, E. Ackerknecht (1967), S. 51, und P. Diepgen (1960), S. 23.

23 X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 50f. [vgl. Anm. 1].

24 So Maingault in X. Bichat (1818-21), Bd. 1. Historische Einleitung, S. XI.

b) Die "neue Landschaft der Krankheiten"

Die Bedeutung Bichats für die medizinischen Wissenschaften des beginnenden 19. Jahrhunderts läßt sich kaum aus der institutionellen Entwicklung der Zeit allein erklären. Ein entscheidendes Moment lag auch in der Systematisierung und Neubegründung der Gewebspathologie, die schon früh eine breite Rezeption fand. So stehen Bichats Arbeiten im größeren Kontext der veränderten medizinischen Landschaft beziehungsweise der Reorganisation der akademischen Medizin und klinischen Ausbildung. Viele der Professoren aus der Pariser *Société de l'école de médecine* waren Kliniker mit wissenschaftlichen Interessen.²⁵ Schon vor Bichats pathologisch-anatomischen Kursen boten die Chirurgen François Chopart (1743-1795) und Pierre François Percy (1754-1825) einen chirurgisch-pathologischen Kurs an, der neben der Vermittlung von Operationstechniken auch dem anatomischen Sitz der Krankheiten galt.²⁶ Solche Kurse in pathologischer Anatomie gewannen schnell allgemeine Attraktivität und wurden nach und nach verpflichtend ins *curriculum* der Fakultät aufgenommen. Viele ausländische Studenten, vor allem aus Großbritannien und den Deutschen Ländern, zogen gerade deshalb in die französische Hauptstadt.²⁷

Bichats pathologisch-anatomische Konzeption stand auch für die zunehmende Resonanz, die solidarpathologische Auffassungen seit dem 17. Jahrhundert fanden.²⁸ Als Beispiel kann die Feststellung des überzeugten Iatromechanikers und Naturalisten Claude Perrault (1613-1688) gelten, nach der "für jedes Organ die entsprechende Funktion" und *vice versa* "für jede Funktion ihr dazugehöriges Organ" gefunden werden müsse.²⁹

Im nachrevolutionären Paris ging die solidarpathologische Auffassung zusätzlich in eine Reform der medizinischen Ausbildung sowie die Aufhebung der Trennung von Chirurgie und Medizin ein.³⁰ Sie kam beispielsweise in Instrumenten wie dem Hörrohr oder *Stethoskop* zum Tragen, das wie kaum ein anderes medizinisches Gerät der Zeit die neue lokalisatorische Krankheitsauffassung materialisierte.³¹ Kurz gesagt: Bichats pathologisch-anatomische Konzeption lieferte der medizinischen Klinik eine theoretische Begründung für das funktionelle Zusammenwirken der Organe und die Lokalisierbarkeit der Lebensfunktionen. So gingen Kliniker wie Théophile R. H. Laënnec (1781-1826), Pierre-Adolphe Piorry (1794-1879) und Jean-Baptiste Bouillaud (1796-1881) von der direkten Zuschreibung von Körperfunktionen zu Einzelorganen aus.³² Wie Bouillaud, betrachten sie die Vorstellung von physiologischen Funktionen ohne Organe als "handgreiflichen Unsinn".³³

Obwohl Bichats Vorstellungen über den anatomischen Sitz der Krankheiten schnell in die Pariser *medical community* Eingang fanden und in Vorträgen und Vorlesungen an der Fakultät

25 Siehe R. Maulitz (1987), S. 58.

26 Ebenda, S. 40-42.

27 Ebenda, S. 60-82 und 134-160, sowie Ackerknecht (1967), insbesondere *Foreign Students and Doctors*, S. 191-196.

28 Der Entwicklung des pathologischen Lokalismus Ende des 17. und zu Beginn des 18. Jahrhunderts gingen insbesondere die organpathologischen Untersuchungen Morgagnis in Italien voraus. Dessen Sektionen verknüpften die klinischen Befunde mit den Strukturveränderungen der Organe. Vgl. R. Rullière (1992), S. 1098-1100, und H. von Staden (1992).

29 Aus Perraults Vortrag von 1667 vor der Königlichen Akademie der Wissenschaften; zitiert nach J. Schiller (1967), S. 26.

30 Vgl. M. Foucault (1996b), insbesondere S. 137-185, M. Gross (1979), S. 231-238, und E. Ackerknecht (1967), S. 141-148.

31 Siehe beispielsweise J. Lachmund (1992).

32 Vgl. P. Astruc (1995), S. 573-578.

33 Siehe auch J. Schiller (1968), S. 73f.

rezipiert wurden, gingen sie nicht in routinemäßige Sektionspraktiken an den städtischen Krankenhäusern über.³⁴ Dennoch ergaben sich eine Vielzahl von Wechselwirkungen, durch die der pathologische Lokalismus mit der klinischen Diagnostik verbunden wurde. Es entstand eine neue "Landschaft der Krankheiten" (*landscape of disease*),³⁵ in der der Sitz pathologischer Prozesse in bestimmten Körperteilen verortet wurde und somit das *solidum* die Hauptrolle im Krankheitsprozeß spielte.³⁶ Hierdurch wurde gleichzeitig mit der humoralpathologischen Krankheitskonzeption gebrochen.³⁷ Über Autopsie und pathophysiologischen Versuch standen die Ansichten der pathologischen Anatomie somit in sehr enger Beziehung zur entstehenden Experimentalphysiologie und stellten Versatzstücke dar, die der Integration in die Experimentalaufbauten, physiologischen Fragestellungen und Konzeptionen zur Verfügung standen.³⁸

3. 2. Das pathologisch-anatomische Forschungsprogramm

a) Bichats Definition des Lebens

Bichats pathogenetischer Blick ist tief in den klinischen Problemstellungen seiner Zeit verwurzelt und Element seiner chirurgisch-medizinischen Sozialisation.³⁹ Vereinfachend kann man sagen, daß Bichat von einem statischen beziehungsweise morphologischen Interesse ausging, um Fragen nach den pathologischen Veränderungen der Körperteile zu beantworten. Er interessierte sich zwar auch für die durch Krankheitsprozesse gestörten Lebensphänomene, aber seine Untersuchungen nahmen ihren Anfang nicht primär von den physiologischen Körperprozessen. Zentral war vielmehr die Differenz des toten und lebendigen Körpers, die sich in Bichats Definition des 'Lebens' niederschlug. Unter dem Rückgriff auf die Gesamtheit der Funktionen begriff Bichat das Leben in Abhängigkeit vom durch den Tod bedrohten Körper:

"Das Leben ist die Gesamtheit der Funktionen, die dem Tod widerstehen."⁴⁰

Diese Definition ist inzwischen ein *locus classicus* der Medizingeschichte;⁴¹ sie blieb jedoch zu seiner Zeit nicht unwidersprochen. So kritisierte etwa Mathieu-François Buisson (1776-1804), Bichats Cousin, daß sie rein negativ sei und dem Tod einen positiven Charakter zuschreibe, obwohl dieser vielmehr das Ende der Lebensvorgänge darstelle.⁴² Denn der spezifische Charakter des Lebens manifestiere sich in der von den Einzelgeweben geleisteten Erhaltung der Körpervorgänge.

34 Vgl. etwa R. Maulitz (1987), S. 61, S. Moravia (1972) sowie E. Ackerknecht (1967), vor allem S. 61-100. Dies gilt auch für Deutschland so F. Lüder (2000).

35 Siehe R. Maulitz, ebenda, S. 225-229.

36 [Vgl. Anm. 28].

37 Vgl. auch K. Rothsuh (1978), S. 377.

38 Siehe W. Coleman (1985), S. 49-70, sowie J. Lesch (1984), S. 80-82.

39 Es ist ein gängiger Topos der Wissenschaftsgeschichtsschreibung, daß die labortechnische Praxis sowohl von der institutionellen Verankerung als auch vom Verlauf wissenschaftlicher Karrieren abhängig ist. Vgl. T. Lenoir (1992) und B. Latour (1987).

40 (*La vie est l'ensemble des fonctions qui résiste la mort*) X. Bichat (1822). Einleitung, S. I [Übers. F. S.]. Siehe auch C. Bernard (1890), S. 164-167.

41 Vgl. P. Entralgo (1948), S. 54.

42 Mathieu-François Buisson (1776-1804) war *provost* der Pariser Medizinalverwaltung und in dieser Eigenschaft für die Erteilung der Approbationen (*aggrégations*) zuständig. Siehe M.-F. Buisson (1802). Einleitung, S. VII-XXVIII.

Bichat umriß mit dieser Definition eindrucksvoll eine der Kernannahmen seines pathologisch-anatomischen Forschungsprogramms. So galt sein Forschungsinteresse nämlich primär, vergleichbar mit dem eines forensischen Mediziners,⁴³ den spezifischen Ursachen, die zum "Todeseintritt" bei Versuchstier und Mensch führen.⁴⁴ Der Tod stellte für ihn sozusagen das größtanzunehmende pathologische Ereignis dar. Die Analyse des Sterbevorgangs, im Sinne eines *decursus morbi*, und der Bedingungen des Todeseintritts des lebendigen Körpers geschah sozusagen mit dem Blick eines "in Zeitscheiben schneidenden Stroboskops".⁴⁵ Dabei wurde der Sterbeprozess der Versuchstiere in graduelle Zeitetappen zerlegt und das temporäre Wechselspiel bestimmter pathophysiologischer Funktionsgrößen untersucht sowie relational erklärt.⁴⁶ Auch die Krankheiten des menschlichen Körpers verstand er als Vorstadien des eintretenden Todes. Das ist sicherlich auch darauf zurückzuführen, daß Bichat meist gravierende Krankheitsbilder wie die *Paralyse* (als Zustand nach Apoplexie, Querschnitt, Amyotropher Lateralsklerose oder muskulären Erkrankungen) in seinen Lehrbüchern besprach, die zu dieser Zeit in langwähigem Siechtum zum Tod führten.

Bichats Ansatz war somit in erster Linie auf den toten Körper gerichtet. Die pathologischen Prozesse und Zwischenschritte konvergierten in diesem "letal Punkt". Erst in einem zweiten Schritt ergab sich aus seinen Untersuchungen auch eine Sicht auf die Bedingtheit der Körperfunktionen durch normale und pathologische Gewebeprozesse.⁴⁷

b) *Physiologie aus pathologisch-anatomischer Perspektive*

Das Bild des lebendigen Organismus, das sich Bichat im Rahmen seiner pathophysiologischen Konzeptionen und Experimente darbot, kann als ein anatomisch-strukturelles gesehen werden. Metaphorisch gesprochen glich es einem nicht mehr funktionsfähigen mechanischen Uhrwerk, dem eine Feder "abhandengekommen" war. Somit untersuchte er die einzelnen Stadien, die der Körper durchläuft, bevor pathologische Prozesse seinen Tod bedingen. Gleich klinischen Kasuistiken und folgender *post-mortem*-Analyse wollte Bichat mit eigenen Experimenten die Vorgänge des Organismus nach und nach, beispielsweise durch manipulative Ligaturexperimente an Hundekarotiden, "zur Ruhe" bringen und einen "akzidentellen" (Hirn-) Tod simulieren [vgl. Abs. 3. 4. a)]. Zwar beobachtete, beschrieb und analysierte er auch die einzelnen Vorstadien des Sterbeprozesses, dennoch war Bichats wesentlicher Untersuchungsgegenstand letztlich der Leichenkörper, an dem sämtliche Lebensprozesse zum Stillstand kamen. Jetzt ließen sich die morphologischen Strukturen autoptisch inspizieren, ihre Form begutachten und ihre Relationen untersuchen. So konnten sie mit denen gesunder Körper verglichen und Rückschlüsse auf die zuvor beobachteten Lebensphänomene gezogen werden.

Durch diese Verfahrensweise ähnelte Bichats Ansatz noch der Cartesischen Iatromechanik. Die pathologische Perspektive eröffnete ihm zwar die Möglichkeit einer Rekonstruktion des Zusammenspiels der normalen Lebenstätigkeiten, seine physiologischen Hypothesen blieben

43 Vgl. beispielsweise B. Forster/D. Ropohl (1989), insbesondere *Intermediäres Leben, Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung*, S. 7-27.

44 Siehe E. Williams (1994), S. 96f.

45 Vgl. auch J. Crary (1996), S. 85-87, für den Bichat eine neue "skopische Ordnung" etabliert. Sie habe den Tod in einen fragmentarischen Prozeß umgewandelt, so wie er auch den Gesamtkörper in diskrete Systeme aufteilte.

46 Siehe besonders Bichats Darstellung von der "Verkettung der Erscheinungen des allgemeinen Todes" in ders. (1800), S. 128-130.

47 Vgl. N. Dobo/A. Role (1989), S. 267.

hierbei aber oft spekulativ. Dies zeigen beispielsweise die Ausführungen über die Funktionsweise des Gehirns, wie er sie in traditionell iatromechanischen Begriffen beschrieb.⁴⁸ So seien die Funktionen des Gehirns durch dessen Fähigkeit gekennzeichnet, sich wie eine mechanische Pumpe ausdehnen und zusammenziehen zu können:

“Wenn man bei den oben erwähnten Versuchen nach Entfernung eines Teiles des Schädels den Blutumlauf in allen zum Kopfe führenden Gefäßen unterbricht, sieht man alsbald die Hirnbewegungen aufhören und das Leben erlöschen. Die allgemeine Erschütterung durch den Zustrom des Blutes zum Gehirn ist daher eine wesentliche Bedingung für seine Tätigkeit...”⁴⁹

Diese experimentelle Beobachtung zeigt, daß Bichat physiologische Vorgänge des Körpers oft in mechanischen Kategorien auffaßte. Trotz einer solchen Nähe zu den iatromechanischen Traditionen des 18. Jahrhunderts machte es jedoch nach der Bichatschen Konzeption - wieder metaphorisch gesprochen - einen immensen funktionellen Unterschied, an welcher “Stelle im Uhrwerk” des Organismus eine “Feder” verlorengangen war, beziehungsweise wie Bichat die funktionellen Untereinheiten des Körpers untersuchte, die er in Verbindung zu bestimmten Lebensphänomenen sah.

c) Die “Physiologie des kranken Organismus”

Gerade die Hypothesen und experimentellen Versuche zur pathologischen Physiologie ergaben vielfältige Anknüpfungspunkte für die entstehende Experimentalphysiologie.⁵⁰ So übernahm Magendie einzelne physiologische Fragenkomplexe aus Bichats pathophysiologischen Arbeiten und integrierte sie in sein Forschungsprogramm.⁵¹ Das betrifft etwa Bichats Untersuchungen zur Lokalisation und zum Mechanismus der Nahrungsmittel- oder der Sauerstoffaufnahme ins Blut.⁵²

Hinsichtlich der physiologischen Untersuchung des kranken Körpers war Bichat sogar den frühen Experimentalphysiologen einen “Schritt voraus”, auch wenn dieser Forschungsansatz nicht das zentrale Anliegen seines Programms bildete. So blieben seine Auffassungen von den funktionellen Implikationen der Gewebslehre immer an Bichats pathogenetisches Gesamtinteresse gebunden. Die spezifisch lokalisierbaren ‘Läsionen’ morphologischer Gewebe sollten untersucht werden, um die Entstehung der Krankheiten des Körpers näher aufklären zu können. Diese pathogenetische Ausrichtung charakterisierte Bernard sehr treffend:

“Die Krankheit selbst stellte [für Bichat] nur eine Abweichung der Lebenseigenschaften dar und war notwendigerweise mit den Veränderungen bestimmter Gewebe verbunden.”⁵³

Dennoch, was scheint für Magendie nähergelegen zu haben, als sich zur Demonstration und Propagierung der besonderen medizinisch-klinischen Relevanz seiner Laborforschung (als *sciences médicales*) auf Bichats “System” des pathologischen Lokalismus zu berufen?⁵⁴ Schließlich beschränkte sich Magendies Position nicht allein auf die Frage nach nötigen Anpassungen klinischer Verhaltensmaßnahmen an physiologische Funktionsgrößen.⁵⁵

48 Siehe T. Hall (1969), Bd. 2, S. 243-245.

49 X. Bichat (1800), S. 6f.

50 Vgl. E. Haigh (1984), S. 137.

51 Siehe auch W. Albury (1977), S. 50-58.

52 Vgl. beispielsweise X. Bichat (1822), S. 129-141.

53 C. Bernard (1856), S. 5.

54 Für eine ähnliche Einschätzung siehe E. Williams (1994), S. 97f.

55 Dies stellt beispielsweise die Sichtweise der heutigen Intensivmedizin dar, welche die physiologischen Malfunktionen aufheben und deren “Normalzustand” beziehungsweise “Grundfunktionen” wiederherstellen

Vielmehr fragte er nach den zugrundeliegenden Ursachen, die sowohl für die normale Funktion als auch für die pathologische Dysfunktion entscheidend sind. Die Bichatsche Pathologie geriet damit für Magendie - in seinen eigenen Worten - zu einer "Physiologie des kranken Organismus".⁵⁶

d) Ausbildung des Programms

Folgt man der chronologischen Entwicklung der Bichatschen Arbeiten und der Ausdifferenzierung seines forschungspraktischen Ansatzes, so läßt sich die pathologische Anatomie als dynamisches Forschungsprogramm charakterisieren [vgl. auch Abs. 6. 2.]. 1798 stellte er mit der *Dissertation über die Gewebemembranen*⁵⁷, sowie 1800 mit der *Allgemeinen Abhandlung über die Gewebe und über verschiedene Gewebe im besonderen*, die allgemeine Bedeutung der Gewebe für den Bau und die Organisation des menschlichen Körpers heraus. In diesen Arbeiten war bereits sein Klassifikationsinteresse zu erkennen, das sich in der methodologisch zentralen Unterscheidung des Lebens in ein 'organisches und 'animalisches' manifestierte [vgl. Abs. 3. 3. b)]. Sie diente ihm als heuristische Orientierung sowie als Hilfsargument für die Klassifikation der Lebenseigenschaften, bei der die klinische Phänomenologie auf der Lehre von den Läsionen (*lésions*) einheitlicher Gewebetypen (*tissus*) begründet wurde.

In seinen *Abhandlungen über die beschreibende Anatomie*⁵⁸ von 1801-1803 systematisierte Bichat schließlich die pathologisch untersuchten Gewebe als Grundeinheiten des klinischen Geschehens [siehe Abs. 3. 2. e)] und baute darauf sein hierarchisch gegliedertes Argumentationsschema auf:

"Wenn man die Funktionen behandelt, so muß man immer zu den [Gewebs-] Eigenschaften zurückkehren. Auch im Krankheitszustand sind sämtliche [Lebens-] Phänomene, die auf eine funktionelle Störung [*un trouble dans ces fonctions*] verweisen, Ausdruck einer Läsion dieser [Gewebs-] Eigenschaften."⁵⁹

Bichat betrachtete folglich die Funktionen als epiphänomenale, also flüchtige Erscheinungen, die keine eigene Existenzberechtigung besäßen.⁶⁰ Seine Auffassung folgte somit weitgehend der traditionellen Konzeption der *anatomia animata*, die den Körper als maschinelle Apparatur begriff.⁶¹ Die Hauptaufgabe physiologischer Untersuchungen habe sich darauf zu beschränken, die grundlegenden materiellen Gewebeigenschaften darzustellen, auf die die Lebensphänomene anschließend rückgeführt werden sollten.⁶²

Dieser für Bichat "natürliche Gang" anatomisch-physiologischer Studien verlief entgegengesetzt zu dem der funktionellen Anatomen, allen voran den Untersuchungen Vicq d'Azyrs.⁶³ Zuerst sollten die morphologischen Strukturen genau beobachtet, anschließend detailgetreu beschrieben und letztlich nach Arten, Spezies, Genus, Ordnungen und Klassen der

will. Vgl. beispielsweise den Abschnitt zur intensivmedizinischen Behandlung des Schockgeschehens in F.-J. Kretz/J. Schäffer/K. Eylich (1996), S. 364-72.

56 F. Magendie zitiert nach M. D. Grmek (1974), S. 9.

57 X. Bichat: *Dissertation sur les membranes*, Paris 1798.

58 X. Bichat: *Traité d'anatomie descriptive*, Paris 1801-03.

59 X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 7 [Übers. F. S.].

60 Vgl. E. Haigh (1984), S. 90, E. Ackerknecht (1967), S. 56, sowie P. Diepgen (1960), S. 22.

61 Für die Bedeutung des Begriffs der "beseelten Maschine" (*anatomia animata*) bei Haller, siehe R. Toellner (1995) und (1971), S. 137-140, F. Duchesneau (1982), S. 230-234, K. Rothsuh (1978), S. 374, 159-161, wie auch P. Entralgo (1948), S. 63f.

62 Vgl. F. Duchesneau (1982), S. 156-170, und R. Toellner (1971), S. 173-182.

63 X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 51f.

Gewebe unterschieden werden. Erst dann könne man mögliche Lebensphänomene aufsuchen, die im Einklang mit den festgestellten morphologischen Strukturen stehen. Aus diesem Grund hielt Bichat in seinem Programm nur jene taxonomische Einteilung der allgemeinen Naturforschung für zulässig, welche auf anatomischen Strukturunterschieden basierte.

e) Anatomische Grundelemente als funktionelle Bausteine

Bichat betrachtete auch die Lebensphänomene oder -tätigkeiten des gesunden Körpers als direkte Folge der normalen Bewegungen der Körpergewebe.⁶⁴ Die Lebensphänomene sollten sich in der "Tiefe" der Gewebe verorten beziehungsweise als Ausdruck ihrer harmonischen Anordnung verstehen lassen. Man kann bei ihm mindestens vier unterschiedliche Verwendungsarten des Gewebskonzepts unterscheiden, welche dem methodologischen Gang seines Forschungsprogramms entsprechen:⁶⁵

- a) als Einheiten der anatomischen Analyse [...] durch die *post-mortem*-Anatomie,
- b) als Lokalisierung derjenigen Eigenschaften, die durch Krankheit und Medikamente auf unterschiedliche Weise verändert werden,
- c) als Sitz der Lebensphänomene, und
- d) als unterschiedliche Derivate, die aus embryonischem Material entstehen.

In seiner Sektionstätigkeit suchte Bichat diese methodologischen Annahmen praktisch umzusetzen, wobei er das Verständnis der Gewebe als morphogenetisches Zielmaterial aussparte.⁶⁶ Zuerst wurden die kleinsten, eben noch beobachtbaren Einzelteile isoliert, anschließend die spezifische Anordnung der Gewebe beschrieben und am Ende die durch Krankheit oder Mißbildung verursachten Veränderungen miteinander verglichen.⁶⁷

Allein durch die gewebsspezifische Läsion wurde für ihn ein Organ überhaupt zum "Sitz" einer Krankheit, während eine Krankheit ohne Lokalisation für ihn sogar eine *contradictio in adiectio* darstellte. Auf der Ebene des Gesamtorgans oder des einzelnen Körperteils komme das Geschehen tieferliegender Gewebseinheiten zum Ausdruck. Bichat führte damit die Krankheiten in direkter Weise auf eine pathologische Veränderung der Gewebe zurück. Beispielsweise war das *Ulcus gastricum* für ihn keineswegs nur eine Erkrankung des Organs - des Magens - sondern eine lokal beschränkte Schädigung der Magenschleimhaut.⁶⁸ Erst in

64 Vgl. etwa X. Bichat (1800), S. 18f.

65 J. Pickstone (1981), S. 121.

66 Embryologische Versuche wurden von Bichat zwar rezipiert, ohne sie jedoch selbst ähnlich den morphogenetischen Ansätzen der deutschen Anatomen durchzuführen und in seine allgemeine Anatomie zu integrieren. So suchte er auch nicht nach einem 'Urgewebe', aus dem die neuen, von ihm isolierten Gewebe hätten hervorgehen können. Gleichwohl wurde diese Vorstellung von anderen französischen Naturforschern wie Saint-Hilaire oder Henri Ducrotay de Blainville (1777-1850) bereits im 18. Jahrhundert diskutiert. Für Bichat bedeutete morphologische Entwicklung (*le développement*) dabei kaum mehr als das Durchlaufen unterschiedlicher Lebensstadien. Siehe X. Bichat (1800), S. 169-199, wie auch J. Schiller (1978), S. 62.

67 Die teratologischen Behinderungen (*les monstruosités* von Saint-Hilaire) sah Bichat seinerseits durch eine "fehlerhafte Ausstattung" unterschiedlicher Gewebe gekennzeichnet. Zur Beschäftigung der Anatomen mit der Entstehung von Mißbildungen und Behinderungen zu Beginn des 19. Jahrhunderts siehe auch J. Moscoso (1995) und G. Canguilhem (1992), S. 171-184.

68 Hieraus leitete Bichat auch seine theoretischen Ansichten zur Pharmakologie ab, Fragen mit denen er sich wohl erst gegen Ende seines Lebens beschäftigte, und die er nicht in einem eigenen Werk ausführte. Vgl. G. Canguilhem (1970), S. 122. In dem Maße, wie sich die Krankheiten in einzelnen Geweben lokalisieren ließen, vertrat er jedoch auch eine spezifische Angriffsmöglichkeit der Therapeutika. So sollten etwa *Emetika* und *Antiemetika* auf die gestörten Bewegungen der Gewebe des Magen-Darm-Trakts wirken, um

einem letzten Schritt zog Bichat aus seinen Befunden hypothetische Rückschlüsse auf die Lebensphänomene des gesunden Körpers:

“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 kennenlernen wollen, dann müssen Sie es unbedingt zergliedern [*décomposer*]. Gleichfalls, wenn Sie nur allgemeine Begriffe der Anatomie erhalten wollen, dann können sie jedes Organ auf vielfältige Weise charakterisieren. Es ist aber absolut notwendig, seine Gewebe zu isolieren, wenn sie den Wunsch haben, seine geheime Struktur mit größter Genauigkeit zu untersuchen.”⁶⁹

Zusammenfassend kann man also feststellen, daß bei Bichat die in der *Anatomie générale* beschriebenen und isolierten morphologischen Grundelemente [vgl. Abs. 3. 3. a)] auch als ‘funktionelle Bausteine’ des Körpers fungieren. Ihr epistemischer Status ergibt sich aus dem forschungspraktischen Kontext der pathologischen Anatomie.

3. 3. Gewebeklassifikation und Lebensphänomene

Bichats Verständnis der physiologischen Körperfunktionen und ihre Konzeptualisierung lassen sich also nur aus dem forschungspraktischen Zusammenhang der pathologischen Anatomie verstehen. Doch das ist nicht der einzige Grund, ausführlicher auf die Systematisierungsversuche Bichats einzugehen. So entsprach seine Differenzierung morphologischer Grundelemente nicht nur der Methodologie des pathologischen Vorgehens, sondern rekurrierte auf vitalistische Grundannahmen, die im Zusammenhang mit der Frage nach dem Funktionsbegriff durchaus von Bedeutung sind. Bichats hierarchische Systematisierung von Gewebs- und Lebenseigenschaften birgt nämlich auch die Vorstellung einer morphologisch gebundenen Funktionalität der Gewebe. Um aber diese für Bichats Pathophysiologie entscheidende Verkopplung von Struktur und Funktion nachvollziehen zu können, ist es notwendig, den systematischen Aufbau seiner Gewebslehre darzustellen. Ihr zentrales Ordnungskriterium war die Unterscheidung ‘animalischer’ und ‘organischer’ Lebenseigenschaften. Die morphologische Klassifikation der Gewebe war für ihn somit zugleich eine funktionale, bei der jede strukturelle Differenzierung der Gewebelemente zu einer spezifischen Lokalisation vitaler Eigenschaften und Phänomene führte. Auf diese Weise wurden bei Bichat die Lebenstätigkeiten oder Körperfunktionen in einer strengen Eins-zu-eins-Relation an homonyme Gewebe geknüpft und ihrer Morphologie eingeschrieben.

a) Bichats gewebspathologisches Forschungsinteresse

Bichats Gewebslehre läßt sich durchaus noch als ein Projekt des 18. Jahrhunderts verstehen. Sie realisierte in ihren taxonomischen Bemühungen eine wesentliche Tendenz der deskriptiven Naturforschung, nämlich die sorgfältig beschriebenen Gegenstände in eine systematische Ordnung zu bringen. Verantwortlich für diese deskriptive und systematische Ausrichtung dürfte Philippe Pinel (1755-1826) gewesen sein.⁷⁰ Dessen nosologischer und lokalisatorischer Ansatz

Obstipationen sowie Durchfälle zu regulieren, indem sie im einen Fall die Bewegungen wieder vermehrten und im anderen verminderten. Siehe etwa X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 11.

69 X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 85 [Übers. F. S.].

70 Siehe M. Foucault (1996b), S. 20, G. Canguilhem (1970), S. 122, E. Ackerknecht (1967), insbesondere *Pinel und Bichat*, S. 47-58, sowie P. Entralgo (1948), S. 57-60.

verband die Lebenstätigkeiten mit anatomischen Strukturelementen.⁷¹ Vor allem in der *Philosophischen Nosographie, oder: die Anwendung der analytischen Methode auf die Heilkunst*⁷² sowie in seinen Medizinkursen aus den Jahren 1795-1822⁷³ ordnete Pinel die Krankheiten nach der morphologischen *texture* ihres "Sitzes" ein. Er ging von der Annahme aus, daß sich die Krankheiten dann "ihrer Ordnung nach" therapieren ließen:

"Was liegt daran, daß die Spinnengewebshaut, das Rippenfell, das Bauchfell in verschiedenen Teilen des Körpers ihren Sitz haben, wenn diese Membranen allgemeine Übereinstimmungen in der Struktur aufweisen? Erleiden sie nicht im Entzündungszustand analoge Läsionen?"⁷⁴

So gesehen läßt sich Bichats Gewebspathologie als eine praktische Anwendung der klinischen Konzeptionen Pinels auffassen.⁷⁵ Auch wenn sein Ansatz einer *texture organique* die Krankheitsphänomene nicht länger im Sinne der traditionellen Organpathologie an die Einzelorgane rückband,⁷⁶ so begriff sie Bichat doch als sichtbare Wirkung einer veränderten Gewebsmorphologie.

Im Verlauf seiner jahrelangen, intensiven Sektionstätigkeit beobachtete er nämlich, daß unterschiedliche Organe ähnliche pathologische Phänomene aufwiesen, und daß bei Krankheitsprozessen gleiche morphologische Strukturen geschädigt sein konnten, ohne daß ihre Nachbarstrukturen in Mitleidenschaft gezogen wurden. Hierdurch kam er wie Pinel zu dem Schluß, daß jedes Einzelgewebe isoliert für sich erkranken könne, während die anderen Organbestandteile intakt blieben:

"Es erscheint mir unvergleichlich einfacher zu sein [als in der Humoral- und Organpathologie], zunächst anzunehmen, daß sich die allgemeinen Krankheitsveränderungen [*altérations communes*] auf die einzelnen [Gewebs-] Systeme zurückführen lassen. Es sollte jedoch zusätzlich untersucht werden, über welche lokalen [Krankheits-] Eigenschaften jedes Einzelorgan in der nur von ihm eingenommenen Region verfügt."⁷⁷

So hielt es Bichat beispielsweise für möglich, daß die Spinnengewebshaut des Gehirns, *Arachnoidea*, allein erkrankt, ohne daß es zu einer Mitbeteiligung des Hirnparenchyms und damit der Verstandestätigkeit komme. Genausowenig sollte die gesamte Magenwand durch eine Affektion der Magenschleimhaut, eines *Ulcus*, in Mitleidenschaft gezogen werden, sondern lediglich die Schleimabsonderungen gestört sein.⁷⁸

Die von Bichat praktizierte und in der *Anatomie générale* vorgestellte Präparationsmethode fußte hauptsächlich auf dem schichtweisen Abtragen übereinanderliegender Gewebe, um zu elementaren Gewebseinheiten in der Tiefe des Körpers vordringen zu können. Wie am Beispiel seiner Diskussion des "zellulären Systems" (*système cellulaire*), worunter er in heutigem Sinne 'lockeres Bindegewebe' verstand, deutlich wird, ging Bichat in einer systematischen und

71 Vgl. M. Foucault (1996b), S. 109 und 125-128.

72 P. Pinel: *Nosographie philosophique ou la méthode de l'analyse appliqué à la médecine*, Paris 1789.

73 Vgl. V. Hess (1993), S. 105-118, P. Elliott (1987), S. 55f., und J. Lesch (1984), S. 34. Weiterhin kamen Pinels Ansichten über die von Bichat mitbegründete *Société médicale d'émulation* von Paris zur Geltung. Eine Reihe der Mitglieder dieser Gesellschaft, etwa die Kliniker C. J. A. Schwilgué (1774-1808), Alibert oder Jean Baptiste Barbier d'Amiens (1776-1885), waren am Neuaufbau der Pariser Institutionen nach der Französischen Revolution beteiligt.

74 P. Pinel (1795), Bd. 1. Einleitung, S. XXVIII [Übers. F. S.].

75 Im *Traité des membranes* erkannte er seine Beeinflussung durch Pinel offen an. Insbesondere Pinels Abhandlungen über die lokalisierbaren Entzündungen (*inflammations*) der Schleimhäute hinterließen einen großen Eindruck auf Bichat und seine pathologischen Klassifikationsbemühungen. Vgl. auch E. Haigh (1984), S. 84-86, P. Entralgo (1948) sowie G. Cuvier (1810), S. 339-349.

76 Vgl. J. Schiller (1978), S. 61.

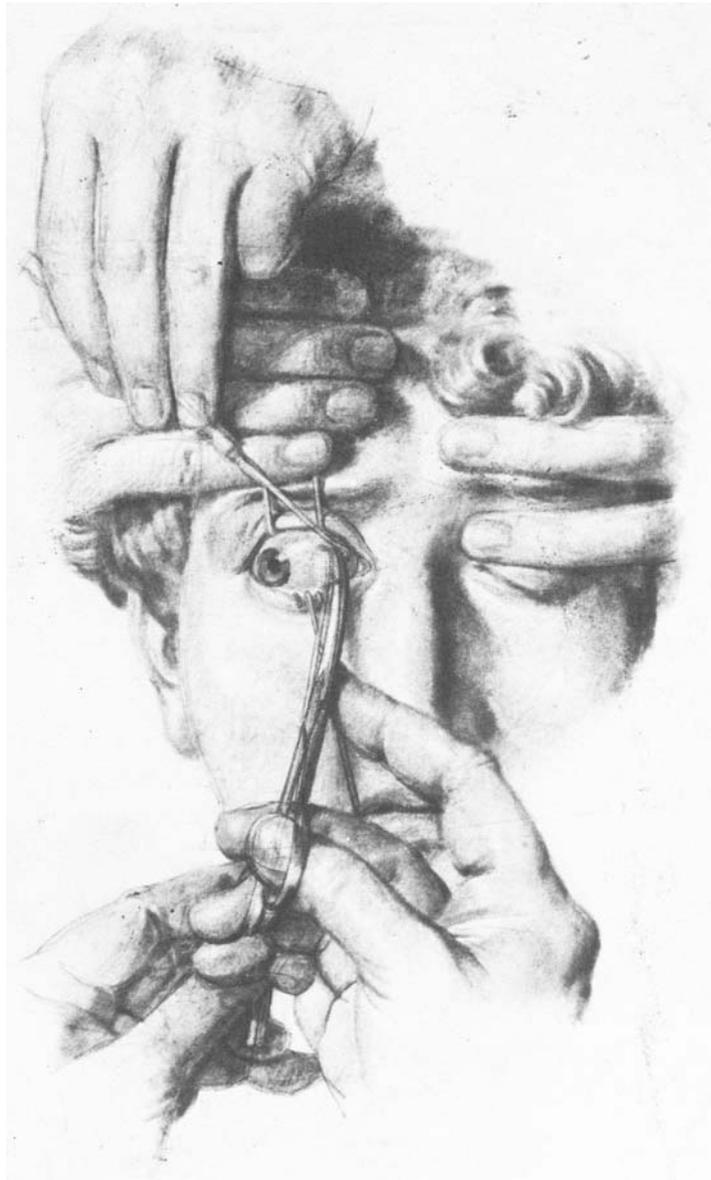
77 X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 49 [Übers. F. S.].

78 Ebenda, S. 50.

gründlichen Weise vor [vgl. S. 75]. Dabei breitete er vielfältige Informationen über die Struktur, die Verteilung, die Eigenschaften und die Funktionen zellulärer Gewebe aus.

Zunächst beschrieb er das zelluläre Gewebe *de visu*, wie es sich in der autoptischen Beobachtung darstellte.

ABBILDUNG 7: *Anatomie des Auges*. Aus: J. Crary (1996), S. 80.



Das heißt, nach der Öffnung der Leiche im anatomischen Sektionssaal nahm er den Körper in Augenschein, um nach den Todesursachen in seinen *tissus* zu fahnden. Das zelluläre Gewebe fand er beispielsweise auf der Rückseite der Haut, in serösen und mukösen Membranen sowie in den äußeren Wänden der arteriellen, venösen, Exhalations- und exkretorischen Gefäßen auf.

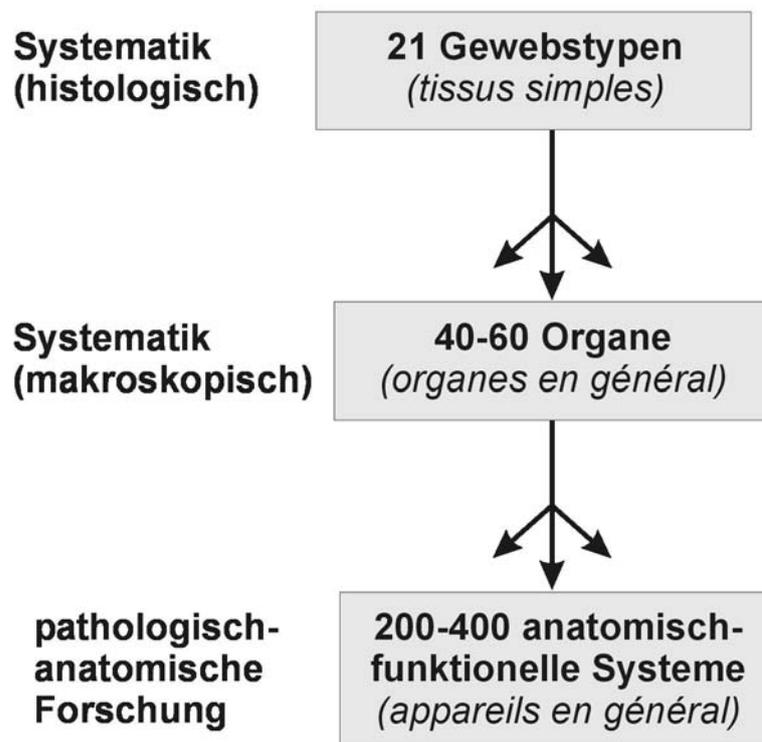
Schließlich diskutierte er Quantität, Form und Adhäsionsstärke dieser Gewebe mit benachbarten Strukturen.⁷⁹

Auf diese Weise gelang es Bichat in der *Anatomie générale* von 1801 insgesamt einundzwanzig verschiedene Gewebsformen zu isolieren:

“den zellulären, den der Nerven des organischen Lebens, den arteriellen, den venösen, den exhalatorischen, den absorbierenden und seiner Drüsen, den ossären, den medullären, den kartilaginösen, den fibrösen, den fibrocartilaginösen, den muskulären des animalischen Lebens, den muskulären des organischen Lebens, den mukösen, den serösen, den glandulären, den dermoiden, den epidermoiden und den pilären [Typus].”⁸⁰

Diese unterteilte er anschließend nochmals, indem er die ersten fünf Typen als elementare Systeme (*systèmes primitifs*) und die sechzehn restlichen als Systeme zweiter Ordnung (*systèmes secondaires*) begriff. Der “exhalatorische” Gewebstyp bezog sich auf “unsichtbare Tubuli”, welche aus den Kapillaren hervorgingen und Fett, Serum sowie Mark “sezernieren” sollten. Unter dem “absorbierenden Gewebe und seinen Drüsen” verstand er schließlich das Lymphgefäßsystem mit den Lymphknoten. Nicht ihre topographische Beziehung, sondern die ihnen eigene Strukturierung und Kombination, nach Einrollung, Überlagerung und Verdickung, begriff Bichat dabei als entscheidend.⁸¹

GRAFIK 1: Bichats gewebspathologische Hierarchieebenen



79 Ebenda, insbesondere *Système cellulaire*, S. 66-144.

80 Ebenda, S. 35f. [Übers. F. S.].

81 Ebenda, *Tableau de la Physiologie*, S. 56.

Bichat gebrauchte diese Begriffe jedoch nie einheitlich. So wurden in der *Anatomie générale* ausgedehnte Gewebstücke teilweise als Organe bezeichnet, während das, was bei Morgagni noch als Organ firmierte, plötzlich zum anatomischen System erklärt wurde.⁸²

Es lassen sich jedoch typische Verwendungsweisen dieser Begriffe bei Bichat ausmachen. So bezieht sich der Gewebsbegriff auf die Elementareinheiten der anatomischen Analyse,⁸³ während der Organbegriff meist an die Aufrechterhaltung einer spezifischen Funktion, entweder durch ein homonymes Gewebstück oder durch ein heteronymes Gewebsemble, geknüpft ist. "Apparate" oder "Systeme" versteht er funktionell meist synonym zu den Organen, unterscheidet aber ihre morphologische Organisationsstruktur, indem er gleiche Systeme in unterschiedlicher topographischer Anordnung bespricht.⁸⁴ Durch die Einführung der gewebspathologischen Hierarchie wollte Bichat eine histologische Reduktion der Körperorgane und -strukturen nach morphologischen Kriterien erreichen, die zugleich funktionelle Gesichtspunkte in sich begriff. Die Lebensphänomene selbst erschienen dabei jedoch nur als Attribute, die dem gewebsmorphologischen Substrat zugeordnet wurden.

b) 'Animalische' versus 'organische' Lebenseigenschaften

Neben seiner allgemeinen Klassifikation der Körpergewebe führte Bichat weitere Hilfsargumente ein, um die unterschiedlichen Lebensphänomene des Körpers zu erklären. Eines dieser Hilfsargumente war die Unterscheidung zweier großer Gruppen der morphologischen Organisation: die 'animalische' und die 'organische'. Sie wurde im ersten Teil seiner 1800 publizierten "Untersuchung über das Leben" (*Recherches sur la vie*) vorgestellt. Unter dem animalischen Leben verstand er die hervorragenden Eigenschaften der sensorischen und der motorischen Systeme des Körpers. Der Mensch weise etwa spezialisierte innere Organe und ein Zentrales Nervensystem auf, so daß er dem animalischen Leben angehöre.⁸⁵ Demgegenüber nahm er die Präsenz von Eigenschaften des organischen Lebens in

82 Die vierbändige *Anatomie générale* ist in die Besprechung vielfältiger Systeme des Körpers gegliedert, etwa des zellulären, des nervalen, des vaskulären des roten Blutes, des vaskulären des schwarzen Blutes und anderen mehr. Deutlich ist, daß Bichat hier primär morphologische Systeme bespricht, als daß er sich den Einzelgeweben selbst zuwendet.

83 Möglicherweise diene ihm Antoine Laurent Lavoisiers (1743-1794) Elementarchemie aus dem *System der antiphlogistischen Chemie*; frz. *Traité élémentaire de chimie*, Paris 1789, als paradigmatisches Beispiel, die Analyse des lebendigen Körpers in einzelne Elemente vorzunehmen. Siehe hierzu M. Foucault (1996b), S. 145, B. Bensaude-Vincent (1994), M. Friedmann (1992), insbesondere *The Chemical Revolution*, S. 264-290, und E. Haigh (1984), S. 73-79.

84 Vgl. etwa die Diskussion des synovialen Systems (*système synoviale*), das sowohl als System der Gelenke (*système synoviale articulaire*) wie auch als das der Sehnen (*système synoviale des tendons*) besprochen wird. X. Bichat (1821), Bd. 4, S. 562f. Die Systeme sind nicht mit den Geweben gleichzusetzen. Während Bichat beispielsweise arterielle von venösen Geweben unterscheidet, klassifiziert er das Blutgefäßsystem (*système vasculaire*) nicht nur nach Gesichtspunkten der Blutfärbung (*système vasculaire à sang rouge et système vasculaire à sang noire*), sondern auch der Topographie, etwa dem pulmonären Kapillarsystem (*système capillaire pulmonaire*). Vgl. X. Bichat (1818-21), Bd. 2, S. 490-504.

85 Siehe auch E. Williams (1994), insbesondere S. 95-105. Wie J. Schiller (1978), S. 64, darstellt, kann diese Einteilung Bichats auch als eine Reminiszenz der Aristotelischen Kategorien einer 'Ernährungs-' und einer 'Empfindungsseele' verstanden werden, vgl. I. Jahn (1990), S. 73, sowie E. Russell (1982), S. 4-6 und 27. Die Unterscheidung in eine 'animalische' und eine 'vegetative' Organisationsform wird noch heute zur morphologischen Gliederung des Nervensystems verwendet. Dem animalischen Nervensystem werden hierbei im wesentlichen kommunikative Aufgaben zugesprochen, während das vegetative als autonomes Nervensystem der Organe verstanden wird. Beide Organisationsformen gelten aber jenseits klassifikatorischer Anstrengungen als intrinsisch verflochten so T. Schiebler/W. Schmidt (1987), S. 180f.

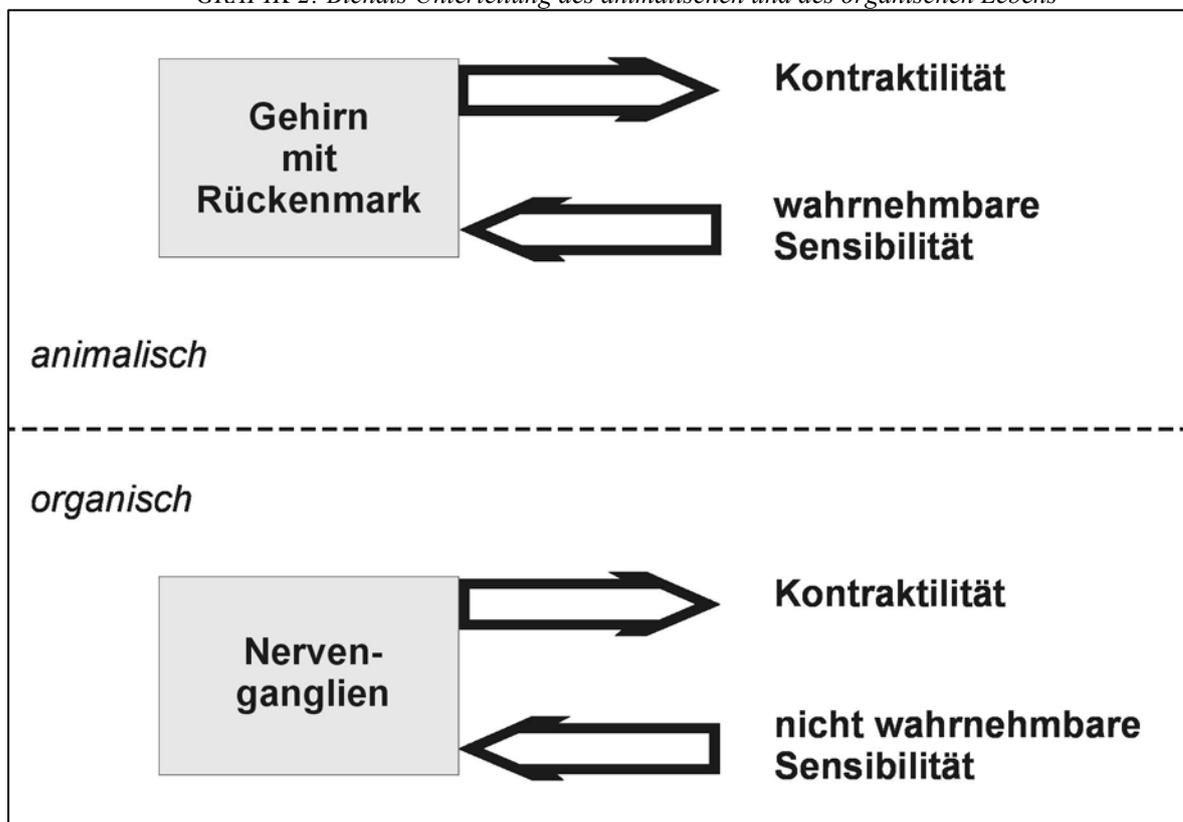
sämtlichen Strukturen des Körpers an. Insbesondere die Pflanzen und niederen Tiere galten ihm durch das organische Leben gekennzeichnet. Die unterschiedlichen Organisationsformen verstand Bichat als eine grundsätzliche Dichotomie des Lebens (*division générale de la vie*), wobei sich das organische Leben auszeichne:⁸⁶

1. durch die organische Sensibilität (*la sensibilité organique*), zum Beispiel Stoffwechsel und Ernährung,
2. durch die organische unmerkliche Kontraktibilität (*la contractilité organique insensible*), beispielsweise den Stoffkreislauf in den Kapillaren.

Das animalische Leben war für ihn dagegen durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:

1. sensible organische Kontraktibilität (*la contractilité organique sensible*), zum Beispiel Bewegungen der Körpermembranen,
2. die animalische Sensibilität (*la sensibilité animale*), wie die äußere Sinneswahrnehmung und die Wahrnehmung innerer Organvorgänge (Hunger, Schmerzen),
3. die animalische Kontraktibilität (*la contractilité animale*), etwa Muskelbewegungen und Stimmbildung.

GRAFIK 2: Bichats Unterteilung des animalischen und des organischen Lebens



Auch seine physiologischen Ansichten im ersten Teil der *Recherches sur la mort* folgen diesem dichotomen Konzept. Das organische Leben identifiziert Bichat mit den internen Vorgängen des lebendigen Körpers, während er das animalische Leben - ähnlich Cuvier - mit den "externen Lebensbedingungen" gleichsetzt.⁸⁷

"[Das eine Leben] ist den Pflanzen und den Tieren gemeinsam, das andere wird nur von den letzteren geteilt. Werfen Sie tatsächlich einen Blick auf ein Individuum aus jedem dieser belebten Reiche. Sie werden erkennen, daß das eine nur in sich selbst ruht, und daß es mit der Umgebung nur über die Nahrungsaufnahme,

86 Siehe die Darstellung in X. Bichat (1822), S. 1-65.

87 Vgl. E. Williams (1994), S. 97.

die Geburt, das Wachstum und das Absterben verbunden ist, wobei es auf dem Stück des Erdbodens fixiert bleibt, wo sein Same hingefallen war. Das andere Leben hält aber mit diesem internen Leben, mit dem es hochgradig verbunden bleibt, eine Vielzahl von Beziehungen zu den [externen Bedingungen] aufrecht... ”⁸⁸

Bichat verwendete die Unterscheidung des animalischen und organischen Lebens auch, um die unterschiedlichen Körperfunktionen zu lokalisieren und zu klassifizieren. Das animalische Leben, das Bichat im Gehirn und im Rückenmark verortete, kommt in der Wechselwirkung (*rapport*) des Organismus mit seiner Umwelt zur Geltung. Unter dem organischen Leben verstand Bichat hingegen die internen Tätigkeiten lebendiger Organismen, die die Stoffaufnahme und -abgabe aufrechterhalten.⁸⁹

Demnach weise beispielsweise ein Skelettmuskel, etwa der vierköpfige Oberschenkelmuskel, im gesunden Zustand animalische Kontraktilität auf. Wenn jedoch der den Muskel versorgende Nerv, *N. femoralis*, durchtrennt werde, dann verliere der Muskel diese Eigenschaft und besäße nur noch die in der Körperhierarchie tiefer angesiedelte organische Kontraktilität. Durch diesen manipulativen Eingriff werde der Skelettmuskel zu einem Bestandteil der unwillkürlichen Muskulatur “degradiert”, wie er in natürlicher Weise im Magen-Darm-Trakt vorkomme. Wird er in einem weiteren Schritt noch aus dem Körper herausgeschnitten, dann verliere er diese Eigenschaften ebenso schnell. Mit dem Tod höre ihre Existenz gänzlich auf, so daß das Leben des Muskelgewebes auf die chemischen und physikalischen Vorgänge des Zerfallsprozesses reduziert sei (siehe Grafik 3).

Betrachtet man diese “Stufenfolge des Zerfalls” näher, so wird Bichats Vorstellung von der besonderen Stellung willkürlicher und bewußter Aktivitäten beziehungsweise seine anthropomorphe Metaphorik im Konzept der animalischen Kontraktilität deutlich:

“Wenn ein spezieller Kontraktionsmodus für die Muskeln durch ein besonderes Wort ausgedrückt werden muß, so wäre das zweifellos nicht der der organischen Kontraktilität, sondern vielmehr der [Kontraktionsmodus] der willkürlichen Muskeln. Denn allein diese, unter all unseren Körperteilen, bewegen sich unter dem Einfluß des Gehirns. Diese Eigenschaft ist ihrem Gewebe [selbst] aber fremd und kommt nur von jenem Organ [dem Gehirn]. Denn dort, wo sie [die Körperteile] aufhören, direkt über die Nerven zu kommunizieren, da hören sie auch auf, willkürlich bewegbar zu sein.”⁹⁰

Während die Eigenschaften der organischen Sensibilität und Kontraktilität für Bichat Grundkonstanten des Lebens darstellten, “entschied” erst der übergeordnete Einfluß des Nervensystems darüber, welche Eigenschaften in welchen Situationen “zum Tragen” kommen. Somit kam dem Nervensystem eine kategoriale Sonderstellung für den morphologischen Körperbau zu. Erst vom Gehirn erhielten die muskulären Körperstrukturen den Impetus animalischer Kontraktilität. Diese Bedingung gelte in allen Organen des animalischen Lebens. Dazu zählten sämtliche anatomischen Anteile des Nervensystems mit den Sinnesorganen und Effektoren. Die Eigenschaften der ‘organischen’ und ‘animalischen Sensibilität’ sowie der

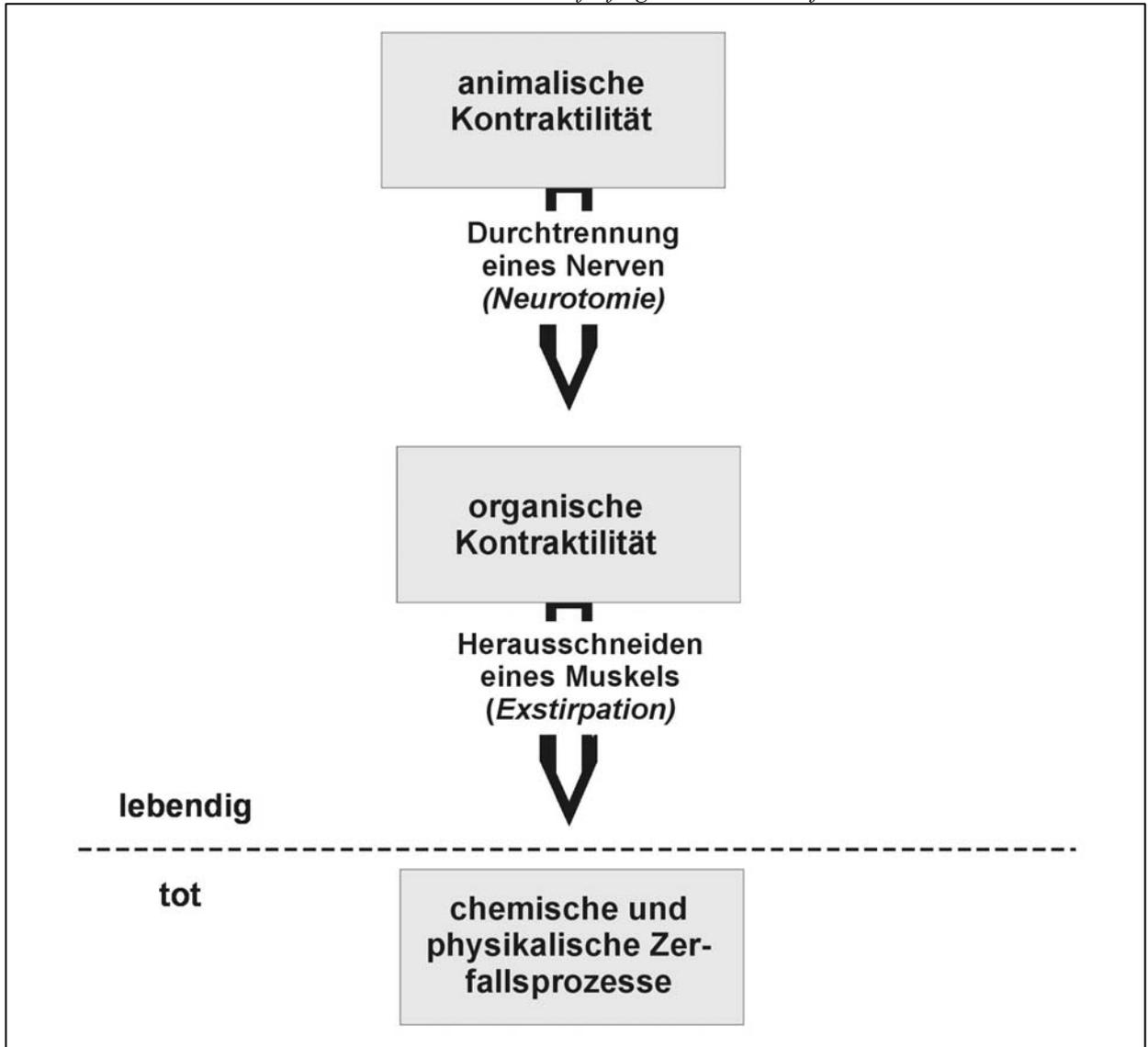
88 X. Bichat (1822), S. 3 [Übers. F. S.].

89 Auch wenn Bichat stellenweise schon ein Kreislaufmodell aus Stoffaufnahme und -abgabe vertrat, so wurden von ihm die Begriffe des ‘Stoffwechsels’ (Leopold Gmelin, 1788-1853) und des ‘Metabolismus’ (Georg Karl Ludwig Sigwart, 1784-1864) noch nicht gebraucht. Dennoch war ihr Bedeutungsgehalt nicht nur bei Bichat, sondern auch bei seinen Zeitgenossen verbreitet. Neben Magendie [siehe beispielsweise ders (1817), Bd. 2, S. 1] benutzten auch die *Encyclopédie*, Lamarck und de Blainville den Begriff der *mouvements intestinales*, Cuvier den des *tourbillon vital* sowie Henry Dutrochet (1776-1847) den des *double mouvement* für metabolische Auffassungen der Körperphysiologie, vgl. auch F. Bing (1971) und J. Schiller (1974), S. 199.

90 X. Bichat (1822), S. 155f. [Übers. F. S.].

‘organischen’ und ‘animalischen Kontraktilität’ wurden somit in seinem Gewebssklassifikationsschema als graduelle Stufen der Lebensprozesse betrachtet (Grafik 2, S. 77).⁹¹

GRAFIK 3: Bichats Stufenfolge des Gewebszerfalls



c) *Symmetrie versus Asymmetrie anatomischer Strukturen*

Neben der Unterscheidung von ‘animalischem’ und ‘organischem Leben’ ging Bichats Auffassung des lebendigen Körpers auf die Annahme verschiedener paralleler Subsysteme oder Untereinheiten zurück, die als Hilfsargumente eingeführt wurden.⁹² Diese sollten erst in ihren spezifischen Kombinationsweisen zur Aufrechterhaltung der Lebensphänomene beitragen. Dabei unterschied er fünf elementare Gewebssysteme [vgl. S. 74], die wiederkehrend in allen

91 Siehe hierzu auch M. Gross (1974), S. 24.

92 Vgl. E. Haigh (1984), S. 102, und J. Pickstone (1981).

Körperteilen und Extremitäten symmetrisch auftraten: Arterien, Venen, Nerven, Absorptions- sowie die Exhalationsgefäße, die für die Stoffausscheidung des Körpers zuständig seien.

Erklärtermaßen stellte die Untersuchung solcher Symmetriebeziehungen für Bichat eines der Hauptziele der anatomischen Deskription dar, wobei er besonders denjenigen Strukturen Symmetrie zusprach, die die 'animalischen' Verbindungen mit der Außenwelt bildeten. Die Strukturen des 'organischen Lebens', beispielsweise des Verdauungstrakts, sollten hingegen unsymmetrisch verlaufen. Als paradigmatisches Beispiel für die innere "Harmonie" und "Symmetrie" der Organe führte er das menschliche Gehirn mit seinen Hemisphären an:⁹³

"Das Gehirn, also das Organ, das die Eindrücke erhält, beeindruckt besonders durch seine reguläre Form. Seine Teile gleichen sich auf jeder Seite, genauso, wie die Schicht der optischen Nerven, die Streifenkörper, die *Hippocampus*, die Randzonen etc. Die unpaaren Strukturen sind ganz symmetrisch durch die Medianlinie geteilt, von der sie noch viele Spuren zeigen, wie das *Corpus callosum*, die Vierhügelplatte oder der Pons etc. Die Nerven, die den Agenten der Lokomotion und der Stimme die Willküraktionen des Gehirns zuführen, [wie auch] die Organe der Lokomotion [... und] der Larynx [...] haben eine Regularität, eine Symmetrie, die niemals trügt. Die Wahrheit dieser Eigenart, die ich hier zeige, ist so evident, daß die Muskeln und Nerven aufhören, symmetrisch zu verlaufen, wenn sie nicht mehr dem animalischen Leben angehören. Das Herz, die Muskelfasern des Intestinums, etc., sind der Beweis für die Muskeln; für die Nerven ist dies der Sympathicus... " ⁹⁴

Die ähnliche Morphologie sollte auch die vergleichbare Funktionsweise analoger Systeme des Körpers erklären. So verfolgte Bichat die paarig austretenden Hirnnerven in die Peripherie, wo sich ihre makroskopische Symmetrie verlor. Dieser Symmetrieverlust verwies seines Erachtens auf die Wechselwirkung der einzelnen Organisationsformen des Lebens, in der Weise, wie etwa die paarigen Äste des *N. vagus* in die Magenwände oder die doppelseitigen Stränge des *Tr. sympathicus* in den *Plexus abdominalis* eintreten, um dort in die unpaaren anatomischen Strukturen des Verdauungstrakts auszulaufen.⁹⁵

d) Vitalistische Annahmen in der Klassifikation

Die Bewertung der "physiologischen" Bedeutung einzelner anatomischer Gewebe wurde von Bichat nicht systematisch mit eigenen Experimenten gestützt.⁹⁶ In seinen Arbeiten finden sich lediglich Verweise auf die vorgängigen Forschungsarbeiten anderer Wissenschaftler, wie Haller, Lazzaro Spallanzani (1729-1799) oder Bordeu.⁹⁷ Zwar besprach Bichat ihre protophysiologischen Ansätze und vivisektorischen Experimentalergebnisse, aber er verzichtete darauf, sie zu reproduzieren oder sogar weiterzuentwickeln. Vielmehr betonte er ihre vitalistischen Positionen, mit denen er sich sehr differenziert auseinandersetzte. Besonders Bordeus lokalisatorische Ansichten übten einen großen Einfluß auf ihn aus. Dieser nahm seine

93 Siehe auch E. Haigh, ebenda, S. 104. Sie führt Bichats Symmetrieprinzip auf Bordeus *Recherches sur le tissu muqueux ou l'organe cellulaire* von 1775 zurück. In diesem Werk macht Théophile Bordeu (1722-1776) die beidseitige Organanordnung von einzelnen "Strikturen" abhängig, denen die Körpersepten wie das *Diaphragma* und *Mediastinum*, entsprechen. Ebenso sieht er auch andere morphologische Strukturen wie den Kehlkopf, die Zunge, die Luftröhre, *Trachea*, etc. durch Medianlinien getrennt und symmetrisch organisiert an.

94 X. Bichat (1822), S. 66f. [Übers. F. S.].

95 Ebenda, S. 65-68, sowie 72-79.

96 Dies wurde für die Forschungs- und Begründungspraxis nachfolgender Pathologen jedoch sehr wichtig so F. Lüder (2000), H.-P. Schmiedebach (1993) oder H. David (1993).

97 Siehe auch Barth in X. Bichat (1800). Einleitung, S. XII.

Untersuchungen einerseits noch in der solidarpathologischen Tradition vor,⁹⁸ unterschied sich aber andererseits vom *mainstream* Montpellieraner Vitalisten dadurch, daß er jedem Einzelorgan ein individuelles 'Leben' zusprach:

“Um der speziellen Aktion jedes Teils gerecht zu werden, lassen Sie uns die lebendigen Körper mit einem Bienenschwarm vergleichen, der sich in kleinen Klumpen organisiert und von einem Baum herunterhängt, wie eine Weintraube. Der Lehrsatz eines berühmten antiken Gelehrten, daß eines der Organe des Unterbauchs wie ein Tier in einem Tier sei, scheint berechtigt zu sein: jedes Teil ist sozusagen unzweifelhaft kein Tier, aber doch eine Art separater Maschine, die auf ihre Weise zum Gesamtleben des Körpers beiträgt.”⁹⁹

An die Stelle von Organen, als den notwendigen Agenten für die Lebenstätigkeiten, traten nun bei Bichat auf einer tieferen hierarchischen Ebene die Körpergewebe. So sollten bestimmte Lebenstätigkeiten, etwa die Nahrungsaufnahme, von einem speziell dafür geeigneten Gewebe, nämlich der Schleimhaut des Verdauungskanals, ausgeführt werden, welches eine entsprechende Lebenseigenschaft (*vie propre*) aufweise, wobei:

“viele Organe tatsächlich nicht nur ein, sondern viele Leben [*vies* = Funktionen] haben und das rein aus der Tatsache, daß sie unterschiedliche Gewebe besitzen.”¹⁰⁰

Bichats Rückgriff auf die Arbeiten durch den Vitalismus beeinflusster Mediziner sowie die systematische Ausrichtung des ersten Teils seiner *Recherches* ist von Wissenschaftshistorikern und Physiologen mehrfach als Beleg für seine vitalistischen Grundüberzeugungen herangezogen worden.¹⁰¹ Bernard ging sogar so weit, zu behaupten, daß Bichats theoretische Auffassungen mit dem Ansatz der Physiologie unvereinbar seien:

“Bichat war kein reiner Experimentator, und er wollte, wie er selbst in der Einleitung zu seinen *Untersuchungen über das Leben und den Tod* sagt, die experimentelle Methode von Haller und Spallanzani mit den weitläufigen, philosophischen Ansichten von Bordeu verbinden. Es muß aber gesagt werden, daß der Experimentator dieser gefährlichen Allianz schnell unterlag und wenn Bichat noch eingangs von den Fakten ausging, die durch die Experimente zur Verfügung gestellt wurden, so hat er sie nicht mehr konsultiert, als er von seiner Vorliebe für die Systematik davongetragen wurde. Er schuf die Lebenseigenschaften der fühlbaren und unfühlbaren Kontraktion, der Ausatmung etc. In diesem Moment unterwarfen und töteten die weitläufigen, philosophischen Ansichten Bordeus die experimentelle Methode Hallers.”¹⁰²

Auch der Herausgeber der deutschen Übersetzung der *Recherches* Bichats, Rudolf Boehm (1844-1926)¹⁰³, wies Bichats Position als unwissenschaftlich zurück und unterließ einen Neudruck seiner *Untersuchungen über das Leben*:

“Weiterhin aber befestigte sich bei mir die Überzeugung, daß ein Neudruck der deutschen Übersetzung des I. Teils, der physiologischen Untersuchung über das Leben, besser unterlassen wird. Für den Medikhistoriker hat gewiß auch dieser Teil, der das Hauptmaterial für das Studium des Bichatschen Vitalismus enthält, seine

98 Bordeu untersuchte dabei in seinen *Recherches sur le tissu muqueux ou l'organe cellulaire, et sur quelques maladies de la poitrine*, Paris 1767, schon einzelne Körpergewebe, um die Feinstruktur der Organe aufzuklären. Seine Erklärungen über das Zustandekommen der Lebensphänomene blieben hingegen noch der organpathologischen Sicht verhaftet. Vgl. R. Maulitz (1987), S. 15f.

99 T. de Bordeu (1767), S. 451f. [Übers. F. S.].

100 X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 44 [Übers. F. S.].

101 Siehe G. Canguilhem (1996), S. 29-31, J. Schiller (1978), S. 65-67, M. Gross (1974), insbesondere S. 23, oder O. Temkin (1946a), S. 24.

102 C. Bernard (1856), S. 10.

103 Boehm studierte bis zur Promotion im Jahre 1867 in Leipzig, war danach Psychiatrieassistent in Würzburg und Leipzig und habilitierte sich 1871 beim Physiologen Adolf Fick (1829-1901) in Würzburg. 1872 wurde er an die Universität Dorpat, 1881 nach Marburg und schließlich 1884 nach Leipzig berufen. Er publizierte vielfältige Arbeiten zur Pharmakologie sowie zur Physiologie des Kohlenhydratstoffwechsels und war 1884 Herausgeber eines *Lehrbuchs der allgemeinen und speziellen Arzneimittellehre*.

Bedeutung; für weite Kreise heutiger medizinischer Leser bieten diese Auseinandersetzungen geringeres Interesse [...] Im II. Teil, den physiologischen Untersuchungen über den Tod, bewegt sich Bichat fast durchweg auf tatsächlichem Boden. Die Lektüre desselben gibt die Gelegenheit, ihn als Experimentator kennen zu lernen und zu sehen, wie er wissenschaftliche Probleme angriff und bearbeitete.”¹⁰⁴

Diese von Bernard und Boehm vertretene Sichtweise verkürzt die Bichatsche Pathologie aber auf eine positivistische Würdigung reiner “Tatsachen”, etwa auf die Frage danach, wie Bichat im zweiten Teil der *Recherches* seine Versuche durchführte und was er dabei entdeckte. Eine solche Position bildet gewiß einen Strang des Bichatschen Ansatzes ab, verkennt aber seine weitergefaßte Position des Lebendigen. Diese ging entscheidend in seinen methodologischen Anspruch wie auch in die experimentelle Umsetzung seiner Fragestellungen ein.¹⁰⁵ Ein großer Teil seiner Forschungsarbeiten, die sich schon sehr differenziert der pathophysiologischen Bedeutung experimentell dargestellter “Dysfunktionen” des Körpers widmeten, wird hierdurch unterschlagen. Es gab für Bichat nämlich prinzipiell nur eine physiologische Pathologie lebendiger Körper, aber keine “Kadaveranatomie der Säfte” (*l’anatomie cadavérique des fluides*).¹⁰⁶ Eine Pathophysiologie, die sich auf die Befunde der Leichensektion beziehungsweise auf rein physikalische oder chemische Zustände des toten Körpers stützte, war für ihn nur schwer denkbar:

“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. Die Geschichte der Phänomene [als Naturgeschichte], bei denen die Lebensphänomene ihren natürlichen Verlauf beschreiben, führt uns letztlich zu denjenigen Phänomenen, bei denen diese Kräfte verändert sind. Demgegenüber gibt es in den physikalischen Wissenschaften nur die erste Geschichte, während sich die zweite hier niemals findet. Die Physiologie stellt für die Bewegungen des Körpers also das dar, was die Astronomie, die Dynamik, die Hydraulik, die Hydrostatik, etc. für die unbelebten Körper sind. Diese letzten haben jedoch keine Wissenschaft, die ihnen genauso entspräche, wie die Pathologie der ersteren [der Physiologie]. Aus dem gleichen Grund verbietet sich jede Idee an ein Medikament in den physikalischen Wissenschaften. Schließlich besteht der Zweck eines Medikaments darin, die Körpereigenschaften in ihren natürlichen Zustand zu versetzen. Die physikalischen Eigenschaften verlieren diesen Zustand jedoch nie, also brauchen sie auch nicht in ihn überführt zu werden. Es gibt somit nichts in den physikalischen Wissenschaften, was der Therapie in der Physiologie entspricht.”¹⁰⁷

Bichats Auffassung der Lebensphänomene fußte somit ähnlich dem Ansatz der Schule von Montpellier auf einem strikten Dualismus unterschiedlicher Naturgesetze. Physikalisch-chemische Phänomene sollten den Gesetzen der unbelebten Materie unterliegen, während für die belebte Materie besondere vitale Gesetzmäßigkeiten zum Tragen kämen.¹⁰⁸

e) Die Gewebseigenschaften als Substrat der Lebensphänomene

In den *Recherches* unterscheidet Bichat neben den spezifischen Gewebseigenschaften auch solche, die er zu “Eigenschaften des Lebens” (*propriétés vitales*) erklärt. Sie haben ihren

104 So Boehm in X. Bichat (1800). Vorwort, S. III.

105 Die beiden Teile der *Recherches* werden somit in Boehms deutscher Ausgabe auch auf dem Papier auseinandergeschnitten, obwohl der erste Teil notwendigerweise die Grundlage des zweiten bildet und mit diesem wechselweise verzahnt ist.

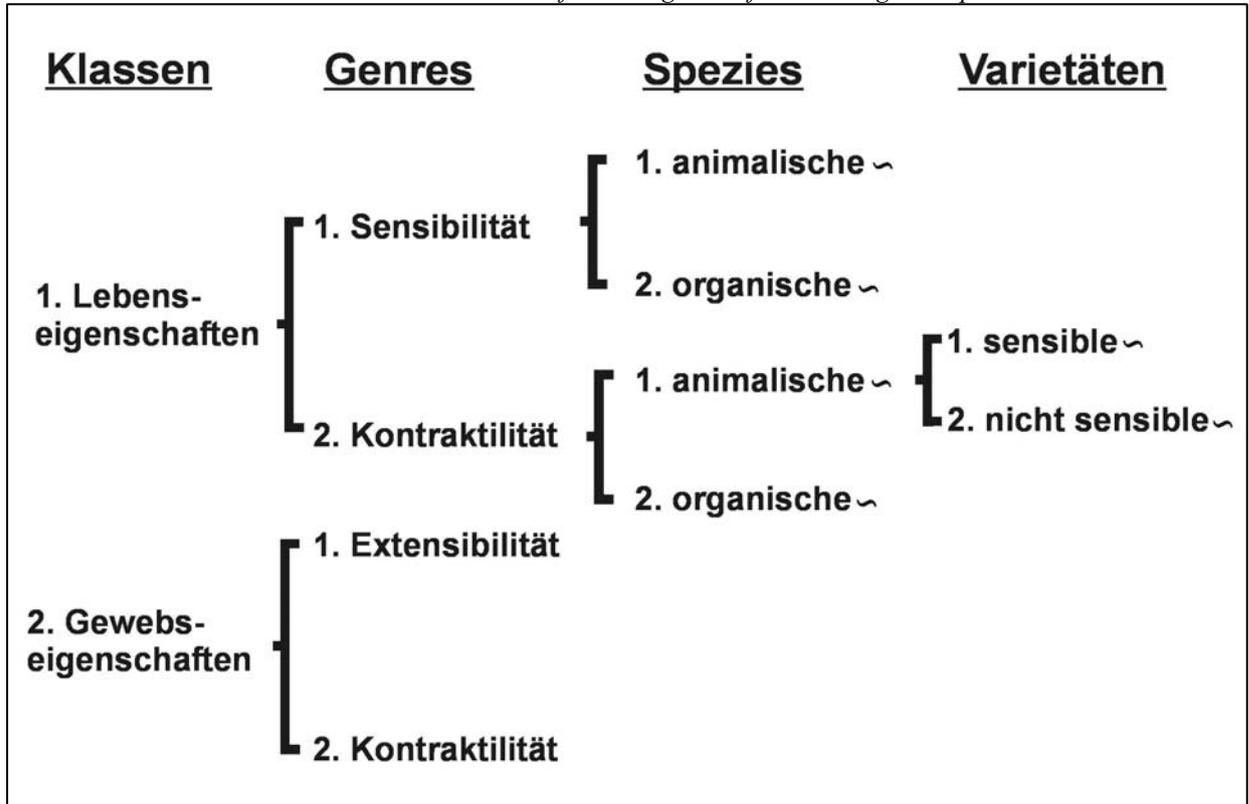
106 X. Bichat (1822), S. 121.

107 X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 14f. [Übers. F. S.].

108 Vgl. W. Albury (1977), S. 75-77.

Ursprung in heteronymen Gewebsemble, worunter Bichat topographisch getrennte Gewebe versteht, die der gleichen Funktion dienen.¹⁰⁹

GRAFIK 4: Bichats Tafel der Eigenschaften lebendiger Körper



Solche ubiquitären, an allen möglichen Stellen des Körpers zu findenden Gewebe sind nach Bichat die “zellulären Gewebe”, Arterien, Venen und Nerven sowie Absorptions- und Exhalationsgefäße [vgl. S. 75]:

“Auf spezielle Weise bestimmt, zu einen Teil der Strukturen anderer Organe beizutragen, führen die generativen Systeme [hier als Gewebselemente] diese Aufgabe auch füreinander aus: so trägt das zelluläre Gewebe etwa zum Aufbau von Nerven, Arterien und Venen bei, so wie sich auch die Arterien und Venen in das zelluläre Gewebe hinein aufzweigen, etc. Dies stellt ein allgemeines Flechtwerk dar, bei dem ein jedes gibt und empfängt.”¹¹⁰

Bichats Unterscheidung der Gewebeeigenschaften mutet aus heutiger Perspektive merkwürdig an. So sah er etwa die Aktivität der ‘animalischen Sensibilität’ durch drei verschiedene morphologische Grundlagen bestimmt, denen die unterschiedlich lokalisierten Eigenschaften entsprechen, nämlich 1) die Wahrnehmungstätigkeit eines spezifischen Sinnesorgans, 2) die Weiterleitung wahrgenommener Signale im Nerven sowie 3) die bewußte Wahrnehmungstätigkeit des Gehirns. Man kann diesen drei Leitstrukturen der animalischen Sensibilität deshalb einen spezifischen “Werkzeugcharakter” zuschreiben. Hier stand jeweils eine morphologische Struktur im Dienste einer Lebenstätigkeit beziehungsweise bildete das Substrat dieses Attributs. Die Sinnesorgane nahmen nur *qua* ihrer Struktur Sinneseindrücke auf.

109 X. Bichat (1800), S. 167.

110 X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 60 [Übers. F. S.].

Die Weiterleitung der aufgenommenen Eindrücke koppelte er wiederum an die besondere anatomische Struktur des "Nervengewebes des organischen Lebens", die mit ihrem "Röhrencharakter" das durch die Wahrnehmungseindrücke veränderte Nervenfluidum zum Gehirn fortleiteten.¹¹¹ Auch der harmonische Bau des Gehirns stand mit der Wahrnehmung und Verarbeitung des fortgeleiteten Nervenfluidums in Zusammenhang:

"Die äußeren Sinne sind die natürlichen Erregungen [*excitations*] des Gehirns, dessen Funktionen des animalischen Lebens immer auf die ihrigen abfolgen, wobei sie ständig in einer Wartestellung verharren; ob sich nicht in ihnen das Prinzip seiner Aktivität findet? Die Eindrücke führen unmittelbar zur Wahrnehmung, zum Gedächtnis, zur Vorstellung und hierdurch auch zur Urteilskraft: Deshalb ist es leicht zu zeigen, daß diese unterschiedlichen Funktionen, die man gemeinhin als *interne Sinne* [*sens internes*] bezeichnet, in ihrer Tätigkeit den äußerlichen durch das gleiche Gesetz folgen. Und genau wie diese, sind sie der Perfektionierung um so näher, je stärker die Harmonie zwischen den beiden symmetrischen Anteilen dieses Organs ausgeprägt ist, in dem sie ihren Sitz haben."¹¹²

Warum schrieb Bichat aber dem einzelnen Nerven besondere Eigenschaften zu, während diese von nachfolgenden Physiologen, wie Magendie, lediglich dem Nervensystem insgesamt zugeordnet wurden? Zur Klärung dieser Frage ist wiederum ein Blick auf die anatomische Systematik erforderlich. Bichat sah nämlich die Lebenseigenschaften, gleichermaßen wie die funktionellen Erfordernisse des Wahrnehmungsvorgangs, epigenetisch durch den Aufbau der unterschiedlichen morphologischen Strukturen bestimmt:

"Welchen Einflüssen die Sensibilität, durch unterschiedliche Variationen, in jedem Organ auch immer unterworfen ist, so scheint es doch so zu sein, daß dieses [Organ] von ihr einen bestimmten Anteil [Sensibilität] bekommen hat, der auf eine ursprüngliche Weise determiniert ist und zu dem es jedesmal, in der Folge zu- und abnehmender Veränderungen, zurückkehrt. Es ist dieser vorherbestimmte Anteil an Sensibilität, der auf spezifische Weise die Zusammensetzung seiner Eigenschaften [der Organe] und Natur ausmacht, sowie seine Beziehungen zu den [das Organ] umgebenden fremden Körpern herstellt."¹¹³

Jede nach seiner Gewebslehre als animalisch klassifizierte morphologische Struktur hat also auch ein ihrem systematischen Status entsprechendes Quantum an Sensibilität. Mehr noch: Die Lebenseigenschaft, die Bichat ursprünglich zur morphologischen Differenzierung heranzog, ist nun durch sie determiniert. Der Nerv muß ein bestimmtes Quantum an animalisch-sensibler Lebenseigenschaft besitzen. Sie ist dort lokalisiert, weshalb Bichat auch dem Nerven nicht nur eine passive Rolle der Weiterleitung zuspricht. Der vorbestimmte Anteil an Sensibilität charakterisiert somit nicht nur die Eigenschaften des Nerven, sondern setzt ihn zugleich auch mit anderen Geweben des animalisch-sensiblen Systems in Kontakt. Unterschiedene morphologische Strukturen können sich deshalb auch durch "homonyme Wirkungsweise" auszeichnen, wenn sie aus der gleichen Gewebseinheit zusammengesetzt sind, während gleiche oder ähnliche morphologische Strukturen "heteronyme Wechselwirkungen" [siehe S. 83] aufweisen, wenn sie aus verschiedenen Gewebsembles zusammengesetzt sind:

111 Mit der Vorstellung von einem *Nervenfluidum*, das durch feine Nervenkanäle fließt und die Sinneseindrücke fortleitet, folgte Bichat der neurowissenschaftlichen Tradition der Zeit. Siehe hierzu auch N. Kipnis (1987) und F. Schiller (1982), S. 1-12.

112 X. Bichat (1822), S. 76 [Übers. F. S.].

113 Ebenda S. 129 [Übers. F. S.].

“Man kann die organischen Systeme der Tierökonomie in zwei Klassen unterteilen. Die einen sind allgemein verteilt und überall anwesend. Sie tragen so nicht nur zu den Funktionen sämtlicher Apparate [*appareils*], sondern auch zu denen anderer Systeme bei. Dadurch bilden sie für jeden organisierten Teil eine gemeinsame und uniforme Basis. Diese Klasse besteht aus dem zellulären System, dem arteriellen, dem venösen, dem exhalatorischen, dem Absorptions- und dem Nervensystem. Die anderen, wenn sie sich in bestimmten Apparaten befinden, bleiben im Gegensatz zum Rest der [Tier-] Ökonomie fremd und weisen eine weniger allgemeine Existenz auf. Teilweise sind sie sogar völlig isoliert, wie etwa das Knochensystem, das Knorpel- und fibröse, das muskuläre, muköse, und seröse System, etc.”¹¹⁴

Bichat schien somit der Auffassung zu sein, daß die ubiquitär im Körper vorkommenden morphologischen Gewebe wie die des Nerven- oder Lymphgefäßsystems nicht nur lokalisierbare Eigenschaften besitzen, etwa ‘Sensibilität’ oder ‘Absorptionsfähigkeit’. Statt dessen sollten sie auch über ihre morphologisch-strukturellen Relationen, die er über den gesamten Körper hinweg auffand, zur Aufrechterhaltung generalisierter Lebensphänomene beitragen. Durch diese besondere Konstruktion einer Rekursivität von Gewebs- und Körperebene gelang es Bichat, die spezifischen Gewebeeigenschaften, beispielsweise die lokale Sensibilität der Lymphgefäßwände, wieder zu allgemeinen Eigenschaften des gesamten Lebens zu machen, wie sie unter dem Begriff der animalen Sensibilität firmierten. Durch diese theoretische Ebenenverknüpfung rettete er einen weiten Teil vitalistischer Grundannahmen in sein pathologisch-anatomisches System herüber, was zu einem Lückenschluß zwischen physikalisch-chemischer Strukturebene und den dynamischen Vorgängen im lebendigen Körper führte.¹¹⁵ Obwohl die Lebensphänomene noch direkt an morphologische Strukturen gekoppelt waren, vertrat Bichat bereits eine funktionelle Hierarchisierung der Organ- und Gewebssysteme. Außerdem erlaubte sein Ansatz eine Dezentralisierung solcher lokalisierten Funktionen. Sie waren nun nicht länger allein in phänomenal umschriebenen Strukturen und Organen zu finden, sondern über den gesamten Körper verteilt. Dort mußten sie, im Gegensatz zur makroskopischen Präparation, als Wechselwirkung zwischen den Gewebeeinheiten analysiert werden.

3. 4. Die pathophysiologischen Experimente Bichats

a) Darstellung unterschiedlicher Stadien des Sterbevorgangs

Bichats Forschungsanstrengungen sind dadurch bestimmt, daß er die Lebenstätigkeiten unter dem Primat ihrer pathologischen Veränderungen untersuchen wollte [vgl. S. 67]. Es ging ihm nicht darum, die physiologischen Prozesse des gesunden Körpers zu studieren. Statt dessen sollten seine experimentellen Untersuchungen “diese Art des Todes” nachahmen und künstlich erzeugen, um somit die Stadienfolge des Sterbevorgangs besser verstehen zu können. So wollte Bichat nun

“die Gesetze [...] erforschen, 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, die denjenigen gerade entgegengesetzt sind, die sie für gewöhnlich in Tätigkeit erhalten. Da diese zum Teil bekannt sind, führt ihre Kenntnis fast notwendig zur Auffindung jener; im übrigen können wir an Tieren diese

114 X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 59 [Übers. F. S.].

115 Vgl. auch J. Schiller (1967), S. 62f.

Art des Todes nachahmen und folglich bei unseren Experimenten seine verschiedenen Erscheinungen analysieren.“¹¹⁶

Dementsprechend begannen Bichats Untersuchungen “Ueber den Einfluß des Gehirntodes auf den Herztod” mit klinischen Beobachtungen und galvanischen Experimenten an herzzuführenden Nerven. Danach wurden mehrtägige Ligaturexperimente an Hundekarotiden beschrieben, die die Unterbrechung der Blutzufuhr beim Herztod simulieren sollten: “Bewirkt die Unterbrechung der Gehirntätigkeit unmittelbar den Herzstillstand?”¹¹⁷

Zur experimentellen Untersuchung dieses pathophysiologischen Prozesses wählte Bichat interessanterweise nicht die Durchschneidung der Hirnarterien mit dem Skalpell, wie es für einen chirurgisch ausgebildeten Anatomen der Zeit zu erwarten gewesen wäre. Vielmehr legte er manipulierbare Ligaturen an die Karotiden an, so daß er den Blutstrom zum Gehirn kontrolliert untersuchen 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 [des Gehirns] 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 - indem die Vertebralarterien die unterbundenen Karotiden vollständig ersetzen - so daß keinerlei Störung in den hauptsächlichsten Hirnfunktionen erfolgt. Immer zeigt sich ein Verhältnis zwischen der Lebensenergie und den abwechselnden Hebungen und Senkungen des Gehirns. Im allgemeinen wirkt die Unterbindung der Karotiden niemals tödlich. Die Tiere bleiben dabei wenigstens eine Zeitlang am Leben.“¹¹⁸

Angesichts solcher pathophysiologischer Forschungsarbeiten wäre es falsch, Bichat auf einen reinen Gewebspathologen zu reduzieren. Dennoch blieb die Zielsetzung der *Recherches* vorwiegend seinem pathologischen Interesse geschuldet. Wenn Bichat eine anatomische Verbindung im Körper unterbrach, so zum Beispiel den *Vagusnerven* im Verlauf von seinem Austritt aus dem Gehirn bis in seine Einmündung in den Herzbeutel, dann nicht um den Einfluß des Nervens auf das schlagende, lebendige Herz und seine normalen Funktionsgrößen, wie Herzschlag, Auswurfvolumen oder Kontraktionskraft zu untersuchen.¹¹⁹ Vielmehr sollte bei diesen Experimenten der plötzliche (Herz-) Tod simuliert und erklärt werden:

“Im vorhergehenden Artikel wurde gezeigt, wie nach Unterbrechung der Hirntätigkeit die Tätigkeit der Lungen aufgehoben wird. 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, das zuerst abstirbt und so den Herzstillstand herbeiführt.“¹²⁰

Mit der Isolierung anatomischer Strukturen wollte Bichat also die einzelnen Stadien beschreiben, die der Körper (respektive der Herzmuskel als Körperorgan) durchläuft, nachdem das Herz aufgehört hat, zu schlagen, oder der Hirntod - durch Tumoren oder Gefäßprozesse bedingt - eingetreten ist. Wie andere seiner Zeitgenossen ebenfalls, hatte Bichat dabei keine Skrupel, die tierexperimentellen Beobachtungen an Leichen getöteter Strafgefangener (vergeblich) zu reproduzieren:

116 X. Bichat (1800), S. 1f.

117 Ebenda, S. 106-112.

118 X. Bichat (1822), S. 6 [Übers. F. S.].

119 Bichats pathologisch-anatomischer Untersuchungsansatz beziehungsweise seine wissenschaftlichen Fragestellungen können somit typischerweise als “was wenn... ”-Fragen, statt als begründungsorientierte “warum”-Fragen charakterisiert werden. Vgl. E. Haigh (1984), S. 87.

120 X. Bichat (1800), S. 106.

“Im Winter des Jahres 7 [1799] erhielt ich die Befugnis, an den Leichen Guillotinerter verschiedene Versuche auszuführen; sie standen mir 30-40 Minuten nach der Hinrichtung zur Verfügung. Bei einigen war bereits jede Art von Motilität [Eigenbeweglichkeit] erloschen; bei einigen konnte man sie mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln mehr oder weniger leicht wieder hervorrufen. Es gelang mir aber niemals, durch Armatur des Rückenmarks und des Herzens oder letzteren Organs und der von den sympathischen Ganglien zum Herzen führenden Nerven oder der Nn. vagi die geringste Bewegung auszulösen.”¹²¹

b) Die illustrative Funktion pathophysiologischen Experimentierens

Insgesamt stellten solche experimentellen Eingriffe für Bichat aber nur “künstliche Unterbrechungen” eines Ensembles von Organen dar, welche er als Zentralorgane (Gehirn, Lungen und Herz) für die Aufrechterhaltung des Lebens verantwortlich sah.¹²² Die Wechselwirkung dieser morphologischen Strukturen werde durch ihre Desintegration zerstört, so daß dann eine Erklärung normaler physiologischer Vorgänge unmöglich sei. Die herausragende Stellung dieser drei Zentralorgane bildete sogar den Knotenpunkt für die Dichotomie von animale und organischem Leben [vgl. Abs. 3. 3. b)]:

“Diese Beeinflussung und Verkettung der beiden Arten des Lebens scheint insbesondere zwischen dem Gehirn für das animale und der Lunge oder dem Herzen für das organische Leben zu bestehen. Die Tätigkeit eines dieser drei Organe ist unumgänglich notwendig für diejenige der beiden anderen. Wenn eines vollständig zu arbeiten aufhört, können die anderen ihre Funktionen nicht fortsetzen, und da sie die drei Zentren sind, in welchen alle sekundären Erscheinungen der beiden Arten des Lebens zusammenlaufen, werden unvermeidlich auch diese Erscheinungen unterbrochen und der allgemeine Tod stellt sich ein.”¹²³

In seinen Experimenten griff Bichat häufig auf das für seine Systematik so zentrale Begriffspaar (‘bewußt’ versus ‘unbewußt’) zurück. Mit dem Verweis auf Stahl thematisierte er dabei auch die “Dichotomie des Lebens”. Anhand seiner Erörterungen wird deutlich, in welcher Weise pathologische Vorannahmen die Verwendung des Experiments strukturieren und in eine bestimmte “Bahn” lenken können:

“Bei Kaltblütern, insbesondere Reptilien, folgt der Herztod nicht so rasch auf den Hirntod wie bei Warmblütern. Bei Fröschen und Salamandern schlägt das Herz nach der Enthirnung der Tiere noch sehr lange Zeit weiter. Ich habe mich durch viele Experimente überzeugt [...] Da das Herz nach der Unterbrechung der Hirntätigkeit nur deshalb still steht, weil vorher der Lungentod eintritt, so muß offenbar zwischen dem plötzlichen Hirntod und dem Herztod ein Zeitraum liegen, fast gleich der Zeit, die im natürlichen Zustand die Aufhebung der Atmung in Anspruch nimmt.”¹²⁴

Bichat ging somit davon aus, daß der Hirntod ein “atem- (mechanik) abhängiges” Phänomen sein müsse, da die dem Hirn über das Blutgefäßsystem mitzuteilende “Erschütterung” [vgl. S. 69] durch den Atemvorgang fehle. Die unterbrochene Kommunikation von Nerven des animalischen mit denen des organischen Typs bildete für ihn hingegen kein Diskussionsthema.

Um seine pathophysiologischen Analysen der *Recherches* auf die morphologische Ebene ausdehnen zu können, wendete Bichat neben den chirurgisch-manipulativen Eingriffen des

121 Ebenda, S. 110.

122 Eine vergleichbare Ansicht über die besondere physiologische Bedeutung dieser drei Zentralorgane wurde auch von Bordeu vertreten, auch wenn sich Bichat nicht explizit auf ihn berief. Vgl. E. Ackerknecht (1967), S. 53f.

123 X. Bichat (1800), S. 3.

124 Ebenda, S. 115.

vivisektorischen Experiments auch pathologisch-anatomische Verfahren an. Dabei unterwarf er die verschiedenen Teile des toten Körpers den zahlreichen Methoden der ‘Dissektion’, der ‘Verwesung’, der ‘Mazeration’, der ‘Auflösung’, der ‘Trocknung’, des ‘Abkochens’ oder der Einwirkung von ‘Neutralsalzen, Säuren und Laugen’.¹²⁵ Seine Methodik zeichnete sich durch die systematische Analyse der Körperteile bis in feinste Gewebsbereiche hinein aus.¹²⁶ Hierdurch trug Bichats Gewebspathologie, obwohl er selbst das Mikroskop nie planmäßig benutzte, entscheidend zur Entstehung der modernen Histologie und experimentellen Pathologie bei.¹²⁷ Das gilt insbesondere für eine Forschungspraxis, mit der er - durch Zupfpräparat und Handlupenbeobachtung - die pathologische Analyse über die Organpathologie hinaus auf die nächst kleinere Ebene verlagerte.¹²⁸

Ein wichtiges Hindernis für die weitergehende mikroskopische Analyse der Gewebstrukturen stellte jedoch Bichats Ablehnung des durch technische Elemente “gestörten Blicks” dar. In dieser Hinsicht blieb er ganz der Tradition des Montpellianischen Vitalismus verpflichtet. In bezug auf die Mikroskoptechnik gab er der autoptischen Beobachtung den “epistemischen Vortritt”. Nur der ungestörte Blick könne die pathologischen Strukturveränderungen adäquat erfassen und halte sich an die wissenschaftlichen Fakten, ohne durch theoretische Systeme fehlgeleitet zu werden:

“Wenn ich [Bichat] so schnell vorwärts gekommen bin, dann weil ich wenig gelesen habe; die Bücher dürfen nur eine Faktensammlung darstellen; oder braucht man sie in einer Wissenschaft, wo sich das Material immer sehr nah bei uns befindet, wo wir sozusagen lebendige Bücher haben, nämlich die Worte und die Kranken?”¹²⁹

Die “Worte” und die “Kranken” bekam der pathologische Anatom aber kaum zu Gesicht. Vielmehr las er die Krankheitsursachen aus den Befunden der Leichensektion heraus.¹³⁰ Technische Apparate und experimentelle Methoden betrachtete er hingegen als Hilfsmittel (*sciences auxiliaires*),¹³¹ die nur eine Rolle unter vielen spielten, um ein bestimmtes Forschungsziel erreichen zu können.

Er betonte, daß diese Methoden nicht dazu gedacht seien, die tatsächliche Komposition lebendiger und gesunder Körper aufzuzeigen. Statt dessen könnte man hierdurch lediglich Rückschlüsse auf das vorangegangene Krankheitsgeschehen erlangen. In diesem Zusammenhang sprach Bichat auch von Experimenten (*expérimentens*), deren Einsatz in der Pathologie dort seine Berechtigung habe, “wo das Skalpell nicht hinkommt”.¹³² Man kann das Experiment bei Bichat deshalb als eine Art verlängerter Beobachtungsmöglichkeit begreifen.¹³³ Für Bichat war die argumentative Funktion des pathophysiologischen Experiments entscheidend. Einzelne Experimentalabschnitte setzen an den Stellen ein, an denen der autoptische Zugang seine Fragestellungen nicht hinreichend klären konnte. Damit bildet das

125 Vgl. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 37.

126 Siehe G. Sutton (1984), S. 54.

127 Die histologische Ausrichtung erlangte insbesondere durch die mikroskopischen Untersuchungen Jakob Henles (1809-1885) in den Deutschen Ländern eine große Bedeutung für die anatomische Forschungstätigkeit des 19. Jahrhunderts. Vgl. etwa L. Nyhart (1995), vor allem S. 80-90 und 121f., A. Tuchman (1993), S. 63f. und 87-125, I. Jahn (1990), S. 331-335, sowie dies. (1973).

128 Vgl. E. Haigh (1984), S. 98f., sowie P. Diepgen (1960), S. 23.

129 Bichat zitiert nach Maingault in X. Bichat (1818-21), Bd. 1. Historische Einleitung, S. VI [Übers. F. S.].

130 Siehe X. Bichat (1822), S. 51.

131 X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 59f.

132 R. Dobo/A. Role (1989), S. 214f., oder J. M. D. Olmsted (1944), S. 22f.

133 Vgl. auch A. Franklin (1986), S. 104, sowie W. Albury (1977), S. 70-72.

Experiment einen Zwischenschritt seiner Erörterungen, der die pathologische Bedeutung einzelner anatomischer Strukturen für das Verständnis der Krankheitsprozesse veranschaulichen soll.

3. 5. Zusammenfassung

In der Historiographie ist die Bedeutung der französischen Klinik für die Entstehung der pathologischen Anatomie im allgemeinen und der Gewebspathologie im besonderen zu einem gängigen Topos der Medizin des 18. und frühen 19. Jahrhunderts geworden.¹³⁴ Mit ihr werden lokalisatorische Konzepte der Ätiologie verknüpft wie auch das Bestreben, die aus der pathologischen Sektion gewonnen Erkenntnisse rekursiv für das Verständnis der Vorgänge im gesunden Organismus zu nutzen. Im Vergleich mit den lokalisatorischen Anstrengungen der Klinik stellte Bichats pathologisch-anatomisches Forschungsprogramm den weithin einflußreichsten Ansatz dar.¹³⁵ Schon in seiner *Dissertation sur les membranes* nahm Bichat diejenigen Ideen vorweg, die er später im *Traité des membranes* und der *Anatomie générale* weiter ausführte. Dabei versuchte er in seinen analytischen Arbeiten zur Gewebspathologie, die tatsächlichen *loci* des Krankheitsgeschehens zu demonstrieren, welche Pinel, Laënnec oder Bouillaud nosologisch postuliert hatten.¹³⁶

Vor dem Hintergrund einer durch den Vitalismus beeinflussten Krankheitslehre band Bichat die dezentralisierte Konzeption der Lebensphänomene gezielt an die einzelnen Körpergewebe zurück. Hierdurch nahm er eine Abkehr von derjenigen lokalisatorischen Tradition vor, die sich noch auf Morgagnis Organpathologie berief, und sah die Funktionen und den morphologischen Bau der Organe in besonderer Abhängigkeit von ihrer Gewebsgrundlage. Dabei war die Experimentalpraxis Bichats zumeist seinem pathologisch-anatomischen Forschungsinteresse untergeordnet,¹³⁷ worin sie sich auch vom funktionell-physiologischen Forschungsansatz Magendies stark unterschied [vgl. Kap. 4].

Die Ausbildung des Forschungsprogramms der pathologischen Anatomie blieb durch die Problemsituation seiner Forschungspraxis notwendigerweise begrenzt. Sie läßt sich anhand der klinischen Lokalisationslehre und der sezierenden Forschungspraxis charakterisieren, wobei die positiv heuristische Ausrichtung des Programms vor allem auf die nähere Erkenntnis der den Krankheitsprozessen zugrundeliegenden Gewebsläsionen zielte. Im Verlauf seiner Forschungstätigkeit verschob sich jedoch das Interesse des pathologischen Anatomen von einem eher klassifikatorischen Ansatz weg zu einem experimentalpathologischen Vorgehen hin. Seine pathologische Perspektive verlagerte den Schwerpunkt des experimentellen Ansatzes auf die Krankheitsphänomene, während die normalen Lebensphänomene kaum Berücksichtigung fanden. Ihre Erklärung kam *quasi* "auf dem Umweg" über die pathologische Anatomie *ex post factum* zustande. Die Grundlage der morphologischen Physiologie Bichats - als einer Lehre vom gesunden Zustand des Körpers - blieb somit über große Strecken vage, da er keine systematischen Versuche unternahm, diese Ansichten auch experimentell zu stützen.

So entfaltete die pathologische Anatomie vor allem eine Wirkung auf die klinische Diagnostik und die Entwicklung der Histologie. Demgegenüber vollzog sich der qualitative

134 Siehe R. Maulitz (1987), vor allem S. 9-59, und J. Lesch (1984), insbesondere S. 50-80.

135 Vgl. M. Foucault (1996b), S. 97-101 und 186-210, E. Ackerknecht (1967), insbesondere S. 25, 70-79, 107-111, 129, 144, 163 und 172 sowie ders. (1950) und O. Temkin (1946a).

136 Siehe M. Foucault (1996b), S. 149, E. Williams (1994), S. 116 und 189, 154, 170f. und 204f., sowie J. Lesch (1984), S. 66.

137 Vgl. auch R. Dobo/A. Role (1989), S. 272f., wie auch J. Pickstone (1981).

Bedeutungswechsel von den körper- oder gewebsspezifischen Lebenstätigkeiten zu den physiologischen Funktionen erst ab der Mitte des 19. Jahrhunderts. Hierfür stellte die Entwicklung einer neuen *epistemischen Praxis* eine wichtige Bedingung dar - das systematisch angewandte vivisektorische Experiment.

ABBILDUNG 8: *François Magendie (ca. 1803). Aus: M. Brazier (1988), S. 45.*



“Genauso wie die Vorgänge in unseren kleinen physikalischen Apparaten finden auch die Vorgänge im großen Apparat der Tierökonomie statt... ”¹

François Magendie

4. Veränderte Perspektiven -

Cuviers Anatomie, Bichats Pathophysiologie und das funktionell-physiologische Forschungsprogramm

Dieses Kapitel stellt ein *Intermediär* für die Untersuchung der ideengeschichtlichen Einflüsse auf den Funktionsbegriff bei Magendie und des theoretischen Kontexts seines funktionell-physiologischen Forschungsprogramms dar. Bislang sind in dieser Arbeit zwei Haupttendenzen der französischen Naturforschung und Medizin umrissen worden, die mit den Namen Cuvier und Bichat verknüpft sind. Zu Systematisierungszwecken ist dieses Kapitel auch auf Personen hin ausgerichtet. Diese sind aber lediglich als Orientierungspunkte zu begreifen, um unterschiedliche Entwicklungen nachzuvollziehen und zu ordnen. So erscheint Magendies experimentalphysiologischer Ansatz nämlich als ein besonderes Produkt aus Elementen der vergleichenden und der pathologischen Anatomie. Einzelne solcher Versatzstücke aus den methodologischen Programmen seiner wissenschaftlichen Vorgänger integrierte Magendie in eigene Experimentaluntersuchungen, wobei diese in der Formierung seines Programms zunehmend eine besondere Ausprägung und Weiterentwicklung erfuhren.

Es ist also naheliegend, auf Magendies nähere Auseinandersetzung mit den Forschungsansätzen seiner Vorgänger umfassender einzugehen und gleichzeitig die Bedeutung seiner Neukonzeptionalisierung für die Ausgangslage der Experimentalserien zu den Absorptionsvorgängen darzustellen. In der Ausarbeitung dieser theoretischen sowie forschungspraktischen Schwerpunkte des Physiologen kann eine wichtige Perspektive auf die *praxeologische Dimension* seines Forschungshandelns eröffnet werden. Erst nach Auslotung dieser begrifflichen Arbeitsleistungen Magendies, nämlich der näheren Vorstrukturierung des Forschungsprogramms, des Abgleichs vergleichend-anatomischer Sichtweisen und des experimentalpathologischen Prozederes mit physiologischen Problemstellungen, kann ihm dann in einem weiteren Schritt an die Werkbank des Labors gefolgt werden [vgl. Kap. 5].

Durch dieses Vorgehen werden einerseits die Intentionen, Ansätze und Veränderungen des funktionell-physiologischen Forschungsprogramms von Magendie sowie die Grundlagen der experimentellen Physiologie plastisch. Andererseits haben die vorangegangenen Abschnitte auch die Differenzen zu Cuvier und Bichat aufgedeckt. So waren seine wissenschaftlichen Vorgänger trotz vieler theoretischer Übereinstimmungen Magendies Zentralinstrument des

1 (“Mais comme ce qui se passe dans nos petits appareils de physique se passe de même dans le grand appareil de l'économie vivante...”) F. Magendie (1836), Bd. 1, S. 33 [Übers. F. S.].

vivisektorischen Tierexperiments entweder reserviert gegenüberstanden oder hatten es in sehr unterschiedliche epistemische Zusammenhänge eingeordnet. Es bestanden zwischen Magendie und seinen Vorgängern also nicht zu vernachlässigende methodologische Unterschiede. Diese sollen im folgenden Kapitel näher beschrieben und ihre Bedeutung für Magendies Forschungsprogramm bestimmt werden.

Ich möchte zunächst Magendies medizinisch-chirurgische Ausbildung an der Pariser Fakultät nachzeichnen, die ihn schon früh mit Fragen der vergleichenden Naturforschung und der chirurgisch-manipulativen Untersuchung der Körpervorgänge in Verbindung brachten. Dabei werde ich auch seine Protegierung durch Cuvier thematisieren, wie sie ihm neben anderen frühen französischen Experimentalphysiologen zugutekam. Motivationen und Hintergründe dieser wissenschaftlichen Begünstigungsverhältnisse sollen hier exemplarisch näher bestimmt werden.

Zur Annäherung an die Frage nach der Übernahme von Versatzstücken aus der vergleichenden Anatomie ist es im zweiten Kapitelabschnitt unerlässlich, auf die Rezeption holistischer Ansichten der Schule von Montpellier bei Cuvier einzugehen. Diese stellten zunächst Hindernisse für den experimentell-investigativen Ansatz dar, wenngleich sich eine späte Begrüßung tierexperimenteller Ergebnisse Cuviers abzeichnet. Zu einer Annäherung der unterschiedlichen konzeptionellen Ansätze von Cuvier und Magendie konnte es insbesondere entlang der von beiden geteilten Auffassung vom funktionell integrierten Gesamtsystem lebendiger Körper kommen. Magendie rückte diese Auffassung an eine zentrale Stelle seines Forschungsprogramms und untersuchte das heuristische Prinzip von Cuvier in experimentalphysiologischer Weise. Überdies soll die Frage der den Funktionen zugrundeliegenden Körpervorgängen und -mechanismen bei Cuvier und Magendie untersucht werden. Ich möchte insbesondere das Verständnis beider Forscher von den metabolischen Prozessen lebendiger Körper thematisieren. Diese hatten Cuvier in paradigmatischer Weise zum ‘Prinzip der Wechselwirkung der Teile’ geführt, während sie für Magendie schlechthin die physiologische Grundlage der morphologischen Organisationsstruktur bildeten.

Im dritten Kapitelabschnitt soll der aktiv investigative Zugang in Magendies Forschungspraxis mit Bichats Arbeiten einer morphologischen Physiologie verglichen werden. Dabei ist es notwendig, auch auf Magendies erklärungs-mächtige und praxiswirksame Dezentralisierungsvorstellung von den Lebensphänomenen einzugehen. Die Anknüpfungspunkte seiner Konzeption sollen bei Bichats Auffassung von übergeordneten Organsystemen und ubiquitären Gewebsstrukturen des lebendigen Körpers sichtbar gemacht werden. Außerdem erläutere ich die Bedeutung des ‘Prinzips der Determinierung der Lebensphänomene durch eigene Naturgesetze’ bei Bichat für Magendies Experimentalansatz. Hierdurch wird deutlich, wie die Funktion als physiologischer Untersuchungsgegenstand ins Zentrum seines Forschungsprogramms rücken konnte.

Im letzten Kapitelabschnitt werden Magendies Motive für die Entwicklung der Experimentalphysiologie berücksichtigt, wobei ich insbesondere auf seine Unzufriedenheit mit der theoretischen Fundierung der physiologischen Ansätze seiner Zeit eingehe. Anschließend soll seine wohlausgearbeitete Methodologie für das Studium physiologischer Funktionen dargestellt werden. Anhand der von ihm verwandten Experimentalpraktiken wird auch ersichtlich, wie ihn die Untersuchung der Stoffwechselprozesse zur Annahme “molekularer Bewegungen” (*mouvements moléculaires*)² als physiologischer Grundlage und funktionellem

2 Unter dem Begriff des Moleküls (*le molécule*) verstand Magendie unter dem Lupenmikroskop beobachtbare und chemisch zu quantifizierende Körperbauteile, noch bevor sich die Zelltheorie um die Globustheorie von

Erklärungsprinzip führte. In einem weiteren, synthetischen Schritt sollen nochmals die Elemente aus der vergleichenden und der pathologischen Anatomie zusammengefaßt und die theoretische Ausgangsbasis Magendies skizziert werden, bevor der "Schritt in sein Labor" zu wagen ist. Ich möchte insbesondere auf das Wechselverhältnis reduktionistischer Annahmen sowie vitalistischer Erklärungsreste eingehen, welches den heuristischen Funktionsbegriff und die aktive Laborpraxis des Physiologen nachhaltig beeinflusste.

Die historiographische Rekonstruktion dieses Kapitels macht meines Erachtens deutlich, daß sich Magendies Ansatz nicht als eine simple Übernahme oder Verlängerung der vorangegangenen Forschungstraditionen darstellen läßt. Vielmehr wurden bestimmte Grundannahmen von ihm nicht mitgetragen, so daß es hier zu Brüchen kam. Dennoch wird die Verwurzelung seiner physiologischen Methodologie in diesen Traditionen nachvollziehbar und die Kontinuität deutlich. Auch die konzeptuellen und praktischen Anstöße zu seinen wissenschaftlichen Arbeiten werden hierdurch neu bewertet, welche die Ausgangslage des Forschungswegs von Magendie bestimmten. So standen diese verwandten Ansätze fortwährend im Hintergrund seiner Experimentalarbeiten und bildeten eine Matrix, mit der er sich zeitlebens auseinandersetzte [wie im Kap. 5 zu sehen ist].

4. 1. Magendies Sozialisation in der Pariser 'Medical community'

a) Chirurgische Ausbildung und erste physiologische Tätigkeiten

François Magendie folgte seinem Vater, dem Chirurgen Antoine Magendie aus Bordeaux, in der Familientradition nach, der ihn zur medizinischen Ausbildung seinem Freund, dem Chirurgen Alexis Boyer (1757-1833), ans *Hôtel-Dieu* in Paris anempfahl.³ Schon 1803 absolvierte Magendie die Prüfungen für das *internat des hôpitaux* und trat ins *Hôpital Saint-Louis* ein, wo er ebenso, wie später an der *Salpêtrière* klinisch-praktisch tätig wurde (siehe Abb. 8, S. 90).⁴ Außerdem arbeitete er ab 1807 selbständig als Anatomieassistent an der *École de Santé* und wurde 1811 zum Prosektor (*prosecteur*) der Fakultät befördert.⁵ Er blieb dort bis 1813 und gab zusätzlich Chirurgiekurse, bevor er diesen Posten kündigte. Zwar bestand Magendie schon 1818 das Eingangsexamen (*le concours*), um auf die Verteilungslisten der Pariser Krankenhäuser des *Bureau Central des Hôpitaux Parisiens* aufgenommen zu werden. Bis 1826 war er jedoch auf die Unterstützung seines Freunds Husson angewiesen, um dessen Patientenbehandlung begleiten und Kurse am Krankenhaus geben zu können. Wahrscheinlich wollte Magendie als praktischer Arzt tätig werden, da er sein medizinisches Diplom bei den zuständigen Behörden registrieren ließ.⁶ Gleichzeitig gab er aber auch einen Privatkurs in

Henry Milne-Edwards (1800-1885), ebenfalls einer seiner Schüler, zu formen begann. Er wagte sogar eine Schätzung ihrer tatsächlichen Größe, die sich auf ca. 1/7620 eines Inchs belief. Olmsted stellt darüber hinaus fest, daß der Molekülbegriff in seiner Anwendung auf die Chemie durch John Dalton (1766-1844) und Louis-Joseph Gay-Lussac (1778-1850) populär wurde. Magendie habe nicht gezögert, den Begriff auch in physiologische Kontexte zu übertragen. Vgl. J. M. D. Olmsted (1944), S. 28f. Die Verwendung des Begriffs organischer Moleküle (*molécules organiques*) bei Buffon wird ausführlich in P. McLaughlin (1979), S. 40-53, behandelt; ebenso Haigh (1984), S. 61f., und J. V. Pickstone (1973), S. 350. Zur Einführung des Begriffs grobmolekularer *molécules* in die Chemie durch Gay-Lussac sowie seiner Verwendung in der Physiologie Milne-Edwards und Dutrochets siehe W. Kirsche (1977), S. 27-29, und J. Pickstone (1973).

3 So Magendies Biograph J. M. D. Olmsted (1944), S. 9-11.

4 Siehe M. D. Grmek (1974).

5 Vgl. J. M. D. Olmsted (1944), S. 45-47 und 75-77, sowie C. Bernard (1856), S. 6.

6 Siehe M. D. Grmek (1974), S. 8f.

experimenteller Physiologie am Seminar von *St. Nicolas de Chardonnet*, welches in den Revolutionsjahren ein medizinisches Kollegium darstellte. Dieser Privatunterricht erlangte schnell eine reges Interesse bei seinen Studenten, weil er sich aus vivisektorischen Praktiken zusammensetzte beziehungsweise Magendie eigenständige physiologische Ansätze vorstellte, die er nicht bloß als methodische Verlängerung der Anatomie oder der Chirurgie begriff.⁷

In seiner medizinischen Ausbildung erhielt Magendie somit frühzeitig Einblick in die chirurgisch-manipulative Untersuchung und Beeinflussung der Körpervorgänge und führte erste aktive Experimente zur klinischen Pharmakologie und experimentelle Beobachtungen in der pathologischen Anatomie durch.⁸ In dieser Ausbildungsphase gingen seine Zeitgenossen sogar davon aus, daß die Chirurgie letztlich Magendies Karriereziel sei.⁹ Für seine überraschende Abkehr von der Chirurgie und Hinwendung zu physiologischen Fragestellungen lassen sich historiographisch wohl mindestens zwei Gründe ausmachen. Einerseits bestanden persönliche Animositäten zum Chirurgen Dupuytren am *Hôtel-Dieu*.¹⁰ Andererseits war Magendie in seinen forschungspraktischen Überlegungen an einen Punkt gelangt, an dem er die Zukunft der wissenschaftlichen Medizin vor allem im expliziten Studium physiologischer Fragestellungen sah. So merkt er beispielsweise noch in den letzten Vorlesungen am *Collège de France* fast bilanzierend an, daß

“... noch [viel] zu tun [bleibt], bis diese Wissenschaft den letzten Grad der Perfektion erreicht. Auch ist es im Hinblick auf dieses Ziel, das sowohl wissenschaftlich als auch philanthropisch ist, daß ich Sie [die Zuhörer] ermuntern möchte, ihre Anstrengungen auszurichten. Ich selbst werde mich neuen Untersuchungen zuwenden, denn so wie ich von dieser Idee durchdrungen bin, glaube ich, daß nur im Studium der Physik des Lebens die Zukunft der Medizin verborgen liegt.”¹¹

Die methodologische Umsetzung dieser ”Physik des Lebens” machte in unterschiedlichen Ausprägungen das Hauptziel des weiteren Forschungsschaffens von Magendie aus. Seine Überzeugung von der Anwendbarkeit physikalisch-chemischer Erklärungen auf die ”Phänomene der Tierökonomie” brachte ihn dabei bald in Opposition zu Bichats vitalistischen Konzeptionen.¹² Magendies Lehrer an der *Faculté de Médecine*, vor allem Boyer und François Chaussier (1746-1828) [vgl. S. 94], waren schließlich dem pathologisch-anatomischen Ansatz von Bichat verpflichtet. Magendie selbst war darüber hinaus aber ebenfalls mit dem methodischen Beobachtungsansatz der Pariser Klinik, insbesondere den Werken von Laënnec und Bouillaud, als auch den experimentellen Arbeiten von Legallois sowie Jean-Charles Grimaud (1750-1789) vertraut.¹³

7 Vgl. J. M. D. Olmsted (1944), S. 47-51, und C. Bernard (1877), S. 30.

8 Siehe J. Lesch (1984), S. 92 und 123-125, sowie M. D. Grmek (1974), die auf Magendies Beschäftigung mit Pierre-Hubert Nysten (1771-1818) Gasinjektionen in den Blutkreislauf und Baron Guillaume Dupuytren (1777-1835) Experimentalarbeiten über den nervalen Einfluß auf den Atmungsvorgang aufmerksam machen.

9 Vgl. J. M. D. Olmsted (1944), S. 49.

10 Diese Abkehr von der Chirurgie bezeichnete Marie Jean Pierre Flourens (1794-1867) in seiner *Éloge de Magendie* von 1858 sogar als ”Salto rückwärts” (*volte-face*).

11 (”Mais combien il s'en faut que la science ait atteint à cet égard son dernier degré de perfection. Aussi, c'est vers ce but, à la fois scientifique et philanthropique, que je vous engage à diriger vos efforts; moi-même, je vais me livrer à de nouvelles recherches, pénétré que je suis que c'est dans cette étude de la physique vitale que repose l'avenir de la médecine.”) F. Magendie (1840), Bd. 1, S. 310 [Übers. F. S.].

12 J. Lesch (1984), S. 123-125.

13 Siehe beispielsweise F. Magendie (1840), Bd. 1, S. 332, (1837), Bd. 1, S. 9 und 81, (1816), Bd. 1, S. 306, (1817), Bd. 2, S. 297, als auch E. Haigh (1984), S. 42-44, 81 sowie 102, und dies. (1975), S. 73, 76f.

Die am 24. März 1808 zur Promotion vorgelegte Arbeit *Versuch über den Gebrauch des weichen Gaumens, nebst einigen Lehrsätzen über die Fraktur der Rippenknorpel*¹⁴, mit der Magendies wissenschaftliche Karriere begann,¹⁵ war noch dem gängigen Themen- und Methodenkanon chirurgischer Arbeiten der Zeit gefolgt. Da sie im engeren Zusammenhang zu seiner klinischen Ausbildung steht, ist sie auch für sein Verhältnis zu Bichat aufschlußreich.¹⁶ Magendie übernimmt darin sogar längere Passagen aus Bichats *Traité d'anatomie descriptive*,¹⁷ wobei das *argumentum auctoritatis* die eigenen Auffassungen und Hypothesen über die Sprachproduktion des Kehlkopfs stützen sollte.¹⁸

Als Magendie 1809 seine theoretische Schrift *Quelques idées* publizierte, hatte er sich sowohl in seiner chirurgischen Ausbildung als auch in eigenen Forschungsarbeiten bereits mit Cuviers und Bichats Vorstellungen auseinandergesetzt. Gegenüber der in der Literatur geäußerten Meinung, daß Magendie zu diesem Zeitpunkt ein reiner "Lehnsesseltheoretiker" gewesen sei,¹⁹ muß man feststellen, daß er eng an den Fragen der medizinischen Praxis orientiert und von dem in der Bichatschen Pathologie umrissenen Problemfeld geprägt war.

4. 2. Cuvier und das funktionell-physiologische Forschungsprogramm

a) Die Rezeption holistischer Ansichten der Schule von Montpellier

In diesem Abschnitt soll vor allem Fragen der vergleichend-anatomischen Naturforschung sowie nach den den Funktionen zugrundeliegenden Körpervorgängen und -mechanismen bei Magendie nachgegangen werden.²⁰ In morphologischer Hinsicht konnte sich seine Experimentalphysiologie nämlich einerseits auf Vorarbeiten der vergleichenden Anatomie Cuviers stützen und andererseits ihre Ergebnisse der anatomischen Verifikation anheimstellen. Aus dem Entwicklungszusammenhang der vergleichenden Naturforschung und des experimentellen Ansatzes ergab sich eine Auffassung von den Wechselwirkungen der Körperorgane und ihrer Funktionen, die wohl in besonderer Weise zur Bildung der funktionell-

14 Vgl. F. Magendie: *Essai sur les usages du voile du palais, avec quelques propositions sur la fracture du cartilage des côtes*, Paris 1808, und M. D. Grmek (1974), S. 7.

15 In ihrem Verlauf wurde er unter anderem 1809 Mitglied der *Société médicale d'émulation*, wobei ihn die Mitgliedsliste im siebten Band der *Mémoires de la Société d'Émulation, séant à l'École de Médecine de Paris* (1811); Einleitung, S. LXXXVI, als *docteur de médecine, prosecteur de la Faculté de Médecine* ausweist. Ab 1821 wurde Magendie Mitglied der französischen Akademie der Wissenschaften und 1831 Nachfolger Laënnecs am *Collège de France* in Paris. Unter seinem Einfluß benannte man diese Professur anschließend in einen Lehrstuhl für experimentelle Medizin (*chaire de médecine expérimentale*) um, auf den ihn Bernard 1855 folgte. Von ihm übernahm Bernard auch die Vivisektion als Hauptmethode und seine ausgearbeitete experimentelle Methodologie scheint in großen Teilen den Ansichten seines Lehrers geschuldet zu sein. Siehe J. Schiller (1973).

16 Vgl. M. Genty (1935), S. 115f.

17 Siehe F. Magendie (1808), S. 10f., dessen Zitate Bichat (1801-03), Bd. 2, S. 403f., entstammen.

18 Eine solche Berufung auf anerkannte Lehrmeinungen und herausragende Forschergrößen stellt eine wiederkehrende rhetorische Strategie Magendies dar. Das gilt beispielsweise für seine Rezeption der anatomischen Positionen Hallers oder des Italieners Morgagni Domenico Cotugno (1736-1822), die ihrerseits schon auf ein mögliches Kreislaufgeschehen des *Liquor cerebrospinalis* aufmerksam machen; vgl. F. Magendie (1827). In seiner Arbeit über die Rolle des Magens beim Vorgang des Erbrechens bezieht er sich sowohl auf Haller wie auch auf den Schaffhausener Arzt Johann Jakob Wepfer (1620-1695), deren Positionen die Ausgangspunkte seiner eigenen Forschungstätigkeit zu diesem Problem bilden. Siehe F. Magendie (1813b), S. 8-11 und 24.

19 Diese Position wird insbesondere von M. Gross (1979), S. 255f., und W. Albury (1974) vertreten.

20 Siehe Magendies Rezeption Cuviers in ders. (1837), Bd. 1, S. 39, ebenda, Bd. 2, S. 33, (1821e), S. 49f., und (1821a), S. 107f.

physiologischen Methodologie von Magendie beitrug. Cuviers funktionelle Ansichten waren jedoch durch eigene vergleichend-anatomische Studien geprägt, während experimentelle Untersuchungen in seinem Forschungsprogramm nicht vorkamen. Ähnlich den Auffassungen Bichats waren sie noch dem allgemeinen, experimentalkritischen Kontext durch die vitalistische Schule von Montpellier verhaftet.²¹

Dieser gemeinsame Traditionshintergrund ergibt sich ungeachtet der jeweils unterschiedlichen methodologischen Ausrichtung beider Forscher.²² Am Beginn Cuviers Forschungsbemühungen über die vergleichende Wirbeltieranatomie standen die Beobachtung des Verhaltens und der Tätigkeiten des (Gesamt-) Organismus in seiner naturgemäßen Umgebung, wie auch Bichat zuerst die normalen Erkrankungen in ihrem ungestörten natürlichen Verlauf beobachtete. Sowohl die Position der Schule von Montpellier [vgl. S. 20] als auch die des frühen Cuvier, scheinen dabei auf der Begründungsebene einer Auffassung des "biologischen Emergentismus" gefolgt zu sein.²³ Cuvier nahm beispielsweise an, daß das Funktionieren beziehungsweise das Leben des Gesamtorganismus mehr sein müsse, als das Zusammenspiel seiner Einzelteile und -organe:

"Alle Teile eines lebendigen Körpers sind miteinander verbunden; sie können nur aktiv werden, wenn sie alle zusammen aktiv sind [...] Die Maschinen [die lebendigen Körper], die Gegenstand unserer Untersuchungen sind, können nicht eröffnet werden, ohne daß man sie zerstört; wir können nicht wissen, was aus der Abwesenheit eines ihrer vielen Rädchen [ihrer Organe] resultiert und folglich können wir auch nicht wissen, welchen Anteil diese Rädchen am Gesamteffekt haben."²⁴

Diese "Rädchen des Körpers" - seine Organe - erfüllten somit nur Teilfunktionen für das Funktionsensemble des Ganzen. Cuvier betrachtete sie zwar als Substrat oder Lokalisation der Lebenseigenschaften, aber nicht selbst schon als ihre Generatoren. Hierzu bedurfte es zusätzlich der Eigenschaft der 'Sensibilität', die sie mit Bewegungsimpulsen etc. ausstatten und zum abgestimmten Funktionieren des (Gesamt-) Organismus beitragen sollte:

"Jede von ihnen [die Körperfunktionen] kann als eine Teilmaschine angesehen werden, die mit allen anderen Maschinen koordiniert ist, wobei ihr Arrangement letztlich diese Welt [den Organismus] konstituiert. Die Bewegungsorgane bilden das Räderwerk und die Hebel, mit einem Wort, alle ihre passiven Teile: aber das aktive Prinzip, die Feder, die den Impuls an alle anderen Teile weitergibt, besteht nur in der Fakultät der Sensibilität. Ohne sie verfällt das Tier in einen Dauerschlaf und wäre völlig auf einen vegetativen Zustand reduziert. Es könnte dann selbst als Pflanze bezeichnet werden, wie es Buffon ausgedrückt hat: Ein Tier, das schläft."²⁵

Die genannten Zitate unterstreichen die *holistische* Auffassung Cuviers. Sie kommt forschungspraktisch in einem methodischen Zugang zur Geltung, der das Funktionieren des Gesamtorganismus durch das multikausale 'Prinzip der Wechselwirkung der Teile' bestimmt sah.²⁶ In der neueren Historiographie wurde darauf verwiesen, daß sich Cuviers Kritik der Experimentalphysiologie vor allem auf die Ansätze von Legallois und Flourens bezog und sich gegen bestimmte neurophysiologische Exstirpations- und Läsionsexperimente richtete. In deren

21 Vgl. E. Williams (1994), insbesondere S. 20-66.

22 Siehe auch J. Lesch (1984), S. 96. und 122f.

23 Nach der Emergenzthese hat das funktionelle Ganze des Organismus Priorität vor den Tätigkeiten seiner Einzelteile. Meist gelten biologische Funktionen zwar als phänomenal identifizierbar, werden aber als Ausdruck des komplexen Wechselspiels morphologischer Strukturen und beitragender Funktionen begriffen; vgl. etwa J. Bigelow/R. Pargetter (1998), S. 250f., sowie E. Sober (1993), S. 73-77.

24 G. Cuvier (1800-05), Bd. 1. Einleitung, S. V [Übers. F. S.] und S. 18.

25 G. Cuvier (1810), S. 18 [Übers. F. S.].

26 Vgl. J. Piveteau (1995), S. 487-489, W. Albury (1977), S. 93f. [wie auch Anm. 53 aus Kap. 2].

Verlauf wurden den Versuchstieren lebenswichtige Organ- und Hirnteile entnommen und erst *post mortem*, anhand der beobachteten Phänomene, auf ihre funktionellen Eigenschaften (*actions propres*) rückgeschlossen.²⁷

Andere Experimente dieser frühen Neurophysiologen waren aber ähnlich denen Magendies bereits so "aufgebaut", daß die Versuchstiere möglichst lange am Leben blieben. Auf diese Weise sollten sie über die entstandenen Dysfunktionen und Defizite nach der Veränderung ihres beobachtbaren Gesamtverhaltens "Auskunft" geben können.²⁸ Dieser Zugang wurde von Cuvier eindeutig begrüßt, das heißt, daß er gegenüber der neuen Experimentalphysiologie eine ambivalente Haltung einnahm. Einerseits lobte er ihre empiristische Grundposition:

"Das Experiment [*l'expérience*] allein, das präzise Experiment, das mit Gewichten, Meßlatte, Rechenkalkül und dem Vergleich sämtlicher Substanzen, die man verwandt oder erhalten hat, durchgeführt wird, ist heutzutage der einzig legitime Weg der wissenschaftlichen Theoriebildung und Darstellung."²⁹

In der Folge - spätestens ab den 1820er Jahren - wurde Magendie von Cuvier gefördert,³⁰ der ihn zu neurophysiologischen Experimenten am Zentralen Nervensystem ermunterte.³¹ Diese

27 Der exstirpatorische Experimentalansatz, insbesondere die kalkulierte Zerstörung neuroanatomischer Zentren, wurde schon im 18. Jahrhundert, wenn auch mit weniger Präzision und methodischer Ausrichtung, angewandt. Das gilt etwa für die Untersuchungen der Chirurgen Nicolas Saucerotte (1741-1812) oder François Chopart (1743-1795), die über Hundehirne arbeiteten. Siehe hierzu O. Breidbach (1997), S. 116f., P. Elliott (1987), insbesondere S. 61-68, und J. Schiller (1980), S. 123.

28 Flourens verknüpfte die von ihm vorgefundenen Einzelfunktionen noch mit einer integrativen Gesamtfunktion (*action commune*) der Organe. Er siedelte diese Gesamtfunktion im Gehirn an, zu dessen Erhalt sämtliche Organe beitragen, und machte es somit zum morphologischen Korrelat des experimentell beobachtbaren Gesamtverhaltens lebendiger Organismen; siehe M. Hagner (1997), S. 113-116.

29 G. Cuvier (1810), S. 390 [Übers. F. S.].

30 Siehe F. Magendie (1823a). In gemeinsamen Gesprächen konnte Cuvier Magendie überzeugen, sich in eigenen neurophysiologischen Experimenten auch Hirnbereichen, wie der Brücke, *Pons cerebri*, zuzuwenden. Möglicherweise war die gerichtete Protegierung Magendies wie auch der anderen Experimentalphysiologen darauf zurückzuführen, daß Cuvier ab 1812 das Nervensystem als Zentralmoment seines Klassifikationssystems ansah. Vgl. beispielsweise E. Williams (1994), S. 161f., W. Bechtel/R. Richardson (1993), vor allem S. 93-116, J. Lesch (1984), S. 82f. und 173f., M. Gross (1979), insbesondere S. 255-259, W. Albury (1977), S. 88, und V. Kruta (1973).

31 Schon Olmsted hat darauf aufmerksam gemacht, daß Magendies Leistungen auf dem Gebiet der Neurophysiologie des Zentralen Nervensystems in der medizinischen Historiographie stark unterbewertet wurden. Siehe J. M. D. Olmsted (1944), S. 31f., 74-122 und 161f. Wenn ihm bislang überhaupt ein Platz in der Geschichte der Neurophysiologie zugewiesen wurde, dann aufgrund der Entdeckung des *Bell-Magendieschen Gesetzes*. Siehe beispielsweise L. Stevens (1973), S. 36f. Seine tierexperimentellen Hirnablationen sind hingegen weithin unbekannt und "in den Schatten" der Arbeiten von Flourens und Legallois getreten. Nachdem Magendie zunächst experimentell ausschließlich über das Periphere Nervensystem und die Rückenmarksnerven gearbeitet hatte, entwickelte er zunehmend ein Interesse für die Hirnphysiologie. Auch seine Vorlesungen am *Collège* zeigen, daß er später dem Gehirn, vor allem dem Stamm- und Kleinhirn sowie den Hirnnerven, einen großen Stellenwert einräumte, was in früheren experimentellen Arbeiten nicht der Fall war. Siehe F. Magendie (1840), Bd. 1, insbesondere S. 172-318 und 282-319, sowie ders. (1841), S. 8-12, 45f., 140-142, 158-319, und 333f. Magendie setzte sich ab 1821/2 expliziter mit Fragen der Neurophysiologie auseinander, nachdem seine ersten Untersuchungen zu Brechnußextrakten und anderen chemischen Substanzen eher der Untersuchung allgemeiner Körpervorgänge und -reaktionen galten. Für seine plötzliche Beschäftigung mit dem Peripheren Nervensystem, die ihn bis zum Ende seiner Karriere begleitete, wird in der Literatur der Frankreichbesuch von John Shaw (1774-1842), des Assistenten und Schwagers von Charles Bell (1774-1842), verantwortlich gemacht. Dieser habe Magendie mit Bells neuroanatomischen Arbeiten erst vertraut gemacht. Erst in jüngster Zeit wurde die Bedeutung dieser Arbeiten hervorgehoben, vgl. M. Hagner (1997), insbesondere S. 229-231 und 244-248, O. Breidbach (1997), S. 155-157 und 242-245, M. Brazier (1988), S. 42-47, G. Rice (1987), S. 191f., J. Lesch (1984), S. 170, sowie P. Cranefield (1972), S. 46-51.

Protektion wurde möglicherweise von Cuviers Erwartung getragen, physiologische Erkenntnisse zur Untermauerung des eigenen klassifikatorischen Ansatzes zu nutzen.

Andererseits blieb Cuvier aber gerade gegenüber den Exstirpationsexperimenten skeptisch eingestellt. Seine Kritik speiste sich, wie gerade gezeigt, aus einer vitalistischen Grundposition, die Cuvier der Montpellierianischen Schule verdankte.³²

b) Magendies Übernahme funktionell-anatomischer Konzeptionen

Für Magendie gewann jedoch die funktionale Ausrichtung, welche Cuvier der vergleichenden Anatomie gab, eine besondere Bedeutung. Schon seine erste Definition des Funktionsbegriffs aus den *Quelques idées* erwies Cuvier die Referenz, als Magendie die "Funktion [als] gemeinsame[s] Ziel derjenigen Vorgänge [... bezeichnete], die durch eine bestimmte Anzahl von Organen hervorgerufen werden".³³ Wie Cuvier nahm auch Magendie unterschiedliche "Apparate von Organen" an, die eine Körperfunktion ausführen können sollten [vgl. Abs. 2. 2.].³⁴ Im Gegensatz zum beobachtenden und distanzierten Blick des vergleichenden Anatomen suchte Magendie kleinere, funktionell isolierbare Körperteile darzustellen. Für ihn waren "beobachtbare Tatsachen" das Resultat eines eingreifenden Forschens, ein Produkt experimenteller Manipulation. Dies wird auch durch folgenden Teilabschnitt aus einer Experimentalserie zur Funktionsweise der Tränendrüse illustriert, der die Abhängigkeit unterschiedlicher Organfunktionen vom Nervensystem zeigen sollte:

"Sie treiben eine feine Nadel in die obere, äußere Augenhöhle vor, so daß Sie den Nervus lacrymalis treffen. Man wird das nicht beim ersten Mal schaffen. Daß der Nerv berührt worden ist, wird Ihnen durch einen überschießenden Tränenfluß angezeigt. Die Tränen rinnen Tropfen für Tropfen über die Wange, als würden sie aus einem Reservoir entweichen, dessen Hahn Sie geöffnet haben. Es ist daher höchst evident, daß Sie den Nerv getroffen haben, der zur Drüse hinführt. Dabei haben Sie die Funktion selbst in Angriff genommen, da ihre Tätigkeit in Abhängigkeit der direkten Nervenstimulation zunimmt."³⁵

Die Frage, ob eine bestimmte morphologische Organisationsform wie der *N. lacrymalis* tatsächlich in der Lage sei, ein beobachtbares Phänomen wie den Tränenfluß aufrechtzuerhalten läßt sich für Magendie nicht durch eine vergleichende Beobachtung, sondern allein durch eine reproduzierbare experimentelle Manipulation beantworten. Auf diesen Punkt wird noch [vgl.

32 Auch Schiller macht eine Entwicklung von Cuviers anfänglicher vivisektorischer Reserviertheit hin zu seiner offenen Begrüßung vergleichend-anatomische Fragestellungen, aus. Dabei hält er fest, daß Cuvier als Naturforscher nicht mit Cuvier als *Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences* verwechselt werden sollte. Schließlich mußte er auch aus institutionellen Gründen über Experimente berichten, die auf Vivisektionen basierten. Siehe J. Schiller (1968), S. 87, Fn. 39.

33 ("Une fonction est le but commun de l'action d'un certain nombre d'organes.") F. Magendie (1809a), S. 164f.

34 In modernen kybernetischen Begrifflichkeiten könnte man beispielsweise von unterschiedlichen 'Stellgrößen' sprechen, wie beispielsweise dem Pulsschlag oder dem Gefäßdurchmesser, die unter Beteiligung des Nervensystems agieren. Solche dynamischen Stellgrößen werden etwa während einer physiologischen Angstreaktion bedeutsam, um die Funktion des Blutdrucks aufrechterhalten zu können. Solche Probleme wurden von Magendie schon in den *Leçons* thematisiert. F. Magendie (1838), Bd. 3, S. 37-68 und 80-88. Vgl. auch A. Marfeld (1973), S. 205f.

35 ("Vous enfoncez une aiguille très fine à la partie supérieure et externe de l'orbite, de manière à aller piquer le nerf lacrymal; on y arrive pas du premier coup. Vous êtes averti que le nerf a été touché à un écoulement abondant de larmes. Elles pleuvent goutte à goutte sur la joue comme si elles s'échappaient d'un réservoir dont vous auriez ouvert le robinet. Il est de tout évidence dans ce cas qu'en vous attaquant au nerf qui se rend à la glande, vous vous êtes attaqué à la fonction elle-même, puisque l'activité de celle-ci croît en raison directe de la stimulation nerveuse.") F. Magendie (1840), Bd. 1, S. 33 [Übers. F. S.].

Kap. 5] zurückzukommen sein, wenn ich auf den experimentalpraktischen Forschungsansatz von Magendie näher eingehe.

Zunächst ist hier aber festzuhalten, daß es gerade das Erklärungspotential des Cuvierschen Modells der “Wechselwirkung der Teile” war, das von Magendie aufgegriffen und in seine Experimentalanordnungen eingebracht wurde. Bereits im zweiten Kapitel dieser Arbeit ist angeklungen, daß die teleologische Substitution eines zielgerichteten und harmonischen Zusammenspiels der verschiedenen Körperteile und Organe das entscheidende Moment des Cuvierschen Erklärungsmodells war. Im folgenden Abschnitt soll nun genauer auf Cuviers Vorstellung einer strukturfunktionellen Wechselwirkung eingegangen werden, um die Anschlußpunkte für Magendies Experimentalphysiologie zu erfassen. Erst in Differenz zu Cuviers Erklärungsmodell wird sich nämlich die Entwicklung und forschungspraktische Ausprägung des Funktionsbegriffs bei Magendie zeigen lassen.

c) Von Cuviers ‘Lebensstrudel’ zur ‘Funktion der Ernährung’

Cuviers Untersuchungen verfolgen einen allgemeinen Argumentationsgang. Sie sind wie in den *Leçons* meist nach dem gleichen Schema aufgebaut, eine Systematik, die Magendie ebenfalls häufig, aber in radikalierter Form verwendete.³⁶ Zunächst behandelte Cuvier die Humananatomie und ging auf die ihr zugrundeliegenden Phänomene ein, bevor er anschließend den anatomischen Vergleich unterschiedlicher Spezies aufnahm.³⁷ Der vergleichend-anatomische Ansatz und die parallele Untersuchung interner sowie externer Lebensbedingungen des Organismus wurden insbesondere für Magendies Untersuchung der physiologischen Ernährungsfunktion (*nutrition*) relevant. Schon in *Quelques idées* gab Magendie zu bedenken, daß die traditionellen Physiologen bei ihren Versuchen, diese Lebensphänomene mit Bichats Begrifflichkeit der ‘nicht-sensiblen organischen Kontraktibilität’ zu erklären, nicht bemerkt hatten,

“daß sie von diesen Eigenschaften sprechen, als ob sie wirklich existierten, und als ob sie durch Beobachtungen tatsächlich bewahrheitet und etabliert worden sind [...] Was auch immer ihre Erklärung ist, so muß man doch zugeben, daß kein Stück von ihnen auf der Beobachtung beruht.”³⁸

Demgegenüber faßte Magendie nun die ‘nicht-sensible organische Kontraktibilität’ als nichts anderes auf, als die “Tätigkeit derjenigen Organe, in denen sie angenommen wird”.³⁹ Das heißt, er erforschte etwa die Ernährungsfunktion zunächst lokal im Magen-Darm-Trakt, mit dessen Peristaltik er sie in natürlicher Weise verknüpft sah [vgl. Abs. 5. 2. e)]. Mit seinem investigativen Ansatz erhob er die experimentelle Beobachtung in einen besonderen epistemischen Rang und wollte die realen Grundlagen der Ernährungsfunktion anschließend weiter herausarbeiten. Deshalb griff er auf Cuviers Vorstellung basaler Lebensprozesse sowie dessen Konzept des ‘Lebensstrudels’ (*flux vital* oder *tourbillon vital*) zurück, um die physiologischen Organtätigkeiten untersuchen zu können.⁴⁰ Dabei baute er die Untersuchung externer Existenzbedingungen sowie metabolischer Vorgänge weiter aus.

36 Siehe F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 311-326, sowie ders. (1817), Bd. 2, S. 467-473.

37 Vgl. auch W. Coleman (1964), S. 65f.

38 (“... ils parlent de ces propriétés comme si elles existaient réellement, et comme si elles étaient avérées et constatés par l’observation [...]. Quelque soit l’explication, on avouera que rien en cela n’est fondé sur l’observation.”) F. Magendie (1809a), S. 151 [Übers. F. S.].

39 (“... que la [...] *contractilité organique, sensible, involontaire*, etc., n’est autre chose que l’action des organes où on la suppose exister.”) Ebenda, S. 162.

40 Vgl. G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 4 und 10-12, J. Schiller (1980), S. 128, oder F. Bing (1971).

In den Kernhypothesen seines experimentalphysiologischen Forschungsprogramms lehnte sich Magendie also entweder sehr eng an Cuvier an oder übernahm sogar dessen zoologische Prinzipien für die Physiologie.⁴¹ In der Weise, wie eine Tierart nach Cuviers Vorstellung vom Aussterben bedroht war, weil sie sich in ihrer externen Umwelt (*milieu*) nicht länger ernähren konnte, verlor auch nach Magendie “ein Organ, das aufhört, sich zu ernähren, [...] gleichzeitig seine Fähigkeit, [...] tätig zu werden”.⁴² Eine wichtige Grundbedingung der vergleichenden Methode Cuviers war die Konstanz der Art, genauer: die wechselseitige Abhängigkeit der für eine Art spezifischen strukturfunktionellen Organisationsform unter äußeren Umweltbedingungen. Schließlich hatte Cuvier aus seinem ‘Prinzip der Wechselwirkung der Teile’ hergeleitet, daß die Umwelt der Tiere konstant bleiben müsse, damit eine Tierspezies in ihr überleben könne. In den *Leçons* stellte er fest, daß “diejenigen Modifikationen, die nicht gemeinsam existieren können, ausgeschlossen und die anderen ihre Existenz erhalten werden”.⁴³ Um die Einwirkung der äußeren Lebensbedingungen zu erfassen, hatte Cuvier sie auf die Vorgänge der Stoffaufnahme, Verdauung und Respiration rückgeführt. Die externen Existenzbedingungen ließen sich für ihn als Doppelbewegung der Körpersubstanz (*le double mouvement*) begreifen, die sich aus den Vorgängen der Assimilation (*assimilation*) und Dissimilation (*dissimilation*) zusammensetzte. Diese Doppelbewegung bezeichnete er als ‘Lebensstrudel’.

Für Cuvier stellte die Assimilation körperfremder Stoffe, als einer besonderen Kraft organisierter Körper”, sogar den “ersten Punkt dar, der einem beim Studium der Lebensvorgänge auffällt”.⁴⁴ Als Kreislauf gedacht wurde diese besondere Kraft organisierter Körper zu einer allgemeinen Definition des ‘Lebens’ herangezogen und zur physiologischen Grundlage für die Funktionen der Körperorgane erklärt.⁴⁵ So betrachtete Cuvier nicht länger die ‘Sensibilität’ als wichtigsten physiologischen Vorgang,⁴⁶ sondern die Nährstoffassimilation, die die funktionelle Integrität des gesamten Körpers garantiere:

”das Leben stellt einen kontinuierlichen Strudel dar [*la vie est un tourbillon continuel*], dessen Richtung, so kompliziert wie sie ist, konstant bleibt, genauso wie die Art der Moleküle [*molecules*], die darin eingeschlossen sind; aber nicht die einzelnen Moleküle selbst; ganz im Gegenteil, die aktuelle Materie des lebendigen Körpers wird bald nicht mehr da sein. Dennoch aber bildet sie die Grundlage derjenigen Kraft, die die zukünftige Materie antreiben wird, sich in der gleichen Weise zu bewegen, wie sie selbst zuvor.”⁴⁷

Cuvier setzte damit die ‘Verbrennung’ der Nährstoffe und die Vorgänge der ‘Respiration’ konzeptuell gleich und bezog sie auf die unterschiedlichen morphologischen Strukturen von Lunge, Herz und Kreislaufsystem. Wie Coleman darlegt, konnte sich Cuvier insbesondere durch die Lavoisierschen Chemie bestärkt fühlen und erhob die Untersuchung der “Kräfte organisierter Körper” zum zentralen Gegenstand physiologischer Forschung:⁴⁸

41 Siehe auch F. Magendie (1809a), S. 159f.

42 F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 21 [vgl. Anm. 54].

43 G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 46.

44 G. Cuvier (1810), S. 201.

45 Siehe G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 61.

46 Vgl. M. Gross (1974), insbesondere S. 37-46.

47 G. Cuvier (1810), S. 200 [Übers. F. S.], siehe auch ders. (1800-05), Bd. 1, S. 3-5.

48 Vgl. W. Coleman (1964), S. 35, wie auch G. Cuvier (1810), S. 7f., 202-205 und 243 [ebenso Anm. 83 in Kap. 3].

“Man muß letztendlich untersuchen, durch welche Kräfte diese Stoffe angezogen, einbehalten, befördert und ausgeschieden werden: Man kann diese Forschung *die dynamische* oder im eigentlichen Sinne *die physiologische* nennen.”⁴⁹

Cuviers Auffassung findet sich in Magendies Vorstellungen über die “Funktionen der Relation” (*fonctions de relation*) wieder.⁵⁰ So ging Magendie davon aus, daß die Funktionen auf weitere, “tieferliegende” Körpervorgänge und -mechanismen verweisen, die ihrerseits experimentell zu untersuchen seien. Die “Funktionen der Ernährung/des Stoffwechsels” (*fonctions de nutrition*) erfuhren dabei in den physiologischen Untersuchungen zu den Absorptionsvorgängen eine ähnliche epistemische Vorrangstellung, wie sie sie schon bei Cuvier einnahmen.⁵¹ Dennoch können die nutritiven Funktionen, wie Magendie im *Précis* feststellt, ähnlich der Lebenskraft selbst nicht direkt untersucht werden. Als Gegenstand der Physiologie seien sie lediglich wie die ihnen zugrundeliegenden Molekularbewegungen in ihren Auswirkungen beobachtbar und näher zu analysieren:

“Alle Lebensphänomene lassen sich letztlich auf die Analyse der Nutrition und der Lebenskraft [*action vitale*] zurückführen; aber die Molekularbewegungen [*mouvements moléculaires*] die diese beiden Phänomene ausmachen, sind durch unsere Sinne nicht nachweisbar. Nicht sie selbst müssen daher unsere Aufmerksamkeit erregen, sondern wir müssen uns an das Studium ihrer Resultate halten, nämlich die physikalischen Eigenschaften der Organe, die wahrnehmbaren Effekte der Lebenstätigkeiten, und untersuchen, wie die einen oder die anderen zum allgemeinen Leben beitragen. Tatsächlich liegt da der Gegenstand der Physiologie.”⁵²

Den Ernährungsfunktionen wurde damit eine Vorrangstellung unter den Lebensphänomenen eingeräumt, die einen methodologischen Perspektivenwechsel von der morphologischen Struktur zur physiologischen Funktion begünstigte.⁵³

So begann Magendie an der Notwendigkeit feststehender morphologischer Grundlagen der physiologischen Funktionen zu zweifeln. Mehr und mehr schien er davon auszugehen, daß die Ernährungsfunktionen nicht direkt von der Organstruktur abhängig seien, was einen unmittelbaren Zugriff auf die Lebenstätigkeit im Experiment eröffnete [vgl. Kap. 5]. Deshalb ging er im *Précis* sogar so weit, die Organtätigkeit selbst als eine Folge nutritiver Prozesse aufzufassen:

“Die Lebenskraft [*action vitale*] ist offenbar von der Ernährung [*nutrition*] abhängig, während ihrerseits die Ernährung durch die Lebensäußerungen beeinflusst wird. Ein Organ, das aufhört sich zu ernähren, wird gleichzeitig seine Fähigkeit verlieren, tätig zu werden. Auf diese Weise haben diejenigen Organe, deren

49 G. Cuvier, ebenda, S. 201 [Übers. F. S.], sowie ders. (1800-05), Bd. 1, S. 5.

50 Siehe F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 1f, 151f., 384-390, 465f.

51 Auf keinen Fall waren jedoch die frühen französischen Physiologen ausgewiesene Stoffwechselforscher beziehungsweise einer einzigen Forschungstradition verpflichtet. Statt dessen scheint sich die französische Entwicklung auch in diesem Punkt von der deutschen Physiologie zu unterscheiden. Das gilt insbesondere für die Tradition von Carl Friedrich Wilhelm Ludwig (1816-1894) und Emil Heinrich Du Bois-Reymond (1818-1896), die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts fast ausschließlich unter dem Paradigma der ‘Elektrophysiologie’ arbeiteten. Vgl. T. Lenoir (1988a), S. 1-54, sowie ders. (1988b) oder P. Craneffeld (1988) und ders. (1957). Magendie hatte seinerseits neben vielfältigen anderen Forschungsarbeiten etwa auch elektrophysiologisch-galvanische Reizexperimente angewandt. So F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 124 und 236f.

52 (“Tous les phénomènes de la vie peuvent donc se rattacher, en dernière analyse, à la nutrition et à l’action vitale; mais les mouvements moléculaires qui constituent ces deux phénomènes ne tombant pas sous nos sens, ce n’est pas sur eux que doit porter notre attention; nous devons nous borner à étudier leurs résultats, c’est-à-dire les propriétés physiques des organes, les effets sensibles des actions vitales, et rechercher comment les uns et les autres concourent à la vie générale. C’est en effet, là l’objet de la physiologie.”) F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 22 [Übers. F. S.].

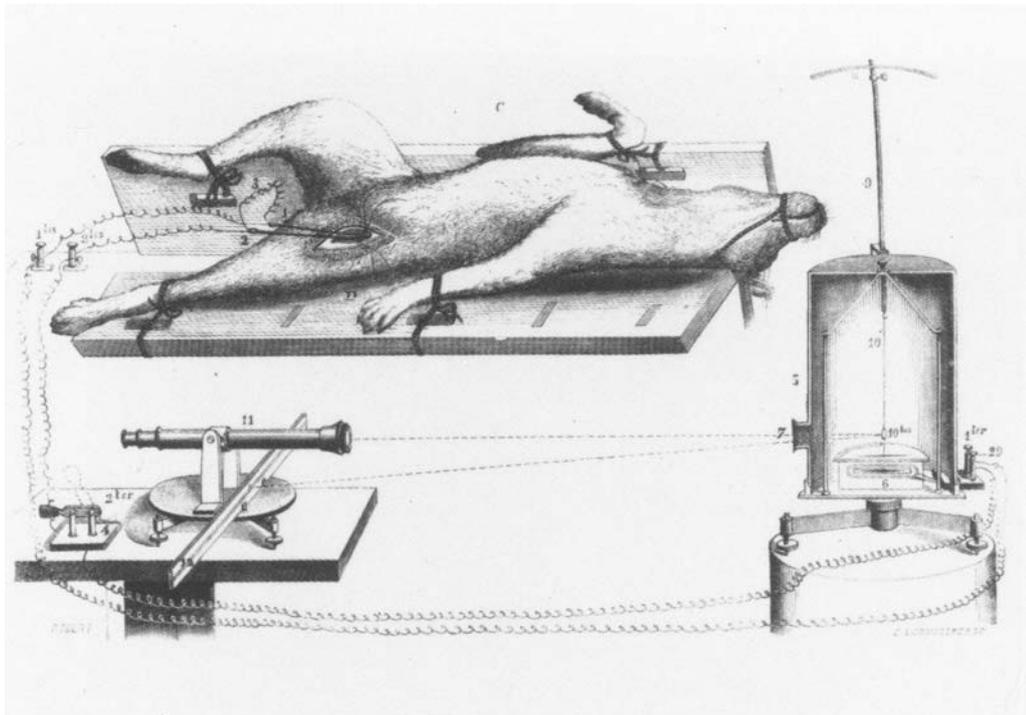
53 Siehe W. Albury (1974), S. 98.

Aktionen am meisten wiederholt werden, eine besonders aktive Ernährung, während andererseits diejenigen, die wenig aktiv sind, offensichtlich eine geringere nutritive Bewegung aufweisen.“⁵⁴

Im Vorgriff auf das nächste Kapitel soll hier noch kurz angedeutet werden, welche Konsequenzen dieser Perspektivenwechsel nach sich zog und welche laborexperimentellen Optionen und Handlungsräume er eröffnete.

Magendie war zwar noch nicht in der Lage, metabolische Prozesse direkt und unter Zuhilfenahme eines spezifisch-experimentellen Inventariums zu untersuchen, wenn man von der recht groben chemischen Analyse unterschiedlicher Blutbestandteile absieht. Er entwickelte aber einen indirekten Zugang, indem er unter vordefinierten Diät- und Hungerbedingungen eine thermometrische Erfassung physikalisch-chemischer Prozesse anstrebte und damit indirekt Rückschlüsse auf den Körpermetabolismus ermöglichte.⁵⁵ Diese 1844 begonnene Experimentalserie stellte eine der ersten gemeinschaftlichen Arbeiten Magendies und Bernards zur tierischen Wärmeentstehung dar.⁵⁶

ABBILDUNG 9: *Bernards Apparat zur Messung der 'tierischen Wärme'. Der Strom vom Thermoelement ging zum d'Arsonval Galvanometer. Aus: M. Brazier (1988), S. 53.*



- 54 (“L'action vitale est dans une dépendance évidente de la nutrition, et réciproquement la nutrition est influencée par l'action vitale. Ainsi un organe qui cesse de se nourrir perd en même temps la faculté d'agir; ainsi, les organes dont l'action est le plus souvent répétée, ont une nutrition plus active: au contraire, ceux qui agissent peu ont un mouvement nutritif évidemment ralenti.”) F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 21 [Übers. F. S.].
- 55 Beispielsweise F. Magendie (1826a); zur physiologischen Stoffwechselforschung vgl. auch R. Kremer (1990), F. Holmes (1974) und E. Mendelsohn (1964b).
- 56 Bereits zwei Jahre zuvor, im Jahre 1842, veröffentlichte Gustav Magnus (1802-1870) seine Kritik der Lavoisierschen Idee, wonach die “tierische Wärme” ausschließlich in den Lungen entstehe. Magendie berief sich hier explizit auf diese vorgängigen Experimente. Siehe J. M. D. Olmsted (1944), S. 234, sowie ders. mit E. H. Olmsted (1938), S. 39, und C. Bernard (1876).

Bei ihren Versuchen benutzten die beiden Physiologen lange starre Thermometer, die sie über die *Carotis* in das Herz eines Pferds einführten.⁵⁷ Dabei fanden sie, daß das Blut im rechten Vorhof etwas weniger warm war, als das im linken. Auf diese Weise konnten sie zeigen, daß die "Verbrennung" beziehungsweise die "tierische Wärmeentstehung" in der Zeitspanne der Lungenpassage ablaufe, weshalb Lavoisiers These, die Lunge als einzigen Ort für die Wärmeentstehung anzusehen, ergänzungsbedürftig sei. Schon lange vorher hatte Magendie die Wärmeentstehung dabei mithilfe von Lavoisiers Oxidationstheorie von ihrem morphologischen Ursprungsort abgelöst:

"Nachdem es somit sehr wahrscheinlich ist, daß sich der Sauerstoff mit dem Kohlenstoff des Blutes verbindet, und jegliche Verbindung dieser Art von einer beachtlichen Wärmefreisetzung begleitet ist, wird es ebenfalls wahrscheinlich, daß sich hier die größte Wärmequelle des arteriellen Blutes befindet."⁵⁸

Als Magendie die chemisch induzierbare Oxidationsreaktion dem Blutkreislauf zuschrieb, verlagerte er bereits die Lokalisation der Wärmeentstehung aus einem spezifischen Organ - der Lunge - über das Kreislaufsystem in den gesamten Körper hinein. Auf diese Weise konnte aus der traditionellen morphologischen Lokalisation des Atmungsgeschehens und der Wärmeentstehung eine indirekte Lokalisation physiologischer Funktionen erreicht und diese anhand spezifischer Phänomene und durch besondere Experimentiertechniken identifiziert werden - beispielsweise die Wärmeentstehung über die Thermometrie oder die Absorptionsphänomene anhand des Einsatzes toxischer Substanzen [vgl. Abs. 5. 1.].

4. 3. Bichat und der experimentell-investigative Ansatz

a) Magendies Rezeption der pathologischen Anatomie Bichats

Bichats Gewebspathologie besaß ganz allgemein einen großen Einfluß in der französischen Medizin. Viele zeitgenössische Anatomen und Physiologen übernahmen seine Fragestellungen und bauten sie in ihre Forschungsarbeiten ein, wie Philibert Joseph Roux (1780-1854), Béclard und Balthasar-Anhelme Richerand (1779-1840). Auch Magendie rezipierte Bichats morphologische Studien, etwa über die Wirbelsäule und ihre topographische Beziehung zum Rückenmark mit seinen Häuten.⁵⁹ Er wich vom medizinischen *mainstream* jedoch insofern ab, als er Bichats experimentelle Methoden zur Beantwortung eigener, funktionell-physiologischer Fragestellungen heranzog.⁶⁰ Die Techniken und Konzeptionen aus dem pathologisch-anatomischen Ansatz von Bichat entfalteten so eine starke Wirkung auf Magendie. Uneingeschränkt gestand er Bichats Bedeutung für sein eigenes Experimentalprogramm ein,⁶¹ als er dessen Beobachtungsgabe und experimentelles Geschick hervorhob und ihn sogar als "einfallreichen Physiologen" pries.⁶²

Dennoch ließ Magendie schon in der theoretischen Auseinandersetzung mit Bichats Ergebnissen erkennen, wo er von dessen methodologischen Ansatz abwich. Er nahm Bichat in

57 Siehe P. Elliott (1987), A. Buzzi (1959) sowie J. M. D. Olmsted/E. H. Olmsted, ebenda, S. 39.

58 ("Cependant, comme il est très probable que l'oxygène se combine avec le carbone du sang, et comme toute formation de ce genre est accompagnée d'un dégagement considérable de calorique, il devient probable aussi que c'est là la source de la chaleur plus grande du sang artériel.") F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 294 [Übers. F. S.].

59 Siehe hierzu auch J. Lesch (1984), S. 96, 168f. und 173f., sowie W. Albury (1977), S. 69.

60 Vgl. E. Ackerknecht (1967), S. 58, wie auch J. M. D. Olmsted (1944), S. 177.

61 Siehe F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 160.

62 Ebenda, S. 26.

der von ihm herausgegebenen Ausgabe der *Recherches* aber trotzdem vor übermäßiger Kritik in Schutz.⁶³

”Die Richtung, die Bichat in diesem Werk eingeschlagen hat, ist vehement von unterschiedlichen Personen kritisiert und von anderen in übertriebener Form entlehnt worden. Die in diesem Zusammenhang entstandene Kritik wie auch die Bewunderung erscheinen mir gleichermaßen fehl am Platz zu sein [...] Wenn Bichat diese Präferenzen gewählt hat, dann weil sie der Natur seines Geistes viel angemessener waren und er sie auf eine sehr glückliche Weise anzuwenden gewußt hat.”⁶⁴

Magendie hielt Bichat zugute, daß dessen morphologische Ausrichtung notwendigerweise Verkürzungen der physiologischen Konzeptionen und Ergebnisse nach sich zog. So betrachtete er Bichats Lebensdefinition als “Gesamtheit der Funktionen, die dem Tod widerstehen”⁶⁵ als Ausdruck des pathologisch-anatomischen Ansatzes, der der “Natur seines Geistes” zu eigen gewesen sei.

Magendies Ausgabe der *Recherches* enthält aber auch eine umfangreiche Kritik, die letztlich einen eigenen Subtext ausmacht. Magendie richtet sich darin wie schon im *Précis* gegen Bichats verkürzt gehaltene physiologische Ansichten, was etwa in seiner Interpretation von dessen Experimentalergebnissen über den Blutkreislauf zum Ausdruck kommt:

“Bei den kaltblütigen Tieren sieht man mit Hilfe des Mikroskops, daß das Blut von den Arterien in die Venen fließt. Diese Verbindung zwischen den Gefäßen ist daher direkt und einfach [...] Bichat, am Ende seiner Karriere, hat sich vehement gegen diese Lehrmeinung gewandt und den Einfluß des Herzens [auf den Blutkreislauf] eingeschränkt [...] Ihm zufolge ist an diesem Ort *nur die alleinige Tätigkeit der kleinen Gefäße* die Ursache des Blutflusses.”⁶⁶

Er betrachtete dagegen den Blutdruck lediglich als eine Folge des Herzschlags und wies die Ansicht zurück, daß der Kapillarfluß auf die von Bichat postulierten, feinen Bewegungen der Arterienwände zurückgeführt werden könne.⁶⁷

Dies war aber nicht nur ein Streit um die Druckhypothese der Kreislaufmechanik. Magendies Kritik schließt vielmehr eine grundsätzliche Differenz zur Bichatschen Physiologie ein, auf die ich mich im folgenden konzentrieren werde. Sie scheint auf den ersten Blick in der unterschiedlichen Ausrichtung beider physiologischen Experimentalmethoden zu liegen. So wendete sich Magendie in späteren Arbeiten gegen die ausschließlich pathologische Sichtweise Bichats, in der auch die physiologischen Vorgänge aus dem Krankheits- und Sterbeprozess rekonstruiert wurden.⁶⁸ Man könnte also meinen, daß Magendie sich lediglich gegen die

63 X. Bichat (1822), Bd. 1. Einleitung, S. I [vgl. Anm. 40 aus Kap. 3].

64 (“La forme adoptée par Bichat, pour cet ouvrage, a été vivement blâmée par quelques personnes et louée avec excès par d’autres. Le blâme et les éloges dans cette circonstance me semble presque également déplacés. [...] Si Bichat a choisi ce cadre de préférence, c’est qu’il était plus approprié à la nature de son esprit, et il l’a rempli d’une manière très heureuse.”) F. Magendie in X. Bichat (1822); S. 1, Fn. a [Übers. F. S.].

65 X. Bichat (1822), Bd. 1. Einleitung, S. I [vgl. Anm. 40 aus Kap. 3].

66 (“Sur les animaux à sang froid on voit, à l’aide du microscope, le sang passer des artères dans les veines; la communication entre ces vaisseaux est donc directe et extrêmement facile [...] Bichat, dans ces derniers temps, s’est élevé avec force contre cette doctrine; il a donné des limites à l’influence du cœur [...] Selon lui, à cet endroit, *l’action seule des petits vaisseaux* est la cause du mouvement du sang.”) F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 322 [Übers. F. S.].

67 Vgl. F. Magendie (1838), Bd. 3, S. 45, 48, 57, 88, 97-99.

68 Siehe hierzu F. Magendie (1809a), S. 145-170, wie auch die Subtexte zu den von ihm herausgegebenen Auflagen von Bichats *Recherches* aus dem Jahr 1822 und dem *Traité des membranes* von 1827.

pathophysiologische Ausrichtung Bichats abgrenzte. Auf den zweiten Blick wird jedoch deutlich, daß seine Kritik eine andere Auffassung von der funktionellen Koordination der Körperorgane implizierte. So drehen sich Magendies Einwände um die Frage, in welcher Weise externe Noxen und Läsionen wie sie Bichat (und später auch Magendie) experimentell einsetzten, in das Wirkungsgefüge des Organismus eingreifen.⁶⁹ Für Bichat war die gezielte Ausschaltung von Geweben und Organen entscheidend, um aus dem "akzidentellen Tod" die funktionellen Relationen der morphologischen Strukturen zu rekonstruieren. Für Magendie war jedoch nicht der Erfolg, sondern der Effekt dieser experimentellen Manipulationen entscheidend.⁷⁰ Ihn interessierten die unmittelbaren Auswirkungen externer Noxen über nervale Stimuli oder eine unzureichende Blutzufuhr, die dann den Untergang beziehungsweise die Nekrose der Gewebe nach sich zogen.⁷¹ Ihr Einsatz zielte auf die funktionellen Mechanismen, welche durch verschiedene "Apparate von Organen" aufrechterhalten würden [siehe S. 99], nicht aber auf den akzidentellen Tod eines Organs oder Gewebes. Gerade diese Differenz ist aber entscheidend. Denn Magendies "Erbe von Cuvier" zog eine andere Methodologie des Experiments nach sich, in der sich die Funktion als physiologischer Forschungsgegenstand herausbildete, wie das folgende Kapitel zeigen wird.

Es läßt sich also nicht behaupten, daß Experimental- und Labortechniken eine "gleiche Methodologie" bei Bichat und Magendie" formten, zu der erst im Nachhinein divergierende theoretische Ansichten *quasi* in einem zweiten unabhängigen Schritt hinzugetreten seien. Sicherlich unterschieden sich die Laborpraktiken beider Forscher wenig, wie schon von Albury und Sutton festgestellt,⁷² und es läßt sich sogar eine *Strukturähnlichkeit*⁷³ zwischen den Experimentaldesigns und -techniken der morphologischen Physiologie Bichats und der funktionellen Physiologie Magendies erkennen. Wenn man aber wie Albury eine wissenschaftliche Methodologie als bloße Experimentaltechnik,⁷⁴ das heißt im Sinne der instrumentellen Aufbauten und tatsächlichen Forschungsprozesse des Labors begreift, übersieht man ihren unterschiedlichen heuristischen Zuschnitt und verkennt den Kern des funktionell-physiologischen Forschungsprogramms bei Magendie. Die Trennung der Bereiche des 'Experimentellen' und des 'Theoretischen' ist vielmehr willkürlich, weil sie die Integration von theoretischen Annahmen in experimentellen Praktiken ausschließt. Ich möchte also behaupten, daß die methodologische Grundlegung beider Forschungsprogramme hinsichtlich ihrer epistemischen Grundannahmen und forschungspraktischen Fragestellungen bereits mit dem Beginn ihrer jeweiligen wissenschaftlichen Laufbahnen verschieden war.

b) Bichats 'Prinzip der Determinierung der Lebensphänomene durch eigene Naturgesetze'

Die Methodologie Magendies unterschied sich von der Bichats vor allem in der Frage, wie mit den experimentell isolierten und zu untersuchenden Körperfunktionen umzugehen sei. Seiner

69 X. Bichat (1800), insbesondere S. 4-21 und 58-78.

70 F. Magendie (1809b), insbesondere S. 11-20, ders. (1821b) sowie ders. (1821c).

71 Vgl. beispielsweise F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 21.

72 Siehe W. Albury (1977), S. 47-58. Im Gegensatz zu Albury macht Sutton jedoch einen Unterschied hinsichtlich der von beiden Forschern benutzten Methodologien geltend. Bichats Forschungsarbeiten über den Tod stellten zwar eine exemplarische Auswahl der Praktiken dar, mit denen er als "Physiologe" gearbeitet habe. Dennoch hätten sie keinen expliziten Hinweis darauf gegeben, wie seine Konzeptionalisierung physiologischer Probleme wirklich aussah. Siehe G. Sutton (1984).

73 Der Begriff der "Strukturähnlichkeit" von Experimenten ist Temkins Diskussion der Experimentierweisen William Harveys (1578-1657) und Galens (129-199 n. u. Z.) entliehen. Vgl. O. Temkin (1961).

74 Siehe W. Albury (1977), S. 58 und 71.

Methode der schrittweisen Ausschaltung und graduellen Extinktion der Lebenseigenschaften folgend, hatte noch Bichat die Phänomene des Lebens als eine eigene, für die organische Materie spezifische Naturgesetzlichkeit erachtet [vgl. auch Abs. 3. 3.].⁷⁵ Magendie ging jedoch von der Allgemeingültigkeit physikalischer Gesetzmäßigkeiten und der aus ihnen folgenden Determinierung der Lebensphänomene aus, wenn er die physiologischen Funktionen der experimentellen Analyse unterzog:

“Meine Herren, das Studium der Funktionen des Nervensystems 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. Es handelt sich dabei um solche Phänomene, wie sie im allgemeinen unter der Bezeichnung der Lebensphänomene verstanden werden, ohne daß wir versuchen würden, sie auf diejenigen Gesetze zurückzuführen, die über die physikalischen Körper herrschen [...] Sie haben in jedem Fall sehen können, daß das experimentelle Studium der Lebensphänomene nicht ohne jedes Interesse ist. Dabei gilt dies auch für den therapeutischen Aspekt, da wir in der Lage waren, die meisten derjenigen pathologischen Störungen im Tierversuch zu reproduzieren, die uns die Patienten bei der Krankenbeobachtung präsentieren. Ich schlage nun vor, in diesem Semester mit Ihnen die andere Gattung von Phänomenen zu untersuchen, die prinzipiell von den Lebensphänomenen verschieden sind, und die, wenn sie den allgemeinen Gesetzen der Physik zugeführt werden, ebenfalls unseren Erklärungen zugänglich werden [...] Vorzugeben, daß die Lebensphänomene völlig getrennt von den allgemeinen Phänomenen der Natur seien, heißt einen gravierenden Fehler zu machen, insbesondere, weil man sich dem zukünftigen Fortschritt der Wissenschaft entgegenstellt. Ebenfalls glaube ich, daß dies eine wirkliche Vervollkommnung wäre, die Lehre und die Ausbildung auf der wirklichen Physik des Lebens zu begründen.”⁷⁶

Schon früh, bevor sein Experimentalprogramm anlief, hatte sich Magendie bereits von Bichats Annahme abgegrenzt, daß die Gesetze der unbelebten Natur nur für die Beschreibung physikalischer und chemischer Eigenschaften anwendbar seien. Er teilte dessen Überzeugung nicht, daß die Variabilität der Lebensphänomene von diesen Gesetzen nur unzureichend erfaßt

75 Vgl. J. Lesch (1984), S. 50-80.

76 (“Messieurs, l'étude des fonctions du système nerveux a fait l'objet du semestre qui vient de s'écouler. Nous nous sommes bornés à passer en revue divers phénomènes appréciables à nos sens et à nos expériences, phénomènes désignés généralement sous le nom de vitaux, sans chercher à les rattacher aux lois qui régissent les corps inertes [...] Vous avez pu voir toutefois que l'étude expérimentale des phénomènes vitaux n'est pas sans intérêt, même sous le point de vue thérapeutique, puisque nous pouvons reproduire sur l'animal vivant la plupart des troubles pathologiques que l'homme malade présente à notre observation. Je me propose dans ce semestre d'étudier avec vous cet autre ordre de phénomènes essentiellement distincts des phénomènes vitaux, et qui, soumis aux lois générales de la physique, deviennent accessibles à nos explications [...] Prétendre que les phénomènes de la vie sont entièrement distincts des phénomènes généraux de la nature, c'est professer une erreur grave, c'est s'opposer aux progrès ultérieurs de la science. Aussi je crois que ce serait un grand perfectionnement que de fonder l'enseignement de la physique vitale proprement dit.”) F. Magendie (1837). Bd. 1, S. 5f. [Übers. F. S.].

würden.⁷⁷ Vielmehr sah er die Wissenschaftlichkeit der Physiologie - die "wirkliche Physik des Lebens" - gerade in der Gesetzmäßigkeit von Physik und Chemie gegründet:⁷⁸

Der Charakter einer sicheren und reifen Wissenschaft besteht darin, daß sie als Grundlage nur eine kleine Anzahl von Prinzipien hat, mit der eine Vielzahl von Fakten leicht verbunden werden können. Die physikalischen Wissenschaften, die im strengen Sinn so genannt werden können, haben meist diesen Charakter [...] Die physiologischen Wissenschaften [...] können noch gar nicht auf diese Ebene gehoben werden; nichtsdestoweniger, gibt uns der Fortschritt [...], den sie gemacht haben, genug Begründung, zu glauben, daß sie eines Tages in der Lage sein werden, sich mit den physikalischen Wissenschaften zu vergleichen. Der Gegenstand dieses kleinen Werks ist, den Beweis zu versuchen:

1. daß die Art, wie man jetzt die den belebten Körpern eigenen Phänomene betrachtet, in mancher Hinsicht fehlerhaft ist,
2. daß diese Phänomene alle auf die gleiche Weise erklärt werden können.

Im Vertrauen auf die "Attraktionskraft" der Physik Isaac Newtons (1642-1727) und die neue Lavoisiersche Chemie, die diese Attraktionskraft in die Erklärung chemischer Reaktionsabläufe integrierte,⁷⁹ hielt er seinen vitalistischen Vorgängern entgegen, eine bloße Enumeration *wissenschaftlicher Unbekannter* betrieben zu haben.⁸⁰ Magendie wollte dagegen solche Ansätze *a priori* ausschließen. Eine Erklärung für die Lebensphänomene oder Körperfunktionen könne nur durch einen zugrundeliegenden Mechanismus (*le mécanisme des fonctions*) sowie durch spezifische, näher zu bestimmende Kräfte (*puissances*) der Körper angegeben werden:

"Das Blut, das durch die Milz geflossen war, gelangt zur Leber. Werfen denn die Erkenntnisse über die Funktionen der Leber kein Licht auf diejenigen der Milz? Ohne Zweifel, aber dennoch ist es zweifach unglücklich, daß wir den Mechanismus ihrer Funktionen überhaupt nicht kennen. Daß die Leber Galle sezerniert ist offensichtlich, aber woher bezieht die Galle ihre Bestandteile? Kommen sie aus der Portalvene oder aus der Leberarterie? Wie wird sie vom Blut getrennt? Durch welche Kraft wird sie durch ihre Kanälchen getrieben? Inwieweit nimmt sie an der Verdauung teil?"⁸¹

77 Gegenüber dem alten Erklärungsansatz der Bichat-Tradition bezog sich Magendie (wieder) auf die Hallersche Lehrmeinung von der prinzipiellen Determiniertheit und Isolierbarkeit der Lebensphänomene. Siehe hierzu J. M. D. Olmsted (1944), S. 148f. Wie eng sich sein Selbstverständnis an Haller anlehnte, zeigt insbesondere eine Fußnote zum Abdruck der anatomischen Arbeit Domenico Cotugno (1736-1822) über das Rückenmarkswasser, *De Ischiade Nervosa*, Neapel 1764. Es sei ihm oft passiert, so Magendie, daß nachdem er eine Entdeckung gemacht habe und die alten Autoren konsultieren ging, er die gesamte Entdeckung in Albrecht von Hallers (1798-1777) Werk wiederfand. Er sei sehr aufgebracht gewesen und habe mehr als einmal dieses "verdammte" Buch verflucht, in dem alles zu finden war. Dennoch kam er zum Ergebnis, das viele junge Doktoren trösten werde, die ähnliches Unglück haben, daß ihn die Fortsetzung seiner Arbeit zur Entdeckung neuer Fakten gelangen ließ. Vgl. F. Magendie (1827), S. 84.

78 ("Le caractère d'une science certaine et perfectionnée, est de n'avoir pour base qu'un petit nombre de principes auxquels se rattachent avec facilité un grand nombre de faits. Les sciences physiques, proprement dites, portent en général ce caractère; la chimie, la physique, et surtout l'astronomie, en sont des exemples remarquables. Les sciences physiologiques ayant beaucoup plus de difficultés à vaincre, ne peuvent point encore être placées sur la même ligne; cependant, les progrès qu'elles ont faits depuis cinquante ans, la marche qu'elles suivent actuellement, donnent lieu d'espérer qu'un jour elles pourront soutenir le parallèle. L'objet de cet opuscule est de chercher à prouver: 1.° Que la manière dont on envisage maintenant les phénomènes propres aux corps vivans, est vicieuse sous plusieurs rapports; 2.° Que ces phénomènes peuvent tous être expliqués de la même manière.") F. Magendie (1809a), S. 145f. [Übers. F. S.].

79 In seiner Berufung auf Newton folgte Magendie einem ständigen Thema der damaligen Zeit. Siehe hierzu J. Schiller (1978), S. 94, sowie T. Hall (1968).

80 Vgl. F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 15.

81 ("Le sang qui a traversé la rate est apporté au foie. La connaissance des fonctions du foie ne jetterait-elle pas quelque lumière sur celles de la rate? Sans doute; aussi est-il doublement malheureux que nous ignorions le mécanisme de ses fonctions. Que le foie sécrète la bile, c'est de toute évidence, mais où la bile puise-t-elle ses

Zur Erklärung der Kräfte der lebendigen Körper müsse es der “neuen Physiologie” darum gehen, “reelle Grundentitäten” zu entdecken, auf denen sie sich abstützen könne. Dies sei der Physik in bezug auf die Attraktionskraft bereits gelungen. Newton, dieser große Geometer (*grand géomètre*) habe nämlich nicht die ‘Attraktion’ als solche gefunden und beschrieben. Sie sei schließlich schon in unterschiedlichen Bedeutungen zentraler Bestandteil der Theorien von Aristoteles und Galileo Galilei (1564-1642) gewesen. Statt dessen habe er die präzisen mathematischen Gesetze herausgearbeitet, denen die Attraktionskraft selbst unterliege.⁸² Dennoch war Magendie kein reiner “Materialist”. Auch er gestand dem Leben eine besondere Lebenskraft zu,⁸³ der er aber eine andere Bedeutung bei der Erklärung physiologischer Prozesse einräumte. Darüber hinaus forderte er ihre physiologische Qualifizierung sowie physikalisch-chemische Quantifizierung ein.⁸⁴

c) Die Bedeutung physikalisch-chemischer Erklärungsweisen

Für die nähere physiologische Bestimmung der Lebensphänomene geht Magendie in den *Quelques idées* aber auch davon aus, daß sie sich nicht allein physikochemisch erklären lassen, sondern zusätzlich durch die Einwirkung einer Lebenskraft bedingt seien:

“Keine Analogie, noch nicht einmal eine wahrscheinliche, ist bis jetzt für das Zusammenspiel von normalen chemischen Affinitäten und den Bewegungen im Verdauungstrakt gefunden worden. Deshalb sind diese Bewegungen immer - und auch heute noch - von einer bestimmten Ursache abhängig verstanden worden, die wie die planetäre und die molekulare Attraktion ihrer Natur nach unbekannt ist, und lediglich durch ihre Auswirkungen deutlich wird. Diese besondere Ursache hat viele Bezeichnungen erhalten, aber die beste, die ihr gegeben worden ist, ist die der *Lebenskraft*.”⁸⁵

Wie obiges Zitat zeigt, ging Magendie von der Notwendigkeit einer besonderen biologischen Erklärungsweise aus, die er meist als Lebenskraft (*force vitale*) bezeichnete, und die für ihn die epistemische Bedeutung einer *physiologischen Unbekannten* hatte.⁸⁶ Dabei beabsichtigte er 1809 wohl lediglich, ein deterministisches Prinzip der Kausalbeziehungen der Lebensphänomene und ihrer prinzipiellen Analysierbarkeit im physiologischen Experiment aufzustellen. Zu dieser Zeit vertrat er noch keine reduktionistische oder sogar physikalistische Position. Sein deterministisches Prinzip diene vielmehr als Abgrenzung vom strikten “Instabilitätsprinzip” der Vitalisten und Bichats. Erst in späteren Jahren entwickelte Magendie die Überzeugung, daß er in einzelnen Fällen tatsächlich nachgewiesen habe, daß im Fall der

éléments? Est-ce dans la veine-porte, ou dans l'artère hépatique? Comment sépare-t-elle du sang? Quelle puissance la fait cheminer dans ses canaux? On quoi concourra-t-elle à la digestion?”) F. Magendie (1840), Bd. 1, S. 13 [Übers. F. S.].

82 Lesch stellt heraus, daß die Formulierung, daß “ein Newton für die Physiologie” gefunden werden müsse, wohl auf Paul Joseph Barthez (1734-1806) und Sauvages aus der Schule von Montpellier zurückgeht. Erst durch Cuviers Ansprache an die “Erste Klasse” der Akademie der Wissenschaften von 1806 habe Magendie von dieser Formulierung erfahren, vgl. ders. (1984), S. 65 und S. 96f.

83 Siehe auch die Auffassung A. Lovejoys (1911).

84 Vgl. K. Roths Schuh (1953), S. 215f.

85 (“On n’a encore trouvé aucune analogie, même probable, entre le jeu des affinités chimiques ordinaire et le mouvement nutritif; c’est pourquoi on a toujours considéré, et l’on considère encore aujourd’hui, le mouvement comme dépendent d’une cause particulière, qui, de même que l’attraction planétaire et moléculaire, est inconnue dans sa nature, mais manifeste par ses effets. Cette cause particulière a reçu beaucoup de dénominations. La meilleure qui lui ait été-donnée, est celle de *force vitale*.) F. Magendie (1809a), S. 149f. [Übers. F. S.].

86 [Siehe Anm. 126 in Kap. 5].

Lebenstätigkeiten auch physikalische Gesetzmäßigkeiten wirksam seien. Hierdurch geraten seine Ansichten sogar in eine beachtenswerte Nähe zu denen der deutschen Reduktionisten.⁸⁷

Die *physikalischen Physiologen* um Emil Du Bois-Reymond (1818-1896) in Berlin behaupteten die vollkommene Determinierbarkeit der Lebensphänomene auf der Grundlage physikalisch-chemischer Naturgesetze.⁸⁸ Von ihnen wollte sich Magendie jedoch ebenso wie später Bernard abgesetzt wissen,⁸⁹ da sie in ihrem Reduktionsanspruch viel zu weit gegangen seien.⁹⁰ Statt dessen vertrat Magendie noch in den *Leçons* von 1840 sein dichotomes “Prinzip der spezifischen Gesetze” der Lebenstätigkeiten weiter:

“Ja, es gibt spezifische vitale Gesetze, die den lebenden Körpern zu eigen sind, Gesetze, die die unbelebte Materie nicht besitzt. Aber es gibt auch andere Gesetze, die sowohl der unbelebten Materie als auch den lebenden Körpern eigen sind. Ohne diese fundamentale Unterscheidung ist kein Fortschritt möglich. 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. Es gibt also in den lebenden Körpern zwei Arten von Gesetzen, nämlich die vitalen und die Physikalischen.”⁹¹

Bezüglich der Gesetze der Physik blieb Magendie somit “pragmatischer Vitalist”.⁹² Mechanistische Erklärungskonzepte schien er zwar aus experimentaltechnischen Gründen

87 Diese Entwicklung in Magendies Forschungsweg wurde schon durch Olmsted hervorgehoben, der auf die unterschiedlichen Grundannahmen Magendies im Essay von 1809 und in seinen Vorlesungen am *Collège de France* hinwies. Dieser Titel sei dahingehend bedeutungsvoll, weil er demonstriere, wie weit Magendie in dreißig Jahren in der Lage war, seine “Revolte gegen den Vitalismus von Bichat” zu führen. Im Jahre 1809 habe er lediglich beabsichtigt, das Prinzip des Determinismus entgegen der Instabilitätsthese der Schule von Montpellier zu behaupten. Während seiner Vorlesungen am *Collège* schien er jedoch die Lebensprozesse weit genug erforscht zu haben, um demonstrieren zu können, daß wenigstens einige ihrer Eigenschaften von physikalischen Gesetzen abhängig seien. Siehe J. M. D. Olmsted (1944), S. 202.

88 Siehe P. Cranefield (1957), S. 407-423.

89 Vgl. G. Canguilhem (1979), S. 77.

90 Du Bois-Reymond spricht sogar vom Scheitern der reduktionistischen Schule in Deutschland. Siehe die Formel des *Ignoramus-Ignorabimus* in seiner Rede: *Ueber die Grenzen des Naturerkennens* in ders. mit J. Rostenthal/E. Du Bois-Reymond (1887), Bd. 1, S. 130.

91 (“Oui il est des lois vitales propres aux corps vivants, lois que ne possède pas la matière inerte, mais aussi il est d'autres lois communes à la matière brute et aux corps vivants. Sans cette distinction fondamentale, pas de progrès possible. Chercher à expliquer un phénomène physique par les lois vitales, uniquement parce que ce phénomène se passe dans un corps vivant, est une idée aussi déraisonnable que de parler vitalité à propos d'un corps inorganique. Il existe donc dans les corps vivants deux sortes de phénomènes, les uns vitaux, les autres physiques.”) F. Magendie (1840), Bd. 1, S. 2f. [Übers. F. S.]

92 Diese Position ging insbesondere gegen Ende seiner wissenschaftlichen Karriere in eine *eliminativistische* über. Hierunter verstehe ich die Auffassung, daß die Entitäten, die von einer bestimmten Forschungsrichtung oder Disziplin untersucht werden, nicht wirklich existieren: Sie sind *wissenschaftliche Unbekannte* [vgl. Anm. 126 in Kap. 5]. In dieser Eigenschaft stellen sie “Platzhalter” für den Forschungsprozeß dar, solange bis diese Forschungsrichtung einer weiteren, dann “reiferen” Disziplin gewichen ist. In der Auseinandersetzung um die Existenz eigener Gesetzmäßigkeiten der Lebensphänomene hieß das, daß diese Gesetzmäßigkeiten solange aufrechterhalten wurden, bis sie auf die “darunterliegende” Ebene der physikalischen Gesetzmäßigkeiten reduziert werden konnten. So vertrat Bichat, daß das Messen des Gasaustauschs in den Lungen für das physiologische Phänomen der Atmung ohne Belang sei, während Magendie glaubte, daß er die physiologische Erforschung der Atmungsvorgänge nur durch ihre chemische Analyse weiterentwickeln könne. Eine solche Richtung sah er bereits durch Lavoisiers Verbrennungsversuche und dessen Auffassung vom Phänomen “tierischer Wärmeentstehung” eingeschlagen. Legallois entdeckte ungefähr gleichzeitig den Sitz des Atemzentrums in der *Medulla oblongata* und wir kennen heute den elektrochemischen Mechanismus von sogenannten Schrittmacherzellen dieser Region sowie die Veränderung ihrer Aktivität unter den Schwankungen der Kohlendioxidspannung im Blut. Der historische Fortgang illustriert die Auffassungen des eliminativistischen Ansatzes in den Wissenschaften und zeigt, wie die unbekanntesten Fragen: Was ist Gasaustausch, wie wird die Atmung geregelt und wie wird sie in Gang gehalten, eine nach der anderen

abzulehnen, weil ihm die Auflösungs- und Erklärungsverfahren zu ungenau waren. Dennoch ging Magendie von einer prinzipiellen Reduktionsmöglichkeit biologisch-physiologischer Funktionen auf chemische und physikalische Prozesse aus, ohne Angaben über die Erreichbarkeit dieses Erkenntnisziels zu machen.

Für Bichat bildete hingegen das ‘Prinzip der Determinierung der Lebensphänomene durch eigene Naturgesetze’ eine wichtige Grundlage für das Postulat der Lebenseigenschaften isolierter Gewebe. Von dieser Lehrmeinung grenzte sich Magendie 1809 zwar ab. Dennoch war der Vitalismus als Kontext seines Funktionsbegriffs von entscheidender Bedeutung, weil Magendie in einem physiologisch-analytischen Doppelschritt die Gesetze der Lebenskraft experimentell bestimmen und nachfolgend auf physikalisch-chemische Vorgänge beziehen wollte:

“Noch viel wertvoller, als all diese [methodischen] Überlegungen [zur Feststellung und Lokalisation der Lebensphänomene] wäre es, Experimente zu machen mit dem Ziel, die allgemeinen [physikalischen und chemischen] Gesetze der Lebenskraft zu finden.”⁹³

Für Bichat war jedoch selbst eine begrenzte Rückführung der Lebensphänomene auf physikalisch-chemische Vorgänge undenkbar. Die Diskussion der Variabilität *versus* der Determiniertheit der Lebensphänomene stellte für ihn eine Frage im Kontext “künstlicher” Eingriffe im vivisektorischen Experiment gegenüber einem reinen Beobachtungszugang dar. Hierbei sah Bichat die Zerstörung der physiologischen Vorgänge in lebendigen Körpern als notwendige Bedingung für eine physikalisch-chemische Analyse ihrer Körperstruktur an. Zwar könne die Medizin auf diese Weise zu pathophysiologischen Rückschlüssen gelangen, aber ein näherer Erkenntnisgewinn über die normalen “physiologischen” Körpervorgänge sei nicht zu erzielen. Deshalb wies Bichat auch Stephan Hales (1677-1761) oder Edmund Goodwyns (1786-1829) Ansätze zur physikalischen Untersuchung des Blutdrucks oder der chemischen Analyse der Ein- und Ausatemluft zurück.⁹⁴ Er warf diesen Ärzten vor, dort willkürliche Vereinheitlichungen vorzunehmen, wo interindividuell größte Unterschiede bestünden:

“In dieser Beziehung ist Goodwyn von einem falschen Prinzip ausgegangen, um die Menge der nach jeder Expiration in der Lunge zurückbleibenden Luft zu messen. Selbst wenn man nur wenige Leichenöffnungen vornimmt, kann man nicht darauf rechnen, auch nur zweimal die Lunge in demselben Zustande anzutreffen. Die unendliche Verschiedenheit des Ausgangs des Lebens, die größere oder geringere Anhäufung des Blutes in der Lunge, ihr größerer oder geringerer Luftgehalt, verleihen ihr ein so variables Volumen, daß man keinen allgemein gültigen Befund aufstellen kann. Kann man auf der anderen Seite hoffen, am lebenden Organismus mehr Glück zu haben? Nein! [...] Alle Berechnungen der bei der Inspiration und Expiration beteiligten Luftmengen scheinen mir physiologisch widersinnig zu sein, weil sie das Wesen der Lebenskräfte mit dem der physischen Kräfte zusammenwerfen.”⁹⁵

aufgedeckt wurden. Gleichzeitig macht dieses Beispiel aber auch klar, daß trotz der erfolgten Forschungsbewegungen immer noch große Verständnislücken geblieben sind und vielleicht immer offen bleiben werden. Denn über den Einfluß des Bewußtseins auf die Atmung wird oft in einer Weise spekuliert, wie sie dem 19. Jahrhundert zu eigen war. Als Mitbegründer der wissenschaftstheoretischen Position des Eliminativismus im 20. Jahrhundert gilt insbesondere W. V. Quine (1969). Für die zeitgenössische Theorie der Biologie siehe J. Bigelow/R. Pargetter (1998), insbesondere S. 242-44.

93 (“Ce qui vaudrait beaucoup mieux encore que tous ces raisonnemens, serait de faire des expériences, dans la vue de trouver des lois générales de la force vitale.”) F. Magendie (1809a), S. 153 [Übers. F. S.].

94 Bichat schien sich dabei auf E. Goodwyn: *The Connexion of Life with Respiration; or an experimental inquiry into the effects of submersion, strangulation, and several kinds of noxious airs on living animals*, London 1788, zu beziehen. Vgl. J. Sutton (1984), S. 61, Fn. 23.

95 X. Bichat (1800), S. 29, Fn. 1 [Übers. F. S.].

In einem Zwischenresümee läßt sich also feststellen, daß sich Magendie aus verschiedenen Gründen gegenüber Bichats Methodologie abgrenzte, obwohl er dessen Experimentaltechnik weitgehend übernahm. Auf den ersten Blick scheinen Magendies Vorbehalte allein der pathophysiologischen Perspektive Bichats zu gelten. Im Gegensatz zu ihr wollte Magendie schließlich die normalen oder gesunden Abläufe physikalisch-chemischer Prozesse im lebendigen Körper aufzeigen und deren Bedeutung für physiologische Funktionen näher bestimmen. Aber diese Kritik war mehr als nur eine Kritik am "pathologischen Blick" auf die Lebensprozesse. Denn erst im zweiten Anlauf wird deutlich, daß sich dahinter eine subtile Kritik am vitalistischen Ansatz Bichats verbarg, der dessen Konzeption der Gewebseinheiten maßgeblich prägte. So teilte Magendie Bichats Überzeugung von einer prinzipiell anders gearteten Gesetzmäßigkeit der Lebensvorgänge keineswegs. Vielmehr hielt er die Reduktion auf physikalische und chemische Naturgesetze für ein zentrales Ziel des wissenschaftlichen Erkenntnistrebens und betrachtete sie als epistemologischen Kern der neuen Physiologie. Dennoch ging Magendie von einer wie auch immer gearteten Lebenskraft aus, die er ambivalent begriff. Einerseits hatte die Annahme spezifischer vitaler Kräfte für ihn eine heuristische Funktion - im Sinne einer *physiologischen Unbekannten* - die durch den weiteren Erkenntnisfortschritt in physikalische und chemische Gesetzmäßigkeiten überführt werden sollte. Andererseits vertrat er bis zuletzt die These, daß der lebendige Körper sowohl physikalisch-chemischen als auch spezifisch vitalen Kräften unterworfen sei und es daher darauf ankäme, diese beiden Bereiche sorgfältig - auch in der experimentellen Analyse - voneinander zu trennen. Dieser sowohl pragmatische als auch heuristische Vitalismus hatte für den experimentellen Zugriff durchaus Bedeutung.

4. 4. Magendie: Physiologie zwischen vergleichender und pathologischer Anatomie

a) Die Stabilität der Lebensphänomene im Blick des Labors

Die *Quelques idées* von 1809 waren nicht nur eine Auseinandersetzung mit Bichats pathophysiologischem Zugang.⁹⁶ In ähnlicher Weise hielt er auch andere zeitgenössische Forschungsansätze aufgrund ihrer Erklärungskonzeptionen für defizitär. So macht er beispielsweise die Gruppe der *Idéologues*⁹⁷ [vgl. auch Abs. 6. 2.] für die falsche Einschätzung verantwortlich, daß die Physiologie bereits eine ausgereifte Wissenschaft sei, während er selbst die Physiologie "noch in den Kinderschuhen steckend" begriff.⁹⁸ Dabei brachte er auch die neue Perspektive auf die Lebensphänomene zum Ausdruck, die für ihn auf ein singuläres

96 Siehe F. Magendie (1809a).

97 Der Begriff der *Idéologie* geht strenggenommen auf A. Destutt de Tracys (1754-1836) *Elemente der Ideologie*; frz. *Elémens d'idéologie*, Paris 1801-1815, zurück. Unter den *Idéologues* wird eine Gruppe von sensualistisch orientierten Philosophen verstanden, die im Umfeld des Salons der Mme. Anne Cathérine Helvetius (1719-1800) in Auteuil, die Frau des Philosophen Claude Adrien Helvetius (1715-1771), als führende intellektuelle Bewegung die französischen Revolutionsjahre entscheidend bestimmten. Im neustrukturierten *Institut de France* nahmen sie noch bis 1803 die große Abteilung für die "Analyse der Empfindungen und Ideen" ein. Während der Restitutionsphase kam es jedoch zu einer Wiedererstarkung des französischen Katholizismus, der die materialistische Philosophie der *Idéologues* zurückwies und Napoléon bewegen konnte, sie ab 1802 politisch auszugrenzen. Vgl. S. Moravia (1989), S. 7-14, 50-58, ders. (1972), S. 1089-1151, A. Corbin (1988), E. Haigh (1984), S. 69-82, D. Teysseire (1982) [und Anm. 25 in Kap. 6].

98 F. Magendie (1816), Bd. 1. Einleitung, S. IV.

Erklärungsprinzip zurückging.⁹⁹ Seine Kritik dreht sich auch um den Gebrauch physikalisch-chemischer Erklärungsmodelle für die Physiologie.¹⁰⁰ Magendie wollte die Lebenseigenschaften nämlich immer dann durch physikalische Analoga wie ‘Diffusion’ und ‘Kapillardruck’ ersetzen, sofern hier physikalische Modelle für entsprechende “Leerstellen” in der physiologischen Theorienbildung in Frage kämen. Vor allem die Art, in der Jean-Léon Poiseuille (1799-1869) seine physiologischen Experimente durchführte, hinterließ dabei einen nachhaltigen Eindruck auf ihn.¹⁰¹ Das gilt insbesondere für den Gebrauch von hydraulischen und anderen Modellen in seinem physiologischen Erklärungsansatz:

“Das Kreislaufsystem, diese wunderbare hydraulische Maschine, funktioniert unablässig in der Tiefe unserer Gewebe. Dabei hat es zum Ziel, überall dort die Flüssigkeiten zu verteilen, wo sie fehlen.”¹⁰²

Magendie warf den Anatomen und protophysiologischen Forschern seiner Zeit vor, daß sie den Ursprung der Lebensphänomene in unterschiedlichen Gewebsstrukturen sahen und keinen Zweifel daran ließen, daß zur Aufrechterhaltung der Lebensphänomene die Integrität dieser Einzelorgane und -gewebe notwendig sei. Dagegen war eine Eigenständigkeit beziehungsweise ein gegenüber anatomischen Strukturen bestehendes Primat dynamischer Lebensphänomene von diesen morphologisch orientierten Physiologen kritisiert und abgelehnt worden.¹⁰³ Magendie wich von dieser Tradition insofern ab, als er Bichats Lebenseigenschaften wie die ‘animalische Sensibilität’ und ‘animalische Kontraktilität’ auf epistemischer Ebene gleichrangig verstand.

Diese beiden Lebenseigenschaften sollten statt dessen nur noch als experimentell zu identifizierende und zu untersuchende ‘Funktionen’ belebter Körper gelten. Eine Lokalisation solcher Körperfunktionen in abgrenzbaren morphologischen Strukturen, etwa Bichats ‘animalischer Kontraktilität’ in Gehirn, Nerven und Muskeln, war für Magendie nicht länger notwendige Bedingung, um physiologische Körpervorgänge untersuchen zu können.¹⁰⁴ Mit der methodologischen Forderung nach einer wissenschaftlich entwickelten Physiologie geht seine Hauptargumentation nicht nur auf die Explikation der “logischen Form” ein,¹⁰⁵ die dieser “ausgereiften Wissenschaft” zukomme.¹⁰⁶ Statt dessen war er von der Notwendigkeit eines neuen Erklärungsansatzes für die Erforschung der Lebensphänomene überzeugt, welcher für ihn in eine umfassende experimentalwissenschaftliche Reorganisation des medizinischen Wissens einzumünden hatte. Magendie wollte nämlich zeigen, daß die Wissenschaftlichkeit der

99 Vgl. F. Magendie (1809a), S. 149f. Magendie schien einer Tradition zu folgen, die schon von Jean-Charles Grimaud (1750-1789) aus Montpellier vertreten wurde. Im *Mémoire sur la nutrition* aus dem Jahr 1797 stellte Grimaud auch seine vitalistischen Vorstellungen über den Verdauungsvorgang vor, den er wie jede andere “Funktion” auch, als Produkt einer übergeordneten Lebenskraft (*force motrice vitale*) und nicht länger als Lebenseigenschaft besonderer morphologischer Gewebe begriff. Vgl. E. Haigh (1984), S. 42-44, 81 und 102, sowie dies. (1975), S. 73 und 76f., wie auch F. Duchesneau (1982), S. 441f., 449 und 458.

100 Vgl. M. Gross (1976), S. 249f., wie auch T. Hall (1969), insbesondere *History of General Physiology*, Bd. 2, S. 245-251.

101 Magendie bezeichnete Poiseuille in seinen “Vorlesungen über die physikalischen Phänomene des Lebens” sogar als “jungen physiologischen Arzt” (*jeune physiologiste physicien*). Siehe F. Magendie (1838), Bd. 3, S. 138.

102 (“Le système circulatoire, cette merveilleuse machine hydraulique qui fonctionne incessamment au sein des nos tissus, a pour objet d’aller verser du liquide là où il en manque.”) F. Magendie (1837), Bd. 1, S. 86 [Übers. F. S.].

103 Siehe J. Schiller (1968), S. 73f.

104 Vgl. F. Magendie (1809a), S. 165.

105 Ebenda, S. 145.

106 Siehe W. Albury (1977), S. 73-75.

Physiologie an die Entwicklung einer funktionell-experimentellen Methodologie gebunden sein müsse. Dies verknüpfte er mit der Forderung nach der vorgängigen Herstellbarkeit gleicher Beobachtungs- und Manipulationsbedingungen sowie der Notwendigkeit, neue physiologische Fakten zu produzieren.

Magendie schien jedoch die experimentalphysiologische Methodologie, deren Kernstück in der Konzeption und Anwendung des vivisektorischen Experiments bestand, nur deshalb "in Anschlag bringen" zu können, weil er von der intrinsischen Stabilität der Lebensphänomene und ihrer naturgesetzmäßigen Organisation überzeugt war.¹⁰⁷ Die Lebensphänomene sollten sich nicht spontan oder chaotisch verändern, sondern feststehenden Gesetzen unterliegen, um eine Argumentation für die Gleichförmigkeit und Reproduzierbarkeit seiner Experimentalergebnisse zu erlauben. Deshalb ging Magendie davon aus, daß die Lebensphänomene nur dann systematisch und wiederholt zu beobachten seien, wenn es gelänge, konstante Experimentalbedingungen im Labor herzustellen. Wie die anderen französischen Experimentalphysiologen machte er diese Auffassung zur Grundlage der experimentellen Reproduzierbarkeit wissenschaftlicher Fakten und deren Kommunizierbarkeit in der *medical community*. Hierdurch gelang es ihm, das (Tier-) Experiment als Wissensquelle von den Lebensphänomenen zu propagieren [vgl. S. 33]. Aufgrund solcher methodischer Überlegungen entwickelten die frühen französischen Experimentalphysiologen eine entscheidend neue Perspektive, die die Lokalisation der Körperfunktionen in zugrundeliegenden morphologischen Strukturen annahm und entsprechende physikalisch-chemische Prozesse weiter aufklären konnte.

Bichat sah hingegen im vivisektorischen Experiment wie auch im mikroskopisch-anatomischen Ansatz nur zweitrangige Forschungsinstrumente für sein pathologisch-anatomisches Programm. Für ihn sollten sie lediglich dort zum Einsatz kommen, "wo das Skalpell nicht hinkommt".¹⁰⁸ Auch wenn das Mikroskop - nach unserem heutigen Verständnis - genau diese Forderung erfüllen konnte, wurde es von ihm gegenüber dem physiologischen Experiment viel seltener und wohl nie systematisch verwandt. Das gilt in der Historiographie als einer der wichtigsten Gründe, weshalb Bichats Auffassung der physiologischen Forschung keine wesentlich neuen Impulse mehr verlieh. In dieser Form vermag die morphologische Tradition Bichats möglicherweise als "epistemologisches Hindernis" für den Fortgang der physiologischen Forschung verstanden werden.¹⁰⁹ Gegenüber Bichats Zurückweisung des vivisektorischen Experimentierens oder der Verwendung des Mikroskops,¹¹⁰ verstand es

107 Ebenda, S. 61.

108 [Vgl. Anm. 132 aus Kap. 3].

109 Siehe den Begriff des 'Erkenntnishindernisses' in der Wissenschaftsgeschichtsschreibung Gaston Bachelards (1987), insbesondere S. 46-58, wie auch M. D. Grmek (1973), S. 37-46. Sie verstanden unter dem 'Erkenntnishindernis' eine Art Selbsterhaltungstrieb des wissenschaftlichen Denkens, das durch ein "Weitermachen, so wie man es schon immer gemacht hat" gekennzeichnet sei, ohne sich mit neuen Konzeptionen auseinanderzusetzen. Nach Bachelard besteht die Aufgabe des Wissenschaftshistorikers in der Analyse der (natur-) wissenschaftlichen Fakten, die innerhalb einer Forschungstradition aufgestellt wurden, als epistemischen Ideen. Diese müßten dann im Kontext jeweils anderer theoretischer Konzeptionen gesehen werden, um die wissenschaftliche Adäquatheit bestimmter Vorgehensweisen und Methoden bewerten zu können, was von Bachelard am Beispiel der Ablehnung des vivisektorischen Experimentierens durch die Vitalisten von Montpellier diskutiert wurde. Dabei unterstrich er die Inkommensurabilität dieser vitalistischen Überzeugungen zu den materialistisch-deterministischen Grundannahmen der französischen Experimentalphysiologen.

110 Die zur damaligen Zeit gebräuchlichsten Mikroskope stammten aus der Pariser Werkstatt von Georg Oberhaeuser (1798-1868). Zur Entwicklung der Mikroskopie im 19. Jahrhundert vgl. F. Abelès (1995), I.

Magendie, die Stabilität der Phänomene lebendiger Organismen experimentell zu demonstrieren. Die Reproduzierbarkeit seiner Experimentalergebnisse, die von der standardisierten Anwendung chirurgischer Verfahren abhängig war, stellte die notwendige Bedingung für die spätere rhetorische Verbreitung und Durchsetzung seines Forschungsprogramms dar [vgl. auch Abs. 5. 4. c)].

b) Magendies Methodologie für das Studium physiologischer Funktionen

Die klarste Darstellung Magendies Methodologie für das Studium physiologischer Funktionen findet sich im *Précis* von 1816 als “Methode der man folgen muß, um jede Funktion zu studieren”.¹¹¹ Sie folgt auf den ersten Blick einem ganz verwandten Plan, wie er schon aus den Arbeiten Cuviers hervorgeht.¹¹² Hier gibt Magendie einen forschungspraktischen Algorithmus aus sieben Stufen an, wie die physiologischen Funktionen in seinem Programm zu untersuchen seien:¹¹³

1. Die generelle Auffassung von der Funktion.
2. Die Umstände, die die Organe tätig werden lassen und die wir die *Auslöser der Funktion* nennen werden.
3. Eine zusammenfassende anatomische Beschreibung derjenigen Organe, die zur Funktion oder dem Apparat beitragen.
4. Untersuchung jeder Organtätigkeit im einzelnen.
5. Generelle Zusammenfassung, die die Nützlichkeit der Funktion aufzeigt.
6. Die Relationen der Funktion mit denjenigen, die vorher schon untersucht worden sind;
7. Die Modifizierungen der Funktion durch die Einwirkung von Alter, Geschlecht, Temperament, Klima, Saison und Gewohnheiten.

Diesen methodischen Algorithmus für das physiologische Studium der Funktionen wandte er nachfolgend in seinen Forschungsarbeiten konsequent und in systematischer Weise an. Dabei erschienen die physiologischen Funktionen zunächst als “generelle Auffassungen” oder “Ideen” von den Körpervorgängen, so daß er die phänomenal identifizierbare Funktion zum

Jahn (1990), S. 326f., W. Albury (1977), S. 61-63, W. Kirsche (1977), S. 15-17, J. Pickstone (1973), S. 337, sowie H. Freund/A. Berg (1963).

111 F. Magendie (1816), S. 23f.

112 Ähnliche Arbeitspläne verfolgten auch andere vergleichende Anatomen, etwa Karl Friedrich Kielmeyer (1765-1844) in den Deutschen Ländern oder Cuviers Schüler de Blainville. Das bekannteste Werk de Blainvilles stellt die *Physiologie générale et comparée. Prodrome d'une nouvelle distribution du règne animal* von 1816 dar. Hierin verscrieb er sich dem Programm einer “vergleichenden Physiologie”, wodurch er einerseits Einfluß auf Auguste Comtes (1798-1857) Philosophie der Biologie ausübte. Andererseits wurde er auch wiederholt von Magendie rezipiert; siehe beispielsweise ders. (1817), Bd. 2, S. 298. Zu Blainville, siehe auch *Le Petit Robert des noms propres* (1996), S. 261, I. Jahn (1990), S. 263 und 291, sowie L. Goulven (1978). Einen ähnlichen vergleichend-physiologischen Ansatz vertrat, wenn auch erst fünfzig Jahre später, Max Verworn (1863-1921) in Deutschland. Seine Arbeiten bauten jedoch bereits auf Erkenntnissen über Einzeller und dem Gebrauch mikroskopisch-histologischer Methoden auf. Siehe etwa M. Verworn (1893/4).

113 (“Méthode qu'il faut suivre pour étudier chaque fonction:

- 1° Idée générale de la fonction.
- 2° Circonstances qui mettent en jeu l'action des organes, et que nous appelons *excitantes de la fonction*.
- 3° Description anatomique sommaire des organes qui concourent à la fonction, ou de l'appareil.
- 4° Étude de chaque action d'organe en particulier.
- 5° Résumé général montrant l'utilité de la fonction.
- 6° Rapports de la fonction avec celles qui ont été précédemment examinées;
- 7° Modifications que présente la fonction, suivant l'âge, le sexe, le tempérament, les climats, les saisons, l'habitude.”) F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 23f. [Übers. F. S.].

Ausgangspunkt seiner Untersuchungen nahm. Dies wird insbesondere durch die ersten vier Schritte des beschriebenen Ablaufprogramms dargestellt. Erst im Anschluß fragte er nach ihrer genauen morphologischen Grundlage im lebendigen Körper. Magendie suchte die am fraglichen physiologischen Vorgang beteiligten Organe experimentell auf und analysierte sie weiter, was durch die Schritte fünf bis sieben seines methodischen Algorithmus markiert wird.

Weder in der vergleichenden Anatomie Cuviers, noch in der pathologischen Anatomie Bichats kam dieser forschungspraktische Doppelschritt in der Weise zur Geltung, wie im experimentalphysiologischen Programm Magendies. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts stellte diese Konzeption ein ausgesprochenes *novum* in den Lebenswissenschaften dar. Die experimentalphysiologische Methodologie kann also dadurch charakterisiert werden, daß Magendie erst nach der Bildung einer anfänglichen Leitvorstellung oder Forschungshypothese, vermittelt des experimentellen Zugangs, "auf die Suche" nach den verdeckten Funktionen des Körpers und den ihnen zugrundeliegenden Mechanismen und Prozessen ging. So gesehen wird in seiner Methodologie die physiologische Investigation der Lebensphänomene an diejenige Zentralstelle gesetzt, welche die anatomische Deduktion zuvor einnahm. Im Rahmen seines Forschungsprogramms zeigt sich, daß hier der Funktionsbegriff zu einem *heuristischen Instrument* der experimentellen Laborforschung werden konnte.

Man ist somit versucht, bei der Einführung der Erklärungsansätze von Magendie und Cuvier zu den Lebensphänomenen auch einen Transfer der epistemischen Ebenen vorzunehmen. So läßt sich zunächst vermuten, daß das Zusammenspiel der Organe für den Gesamtorganismus bei Cuvier einen ähnlichen "physiologischen" Stellenwert besaß, wie die Vorstellung vom Zusammenspiel molekularer Prozesse (*processus moleculaires*) bei Magendie.¹¹⁴ Den unterschiedlichen, an der Wechselwirkung im Körpergefüge beteiligten Strukturen wurden von beiden Forschern ähnliche Bedeutungen für die Aufrechterhaltung physiologischer Funktionen zugeschrieben. Die Aufklärung solcher Strukturbeziehungen bedeutete für Magendie auch eine Aufklärung funktioneller Wechselwirkungen, wie er dies schon in den *Quelques idées* hinblicklich der Ergebnisse der vergleichender Osteologie Cuviers darstellte:

"Es ist, meiner Meinung nach, sehr wahrscheinlich, daß wenn unsere Möglichkeiten der Erforschung anatomischer Strukturen in der Zukunft zu einem hohen Grad an Perfektion entwickelt werden, wir auch in die Lage gelangen, Feinheiten der Lebensphänomene zu begreifen, so wie wir im Moment in der Lage sind, die großen Unterschiede zu verstehen. Denn mit welcher Leichtigkeit erreichen die Zoologen eine vollständige Bestimmung der Lebensphänomene der Tiere, lediglich durch die Betrachtung eines ihrer Organe: [...] eines Tarsalknochens zum Beispiel!"¹¹⁵

Bourdier beschreibt Magendies Ansichten über Cuvier deshalb auch im Kontext einer völlig perplexen, interessierten Öffentlichkeit der Zeit. Für diese schien der rekonstruktive paläozoologische Ansatz des Naturforschers annähernd magische Züge getragen zu haben:

"Cuvier wurde von der interessierten Öffentlichkeit *quasi* wie ein Zauberer betrachtet, ein Mann, der solche Tiere wieder zum Leben erweckte, die lange zuvor ausgestorben waren und von denen Buffon schon einige Zeit vor ihm die wissenschaftliche Bedeutung erkannt hatte [...] Cuvier sagte, daß jedesmal, wenn wir ein gut

114 [Siehe Anm. 2].

115 ("Il est, selon moi, extrêmement probable que si nos moyens d'investigation anatomique sur la structure, sont portés, par la suite, à un haut degré de perfection, nous pourrions nous rendre raison des nuances de la vie, comme nous rendons compte de ses grandes différences. Avec quelle merveilleuse facilité les zoologistes ne parviennent-ils pas à déterminer, d'une manière rigoureuse, tous les phénomènes de la vie d'un animal, par la simple considération, d'un de ses organes: [...] d'un os du tarse par exemple!") F. Magendie (1809a), S. 159f. [Übers. F. S.].

konserviertes Knochenstück finden, wir die Klasse, den Genus und sogar die Spezies bestimmen könnten, von der es stammte, genauso, als wenn wir das gesamte Tier parat hätten.”¹¹⁶

Die morphologische Rekonstruktion der fossilen Funde feierte dabei einen besonderen Triumph, als in den Gipsschichten von *Montmartre* vor den Pariser Toren das Skelett einer Beutelratte gefunden wurde, das ziemlich genau demjenigen entsprach, welches Cuvier zuvor hypothetisch rekonstruiert und aufgezeichnet hatte. Wenn man so will, dann “standen” Cuviers Auffassungen von einer Wechsel- und Fernwirkung der Teile schon “im Raum”, bevor Magendie mit dem öffentlich proklamierten Ziel antrat, sie auch direkt experimentell nachweisen zu wollen. Das wird meines Erachtens entlang Magendies Experimenten zu den physiologischen Absorptionsvorgängen besonders deutlich [vgl. Kap. 5].

c) *‘Molekulare Bewegungen’ als physiologische Grundlage und funktionelle Erklärung*

Insbesondere die Übernahme dynamischer Attribute von Cuvier stellte wohl ein wichtiges begriffliches Instrumentarium bereit, damit der Funktionsbegriff von Magendie experimentell ansetzen und gezielte Untersuchungen isolierter Lebensphänomene ermöglichen konnte. Dabei dienten ihm die Funktionen *qua* beobachtbarer Phänomene als Eingangsmöglichkeiten in bestimmte Experimente hinein. Strenggenommen ging Magendie davon aus, daß eine phänomenal isolierbare Funktion als heuristisches Instrument nur auf physikalisch-chemische Prozesse verweise. Im Rahmen seiner Laborexperimente sollten die unterschiedlichen materialen Bildungsmöglichkeiten der Lebensphänomene erst gezeigt werden, während er den vergleichenden Anatomen vorwarf, die funktionellen Entstehungsursachen nicht hinreichend thematisiert zu haben. Der aus diesem experimentalkritischen Ansatz resultierende funktionell-anatomische Beitrag, den sein Forschungsprogramm leisten konnte, wird beispielsweise in den späteren Arbeitsschritten zur Funktionsaufklärung der Hirnnerven aus den *Leçons* deutlich:

“Sie wissen bereits durch einige Experimente, die Sie mich über die Hirnnerven machen sahen, daß es sensible und nicht sensible Nerven gibt. Ich habe Ihnen genauso gezeigt, daß die Nerven sich gegenseitig beeinflussen und ihre Eigenschaften austauschen. Aber einige von Ihnen wissen möglicherweise nicht, daß man bei den Nerven, die sowohl sensibel als auch motorisch sind, die Bewegungs- und Empfindungsfähigkeit trennen kann, indem man separat die eine oder die andere dieser Eigenschaften isoliert und zerstört.”¹¹⁷

Diese neue Sichtweise findet bei Magendie Eingang in die laborexperimentelle Praxis und wird damit in ein Forschungsprogramm umgesetzt. Trotz offensichtlicher Gemeinsamkeiten zwischen beiden Forschern führten ihre wissenschaftlichen Interessen jedoch zu unterschiedlichen Forschungsprogrammen. Im Anschluß an die von ihm entwickelte Methode der vergleichenden Anatomie suchte Cuvier ein “reelles” Konzept des Organismus bereitzustellen, das seinem allgemeinen, zoologisch-klassifikatorischen Interesse geschuldet war [vgl. Abs. 2. 1. c)]. Beispielsweise stellte für ihn das Phänomen der Atmung in den *Leçons* eine *Funktion* dar, die unterschiedliche Klassen von Lebewesen

“durch Organe zustandebringen, die so verschieden sind, daß ihre Strukturen keine Gemeinsamkeit erkennen lassen. Diese Unterschiede zwischen den Organen der selben Art sind genau der Gegenstand der

116 F. Bourdier (1972), S. 525 [Übers. und Herv. F. S.].

117 (“Vous saviez déjà, par quelques expériences que vous m'aviez vu faire sur les nerfs encéphaliques, qu'il existe des nerfs sensibles et des nerfs insensibles. Je vous avais montré pareillement que les nerfs influent les uns les autres et se communiquent quelques-unes de leurs propriétés. Mais ce que plusieurs d'entre vous ignoraient très probablement, c'est que dans les nerfs qui sont à la fois sensitifs et moteurs, on peut décompenser le mouvement et la sensibilité de manière à isoler et à détruire séparément l'une ou l'autre de ces deux facultés.”) F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 70 [Übers. F. S.].

vergleichenden Anatomie [...] Wir werden deshalb jede einzelne der Funktionen hernehmen, die wir gerade besprochen haben, und werden die verschiedenen Weisen untersuchen, wie sie von unterschiedlichen Tieren ausgeführt werden.“¹¹⁸

Demgegenüber wollte Magendie ein neues Erklärungssystem für die zukünftige physiologische Forschung bereitstellen. Hieraus schien sich auch sein typischer Experimentalaufbau abzuleiten, bei dem die fragliche Funktion zum Angriffspunkt für den Untersuchungsgang wurde. Sie sollte bis ins Innere aller organismischen Zustände rückverfolgt werden, welche zu ihrem Zustandekommen beitragen. Das ist ein Unterschied zum teleologisch-deskriptiven Zugang Cuviers. Das Forschungsprogramm Magendies zielte gerade darauf ab, die Komplexität der Lebensphänomene auf zugrundeliegende analytische oder substantielle Einheiten rückzuführen und zur “Erzeugung” neuer Tatsachen sowie zu einer aktiven Beeinflussung der Geschehnisse in lebendigen Organismen beizutragen.

Der experimentalphysiologische Ansatz machte es für Magendie deshalb notwendig, die Körperfunktionen genau in jenem Bereich der Organe aufzusuchen und exakt zu beschreiben, in dem ihre Wirkungsentfaltung beobachtet werden konnte:

“... durch die Worte der *organischen Sensibilität* und der *fibrillären Kontraktilität* wird kein wahrnehmbares Phänomen bezeichnet, sondern es handelt sich um reine Mutmaßungen, einfache Wege der Begriffsbildung; es wäre möglicherweise vorteilhaft, die Untersuchungen der Physiologie an dem Punkt zu beginnen, an dem die Phänomene lebendiger Körper sinnlich wahrnehmbar würden. Für den Teil der Wissenschaft, der das Intestinum erklärt, ist die molekulare Bewegung der Organe im Moment, und möglicherweise wird sie für eine lange Zeit nichts anderes sein, eine Assoziation von Vermutungen, die mehr oder weniger nahe an der Wahrheit ist; sie stellt nur eine geringe Zahl brauchbarer Anwendungen bereit und hat schon immer zu allerlei Diskussionen Anlaß gegeben, wobei die geringste Abstandnahme von ihnen keinen großen Zeitverlust bedeutet hätte. Sie wäre besser genutzt worden, Experimente zu machen und die wichtigen Phänomene mit Exaktheit zu beschreiben.“¹¹⁹

In bezug auf die Lebenstätigkeiten scheinen die molekularen Prozesse im Forschungsprogramm Magendies also den gleichen epistemischen Status zu erhalten, den Cuvier den Organen im Verhältnis zum Gesamtorganismus einräumte. Damit legte Magendie eine ähnliche Erklärungsgrundlage auf der physiologischen Ebene des individuellen Körpers an, wie sie zuvor Cuvier für die biologische Spezies vertrat. Magendies Kernannahme kann somit in der Weise charakterisiert werden, daß gleiche (Ernährungs-) Bedingungen eine ähnliche Organisation der Moleküle einzelner Organe und ihrer normalen Tätigkeiten (*actions*) oder Funktionen voraussetzen. Darüber hinaus verstand er diese Körpervorgänge als Garanten des Stoffumsatzes und bezeichnete sie als ‘Funktionen der Nutrition’. Ihre Abhängigkeit sei weniger von den Erfordernissen der Organtätigkeit geprägt, da umgekehrt die Lebensäußerungen selbst auf diese Basisprozesse rückgeführt werden könnten. Im Extremfall sollte das Versiegen des Stoffwechsels beziehungsweise des Nachschubs an essentiellen Körperbausteinen zum Sistieren der Organtätigkeit führen. Ähnlich wie bei Cuvier setzten für

118 G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 34f.

119 (“... par ces mots *sensibilité organique* et *contractilité fibrillaire*, on ne désigne aucun phénomène appréciable, mais bien de pures suppositions, de simples manières de concevoir; il serait peut-être aussi avantageux de commencer l'étude de la physiologie, à l'instant où les phénomènes des corps vivans, deviennent appréciables par nos sens. La partie de la science qui explique les mouvemens intimes, moléculaires, des organes, n'est en ce moment, et ne sera probablement long-tems qu'une réunion de conjectures plus ou moins rapprochées de la vérité; elle n'offre qu'un petit nombre d'applications utiles, et elle a toujours donné lieu à des discussions dont le moindre inconvénient a été de faire perdre un tems qui aurait dû être employé à faire des expériences, et à décrire avec exactitude des phénomènes importants.”) F. Magendie (1809a), S. 169f. [Übers. F. S.].

Magendie die “lebenden Moleküle des Körpers” (*mouvements moléculaires*) somit ein konstantes *milieu* voraus,¹²⁰ das durch die ‘Funktionen der Nutrition’ aufrechterhalten werden müsse.¹²¹

Mit diesen konzeptionellen Erwägungen und Umstrukturierungen nehmen Cuvier und Magendie in gewisser Weise schon Forschungsbestrebungen der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vorweg. Danach setzte die physiologische Erforschung der Lebenstätigkeiten nicht länger die Fähigkeit lebendiger Organismen zu ‘fühlen’ oder sich zu ‘bewegen’ an den Anfang. Vielmehr rückten nun die metabolischen Prozesse der Stoffaufnahme und -ausscheidung ins Zentrum des wissenschaftlichen Interesses. Man begann sich insbesondere mit denjenigen Vorgängen zu beschäftigen, die an der Formierung und Aufrechterhaltung der organismischen Strukturen beteiligt schienen. Dieser epistemische Schritt ließ aus der festgelegten morphologischen Struktur eine zeitabhängige, prozessual zu verstehende Entität werden.¹²² So hielt es Magendie prinzipiell für möglich, wenn erst das medizinische Wissen über die metabolischen Prozesse ausgereift sei, die Genese und Funktionsweise der morphologischen Strukturen selbst aufzuklären. [vgl. auch Abs. 5. 4. b)].¹²³

d) Die Funktion als physiologischer Untersuchungsgegenstand

Die funktionell-dynamische Betrachtungsweise der Lebensphänomene zog auch eine neuartige epistemische Begründungsebene im Forschungsprogramm von Magendie nach sich. Hier kam sein pragmatischer und heuristischer Vitalismus zur Geltung. Folgt man Temkins Argumentation, dann ist diese Haltung keineswegs ambivalent oder gar widersprüchlich.¹²⁴ Sie entspricht vielmehr einem “zweifachen Konzept der Funktion”,¹²⁵ wie es in ähnlicher Weise bereits bei Bichat zu finden war.¹²⁶ Das erste lehnte sich weitgehend an Bichats deskriptiven Ansatz an und zielte auf die Zuordnung der Funktion zu bestimmten Organapparaten:

”Der erste Schritt, den man gehen muß, nachdem man die Echtheit des Phänomens festgestellt hat, ist es, die zu ihm beitragenden Instrumente [Organe] aufzusuchen...”¹²⁷

Die zweite konzeptionelle Auffassung der Funktion entspricht dagegen einer reduktionistischen Vorgehensweise, bei der die Funktion auf die ihr zugrundeliegenden organismischen Korrelate rückgeführt und nach physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten aufgelöst wird. Dieser doppelte Ansatz widerspricht sich jedoch nicht, sondern kennzeichnet eine Hierarchisierung des Wissens nach methodischen Zugangswegen.¹²⁸ Aus der *eliminativistischen Position* wird die

120 F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 20.

121 Die Vorstellung von der grundlegenden Bedeutung solcher ‘Funktionen der Nutrition’ stellte somit wichtige Vorbedingungen für die physiologische Theoriebildung und den Experimentalansatz bereit, die später bei Bernard in die Auffassung des *milieu intérieur* einfließen. Vgl. Canguilhem (1979), S. 73 [und Anm. 62 in Kap. 2].

122 Siehe hierzu beispielsweise E. Tansey (1993), und R. Leys (1980), insbesondere S. 8 und 18f.

123 Vgl. F. Magendie (1840), Bd. 1, S. 204f.

124 Siehe O. Temkin (1946a), S. 10-35, und ders. (1946b), S. 323f. Eine ähnliche Position vertrat J. M. D. Olmsted (1944), S. 30 [sowie Anm. 100 in der Einleitung].

125 Siehe J. Lesch (1984), S. 78.

126 Ebenda, S. 50-79.

127 (“Le premier pas à faire, après avoir constaté la réalité du phénomène, était d’en reconnaître les instruments...”)
”) F. Magendie (1821d), S. 2 [Übers. F. S.].

128 Magendies Position kann vielmehr durch die zwei komplementären Ebenen des physiologischen Forschens, nämlich den Kontext des forschenden Entdeckens sowie den Kontext der wissenschaftlichen Erklärung

Bedeutung dieses Doppelschritts deutlich. Unter Beibehaltung einer vitalistischen Grundhaltung vermochte Magendie nun eine prinzipielle Reduzierbarkeit physiologischer Funktionen auf physikalisch-chemischen Mechanismen zu begründen.¹²⁹

Seine Gewißheit für die Durchführbarkeit dieses Ansatzes konnte Magendie insbesondere aus den neuartigen experimentellen Befunden der "klinischen Pharmakologie" ziehen.¹³⁰ Er sah es prinzipiell als möglich an, nach der Isolation einzelner Körperfunktionen auch die dazugehörigen Mechanismen zu ergründen und so den Geltungsbereich vitalistischer Erklärungsansätze einzuengen.¹³¹ Diese doppelte Sichtweise des physiologischen Forschungsprozesses schlug sich auch in seinen Auffassungen über den lebendigen Körper im *Précis* nieder. Hier ging Magendie von der Annahme zweier Konzeptionen des Organismus aus: den unbelebten Körpern (*corps bruts*) und den lebendigen Körpern (*corps vivants*). Er folgte damit zunächst der Forschungstradition des 18. Jahrhunderts, brachte aber gleichzeitig seine experimentelle Kritik gegenüber der klassisch-morphologischen Physiologie zum Ausdruck. Der materielle Körper (*inertie, cette propriété générale des corps*) sollte sich durch physikalisch-chemische Methoden untersuchen lassen,¹³² während sich hier andererseits Verweise auf die Eigenständigkeit und Irreduzibilität der physiologischen Phänomene finden. Diesen könne nur eine eigenständige physiologische Wissenschaft unter Verwendung besonderer Methoden nachspüren. Physik und Chemie galten Magendie bei diesem Prozedere somit lediglich als Hilfswissenschaften. Den Königsweg für eine Analyse des dynamischen Geschehens der Körperfunktionen eröffnete nach Magendie lediglich das vivisektorische Experiment.¹³³ Er war davon überzeugt, daß im weiteren Fortgang dieser Zergliederungs- und Lokalisationsmethode die experimentelle Forschung erst zu einer neuerlichen Zuordnung der physiologischen Bedeutung der Körperteile gelangen könne.¹³⁴

charakterisiert werden. Siehe die Unterscheidung eines *context of discovery* und *context of justification* des Forschungsprozesses bei H. Reichenbach (1962), S. 231.

129 Siehe auch J. M. D. Olmsted (1944), S. 30.

130 Hierauf hat J. Lesch in eindrucksvoller Weise hingewiesen, siehe ders. (1984), S. 147. Dennoch scheint seine weitere Darstellung unplausibel, daß die Reformprogramme in der Pharmakologie mehr auf Bichats Lehre von den Lebenseigenschaften, als auf den funktionalistischen Experimentalansatz zurückzuführen seien. Schließlich war Magendie selbst an der Isolierung und Wirkungsbestimmung neuer pharmakologischer Substanzen, etwa der von *Strychnos nux vomica*, an exponierter Stelle beteiligt. Vgl. etwa F. Magendie (1835), insbesondere S. 1, 49-51, 91f. oder 214f., (1813c) sowie (1809b), S. 8f.

131 Siehe W. Albury (1977), S. 91-93, O. Temkin (1946b) sowie J. M. D. Olmsted (1944), S. 62-73.

132 Vgl. F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 250.

133 Siehe W. Albury (1977), S. 122. Auch Mendelsohn betont, daß Magendie im Verlauf seiner wissenschaftlicher Karriere in zwei Richtungen gearbeitet habe. Einerseits nutzte er physikalische Analogien für die Beschreibung biologischer Aktivitäten, andererseits mahnte er an, nicht dem "Exzeß" zu verfallen, eine Erklärung allein durch physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten anzustreben. E. Mendelsohn (1965), S. 144.

134 Nach Canguilhem setzte sich dieser lokalisatorische Ansatz von Bichat über Magendie auf Bernard fort, der die morphologische Analyse organisierter Körper zur Lokalisation der Lebensfunktionen über den von Bichat vorgegebenen Bereich "hinausgeschoben" habe. In ihrer instruktiven Untersuchung machen auch Bechtel und Richardson darauf aufmerksam, daß lokalisatorische Methoden in den physiologisch-biologischen Wissenschaften immer mit einer spezifischen Zergliederungsstrategie auf der Höhe der technisch-instrumentellen Entwicklung der Zeit korrelierten. Diese "dezentralisierende Methode" war zu Bernards Zeit also - weiter als das Gewebe -, nämlich bis auf die Zellebene vorgedrungen. W. Bechtel/R. Richardson (1993), insbesondere S. 93-116 [sowie Anm. 58 in der Einleitung].

4. 5. Zusammenfassung

In diesem Kapitel sollte der in der Forschungsliteratur eingehend diskutierte Einfluß der vergleichenden Anatomie Cuviers und der morphologischen Pathologie Bichats für die Fragestellung dieser Arbeit präzisiert werden. Es war vor allem zu klären, an welchen Punkten Magendie von den konzeptionellen und methodologischen Vorgaben seiner wissenschaftlichen Vorgänger abgewichen ist. In gewisser Weise stellt dieses Kapitel damit ein ideengeschichtliches *Intermediär* zwischen den in Kapitel Zwei und Drei skizzierten theoretischen Positionen und methodischen Vorgehensweisen von Cuvier und Bichat einerseits und der im folgenden Kapitel dargestellten laborexperimentellen Entwicklung des Magendieschen Forschungsprogramms andererseits dar. Es sollten mit anderen Worten die entscheidenden Anknüpfungspunkte aufgezeigt werden, die Magendie in seinen Forschungen aufgriff, wie auch die methodologischen und epistemologischen Differenzen umrissen werden, die sein Forschungsprogramm schließlich von dem seiner Vorgänger abhoben.

Im ersten Abschnitt bin ich deshalb auf die Ausbildung und medizinische Sozialisation von Magendie eingegangen, um den biographischen Kontext der in Frage stehenden "Einflußnahme" abzustecken. In einem weiteren Schritt habe ich zu zeigen versucht, in welcher Weise Magendie Cuviers Konzeption von einer Wechselwirkung der Körperteile folgte. Ich konzentrierte mich dabei auf die "neue" Betrachtungsweise, die Cuviers funktionelle Perspektive einer experimentalpraktischen Analyse der Körpervorgänge eröffnete. So stellte Cuviers Annahme eines "Lebensstrudels" ein Modell dar, mit dem sich sowohl der Einfluß externer Umweltfaktoren als auch das Wirken der verschiedenen Organapparate als Relation untersuchen ließ, und das sich - physiologisch gefaßt - in den metabolischen Arbeiten Magendies wiederfindet. Zugleich läßt sich an diesem Beispiel auch die grundlegende Differenz zwischen Cuvier und Magendie charakterisieren. Sie besteht vor allem in einer unterschiedlichen Herangehensweise. Cuvier gab nie den distanzierten Blick des Naturhistorikers auf, der die phänomenale Vielfalt des Beschriebenen auf ein klassifikatorisches Schema zu reduzieren suchte, auch wenn er den funktionellen Relationen der organismischen Strukturen eine entscheidende Bedeutung einräumte. Für Magendie hingegen waren beobachtbare Tatsachen das Resultat des eingreifenden Forschens und Produkt experimenteller Manipulation. Dies war aber keineswegs nur ein gradueller Schritt auf dem Weg zur experimentellen Bemächtigung des epistemischen Objekts, sondern kann auch als Verlagerung der funktionellen Wechselwirkung aus dem klassifikatorischen Raster des vergleichenden in einen anderen epistemischen Kontext begriffen werden, in dem die "Relation der organischen Funktionen" einen eigenen Gegenstand des Erkenntnisinteresses darstellte.

Die Frage nach dem Einfluß von Bichat und der Differenz seines Forschungsprogramms zu dem Magendies ist dagegen schwieriger zu beantworten. So ist in der neueren Wissenschaftsgeschichtsschreibung hinreichend dargelegt worden, daß Magendie im Grunde genommen Bichats physiologische Experimentalanordnungen und dessen Arbeitstechnik übernahm. Daher sind die programmatischen Absetzbewegungen und rhetorischen Distanzierungsversuche Magendies oft nicht ernst genommen worden, zumal sie auf den ersten Blick den eigentlich banalen Unterschied zwischen Pathophysiologie und normaler oder gesunder Physiologie zu charakterisieren scheint. Doch hinter dieser Rhetorik verbirgt sich eine subtilere Auseinandersetzung mit dem Vitalismus Bichats. Es ist keineswegs nur die morphologische Fixierung der Körperfunktionen, die Magendie an Bichat kritisiert, sondern auch ihre vitalistische Interpretation. Gerade anhand der Auseinandersetzung mit Bichat läßt sich zeigen, daß Magendie bereits vor dem "Anlaufen" seines experimentellen

Forschungsprogramms und trotz vielfach gleicher Arbeitstechniken eine andere Methodologie vertrat. Sie unterscheidet sich insbesondere durch die pragmatische wie auch heuristische Konzeptionalisierung des Bichatschen Vitalismus, die von Magendie in eine zweifache Konzeption der Funktion transformiert und in einen methodischen Doppelschritt übersetzt wurde.

Grob vereinfachend könnte man Magendies Methodologie und heuristische Konzeptionalisierung des Funktionsbegriffs also als eine Synthese der Cuvierschen Vorstellung von einer funktionellen Wechselwirkung der Körperteile und Bichats pathophysiologischen Experimentalansätzen begreifen. Doch auch diese Vereinfachung wäre äußerst statisch gedacht. Sie würde - gleich der Interpretation Alburys - die theoretischen Erwägungen und Folgerungen wiederum von der experimentalphysiologischen Praxis isolieren und diese lediglich als technische Ausführung oder instrumentelle Übersetzung begreifen. Daß das experimentelle Hantieren und die methodologische Ausformulierung des physiologischen Funktionsbegriffs aber nur als enge Wechselwirkung verstanden werden können, wird das folgende Kapitel zeigen.

“Kurz gesagt, Messieurs, obwohl die Wissenschaft das Unglück hatte, Monsieur Magendie zu verlieren, werden Sie sehen, daß sein Geist immer unter uns bleibt, und daß die Methode, die er an uns übergab, auch weiterhin diejenige sein wird, die uns leitet.”¹

Claude Bernard

5. Das experimentalphysiologische Forschungsprogramm kommt in Bewegung -

Magendies Versuchsreihen zu den Absorptionsvorgängen

In diesem Kapitel soll nun die Entwicklung des Magendieschen Funktionsbegriffs in der experimentellen Praxis nachvollzogen werden. Dabei möchte ich nicht nur aufzeigen, in welcher Weise Magendie die theoretischen und konzeptionellen Vorgaben seiner Zeit, insbesondere von Cuvier und Bichat, umsetzte. Vielmehr stehen die Verschiebungen des theoretischen Ansatzes im Wechselspiel mit den Modifikationen des experimentellen Zugriffs im Mittelpunkt der Darstellung. Erst wenn das enge, wechselseitige Geflecht seines Forschungsprogramms aus Theorie, Hypothesenbildung und Experiment näher analysiert wird, läßt sich die von Magendie entwickelte Vorstellung einer experimentellen Physiologie angemessen beschreiben, aus der sein Funktionsbegriff hervorging. Diese konnte im Gegensatz zur “faktensammelnden” Naturgeschichte oder dem beobachtenden Ansatz der (pathologischen) Anatomie einen anderen Zugang etablieren, der von Magendie in seinen Publikationen als hypothetischer Weg dargestellt wurde: Im Experiment werden induktive Schlüsse im Hinblick auf ihre mögliche Falsifizierbarkeit getroffen.² Eine genauere Betrachtung der Experimentalpraxis zeigt aber, daß das Experiment selbst beziehungsweise das experimentelle Handeln keineswegs nur die Rolle eines “neutralen Schiedsrichters“ einnahm, auch wenn dies der Physiologe seine Leser glauben lassen wollte. Vielmehr rekonfigurierte das experimentelle Vorgehen den “zur Debatte“ stehenden Gegenstand beständig um.

Im folgenden Kapitel soll daher gezeigt werden, wie sich aus der Experimentalpraxis selbst ein neues Verständnis der physiologischen Funktion entwickeln konnte. Ich werde dies an einem experimentellen Ansatz darstellen, den Magendie an so unterschiedlichen Orten wie der *École Vétérinaire d'Alfort*, dem *Hôtel Dieu* und dem *Collège de France* in Paris über rund vierzig Jahre hinweg verfolgte, modifizierte und in unterschiedliche Arrangements integrierte.

1 C. Bernard (1856), S. 30 [Übers. F. S.].

2 Insbesondere die spezifische Kombination aus Hypothesen (*questions*), Experimentalserien (*séries d'expériences*) und neuen Hypothesen, die aus den gewonnen empirischen Daten hervorgingen, kennzeichnen das Forschungsprogramm Magendies. Seine falsifikatorischen Ansichten können möglicherweise im Einflußbereich Comtes Positivismus und Cournots Wissenschaftstheorie in Frankreich gesehen werden. Vgl. C. Howson/P. Urbach (1993), S. 171-173.

Als ein solcher Ansatz können die Experimentalserien zum physiologischen Absorptionsmechanismus betrachtet werden. Sie stellen eine Kombination chirurgischer, makroskopisch-anatomischer sowie chemischer Analyseverfahren und Methoden dar, mit der der Wirkungsmechanismus pflanzlicher Gifte, vorzugsweise unterschiedlicher Strychninabkömmlinge, im lebenden Körper untersucht wurde.³ Ihre literarische Darstellung zeichnet sich durch eine genaue Beschreibung der Versuchsaufbauten sowie der Verfassung und des Verhaltens der Tiere aus. Verschiedene Hinweise legen nahe, daß Magendie bereits 1809 ein *experimentelles Protokoll* etablierte, welches er auch in anderen Problemsituationen als Ausgangsbasis nutzte. Er paßte es an die neuen Fragestellungen an und entwickelte es kontinuierlich weiter. Aus den ersten experimentellen Untersuchungen resultierte ein Zyklus von drei, zwischen 1809 und 1821 publizierten Arbeiten. Sie waren den physiologischen Absorptionsvorgängen körperfremder Substanzen an unterschiedlichen morphologischen Strukturen gewidmet. Ein besonderes Merkmal ist ihre experimentell-investigative Ausrichtung, was sie vom programmatischen, medizintheoretischen Entwurf der *Quelques idées* unterscheidet.⁴

Obwohl in den darauffolgenden Jahren Magendies Publikationstätigkeit abflachte,⁵ knüpften der erste und der vierte Artikel aus einer Veröffentlichungsserie von fünf Arbeiten aus dem Jahr 1813 wieder an die Arbeiten von 1809 an.⁶ Diese Experimentalserien entwickelte er im *Précis* von 1816/17 weiter, auch wenn die beschriebenen Experimente größtenteils in die Diskussion der Bichatschen Lebenseigenschaften eingebaut und argumentativ mobilisiert wurden. Eher deskriptiv nehmen sich dagegen die Experimente in den *Mémoires*⁷ von 1819 und 1820 aus. Nach 1821, spätestens mit der Veröffentlichung des *Formulaire*,⁸ traten zunehmend klinische Fragestellungen in den Vordergrund. Das läßt sich auch am Subtext der 1822 von Magendie bearbeiteten und herausgegebenen vierten Auflage der *Recherches* von Bichat nachvollziehen. In Magendies Vorlesungen am *Collège de France* von 1832 bis 1840 kann man schließlich die Weiterentwicklung seiner Konzeption verfolgen. Sie ist abschließend in den letzten, in Buchform publizierten Ansichten aus den Vorlesungen des Wintersemesters 1851/2

3 F. Magendie (1809b), S. 3. Diese pflanzlichen Gifformen wurden von den Eingeborenen Javas *Upas tieuté* und *Upas antiar* (*Upas* = Gift) genannt, ebenda, S. 8, Fn. 1.

4 Der Traktat der *Quelques Idées* war Magendies erste wissenschaftliche Publikation und bereits zu Beginn des Jahres 1809 veröffentlicht worden [siehe Anm. 76 in der Einleitung].

5 Zwei Jahre lang erschienen keine Artikel Magendies, und die Arbeit über den pulmonalen Wasserverlust, die er am 14. Januar 1811 vor der Akademie vorstellte, war von untergeordneter Bedeutung; vgl. F. Magendie (1811).

6 Siehe F. Magendie (1813a), und ders. (1813c).

7 Die vom 17. Bis zum 19. Jahrhundert an der französischen Wissenschaftsakademie präsentierten *Mémoires* stellten Vorträge dar, die wie in Magendies Beispiel einzelne Forschungsarbeiten und Experimentalserien zusammenfaßten. Als Exzerpte wurden sie meist gekürzt wiedergegeben und zur breiten Diskussion gestellt. Hieraus ergibt sich die doppelte Bedeutung des französischen Begriffs *mémoire*, je nachdem, welcher Artikel ihm vorangestellt wird. So bedeutet '*le mémoire*' etwa 'Bericht', 'Kurzschrift' oder 'Traktat', während sich '*la mémoire*' auf einen einzelnen 'Vortrag' oder eine 'Rede' bezieht. Dadurch entsteht die Doppeldeutigkeit der *Mémoires* von Magendie, die sich einerseits auf Akademievortrüge, andererseits auf wissenschaftliche Artikel oder manchmal auf beides beziehen, wenn seine Vorträge später publiziert wurden.

8 Der *Formulaire* war ein therapeutisches Handbuch, das sehr schnell einen hohen Verbreitungsgrad fand. Er stellte namentlich die Wirkung kürzlich isolierter Alkaloide vor, beispielsweise das Strychnin, Codein, Morphin oder Chinin. Magendie favorisierte diese chemisch isolierten Stoffe gegenüber den früher benutzten Naturstoffen oder entsprechenden Aufgüssen. So argumentierte er, daß die chemische Reinheit dieser Stoffe den analytischen Bewertungszugang ihrer Eigenschaften und Nebenwirkungen erleichtern helfe. Magendie probierte einzelne Substanzen auch im Selbstversuch aus, wenn sie zuvor in tierexperimentellen Befunden als nebenwirkungsarm erfaßt worden waren. Vgl. F. Magendie (1821f), und M. D. Grmek (1974), S. 9.

niedergelegt, bevor er seine Lehre an Bernard übergab. Anhand der Etappen seiner experimentellen Forschung soll im folgenden die schrittweise Entwicklung des Funktionsbegriffs nachgezeichnet und im Wechselspiel von experimenteller Praxis und theoretischen Schlußfolgerungen analysiert werden.

Meine Auswahl der Experimentalserien zu den Absorptionsvorgängen mag zufällig erscheinen und ist, was Magendies physiologische Forschungsgegenstände betrifft, sicherlich nicht zureichend. Gerade die dichte Beschreibung in den publizierten Arbeiten erlaubt aber, die Versuche zu den Absorptionsvorgängen auch in ihren experimentellen Details zu begreifen, so daß sie ein besonders geeignetes Quellenmaterial darstellen.⁹ In vielfacher Hinsicht sind Ansatz und Ergebnis daher repräsentativ für andere Arbeiten Magendies zu sehen, welche sich oft nur bruchstückhaft rekonstruieren lassen.

5. 1. Das 'Hundebeinpräparat' - die physiologische Funktion löst sich vom morphologischen Substrat

In diesem Abschnitt sollen die ersten experimentellen Arbeiten vorgestellt werden, mit denen Magendie sein *experimentelles Protokoll* etablierte. Sie stehen somit nicht nur am Anfang seiner Experimentaltätigkeit, womit sich die Ausgangssituation beim Weg ins Labor gut beschreiben läßt. Sie erlauben darüber hinaus auch einen Einblick in die experimentelle Konzeption der Funktion, die Magendie in seinen Versuchsreihen entwickelte. Ein besonders anschauliches Beispiel stellt sein *Hundebeinpräparat* dar, an dem sich das Verhältnis von morphologischem Substrat und physiologischer Tätigkeit analysieren läßt.

a) Der Hintergrund der Absorptionstheorien der Zeit

Magendie hatte sich etwa seit 1807 mit dem Absorptionsproblem beschäftigt, als er noch Praktikant im anatomischen Labor des Chirurgen Dupuytren am *Hôtel Dieu* war.¹⁰ Bevor er im Jahr 1809 erste selbständige experimentellen Untersuchungen vornahm, hatte er zu Jahresbeginn mit den *Quelques idées*¹¹ seinen ersten und vielleicht wichtigsten theoretischen Beitrag veröffentlicht, in dem sich sein kritisches Programm zu einer grundlegenden Reform der physiologischen Wissenschaften abzeichnete [vgl. auch S. 96].¹² In diesem Traktat verlangte er die experimentelle Darstellbarkeit "beobachtbarer Tatsachen", da sich nur so die Eigenschaften des lebendigen Körpers weiter erforschen und unter gleichbleibenden Bedingungen reproduzieren ließen. Die experimentelle Einlösung des Programms begann in Zusammenarbeit mit dem jungen Botanikstudenten Alire Rafeneau-Delille (1778-1850).

Dieser hatte sich schon seit einiger Zeit mit der Untersuchung der 1803 bekannt gewordenen pflanzlichen Pfeilgifte - *Upas tieuté* - beschäftigt. Sie waren durch den Botaniker Louis Leschenault (1773-1826), der die Forschungsreisen des Seefahrers und Entdeckers

9 Zwar waren auch Magendies Untersuchungen zu den Rückenmarksnerven und zum Blutdruck sehr differenziert, sie machten jedoch lediglich besondere Arbeitsphasen seiner Karriere aus. So fanden die Untersuchungen zu den Rückenmarksnerven insbesondere in den 20er und diejenigen zum Blutdruck vor allem in den 30er und 40er Jahren des vorletzten Jahrhunderts statt.

10 Vgl. P. Elliott (1987), S. 64, J. Lesch (1984), S. 106, sowie J. M. D. Olmsted (1944), S. 11 und 39f.

11 Siehe F. Magendie (1809a).

12 Die Motivation für Magendies Reformbestrebungen in der Physiologie und seine scharfe Kritik der Bichatschen Methodologie scheint in weiten Teilen auf seine Rezeption derjenigen Ansichten Cuviers zurückzuführen zu sein, welche dieser im *Rapport* an Napoléon veröffentlichte. Explizit forderte auch dieser darin experimentelle Beweise für Bichats gewebspathologische Postulate ein. Vgl. P. Elliott (1987), S. 61-64, und M. Gross (1974), S. 37-39.

Nicolas Baudin (1750-1803) begleitet hatte, aus Java und Borneo nach Paris gebracht worden.¹³ Ihre chemische Verwandtschaft mit Strychninformen, die aus der in Europa heimischen St. Ignatius-Bohne, *Ignatia amara*, gewonnen wurden, setzten Magendie und Delille experimentell voraus.¹⁴ In ihren Untersuchungen setzten sie sich zum Ziel, das aktive Wirkprinzip, die Aufnahmewege in den Körper sowie seine anschließende Wirkungsentfaltung zu bestimmen.¹⁵

Die anerkannte Theorie der Zeit über die Absorptionsvorgänge in lebendigen Körpern stellte die Auffassung John Hunters (1728-1793), William Hunters (1718-1783) und Bichats dar, wonach die enterale Resorption körperfremder Substanzen auf lymphatischem Weg vonstatten gehe.¹⁶ Ich werde hier deshalb von der "Hunter-Hunter-Bichat-Sichtweise" sprechen. In seinen Arbeiten zur Struktur und Funktion des lymphatischen Systems, welche in den *Medical Commentaries* von 1762 dargelegt sind, warf William Hunter auch die Frage auf, ob neben den Lymphgefäßen auch die Venen am Absorptionsmechanismus beteiligt seien. Sowohl er als auch

Alexander Monro *secundus* (1733-1817) sahen in den Lymphgefäßen nur einen Spezialtyp der Venen und bezeichneten sie deshalb als "lymphatische Venen" (*lymphatic veins*).¹⁷

Gleichermaßen vertrat Bichat in den *Recherches* die Ansicht, daß die lymphatischen Gefäße das morphologische Substrat der Absorptionsvorgänge bildeten.¹⁸ Er postulierte vor allem für die Entstehung pathologischer Ergüsse ein Gleichgewicht zwischen dem Flüssigkeitsmilieu der Körperhöhlen einerseits und dem Absorptionsmechanismus der sensiblen Körpermembranen andererseits:

"Auf diesem Prinzip beruht die Erklärung sämtlicher Phänomene der Resorption von Eiter, Blut und anderen Flüssigkeiten, die die lymphatischen Gefäße einerseits mit einer Art Gier aufnehmen, und deren Aufnahme sie andererseits verweigern. Sie folgen dabei der Gesamtsumme ihrer Sensibilitäten, die entweder im Einklang mit ihnen ist oder nicht."¹⁹

Dieser vorherrschenden Theorie lymphatischer Absorption stand die wenig beachtete Meinung Vicq d'Azyrs gegenüber, welcher davon ausging, daß die venösen Gefäße ebenfalls körperfremde Stoffe aus dem Magen-Darm-Trakt resorbieren könnten.²⁰ Aus der prozessualen Problemstellung Magendies und Delilles heraus, auch die zeitlichen Veränderungen der

13 Vgl. auch M. D. Grmek (1973), S. 252-261, und J. M. D. Olmsted (1944), S. 35f.

14 Siehe F. Magendie (1809b), S. 22.

15 Wie J. M. D. Olmsted (1944), S. 38, feststellte, konnte das aktive Wirkprinzip des javanesischen Pfeilgifts erst neun Jahre später, nämlich 1818 von Pierre-Joseph Pelletier (1788-1842) und Joseph-Bienaimé Caventou (1795-1877), chemisch isoliert werden. Sie fanden das Alkaloid 'Strychnin' sowohl in den Pflanzen *Strychnos tieuté*, *Nux vomica* als auch in der St. Ignatius Bohne.

16 Für Bichats Ansichten über das lymphatische System siehe M. D. Grmek (1974), M. Gross (1974), S. 43, J. M. D. Olmsted (1944), S. 100, sowie M. Genty (1935), S. 117.

17 Vgl. J. Lesch (1984), S. 103f., N. Eales (1974), M. Earles (1961) sowie F. Magendie in seiner Fußnote a in X. Bichat (1822), S. 131-139.

18 Ebenda, S. 131f.

19 Ebenda, S. 132 [Übers. F. S.].

20 Er griff dabei auf die galenische Tradition zurück, die in den Venen die Zuflußgefäße zum Herzen sah. Die späte Entdeckung des lymphatischen Systems stellte möglicherweise das wichtigste Ereignis der makroskopischen Anatomie des 17. Jahrhunderts dar. Hierzu trugen insbesondere die Arbeiten von Gasparo Aselli (1582-1626), Jean Pecquet (1622-1674), Thomas Bartholin (1616-1680) und Olof Rudbeck (1630-1702) bei. Weiterhin zeigt die Tatsache, daß das lymphatische System im 17. Jahrhundert mit vielfältigen Eponymen belegt wurde, daß es im Mittelpunkt des anatomischen Interesses stand. Vgl. M. v. Düring/G. Didi-Hubermann/M. Poggesi (1999), S. 404f., A. Delmas (1992), S. 877-880 sowie N. Eales (1974), S. 281-283.

Absorptionsvorgänge untersuchen zu wollen, wurde diese Theorie jedoch plötzlich sehr attraktiv, was im Verlauf ihrer Forschungsschritte gut sichtbar wird.

b) *Erste Versuche mit dem Strychninabkömmling 'Upas tieuté'*

Die gemeinsamen Experimentalarbeiten von Magendie und Delille fanden wahrscheinlich in der anatomischen Präparationswerkstatt der universitären *École de Santé* statt, wo Magendie zu diesem Zeitpunkt als Assistent tätig und mit der Herstellung von Unterrichtspräparaten betraut war.²¹ Eine genauere Verortung läßt sich aufgrund der Quellenlage nicht vornehmen. Aus ihrer gemeinsamen Arbeit resultierte ein Zyklus von drei, zwischen 1809 und 1821 publizierten Beiträgen. Die darin beschriebenen Experimente zeichnen sich zwar durch eine sehr ähnliche experimentelle Vorgehensweise aus. Es liegt jedoch kein Labortagebuch vor, das eine gültige Unterscheidung einzelner Teilabschnitte oder neu herangetragenener Fragestellungen zuließe. Aus diesen Gründen läßt sich heute nicht mehr zweifelsfrei klären, ob es sich hier nominell um eine durchgehende Experimentalserie Magendies handelte, die lediglich in unterschiedlichen Etappen publiziert wurde, oder ob er tatsächlich drei verschiedene Anläufe unternahm, um weitere Aspekte der physiologischen Absorption zu bestimmen. Auf jeden Fall stellte Magendie erste aus diesen Experimenten hervorgehende Ergebnisse am 24. April sowie am 7. und 28. August 1809 der *Première Classe de l'Académie des Sciences* vor.²² Die am 24. April vorgestellte Experimentalarbeit war die einzige, welche noch im gleichen Jahr publiziert wurde.²³ Ein weiteres Exzerpt der ersten sowie die Darstellung der mittleren Arbeit erschienen sogar erst zwölf Jahre später - 1821 - in Magendies *Journal*.²⁴

Im Mittelpunkt der ersten Absorptionsexperimente von Magendie und Delille stand die Rolle des Spinalmarks als physiologischem Zentrum muskulärer Kontraktionen. Zunächst stellten sie aus den von Leschenault nach Frankreich gebrachten Pflanzenproben einen Aufguß her. Mit diesem wurden kleine Hölzchen bestrichen und das Gift eingetrocknet, so daß es

21 Siehe auch J. Olmsted (1944), S. 47-49.

22 Obwohl diese *Mémoires* nie in voller Länge publiziert wurden, erschienen einzelne Zusammenfassungen (*Extraits*), so des *Mémoire* Magendies vom 24. 04. 1809 im *Bulletin des sciences médicales de la Société médicale d'émulation de Paris* [= F. Magendie 1809b]. Der *Mémoire* vom 07. 08. 1809 wurde später im *Journal de physiologie expérimentale* publiziert [= ders. (1821b)] und der von Delille vorgestellte noch im gleichen Jahr in den *Procès-verbeaux de l'Académie des Sciences* [= A. Rafeneau-Delille (1809)]. Diese Arbeit präsentierte Delille kurz darauf als Promotionsschrift der Pariser Universität als *Dissertation sur les Effets d'un Poison de Java, appelé Upas Tieuté, et sur la Noix vomique, la Fièvre de St. Ignace, le Strychnos potatorum, et la Pomme de Vontac, qui sont du même genre des plantes que l'Upas Tieuté*. Unter den Akademiemitgliedern, die den Vorträgen von Magendie und Delille beiwohnten, waren Laplace, Cuvier, Lamarck, Claude Louis Berthollet (1749-1822), Gay-Lussac, Saint Hilaire und Philippe Pinel (1745-1826). Diese Namensliste stellt, vielleicht mit Ausnahme Bichats, Jean-Louis Marie Poiseuilles (1799-1869) und der klinischen Pharmakologen, eine vollständige Sammlung der *big-shot*-Wissenschaftler der Zeit dar, welche auch Einfluß auf Magendies Forschungsarbeiten besaßen. Vgl. J. M. D. Olmsted (1944), S. 35.

23 Ich werde jedoch vorrangig diejenigen Arbeiten diskutieren, die sich Magendie selbst zweifelsfrei zuordnen lassen. Wie oben erwähnt, präsentierte Delille seinen Teil der Arbeiten am 28. August 1809 vor der Akademie der Wissenschaften. Siehe A. Rafeneau-Delille (1809). Warum Magendie und Delille neben ihrer gemeinsamen Arbeit einzelne *Mémoires* getrennt publizierten, könnte an karrieretaktischen Gründen liegen, da Delille seine Arbeit ja später auch als Promotionsschrift vorstellte. Was Magendie betrifft, läßt sich vermuten, daß er diese frühen Arbeiten nach der Gründung des *Journal* im Jahre 1821 mitaufnahm, um es einerseits zu "füllen" und Beispiele zu benennen, welche er als paradigmatisch für die neue Experimentalphysiologie verstand. Außerdem kann hierin der Versuch gesehen werden, außerdem die Rezeption seiner Arbeiten zu "beschleunigen", wozu ihm das *Journal* später als wichtiges Medium diente.

24 Möglicherweise läßt sich hieraus das besondere Gewicht ableiten, das diese Absorptionsarbeit für Magendie sowohl methodologisch als auch experimentell besaß, so W. Albury (1977), S. 49.

anschließend mechanisch abgetrennt werden konnte. Die kristalline Form des Gifts wurde in die künstlich erzeugte Oberschenkelhautwunde eines Hundes verbracht. Nach drei Minuten konnte Magendie beobachten, wie das Versuchstier einen Schwächeanfall (*malaise*) bekam und sich in eine Laboratoriumsecke zurückzog. Dort traten bald Kontraktionen sämtlicher Muskelgruppen seines Körpers und eine Versteifung der Rückenmuskulatur auf.²⁵ Der Hund verstarb kurz darauf durch Lähmung der Atemmuskulatur, an *Asphyxie*. Laut Magendie zeigte das Versuchstier während der gesamten Zeit keinerlei Eintrübung der Aufmerksamkeit oder anderer Hirnfunktionen.²⁶

Weiterhin fiel ihm auf, daß während der vermeintlichen Ruhepausen der Kontraktionen bereits die Palpation des Herzschlags erneut generalisierte Anfälle auslösen konnte. Die anschließende *post-mortem*-Sektion ergab, daß sowohl das arterielle als auch das venöse Blutsystem mit dunklem (desoxygeniertem) Blut gefüllt war. Dies schien *prima vista* die Hypothese vom Tod durch Asphyxie zu bestätigen. Im weiteren Verlauf konnte das Experiment bei einem Pferd, sechs Hunden und drei Hasen reproduziert werden. Aus dieser Beobachtung schlußfolgerte Magendie, daß das verabreichte Gift aus der Hautwunde resorbiert und durch den Blutkreislauf zu allen anderen Organen weitertransportiert worden war.²⁷ Er ging davon aus, daß das Gift, einmal am Rückenmark angelangt, dort wie ein energischer Reiz (*excitant énergique*) wirke. Die beobachteten Auswirkungen des *Upas* beschrieb er in Analogie zu denjenigen Effekten, die einzelne Naturforscher zuvor mit mechanischen Mitteln oder der Applikation "Galvanischen Fluidums" am freipräparierten Rückenmark frisch getöteter Versuchstiere erhalten hatten.²⁸

Anschließend beschäftigten sich die beiden Experimentatoren mit der Frage, ob das Gift wirklich absorbiert worden war, oder ob den vorausgegangenen Experimentalbeobachtungen lokale Reaktionen an den Membranen zugrundelagen. Dazu wollten sie die kristalline Giftform in seröse Körperhöhlen einbringen. Nach zeitgenössischem Wissensstand sollte die Absorption an serösen Membranen sehr rasch erfolgen. Dies konnte Magendie in Zusammenarbeit mit Delille bestätigen und sich experimentell nutzbar machen, indem er in Wasser gelöstes *Upas* in die Pleurahöhle eines gesunden Hundes applizierte.²⁹ Bereits zwanzig Sekunden später konnte er annähernd die gleichen Auswirkungen auch bei diesem Versuchstier beobachten. In der Folge wandelte er das Experiment dergestalt ab, daß er das *Upas* auch auf muköse Membranen aufbrachte. Dabei setzte er als bekannt voraus, daß muköse Membranen einen wesentlich langsameren Absorptionsmechanismus (*force d'absorption*) aufwiesen. Er nahm zu Beginn bei den Versuchstieren eine *Laparotomie* vor und führte operativ die *Teileventeration* einer Dünndarmschlinge durch, welche anschließend freipräpariert wurde. An die Dünndarmschlinge setzte er im Abstand von acht Zentimetern zwei Ligaturen an, so daß die entnommene Schlinge ein künstlich abgeschlossenes Dünndarmreservoir darstellte. Über eine kleine Stichinzision

25 Diese Kontraktionen können aus heutiger Sicht wohl als generalisierte tonische Konvulsionen bis hin zu einem *Opisthotonus* beschrieben werden. Vgl. K. Masuhr und M. Neumann (1992), S. 260, 466 und 478f.

26 F. Magendie (1809b), S. 6.

27 Ebenda, S. 8f.

28 Siehe die referierende Darstellung der Experimente Luigi Galvanis (1737-1798), Alessandro Voltas (1745-1827) sowie Hallers Froschmuskelpreparat bei N. Kipnis (1987) und F. Schiller (1982).

29 Aus einer Fußnote des *Mémoires* läßt sich entnehmen, daß Magendie zuvor in Zusammenarbeit mit Dupuytren in über 150 Versuchen an Pferden und Hunden festgestellt hatte, daß die serösen Membranen sämtliche dargebotenen Flüssigkeiten mit hoher Geschwindigkeit aufnahmen. Dies galt auch für besonders irritierende und schädigende Flüssigkeiten, wie Gallenflüssigkeit und hochkonzentrierte Salzlauge. F. Magendie (1809b), S. 9, Fn. 1. Vgl. auch M. Gross (1979), S. 249.

wurden acht Tropfen *Upas*, das zuvor in zwei Gramm gewöhnlichen Wassers aufgelöst worden war, in die ausgeschaltete Dünndarmschlinge injiziert. Anschließend arretierte er eine dritte Ligatur über der Inzisionsstelle, so daß die eingebrachte Giftlösung nicht mehr entweichen konnte, reponierte sie und sicherte sie anschließend mit einer Einzelknopfnah durch die Bauchwand. Magendie berichtet, daß erst sechs Minuten nach Giftinjektion die ersten Konvulsionen beim Versuchstier auftraten, und daß diese häufiger und weniger intensiv waren, als in den vorangegangenen Experimenten an serösen Membranen.³⁰

Hierauf versuchte er mit Delille bei einem weiteren Hund zu beobachten, ob das *Upas* auch durch den Magen absorbiert werden könne oder ob hierzu lediglich der Dünndarm fähig sei. Nach erneuter Laparotomie präparierte er die *Curvatura dextra* des Magens frei und plazierte eine Ligatur etwa einen Zentimeter vor dem Magenpfortnermuskel, *Pylorus*. Kurz vor der Ligatur wurde eine Stichinzision vorgenommen und zwei Gran³¹ gelöstes *Upas* in den Magen injiziert. Bevor einzelne Konvulsionen auftraten, mußte er jedoch annähernd eine Stunde warten. Hierfür machte Magendie zusätzliche Faktoren wie die Mukosabarriere des Magens und die Vermischung des Gifts mit Speisebrei verantwortlich. Hinsichtlich der unterschiedlichen Absorptionsorte sowie dem Fehlen lokaler Reizungserscheinungen in der *post-mortem*-Analyse, vermutete er nun, daß das Gift durch den Blutkreislauf zum Rückenmark gelangt war und dort seine Wirkung entfalte. Deshalb injizierte er bei einem Pferd acht Tropfen der *Upas*-Lösung direkt in die Jugularvene, worauf das Versuchstier augenblicklich zu krampfen begann und verstarb.

Was war die experimentelle *Ratio* dieser aufwendigen Untersuchungen? Wenn das Gift durch den Blutkreislauf zum Rückenmark als spezifischem Wirkort transportiert werde, so schloß Magendie, dann sollte die Blutgefäßlänge und die Kreislaufzeit gleichfalls einen Effekt auf seine Wirkungsentfaltung besitzen. Tatsächlich konnte er diese Hypothese untermauern, da nach Injektion der *Upas*-Lösung in die *A. femoralis (l'artère crurale)*³² eines Hundes, also in die vorgeschaltete arterielle Strombahn, die Konvulsionen erst mit siebenminütiger Verzögerung auftraten. Magendie fuhr mit der Wirkungsbestimmung von *Upas* auf die Hirngefäße fort. Hierzu injizierte er die Lösung in die *A. carotis* eines Cockerspaniels. Kurz nach der Injektion stellten sich die gleichen Erscheinungen ein, die durch jede andere irritierende Flüssigkeit aufs Gehirn ausgelöst werden konnten: Die Hirnfunktionen seien sofort "entartet", das Tier habe seinen Kopf zwischen die Vorderpfoten genommen und sich anschließend überschlagen.³³

In einer Variation wollte Magendie nun mit Delille experimentell demonstrieren, daß das *Upas* seine Wirkung wirklich am Rückenmark, *Medulla spinalis*, entfalte. Hierzu nahm er bei einem Hund, der bereits nach Giftinjektion zu krampfen begann, eine Durchtrennung des Rückenmarks vor, welches er unterhalb der *Medulla oblongata*, zwischen *Os occipitale* und erstem Halswirbel, absetzte. Auf diese Weise wollte er die funktionelle Bedeutung des Rückenmarks von Einflüssen des Gehirns methodisch trennen, um herauszufinden, ob die Krämpfe auch dann aufträten, wenn das Gehirn über den psychischen Willensakt keinen

30 Siehe F. Magendie (1809b), S. 14f.

31 Ein 'Gran' (lat. *granum* = Samenkorn) stellt ein altes Apotheker- beziehungsweise Medizinalgewicht dar, das in vielen Ländern unterschiedlich verwendet wurde. Im Durchschnitt sollte es dem Gewicht eines Pfefferkorns entsprechen, wobei 1 G zwischen 0,06 und 0,07 Gramm lag. Siehe *Lexikon der Maße und Gewichte* (1979), S. 106.

32 Im Französischen steht tatsächlich das Wort *crural*, *-ale*, *-aux* (von lat. *crus* = Unterschenkel) nur für den Oberschenkel ("qui se rapporte à la cuisse [...] segment du membre inférieur compris entre la hanche et le genou. V. *crural*.") Vgl. L. Manuila/A. Manuila/M. Nicoulin (1996), S. 101f.

33 F. Magendie (1809b), S. 13.

Einfluß auf das Rückenmark mehr habe. Wie im ersten Experiment kam es nach der Rückenmarksabtrennung noch sekundenlang zu Ganzkörperkrämpfen, was sich an weiteren Tieren reproduzieren ließ.

Als Gegenprobe wurde dieses Experiment abgewandelt und bei einem weiteren Hund das Rückenmark gänzlich zerstört, um es als möglichen Mediator des Krampfgeschehens funktionell auszuschalten. Zur Beobachtung des dynamischen Geschehens der Körpervorgänge wurden zuvor wieder acht Tropfen der Lösung mit *Upas* in eine Oberschenkelhautwunde eingeführt, so daß eine direkte Anflutung des Gifts zum Rückenmark gewährleistet werden konnte. Außerdem sollten zentrale Einflußmöglichkeiten vermieden werden, wie sie nach den bisherigen Ergebnissen bei Applikation in die *A. carotis* wahrscheinlich waren. Das Versuchstier begann sofort zu krampfen, wobei Magendie mittels einer Walfischharpune (*tiege de balaine*), die er von unten durch den Wirbelkanal stieß, das Rückenmark heraustrieb. Tatsächlich waren sofort nach seiner Destruktion keine Konvulsionen mehr beobachtbar, obwohl er die Kreislaufzirkulation mittels Palpation des Herzstoßes und unter Beobachtung des Blutstroms noch über zehn Minuten feststellen konnte.

Später gelang es Magendie solche Kontraktionen auch isoliert an den Hinterläufen eines Hundes auszulösen. Hierzu legte er den Spinalkanal in Höhe der Lumbalregion frei und umspülte das Rückenmark mit einer Lösung von *Upas*. Dann drehte er diesen Versuch um, applizierte die Giftlösung bei einem anderen Versuchstier zervikal und löste isolierte Kontraktionen der Vorderläufe aus. In beiden Versuchen verging eine Zeit von etwa sechs Minuten, bis mit Beginn generalisierter Konvulsionen auch Kontraktionen des jeweils anderen Extremitätenpaars zu beobachten waren. Nach zehn Minuten sistierten die Kontraktionen im Bereich des zuerst betroffenen Extremitätenpaars, um nach weiteren Minuten mit dem Tod des Tiers zu enden.

Magendies Vorgehensweise war also streng lokalisatorisch orientiert. Die Ergebnisse aller dieser Experimente schienen die Hypothese zu stützen, daß das Gift das zerebrospinale System als Mediator benötigte, um an den Muskeln wirksam zu werden. Hiermit glaubte Magendie, den genauen Wirkort des Strychnins bestimmt zu haben.³⁴ Sein Lokalisationsanspruch sowie die Zuspitzung der Experimentalmethode können als direkter Anschluß an die vorhergehenden Arbeiten Bichats begriffen werden. Das gilt insbesondere für die Experimentalanordnungen, die einen manipulativen Eingriff in den Tierkörper erlaubten und *quasi* unter chirurgischen Operationsbedingungen den Einfluß morphologischer Strukturen auf den Sterbevorgang untersuchten.³⁵

Wenn man jedoch dem Gang dieser Experimente folgt, so wird augenscheinlich, daß Magendie den verwendeten Ansatz in systematischer Weise variierte, um bestimmte Fragestellungen isoliert untersuchen zu können. So stellte er zunächst dar, wie durch die Giftapplikation verschiedene Erscheinungen bei den Versuchstieren hervorgerufen wurden, die er mit denjenigen Phänomenen verglich, welche durch bekannte Wirkmechanismen - etwa des Galvanischen Fluidums - zu provozieren waren. Die Analogisierung der phänomenalen Giftreaktionen sollte dabei auf eine Ähnlichkeit der Wirkungsmechanismen hinführen. Diese Herangehensweise baute Magendie schließlich weiter aus und untersuchte die Giftwirkung in Abhängigkeit von verschiedenen Zugangswegen - beispielsweise an Schleimhäuten oder Körperhöhlen. Letztlich isolierte er das Rückenmark als einzig möglichen Wirkort. Er

34 Ebenda, S. 20f.

35 Zur Interaktion mit dem Neurophysiologen Julien Legallois (1770-1840) vgl. M. Gross (1974), S. 43, J. Legallois (1812). Einleitung, S. XVII-XIX, 16, 22 und 48f., sowie F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 306.

untersuchte jetzt nicht nur die Giftwirkung auf den gesamten Körper, sondern versuchte das Rückenmark gezielt zu lähmen. Hierbei setzte Magendie die Wirkungsentfaltung als "physiologische Bekannte" voraus und drehte das Experiment gewissermaßen um. Er wartete den zeitlichen Verlauf so lange ab, bis die Konvulsionen erschienen, um dann das Rückenmark als Mediator auszuschalten, was ihm erfolgreich gelang.

Aus den publizierten Berichten kann man zwar nicht erkennen, ob Magendie im Labor tatsächlich so vorgegangen war. Dies ist, wie aus verschiedenen Laborstudien bekannt, sicherlich nicht der Fall.³⁶ Doch dieser Einwand wird insofern unerheblich, wenn man den Reflexionsprozeß - und die stilistische sowie rhetorische Zuspitzung - der Labortätigkeit mit in den Blick nimmt, was im folgenden geschehen soll.

c) *Absorption an unterschiedlichen morphologischen Körperstrukturen*

Am 7. August 1809 - 1821 publiziert - präsentierte Magendie vor der Akademie der Wissenschaften weitere Ergebnisse zum Absorptionsproblem, die er als Fortentwicklung seiner bisherigen Arbeiten über den Wirkungsmechanismus der Strychninabkömmlinge *Upas antiar* und *Upas tieuté* darstellte. In Differenz zu seiner ersten Experimentalarbeit, den Wirkmechanismus einzelner Strychninabkömmlinge mittels intravenöser und lokaler Applikation aufzuklären, setzten sich seine am 7. August 1809 vorgestellten Untersuchungen insbesondere mit den morphologischen Korrelaten der Absorption und ihrer physiologischen Dynamik auseinander. Nun rückte er einen neuen Problemzusammenhang ins Zentrum der Experimentalpraxis: die prozessualen Eigenschaften der Absorptionsvorgänge. Magendie wandte sich von der Frage nach dem *was* und *wo* der Giftwirkung im Körper der Versuchstiere ab und thematisierte nun vielmehr die Frage, *wie* der Absorptionsvorgang vonstatten gehe und *welche* morphologischen Strukturen hierfür anzunehmen seien.

Dabei griff er den zeitgenössischen Wissensstand auf, wonach die lymphatische Resorption körperfremder Substanzen, insbesondere über den langsamen Transport des Milchsafts, *Chylus*, im Brustmilchgang, *Ductus thoracicus*, eine bedeutend längere Zeit in Anspruch nehme, als sie von ihm anhand der Wirkung von *Upas* beobachtet worden war. Der erwartete Zeitverlauf des physiologischen Absorptionsvorgangs stand somit seinen früheren experimentellen Beobachtungen gegenüber. Diese Spannungssituation im Dialog zwischen Experiment und Theorie bestimmte das weitere Vorgehen Magendies: Der beobachtete schnelle Wirkungseintritt stand auch im Widerspruch zur anerkannten lymphatischen Absorptionstheorie, das heißt der Hunter-Hunter-Bichat-Sichtweise. Die Brüder Hunter hatten in ihren 1762 publizierten Arbeiten ja gezeigt, daß die enterale Absorption ausschließlich auf lymphatischem Wege erfolge, was Bichat im Jahr 1800 bestätigen konnte [vgl. S. 126]³⁷ Allerdings hatten die Hunters bei ihren Experimenten heiße Milch verwandt, die sie durch Stichinzision in die Darmschlingen von Versuchstieren verbrachten. In ihrem Interesse stand somit mehr die Untersuchung allgemeiner Ernährungsfragen statt spezieller Absorptionsmechanismen.³⁸

In Weiterentwicklung der vorangegangenen Experimente wurde nun die Giftwirkung in den verschiedenen Gefäßsystemen morphologisch lokalisiert. So warf Magendie die Frage auf, ob

36 Siehe etwa die Arbeiten von A. Pickering (1989), B. Latour (1987), S. Woolgar (1988), B. Latour/S. Woolgar (1986), K. Knorr-Cetina (1984), oder I. Hacking (1983), insbesondere S. 149-209.

37 Vgl. X. Bichat (1822), S. 131f.

38 Siehe N. Eales (1974), S. 285f.

giftige Substanzen die Passage durch die Lymphknoten unverändert und mit vergleichbarer Wirksamkeit überstehen oder eine Wirkungsabschwächung auftrate. Bei seiner Suche nach einer Erklärung für diese Experimentalbefunde griff er, wie schon im ersten Abschnitt dieses Kapitels erwähnt, die Hypothese von einem venösen und damit rascheren Absorptionsmechanismus Vicq d'Azyrs auf. Durch die "Aneignung" solcher älteren Beobachtungen und die Interpretation ihrer Ergebnisse in sein eigenes experimentalphysiologisches Forschungsprogramm erlangte Magendie eine "Expertenkontrolle" über sie. Eine solche Auseinandersetzung stellt nach Nickles ein dem modernen wissenschaftlichen Forschungsprozeß inhärentes Moment dar.³⁹ Es spielte, wie man anhand dieser Episode seiner Forschungspraxis sehen kann, auch für Magendies Forschungsprogramm eine wichtige methodologische Rolle. Wissenschaftliche Konzeptionen standen somit bei ihm in einem engen Wechselverhältnis zu den praktischen Tätigkeiten und Anforderungen des Labors.

Wahrscheinlich mit Rückblick auf seinen ersten Bericht im April gab Magendie im *Mémoire* vom August 1809 an, daß er die Experimente zur Ab- und Resorption körperfremder Stoffe aus dem Magen-Darm-Trakt in den Blutkreislauf lediglich mit der Intention durchgeführt habe, "den Gewißheitsgrad einer akzeptierten Lehrmeinung zu verbessern".⁴⁰ Entgegen diesem rhetorischen *understatement* wurde im weiteren Argumentationsgang aber die bisherige Sichtweise verworfen [vgl. oben S. 126]. Dabei griff Magendie auf die Forschungsergebnisse Dupuytrens zurück, der die Absorption von *Chylus* im Verdauungsvorgang untersucht hatte.⁴¹ Bei Pferden hatte Dupuytren den Verlauf des *Ductus thoracicus* unterbunden, bevor dieser lymphatische Hauptstrang über den *Tr. subclavius sinister* mit dem venösen Gefäßsystem zusammenläuft. Die pathologisch-anatomische Sektion beider Gruppen zeigte, daß bei den verhungerten Tieren keine Verbindung mehr zwischen dem *Ductus thoracicus* und der *V. subclavia sinistra* bestand. Demgegenüber waren bei den überlebenden Tieren - als Normvariante - lymphatische Kollateralgefäße zu finden.

Magendie führte die Forschungen mit Delille nun an dem Punkt fort, an dem Dupuytren stehengeblieben war. Gegenüber seinem ersten Akademiebericht hatte er bis August 1809 die Frage nach der Absorption auf weitere anatomische Substrate ausgedehnt.⁴² Der ursprüngliche Ansatz wurde nun weiter modifiziert: Magendie ging von der anfänglich im Magen-Darm-Trakt

39 Unter dem Begriff der 'Rekonstruktion' versteht Nickles die konzeptionelle Reorganisation von Fragestellungen vor dem Hintergrund eigener Forschungsprobleme und der Kommunikation mit wissenschaftlichen Kollegen. Dieses Verhalten bezeichnet er auch als eine konzeptionelle "Arbeitsleistung zweiter Stufe". Vgl. T. Nickles (1989), S. 309.

40 F. Magendie (1821b), S. 19. Solche Aussagen Magendies legen eine Beeinflussung durch den *Idéologue* und Arzt Pierre Jean Georges Cabanis (1757-1808) nahe. Genauso, wie Magendie die Gewißheit einer physiologischen Hypothese durch experimentelle Befunde und Beobachtungen stützen wollte, beabsichtigte Cabanis, den "Sicherheitsgrad" medizinischen Wissens in der Behandlungspraxis zu verbessern. Der "Geist der Beobachtung" (*le véritable esprit d'observation*) und der "philosophische Geist", der ihn leite (*l'esprit philosophique qui doit y présider*) sollten die Medizin reformieren [vgl. Anm. 101]. Siehe P.-J.-G. Cabanis (1819), insbesondere S. 144-160, wie auch E. Lesky (1954) und O. Temkin (1946a), S. 18-20 und 28-30.

41 Vgl. P. Elliott (1987), S. 50-54, W. Albury (1977), S. 50 und 131, wie auch J. Lesch (1984), S. 105f., der seinerseits Dupuytrens Arbeiten in den Kontext einzelner widersprüchlicher Resultate aus den früheren Experimenten Flandrins stellt. So habe Dupuytren Klarheit in die Frage nach den intestinalen Absorptionsmechanismen bringen wollen. Seine Experimente, die er teilweise an Pferden durchführte, fanden an der *École Vétérinaire d'Alfort* statt. Magendie bezieht sich in seinem *Mémoire* sogar explizit auf diese Experimente, die Dupuytren, Flandrin und Pierre Duverney (1650-1728) dort zuvor durchgeführt hatten. F. Magendie (1821b), S. 20f.

42 Publiziert als F. Magendie (1821b).

lokalisierten Absorptionsfunktion aus und übertrug sie auf experimentelle Untersuchungen an anderen anatomischen Substraten.⁴³ Zunächst beobachtete er, ob die Ligatur des *Ductus thoracicus* die Giftpassage in den Blutkreislauf verhindere und somit die Wirkungsentfaltung des *Upas* am Rückenmark blockiere.⁴⁴ Dazu ligierte er den *Ductus thoracicus* bei einem Hund und brachte eine Giftlösung ins Peritoneum ein. Experimentelles *outcome* war, daß jedesmal, wenn die Substanzen den Versuchstieren verabreicht wurden, generalisierte Konvulsionen und Asphyxie auftraten, unabhängig davon, ob der *Ductus thoracicus* ligiert war oder nicht. Gleiche Ergebnisse erhielt er wie zuvor auch bei anderen Applikationsorten. Solche Befunde ließen ihn aber unbefriedigt, da die Resorptionsvorgänge anatomisch und physiologisch nicht genau zu beurteilen waren beziehungsweise keine Lokalisation des Vorgangs erlaubten.

Dies brachte Magendie nicht nur auf die einfallsreiche Idee, die Funktion direkt am lokalen Substrat zu beobachten beziehungsweise *ex situ* aus dem Geschehen im Körperinneren "herauszuheben". Vielmehr führte ihn das Problem der Unentscheidbarkeit auch zu einer neuen Modifikation des Experimentalansatzes. Bei den Versuchstieren, meistens Hunden, nahm er wie in seiner ersten Experimentalserie eine Laparotomie mit partieller Eventeration vor. Doch unter dem Hantieren mit dem Darmpräparat hatte sich die Zielrichtung der experimentellen Ausschaltung verschoben. Nun wurde nicht mehr die Absorption am Dünndarm als solche verfolgt, sondern mit dem chirurgischen Prozedere eine Dünndarmschlinge auch funktionell ausgeschaltet. Hierzu skelettierte er sie von sämtlichen Arterien und Venen bis auf eine. Da das Versuchstier sieben Stunden zuvor gefressen hatte, waren die von der Darmschlinge abgehenden Lymphgefäße gefüllt und weißlich verfärbt, so daß sie während des Experiments gut identifiziert werden konnten. Die Lymphgefäße wurden gleichfalls mit einer doppelten Ligatur versehen und nahe der Dünndarmschlinge abgetrennt. Anschließend präparierte Magendie das umgebende Bindegewebe der *Tunica propria* von den verbliebenen Blutgefäßen ab. Auf diese Weise bestand außer über das Kreislaufsystem keinerlei Verbindung mit dem Restkörper. Alle für eine Absorption in Frage kommenden morphologischen Substrate waren damit bis auf eines ausgeschaltet: die arteriovenöse Gefäßbrücke. Resultat dieser Modifikationen des ursprünglichen Experimentalansatzes war somit die funktionelle Isolation eines Einzelfaktors, nämlich die venöse Absorption über die freipräparierten Mesenterialvenen. Diese Reduktion der beteiligten Substrate sollte in nahezu ausschließlicher Weise zeigen, ob es den Mechanismus venöser Absorption gäbe, oder nicht.

Nach Verabreichung einer kleinen Menge *Upas* in die reponierte Darmschlinge kam es auch jetzt beim Versuchstier zu generalisierten Konvulsionen. In zusätzlichen *post-mortem*-Sektionen versuchte Magendie nun den weiteren Verlaufsweg der Absorption auch topographisch ins Körperinnere zu verfolgen. So stellte er autoptisch sicher, daß alle Ligaturen noch am Platz und undurchlässig waren, und daß kein Tropfen der Giftlösung in die Bauchhöhle ausgetreten sein konnte. Dennoch war er mit dem Generalisierungsgrad des Experiments unzufrieden. Er versuchte weitere Einflußgrößen auf ein Minimum zu reduzieren beziehungsweise den Möglichkeitsraum der experimentell isolierten Faktoren weiter zu begrenzen. Magendie wollte insbesondere ausschließen, daß den Resorptionsvorgängen weitere morphologische Strukturen zur Verfügung standen. Hierzu trennte er zusätzlich die besonders kleinen *Vasa privata* von der Mesenterialarterie und -vene ab. Dieses Experiment, das ihm mehrfach zu reproduzieren gelang, bewies, "soweit, wie man überhaupt in der Physiologie

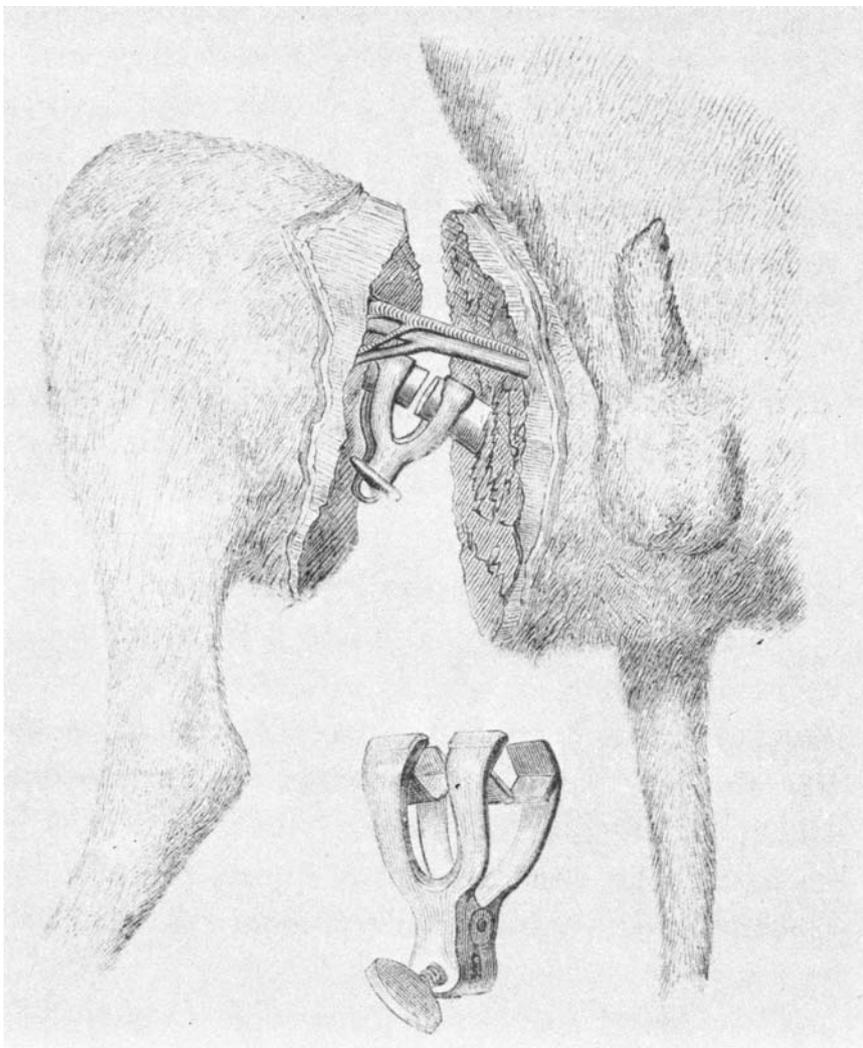
43 Ebenda, S. 25.

44 Ebenda, S. 23.

beweisen kann”,⁴⁵ daß die Milchgefäße, *Vasa lymphatica*, nicht die einzigen Organe der intestinalen Absorption darstellen.

Die mesenterialen Blutgefäße schienen die enteral applizierten Giftstoffe ungehindert passieren zu lassen.⁴⁶ Dies bestärkte Magendie in seiner Kritik an der von Bichat behaupteten vitalen Wächterfunktion der Kapillaren für den Absorptionsvorgang [vgl. S. 171]. Bereits in seinen früheren Untersuchungen hatte Magendie postuliert, daß der enterale Resorptionsvorgang von verschiedenen, benachbarten anatomischen Strukturen, wie den Mesenterialvenen und den Chylusgefäßen, gemeinsam ausgeführt werden könne. Diese Auffassung generalisierte er nun über den gesamten Körper. Forschungspraktisch äußert sich das in einem eigenwilligen Experimentalansatz: dem *Hundebeinpräparat*.

ABBILDUNG 10: *Bernards Darstellung der Präparation eines Hundebeins für Magendies Absorptionsexperimente (mit zusätzlicher Metallklammer). Aus: W. Albury (1977), S. 55.*



45 Ebenda, S. 25f.

46 Diese Versuche Magendies sorgten auch in den Deutschen Ländern für Furore, weil sie auch einen neuen Bedeutungszuwachs für die Vorstellung von den physikalischen Eigenschaften der Gewebe und Körperstrukturen versprachen. Siehe J. Müller (1835), Bd. 1, S. 224, oder W. Wundt (1865), S. 178 sowie 229.

Bevor das eigentliche Experiment begann, wurde ein Hund mit Opium sediert und seine Hinterpfote in der Form vom Rumpf abgesetzt (*nous séparâmes du corps la cuisse d'un chien*),⁴⁷ daß sie nur noch über eine vier Zentimeter lange Gefäßverbindung der *Arteria* und *Vena femoralis* mit dem restlichen Körper in Verbindung stand. Nachdem das umgebende Bindegewebe mit den *Vasa privata* von den übrig gebliebenen Gefäßen abpräpariert war, wurden zwei Gran *Upas* in das Gewebe der Hinterpfote injiziert. Die typischen generalisierten Konvulsionen traten innerhalb von vier Minuten auf und der Tod des Versuchstiers nach zehn Minuten ein.

Um sich gegen den möglichen Vorwurf abzusichern, daß es zu einem Gifttransport entlang der verbliebenen Gefäßwände komme, schaltete er auch dieses morphologische Substrat aus. Dabei überbrückte Magendie die Gefäßverbindung vom amputierten Hundebein zum Restkörper mit Federkielen, die ihm als künstliche Gefäßprothesen dienten.⁴⁸ Sie wurden mit Ligaturen an beiden Enden arretiert und das Hundebeinpräparat lediglich funktionell über den Blutfluß mit dem Restkörper verbunden.⁴⁹ Durch die chirurgische Isolation der Gefäßversorgung wurde die morphologische Struktur zugleich mit (ab-) isoliert: Die Übertragung des pharmakologischen Wirkprinzips konnte nur noch mittels des Blutflusses geschehen, so daß die physiologische Funktion der Hämodynamik experimentell rein dargestellt werden konnte. Insbesondere durch den Erfolg dieses letzten Experiments gelang es Magendie zu zeigen, daß auch die venösen Gefäße am Prozeß der physiologischen Absorption beteiligt waren und dies sogar strukturell für andere Teilbereiche des Gesamtkörpers zu gelten habe. Er schlußfolgerte entsprechend, daß seine neue Absorptionstheorie eine Erklärung dafür liefere, warum unterschiedliche Substanzen so schnell absorbiert werden, unabhängig davon, ob sie als schädigend einzustufen seien oder nicht.⁵⁰ Das gelte in gleicher Weise für die Geschwindigkeit, mit der sie ihre Wirkungen in der Tierökonomie auslösten:

“Ich denke, man kann aus diesen unterschiedlichen Experimenten ableiten, daß das lymphatische System, wenigstens in bestimmten Fällen, nicht den einzigen Weg darstellt, welche die Fremdsubstanzen beschreiten, um zum Nervensystem zu gelangen.”⁵¹

Verfolgt man die Entwicklung dieser Experimentalserie seit Magendies erster Publikation, so ist unübersehbar, daß sich die Fragestellung parallel zur Experimentaltechnik verschob. Hatte er Teile seines Experimentalansatzes ursprünglich von Bichat übernommen, so ist in der

47 Vgl. auch F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 238.

48 F. Magendie (1821b), S. 26.

49 Man vermag auch in diesem Experimentalansatz eine Reminiszenz auf Bichats Versuche in den *Recherches* entdecken. Um die Kommunikationsbeziehungen zwischen den drei Zentralorganen, Herz, Lunge und Gehirn demonstrieren zu können, untersuchte Bichat nämlich insbesondere das Blutgefäßsystem in isolierter Form und manipulierte die Blutzufuhr an Hundekarotiden. Siehe X. Bichat (1800), S. 4-12 und 15-26 [sowie Abs. 3. 4.].

50 In früheren Absorptionsexperimenten, beispielsweise bei John Hunter (1728-1793), William Hunter (1718-1783) oder bei William Cullen (1712-1790), kamen vor allem Opium, Hydrocyanat, Viperntoxinen und giftigem Kirschlorbeerextrakt (*cherry-laurel water*) zum Einsatz. Nachdem die Hunters den wissenschaftlichen Zweifel an der Hypothese der venösen Absorption begründet hatten, machten diese frühen “Pharmakologen” eine lokale Wirksamkeit über die nervalen *Rami proprii* in den Schleimhäuten des Verdauungstrakts für die schnelle Absorption von Giftstoffen verantwortlich. Eine Sichtweise, die sich noch bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts hielt. Vgl. M. Earles (1961), S. 103-105.

51 (“On peut, je crois, déduire de ces diverses expériences, que le système lymphatique n'est pas, au moins dans certain cas, la route exclusive que parcourt les substances étrangères pour arriver au système nerveux.”). F. Magendie (1821b), S. 27 [Übers. F. S.].

weiteren Entwicklung des experimentellen *settings* eine allmähliche Abwendung von der ursprünglichen Problemstellung zu beobachten. Die Frage nach der Funktion, in ihrer Unabhängigkeit vom morphologischen Substrat, manifestierte sich in der Experimentalpraxis. Zunächst beschäftigte sich Magendie hier noch mit Fragen der Absorption körperfremder Stoffe am natürlichen Substrat. Dies gilt etwa für die Arbeiten an einer ausgeschalteten Dünndarmschlinge und ihrer eigenen Gefäßversorgung. Anstatt an diesem natürlichen Substrat weiterzuexperimentieren, wandte er sich in folgenden Experimenten auch analogen, jedoch morphologisch andersartigen Substraten zu. Das heißt, in seinem Labor wurden solche Vorgänge an morphologischen Strukturen untersucht und simuliert, die bislang überhaupt nicht mit dem Phänomen der Absorption in Verbindung gebracht worden waren.⁵² Schließlich konnte Magendie in isolierender beziehungsweise investigativer Weise nahelegen, daß auch das venöse Gefäßsystem an den Absorptionsphänomenen beteiligt ist. Auch wenn es für ihn zu diesem Zeitpunkt nicht sicher auszuschließen war, daß lokale lymphatisch-venöse Anastomosen im Gebiet der Giftapplikation für den Absorptionsmechanismus verantwortlich sein konnten, so drehte sich das experimentelle Vorgehen doch um die Isolierung eines physiologischen Mechanismus unabhängig von der morphologischen Struktur. Dieser Mechanismus - die Absorption - wurde aber nicht nur isoliert, sondern, was den Einsatz von Gefäßprothesen betrifft, zusätzlich manipuliert.

Eine Manipulation der Körperfunktionen stellte auch der chirurgisch-kontrollierende Eingriff aus dem letzten Experiment dar. Magendie griff in den experimentell dargestellten Absorptionsvorgang selbst aktiv ein, indem er mit dem Druck seiner Finger den Blutfluß der Femoralgefäße verlangsamte, um die zeitliche Dynamik der Absorptionsprozesse in kontrollierter Weise verändern zu können.⁵³ Wie sich anhand Magendies vorangegangener Experimentalarbeit mit Delille erkennen läßt, zeichnet sich in diesen Experimentalserien bereits eine Neuausrichtung seines Forschungsprogramms ab, aus der sich ein weiter präzisiertes Konzept morphologischer Lokalisation entwickeln konnte. So gelang es Magendie mit immer diffizileren experimentellen Methoden neue anatomische Strukturverhältnisse auf investigative Weise zu entdecken und näher zu analysieren. Im Gegensatz zu Bichat suchte er zunächst die phänomenal identifizierbaren physiologischen Funktionen auf. Diese wurden anschließend weiter in den Körper hineinverfolgt und auf die unterschiedlichen, beitragenden morphologischen Strukturen rückgeführt. Die Funktion löste sich dadurch von ihrem direkten morphologischen Substrat ab. Sie war das "Neue" im experimentellen *setting* Magendies, sozusagen das epistemische Objekt seiner Experimentalpraxis.

Die physiologische Funktion, am Beispiel der enteralen Absorptionsvorgänge, wurde im experimentellen Handeln frei zugänglich. Magendie konnte sie nun im Rahmen weiterer Experimentalserien auf andere Körperteile übertragen und dort investigativ untersuchen.⁵⁴ Auch für den theoretischen Nachvollzug der Experimentalbeobachtungen und den Rahmen der Hypothesenentstehung wurde die physiologische Funktion unabhängig von der morphologischen Struktur verfügbar. Diese funktionelle Lokalisation versprach, die Unübersichtlichkeit der morphologischen Strukturen zu reduzieren, wodurch die Aufrechterhaltung bestimmter Lebensphänomene durch die Einzelstrukturen im Experiment geklärt und operationalisiert werden konnte.

52 Magendie spricht in späteren manipulativen Experimentalarbeiten sogar explizit von einer "Simulation" der Körpervorgänge. Vgl. beispielsweise F. Magendie (1813a), S. 19, oder ders. in X. Bichat (1822), S. 135.

53 F. Magendie (1821b), S. 28.

54 Siehe auch W. Albury (1977), S. 58.

Das *Hundebeinpräparat* - als paradigmatisches Beispiel Magendies Experimentalpraxis - stellte einen kontrollierten Versuchsaufbau dar, um physiologisch-metabolische Fragestellungen zu beantworten. Ein solcher Entwurf neuartiger Versuchsanordnungen und besonderer instrumenteller Arrangements läßt sich von der heuristischen Neukonzeption des physiologischen Gegenstandsbereichs jedoch nicht separieren. Beide gehören untrennbar zusammen und charakterisieren die Entwicklung des Funktionsbegriffs bei Magendie.

Im Verlauf dieser Experimentalserien deutete sich somit eine Verschiebung des Funktionsbegriffs von Bichats Gewebsanatomie hin zu Magendies funktionell-physiologischem Programm an. Dieser wandte sich zunehmend vom alten Erklärungsmodus der Eins-zu-eins-Korrespondenz einer Funktion als Attribut spezifischer Einzelgewebe ab, wobei er der Funktion zu einem eigenen epistemischen Status verhalf. So schreibt Magendie etwa sieben Jahre später im *Précis*, daß die Physiologie auf der Basis reiner "Suppositionen" fuße, wenn sie wie bei Bichat auf willkürliche Weise die beobachteten Lebensphänomene einzelnen morphologischen Strukturen allein zuordne.⁵⁵ Bichat hatte beispielsweise noch die "Atmung als Rötung des Blutes während der Lungenpassage" verstanden und hierdurch den Atmungsvorgang einzig an die Struktur des Lungengewebes gekoppelt,⁵⁶ ohne weitere Vorgänge in anderen Körperstrukturen zu thematisieren oder gar experimentell zu untersuchen.⁵⁷ Hingegen ließ sich für Magendie die Funktion nun auch unabhängig vom morphologischen Substrat zum Gegenstand der physiologischen Analyse machen, auch wenn er die prinzipielle Möglichkeit unterschiedlicher organismischer Zustände für die Aufrechterhaltung gleicher Funktionen offen hielt, welche sich in seinen Experimenten andeutete.⁵⁸

d) Die Abkehr vom natürlichen Substrat in Magendies Transfusionsversuchen

Eine Abkehr vom "natürlichen Substrat" läßt sich auch in Magendies Transfusionsversuchen beobachten, die er im gleichen Zusammenhang begann. Er ging davon aus, daß das Blut von Versuchstieren, denen er *Upas* injizierte, eine bestimmte Giftmenge aufwies. Es war also die Frage, ob ein noch nicht behandeltes gesundes Tier, dem das Blut eines bereits mit *Upas* injizierten Tiers transfundiert werde, die gleichen Effekte zeige.⁵⁹ Zu ihrer Beantwortung nahm Magendie eine Kreuztransfusion von arteriellem Blut des ersten Versuchstiers auf das Gesunde vor (siehe Abb. 11, S. 138) und überführte dessen arterielles Blut mit einem Federkiel in die *Jugularvene* des zweiten. Magendie mußte jedoch überrascht feststellen, daß keine Vergiftungserscheinungen auftraten, obwohl mehr als 20 Minuten vergangen waren und eine genügend große Giftmenge transfundiert worden war. Das Blut des Empfängertiers änderte zwar seine Farbe von Hellrot nach Dunkelrot, genau wie in den vorangegangenen Versuchen, die zur Asphyxie des vergifteten Tiers geführt hatten. Doch die erwarteten generalisierten Konvulsionen traten nicht auf. Das Tier zeigte lediglich eine Symptomatik, wie nach einer "gewöhnlichen Transfusion", nämlich eine Zunahme von Frequenz und Schwere der Atmung. Diese "Widerspenstigkeit" des Experiments führte Magendie deshalb zu einem Ausschlußversuch, die Lungenpassage des Empfängertiers zu umgehen. Sie konnte seines

55 Siehe F. Magendie (1816), Bd. 1, S. III.

56 Vgl. X. Bichat (1827), S. 68-69.

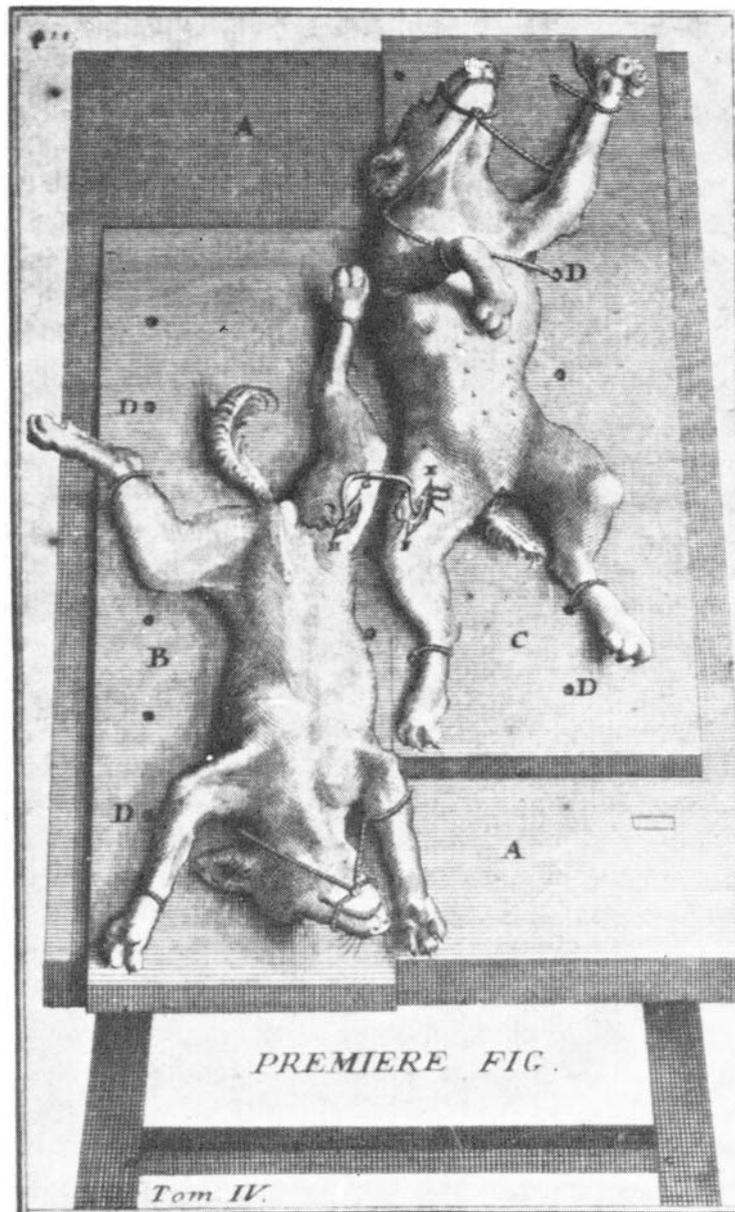
57 Statt dessen werden heute auch 'zelloxidative Vorgänge' - oder was die Ausatmung betrifft - 'transdermale Eliminationsvorgänge' angenommen. Vgl. W. Forth et al. (1992), S. 39-44, oder P. Karlson/W. Gerok/W. Groß (1982), S. 5-9 und 126-128.

58 So F. Magendie (1809b) oder ders. (1821b).

59 F. Magendie (1821b), S. 29.

Erachtens der Grund für die geringere *Upas*-Wirkung sein. So ging er zu einer zweiten Art von Experimenten über, in der er nur noch venovenöse Transfusionen des vergifteten Spenderblutes vornahm, um die Lungenpassage zu vermeiden - denn er betrachtete die Venen ja als putatives Absorptionssubstrat.

ABBILDUNG 11: *Transfusionsexperiment von Claude Perrault (1613-88). Mit einer Röhre, die er 'Siphon' nannte, wurde das Blut der Oberschenkelarterie von einem Hund in die eines anderen geleitet. Aus: M. Brazier (1984), S. 45.*



Auch in diesem Experiment sollten mögliche Überlagerungseffekte ausgeschlossen und die einzelne Funktion, nämlich der Kreislauftransport des Gifts an seinen Wirkort, isoliert untersucht werden. Magendie begann die Bluttransfusion sofort nach Applikation des *Upas*, das heißt bevor die ersten Vergiftungssymptome beim Spendertier erschienen, und führte sie solange fort, bis es gestorben war. Es gelang ihm jedoch dabei ebensowenig wie in zwei nachfolgenden Transfusionen mit venösem Blut auch nur geringste Vergiftungszeichen beim

Empfängertier hervorzurufen. Das Experiment “funktionierte“ einfach nicht. Angesichts der Beständigkeit dieser experimentellen Anomalie brach Magendie die Transfusionsexperimente “ergebnislos“ ab.⁶⁰ So konstatierte er nüchtern, daß

“... das Blut von Tieren, bei denen das Strychnin [strychnos amers] eine Vergiftung bewirkt, keine schlimmen Zwischenfälle in einem anderen Tier produzieren [kann].“⁶¹

Wie Gooding zeigt, scheint der *kognitive Bedeutungswechsel* im Experiment mit der “inneren Struktur” des experimentellen Forschens zu korrespondieren: Investigative Laborexperimentalisten rekonstruieren ihre Experimente, wenn sie deren Ergebnisse in die Argumentationsstruktur für relevante Theorien einbauen wollen. Dabei werden die einzelnen Teilschritte und Praktiken der Forscher im Laborablauf sowohl für ihre Arbeitstätigkeit als auch in ihren Schriften zunehmend “unsichtbar”.⁶² Das heißt, Ergebnisse ohne direkte Theorienrelevanz gehen verloren und nur diejenigen Phänomene bleiben als experimentell “Gegebenes”, oder wie Magendie dies ausgedrückt hätte, als “positive Tatsache” zurück, die in direkter Beziehung zur Theorie stehen. Das läßt sich anhand dieser Episode gut nachvollziehen: Magendie suchte nach keiner weiteren Erklärung für seine Transfusionsanomalie, sondern brach die Experimente statt dessen mit den Worten ab, daß “man [...] in den physiologischen Wissenschaften sehr sparsam mit Vermutungen, statt dessen aber sehr verschwenderisch mit Fakten sein” solle.⁶³

Mit Fehlern und Anomalien in eigenen Arbeiten ging Magendie - wie viele Wissenschaftler - weniger kritisch um, als mit denen seiner Kollegen.⁶⁴ Dieser *bias* gilt etwa für seine Kritik an Dupuytren, der bei unterschiedlichen anatomischen Verläufen der thorakalen Lymphbahnen “stehengeblieben” war, ohne deren physiologische Bedeutung weiter aufzuarbeiten. Tatsächlich war Magendie aber erst durch die Arbeiten Dupuytrens ermutigt worden, die Experimentalserie zur Absorption von *Upas* aufzunehmen. Tatsächlich war Dupuytren mit der Aufklärung der Topographie der Lymphbahnen bereits zufrieden, welche seinem morphologischen Forschungsinteresse entsprach. Ähnlich wie für Bichat spielten für ihn funktionelle Fragestellungen keine besondere Rolle - ganz im Gegensatz zu Magendie. Dessen experimenteller Ansatz fand seine Fortsetzung bei Claude Bernard, dem es 1879 gelang, die Transfusionsexperimente “erfolgreich” zu wiederholen. Bernard “entschuldigte“ den Mißerfolg seines Lehrers damit, daß dieser die Transfusionszeit zu kurz gewählt habe, weshalb es nicht zum Aufbau einer ausreichenden Wirkdosis von *Upas* im Blutkreislauf gekommen sei.⁶⁵

Magendies ursprüngliche Hypothese entsprach aber durchaus dem zeitgenössischen Wissensstand. Nach heutiger Kenntnis waren lediglich die Randbedingungen der Experimente unpassend gewählt, als er sie in der Tat zu früh abbrach.⁶⁶ Warum Magendie dies tat, läßt sich

60 Ebenda, S. 31.

61 (“...il faut je crois conclure:

1° Que les vaisseaux lymphatiques ne sont pas toujours la route suivie par les matières étrangères, pour par venir au système nerveux;

2° Que le sang des animaux, sur lesquels les strychnos amers produisent leur effet délétère, ne peut point produire d'accidens funestes sur d'autres animaux.”) Ebenda, S. 31 [Übers. F. S.].

62 Vgl. D. Gooding (1989), S. 215-217.

63 Ebenda, S. 32.

64 Siehe J. M. D. Olmsted (1944), S. 40.

65 Vgl. C. Bernard (1879), S. 339.

66 Aus heutiger Perspektive scheint die ausbleibende Strychninwirkung in Magendies Transfusionsexperimenten auf die pharmakologischen Eigenschaften des Gifts zurückzuführen zu sein, anstatt auf physiologische Prozesse des Blutkreislaufs etc. Dabei ist die Pharmakokinetik des Strychnins zu weiten Teilen selbst in der neuesten Forschung weitgehend unbekannt. Strychnin stellt ein Interneuronen- und Reflexkrampfgift dar, das seine Wirkung insbesondere durch die Hemmung inhibitorischer, Glycinerger Neurone des Rückenmarks

nicht mehr feststellen. Plausibel erscheint aber, daß er dem erzielten Experiment selbst einen so hohen epistemischen Rang zusprach, daß sich für ihn an dieser Stelle keine weiteren Fragen eröffneten.⁶⁷ Die Laborerfahrung war in eine Anomalie eingemündet, die sich auch in mehreren Anläufen nicht beseitigen ließ. Magendie gab in dieser Publikation aber nicht zu, daß er wirklich frustriert war oder das Experimentalergebnis als solches anzweifelte. Schließlich hatte er es sorgfältig ausgeführt, in einer Weise, wie er mit seinen Experimenten immer verfuhr. Gleichwohl hatte das Experiment "sein *démenti* eingelegt".⁶⁸ So blieb ihm nur der Schluß auf die Nichtübertragbarkeit des *Upas* durch Kreuztransfusion, ohne eine Erklärung über den physiologischen Grund entwickeln zu können.

Man könnte dieses Experiment auch als beispielhaft für die physiologische "Dysfunktion" betrachten. Magendie vermochte es ja nicht wirklich "zum Laufen" zu bringen, und die Wechselwirkung der Funktionen - Absorption und Kreislauftransport - ließ sich nicht in ihrer direkten Interaktion studieren. Somit konnte der experimentelle Aufbau auch als materielles Beispiel für eine pathologische Manifestation im Körper stehen, bei der sich die in vorherigen Experimenten gezeigten physiologischen Absorptionsmechanismen nicht mehr "reibunglos" ineinander übersetzen ließen. Magendie hat dies zwar selbst nicht in vergleichbarer Form thematisiert. Dennoch konnte sich in seinem experimentellen *set-up* die physiologische Funktion prinzipiell nur als ein solches epistemisches Objekt etablieren, welches sich in der experimentellen Prozeßordnung sichtbar machen ließ. Was hingegen nicht "lief", wie die hier

entfaltet. Hierdurch werden die von Magendie experimentell nachgewiesenen Krämpfe hervorgerufen, die sich in einer ähnlichen Symptomatik äußern, wie die Anfälle des Wundstarrkrampfs. Diese typischen Krampfanfälle werden auch als *Strychnismus* bezeichnet und Strychnin mit *Tetanustoxin* gemeinsam als Rückenmarkkonvulsiva zusammengefaßt. Für die Auslösung der Krampfaktivität ist ein aktivierender neuronaler Impulseinstrom unerlässlich, der, wie in Magendies Experimenten zu sehen, sowohl durch Bewegungen des Tiers als auch durch Hautberührungen getriggert werden kann. Gelöstes Strychnin, das sich im Blutkreislauf befindet, wird zu 80% von mikrosomalen Enzymen der Leber bei einem hohen *first-pass-effect* noch im Organismus deaktiviert. Im Gegensatz zum Tetanustoxin verliert es seine Wirkung relativ rasch. Während man heute davon ausgeht, daß bei ausreichendem Wirkspiegel der Eintritt von tonischen Krämpfen schon innerhalb einer halben Stunde auftritt, scheint durch die Geschwindigkeit der Kreuztransfusion in Magendies Experimenten zu viel Zeit vergangen zu sein. Im Transfusionsverlauf wurde das langsam anflutende, gelöste Strychnin, welches zudem noch durch das Blut des Versuchstiers verdünnt war, wohl schnell hepatisch eliminiert. Dennoch konnte Bernard den Versuch später reproduzieren, als mit einiger Verzögerung eine Strychninwirkung auftrat, die höchstwahrscheinlich auf die Lipophilie des Strychnins rückgeführt werden kann. Dieses wird zunächst ins Fettgewebe eingelagert, bevor es anschließend in die Blutbahn rückdiffundiert. Der Mechanismus der Plasmaeiweißbindung, der eine weitere Einflußgröße auf die Pharmakokinetik darstellt, scheint im Fall der Strychninwirkung hingegen vernachlässigbar zu sein: Da sich das Gleichgewicht zwischen gebundenem und freiem Anteil sehr rasch (innerhalb von Millisekunden) ergibt, werden bei Abnahme der freien Konzentration gebundene Giftstoffmoleküle wieder aus der Verbindung freigesetzt. Mithin können Giftstoffe, die einem hohen *first-pass-effect* oder einer starken Nierensekretion unterliegen, trotz hoher Plasmaeiweißbindung schnell eliminiert werden. Neueste Untersuchungen zeigen sogar, daß Strychnin einer Eliminationskinetik erster Ordnung unterliegt. Vgl. W. Palatnick et al. (1997), K. Hierholzer/R. Schmidt (1993), S. 28. 3, 28. 6 und 41. 4, W. Forth et al. (1992), S. 33f., 38, 56, 266-268 und 824, B. Smith (1990), M. Edmunds/T. Sheehan/W. Van't Hoff (1986), G. Scaragli/P. Mannaioni (1973) sowie D. Teitelbaum/J. Ott (1970).

67 Man tut Magendie Unrecht, wenn man wie J. M. D. Olmsted (1944), S. 41, behauptet, es habe ihm lediglich an Geduld oder analytischem Scharfsinn gefehlt. Vgl. dagegen seine Arbeiten zum Problem der "rekurrenten Sensibilität", F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 76-102, zur physiologischen Funktionsunterscheidung der Spinalnerven, ders. (1824), (1823b), (1822a), und (1822b), zum Kreislaufsystem des *Liquor cerebrospinalis*, ders. (1825), (1826b) sowie (1842), oder seine Untersuchungen zur Aufrechterhaltung des Blutdrucks, ders. (1838), Bd. 3, S. 35-224.

68 Siehe auch F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 30, oder ders. (1838), Bd. 3, S. 59 und 224 [wie Anm. 110].

beschriebenen Gifttransfusionen, war epistemisch gesehen auch nicht "existent" beziehungsweise verfügbar.

Einiges hatte im Labor aber dennoch "geklappt". So läßt sich als Zwischenfazit festhalten, daß Magendie in seiner Experimentalserie mit Delille zeigen konnte, daß es erstens eine Wirkung der Giftsubstanzen auf das Rückenmark gibt, daß diese Wirkung zweitens im Verhältnis vom Blutfluß steht, und daß sie sich drittens in Abhängigkeit von der Hämodynamik experimentell reproduzieren läßt.⁶⁹

Zugleich verweisen diese drei Punkte auch auf eine Verschiebung des experimentellen Vorgehens. Denn das erste Resultat begreift lediglich die toxische Wirkung des applizierten Gifts; die beiden anderen erweitern diese lokalistische Suche um eine - wenn man so will - funktionelle Perspektive, indem sie mit der Frage nach der Dynamik beziehungsweise dem zeitlichen Ablauf dieses Geschehens eine nicht morphologisch lokalisierbare Größe in die experimentelle Beobachtung einbeziehen, nämlich die Hämodynamik oder die Funktion des Blutkreislaufs.

Magendies frühe Arbeiten geben bereits die für die französische Physiologie der Zeit neue Kombination aus theoretischer Vorformulierung wissenschaftlicher Hypothesen und ihrer experimentellen Ausarbeitung und Adaptation zu erkennen. So steht am Anfang eine Fragestellung, die noch ganz dem Bichatschen Ansatz verpflichtet ist: die Frage nach dem Ort beziehungsweise dem morphologischen Substrat der Absorption von Nahrungsmitteln oder körperfremden Substanzen. Doch mit der fortlaufenden Modifikation verschwindet dieses natürliche Substrat (der Magen-Darm-Trakt und seine autochthone Gefäßversorgung) aus dem ursprünglichen Experimentalansatz. Es wird bei dem Versuch, den Ort der Absorption experimentell zu isolieren, nicht nur durch apparative Arrangements ersetzt. Diese Arrangements stellen nun selbst das dar, was experimentell isoliert wird - die venöse Transfusion beziehungsweise Kreuztransfusion. In Magendies Forschungspraxis entwickelte sich das Experiment somit zu einem fragen- beziehungsweise hypothesengenerierenden Instrument. Es bekam eine neue epistemische Bedeutung als *Motor* für seine investigative Methodologie. Es war das Experiment selbst, das neben neuen Fragen vor allem neue Objekte produzierte, die bei Magendie wieder auf die ursprünglichen Vorannahmen zurückwirkten.

Ganz wesentlichen Anteil an Magendies experimentellem Zugang beziehungsweise seiner experimentellen Perspektive hatte hier Cuviers Konzeption von der 'Wechselwirkung der Teile'. In der Weise, wie Cuvier das Zusammenspiel der einzelnen Organe für die Aufrechterhaltung der Körperfunktionen annahm und in seinen paläontologischen Forschungen rekonstruierte, konfigurierte Magendie hier seinerseits das experimentelle *setting* neu. Dies geschah in der Form, daß er die wechselseitige Abhängigkeit der morphologischen Strukturen in den Blick nahm, um ihren Einfluß am Beispiel der physiologischen Absorption experimentell näher bestimmen zu können. Die experimentelle Isolation diente ihm dabei zur gezielten Rückführung bestimmter Einflußmöglichkeiten - wie Absorptionsort oder Blutkreislauf - der Strukturen auf die Funktion. Während sich Cuviers Ansatz hier noch rekonstruktiv zeigte, stellte sich Magendies Experimentalzugang nun investigativ, beziehungsweise auf die Aufklärung der 'Wechselwirkung der Teile' konzentriert, dar. Mit gewissem Recht läßt sich an

69 Vgl. etwa W. Albury (1977), S. 70f. Trotzdem konnten Magendie und Delille 1809 noch nicht experimentell beweisen, daß der eigentliche Absorptionsmechanismus durch die Venen zustande kommt. Diese Hypothese war lediglich als sehr wahrscheinlich anzusehen. Außerdem hatten sie den Versuchstieren das *Upas* in ein Wundgebiet appliziert, so daß es durchaus direkt in verletzte Venen gelangt sein konnte, wofür die Annahme eines Absorptionsmechanismus keine notwendige Voraussetzung darstellte, so M. Earles (1961), S. 107.

dieser Stelle somit von einer "Verkörperung" der Cuvierschen Sichtweise im experimentellen Prozedere des Physiologen sprechen.

5. 2. Der 'gläserne Hund' - die Dynamisierung des physiologischen Gegenstands

Ein wesentliches "implizites" Ergebnis der früheren Experimentalserien war, daß sich eine physiologische Tätigkeit nicht an einem besonderen Ort "lokalisieren" oder einem einzelnen Substrat allein zuschreiben ließ. Vielmehr beruhte die experimentelle Darstellung einer Funktion - wie hier der Absorption - auf der Isolierung verschiedener organischer Komponenten und dem Nachvollzug ihres Zusammenspiels durch die schrittweise Elimination einzelner dieser Komponenten beziehungsweise durch ihren prothetischen Ersatz. Dieses Vorgehen setzte Magendie ebenfalls in weiteren Experimenten ein. In diesen läßt sich, wie der folgende Abschnitt zeigen soll, eine schrittweise Dynamisierung des experimentellen Objekts zeigen. Ein prominentes Beispiel ist der *Gläserne Hund*. Die hierbei eingesetzte experimentelle Technik und die zeitliche Abfolge des experimentellen Vorgehens machte das prozessuale Geschehen zum Gegenstand der Untersuchung. Der Gläserne Hund, zusammen mit der damit verbundenen experimentellen Praktik, bildete einen weiteren Schritt auf dem Weg zu einem neuen Verständnis der Funktion.

a) Magendies Experimente mit Brechnußextrakten aus dem Jahr 1813

Magendie blieb der Frage der physiologischen Absorption treu. Im *Mémoire* vom 25. Januar 1813 stellte er sie in einen neuen Kontext. Die theoretische Ausgangsfrage war hier die Rolle des Magens beim Vorgang des Erbrechens.⁷⁰ Diese wissenschaftliche Debatte läßt sich bis ins späte 17. Jahrhundert zurückverfolgen, als der Montpellianische Chirurg Pierre Chirac (1650-1732) aufgrund eigener experimenteller Beobachtungen behauptete, daß nicht der Magen, sondern die Bauchmuskulatur die entscheidende Rolle beim Erbrechensvorgang spiele.⁷¹ Albrecht von Haller hatte dagegen zur Mitte des 18. Jahrhunderts im Magen als irritabilem Organ den Ort des Erbrechens ausgemacht. Seine aktive Rolle im physiologischen Vorgang schrieb er antiperistaltischen Wellen vom *Pylorus* zur *Cardia* zu.⁷² Diese beiden theoretischen Positionen stellte Magendie nun zur experimentellen Disposition.

In der experimentellen Umsetzung zeigt sich jedoch, daß seine erste Experimentalserie auch Auswirkungen für das praktische Vorgehen Magendies hatte. Denn er war bei diesen neuen Arbeiten nicht mehr auf der Suche nach dem anatomischen "Ort" oder dem morphologischen Substrat des Geschehens. Vielmehr betrachtete er den Erbrechensvorgang nun als ein

70 F. Magendie (1813a), S. 1.

71 Nach Magendies Angaben habe der Chirurg Pierre Chirac (1650-1732) in Hundexperimenten bei enteraler Quecksilberapplikation festgestellt, daß der *Musculus rectus abdominis* bei Erbrechensbeginn starke Kontraktionen aufweise. Im Anschluß an diese Beobachtung habe Chirac eine *Laparotomie* vorgenommen und den Versuch wiederholt, wobei er den Magen während des Erbrechens palpierete. Hierbei sei es ihm selbst in mehrfachen Wiederholungen nicht gelungen, aktive Magenkontraktionen auszumachen. Magendie zitiert aus einem Brief Chiracs an den Augsburger Emmanuel Koenig von 1686, in den *Éphémérides de l'Académie des Curieux de la Nature. Dec. II, ann. IV, 1686, obs. 125*. Ebenda, S. 2-4.

72 J. M. D. Olmsted (1944), S. 51f. Hallers Sichtweise wurde noch von Bichat vertreten, der die Ursache für den Erbrechensvorgang in den Gewebefasern des Magens selbst annahm. Diese würden eine gesteigerte Sensibilität aufweisen, so daß schon der geringste Kontakt von Nahrungsmitteln etc. stärkste Magenkrämpfe auslöse. Siehe X. Bichat (1822), Fn. auf S. 36.

Zusammenspiel verschiedener Organe und Tätigkeiten des lebendigen Körpers, welches er experimentell darstellte. Zu der "klassischen" Frage nach der Rolle des Magens trat also sein in früheren Untersuchungen erprobtes experimentelles Vorgehen hinzu. Magendies *experimentelles Protokoll* bot hier nicht nur einen neuen Zugang zum theoretischen Gegenstand der medizinischen Debatte, sondern stellte diesen auch in neuer Weise im experimentellen Arrangement dar. Bei seiner Suche nach einem angemessenen Studienobjekt wurde er schließlich bei Hunden und Katzen "fündig", deren Modellcharakter er für das Studium des Erbrechensvorgangs herausstellte.⁷³ Zunächst wiederholte er Chiracs Versuche unter Einsatz des peripheren Reflexemetikums 'Emetin' (*Émétique*)⁷⁴, ohne jedoch neuartige Ergebnisse erzielen zu können.⁷⁵ Anschließend tüftelte er einen Ansatz aus, der es ihm erlauben sollte, die Wirkung der Bauchmuskelkontraktion methodisch auszuschalten, wie er dies schon zuvor in den Experimenten mit Delille eindrucksvoll praktiziert hatte. So führte er bei den Versuchstieren eine Laparotomie durch, beließ jedoch den Magen *in situ* und applizierte das Brechnußextrakt intravenös. Bis hierhin läßt sich noch eine direkte Parallelisierung zu denjenigen Experimenten ausmachen, welche er vier Jahre zuvor durchgeführt hatte. Das Problem bildete der Absorptionsvorgang, das Substrat war ebenfalls ein Abschnitt des Magen-Darm-Kanals und der Zugang geschah erneut auf laparoskopischem Weg.

Magendie zog nun aber sofort, nachdem er erste Kontraktionen beobachten konnte, den Magen aus der Bauchhöhle heraus.⁷⁶ Während die Bauchmuskeln des Versuchstiers noch isoliert weiterkrampften, hielt Magendie mit dem regungslosen Magen das morphologische Substrat selbst in der Hand. Dabei gelang es dem Tier nicht, sich zu erbrechen.⁷⁷ Durch beidseitigen Druck auf die Bauchwand ließ sich sogar die Wirkung der Kontraktionen stoppen - ein Hinweis dafür, daß die Kontraktionsbewegungen tatsächlich durch die Bauchmuskeln im Verbund mit dem Zwerchfell hervorgerufen wurden. Um den externen Einfluß auf den *eventerierten* Magen zu simulieren, drückte Magendie in Höhe von *Diaphragma* und Abdominalwand mit beiden Händen auf den Magen. Das Tier begann sich sofort zu erbrechen.⁷⁸ Fazit: Der Vorgang des Erbrechens wurde nicht vom Magen, sondern von den Kontraktionen der Bauchmuskulatur ausgelöst.

Was ist die neue Qualität dieses experimentellen Hantierens? Schließlich hatte sich Magendie bereits in seinen ersten Experimenten von 1809 in chirurgischer Manier Zugang zum morphologischen Substrat der physiologischen Funktion verschafft. Auch hatte er durch Manipulation den zeitlichen Ablauf der dargestellten Phänomene modifiziert. Nun wurde der zeitliche Ablauf aber selbst zum Gegenstand der Manipulation. Erbrechen ist, folgt man der *Ratio* dieses experimentellen Vorgehens, ein zeitlich koordiniertes Zusammenspiel verschiedener Organe. Der richtige Zeitpunkt des Eingreifens, das energische Herausziehen des Magens isoliert nicht den anatomischen Ort des Geschehens, sondern die physiologische

73 F. Magendie (1813a), S. 12.

74 Emetin bildet neben *Cephalin* das wichtigste Alkaloid aus der *Radix ipecacuanhae* und kam neben seiner emetischen Wirkung lange Zeit bei Amöbenruhr und -abszessen zum Einsatz. Vgl. *Psychembel* (1986), S. 432.

75 Der physiologischen Bedeutung des Lufteintritts in den Magen, den Magendie zu Beginn des Erbrechensvorgangs beobachtete, ging er in diesen Experimenten nicht weiter nach. Statt dessen wollte er dieses Phänomen gesondert bearbeiten, wobei er die Ergebnisse dieser neuen Forschungsarbeiten erst zwei Jahre später der Akademie vorstellte. Siehe F. Magendie (1815a) und (1815b).

76 F. Magendie (1813a), S. 15f.

77 Ebenda, S. 16.

78 Ebenda, S. 17.

Wirkung der kontrahierenden Bauchmuskulatur. Was die laparoskopische Experimentaltechnik hier eröffnet, ist die Perspektive auf eine zeitliche Prozeßordnung, die das Experiment in einzelne Phasen zerlegt.

Der physiologische Vorgang ließ sich sogar zeitlich strecken. In Abwandlung dieses Experiments injizierte Magendie nun das Emetikum in die durch *Venae sectio* freigelegte *Vena femoralis* einem *gastrektomierten* Tier, wobei wie zuvor Bauchwandkontraktionen auftraten. Der Wirkungseintritt des Emetikums stellte sich von seinem Kreislauftransport abhängig dar.⁷⁹ Zu ähnlichen Ergebnissen war Magendie bereits mit seiner Experimentalserie am *Hundebeinpräparat* gelangt. Wie dort ersetzte er nun bei einem weiteren gastrektomierten Hund den natürlichen Magen durch eine Schweinsblase. Sie fungierte an Stelle des Magens und wurde nach oral hin mit mehreren Punktnähten an das untere Ösophagusende arretiert. Auf diese Weise simulierte die artifizielle Schweinsblase auf ausgezeichnete Weise den natürlichen Magen (*la vessie simulait assez bien l'estomac*)⁸⁰, was die bisherigen Befunde bestätigte. Dieses Experiment demonstrierte, daß es insbesondere auf die funktionellen Zusammenhänge in lebendigen Körpern ankomme, wenn die Physiologen die Lebensphänomene analysieren wollten, ohne von einer bestimmten, unveränderbaren morphologischen Struktur ausgehen zu müssen. Gegenüber den früheren Experimenten hatte sich bislang zwar keine große Änderung seiner Forschungspraxis ergeben. Doch mit dem Gift - *Emetin* statt *Upas* - wechselte auch das untersuchte Lebensphänomen - Erbrechensvorgang statt Krampfgeschehen. Die Erweiterung der manipulativen Praxis auf die Untersuchung des zeitlichen Verlaufs des Phänomens verschob auch die Fragestellung. Hatte Magendie bislang den Magen *quasi ex situ* in der Hand gehalten, so wurde nun der prozeßhafte Verlauf des Phänomens im Tierkörper sichtbar gemacht, mit dem die "normalen" Reaktionen auf den Erbrechensvorgang im Körper nachvollzogen wurden.

Eine entscheidende Erweiterung des Experimentalaufbaus stellte die folgende Technik dar, die ich als "Gläsernen Hund" (*on voit à travers le péritoine d'un chien*) bezeichnen möchte.⁸¹ Magendie präparierte hier die Bauchwandmuskeln des Versuchstiers von ihren kostalen Ansätzen sowie der *Linea alba* ab, um den Einfluß ihrer Kontraktionen von vornherein ausschalten zu können. Lediglich das Bauchfell beließ er *in situ*, welches ihm aufgrund seiner Transparenz als eine Art "Glasscheibe" diente, um in das Innere des Hundes hineinschauen zu können. Am Ende des in mehreren Varianten durchgeführten Experiments (Sektion der *Nervi intercostales*, des *Nervus phrenicus* und Abpräparation der Bauchmuskeln) kam er zur Bestätigung seiner früheren Ergebnisse, daß der Magen nicht immer aktiv am Vorgang des Erbrechens beteiligt sei, sondern daß hierzu allein die Kontraktion der Bauchwandmuskeln und des Zwerchfells ausreichten. Außerdem trete während des Erbrechensvorgangs oft Luft in den Magen ein und das intravenös verabreichte Emetikum wirke nicht - wie zuvor angenommen - lokal auf den Magen. Es entfalte seine Wirkung vielmehr in Form von Bauchmuskelnkontraktionen.⁸² Die Experimentaltechnik des 'Gläsernen Hundes' gab also auf

79 Ebenda, S. 19.

80 Ebenda.

81 Der "gläserne Hund" war ein Präparat, das man in seiner Elaboration und Aussagekraft durchaus mit der 'gastralen Fistel' William Beaumonts (1785-1853) oder der Bauchspeicheldrüsenfistel Iwan Petrowitsch Pavlovs (1849-1936) vergleichen kann. Für diese anderen Präparationstechniken vgl. M. Caullery/G. Canguilhem (1995), S. 479f.

82 F. Magendie (1813a), S. 24.

besondere Weise den Einblick auf das Geschehen am Verdauungstrakt in seinem zeitlichen Verlauf frei.⁸³

In einem synthetischen Zwischenschritt seiner Untersuchung gab Magendie zwar an, daß es ihm hier gelungen sei, die Funktion des Erbrechen direkt experimentell zu beobachten. Was der Physiologe im experimentellen Arrangement jedoch tatsächlich zu sehen bekam, waren zum einen die Kontraktionen der Bauchmuskulatur *in situ* sowie zum anderen leichte Fibrillationen der in künstlicher Form isolierten Muskeln. Außerdem konnte Magendie die Zeit des Auftretens der Kontraktionen mit der Applikationszeit des Emetikums korrelieren und stellte aus diesen Ereignissen eine Kausalkette aus Ursache und Folge her, die ihn selbst schon zur zeitlichen Verfaßtheit der Funktion führte. Das Innere des 'Gläsernen Hunds' stellte sich mithin als Konglomerat rhythmischer Bewegungen, bestimmter Organverformungen mit ihren charakteristischen Geräuschen und unterschiedlich stark ausgeprägten Muskelkontraktionen dar. Allein die zeitliche Abfolge des experimentellen Geschehens, der präzise zum richtigen Zeitpunkt erfolgende Eingriff beziehungsweise die Transparenz des *Gläsernen Hunds* gab jene Ordnung vor, die Magendie erlaubte, aus den beobachteten Einzelelementen ein synthetisches Gesamtbild zusammenzusetzen. Die konstruktive Leistung des Physiologen bestand im theoretischen Nachvollzug des praktischen Prozederes. Denn die hier prozessual gedachte Funktion entsprach den einzelnen experimentellen Verfahrensschritten und setzte die physiologischen Einheiten als Wechselwirkung der isolierten Teile neu zusammen. Dies war nicht länger die Funktion im Sinne einer spezifischen anatomischen Gewebeeigenschaft, sondern die Funktion *als* dynamisches Korrelat von Blutfluß, rhythmischen Kontraktionen und fibrillären Muskelaktionen etc.

Magendie konnte die experimentell dargestellte Funktion nun in ihrer Dynamik verfolgen und wurde dabei selbst zum Zeugen der physiologischen Veränderungen in "Echtzeit". Dies stellte eine deutliche Erweiterung seines Untersuchungsanspruchs gegenüber den vorangegangenen Experimentalarbeiten dar. Während er beispielsweise in den Versuchen mit Delille die zeitlichen Effekte mehr oder weniger als Auswirkungen der Giftapplikation auf den äußeren Körper beobachtet hatte, rückten nun die "inneren" Körpervorgänge, welche sich bislang dem "Einblick ins Geschehen" entzogen, ins Zentrum. Zwar ist der Zugang zur Funktion auch hier ein chirurgischer - eine abgewandelte *Laparotomie* - aber er diente Magendie als (Darstellungs-) Mittel der Funktion selbst. Gleichzeitig eröffnete er die Möglichkeit zum manipulativen "Zu-Griff" beziehungsweise der Veränderung der Körpervorgänge durch die Hand des physiologischen *Operateurs*.

Die Metapher von der 'Hand' beziehungsweise das Moment des manipulativen Eingriffs ins physiologische Körpergeschehen geriet für Magendie deshalb zu einem wiederkehrenden Thema. Ihre epistemische Bedeutung für die Laborpraxis - wie hier am konkreten Versuch zu sehen - unterstreicht er auch in den späteren Vorlesungen über das Nervensystem:

"Es bleibt kaum etwas zu tun übrig, was die Topographie des Nervensystems betrifft. Statt dessen ist noch alles herauszufinden, was die Physiologie dieses Systems angeht. Dabei ist die Hand, die geduldig einem kleinen Nervenbündel folgt, weniger der Gefahr ausgesetzt, sich davon zu entfernen, als die Einbildungskraft, die zu den unbekanntem Funktionen vordringen will."⁸⁴

83 Ebenda, S. 22.

84 („Il reste peu de chose à faire sur la topographie du système nerveux: au contraire presque tout est à trouver quant à la physiologie de ce système. C'est que la main qui suit passivement un petit filet nerveux est moins exposée à s'égarer que l'imagination qui veut en pénétrer les mystérieuses fonctions.“) F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 122.

Auf dem Forschungsweg zu diesen “unbekannten Funktionen“ stellte der erste Artikel von 1813 somit eine gewisse Zäsur dar. Von diesem Punkt an zeichnete sich in Magendies Experimentalpraxis eine neue Qualität ab. Die Funktion wurde nun nicht länger allein in ihrem Verhältnis zum morphologischen Substrat, sondern auch in ihrer zeitlichen Beziehung zu diesem sowie zu anderen Funktionen bestimmbar und untersucht.

Auch die Experimentalarbeiten aus dem vierten Artikel von 1813 über den Einfluß der Brechnußextrakte auf den Menschen und die Tiere setzten Magendies Studien über die unterschiedlichen Emetika fort.⁸⁵ Ihre Bedeutung lag aber primär in der Herstellung klinisch-praktischer Anwendungsbezüge und trug weniger zur grundsätzlichen Diskussion der physiologischen Funktionen bei. In den hier vorgestellten Forschungsarbeiten konnte er zeigen, daß eine zunächst versehentlich induzierte Lungenentzündung durch Emetikainjektion weniger gravierend war, wenn bei den Versuchstieren die Vagusnerven durchtrennt wurden. Obwohl die Frage nach möglichen Ursachen und der Beschaffenheit des Lungenparenchyms nach *Vagotomie* durchaus interessante Anknüpfungsmöglichkeiten an pathologisch-anatomische Problemstellungen eröffnet hätte,⁸⁶ thematisierte sie Magendie nicht. Sie lagen für ihn außerhalb seiner eigenen Problemstellungen. In Auseinandersetzung mit der klinischen Anwendungspraxis der Emetika ist dagegen das Bestreben zu erkennen, ihren toxikologischen Auswirkungen auf den Körper nachgehen zu wollen. Diese Versuchsergebnisse standen im Kontext seiner Auffassungen im *Formulaire* wie auch anderen klinisch-pharmakologischen Arbeiten, in denen sich Magendies therapeutisch-skeptizistische Position manifestiert.⁸⁷ Er wies darin vor allem die praktische Verwendung nicht experimentell untersuchter pharmakologischer Substanzen zurück, während seine Angebotsrhetorik Bemühungen deutlich werden ließ, auch klinisch-praktische Fragestellungen aufzugreifen und näher untersuchen zu wollen.⁸⁸

b) Die Färbexperimente im ‘*Précis élémentaire*’ von 1816/17

Ich möchte nun mit der Beschreibung einer weiteren wichtigen Experimentalserie Magendies zu den physiologischen Absorptionsvorgängen fortfahren, die er in seinem einflußreichen Physiologielehrbuch, dem *Précis élémentaire de physiologie*, publizierte.⁸⁹ Hier baute Magendie die Untersuchung der prozessualen Eigenschaften des physiologischen Gegenstandsbereichs weiter aus, was sich insbesondere in der vielfachen Verwendung von Färbetechniken niederschlug. Sie dienten Magendie einerseits als Zugang und Beobachtungsmittel, andererseits aber auch als Indikator zeitlich verfaßter Phänomene des Experimentallabors. Dieser Ansatz kann somit als eine Fortentwicklung der experimentellen Arbeiten von 1813 aufgefaßt werden, in denen sich Magendies Vorhaben einer zeitlich gebundenen Untersuchung der Lebensphänomene bereits abzeichnete. Dieser trat nun deutlicher in der experimentellen Praxis hervor.

Magendies *Précis* verkörpert eine auffällige Mischung theoretisch-programmatischer Teile, die ihn wieder an seine frühe theoretische Schrift *Quelques idées* rückbinden, mit Darstellungen

85 Siehe F. Magendie (1813c).

86 Vgl. auch H.-P. Schmiedebach (1993).

87 Siehe J. Lesch (1984), S. 145-148, O. Temkin (1946a), S. 35, sowie J. M. D. Olmsted (1944), S. 79f.

88 Das wird auch am Beispiel Magendies Untersuchungen zur therapeutischen Applikation galvanischer Ströme für die Behandlung der *Tics* oder der *Facialisparese* deutlich, so in F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 124 und 236f.

89 Siehe auch M. D. Grmek (1974), S. 8f.

unzähliger Experimentalserien, die die gesamte Bandbreite seiner Forschungen aufnehmen. Durch diese Kombination war der *Précis* zu seiner Zeit einzigartig. Er wird in der Historiographie sogar als “Manifest der experimentellen Physiologie” gefeiert,⁹⁰ weil er einen neuen Typus des physiologischen Textbuchs auf der epistemischen Basis der physiologischen Experimentalpraxis verkörpert.⁹¹ Für die experimentalphysiologische Methodologie ist der *Précis* ein wichtiges Referenzwerk und orientierendes Exempel: Hier reproduzierte Magendie “klassische“ Experimente, beispielsweise diejenigen von Haller, hier stellte er einen dezidierten Forschungsansatz vor (“die Methode, der man folgen muß, um jede einzelne Funktion zu untersuchen”),⁹² und hier präsentierte er auch eigene Experimentalergebnisse.

So reproduzierte Magendie im *Précis* Experimentalarbeiten anderer wichtiger Wissenschaftler der Epoche, welche sich bereits mit dem Absorptionsproblem auseinandergesetzt hatten, etwa die des Chirurgen Dupuytren, der Chemiker Nicolas-Louis Vauquelin (1763-1829) und Aléxandre Jean Gaspard Marcet (1770-1824) oder des Toxikologen August Gottfried Ferdinand Emmert (1777-1819). Bei diesen Versuchen handelte es sich um Fütterungsexperimente, welche die genannten Wissenschaftler zuvor unabhängig voneinander durchgeführt hatten. Im Fortgang dieser Untersuchungen wurden die Versuchstiere für die anschließende Sektion getötet, um absorbierten *Chylus* aus den Lymphgefäßen des Verdauungstrakts zu gewinnen. Magendie ergänzte die Fütterungsexperimente jedoch und wandte zunehmend auch Färbe- und Geruchstechniken an. Hierdurch gelang es ihm, die morphologischen Bahnsysteme sowie den Verlauf des *Chylus* durch den Körper genauer zu erfassen. Unter Verwendung der Farbstoffe Indigo, Safran und Krapprot⁹³, die er zu Beginn der Experimente ins Futter der Tiere mischte, gelang es ihm *post mortem* die Körpergewebe des Verdauungstrakts zu isolieren und sogar unter dem Lupenmikroskop zur Darstellung zu bringen.⁹⁴ Dennoch bekam Magendie seine Experimente, die auch die chylusführenden Gefäße in zeitlich begrenzten Etappen des Verdauungsvorgangs färbetechnisch visualisieren sollten, nicht in gewünschter Weise “in Gang“. Zu schnell kam es immer wieder zur Entfärbung der interessanten kleinen Gefäße, deren Terminationsstrukturen Magendie besonders im Blick hatte.

Die Frage nach der Färbetechnik behandelte Magendie nicht. Wenigstens beschäftigte er sich nicht mit ihr, solange die Experimente “liefen“. Erst im Angesicht der ersten Widerstände des Experiments suchte er nach Erklärungen für die beobachtete rasche Entfärbung der Chylusgefäße, welche er mit den topographischen Gegebenheiten ihres abdominalen und

90 Da Magendie im *Précis* den traditionellen Vitalismus ablehnte und die experimentelle Methode zum Kernstück der wissenschaftlichen Erforschung der Lebensphänomene machte, wurde dieses Lehrbuch vielfach zum Anlaß genommen, hier den Beginn der modernen naturwissenschaftlichen Physiologie zu datieren, und die Physiologie von ihren Vorläufern der vergleichenden Naturgeschichte sowie der romantischen Medizin abzugrenzen. Vgl. M. D. Grmek (1974), S. 8f., J. Schiller (1968), S. 65, oder ders. (1967), S. 44, wie auch C. Lichtenthaeler (1952).

91 Vgl. J. M. D. Olmsted (1944), S. 66.

92 F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 23f. [sowie Anm. 111 in Kap. 4].

93 Krappfarbstoffe stellen eine Sammelbezeichnung für diverse Pflanzenfarbstoffe dar, die aus den Wurzeln der Rötengewächse gewonnen werden können, so zum Beispiel das ‘Alizarin’ und das ‘Purpurin’. Vgl. *Meyers großes Taschenlexikon* (1990), Bd. 12, S. 195. Die von Magendie im Experiment verwandten Farbstoffe stellen eine Liste der gebräuchlichsten Naturfarbstoffe dar, bevor synthetische Farbstoffe Einzug in die Experimentallaboratorien des 19. Jahrhunderts bekamen. Die Synthese des Indigo-Farbstoffs gelang erstmals 1880 dem späteren Chemie-Nobelpreisträger Adolf Baeyer (1835-1917). Siehe E. Bäumler (1963), S. 23-32.

94 Die französische Physiologie der Zeit zeichnete sich durch ihre Skepsis gegenüber dem Mikroskop und seiner wissenschaftlichen Anwendung aus [vgl. oben S. 114].

thorakalen Verlaufs in Verbindung brachte. Er berücksichtigte insbesondere feine, aberrante Gefäße, die zum *Ductus thoracicus* führen, und die schon von Dupuytren beschrieben worden waren. Demgegenüber stellte die Färbetechnik an sich für Magendie einen *quasi* natürlichen Vorgang dar und die zeitlich-beobachtbare Beständigkeit der Farben selbst galt ihm als experimentell Gegebenes. So betrachtete er schon die Farbpigmente als Repräsentationen des Absorptionsvorgangs, den er im technischen Arrangement eigentlich erst herausarbeiten wollte. Vergleicht man Magendies experimentelle Praxis mit seinen theoretischen Interpretationen, so fällt auf, daß sich in diesen neueren Experimenten das Absorptionsphänomen lediglich im Färbevorgang niederschlug, da es andere Effektoren - wie Erbrechen, Krämpfe, Atemlähmungen - in diesem *setting* bislang nicht gab. Die färbetechnische Markierung selbst war also das experimentelle *outcome*, Nachweis des physiologischen Phänomens, ohne daß Magendie hier auf die Artifizialität der Füllung der *Chylus*-Gefäße näher eingegangen wäre.

Zur Thematisierung des Färbeprozesses kehrte er hingegen erst zurück, als er nach physiologischen Erklärungsansätzen suchte, die sein experimentelles "Steckenbleiben" erklären konnten. So griff er auch früher bekannte Experimente auf, die die innere Struktur und den Füllungszustand der Lymphgefäße nach Hungerversuchen zum Gegenstand hatten. Mit ihnen wollte er eine Vergleichsmatrix für unterschiedliche physiologische Körperzustände schaffen. Beispielsweise sei gefunden worden, daß sich die Lymphe entfärbte und bis auf den Brustmilchgang nach mehreren Tagen in sämtlichen kleinen Gefäßen versiege. Einzelne Chemiker hätten darüber hinaus schon detaillierte Lymphanalysen versucht, die auch die zeitlichen Zersetzungsprozesse des *Chylus* erklären sollten, aber keine befriedigenden Resultate erzielt. So blieb Magendie nur offen, anzunehmen, daß die Lymphgefäße einen nahrungsunabhängigen Füllungszustand aufwiesen, aber daß dieser nach dem Verdauungsvorgang in seiner Zusammensetzung variieren müsse. Die Beziehung dieser beiden physiologischen Zustände, der Lymphgefäßfüllung und des Verdauungsvorgangs im Magen-Darm-Trakt, untersuchte er hier aber nicht näher. Statt dessen brach er seine Experimente ab, weil sie sich entgegen seiner ersten Einschätzung als zu schwierig erwiesen.⁹⁵ Es wird somit deutlich, daß sich der Gegenstand dieser Experimentalserie in Abhängigkeit von den beobachtbaren Laborphänomenen Stück um Stück verschob: Hatte Magendie zu Beginn die Absorptionsfunktion und ihre Strukturen mit Hilfe der Farbpigmente verfolgen wollen, so "hinkte" er ihr nun hinterher. Damit ist gemeint, daß er sich anstatt eines linearen Fortgangs des Absorptionsverlaufs - etwa mesenteriales Lymphgefäß, *Cisterna chyli*, *Ductus thoracicus* - beständig in Abgrenzungsbewegungen, sowohl forschungspraktisch als auch theoretisch, befand: Welche physiologischen Prozesse führten zur Auflösung und zum Verschwinden seiner Farbpigmente oder war die Artifizialität der Gefäßfüllung mit Farbe tatsächlich repräsentativ für den Absorptionsvorgang zu sehen? Welche topographischen Nachbarstrukturen und Gefäßbrücken "zweigten" ihm einfach die Farbe ab, wodurch sie zu ihrer Verdünnung führten? Kurz: anstelle des einfachen Absorptionsvorgangs stand ein komplexes Beziehungsgeflecht möglicher physiologischer Störgrößen, welches Magendies isolatorischen Ansatz in "Schwierigkeiten" brachte.

Nachdem Magendie somit im Verlauf der Färbexperimente zu keinem befriedigenden Ergebnis gekommen war, brachte er erneut den prozessualen Verlauf der Absorptionsvorgänge ins Spiel, um möglicherweise doch noch zu einer Klärung der Experimente zu gelangen. So hatte er in den gemeinsamen Untersuchungen mit Delille zuvor zeigen können, daß die

95 F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 162.

Langsamkeit des Lymphflusses das Lymphsystem als morphologisches Korrelat für die schnelle Giftwirkung der Strychninformen ausschloß. In Erweiterung dieser Untersuchungen wandte sich Magendie nun einem Experiment zu, bei dem er sogar die Zeit, die der Lymphfluß zur Durchquerung des *Thorax* benötigte, mit einer Taschenuhr maß. Dies stellte eine der wenigen Episoden seiner Forschungspraxis dar, in denen er tatsächlich quantitative (Zeit-) Messungen vornahm. Er hielt jedoch die von ihm gemessenen Werte nicht schriftlich fest. Das Experiment war so aufgebaut, daß er zunächst einen Hund fütterte und den *Ductus thoracicus* vivisektorisch zur Darstellung brachte. Dieser wurde an seiner Einmündung in die *Vena subclavia* abgesetzt, um die anflutende Lymphflüssigkeit zu sammeln. Magendie maß darauf hin die Zeit, in der der Lymphfluß vor sich ging und variierte in manipulativer Weise die Bedingungen, unter denen sich das physiologische Geschehen vollzog. Zuerst beobachtete er noch den zeitlichen Einfluß sporadischer Bauchmuskelkontraktion im Vergleich mit dem Lymphfluß. Anschließend "half er aber der Natur nach" und übte mit seinen Händen Druck aufs *Abdomen* aus, so daß er die Dynamik des Lymphflusses beschleunigen konnte. Auch hier wird deutlich, daß Magendie in seinen Experimenten die zeitliche Dynamik gewissermaßen mitproduzierte. Was seiner eigenen Hand "gelang" sollte unterstreichen, wie die einzelnen Körperfunktionen tatsächlich aufeinander einwirken können. Diese Experimente zeigten nämlich, daß der Lymphtransport denjenigen Druckbedingungen unterliege, welche allgemein auf das Lymphgefäßsystem wirkten. Magendie nahm deshalb an, daß hierdurch die Färbexperimente beeinflusst wurden, weil der vivisektorische Eingriff so gesehen zu einer Druckabnahme im System führen konnte. Eine weitergehende Fehlerdiskussion seiner Experimente unterließ er jedoch an dieser Stelle.

Man kann im Verlauf dieser Forschungsepisode deutlich erkennen, daß das beständige Ausprobieren, die Modifikationen des ursprünglichen Ansatzes und der Einbezug neuer Indikatoren wie Farbpigmente oder Geruchsstoffe den zeitlichen Ablauf zunehmend in das Zentrum des experimentellen Geschehens rückten. All diese epistemischen Erweiterungen, wie die der Nutzbarmachung anderer Sinne oder technische Verfeinerungen, galten der Visualisierung des Zeitablaufs. Dabei stellte die prozessuale Ordnung des experimentellen Hantierens diesen Zeitablauf der physiologischen Tätigkeiten zugleich als prozessuales Geschehen dar. Ein besonders offensichtliches Beispiel waren vor allem diejenigen Experimente, in denen Magendie die Flüchtigkeit der Farbstoffe mit der Uhr maß und damit den physiologischen Stofftransport als zeitlich verfaßtes Phänomen präsentierte.

In Hinblick auf diese zeitliche Verfaßtheit der Phänomene, die er sozusagen mit seinen färbetechnischen Versuchen "heraufbeschor", und denen er im weiteren Verlauf der Experimentalserie weiter nachging, "lernte" Magendie im Experiment auch die Komplexität der Absorptionsfunktion "kennen". Dies führte ihn dazu, die Verdauung (*la digestion*) als "Funktion der Relation" anzusehen:

"Eine so wichtige Funktion, wie die Verdauung, zu der eine solche Vielzahl von unterschiedlichen Organen beitragen, muß unbedingt mit anderen Funktionen verbunden sein, insbesondere denen der Relation. Diese Verbindung besteht in der Tat; sie ist sogar so intim, daß, wenn man bei den meisten Tieren ein oder mehrere äußere Organe kennt, man sofort auf die Beschaffenheit der Verdauungsorgane schließen kann. Umgekehrt führt die einfache Betrachtung des Verdauungsapparats zur Kenntnis der Beschaffenheit der Sinnesorgane und des Bewegungsapparats."⁹⁶

96 ("Une fonction aussi importante que la digestion, et à laquelle coopèrent un si grand nombre d'organes différents, devoit être étroitement liée avec les autres fonctions, et particulièrement avec celles de relation. Cette liaison existe en effet; elle est même tellement intime, que, dans la plupart des animaux, la connaissance

Magendies Sichtweise der Lebensphänomene glich sich also zunehmend derjenigen Cuviers an, welcher ja ebenfalls davon ausging, daß bestimmte Organkombinationen in der Lage seien, funktionell zusammenzuwirken und sich gegenseitig zu unterstützen. Auch wenn Magendie nicht direkt eine relationale Perspektive verfolgte, um die Absorptionsfunktion zu untersuchen, so entsprach doch das experimentelle Ergebnis dem 'Prinzip der Wechselwirkung der Teile' [vgl. Abs. 2. 2.].⁹⁷ So wie Cuvier in der vergleichend-anatomischen Untersuchung eines einzelnen isolierten Körperteils einen Zugang zu allen anderen sah,⁹⁸ so hatte auch Magendie in seiner experimentellen Praxis alle Verbindungen der Körperteile untereinander als so "intim" rekonstruiert, daß man beispielsweise von einem Organ wie dem Verdauungssystem ohne weiteres auf die Funktion und Beschaffenheit der anderen schließen könne. Damit soll nicht behauptet werden, daß Magendie die Cuviersche Vorstellung der 'Wechselwirkung' lediglich physiologisiert habe. Vielmehr zeigt die Analyse von Magendies Experimentaltätigkeit, daß Cuviers Auffassung die Möglichkeit für einen experimentellen Zugriff und eine Manipulation der Funktion bot. Die Zerlegung des Experimentalobjekts in einzelne und isoliert zu untersuchende Elemente erlaubte nun, eine andere Vorstellung von dieser Wechselwirkung zu entwickeln.

Es zeichnete sich somit in Magendies Forschungspraxis auch eine Veränderung der Begrifflichkeiten ab. Die physiologische Funktion, die bereits frühzeitig in der ersten Experimentalserie vom morphologischen Substrat "abgekoppelt" worden war, wurde nun im wechselseitigen Geflecht anderer Substrate und zusätzlicher physiologischer Einflußgrößen verortet. Diese Interaktionen erkannte der investigative Experimentalist zunehmend in ihrer zeitlichen Verfaßtheit. Magendies Forschungsfragen wandten sich vermehrt den physiologischen "Zuständen" - beispielsweise Hunger, Sättigkeit, Krankheit oder Gesundheit - zu.

Durst und Hunger thematisierte Magendie auch in weiteren Experimenten des *Précis*. Er wollte beispielsweise herausfinden, wie die Absorptionsvorgänge für unterschiedliche Aggregatzustände der Nahrungsmittel funktionierten. Dabei untersuchte er insbesondere, ob nur feste Bestandteile die Darmwand durchdringen können oder ein ungehinderter Flüssigkeitsdurchtritt existiere. Das heißt, Magendie studierte nun nicht allein die prinzipielle Absorptionsfähigkeit bestimmter Körperstrukturen und -oberflächen, sondern führte physiologisch-chemische Funktionsgrößen als Untersuchungsgegenstand in seine Experimentalanordnungen ein. Vor dem Hintergrund sensualistischer Vorstellungen wurde dabei von Magendie auch ein Experiment konzipiert,⁹⁹ das die physiologischen Phänomene mit anderen "Sinnen wahrnehmbar werden" lassen sollte, als dem Auge.¹⁰⁰ Dies vermag sogar als ein forschungspraktischer "Bruch mit dem Primat des Sehens" verstanden werden, welches nicht nur Magendies eigene Arbeiten bis zu diesem Zeitpunkt bestimmt hatte.¹⁰¹ Zusätzlich zu

d'un ou de plusieurs organes de la vie extérieure apprend de suite la disposition des organes digestifs, et, réciproquement, la simple inspection d'une partie de l'appareil digestif fait connaître la disposition des organes des sens et des mouvemens.") Ebenda, S. 151 [Übers. F. S.].

97 Vgl. G. Cuvier (1800-05), Bd. 1, S. 51f.

98 Siehe G. Cuvier (1826a), S. 47-50.

99 Vgl. auch O. Temkin (1946a), S. 18-20 und 28-30, sowie G. Rosen (1946).

100 Siehe F. Magendie (1809a), S. 169.

101 Man kann diskutieren, ob Magendies Einbeziehung unterschiedlicher Sinneseindrücke mit den sensualistischen Positionen der *Idéologues* in Einklang stand. Von den *Idéologues*, wie dem Abbé Étienne Bonnet de Condillac (1715-1780), wurden Ideen und Begriffe als einfache, realistische Repräsentationen äußerer Objekte verstanden. Ihre analytische Methode sollte die Wahrheit einer Aussage oder eines Gedankens untersuchen, indem sie in die einzelnen beitragenden Sinneseindrücke zerlegt würden. Auf diese

fester Nahrung gab er hier einem Hund Alkohol zu trinken. Schließlich wisse man - so Magendie -, daß sich nach Absorption der alkoholischen Flüssigkeit ein spezifischer *Foetor* entwickle, der anschließend zu riechen sei.¹⁰² Nach mehrstündigem Verlauf gesammelte Lymphflüssigkeit sollte hingegen nicht mehr nach Alkohol riechen, da der Alkohol in den Blutkreislauf übergehe. Hier wird die erweiterte Bedeutung des französischen Wortes *expérience* verständlich, das Magendie hier ähnlich weitgehend wie Bichat verwandte. Es bezog nämlich nicht nur die instrumentelle Bedeutung des Experiments ein, sondern verwies neben dem Beobachtungszugang auch auf die anderen Wahrnehmungsqualitäten des Wissenschaftlers [vgl. Abs. 3. 4. b)].

Auffällig ist, daß diese forschungspraktische wie auch theoretische Erweiterung des Experimentalbegriffs im Zusammenhang mit der Untersuchung der Dynamik der Körperfunktionen beziehungsweise verschiedener physiologischer Zustände des Organismus auftrat. Es läßt sich annehmen, daß dies auf die Wechselseitigkeit der Körperstrukturen selbst zurückging beziehungsweise auf den Relationen der Funktion beruhte, welche Magendie nun verstärkt untersuchte.¹⁰³ Es lassen sich an dieser Stelle zwar keine erneuten Verweise Magendies auf die vergleichende Anatomie Cuviers ausmachen. Dennoch knüpft seine experimentalpraktische Interpretation der 'Wechselwirkungen der Teile' an die Bedeutung der

Weise gewonnene Hypothesen seien erst nacheinander zu verknüpfen, um ihre Stützung durch empirische Fakten auch bei weitergehenden theoretischen Aussagen aufrechtzuerhalten. Das menschliche Denken im allgemeinen und die wissenschaftliche Erkenntnis im besonderen setze sich aus der Vielzahl sensorischer Eindrücke selbst zusammen, wobei sich Condillac in seinen Beispielen zumeist auf mehrere Sinnesmodalitäten bezog. Diese These wurde durch Cabanis in epistemischer Hinsicht weiterentwickelt, der sie auf sämtliche physiologischen Beobachtungen und Experimente übertrug, welche allein über die Sinne zum naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn führten. Vgl. A. E. B. de Condillac: *Que l'analyse et l'unique méthode pour acquérir des connoissances. Comment nous l'apprenons de la nature même*, Paris 1797, insbesondere S. 22-30, A. Destutt de Tracy (1804), vor allem *Eléments d'idéologie, Première partie. Idéologie proprement dite*, Bd. 1. Einleitung, S. XVI, G. Cabanis (1956), Bd. 1, S. 551-555, S. Moravia (1989), S. 50-58, E. Haigh (1984), S. 78-81, M. Staum (1980), S. 37-54 und 103-109, sowie P. Entralgo (1948), S. 48-50.

102 Zusätzlich experimentierte Magendie nun auch mit anderen stark riechenden Substanzen wie Kampfer, reproduzierte diese Versuche in unterschiedlichen Kontexten und wandte sie in weiteren Problemstellungen an. Siehe F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 168f. und S. 292.

103 Magendie faßt im *Précis* nochmals die Ergebnisse der frühen Experimentalserie mit Delille zusammen, wobei seine Aufzählung von 1817 drei Experimentalanordnungen mehr umgreift. Vgl. J. M. D. Olmsted (1944), S. 65 [wie auch Anm. 22]. An keiner Stelle seines Werks geht jedoch hervor, in welchen Jahren diese zusätzlichen Arbeiten tatsächlich durchgeführt wurden, so daß ich sie hier mit dem *Précis* bespreche. Eine "strukturelle Nähe" zu den Arbeiten von 1809, insbesondere in Hinsicht auf die benutzten Markierungsmethoden, ist jedoch offensichtlich, so daß es unwahrscheinlich ist, daß Magendie diese Arbeiten später "einfach nachschob". Obwohl er sich vielfältig auf die frühen Versuche mit Delille bezog, haben sich seine Forschungsinteressen und Experimentalpraktiken in den späteren Arbeiten unterschieden. Aufgrund dieser Indizien ist die Annahme nicht unberechtigt, daß es sich bei den erst 1817 veröffentlichten Experimenten um Teile derjenigen Experimentalserie handelt, die 1809 an der Akademie der Wissenschaften vorgestellt wurde. Den "strukturellen Vergleich" zur Datierung unpublizierter Experimentalarbeiten macht sich auch Jean Théodoridès im Kontext bekannter und ähnlich konzipierter Forschungsabschnitte Magendies zu Nutze, um undatierte Manuskripte aus dem Pariser *Musée Gilbert* zeitlich einzuordnen. Dabei datiert er eine Arbeit über einen tollwütigen Hund zwischen 1820 und 1835, also der Zeit, in der sich Magendie verstärkt klinisch relevanten Fragestellungen zuwandte. Eine experimentelle Arbeit über die Ursprünge der tierischen Wärme wird von Théodoridès zwischen 1844 und Magendies Tod eingeordnet. Das betrifft den Zeitraum von der ersten Erwähnung des Problems in einem *Rapport* über die Arbeiten Gay-Lussacs bis zu der bis zuletzt bestehenden thematischen Zusammenarbeit mit Bernard. Siehe J. Théodoridès (1966).

Konzeption Cuviers an.¹⁰⁴ Doch auch Cuviers programmatische Forderung nach einer interpretativen Methodenvielfalt fand in Magendies Experimentalpraxis Resonanz. In ähnlicher Weise hatte bereits Cuvier die vergleichende Anatomie auf eine pragmatische, jedoch nicht minder methodische Form betrieben. So kombinierte er Untersuchungsansätze aus der vergleichenden Zoologie, der physiologischen Chemie sowie pathologischen Beobachtungen miteinander [vgl. S. 41].

Magendie setzte in seinen Experimenten ebenfalls eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden ein. In Folgeexperimenten gab er so einem Hund, bei dem der *Ductus thoracicus in vivo* freipräpariert wurde, Rhabarbersaft zu Trinken. Nach einer halben Stunde entnahm der Physiologe den Chylus, ohne aber eine rötliche Farbkennzeichnung vorzufinden. Dennoch war etwa die Hälfte des Rhabarbersafts aus dem Magen-Darm-Trakt verschwunden. Nach weiterem Abwarten trat schließlich eine rötliche Verfärbung des Urins auf. Magendie mußte somit von der renalen Ausscheidung des Rhabarbersafts ausgehen, welche in gegenläufiger Weise den Färbeprozess verändere. In ähnlicher Weise "verfälschte" die Ausscheidungsfunktion der Niere auch das anschließende Experiment, bei dem er einem weiteren Hund Kaliumcyanat ins Futter mischte. Eine Viertelstunde später untersuchte er den Urin, in dem er es als Indikator gut nachweisen konnte, obgleich er unter Vivisektionsbedingungen keine Absorptionsvorgänge im Brustmilchgang vorfand.¹⁰⁵ In einem dritten Experiment bekam ein Hund in Wasser gelösten Äthanol zu trinken, woraufhin dieser zwar einen *Foetor alcoholicus* über geöffneten Blutgefäßen, nicht aber über der aus dem *Ductus thoracicus* gewonnenen Lymphflüssigkeit zeigte. In gleicher Weise war Magendie bereits in seinen Experimenten mit Delille auf die schnellwirkende Absorption durch die venösen Blutgefäße "gestoßen", welche auch dort dem lymphatischen Stofftransport voranging.

Man sieht also, daß ihm chirurgische Manipulationen die Isolation der Absorptionsvorgänge ermöglichten. Der chemische Charakter der Naturfarbstoffe sowie die Geruchseigenschaften organischer Substanzen dienten dem Nachweis des zeitlichen Verlaufs physiologischer Prozesse und anatomische Strukturbeziehungen wurden zum Erklärungsmodus für die Rolle, die der Morphologie für die physiologische Funktionsdynamik zukomme. Im Unterschied zu Cuvier richtete sich Magendies Ansatz aber auf die experimentelle Identifizierung der physiologischen Funktion und ihres zeitlichen Verlaufs. Cuviers Methode war dagegen im rekonstruktiven Ansatz der Paläontologie allein aufgehoben, in dem sich die Funktion nur aus der vergleichend-anatomischen Perspektive heraus begreifen ließ. An diesem Punkt ging Magendie über Cuvier hinaus.

104 Cuvier versorgte Magendie darüber hinaus mit anatomischen Präparaten aus dem von ihm geleiteten *Jardin des Plantes*, womit er das Interesse des Physiologen auf spezifische Problemstellungen, etwa die Untersuchung des lymphatischen Systems, lenkte. Das unterstreicht auch in unmittelbar forschungspraktischer Hinsicht die Bedeutung Cuviers für das Forschungsprogramm Magendies. Vgl. F. Magendie (1822c), ders. (1821e), S. 53, sowie J. Lesch (1984), S. 112f.

105 Kaliumcyanat stellt ein hochtoxisches Zellgift dar, das durch seine raschen Bindungseigenschaften die eisenhaltigen Komplexe der Atmungskette in funktionell untaugliche Cyanidkomplexe überführt. Somit werden wichtige Stoffwechselprozesse unterbrochen. Vgl. K. Beyermann (1987), S. 53. Es läßt sich aber diese *in vivo*-Eigenschaft *in vitro* nutzbar machen, wenn man Kaliumcyanat mit dreiwertigem Eisen reagieren läßt, wodurch Kaliumhexacyanoferrat entsteht, wie es für die Herstellung von 'Berliner Blau' (*le prussiate* oder *l'acide prussique*) benötigt wird. Kaliumcyanat wurde ab Mitte des vorletzten Jahrhunderts vielfach zu Markierungszwecken insbesondere in der mikroskopischen Anatomie verwendet. Noch heute dient es als eine Standardfärbemethode der Pathologie für den Eisennachweis von Zellkernen und der Mikrosomenfraktion. Vgl. E. Grundmann/K. von Rudorff (1994), S. 2, *Meyers großes Taschenlexikon* (1990), Bd. 3, S. 303, und M. Earles (1967).

c) *Vom Hämo- zum Liquordynamometer: Der physiologische Apparat als Paradigma der Funktion*

Das neue Verständnis der Funktion war aber keineswegs nur Ausdruck einer experimentellen Praxis. Vielmehr zeigen Magendies theoretische Erörterungen, daß er deren *Ratio* auch zu konzeptionalisieren begann. Ein Beispiel gibt Magendies Diskussion von hydraulischen Modellen für physiologische Funktionen.

So hatte Poiseuille 1828 eine manometrische Einrichtung konstruiert und in seiner Promotionsarbeit an der *École Polytechnique* beschrieben, die es erlaubte, den Blutdruck des Körpers zu messen.¹⁰⁶ Er war davon ausgegangen, daß unbelebte wie belebte Strukturen in gleicher Weise den allgemeinen physikalischen Druckgesetzmäßigkeiten unterliegen. Sein *Sphygmometer* genannter Pulsmesser - der "Poiseuillesche Apparat" - stellte die apparative Vorstellung einer mechanischen Druckmaschine bereit, wobei der im Takt des Herzschlags schwankende Blutdruck von Mensch und Tier mit dem hydraulischen Flüssigkeitsdruck in einem physikalischen Röhrensystem gleichgesetzt wurde.

Magendie war von Poiseuille wiederholt ermutigt worden, dieses physikalische Erklärungsmodell einer mechanischen Druckmaschine für die Untersuchung des Blutkreislaufs einzusetzen.¹⁰⁷ Zum Teil in Zusammenarbeit mit ihm entwickelte er das Gerät zu einem Apparat des physiologischen Labors und wendete es vielfach in seinen Experimentalanordnungen an.¹⁰⁸ In der apparativen Darstellung des Poiseuilleschen Manometers wurden die Lebenstätigkeiten des Puls- und Herzschlags als Druckdifferenzen und Druckverteilungen in Venen und Arterien angesehen und bestimmt: Das physiologische Blutkreislaufgeschehen wurde zu einer - allerdings noch nicht graphisch gedachten - Funktion des Blutdrucks. Es ließ sich analog zu einem mechanischen Röhrensystem als eine Funktion von Druckunterschieden ausbuchstabieren. In gewisser Weise stellte diese physiologische Analogisierung eine Fortsetzung der experimentellen Praxis in Magendies Labor dar: Ebenso wie sich die Lebenstätigkeit der Absorption unabhängig vom jeweiligen Substrat im Gefäßsystem der Venen und den Lymphbahnen untersuchen ließ, löste die experimentelle Praxis des Manometers die Funktion des Blutkreislaufs von der spezifischen Materialität ihrer Aufrechterhaltung ab.

106 Siehe auch F. Holmes (1974), H. Hoff und L. Geddes (1959a) sowie dies. (1959b).

107 M. Gross (1979), S. 244, macht außerdem darauf aufmerksam, daß Magendie selbst eine ganze Anzahl von Poiseuilles Arbeiten veröffentlichte. Für die Verankerung der methodologischen Forderungen Magendies in der Tradition der zeitgenössischen Physik von Laplace vgl. insbesondere R. Fox (1990). Fox zeichnet hier die direkten wissenschaftlichen, wie auch die indirekten institutionell-politischen Einflüsse von Laplace auf das Denken Poiseuilles und die französischen Physiker und Physiologen der Zeit nach. Darüber hinaus schlagen sich viele der Laplaceschen Konzeptionen im Grundsatzprogramm des französischen Positivismus von Comte, besonders aber in dessen Vorlesungen von 1830-1842 nieder; frz. *Cours de Philosophie positive*, insbesondere die 40.-47. Lektion. Sie weisen ebenfalls eine große Ähnlichkeit mit den theoretischen Formulierungen Magendies auf. Siehe A. Comte (1974), S. 45-49, 106-138, S. 153-167.

108 Magendie klagte wiederholt den Mangel ähnlicher Ansätze mit eigenen spezifischen Instrumenten ein. Denn seines Erachtens hatte sich die physiologische Forschung schon durch die Verwendung Réaumurs und Antoine-César Becquerels (1788-1878) Thermometer, Louis-Vincent Cartiers (1768-1839) *Aréomètre* oder Poiseuilles Blutdruckmessgerät (*sphygmomètre*) stark verändert; F. Magendie (1838), Bd. 4, S. 75, ders. (1842), S. 47 und (1835), S. 2. Zu den von Magendie verwendeten physiologischen Instrumenten siehe D. Rapp (1970), S. 23-47.

Sicherlich ist dieser apparative Zugang bemerkenswert.¹⁰⁹ Worauf ich hier aber im Zusammenhang mit der experimentellen Konzeptualisierung des neuen Funktionsbegriffs hinweisen möchte, ist die veränderte Perspektive auf die Lebensphänomene, die das Sphygmometer bereitstellte. Nachdrücklich hob Magendie die Bedeutung der physikalischen Erklärungsweise hervor, welche er allein als "Fortschritt" der Wissenschaft wahrnahm:

"Ein großer Fortschritt wird zweifellos dann von der Physiologie gemacht werden, wenn wir ein Wissen über den Verlauf einer Flüssigkeit in einem solchen Röhrensystem erhalten werden, das die gleichen physikalischen Bedingungen aufweist, wie das System aus arteriellen und venösen Blutgefäßen."¹¹⁰

Doch bemerkenswert ist weniger das wissenschaftliche Deutungspotential, welches Magendie dem hydraulischen Kreislaufmodell einräumte. Erstaunlich ist vielmehr die selbstverständliche Übertragung dieses Kreislaufmodells auf andere Einrichtungen der Tierökonomie. Denn was hier als allgemeines Prinzip der Physiologie konzeptionalisiert wurde, war nicht allein das physikalische Verhalten von Flüssigkeiten, welches an Herz-Kreislauf-Untersuchungen gewonnen worden war. Vielmehr setzte Magendie offenbar stillschweigend voraus, daß sich die Lebenstätigkeiten anderer mit Flüssigkeit gefüllter Röhrensysteme des Körpers ebenfalls nach dem Modus des Herz-Kreislauf-Systems beschreiben ließen.

Man kann durchaus davon ausgehen, daß dieser Isolationsschritt der Funktion aus dem Phänomenkomplex einer Lebenstätigkeit ihre Loslösung von einem spezifischen Substrat bildet. Gleichermäßen gewährleistet er auch die Übertragung auf andere Phänomenbereiche des Lebens und stellt eine Denkweise dar, die dem experimentellen Hantieren und physiologischen Vorgehen direkt folgt. So hatten Magendies bisherige Experimentalserien ja demonstriert, wie sich durch eine beständige Variation des gleichen Experimentalansatzes das Phänomen der Absorption an anderen Strukturen als den Lymphgefäßen, nämlich den Venen, studieren ließ. In gleicher Weise, wie Magendie seinen ursprünglichen Experimentalansatz modifizierte und auf andere morphologische Strukturen und Organsysteme übertrug, so sollte auch Poiseuilles Erklärung des kardiovaskulären Systems eine Analogisierung der physiologischen Funktionen erlauben.

Der experimentell praktizierte Perspektivenwechsel ermöglichte also eine Sicht auf die Gleichbehandlung solcher Körperfunktionen, die im apparativen *setting* der meßbaren Bestimmung als ein und dieselbe epistemische Größe behandelt wurden: Warum sollten sich beispielsweise nicht auch andere Körperphänomene auffinden lassen, die ähnlichen Druckgesetzmäßigkeiten unterliegen, wie das Kreislaufsystem dem Blutdruck? Und wenn sich solche Druckunterschiede am Beispiel des Blutdrucks im tierischen Körper messen ließen, warum gelte das gleiche nicht auch für Druckunterschiede des Hirn- und Rückenmarkswassers? In der Tat ließ sich das Poiseuillesche Sphygmometer zweckentfremden. Magendie setzte es auch zur Untersuchung der Erzeugung und der Absorption des Hirnwassers ein. Er schloß es "einfach" an den mit Hirnwasser gefüllten Ventrikelraum seiner Versuchstiere an. Aus dem Hämodynamometer wurde hier so gesehen ein "Liquordynamometer". Aber diese experimentelle Bastelarbeit verschob nicht nur das experimentelle Arrangement in ein anderes Organsystem. Mit dem Instrument wurde zugleich die in der experimentellen Anordnung dargestellte "Funktion" mitverschoben und als physiologischer Modus konzeptionalisiert. Wie

109 Der apparative und später *graphematische* Zugang gilt insbesondere als Charakteristikum der *physikalischen Schule* der Physiologie um Du Bois-Reymond etc. [vgl. Anm. 88 in Kap. 6].

110 ("On aura fait, sans doute, un grand pas dans la physiologie quand on sera parvenu à bien connaître la marche d'un liquide dans un système de canaux qui présentent les mêmes conditions physiques que le système des vaisseaux artériels et veineux.") F. Magendie in X. Bichat (1822); S. 141, Fn. a [Übers. F. S.].

Magendie nämlich in seinen *Vorlesungen über das Nervensystem* aus den 1840er Jahren ausführt, wurden Produktion und Absorption des Hirnwassers nach dem experimentellen *raisonnement* des Kreislaufmodells nun als 'Liquordruck' beschrieben und erklärt.¹¹¹ Die mit dem Kreislaufmodell verbundene Vorstellung einer Liquorzirkulation führte ihn sogar nachfolgend zu weiteren anatomischen Detailstudien über die Ventrikelräume des Gehirns. Nicht zuletzt ging die in der Einleitung der vorliegenden Arbeit beschriebene Entdeckung der *Apertura mediana ventriculi quarti* aus dieser Experimentalserie hervor [siehe S. 10]. Es wird also anhand der beschriebenen Forschungsepisode auch deutlich, daß die Notwendigkeit, die physiologischen Funktionen neu zu konzeptionalisieren, mit aus der aktuellen technischen und methodischen Praxis des Labors hervorging.¹¹² Die experimentelle Praxis hatte die "Funktion" soweit mobilisiert, daß sie ein autonomes Objekt des physiologischen Wissens geworden war.

Im Verlauf des Experimentierens hatte sich die Sicht auf die Lebensphänomene gewandelt: Die Funktion war nicht mehr die physiologische Deutung des Zwecks oder der Aufgabe eines untersuchten Gewebes. Sie war das experimentell Dargestellte selbst, welches mit der experimentellen Ausarbeitung auf neue Gegenstände - andere Gewebe oder Körperstrukturen - transferiert wurde. In dieser Form übertrug Magendie mit Poiseuilles Konzeption der Hydraulik des Blutkreislaufs, welche er als Modell begriff, auch die Funktionsweise auf die Druckphänomene anderer Körperstrukturen. Damit eröffneten seine Verfahren und Techniken die prinzipielle Übertragbarkeit von einem Problembereich - hier dem Blutdruckgeschehen - zu anderen Problembereichen, wie dem Druckgeschehen oder dem Kreislauftransport des *Liquor cerebrospinalis*. Die Greifbarkeit des Apparats im Labor lieferte sozusagen seine theoretische Konzeptualisierung in gleicher Weise mit. Auch aus ähnlichen Beispielen in Magendies Experimentalarbeiten wird deutlich, daß von einem theoriegeleiteten Forschungsprozeß nicht durchgehend geredet werden kann. Anstatt einen völlig planmäßigen und symmetrisch fortschreitenden Erkenntnisprozeß des Physiologen anzunehmen und zu rekonstruieren, müssen auch Analogieschlüsse, kurzfristigen Zugriffsmöglichkeiten und sein praktisches *raisonnement* in Betracht gezogen werden, welche sich aus den Kontingenzen des physiologischen Labors ergaben. Sie trugen in besonderer Weise zum konstruktiven Zuschnitt und Wandel des Funktionsbegriffs bei.

d) *Der physiologische Mechanismus der Absorption*

Einen Anhaltspunkt für Magendies konzeptionelle Neuausrichtung läßt auch die kritische Revision erkennen, welcher er die Bichatsche Physiologie unterzog.¹¹³ Natürlich ist die in diesen Schriften geführte Diskussion rhetorisch ausgefeilt und auf eine prinzipielle theoretische Differenz hin ausgerichtet. Dennoch lohnt es sich, diese kritische Debatte näher zu betrachten. Zum einen läßt sich hieran nämlich die Isolierung und theoretische Einbettung der experimentellen Ergebnisse Magendies verfolgen. Zum anderen wird in der Interpretation dieser Experimentalserien und ihrer Verwendung auch deutlich, wie sich aus der experimentellen Praxis heraus die theoretische Formulierung eines modernen Funktionsbegriffs abzeichnen begann. Gerade die theoretische Interpretation des Absorptionsvorgangs liefert hier ein schönes Beispiel. So hatte Bichat eine vitale Wächterfunktion der Lymphgefäße

111 Vgl. F. Magendie (1841), Bd. 2, insbesondere S. 30-121.

112 Ebenda, S. 98f.

113 So in den *Quelques idées* aus dem Jahr 1809, im *Précis* von 1816/17 sowie später in den *Leçons* von 1832-1840.

postuliert, welche den Absorptionsvorgang steuern sollte, und die er sogar in der Lage sah, schädliche Stoffe zu erkennen und deren Passage ins Körperinnere zu verhindern. Für Bichat war nur durch die Wirkung einer aktiven Lebenskraft denkbar, daß Lebewesen überhaupt ihre Integrität bewahren und existieren konnten.¹¹⁴ Diese Annahme, gegen die sich Magendie in seinen experimentellen Arbeiten richtete, stand fest auf der Grundlage der Bichatschen Lebensdefinition [siehe S. 67].

Zur Klärung der lokalen physiologischen Absorptionsphänomene führte Magendie nun bei seinen Versuchstieren vor allem solche Experimente durch, in deren Verlauf er unterschiedliche körperfremde Substanzen an der Mukosa der Harnröhre, *Urethra*, der Lungenoberfläche, den inneren serösen und synovialen Häuten, wie auch der äußeren Haut, *Dermis*, applizierte und nach ihrem anschließenden Auftauchen im Körper fahndete. Hierzu setzte er neben Nahrungsbestandteilen - etwa Fetten und Fruchtsäften - erneut die bekannten Giftlösungen aus *Upas* und *Émélique* sowie gewebsschädigende Substanzen, etwa Säuren und Laugen, ein. Seine Versuchsanordnung war dabei vergleichend aufgebaut. Eine Kontrollgruppe, welche Magendie jedoch nicht weiter thematisierte, diente der Untersuchung der Absorptionsphänomene von körpereigenen Stoffen. Ihr stellte er eine Versuchsgruppe von Tieren gegenüber, die er der Einwirkung unterschiedlicher körperschädigender Substanzen aussetzte. Der komparative Versuchsaufbau diente somit der Differenzierung des Phänomens und bot verschiedene Perspektiven auf den Absorptionsvorgang. Bereits die Vielzahl der Experimente (schon mit Dupuytren hatte Magendie allein 150 Versuche durchgeführt [vgl. auch S. 132]) schuf empirische Evidenz. Doch das Anliegen Magendies war nicht allein, Bichats "Irrtum" experimentell zu falsifizieren. Ihm ging es vielmehr darum, die vitalistische Annahme einer "vitalen Wächterfunktion" zu desavouieren. So bestärkte die experimentelle Strategie Magendie ja gerade darin, die den Lymphgefäßen spezifisch zugeschriebene Aufgabe der Absorption als allgemeine physiologische Funktion unterschiedlichster Substrate - etwa der Spinnwebhaut, *Arachnoidea*, der Auskleidung der Hirnventrikel, *Ependym*, oder der Glaskörpermembran - darzustellen.

Auch medizinisch-pathologische Befunde stützten Magendies Untersuchungsergebnisse und eröffneten ihm einen methodologischen wie rhetorischen Zugang zum klinischen Raum. Beispielsweise faßte er eine durch Blutsperre des Arms künstlich hervorgerufene Extremitätenschwellung als Modell für die nach Brustkrebsoperationen auftretenden Armödeme auf.¹¹⁵ Einzelne Formen von Blutvergiftung, *Lymphangitis*, der sekundären Tumorentzündung und -nekrose sowie der *Syphilis* stellte er gleichfalls in den Kontext der von ihm experimentell beobachteten lymphatischen Absorptionsvorgänge.

Magendies Forschungspraxis zeichnet sich im *Précis* also auch dadurch aus, daß die Sektionspraxis weite Teile seiner experimentellen Untersuchungen trug. Die pathologisch-anatomische Methode Bichats wandte sich jedoch "in Magendies Händen" gegen ihren Urheber, dem er sie schließlich verdankte. Hierin spiegeln sich auch ihre divergierenden Perspektiven auf die physiologische Funktion. Hatte Bichat die Lebenseigenschaften in lokalisatorischer *façon* den Körpergeweben selbst zugeschrieben, so war es bei Magendie inzwischen zu einer entsprechenden Erweiterung des Funktionsbegriffs gekommen. Kurz gefaßt läßt sich festhalten, daß es für Bichat nur Sinn machte, die Absorption als lokales Phänomen der Schleimhaut des Magen-Darm-Trakts zu untersuchen. Die Absorption von Nahrungsbestandteilen war für ihn ein "natürliches" Phänomen, welches nur diesem

114 Vgl. P. Entralgo (1948), S. 54-57.

115 F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 188.

Schleimhauttyp zukam. Ausgehend von der Wächterfunktion einzelner Membranen konnte es demzufolge auch keine Absorption körperschädigender Substanzen ins Innere des Organismus geben. Solche Phänomene stellten für Bichat hingegen *Noxen* dar, die nur im Sinne der Artifizialität dieser Prozesse zu verstehen waren und eben auf keine physiologische Funktion verwiesen. Magendies erweiterter Funktionsbegriff faßte jedoch eine größere Anzahl experimentell beobachtbarer Phänomene zusammen, welche zwar mit der Applikation der Substanzen und ihrem Transport im Magen-Darm-Trakt begannen. Darüber hinaus begriff er jedoch auch den lokalen, transmembranären Durchtritt sowie den Weitertransport der angewandten Stoffe und Lösungen im Blutkreislauf oder dem lymphatischen Gefäßsystem als 'Absorption'. So gesehen machte Magendies Funktionsbegriff nicht an den inneren Grenzmembranen halt, sondern verlagerte das physiologische Geschehen bis ins Körperinnere hinein.

Dies schlug sich auch in seiner experimentellen Praxis nieder. Mit jedem einzelnen Experiment wollte er nachweisen, daß sich ein objektiv wissenschaftlicher und über Bichat hinausgehend eigenständiger physiologischer Zugang zu den Lebensphänomenen etablieren lasse. Auch die Vorgänge im Inneren des Körpers, die er ebenfalls den Absorptionsvorgängen hinzurechnete, stellten für ihn normale physiologische Funktionen dar, welche er experimentell untersuchen konnte. Deshalb schlug er vor, "das Studium der Physiologie an dem Punkt zu beginnen, wo die Phänomene der lebendigen Körper durch die Sinne erkannt werden können".¹¹⁶ In seiner Forschungspraxis bedeutete dies, daß er eben nicht bei den Gewebemembranen stehen blieb, sondern die zeitliche Ausbreitung der Absorptionsvorgänge bis zu den Organen untersuchen und nachvollziehen wollte.

Es sei gar nicht verwunderlich - so Magendie -, daß die allgemeine Unwissenheit über den Absorptionsvorgang ein Lebensphänomen betreffe, welches mit den einfachen Mitteln der Mechanik und der Chemie schließlich nur schwer zu untersuchen sei. Vielmehr stehe auch diese Funktion im Wirkungszusammenhang der Lebenskraft und der Nutrition.¹¹⁷ Diese Feststellung scheint zunächst ambivalent, hatte er in seinen Arbeiten von 1809 doch den Absorptionsmechanismus programmatisch in den Bereich physikalisch erklärbarer Körpervorgänge gerückt.¹¹⁸ Betrachtet man jedoch die Umsetzung Magendies funktioneller Konzeptionen ins experimentelle Geschehen hinein, so wird deutlich, daß diese Aussage die vielfältige Widerständigkeit seines Materials charakterisiert: Gefäße entfärbten sich zu früh, ihr Inhalt veränderte sich unter der Sektion, schädigende Substanzen griffen die Körpergewebe direkt an und zerstörten sie. Trotzdem setzte Magendie - wie bereits beschrieben - voraus, daß die Absorptionsvorgänge auf andere Weise physiologisch erklärt werden müßten, als durch die Annahme gewebsspezifischer Lebenseigenschaften.¹¹⁹ Seine Experimente hätten lediglich deutlich gemacht, daß feste und gelöste Substanzen in die Venenstämme verschiedenartiger Organe aufgenommen würden.¹²⁰ Im Verlauf der Experimente war der Begriff der Absorption konzeptionell erweitert worden: Er bezog sich bei Magendie auf eine umfangreichere Menge an Phänomenen als dies zuvor bei Bichat der Fall war.

116 ("...de commencer l'étude de la physiologie, à l'instant où les phénomènes des corps vivans, deviennent appréciables par nos sens.") F. Magendie (1809a), S. 170 [Übers. F. S.], sowie ders. (1837), Bd. 1, S.1.

117 F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 197f.

118 Vgl. auch J. Lesch (1984), S. 111.

119 Siehe F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 162f. und 229-231.

120 Ebenda, S. 229f.

Er begriff aber auch eine andere konzeptionelle Vorstellung dieses Vorgangs ein. Denn Magendie stellte seine neuen Untersuchungen explizit als einen anderen Forschungsansatz dar, welcher sich tatsächlich von der statischen Betrachtungsweise der vergleichenden Anatomen und der Pathologen abhob. Zwar brachten die hier besprochenen Experimente die Dynamisierung des physiologischen Systems keineswegs in der methodischen Stringenz und Aussagekraft zum Ausdruck wie die vorangegangenen Arbeiten. Doch im Unterschied zu diesen verstand Magendie seine späteren Untersuchungen als gezielte Manipulation und Darstellung der prozessualen Ordnung des physiologischen Geschehens. Er machte mit anderen Worten das "Neue" seines experimentell entwickelten Funktionsbegriffs explizit und reflektierte in Abgrenzung zu Bichat die Verschiebung seiner Forschungspraxis auch als eine theoretische Konzeption.

Aber wie sollte der Mechanismus der Absorption vonstatten gehen? An einer Vielzahl von Experimenten hatte Magendie die herausgehobene Bedeutung der Lymphgefäße und ihrer vitalen Wächterfunktion bestritten. Insbesondere hatte er die Absorptionsphänomene an lebendigen Versuchstieren mit denjenigen an Kadavern verglichen, bei denen er erst nach der Tötung der Versuchstiere Substanzlösungen in die Körperhöhlen applizierte. Mit diesen Experimenten hatte er eindrücklich demonstriert, daß die *postmortal* zu beobachtende Veränderung der Lymphflüssigkeit keineswegs auf einem vitalen, also auf einem aktiven Absorptionsmechanismus der Lymphgefäße beruhe, sondern für alle Körperstrukturen gleichermaßen gelten solle.¹²¹ Die auch nach dem Tod, wenn auch in begrenztem Umfang, nachweisbaren Absorptionsphänomene waren also kein vitales Phänomen, das auf die Einwirkung einer Lebenskraft zurückgeführt werden konnte.¹²² Doch die genaue Qualität dieser Prozesse, ihre "Aktivität" oder "Passivität" vermochten auch diese Experimente nicht zu klären. Am Ende blieb Magendie nur das Postulat lokaler physikalisch-chemischer Transportprozesse an einzelnen Körpermembranen. Verstärkt wandte er sich nun den Lebensphänomenen als "Funktionen der Relation" (*fonctions de relation*) - wie im Fall des Blutkreislaufs oder der Muskelbewegung - beziehungsweise als "Funktionen der Ernährung" (*fonctions de nutrition*) - etwa Nährstofftransport und der Verdauung - mit physikalisch-chemischen Mitteln zu.¹²³ Er beschäftigte sich insbesondere mit Fragen der "Diffusion" und "Kapillarattraktion", welche die lokale Anziehungskraft (*force*) erklären sollten, mit der die Substanzen ins Lumen der Venen aufgenommen werden. Magendie ging dabei von einer physikalischen Erklärungsmöglichkeit der Absorptionsvorgänge aus, welche einerseits in

121 Die Generalisierung seiner Konzeption äußerte sich auch in der physikalisch-chemischen Herangehensweise an den Gegenstand. So bat Magendie den Chemiker Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) um eine grobe chemische Vergleichsanalyse von Lymphflüssigkeit und venösem Blut, welche auf eine Ähnlichkeit ihrer Zusammensetzung hinauslief. Ebenda, Bd. 2, S. 204-210. Er betonte die Notwendigkeit der chemischen Analyse und quantitativen Betrachtung der Körpervorgänge, wofür er außerdem Aléxandre Jean Gaspard Marcets (1770-1824) Kohlenstoffbestimmungen aus den *Annales de Chimie* von 1816 als beispielhafte Arbeit darstellte. Ebenda, S. 164-166. Nach Trocknung gewonnener Lymphflüssigkeit wandte sich Magendie zudem an Michel-Eugène Chevreul (1786-1889) um eine chemische Analyse des von ihm als fibrinähnlich beschriebenen Substrats, nach der Lymphflüssigkeit zu 926, 4 Teilen Wasser, 4, 2 Teilen Fibrin, 61, 0 Teilen Albumin, 6, 1 Teil Natriumchlorid, 1, 8 Teilen Natriumkarbonat und 0, 5 Teilen Phosphat, Magnesium und Kohlenstoff bestehe. Ebenda, S. 172f.

122 Magendie gibt auch eigene autoptische Befunde wieder, in denen er Blutungen beobachten konnte, die eine Unterscheidung von Lymphflüssigkeit mit dem in den Lymphgefäßen enthaltenem Blut oder hämorrhagischen Ergüssen erschwerten. Ebenda, S. 186-192.

123 So beispielsweise F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 186-197, 245-286, sowie ders. (1817), Bd. 2, S. 1f., 151f., 384-390 und 465f.

Abhängigkeit von der Nahrungsaufnahme des lebendigen Körpers stünden, andererseits aber nachgeordnet seien. Man kann diese Dichotomie auch als forschungspraktische Strategie verstehen, heuristische Platzhalter für weitere Experimentalarbeiten und physikalisch-chemische Erklärungsansätze zu schaffen.¹²⁴

“Beginnen Sie immer damit, die Phänomene zu analysieren, indem Sie das Physikalische vom Vitalen unterscheiden. Nehmen wir eine Arterie; sie wird durch das allgemeine Leben ebenfalls am Leben gehalten, dabei führt sie diejenigen Eigenschaften aus, die zu den lebendigen Geweben gehören. Nichts Physikalisches bis hierhin. Aber ihre Wände sind elastisch, porös, im Innern mit einer gleitfähigen Membran ausgekleidet: Eine Flüssigkeit durchfließt ihren Hohlraum. Erzählen Sie mir also von elastischen Röhren, von hydrodynamischen Phänomenen. Es ist somit von höchster Wichtigkeit in der Physiologie, das Belebte sein eines Gewebes von der Weise seiner Lebenstätigkeiten zu unterscheiden!”¹²⁵

Für Magendie war die These von der Reduzierbarkeit der Lebensphänomene auf physikalisch-chemische Tatsachen also eine heuristische Prämisse. Er ließ kaum eine Gelegenheit aus, um seiner Hoffnung Ausdruck zu verleihen, daß es zukünftig bessere Verfahren der “Zergliederung” und ein erweitertes Verständnis der (“molekularen”) Prozesse der Ernährungsfunktionen geben werde. Allerdings blieb meist ein unerklärbarer Rest übrig: “das Belebte sein“ seines Untersuchungsgegenstands. Dieser war experimentell unzugänglich und trotzte im Sinne einer “physiologischen Unbekannten”¹²⁶ der reduktionistischen Letztbegründung.

e) Die Absorption im Experiment

Magendie ließ nichts unversucht, den physiologischen Mechanismus in der Tradition Bichats morphologisch zu verorten. Eine topographische Eingrenzung des Absorptionsorts schien jedoch unmöglich, wie die verschiedenen Versuche gezeigt hatten.¹²⁷ Magendie dachte dabei an kleine Gefäßbrücken (“*communications des artères avec les lymphatiques*”)¹²⁸, welche die

124 Siehe hierzu auch T. Hall (1969), Bd. 2, S. 251.

125 (“Commencez toujours par analyser les phénomènes, par isoler ce qui est physique de ce qui est vital. Voici, une artère; elle vie de la vie commune, jouit des propriétés qui appartiennent aux tissus vivants. Rien de physique jusque-là. Mais ses parois sont élastiques, poreuses, tapissées intérieurement par une membrane glissante: un liquide parcourt sa cavité. Parlez-moi alors de tuyaux élastiques, de phénomènes hydrodynamiques. Tant il est vrai qu'il est de la plus haute importance en physiologie de distinguer la manière de vivre d'un tissu de sa manière d'agir!”) F. Magendie (1840), Bd. 1, S. 4 [Übers. F. S.].

126 Über die Rolle von “wissenschaftlichen Unbekannten” (*scientific unknowns*) in der Konzeption naturwissenschaftlicher (eliminativistischer) Forschungsprogramme siehe Hall (1968), S. 6-27 [vgl. auch Anm. 92 in Kap. 4].

127 F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 193.

128 Ebenda, S. 232. Die Erwähnung solcher “arterieller Anastomosen”, welche den Rückfluß der Lymphe zum Herzen herstellen, mutet aus heutiger Perspektive und in Anbetracht der meist sehr genauen morphologischen Kenntnisse Magendies seltsam an. Ob er wirklich davon ausging, daß Arterien den Lymphfluß zum Herzen garantierten, bleibt fraglich, insbesondere weil die gesamte Argumentation dieser Experimentalserie seine Hypothese stützen sollte, daß die Absorption über den venösen Schenkel des Gefäßsystems erfolge. Deshalb liegt die Annahme nahe, daß er hier das französische Wort *artère* einfach ungenau verwandte, da es einerseits präzise für die herabgewandten Gefäße oder die sauerstoffreichen Blutgefäße benutzt wird. Andererseits kann es auch im übertragenen Sinne schlichtweg als “Gefäß” oder “Verkehrsader” verstanden werden, so wie

lymphatische mit der venösen Absorption verbinden und die Schnelligkeit der experimentell beobachteten Giftresorption erklären.¹²⁹

Da kam ihm ein neues Verfahren zu Hilfe. François Ribes (1765-1845), Militärchirurg und Chefarzt des *Hôtel Des Invalides*, war es nämlich 1816 gelungen, die intestinalen Membranzotten (*les villosités de la membrane muqueuse intestinale*) durch Injektion von Quecksilber in die *Vena porta* eines Leichnams darzustellen. Vor allem in Kombination mit einer konsekutiven Luftinsufflation ließ sich das Quecksilber in den Darmzotten verteilen und auf längere Zeit dort anfüllen. Bei behutsamem Vorgehen war es sogar möglich, das ganze Darmgewebe zu durchtränken, ohne daß die kleinen Gefäße platzten.

Diese Färbetechnik erlaubte also die Darstellung feiner anatomischer Strukturen für einen längeren Zeitraum. Ihre zeitliche Stabilität machte die Ribes-Methode für Magendie so interessant. Umgehend führte er eigene Experimente durch und setzte neben Luft noch zusätzlich Flüssigkeiten ein, welche das Quecksilber verteilen sollten.¹³⁰ Dabei stellte er fest, daß alle eingesetzten Substanzen unabhängig von ihrem Injektionsort früher oder später in den venösen Kapillaren erschienen. Von dort aus wurden sie zur Lunge befördert.¹³¹ Nun hatte er endlich einen Indikator für den direkten Übertritt der applizierten (in Magendies Augen "absorbierten") Stoffe gefunden. In Rekombination mit seinen früheren Versuchen war es nun möglich, die Absorption im Magen-Darm-Trakt als eine Tätigkeit des venösen Gefäßsystems zu begreifen, welche durch Gefäßäste und lymphatovenöse Anastomosen gewährleistet werde.

Auf den ersten Blick könnte man meinen, Magendie habe gegenüber Bichats "absorbierenden Mündungen" lediglich die morphologische Struktur ausgetauscht und an die Stelle der Lymphgefäße die Venen gerückt. Doch für Magendie verband sich mit der "venösen Absorption" keine vitale Eigenschaft eines Substrats, sondern eine in allen Organen und morphologischen Strukturen zu findende Tätigkeit, die den Stoffwechseltransport auf dem Blutweg zur Lunge gewährleisten sollte.¹³² Die "venöse Absorption" ist in Magendies Händen tatsächlich eine Funktion geworden, für die er nun morphologische Korrelate suchte. Wie der *Précis* zeigt, wurde die Funktion in der Forschungspraxis in heuristischer Weise gebraucht. Magendies Untersuchungen der Absorption machten dabei nicht an denjenigen Grenzschichten und Körpermembranen "halt", welche den Magen-Darm-Trakt etc. aufbauten. Vielmehr begriff er die Funktion - wie hier die Absorption - als einen Vorgang, der von der Nahrungssäule über die Schleimhäute bis in den Blutkreislauf und die Körperorgane vor sich gehe. Der Physiologe mußte also auf einer langen Strecke "schauen", was mit den absorbierten Stoffen passiert, welche physiologischen Einflußgrößen wirksam sind und warum die funktionelle Wechselwirkung der Teile eine Bedingung ihrer Aufrechterhaltung sei. Damit rückten bisher nicht beachtete Grenzstrukturen des Körpers - etwa das Ependym oder die Glaskörpermembran - in den Blickpunkt.

In gewisser Weise trennte Magendie in seinen Experimenten den Gesamtkörper nach funktionellen Relevanzgesichtspunkten in einzelne morphologische "Systeme" oder "Apparate"

man umgangssprachlich auch im Deutschen nicht von "(Blut-) Gefäßen" im allgemeinen auf ihren Sauerstoffgehalt, ihren Ursprungsort oder ihren Wandaufbau schließen kann. Heute wird demgegenüber vom alleinigen Lymphtransport über das Lymphgefäßsystem ausgegangen, das sich in seinem Verlauf mit dem venösen Schenkel des Kreislaufsystems vereinigt (insbesondere den großen Venen im *Angulus venosus*, zwischen *Vena jugularis interna* und *Vena subclavia*). Siehe H. Leonhardt (1990), S. 217f.

129 F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 211.

130 Ebenda, S. 211f.

131 Ebenda, S. 229.

132 Ebenda, S. 202f.

auf. Das gilt etwa für solche funktionellen "Organpakete" von der Dünndarmmukosa mit ihren Zotten, über die mesenterialen Lymphgefäße, die *Cisterna chyli* bis hin zum *Ductus thoracicus*, oder beispielsweise den venösen Gefäßschenkel über die Lunge und den arteriellen Gefäßteil zu den Körperorganen. Dennoch bedeutet dies nicht, daß Magendie diese "Organpakete" tatsächlich entnahm, um sie in anatomischer Manier *ex situ* zu studieren. Vielmehr konzeptionalisierte er sie in getrennter Form. *In situ* folgte er den Absorptionsvorgängen entlang solcher "Bahnen" bis in das Körperinnere hinein. Mit *post mortem* Sektionen vollzog er den zeitlichen Verlauf der Absorptionsfunktion nach. Am lebenden Tier erforschte er inwieweit die Wechselwirkung morphologischer Substrate bei der Absorption beteiligt seien. Das Experiment "wies" dem Physiologen hierbei den Weg zu den "Funktionen", so daß er beispielsweise den Farbpigmenten entlang der Bahnsysteme nachging, das Auftreten von Gerüchen mit bestimmten topographischen Gesichtspunkten in Verbindung brachte oder zeitliche Korrelationen, wie Giftaufnahme und Muskelkontraktion, miteinander in Beziehung setzte.¹³³ Aus dem experimentellen Prozedere resultierte auch hier eine entsprechende konzeptionelle Sicht auf den Organismus, die sich im *Précis* artikulierte. Das physiologische Experimentieren hatte somit auch zu einer Veränderung des Funktionsbegriffs geführt. Dies wird in Differenz zur Bichatschen Konzeption besonders deutlich. Zwar läßt sich Magendies Auffassung von unterschiedlichen 'Apparaten von Organen' auch auf Bichats dezentralisierte Vorstellung von den Lebensphänomenen rückbeziehen,¹³⁴ welche dieser schon als Resultate miteinander harmonisierender, heteronymer Gewebseinheiten verstand [vgl. S. 83]. Bichats Körpervorstellung glich jedoch mehr einem anatomischen "Baukasten", dessen Teile die durch die unterschiedlichen Gewebe aufgebauten Organe waren:

"Alle Tiere sind aus verschiedenen Organen zusammengebaut, die jeweils eine einzelne Funktion ausführen. Dabei tragen sie alle, auf ihre je verschiedene Weise, zur Erhaltung des Ganzen bei. Es gibt daher entsprechend viele Einzelmaschinen innerhalb der Gesamtmaschine, welche das Individuum bildet."¹³⁵

Funktionsgleichheit setzte für Bichat immer dieselben heteronymen Gewebsemble an unterschiedlichen Körperstrukturen beziehungsweise im untersuchten Parenchym voraus. Auch ließen sich für ihn nur dort Funktionen isolieren und untersuchen, wo diese heteronymen Gewebsemble in topographischer Nähe auftraten oder er sie direkt an homonymen Körpermembranen - etwa der Schleimhaut des Verdauungskanal - studieren konnte.

Zwar ging Magendie auch davon aus, daß sich der physiologische Gegenstand - die stabilen Körperfunktionen - isolieren lasse, daß dies aber nicht allein auf der Grundannahme präexistenter Gewebseinheiten als ihren morphologischen Substraten möglich sei. Vielmehr sollten die Lebenseigenschaften auch als solche kenntlich sein, das heißt überall und unterschiedslos im lebendigen Körper vorkommen und deswegen nicht auf einzelne Organstrukturen, im Sinne von organspezifischen Funktionen, rückführbar sein. Als physiologische Funktionen waren sie als Grundprinzip lebendiger Körper zu verstehen. Die morphologische Zuordnung der Bichat-Tradition - so Magendie - führe nicht zu einer wirklichen Erklärung der Lebensphänomene:

"Wenn man mit Sorgfalt die Weise, in der die [Physiologie ...] in den Werken der angesehensten Autoren präsentiert wird, untersuchen wollte, würde man erkennen, daß sie lediglich Suppositionen zur Grundlage hat,

133 Weitere Färbemethoden und verfeinerte lupenmikroskopische Betrachtungen wandte Magendie aber erst später in systematischer Weise an. Vgl. beispielsweise F. Magendie (1840), Bd. 1, S. 142-155, und ders. (1838), Bd. 3, S. 274-282.

134 Siehe auch J. Schiller (1978), S. 68f. [sowie Anm. 58 in der Einleitung].

135 X. Bichat (1818-21), Bd. 1, S. 35 [Übers. F. S.].

zu denen jeder [Physiologe] nach seinem Gutdünken einfach die zahllosen Phänomene des Lebens hinzufügt, wobei sie davon ausgehen, tatsächlich eine zufriedenstellende Erklärung geliefert zu haben.”¹³⁶

Eine “zufriedenstellende Erklärung“ sah Magendie nur in der Untersuchung physiologisch abgrenzbarer Bereiche des Körpers gegeben, welche er manchmal als “physiologische Moleküle” oder “Systeme“, meistens jedoch als “Apparate von Organen“ bezeichnete.¹³⁷ Der Intention nach - so mag man argumentieren - kann diese Zergliederung des Körpers auch im Sinne einer physiologischen Elementaranalyse verstanden und mit Bichats Auffassungen verglichen werden. Gegenüber Bichats gewebsbezogener Elementaranalyse trennte Magendie den Körper jedoch in vielfältigen Experimentalverfahren weiter in seine Bestandteile auf. Greift man auf Bichats Metapher vom Organismus als einer “Gesamtmaschine” zurück, so kann man annehmen, daß es das erklärte Ziel des Physiologen war, diese Gesamtmaschine des Körpers in immer kleinere Maschinen oder -teile zu zerlegen, welche in ihrem “funktionellen Zusammenspiel” beziehungsweise in ihrer funktionellen Integrität zu untersuchen und zu konzeptionalisieren waren.¹³⁸ Ähnlich wie in Bichats Pathophysiologie wurde hierdurch das traditionelle Gesamtbild des Körpers als einer ‘tierischen Maschine’ oder ‘tierischen Fabrik’ immer weiter aufgeteilt [vgl. Abs. 1. 2. b)].

Die beschriebene Metapher der ‘Apparate’ des Körpers ist in sämtlichen Arbeiten Magendies zu finden.¹³⁹ Im Vergleich mit Bichats Gewebsanatomie bleibt der epistemische Status der Magendieschen Apparate jedoch verschwommen. So lassen sich unterschiedliche Bedeutungsebenen herausarbeiten, welche meist auch in spezifischen Forschungskontexten auftraten: Erstens kann man in analytischer Hinsicht von den Apparaten als der Menge sämtlicher Körperstrukturen sprechen, die zur Aufrechterhaltung einer Funktion nötig sind und deshalb im experimentellen *setting* gleichermaßen untersucht werden müssen. Dies galt beispielsweise den Darmabschnitten und regionalen beziehungsweise überregionalen Gefäßsystemen im Absorptionsvorgang. Zweitens läßt Magendies Verwendungsweise der Apparate auch erkennen, daß sie eine unterschiedliche Materialität aufweisen und trotzdem der Aufrechterhaltung der gleichen Funktion dienen können, so etwa Lymph- und venöse Gefäße für die Absorption. Hier konnte es für Magendie auch ein “vikariierendes Einspringen“ der Apparate geben, wenn nämlich die Funktionen des einen durch den anderen physiologisch ersetzt werden. Drittens ist die heuristische Funktion des Organapparats zu beachten. Im Gegensatz zu Bichat hatte Magendie in seinen Experimenten nämlich nicht die Absicht, an einem bestimmten Punkt, etwa den Körpergeweben, stehenzubleiben.¹⁴⁰ Statt dessen wollte er auch ihre Funktionsweise experimentell demonstrieren und ihre physiologische Bedeutung für den Gesamtorganismus herausarbeiten. Außerdem richtete sich sein investigativer Ansatz auf die Lokalisation bislang unbekannter Substrukturen, etwa den Terminationsgebilden der

136 (“Si l'on veut examiner avec attention la manière dont [la physiologie] est présentée dans les ouvrages des auteurs les plus recommandable, on verra qu'elle a pour fondement des simples suppositions, auxquelles chacun [les physiologistes] rattache, à son gré, les nombreux phénomènes de la vie, croyant en donner une explication satisfaisante.”) F. Magendie (1816), Bd. 1, Einleitung, S. III [Übers. F. S.].

137 Bernard interpretierte Magendies Organapparate später auch als ‘physiologische Organbausteine’ [siehe S. 58] Magendie verstand sie darüber hinaus im Sinne einer komplexen Organisationsweise des lebendigen Körpers. Deswegen ist Albury insofern zuzustimmen, daß er den Gegenstandsbereich der Physiologie in der Untersuchung eines “funktionell integrierten Gesamtsystems” und dessen Bedeutung für den Gesamtorganismus beschreibt, vgl. W. Albury (1977), S. 88.

138 Siehe A. Métraux (1995).

139 Vgl. auch J. M. D. Olmsted (1944), S. 30f.

140 Siehe A. Métraux (1995), S. 118f. und 125f.

Lymphgefäße, welche sich zwar ebenfalls im “Apparat“ des Magen-Darm-Trakts befanden, die Magendie aber dennoch als wichtiges Substrat des örtlichen Absorptionsgeschehens auffaßte. Die alleinige Möglichkeit ihrer Existenz reichte ihm nicht aus, sondern er wollte - wenn auch nur mit mäßigem Erfolg - ihre genaue Struktur sowie die lokalen Wirkungsmechanismen weiter aufklären.

Diese unterschiedlichen experimentalphysiologischen Begründungsebenen bedingten - vor allem heuristisch in unterschiedlichen *settings* austauschbar -, daß sich Magendies Funktionsbegriff nach und nach von einer strengen Bindung an spezifische morphologische Körperstrukturen löste und sich aus der Experimentalpraxis selbst ein neues Verständnis der physiologischen Funktion entwickelte.¹⁴¹ Besonders deutlich wird das in jener Experimentalanordnung, die im Mittelpunkt des folgenden Abschnitts stehen soll: der experimentellen Simulation physiologischer Vorgänge an der *Vene auf dem Karton*.

5. 3. Die ‘Vene auf dem Karton’ - die experimentelle Simulation physiologischer Funktionen

Noch zu Magendies Zeiten galt die Auffassung von der morphologischen Spezifität der Lebereigenschaften als selbstevident.¹⁴² Für ihn wurde dagegen die physiologische Funktion nicht nur in den konzeptuellen Auseinandersetzungen mit seinen Vorgängern oder zeitgenössischen Physiologen zum wichtigsten Forschungsgegenstand.¹⁴³ Sie entsprang vielmehr der experimentellen Umsetzung seines physiologischen Vorhabens und avancierte zum Kern seines Forschungsprogramms. Das *experimentelle Protokoll*, welches Magendie bereits 1809 etabliert hatte, wurde in den einzelnen Etappen seines Forschungswegs stärker methodologisch eingefasst, womit die Funktion zum zentralen wissenschaftlichen Angriffspunkt wurde. Das entsprach durchaus Magendies Zielvorstellung. Zugleich kam es aber auch zu einer Redefinition des Funktionsbegriffs, welche sich direkt aus der Vernunft des experimentellen Handelns ergab. Hatte Magendie zu Beginn seiner Forschungstätigkeit vor allem die Frage nach der Beziehung von physiologischer Funktion und morphologischem Substrat thematisiert und die Funktion von ihrer engen Bindung an die Körperorgane und Einzelgewebe gelöst, so beschäftigte er sich in der Zeit von 1813 bis 1816 zunehmend mit den zeitlichen Abläufen und den dynamischen Komponenten des Absorptionsgeschehens. Sie verliehen dem experimentellen Gegenstand eine epistemische Eigenständigkeit. Diesem wandte er sich nun in weiteren experimentellen Variationen zu.

a) Die vergleichend-anatomischen Studien der Mémoires von 1819 und 1820

Im *Mémoire* von 1819 ging Magendie das Absorptionsproblem aus vergleichend-anatomischer Perspektive an, indem er die lymphatischen Gefäße von Vögeln untersuchte und seinen

141 Magendies Vorstellung kann somit als Vorläufer der gegenwärtig stark diskutierten Auffassung von der ‘Emergenz‘ oder ‘Supervenienz‘ biologischer Funktionen angesehen werden [Vgl. Anm. 23 aus Kap. 4].

142 So wiesen einige zeitgenössische Physiologen und Mediziner, etwa der italienische Physiologe Carlo Matteuci (1811-1868) und der französische Psychiater Étienne Georget (1795-1828), die Zuordnung des Prädikats der Funktion zu den physiologischen Ernährungs- und Stoffwechselfvorgängen zurück, da sie davon ausgingen, daß die Ernährungs- beziehungsweise die Absorptionsvorgänge spezifische Lebereigenschaften des Magen-Darm-Kanals seien. Siehe J. Schiller (1968), S. 73f.

143 Vgl. F. Magendie (1817), Bd. 2.

physiologischen Auffassungen gegenüberstellte.¹⁴⁴ Einzelne vergleichende Anatomen vertraten - so Magendie -, daß Vögeln und Reptilien der Brustmilchgang, *Ductus thoracicus*, vollständig fehle.¹⁴⁵ Dennoch sollten physiologische Absorptionsvorgänge auch bei diesen Gattungen vorkommen, die er als Grundbedingung der metabolischen Körpervorgänge einstufte.¹⁴⁶ Den Zusammenhang zwischen physiologischer Tätigkeit und morphologischen Strukturen untersuchte Magendie nun bei fünfzig Vögeln verschiedener Spezies. In seinen Sektionen konnte er feststellen, daß die Milchgänge beziehungsweise der *Ductus thoracicus* bei fast keiner der untersuchten Tiergattungen existierten.¹⁴⁷ Daher ging Magendie davon aus, daß bei Vögeln an den physiologischen Absorptionsvorgängen fast ausschließlich die venösen Gefäße beteiligt seien.¹⁴⁸

Den anschließenden *Mémoire* von 1820 fokussierte Magendie daher auf die Frage des lokalen Substanzdurchtritts durch die Venenwände.¹⁴⁹ Er begann seine Untersuchungen mit einer sehr eigenwilligen Experimentalmethode, die ich im weiteren als 'Vene auf dem Karton' (*la veine au carton*) charakterisieren möchte. Dabei wurde die Jugularvene eines Hundewelpens chirurgisch dargestellt. Durch *Venae sectio* präparierte sie Magendie in ihrer gesamten Länge vom umgebenden Bindegewebe, den *Vasa privata* sowie den *Nervi proprii* frei. Dann löste er sie - ohne ihre Kontinuität zu unterbrechen - vom Hals und schob ein Stück Karton darunter.¹⁵⁰

144 F. Magendie (1821e).

145 Coleman stellt etwa am Beispiel von Louis-Jean Marie D'Aubenton (1716-1800) dar, daß dieser ausgewiesene Anatom noch 1753 behaupten konnte, sich in seiner Forschungspraxis lediglich den "wichtigen" Körperteilen zuwenden zu müssen, nämlich den inneren Organen, Lungen und dem Magen etc. Muskel, Nerven und Gefäßsysteme habe er jedoch vernachlässigen können, da sie in der Tierökonomie nur von untergeordneter Bedeutung seien. Diese Meinung war beispielhaft für die Zeit und kann die oft beträchtlichen Wissenslücken über ausgewiesene Teilsysteme des Körpers wie die Lymphgefäße erklären helfen. Vgl. W. Coleman (1964), S. 46.

146 Magendie berichtet, einen Brief von William Hewson (1739-1774) an John Hunter aus dem Jahre 1768 gelesen zu haben, der in den *Philosophical Transactions* der *Royal Society of London* abgedruckt ist und in dem Hewson erstmalig die Entdeckung lymphatischer Gefäße im Magen-Darm-Trakt sowie im Genick von Vögeln bekannt gab. Zur besseren Darstellung und für Kartierungsmöglichkeiten injizierte Hewson bereits an menschlichen Leichen Quecksilber ins Lymphgefäßsystem. Dieses Verfahren wandte er nachfolgend auf das Lymphgefäßsystem von Vögeln und Fischen an und konnte dort am Magen-Darm-Trakt Quecksilbermarkierungen beobachten, was Hunter zuvor "mit bloßem Auge" nicht gelungen war. Dieser hatte zu Beginn seiner Karriere eng mit Hewson zusammengearbeitet. In den nachfolgenden 50 Jahren bis zu Magendies Entdeckungen hatte sich der Fragenkomplex zum Lymphsystem aber verändert. Im Vordergrund stand nun die von Hewson vertretene These, daß die von kleineren Chylusgefäßen durchdrungenen Darmzotten über Öffnungen mit dem Darmlumen in Verbindung stünden und wie kleine Röhrchen über Kapillarkräfte den Absorptionsvorgang bewirkten. Hewsons Arbeiten wurden in der Folge von Alexander Monro *secundus* (1733-1817), William Cruikshank (1745-1800) und Paolo Mascagni (1752-1815) bestätigt. Zu einer Erweiterung der Erkenntnisse über die Wirkkräfte im Lymphgefäßsystem und den Lymphtransport zum Herzen - nimmt man Magendies Arbeiten aus - kam es aber erst um 1831, als Müller die funktionelle Rolle von Lymphknoten (*Lymphherzen*) experimentell nachwies. Siehe N. Eales (1974), S. 292f., und J. Pickstone (1973), S. 340-342.

147 Diese Sichtweise schien über den Zeitraum von hundert Jahren bestanden zu haben, denn schon Alexander Monro konstatierte in seinem einflußreichen Werk *De venis lymphaticis valvulosis, et de earum in primis origine*, daß lymphatische Gefäße weder bei Vögeln, noch bei Fischen oder Reptilien zu finden seien. Vgl. N. Eales (1974), S. 283f.

148 Siehe F. Magendie (1821e), S. 52.

149 F. Magendie (1821d).

150 J. Pickstone (1976), S. 207, stellt dar, daß isolierte Untersuchungen an Gefäßstücken auch von Henri Dutrochet, Pierre-Salomon Ségalas (1792-1875) und dem in Paris arbeitenden Sizilianer Michèle Foderà (1793-1848) durchgeführt wurden, um das Phänomen der 'Kapillarität' untersuchen zu können. Magendie

So hatte er nicht nur den Blutfluß der Vene isoliert, sondern ihn sozusagen “auf dem Tablett“ frei zugänglich und ohne störende Einflüsse oder konkurrierende Faktoren der experimentellen Beobachtung präsentiert. Um herausfinden, wie sich nun die Volumenzunahme des intraluminalen Blutes auf die Absorptionsphänomene auswirke, infundierte er zusätzlich lauwarmes Wasser in die Femoralgefäße eines Versuchstiers. Das gelöste und volumenmäßig vermehrte Blut durchströmte darauf hin in gleichmäßiger Weise den zu untersuchenden Venenabschnitt. Aufgrund dieser funktionellen Isolationstechnik (*une méthode isolatrice ou de localisation fonctionnelle*)¹⁵¹, mittels anatomischer Freipräparation der Vene und ihrer Abkapselung durch den Karton, konnte Magendie sicher gehen, daß keine weitere anatomische Struktur mit ihr in unmittelbaren Kontakt geriet. Dann träufelte er das alkoholische Brechnußextrakt auf den Karton. Nach der anschließenden Kontrolle, daß der Blutfluß während des Experiments ungehindert durch die Jugularvene verlaufe, konnte er somit darauf warten, wann und in welcher Stärke die Phänomene erneut aufträten, welche er in vielen Experimenten zuvor eingehend untersucht hatte: Schon nach wenigen Minuten stellten sich die erwarteten Konvulsionen beim Versuchstier tatsächlich ein.

In Fortentwicklung des Experiments exstirpierte Magendie ein Jugularvenenstück bei einem zweiten Versuchstier. Anschließend setzte er Glasröhrchen an die beiden Enden der Vene an. Über das eine Röhrchen führte er Wasser hinein und über das andere wieder heraus, von wo aus er es in einen kleinen Eimer tropfen ließ. So gewährleisteten die Glasröhrchen einen kontinuierlichen Fluß warmen Wassers durch das Innere des Venenstücks. Mehr noch, mit diesem experimentellen *setting* wurde der natürliche Blutfluß in der Vene durch den Wasserstrom ersetzt. Der Versuchsaufbau simulierte somit den physiologischen Blutfluß in den venösen Gefäßen (*“qui simulât le cours du sang”*).¹⁵² Zwar kann dieser Versuchsaufbau zunächst als eine Reminiszenz auf das *experimentelle Protokoll* verstanden werden, welches Magendie bereits zusammen mit Delille etabliert hatte, als sie Federkiele als Gefäßprothesen verwandten. Dennoch ersetzte Magendie mit seinen Glasröhrchen - in Differenz zu seinen früheren Arbeiten mit Delille - in dieser neuen Experimentalserie nicht nur die morphologische Struktur: den venösen Gefäßverlauf. Vielmehr wurde auch die Funktion selbst - der Blutstrom - vom natürlichen Substrat befreit: In Magendies Versuchsaufbau floß jetzt Wasser, welches die “absorbierten“ Stoffe in künstlicher Weise transportierte. Die physiologische Funktion war also fast gänzlich - mit Ausnahme der Venenwand als zu untersuchender Grenzstruktur - in einen artifiziellen Experimentalaufbau überführt worden, in dem er den Absorptionsvorgang weiter studierte. Das experimentelle Arrangement auf Magendies physiologischem Operationstisch hatte somit den lebendigen Tierkörper ersetzt. Aus seinen früheren *in situ* Experimenten war vielmehr ein biotechnisches Konstrukt entstanden, welches allein die Absorptionsfunktion zur weiteren physiologischen Untersuchung verfügbar machte.

Eine zusätzliche Erweiterung des ursprünglichen *Protokolls* stellte Magendies Kombination mit farblichen Nachweistechiken dar. Wiederum exstirpierte er ein Stück der *Vena jugularis externa* bei einem Hund, befreite es vom gesamten umgebenden Bindegewebe und setzte an jedes Ende Glasröhrchen an. Magendie überzeugte sich auch jetzt davon, daß der künstlich mit lauwarmem Wasser simulierte “Blutfluß“ während des Experiments ungehindert durch die Jugularvene verlief. Ähnlich dem ersten Teil dieser Experimentalserie legte er nun auf dem

stand mit ihnen in wissenschaftlichem Austausch, wobei sich seine eigenen Fragestellungen vor allem auf die Bedeutung physikalisch-chemischer Faktoren der Kapillarität richteten.

151 Siehe auch G. Legée (1988), S. 221.

152 Vgl. F. Magendie (1821d), S. 12.

Karton die absorbierende Fläche, nämlich die freipräparierte Venenwand, in ein Bad mit schwacher Säure. In Analogie zu den Vergiftungserscheinungen mit *Nux vomica* war der Übertritt der Säure in den inneren Kreislauf nach fünf Minuten mit Lackmus nachweisbar.¹⁵³ Magendie hatte es in den Eimer eingetaucht, in den das die Vene durchströmende Wasser hineinlief, und auf den Farbumschlag gewartet. Damit war der Substanzübertritt durch die funktionell isolierte Venenwand visualisiert und gezeigt, daß tatsächlich ein "venöser Absorptionsmechanismus" existiert.

Nach Magendies eigener Interpretation handelte es sich bei dem hier experimentell beobachtbaren "Absorptionsvorgang" um einen rein physikalischen Vorgang. Eine andere Interpretation ließ das biotechnische Konstrukt auf seinem Labortisch auch gar nicht zu, in der Weise, in der von sämtlichen morphologischen und physiologischen Substraten der Funktion experimentell abstrahiert worden war. Die im *Précis* entwickelte konzeptionelle Isolation der Funktion schlug sich somit in der aktuellen Forschungspraxis nieder. Andererseits bestimmte das technisch-apparative Arrangement das weitere Vorgehen des Physiologen. Es stellte das epistemische Objekt eigentlich erst im Labor her.

b) Die Absorption als vitale Funktion

Die physiologische Funktion wurde mit der an der *Vene auf dem Karton* entwickelten Technik frei verfügbar. Doch diese Form der - experimentellen wie analytischen - Darstellung war, wie eben gesehen, an ein höchst artifizielles Konstrukt gebunden, nämlich die fast vollständige Simulation der organischen "Natur". Aber entsprach die auf dem Karton des Experimentiertisches freipräparierte physiologische Funktion noch der natürlichen Lebenstätigkeit? War sie nicht selbst lediglich ein artifizielles Produkt eines auf die Spitze getriebenen Experimentierens? Und hatte diese experimentelle Konstruktion überhaupt außerhalb des Labors Bestand?

Diese Fragen sind keineswegs nur Ausdruck einer konstruktivistischen Wissenschaftskritik oder Exkurs in eine Außenseiterdebatte. Vielmehr waren sie zentral für die Etablierung der physiologischen Methodik im 19. Jahrhundert.¹⁵⁴ Außerdem artikulieren sie sich in der zeitgenössischen Debatte, inwieweit vivisektorische Experimente überhaupt einen Rückschluß auf die "normale Natur" erlaubten. Mit ihr setzte sich Magendie bewußt auseinander. Seine Kommentierung beziehungsweise Ergänzung der von ihm herausgegebenen *Recherches* Bichats lassen sich durchaus in diesem Kontext lesen.¹⁵⁵ Zwei Aspekte halte ich für bemerkenswert: Erstens erlauben die dort wiedergegebenen Experimente einen Rückschluß auf die Weiterentwicklung des laborpraktischen *raisonnements*. Gerade die Übertragung und Einbindung der ausgefeilten Simulationstechnik gibt die Etablierung der Funktion als Gegenstand der physiologischen Forschungspraxis zu erkennen. Zweitens setzte Magendie die Beschreibung seiner Experimente durchaus als rhetorische Strategie ein, um die artifizielle Beschränktheit seiner Methode zu entkräften. In dieser doppelten Hinsicht, nämlich als

153 Ebenda, S. 8.

154 Vgl. G. Canguilhem (1996).

155 X. Bichat (1822), S. 132-139, Fn. a. Magendie übte auch hier erneute Kritik an den "trügerischen Hypothesen" Bichats, die Lebensphänomene in Opposition zu physikalisch-chemischen Phänomenen zu stellen. Er begründet seine Kritik an den *Recherches* nicht nur auf experimentellen Befunden, wie sie sonst so zentral für seine Arbeiten waren, sondern nutzte genauso eine Vielzahl von Gedankenexperimenten und logischen Einwänden, die Bichats Annahmen diskreditieren und darin enthaltende Inkonsistenzen aufzeigen sollen. Siehe auch J. M. D. Olmsted (1944), S. 82f., und M. Gross (1974), S. 47f.

Dokumentation der experimentellen Praxis und als rhetorisches Element einer Argumentation, lassen sich diese Experimente als forschungspraktische wie theoretische Absicherung des neuen Funktionsbegriffs über die Grenzen des eigenen Labors hinaus verstehen.

Eine erste Stufe dieser "Grenzüberschreitung" war die Ausweitung der Experimentalserie auf die menschliche Natur. Dies ist nicht in dem Sinn zu verstehen, daß Magendie seine Experimente am menschlichen "Objekt" fortführte. Vielmehr hoben weitere Versuchsreihen die Anknüpfungspunkte heraus, welche eine Parallelisierung von menschlichen Sektionsbefunden mit laborexperimentellen Beobachtungen erlaubten. Ein solches Beispiel stellen die Absorptionsversuche am Herzen dar. Im Verlauf des ersten Versuchs entnahm er das Herz eines Hunds, der am Morgen des selben Tages gestorben war. Anschließend füllte er 30°C-warmes Wasser in ein venöses Koronargefäß, über das es in den rechten Vorhof des Herzens gelangen konnte. Nach diesem Gefäßdurchlauf ließ er das Wasser aus dem eröffneten Vorhof in einen Behälter tropfen. Dann spritzte er eine schwach saure Lösung zwischen die beiden Blätter des Herzbeutels, den er noch am Präparat erhalten hatte, und fuhr mit der Spülung der Koronargefäße solange fort, bis nach sechs Minuten die putativ schädliche, nämlich saure Flüssigkeit im Behälter aufgefangen und mit Lackmus nachgewiesen werden konnte.¹⁵⁶ Im Experiment war die Noxe also über das herznahe viszerale Perikard in den venösen Gefäßschenkel übergetreten oder - so Magendies Interpretation - "absorbiert" worden. Bis hierhin glich das Experiment deutlich den Versuchen der *Vene auf dem Karton*, welche er zwei Jahre zuvor unternommen hatte. Neu war aber jetzt die teilweise Rückübertragung der Experimentalergebnisse auf das Leichenpräparat. Zwar hatte Magendie das Herz des Versuchstiers entnommen und auf den Labortisch gesetzt, aber die Verbindung des simulierten Blutflusses erfolgte über die normale Gefäßstrecke - eine *V. coronaria*, den *Sinus venosus* und den rechten Vorhof - und nicht über Glasröhrenbrücken. Diese experimentelle Rückübertragung nahm den vorangegangenen Arbeiten etwas von ihrer Artifizialität. Zugleich suchte Magendie Anschluß an die menschliche Pathologie. Denn unter den gleichen "physikalischen Bedingungen" wie im Labor reproduzierte er diese Absorptionsphänomene am menschlichen Herz, welches einem mehrere Stunden alten Leichnam entnommen worden war.

Im nächsten Schritt dieser Experimentalserie wurde die Phänomenologie dieser beiden divergenten Repräsentationsräume weiter aneinander angeglichen und auf das "normale Leben" übertragen. Magendie verfeinerte seine Visualisierungsstrategie, indem er den Versuchstieren Tinte zwischen die Pleurablätter injizierte. Anschließend tötete er sie und konnte innerhalb einer Stunde eine leichte Verfärbung der *Pleura*, des Herzbeutels, der Interkostalmuskulatur und der Herzoberfläche feststellen, welche für einen venösen Absorptionsmechanismus sprach. Magendie machte zwar auf Schwierigkeiten aufmerksam, diese Experimente reliabel zu reproduzieren. Zu ihrer Stützung griff er aber auf pathologische Erfahrungen zurück. So habe er in seiner Zeit als Anatomieassistent und Prosektor der *École de Santé* wiederholt beobachtet, daß sich die Nachbarschaftsstrukturen der Gallenblase *post mortem* grünlich anfärbten.¹⁵⁷ Daher sei *intra vitam* ebenfalls von einem gewissen Durchtritt - in modernen Begriffen der 'Permeabilität' oder der 'Transsudation' - von Gallenflüssigkeit auszugehen, die jedoch durch benachbarte Strukturen absorbiert und somit eliminiert werde.¹⁵⁸ In gleicher Weise, wie die Eröffnung des toten Körpers Rückschlüsse auf die den Augen vor dem Tod verborgenen

156 F. Magendie in X. Bichat (1822), ebenda, S. 135f.

157 Diese Tatsache wird deshalb heute noch gerichtsmedizinisch zur Todeszeitbestimmung eingesetzt. Vgl. beispielsweise B. Forster/D. Ropohl (1989), S. 20.

158 F. Magendie in X. Bichat (1822), S. 137.

Lebenstätigkeiten erlaubte, so sollte nun die laborexperimentelle Simulation eine Rekonstruktion des zuvor experimentell nicht Darstellbaren ermöglichen.

Die Gleichsetzung der experimentellen Darstellung mit krankhaften Zuständen war ein zweiter Schritt. Sie verließ in doppelter Hinsicht die "Grenzen des Labors".¹⁵⁹ Mit ihr ließ sich das Geschehen auf dem Labortisch im wahrsten Sinn des Wortes als ein Ausschnitt des tatsächlichen Lebens demonstrieren. In Fortführung dieser Experimentalserie stellte er nämlich pathophysiologische und experimentalphysiologische Befunde einander gegenüber und griff nochmals auf das technische Protokoll der *Vene auf dem Karton* zurück. Auf dem Karton plazierte wurde das Gefäß diesmal mit einem alkoholischen Brechnußextrakt beträufelt. Schon nach vier Minuten stellten sich die erwarteten Vergiftungszeichen beim Versuchstier ein und nahmen ein solches Ausmaß an, daß Magendie mit einem künstlichen Beatmungsversuch beginnen mußte (vgl. Abb. 12).¹⁶⁰

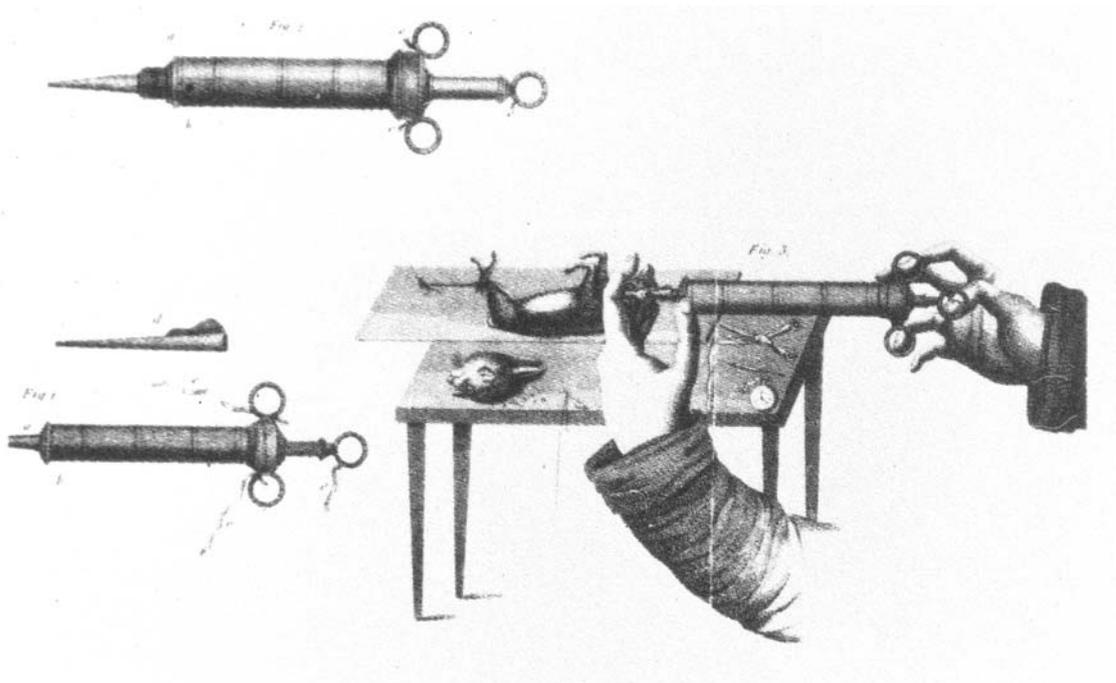
Mit diesem Vorgehen hatte Magendie den experimentellen Repräsentationsraum verschoben. Handelte es sich in seinen vorangehenden Versuchen noch um Experimente, bei denen die Vene exstirpiert und somit in ihrer "Diskontinuität" in den Experimentalaufbau eingespannt wurde, so stellte Magendie jetzt das gesamte Tier ins experimentelle Arrangement des Absorptionsversuchs hinein und untersuchte dabei den "isolierten Venenabschnitt" weiter. Man kann also sagen, daß das gesamte Tier *quasi* die Stelle des Venenpräparats einnahm. Damit wurde nicht nur ein konzeptueller Übertrag vom isolierten Absorptionsgeschehen auf den Organismus hypothetisch postuliert, sondern - im experimentellen Umkehrschluß - auch seine Bedeutung auf die Tierökonomie erweitert.

Dies äußerte sich in Magendies Labor vor allem darin, daß er zu den genannten Beatmungsversuchen greifen mußte, um das interaktive Funktionsgeschehen weiter "am Laufen" zu halten, was er noch zuvor mit dem Glasröhrchenkreislauf problemlos meistern konnte.

159 Wie eng diese Grenzen physisch tatsächlich waren, gab Bernard zu Protokoll [vgl. Anm. 75 der Einleitung].

160 Möglichkeiten zur künstlichen Beatmung, die wie die Einführung der Äthernarkose die Vivisektionspraxis revolutionierten, gab es schon seit Beginn des 19. Jahrhunderts. So stellte Legallois bereits 1812 eine Technik vor, bei der er mit einer Spritze Luft in die Lungen von Hasen insufflieren und über einen seitlichen Spritzenadapter mit dem Finger kontrollieren konnte. Siehe M. Brazier (1988), S. 42.

ABBILDUNG 12: *Technik der künstlichen Beatmung von Legallois.*
Aus: M. Brazier (1988), S. 43.



Magendie wandte sich damit auch forschungspraktisch gegen den Einwand der Vitalisten, daß seine vivisektorischen Experimente künstlich seien und im Widerspruch zu den tatsächlichen Vorgängen in lebendigen Körpern stünden. Während es Bichat darauf angelegt hatte, seine Versuchstiere in jedem Fall zu töten, um den Sterbevorgang beobachten und analysieren zu können, war ihr Tod für Magendie das ultimative Ende der experimentellen Vernunft. In Experimenten wie diesem zog er den Tod so lange wie möglich hinaus. Nicht nur konzeptuell war die physiologische Funktion an das Leben gebunden. Mehr noch: Die Physiologie auf dem Labortisch gehorchte den gleichen Regeln. Mit dem Tod des Versuchstiers “starb“ auch das Experiment.¹⁶¹

161 Eine besonders kritische Bedeutung erlangte das vivisektorische Experimentieren bei den stärker neurowissenschaftlich orientierten Physiologen wie Flourens oder dem Italiener Luigi Rolando (1773-1831). Ihre Ablationsexperimente führten oft zu so starken Blutungen, daß die Tiere innerhalb kürzester Zeit verstarben und der Rückbezug der experimentellen Isolation auf die beobachtbaren Verhaltensmuster fast unmöglich wurde. Vgl. O. Breidbach (1997), S. 93f.

Mit diesen Experimentalserien begann sich Magendie zugleich vom strengen Determinismus der früheren Jahre zu lösen. So mußte er zugeben, daß die physiologische Absorptionsfunktion im Kontext und in Wechselwirkung zu anderen Funktionen des lebendigen Körpers stehe.¹⁶² Ein Beispiel waren die Fieberzustände, bei denen die Dosis von Arzneimitteln verdoppelt oder verdreifacht werden mußte, um die gleichen Wirkungen, wie bei normaler Körpertemperatur zu erzielen. Magendie deutete diese klinischen Erfahrungen als Erweiterung seines hämodynamischen Absorptionsmodells:¹⁶³ Eine erhöhte Körpertemperatur führe zu einer größeren Blutzirkulation. Das vermehrte Blutvolumen pro Zeit beeinflusse notwendigerweise die Absorption. Werde das Lumen vermehrt durchströmt, komme es zu einer stärkeren Lösung der Substanzen. Gleichzeitig führe die Blutdruckzunahme (nach dem 'Poiseuilleschen Gesetz') zu einer Erhöhung der Wandspannung bei Abnahme der Gefäßwanddicke. Verkürze sich die Strecke zwischen dem extravasalen Raum und dem intravasalen Raum, so bedinge das eine schnellere Resorption.¹⁶⁴ Die Funktion war also ein multifaktorielles Geschehen, dessen Komplexität sich im physiologischen Experiment kaum hinreichend darstellen ließ. Dennoch läßt Magendies Experimentalpraxis auch solche Überlegungen erkennen.¹⁶⁵

Ein weiterer Schritt stellte schließlich die Analogisierung der laborexperimentellen Beobachtung mit dem klinischen Erfahrungswissen dar. Gezielt hatte Magendie hier auf die alte Experimentalanordnung von 1813 zurückgegriffen, mit der er seine pathophysiologische Deutung des klinischen Geschehens experimentell umsetzen konnte. In Variation dieses Versuchs mit warmen Wasserinfusionen und Giftapplikation an unterschiedlichen Körperstrukturen stellte er nun fest, daß sich das Strömungsvolumen in den zu untersuchenden Blutgefäßen willkürlich variieren ließ, ohne die anderen Funktionen allzusehr zu beeinflussen.¹⁶⁶ Eine Wasserinfusion simulierte also wie in den Experimenten an der *Vene auf dem Karton* das zusätzliche Strömungsvolumen (*une pléthore artificielle*) - allerdings nicht mehr in der künstlichen Präparation, sondern als Simulation des klinischen Fieberzustands. Auch hier "stand sozusagen der ganze Organismus auf dem Karton": Nachdem Magendie einem Hund einen Liter Wasser infundiert hatte, injizierte er ihm eine kleine Dosis Brechnußextrakt in die Pleurahöhle. Und in der Tat stellten sich bei dieser Simulation der Plethora die zu erwartenden Vergiftungssymptome einige Minuten später ein, als beim "gesunden Tier".¹⁶⁷ Auch die Gegenprobe war möglich: Nach Aderlaß setzte die Vergiftung rascher ein. Die physiologische Absorptionsfunktion war nicht nur abhängig vom Durchflußvolumen der Gefäße - sie war inzwischen auch so mobil und aus dem sie generierenden Experimentalzusammenhang herauslösbar, daß sie sich nun als experimentelles

162 F. Magendie in X. Bichat (1822), S. 137f.

163 Ebenda S. 139.

164 Ebenda, S. 138.

165 Ebenda, S. 137f. In modernen kybernetischen Untersuchungen werden Körperfunktionen demgegenüber oft hinsichtlich ihres Synergismus, untersucht siehe beispielsweise D. Varju (1977), A. Marfeld (1973), insbesondere *Lernen mit der Natur - Funktionsmodelle und Automaten*, S. 292-303, oder B. Hassenstein (1967).

166 F. Magendie in X. Bichat (1822), S. 138. Diese Experimentalserie läßt sich gleichfalls in Hinblick auf Magendies Gegnerschaft zu Bichats Lehrmeinung von der Sensibilität als Gewebeeigenschaft sehen. Während Bichat vertrat, daß die Zirkulation einer fremden Flüssigkeit Schmerzen hervorrufe, konnte Magendie seine Experimente dergestalt variieren, daß über die planmäßige Steuerung des Gift- oder Blutflusses Schmerzen zu vermeiden waren und erst - so seine Auffassung - durch Kontakt mit dem Rückenmark 'Sensibilität' entsteht. Siehe auch M. Gross (1974), S. 48f.

167 F. Magendie in X. Bichat (1822), S. 138.

Modell der klinischen Beobachtung anbot. Aus dem epistemischen Objekt der Experimentalpraxis war ein physiologisches Werkzeug geworden.

c) Zurückweisung der 'Absorbierenden Mündungen'

Natürlich verwendete Magendie hier ähnliche Konzeptionen und Techniken wie Bichat [vgl. Abs. 3. 4.]. So findet sich zum einen eine Thematisierung von klinischen Fragestellungen, wie der Bedeutung der pathologischen Blutfülle für die Absorptionsvorgänge. Zum anderen erinnert die experimentelle Untersuchung des durch "schädigende Noxen bedrohten Körpers" an den pathologischen Anatomen. Wie Bichat, so stützte auch Magendie die vivisektorischen Experimentalbefunde auf Ergebnissen aus der *postmortalen* Sektion ab. Dennoch stellte Magendie seine experimentell gewonnene Ansicht, daß es sich bei den Absorptionsphänomenen wirklich um einen physikalischen Vorgang handle, der weithin akzeptierten und auch von Bichat vertretenen Auffassung gegenüber, daß hierfür besondere "vitale" Kräfte oder Gewebeeigenschaften verantwortlich seien. Schließlich hatte ihn das experimentelle Handeln auf dem Labortisch zu einer weitgehenden Abstraktion der Funktion aus dem intravitalen Geschehen heraus und hin zu ihrer Erfassung im technischen Arrangement geführt.

Vor dem Hintergrund dieser experimentellen Resultate prägte Magendie den physiologischen Funktionsbegriff um. Im Unterschied zu Bichat wurden die Lebensphänomene nämlich nicht länger als Widerstand gegen den Tod, etwa durch Krämpfe oder durch Atemlähmung bedingt, definiert. Vielmehr setzte er sie am *Interface* von physikalisch-chemisch bedingten Vorgängen des gesunden zu den pathophysiologischen Abläufen des kranken Körpers gleich. Wenn es ihm gelungen sei - so Magendies *raisonnement* - mit seinen Labormethoden das Absorptionsphänomen bei pathologischer Blutfülle experimentell nachzumodellieren, dann gebe es keinen prinzipiellen Unterschied zwischen den Krankheitsphänomenen einerseits und naturwissenschaftlichen Experimentalprozessen andererseits. Aus diesem Grund wies er auch Bichats Auffassung von absorbierenden Mündungen (*bouches absorbantes*)¹⁶⁸ zurück, welche in einer *quasi* bewußten Weise nützliche Substanzen aufnehmen und den Körper schädigende abstoßen sollten.¹⁶⁹ Hier berief sich der Physiologe auf den zurückgelegten experimentellen Konstruktionsprozeß, in dem ihm der "positive" Nachweis gelungen sei, daß das auf dem Karton isolierte Venenstück tatsächlich an

168 Siehe auch die Darstellung dieser Absorptionstheorien im Artikel *Absorption, (Absorptio,) Einsaugung, (Resorptio.)* des Gießener Anatomen Johann Bernhard Willbrand (1779-1846), aus D. Pierer (1816), Bd. 1, S. 47-52. Auf der Basis der Lymphgefäßtheorie wurden in der zeitgenössischen Literatur drei unterschiedliche physiologische Mechanismen postuliert: Erstens behauptete die Kapillaritätshypothese, daß die Lymphe durch die oberflächenwirksame Kapillarität, das heißt durch Kohäsions- und Adhäsionskräfte entlang der Wandstrukturen, passiv in die Lymphgefäße aufgenommen werde. Zweitens ging die Druckhypothese vom hydrostatischen Druck der Nahrungssäule auf die Wände des Magen-Darm-Trakts aus und sah diesen als aktiv treibende Kraft des Lymphflusses an. Drittens beruhte die Sensibilitätshypothese auf der Annahme, daß die Darmschleimhaut in spezifischer Weise mit minimalen, unsichtbaren Öffnungen aktiv an den Aufnahmeprozessen aus dem Verdauungstrakt beteiligt sei. Diese Druckhypothese wurde von Willbrand im Sinne einer Schwammetapher abgehandelt, welcher sich durch "das mechanische Hineindringen einer äußeren Flüssigkeit in das Innere" fülle. Er wies sie aber ebenso wie die Kapillaritätshypothese aus der "iatromechanischen Schule" zurück, da er beide nicht in der Lage sah, die vitalen Kreislaufeigenschaften zu erklären. Dies sei lediglich durch die Annahme einer aktiven Einsaugungstätigkeit von "offenen Mündungen" möglich, wie sie von Johann N. Lieberkühn (1711-1756) und in "Mascagnis Prachtwerk" nachgewiesen worden sei.

169 Vgl. F. Magendie (1817), S. 231, Fn. 1.

der Absorption beteiligt war. Ins technische Arrangement eingefügt hatte es schließlich schädigende Noxen ungehindert passieren lassen, zu denen er sich mit chemischen Indikatormethoden Zugang verschaffte. Die Möglichkeit einer Schädigung des Venenendothels durch die Säureapplikation zog Magendie erst gar nicht in Betracht. Dies wäre Bichats Position gewesen.

Somit führte Magendie auch in der Experimentalserie von 1820 eine Faktorenanalyse durch, die auf eine synthetische Rekonstruktion der untersuchten Lebenstätigkeit hinauslief. Hatte er in einem ersten Schritt die Jugularvene, welche zwar über den Karton vom umgebenden Bindegewebe gelöst worden war, für die Versuche mit Brechnußextrakt noch *in situ* belassen, so nahm er bereits im anschließenden Arbeitsschritt ein Venenstück aus dem Körper heraus. Es stand mit dem "normalen" physiologischen Geschehen im Versuchstier also nicht mehr in Verbindung. In einem dritten Schritt wurde dann auch den Blutfluß mit lauwarmem Wasser über ein Glasröhrchensystem ersetzt und in physikalischer Form simuliert. Zuletzt wurde die zu "absorbierende" Säure auf das Venenstück aufgebracht und der Verteilungsvorgang über die chemische Lackmusreaktion nachgewiesen. Dieses experimentelle Vorgehen isolierte die untersuchte Funktion von zusätzlichen physiologischen Einflußgrößen und stellte sie in "Reinform" dar.

Vergleicht man diesen neuen Experimentalansatz mit den vorangegangenen Experimentalserien, so wird deutlich, wieweit Magendie seinen investigativen Zugriff inzwischen entwickelt hatte. Selbst im *Hundebeinpräparat* floß noch körpereigenes, echtes Blut durch das vom Körper prothetisch distanzierte Femoralgefäß. Das einzig "natürliche" im experimentaltechnischen Arrangement war aber jetzt das ausgeblutete, von seiner eigenen Gefäßversorgung sowie vom Bindegewebe abgetrennte Venenstück, das in seiner "Diskontinuität" zwischen den Glasröhrchen aufgehängt war. Dieses experimentelle Konstrukt manifestierte für Magendie paradigmatisch die lokalen physiologischen Absorptionsmechanismen.

Dennoch waren Magendies Ergebnisse zu diesem Zeitpunkt nicht in der Lage, auch solche Argumente aus dem Weg zu räumen, die für eine durch chemische Noxen bedingte Verletzung der Vene oder eine lokale Absorptionwirkung an nervalen Endigungen sprachen. Die lokale Absorptionwirkung, wie sie insbesondere John Morgan (1735-1789) und Thomas Addison (1793-1860) vertraten, hatte noch bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts Bestand, bis sie durch die Versuche von Robert Christisons (1797-1882), Jonathan Pereiras (1804-1853) und Orfilas abgelöst wurden. Erst diesen Pharmakologen und Toxikologen gelang es, den Kreislauftransport sowie die Möglichkeit von Distanzwirkungen zwischen Applikationsort und Wirksubstrat experimentell zu demonstrieren.¹⁷⁰

5. 4. Magendies Vorlesungen am *Collège de France* - physikalischer Reduktionismus und Angebotsrhetorik an die medizinische Klinik

Die Experimentalserien über die Absorptionsphänomene, welche Magendies Forschungspraxis nun schon über den Zeitraum von etwa dreißig Jahren begleiteten, waren gleichermaßen objektiv wie rhetorisch ausgerichtet. Diese Bewertung soll keinesfalls die Objektivität beziehungsweise den Erfindungsreichtum seiner experimentellen Methodologie relativieren. Vielmehr ist der experimentellen Physiologie durch ihren empiristischen Zugang und den dabei geschaffenen neuen Objektivitätskriterien auch eine rhetorische Funktion zuzuschreiben.

170 Siehe hierzu M. Earles (1961), S. 109.

Schließlich konstruierte und konzeptionalisierte Magendie in wechselnden experimentellen Arrangements einen neuen Repräsentationsraum für das von ihm untersuchte epistemische Objekt: die physiologische Funktion. Der rhetorische Inhalt der Experimentalserien von Magendie - wenn man diesen hier einmal analytisch gesondert betrachtet -, bestand insbesondere darin, daß er sie an entsprechenden Punkten in seine theoretischen Argumentationsketten einbrachte. Anhand der Systematisierungstendenzen in Magendies *Leçons am Collège* läßt sich diese rhetorische Funktion seiner Experimente gut herausheben. Auch hier lohnt es sich, auf die theoretischen Differenzen zu anderen Wissenschaftlern näher einzugehen, welche die argumentative Mobilisierung seiner experimentellen Ergebnisse und die Veränderung seines Funktionsbegriffs deutlich werden lassen.

So stellte Magendie die Experimentalarbeiten zu den Absorptionsvorgängen aus den *Leçons* zunächst in den Kontext solcher Untersuchungen, welche die Lebensäußerungen auf die gleichen Gesetze wie die der unbelebten Natur zurückführten.¹⁷¹ Magendies Vorlesungen am *Collège* waren dabei von zwei Punkten bestimmt:¹⁷² 1. Daß die Lebensphänomene so weit wie möglich physikalisch-chemisch erklärt beziehungsweise reduziert werden sollten. 2. Daß das medizinische Wissen und die medizinische Praxis eine besondere Begründung durch die Physiologie bekämen, welche zunehmend in der Lage sei, eine Vielzahl pathologischer Veränderungen im Tierexperiment zu reproduzieren.¹⁷³ Beiden "Leitideen" soll der folgende Abschnitt nachgehen.

a) Die lokalen Absorptionsmechanismen von 1832 bis 1840

Mit diesem programmatischen Anspruch an die klinische Relevanz situierte Magendie "seine" Physiologie in einem erweiterten Kontext. In gewisser Weise knüpfte er damit an Bichat an. Doch Magendie hatte weniger pathologisch-anatomische Fragen im Blick, sondern vor allem eine pathophysiologische Erweiterung zum Ziel. So galt sein Interesse nicht so sehr chirurgischen, sondern solchen medizinischen Fragen, die nach heutigem Verständnis dem Bereich der "Inneren Medizin" zuzuschreiben wären.

Diese Angebotsrhetorik hatte durchaus Konsequenzen auf Magendies Experimentalpraxis. Ein illustratives Beispiel bieten seine Inokulationsversuche - sowohl von ihrer experimentellen Thematik als auch von ihrer Einbeziehung in ältere Experimentalserien. Hier injizierte Magendie einem Hund mit einer Lanzette Speichel von einem an Tollwut leidenden Patienten *sub cutan*. Im folgenden Intervall von 40 Tagen wurde der Hund ebenfalls tollwütig. Das "infektiöse Prinzip" ließ sich anschließend auf weitere Versuchstiere übertragen.¹⁷⁴ Magendie wiederholte außerdem einzelne seiner früheren Experimente mit körperschädigenden Substanzen und gruppierte sie um den Inokulationsversuch herum. Diese Systematisierung

171 F. Magendie (1837), Bd. 1, S. 6.

172 Weitere Schwerpunkte bilden insbesondere die Physiologie des *Liquor cerebrospinalis*, des Blutkreislaufs, der Ernährungsvorgänge und des Nervensystems. Magendies *Vorlesungen über die Funktionen und Krankheiten des Nervensystems* aus den ersten zwei Jahren am *Collège* in Paris wurden erst 1840/1 von seinem Assistenten James als *Leçons sur les Fonctions et les Maladies du Système Nerveux* herausgegeben [hier als Magendie (1840/1)].

173 F. Magendie (1837), Bd. 1, S. 6.

174 Ebenda, S. 24. Interessanterweise verzichtete Magendie auf ähnliche Versuchsreihen zur Choleracontagiosität. Dies erscheint nun in anderem Licht, da er, einmal von der Contagiosität der Tollwut überzeugt, tatsächlich zu einer experimentellen Bestätigung seiner Ansichten gegriffen hat. Die Cholera stufte er hingegen als nicht infektiös ein, so daß hier möglicherweise von einer theoretischen Voreingenommenheit Magendies gesprochen werden kann. Vgl. J. M. D. Olmsted (1944), S. 172-194.

zeigt deutlich, daß er seine Experimente auch als theoretisches Argument benutzte, wonach körperfremde Substanzen nicht von den ‘terminalen Öffnungen’ zurückgehalten würden. Er wollte zeigen, daß Gifte wie das Extrakt von *Nux vomica* nahezu ungehindert in den lebendigen Körper eindringen könnten. Aus der singulären Anomalie in Bichats Experimentalversuch - Absorption von Noxen trotz vitaler Wächterfunktion - wurde bei Magendie ein ubiquitär vorkommendes physiologisches Faktum, das sich aus vielfältigen Experimenten ergab. Während Bichat ähnliche Befunde damit erklärte, daß sie allein auf eine künstliche beziehungsweise pathologische Verletzung der absorbierenden Gewebe zurückzuführen seien, ordnete Magendie seine Experimente in immer neuen Varianten - normale Absorptionsphänomene, Färbung der zuführenden morphologischen Strukturen oder Übertritt pathogener Agenzien - um dieses Problem herum an. Es gelang ihm dabei ein epistemisches Feld verschiedener, sich jedoch gegenseitig stützender Experimentalergebnisse zu beschreiben, die die These der ‘absorbierenden Mündungen’ - in seinen Worten - “unwahrscheinlich“ werden ließen.

In den *Leçons* trug Magendie aber auch eine Verfeinerungstechnik seiner vorangegangenen Untersuchung der lokalen Absorptionsphänomene (*l'imbibition locale*) vor [vgl. Abs. 5. 3. c)].¹⁷⁵ Im Rückgriff auf seine früheren Versuche zur Dynamik des Blutkreislaufs, untersuchte er nun vor allem die Schleimhäute als Ort der Absorption auf ihre Gefäßdichte und ihre *Mucus*-Auflagerung hin.¹⁷⁶ Durch unterschiedliche Applikation von *Nux-vomica*-Extrakt an *Epidermis*, *Rectum*, *Colon* und *per os* an Versuchshasen ließ sich zeigen, daß den verschiedenen Schleimhäuten eine abweichende und sogar spezifische Resorptionsdauer entspreche, die bis zum beobachtbaren Wirkungseintritt verstreicht.¹⁷⁷ Im Vergleich mit der morphologischen Feinstruktur machte er die ‘anatomische Kapillarisdichte’ nun als ubiquitäres Merkmal für die physiologischen Absorptionsvorgänge verantwortlich.

Dieser Ansatz stellt in gewisser Weise einen “anatomischen Rück-Schritt” dar: Zwar bleibt die physiologische Funktion Identifikationsmerkmal und Ansatzpunkt seiner Experimente, doch wird das Erklärungsprimat nun wieder an die Morphologie abgegeben.¹⁷⁸ Obwohl das “experimentelle Skalpell“ dabei noch im makroskopischen Bereich “steckte”, zeichnet sich ein Ansatz zur histologischen beziehungsweise mikroskopischen Analyse ab, den Magendie in

175 F. Magendie (1837), Bd. 1, S. 17 und 31, wie auch M. Gross (1974), S. 43f.

176 Auch dieser methodische Ansatz Magendies fußte auf den zeitgenössischen anatomischen Theorien, die den “schleimichten Ueberzug des Darmcanals” als (physikalisch-chemisches) Absorptionsprodukt der (meistens Lymph-) Kapillaren sahen. Die Untersuchung der Schleimausbildung auf den “inneren Haeuten” wurde dabei als paradigmatischer Ansatz gesehen. Vgl. den Artikel *Absorption, (Absorptio,) Einsaugung, (Resorptio.)* J. B. von Willbrand in D. Pierer (1816), Bd. 1, S. 50-52.

177 Zunächst erschien ihm das Pferd als bestes Studienmodell, da bei diesem Versuchstier ein auffälliger Kapillarierungsunterschied zwischen dem *Pylorus* des Magens und der *Cardia* bestehe. Der Kapillaritätsdichte korrespondiere die tatsächlich vorfindliche Menge an aufgelagertem Schleim, so daß man hier in isolierter Weise Morphologie und Physiologie der Absorptionsvorgänge gut untersuchen könne. Dennoch fanden seine vergleichenden Experimente zu den Absorptionseigenschaften der Gewebe schließlich am Hasen und nicht am Pferd statt. Dies ist wohl auf ökonomische Gründe zurückzuführen, da sich solche Versuchshasen relativ einfach von den zahlreichen *Marchés* der Stadt durch Laborgehilfen besorgen ließen. Demgegenüber blieb Magendie, um mit Pferden als Versuchstieren experimentieren zu können, immer auf die Hilfsbereitschaft der Professoren der *École Vétérinaire d'Alfort* angewiesen [vgl. Anm. 48 aus Kap. 2], was sowohl zeitliche Einbußen, einen hohen Organisationsaufwand, wie persönliche Kommunikation und manchmal auch Auseinandersetzungen nötig machte.

178 Dies stellt jedoch keineswegs einen Rück-Schritt zur Morphologie Bichats dar. Schließlich war Bichat von der Existenz unterschiedlicher Lebenseigenschaften im Sinn einer über die Körpergewebe dezentralisierten Sensibilitäten überzeugt, welche er selbst nie experimentell nachgewiesen hat.

eigene lupenmikroskopische Arbeiten aufnahm.¹⁷⁹ Er wollte diese "Aggregate", wie er sie später nannte, weiter in ihre "Einzelteile", ihre "organischen Moleküle" (*molécules organiques*)¹⁸⁰ zergliedern. Auch seine zunehmende Bewunderung für die physikalisch-chemischen Experimentalwissenschaften und die mikroskopische Anatomie, die Magendie zusammen als die "neuen Wissenschaften" bezeichnete, stellte eine Aufweichung seiner früheren empiristischen Prinzipien dar. Einst hatte er gegen die "theoretischen Fiktionen" und "Systematisierungen" seiner Vorgänger polemisiert. Nun führte er mit den "organischen Molekülen" selbst eine äußerst umstrittene theoretische Größe ein, die bereits in den Naturtheorien Buffons und Cuviers diskutiert worden war.¹⁸¹ An die Stelle des im Experimentalversuch nicht mehr Beobachtbaren rückten die *molecules* als theoretische Platzhalter beziehungsweise *physiologische Unbekannte* vor [vgl. auch S. 110]:

"So habe ich einzelne Portionen des Gehirns unter das Mikroskop gelegt und sie mit anderen verglichen. Dabei habe ich erkannt, daß jede ihre eigene Weise der molekularen Anordnung hatte. Wenn sich diese Resultate bestätigen sollten, wäre eine ganz neue Wissenschaft zu erschaffen."¹⁸²

Der oben genannte 'anatomische Rück-Schritt' diente Magendie als Heuristik. Hier war die physiologische Funktion nicht länger Untersuchungsgegenstand. Sie fungierte vielmehr als Instrument, als experimentelle Technik, die auf das morphologische Substrat (von dem sie einst gelöst worden war) rückübertragen wurde, um jetzt die anatomische Verankerung oder das morphologische Korrelat zu suchen, welches ihren Mechanismus begründete. Die genuine Unterscheidung "Attribut *versus* Substanz", welche noch Bichats Vorstellung von der Korrespondenz der Lebenseigenschaften zu einzelnen Gewebstypen bestimmte, hatte Magendie somit im Verlauf seiner Forschungspraxis aus der physiologischen Theoriebildung gestrichen. Statt dessen wurden von ihm nun funktionelle Attribute als solche Merkmale begriffen, die einem spezifischen (physiologischen) Zustand zukamen, in dem sich der Organismus beziehungsweise seine Organisationsform gerade befand. Der heuristische Funktionsbegriff stellt somit das zentrale Moment der Forschungspraxis von Magendie dar, welches ihn von Bichat abhob, und neue Forschungsimpulse für die Physiologie wie für die Histologie gab.

Die Methodologie der *Leçons* verweist auf eine weitere Bedeutungsebene des Funktionsbegriffs, nämlich die eines organismischen Prozesses, der physikalisch-chemisch instantiiert wird. Die epistemische Grundbedeutung des Funktionsbegriffs hatte sich verschoben. In einer Verklammerung von vitalistischen Grundannahmen einerseits und

179 Vgl. F. Magendie (1838), Bd. 3, S. 274-282.

180 Diese Begriffe gehen wahrscheinlich auf den Schüler von Leibniz Louis Bourguet (1678-1742) und dessen *Lettres Philosophiques* (1729) zurück, wie J. Schiller (1975), S. 87-97, und J. Roger (1963), S. 754 und 758-760, zeigen. Pickstone stellt darüber hinaus fest, daß Magendie Milne-Edwards und Dutrochets Ansichten direkt übernommen habe, als er davon ausging, daß die Körpergewebe aus gleichförmigen Globuli (*cellules globuleuses* oder *corpuscules globuleux*) zusammengesetzt seien. Eine Äußerung Magendies in dieser Richtung findet sich etwa im *Précis* (Ausg. v. 1825), S. 8. Siehe auch J. Pickstone (1973).

181 Wie McLaughlin zeigt, findet dieser "positivistische Fehlschluß" Magendies eine Entsprechung in Buffons *Histoire naturelle*. Dieser war gleichfalls von mechanistischen sowie materialistischen Prinzipien ausgegangen und hatte diese Grundprinzipien, ähnlich wie Magendie, forschungspraktisch nicht durchhalten können. So widersprachen gerade die Annahme immaterieller Mechanismen und nicht direkt beobachtbarer "Moleküle" Buffons empiristischen Anforderungen an eine wissenschaftliche Methodologie. Siehe P. McLaughlin (1979), S. 15-23, 66-79.

182 ("Ainsi j'ai soumis au microscope certaines portions de cerveau et, les comparant avec d'autres, j'ai reconnu que chacune avait son mode spécial d'agencement moléculaire. Si ces résultats se réalisent, ce serait toute une nouvelle science à créer.") F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 134 [Übers. F. S.].

physikalisch-chemischen Anwendungsstrategien andererseits diente er nun als experimentelles wie analytisches Werkzeug.

b) *Magendies reduktionistische Argumentation der 'Leçons'*

Die zunehmend reduktionistische Orientierung schlug sich auch in Magendies Argumentationsgang der *Leçons* nieder.¹⁸³ So dienten ihm seine früheren Experimentalergebnisse als eine Art "Steinbruch", aus dem er einzelne Argumentationsbausteine herausbrach, um mit ihnen seine These von der Vergleichbarkeit physikalischer und vitaler Phänomene zu untermauern. Damit setzte Magendie die Rationalität seines experimentellen Handelns mit der Methodologie der physiologischen Wissenschaft gleich.

In den zurückliegenden Jahren hatte Magendie zwar vielfältige Erklärungsmodelle für die physiologischen Absorptionsmechanismen hervorgebracht - von der Hämodynamik bis hin zur Kapillarisdichte. Diese Erklärungsmodi standen aber je nach der thematischen Ausrichtung der *Mémoires* relativ unverbunden nebeneinander. Die Reduktion der einzelnen Argumente seiner verschiedenen Experimentalserien löste jedoch die "physiologische Funktion" aus ihrem jeweiligen experimentalpraktischen Kontext. Ihre Systematisierung und Einbettung in den *Leçons* reinigte die experimentelle Abstraktion gewissermaßen von ihren Herstellungsbedingungen. Damit wiederholte Magendie das isolierende Prozedere seines Experimentierens auch auf theoretischer Ebene. So wie er die physiologischen Funktionen aus divergierenden Einflußfaktoren herauspräpariert hatte, so schälte er nun die Fakten seiner Argumentation aus ihrem physiologischen Kontext heraus und mobilisierte sie zur Präsentation eines einheitlichen und kohärenten Funktionsmechanismus.

Zwar gab Magendie gerne zu, daß sich einzelne Lebensphänomene kaum kontrollierbar untersuchen und beeinflussen ließen, wenn nicht mit aller Sorgfalt jeder einzelne Faktor in isolierter Form studiert werde. Rein pragmatisch sei es jedoch wesentlich einfacher, die physikalischen Phänomene des Lebens getrennt zu untersuchen, um dann ihr Zusammenspiel im lebendigen Körper zu beeinflussen.¹⁸⁴ Bei dieser Reduktion wurde die physiologische Funktion als organismischer Mechanismus verstanden, der sich frei variabel für die Deutung und Erklärung der Lebensphänomene einsetzen ließ. So führte Magendie den Mechanismus der physiologischen Absorptionsfunktion, die er unter ganz verschiedenen Bedingungen und an unterschiedlichen Organen und Geweben dargestellt hatte, auf eine gemeinsame strukturelle Größe zurück. In den *Leçons* brachte er den Begriff der "Porosität" (*porosité*)¹⁸⁵ als einer

183 Schiller sieht ebenfalls eine Entwicklung im Forschungsweg Magendies, insbesondere in den von ihm vertretenen materialistischen Auffassungen. Während noch der *Précis* lediglich das physiologische Bedürfnis nach der Entdeckung von Mechanismen im lebenden Körper und nach einer Untersuchungsmethode für die Körperfunktionen programmatisch beteuerte, seien Magendies materialistische Auffassungen besonders seit seinen Vorlesungen mit dem "revolutionären" Titel der *Physikalischen Phänomene des Lebens* wesentlich stärker geworden. J. Schiller (1968), S. 71.

184 F. Magendie (1837), Bd. 1, S. 15.

185 Das Wort 'porös'/Pore' ist im deutschen Sprachraum schon seit dem 15. Jahrhundert belegt. Es stellte eine neulateinische Bildung aus lat. *porus* oder gr. *póros* dar, was eigentlich 'Durchgang', 'auf den Weg bringen' oder 'hinüberbringen' hieß und in der Wissenschaftsgeschichte vor allem in der Newtonschen Physik eine außerordentliche Konjunktur erlebte. Die Porosität sollte Anomalien beseitigen, die bei der Volumenänderung unter Druck, etwa bei Giovanni Borelli (1608-1679) und Evangelista Torricelli (1608-1647), sowie bei der Erklärung chemischer Vorgänge, etwa bei Lavoisier, aufgetreten waren. Die Porosität wurde in diesem Zusammenhang noch bis ins 18. Jahrhundert zu den fundamentalen Eigenschaften der

physikalischen Fundamentalgröße ein, mit der sich die strukturellen Eigenschaften des Organischen wie des Anorganischen erfassen und erklären ließen.¹⁸⁶ Damit folgte er der gängigen Auffassung, daß die 'Poren' kleine Zwischenräume darstellten. Sie sollten den 'integrierenden Molekülen' sämtlicher Körper zu eigen sein, um sie für Flüssigkeiten und Gase durchgängig zu machen.¹⁸⁷ Die Porosität bekam damit den Rang einer physikalischen Materialeigenschaft, gleich der Elastizität.¹⁸⁸ Damit schloß Magendie zwar die auch für ihn deutliche Lücke zwischen den experimentellen Schlußfolgerungen und dem Erklärungsanspruch seiner Physiologie - allerdings zu einem hohen Preis. Denn wie der theoretisch aufgeladene Begriff der organischen Moleküle fußte die Porosität auf einer hochtheoretischen Begriffsbestimmung. Sie war eine *wissenschaftliche Unbekannte* der Physik, von der sich nun auch die Physiologie abhängig machte.

So war die Lebenstätigkeit der Absorption im Verlauf der vielen Experimentalserien zwar in das Innere des Körpers "hineinverlagert" und in eine multifaktoriell bedingte und plurisystemisch verankerte Funktion transformiert worden. Doch Magendie konnte nicht vollständig auf den lokalen Mechanismus verzichten,¹⁸⁹ der das zentrale Objekt der Bichatschen Gewebspathologie bildete. Einerseits unterschied er verschiedene, der Absorptionsfunktion zugrundeliegende Mechanismen wie Kreislauftransport, lokale Aufnahmebedingungen, altersabhängige Gefäßstruktur und die spezifische morphologische Beschaffenheit des Gewebes - etwa des Lymphgefäßes oder der Vene.¹⁹⁰ Andererseits hielt er jedoch an einer nicht weiter differenzierten Porosität der Gewebe fest. Mit der Übernahme dieses Konzepts ließ sich das Zusammenwirken physikalischer Kräfte auf der Ebene lokaler Mechanismen beschreiben, ohne sie als Spezifität des organischen Gewebes begreifen zu müssen. Vielmehr spaltete Magendie diesen "lokalen Vorgang" der Absorption nun von der eigentlichen Funktion ab und schrieb sie als materiale, wenn auch als spezifisch organische Eigenschaft den Gewebsmembranen des Körpers ein.¹⁹¹

Materie gezählt. Vgl. E. Seebold (1999), S. 641, G. Bachelard (1987), S. 136, wie auch P. Harman (1982), S. 8-29.

186 F. Magendie (1837), Bd. 1, S. 13.

187 Vgl. die Artikel des Pariser Anatomen und Chirurgen L.-J.-S. Thillaye (1776-1860) *Pores* ['Poren'] und *Porosité* ['Porosität'], in der *Encyclopédie Méthodique. Médecine* (1827), Bd. 12, S. 260f. Magendie gab unumwunden zu, daß es sich bei der Übertragung seines heuristischen Modells von makroskopisch unbelebten Dingen, deren Löcher direkt sichtbar sind, auf die Gewebsporen um einen Analogieschluß handelte. Die Poren entzogen sich der unmittelbaren Anschauung, ein Vorwurf, wie er ihn selbst gegenüber Bichats terminalen Öffnungen erhoben hatte und der zumindest zu dieser Zeit von Magendie nicht histologisch begründet wurde. Die histologische Falsifizierung der Theorie der 'terminalen Öffnungen' gelang erst dem Schweizer Anatomen und Müller-Schüler, Albert Ritter von Koelliker (1817-1905) in seiner *Note sur le développement des tissus organiques chez les Batraciens*, die in den *Annales des Sciences Naturelles* von 1847 veröffentlicht wurde. Von Koellikers Auffassung ist noch heute allgemeine Lehrmeinung, wonach sich die intestinalen Lymphgefäße in kleinere Chylusgefäße aufteilen, die innerhalb der Darmzotten, *Villi intestinales*, verlaufen und durch feine, subepithelial gelegene Lymphkapillaren an transmembranären Absorptionsmechanismen von Nährstoffen teilnehmen. Siehe hierzu N. Eales (1974), S. 293f., und für die heutige Auffassung H. Leonhardt (1990), S. 438f.

188 Vgl. F. Magendie (1837), Bd. 1, S. 16.

189 Ebenda, S. 21.

190 Ebenda, S. 26.

191 Ebenda, S. 33.

c) *Experimentalphysiologie und Klinische Medizin*

In seinen Vorlesungen am *Collège* machte sich Magendie auch für eine klinische Anwendung der Physiologie stark, wie er dies schon im *Formulaire* demonstriert hatte.¹⁹² Sowohl in den *Leçons* der 1840er als auch in den letzten publizierten Vorlesungen der 1850er Jahre wurde Magendie nicht müde, die Relevanz der Experimentalphysiologie für die therapeutische Praxis herauszustreichen.¹⁹³ Dafür bot sich gerade die Absorption an.

So wies er beispielsweise auf die physiologische Regel, um nicht zu sagen das (nicht-mathematisierte) physiologische Gesetz hin, wonach sowohl die Ausdehnung einer absorbierenden Körperoberfläche als auch die Kapillarisdichte als Variable die zeitliche Dynamik der Funktion der 'Imbibition' oder der 'Permeabilität' bestimme.¹⁹⁴ Wenn man diese Erkenntnisse der experimentellen Physiologie auf die therapeutische Praxis übertrage, werde schnell deutlich, in welchem Maß die physiologischen Kenntnisse über die Imbibitionseigenschaften unterschiedlicher Flüssigkeiten die klinischen Beobachtungen von der Aufnahme körperfremder Substanzen erhellen. Es sei daher für die Therapie nicht unerheblich, mit welchen Grundsubstanzen oder mit welchen Lösungsmitteln man Medikamente appliziere, da die physikalisch-chemischen Materialeigenschaften gleichsam deren physiologische Qualität veränderten.¹⁹⁵

Zentrales und wiederkehrendes Argument für die praktische Relevanz seiner Physiologie war die Parallelität von experimenteller und klinischer Beobachtung, die Magendie sowohl rhetorisch als auch programmatisch anstrebte. So verfolgte er auch die Forschungen seines Schülers Bernard mit großer Aufmerksamkeit, um sie auf klinische Schlußfolgerungen hin abzuklopfen. Dessen Experimente zum schnelleren Wirkungseintritt von *Curare* bei Bronchiallavagen im Vergleich mit rektalen oder oralen Applikationsformen waren für Magendie nicht nur ein Beleg für die physiologischen Gesetzmäßigkeiten der Absorption, nämlich ihre Abhängigkeit von der Fläche der Grenzmembranen, der Kapillarisdichte und dem Fehlen von mukösen Schleimauflagerungen. Er gab diesem Experimentalansatz darüber hinaus eine ausgesprochen klinische Ausrichtung, indem er gemeinsam mit Bernard durch Bronchiallavage gewonnene putride Substanzen ins Bronchialsystem eines anderen Versuchstiers einbrachte. Dabei reproduzierte er das "gleiche" Phänomen, in diesem Fall die Symptome der Infektion bei einem ersten Versuchstier, auch beim Empfängertier.¹⁹⁶ Magendie wiederholte diese Experimente auch allein und beobachtete in nachfolgenden *post-mortem*-Sektionen, daß jedesmal, wenn den Versuchstieren putride Substanzen durch Bronchiallavage verabreicht wurden, eine Lungenentzündung, eine Eiterbildung des Blutes, *Septikämie*, und der Tod des Versuchstiers auftrat.¹⁹⁷ In weiteren Versuchen mit Bernard konnte er feststellen, daß nicht nur die Applikation des Kontagions (*virus*) in unterschiedliche Körperflüssigkeiten andere Übertragungseigenschaften aufwies. Zusätzlich war die Stärke des Kontagions von der eingebrachten Quantität selbst abhängig, wenn dieses etwa als Lösung einer Bronchiallavage, als Injektionslösung oder als eine Transfusion, geschah.¹⁹⁸

192 Vgl. J. M. D. Olmsted (1944), S. 79-81.

193 F. Magendie (1852).

194 F. Magendie (1837), Bd. 1, S. 43.

195 Ebenda, S. 41.

196 Vgl. F. Magendie (1852), S. 20.

197 Ebenda, S. 21.

198 Ebenda, S. 65.

Dieser Ansatz wurde jedoch von seinen Zeitgenossen nicht vorbehaltlos geteilt. Ein wesentliches Hindernis für die Übertragung tierexperimenteller Untersuchungen auf die klinische Pathophysiologie war der dem experimentellen Ansatz eigene Reduktionismus, auf dem Magendie in seinen Vorlesungen sogar besonders insistierte. So postulierte er, daß die "phänomenale Identifizierbarkeit" der Funktion im Experiment und die "klinisch-praktische" Bedeutung untrennbar zusammengehörten:

"Wie konnte man nur vorbringen, daß die experimentelle Forschung der klinischen Beobachtung entgegensteht, nämlich daß diese nein sagt, wo die andere ja sagt, und daß außerdem, wenn es keine Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der Experimentatoren gebe, das Experimentieren nichts beweisen könne. Messieurs, ich spüre, wie mir die Zornesröte hinblicklich solcher Debatten ins Gesicht steigt. Nein, die Beobachtungsfakten widersprechen den Experimentalergebnissen nicht. Vielmehr werden sie von fast allen bestätigt. Wenn es einige dabei gibt, die eine Ausnahme zu machen scheinen, dann deshalb, weil unsere Untersuchungsmethoden noch unterentwickelt sind, und daß uns einzelne Eigenschaften in der Analyse komplexer Fragestellungen entgingen, die durch die Krankheiten bedingt sind. Ich gestehe sogar zu, daß sie dabei gut und alles beobachtet haben."¹⁹⁹

Für Magendie war die Experimentalphysiologie also nicht mehr nur eine Hilfswissenschaft der praktischen Medizin. Sie erhob vielmehr den Anspruch als Leitwissenschaft, der die Prüfung, Verifikation und Kontrolle über das klinische Handeln zukomme. Es waren also keineswegs allein epistemische Bedenken gegen die Verallgemeinerbarkeit des laborexperimentellen Wissens, denen sich die neue Physiologie konfrontiert sah.²⁰⁰ Zwar spielte die Frage, inwieweit sich die unter den "pathologischen Bedingungen" eines vivisektorischen Experiments gewonnenen Ergebnisse auf die "normale" menschliche *Physis* übertragen ließen, sicherlich eine große Rolle. Auf ebenso große Vorbehalte dürfte aber auch der Anspruch als Kontrollinstanz der praktischen Medizin gestoßen sein.²⁰¹ Diesem fast uneingeschränkt Geltung zu verschaffen, gelang erst Magendies Schüler Claude Bernard.²⁰² Er führte schließlich programmatisch das aus, was Magendie in seinen *Leçons* ansatzweise formuliert hatte.²⁰³ Seine

199 ("Comment! on a pu avancer que l'étude expérimentale est contredite par l'observation clinique; que celle-ci dit non quand celle-là dit oui, que s'il y a du désaccord entre les résultats annoncés par les expérimentateurs, c'est que l'expérience ne prouve rien! Messieurs, j'ai senti la rougeur me monter au front en lisant de semblables débats. Non, les faits d'observations ne démentent pas les résultats d'expérience. Presque tous les confirment. Si quelques-uns cependant semblent faire exception, c'est que nos procédés d'investigation sont imparfaits, et qu'il nous est échappé diverses particularités dans l'analyse des questions complexes que les maladies soulèvent. J'accorde même que vous avez bien observé et tout observé.") F. Magendie (1840), Bd. 1, S. 204f. [Übers. F. S.].

200 Siehe auch Ackerknecht (1967), S. 124.

201 Mit seiner aggressiven Rhetorik, die die Experimentalphysiologie nicht allein als Hilfs-, sondern sogar als Kontrollwissenschaft über das klinische Handeln postulierte, beschwor Magendie stärkere Friktionen mit seinen traditionell geschulten klinischen Kollegen herauf. Wenn die wissenschaftlichen Erkenntnisse (*connaissances positives*) über die Aufgaben und Funktionen des lymphatischen Systems noch so dürftig und unvollkommen seien, wie sei es dann möglich - so griff er die praktischen Ärzte an -, daß daraus eine Vielzahl theoretischer Vorstellungen gebildet würden, die teilweise fatale Behandlungsmethoden rechtfertigten? F. Magendie (1817), Bd. 2, S. 202.

202 Während Magendie nach und nach seine Lehr- und aktive Forschungstätigkeit am *Collège de France* beendete, bemühte sich Bernard um eine Weiterentwicklung der Anwendungsbezüge der Physiologie. Magendie selbst war ab 1852 nur noch zu den Debatten an der Akademie der Wissenschaften in Paris präsent, hatte sich sonst aber weitgehend in sein Anwesen in Sannois, Seine-et-Oise, zurückgezogen. Vgl. M. Grmek (1974), S. 11.

203 Deutlich ist, daß Magendie seine späten physiologischen Forschungsarbeiten fast vollständig klinisch-infektiologischen Belangen unterordnete. Dies ist nicht zuletzt unter dem Einfluß der großen Cholera-Epidemie der Zeit zu sehen, als Magendie in exponierter Weise im nationalen medizinischen Beirat tätig

Einführung in das Studium der experimentellen Medizin gilt bis heute als Manifest der naturwissenschaftlichen Medizin und als Grundlage ihrer methodischen Denk- und Arbeitsweise. Und hier artikuliert sich auch unmißverständlich der "Führungsanspruch" der neuen Physiologie, daß man die Klinik zwar als "die Vorhalle der wissenschaftlichen Medizin [betrachten könne],... ihr erstes Beobachtungsfeld, in das der Arzt eintreten [müsse], aber [daß] das Laboratorium... das wahre Heiligtum der medizinischen Wissenschaft" sei.²⁰⁴

5. 5. Zusammenfassende Bewertung des 5. Kapitels

Nachdem im vorherigen Kapitel bereits dargestellt wurde, mit welchen Auffassungen vom Funktionsbegriff Magendie das experimentalphysiologische *setting* des Labors betrat, habe ich in diesem Kapitel nachgezeichnet, wie er den Funktionsbegriff an der physiologischen Werkbank einsetzte und seine Konzeptionen in der Forschungspraxis modifizierte beziehungsweise neu formulierte. Dabei wurden Magendies Experimentalserien zu den physiologischen Absorptionsvorgängen näher betrachtet und die *praxeologische* Ebene seines Forschungshandelns im Labor während unterschiedlicher Arbeitsphasen rekonstruiert. Bei diesem "Weg ins Labor" wurde nachvollziehbar, daß der Funktionsbegriff seinen Experimentalansatz einerseits vorstrukturierte, andererseits aber das experimentelle Handeln selbst das konzeptionelle Verständnis von der Funktion veränderte, prägte und schließlich neu bestimmte. Dies wird gerade im Hinblick auf die konzeptuellen und forschungspraktischen Vorgaben durch seine Vorgänger - wie Cuvier und Bichat - deutlich. Zwar übernahm Magendie wesentliche Anteile aus ihren Forschungsansätzen. Dennoch konzipierte er sie beim Tüfteln und Hantieren an seinem Labortisch um. Er setzte die theoretischen und praktischen Versatzstücke aus den Vorarbeiten der vergleichenden und der pathologischen Anatomie neu zusammen, als er sie um das Geschehen in seinen Experimenten herum arrangierte. Dies stellt eine entscheidende Qualität in Magendies Forschungsprogramm dar.

Wie die in Kap. 5 eingehend beschriebenen Experimente am *Hundebeinpräparat*, am *Gläsernen Hund* sowie der *Vene auf dem Karton* jedoch zeigen, bekamen diese praktischen Vorgaben in Magendies Labor eine andere Bedeutung. Zwar setzte er meist die gleichen Apparate und Techniken ein, wie seine Vorgänger und Zeitgenossen. Sie erhielten aber in der Art und Weise ihrer Verwendung, nämlich bei der schrittweisen Isolierung des experimentellen Gegenstands und bei dessen repräsentationaler Darstellungsweise eine andere Rolle. Nicht die Techniken selbst, sondern ihre Einbindung in eine besondere Experimentalstrategie zeichnete Magendies Forschungspraxis aus. Das ist die andere ausschlaggebende Qualität seines Forschungsprogramms.

Die Integrationsfähigkeit auch primär verschiedener Forschungsansätze im Rahmen neuartiger forschungspraktischer Konzeptionen und theoretischer Interpretationen kann deshalb auch im Sinne Lakatos' als eine sich zeitlich formierende wissenschaftliche Methodologie - im Gegensatz zu einer statischen Theorie - betrachtet werden.²⁰⁵ Auch wenn die bereits beschriebene begriffliche und methodologische Nähe zu anderen Forschern und wissenschaftlichen Schulen im Vergleich mit den frühen französischen Experimentalphysiologen offensichtlich ist, bietet hier das Modell des *Forschungsprogramms*

wurde. Siehe J. M. D. Olmsted (1944), insbesondere *Marriage, Appointment to Professorship at the Collège de France, the Cholera Epidemic 1830-1831*, S. 172-194, wie auch F. Magendie (1832) und (1839).

204 C. Bernard (1865), S. 209.

205 I. Lakatos (1978) und ders. mit A. Musgrave (1970).

eine adäquate Arbeitseinheit für die vorliegende individuenbezogene mikrohistorische Studie [siehe Abs. 6. 2].²⁰⁶ Dabei sind Magendies Konzeptionen und Hypothesen keineswegs allein als Ergebnis einer theoretischen Reflexion neuartiger oder widersprüchlicher Experimentalergebnisse zu verstehen, mit denen er sich im Verlauf seiner Forschungsarbeiten konfrontiert sah. Sie sind vielmehr das Resultat eines "Denkens mit den Händen", nämlich Produkt einer neuartigen Experimentalpraxis.

Abschließend möchte ich nun versuchen, die einzelnen Elemente dieser Experimentalpraxis zusammenfassend zu charakterisieren. In einer ersten Annäherung kann man davon sprechen, daß Magendies Experimentalansatz recht simpel strukturiert war. So zeichnete sich das von ihm in den Arbeiten mit Delille (1809) und bei der Untersuchung über die Brechnußextrakte (1813) entwickelte *experimentelle Protokoll* durch ein einfaches sequentielles Vorgehen aus. Hiermit ließen sich die einzelnen Arbeitsschritte den beiwohnenden Beobachtern - Studenten, Kollegen, interessierter Öffentlichkeit - sichtbar- und verfügbarmachen.²⁰⁷ Dieser sequentielle Experimentalansatz beruhte besonders auf Magendies chirurgisch-praktischer Sozialisation und bestimmte in prototypischer Weise viele seiner nachfolgenden Experimentalserien mit. Magendie begann meist mit recht allgemeinen Beobachtungen darüber, wie sich die verabreichten Substanzen - beispielsweise *Upas* oder *Emetin* - überhaupt auf den lebendigen Körper auswirkten. Daraufhin grenzte er das Applikationsgebiet um die Substanzen ein und untersuchte das physiologische Geschehen auch im Zeitverlauf. Relevante Körperstrukturen wurden anschließend weiter isoliert und Stück für Stück aus dem Untersuchungsgeschehen ausgeschaltet: Nicht die Gesamtsicht auf die Lebenstätigkeiten war das *Rationale* dieses Vorgehens, sondern die Einengung der Perspektive.

In einem zweiten Schritt untersuchte Magendie die Auswirkungen verschiedener Einflußgrößen auf diese perspektivisch verkürzte Lebenstätigkeit. In fortwährenden Modifikationen oder Variationen wurde eine applizierte Substanz sukzessiv durch die andere ersetzt, zu- sowie abführende Gefäße unterbrochen beziehungsweise zerstört und ein Farb- oder Geruchsstoff nach dem anderen angewandt, um die unterschiedlichen Eigenschaften dieser experimentell isolierten Lebenstätigkeit zu untersuchen. Hier wurde das Vorgehen im Labor also "umgedreht". Der Isolation folgte die Manipulation. Dies geschah mit bloßen Händen, Glashähnen, kontrollierenden Ligaturen oder mit der Freistellung des Gegenstands auf dem *tableau* eines Kartons. Die Rekonfiguration der isolierten Lebenstätigkeit als experimentell manipulierbares Objekt war somit das *Rationale* dieses Schritts.

Man mag sich heute fragen, was die besondere Qualität dieses Vorgehens ist. Schließlich verlangt die experimentelle *Ratio* an sich, daß ein interessantes Phänomen so freipräpariert wird, daß es sich der experimentellen Beobachtung und Manipulation offen darbietet. Doch diese Perspektive "*post hoc*" geht fehl: Erstens war dieses Vorgehen im frühen 19. Jahrhundert keineswegs etabliert. Und zweitens zeigt die eingehende Analyse von Magendies Experimentaltätigkeit, in welcher Weise diese beiden Schritte - nämlich eine isolierende Eingrenzung des Phänomens und dann sozusagen eines umgedrehten Verfahrens - den Beobachtungsgegenstand durch die manipulative Entgrenzung seiner "Natur" in ein Objekt der

206 Siehe auch T. Lenoir (1982b), S. 295-299. Ein ähnlicher Forschungsansatz für makrohistorische Studien basiert auf dem komplementären Konzept der wissenschaftlichen Disziplin (*research school*) siehe G. Geison (1981).

207 Vgl. beispielsweise Gaspard Laurent Bayles (1774-1816) Reproduktionsversuche, die dem anschließenden *Rapport Cuviers, Pinels*, von Humboldts und Pierre-François Percys (1754-1825) im Jahr 1813 zugrundeliegen, F. Magendie (1813a), S. 25-48.

Experimentalanordnung transformierten. Es war durch das technische Arrangement geprägt und bestimmt, wie man anhand der in diesem Kapitel vorgestellten Experimente zur Absorption gut nachvollziehen kann. Wie am *Hundebeinpräparat* zu sehen, wurde durch eine experimentelle Isolation zunächst der fragliche Ort des Absorptionsvorgangs - über die Eingrenzung der Aufnahmewege der applizierten Giftstoffe - bis auf das morphologische Substrat der Gefäßwände verfolgt.

Anschließend wurde dieses morphologische Substrat aber soweit präpariert, daß sich seine "morphologischen" Eigenschaften experimentell verändern ließen. Der Austausch der Gefäße durch prothetische Federkiele ersetzte zugleich den ursprünglichen Beobachtungsgegenstand. Das, was sich nun im Experiment tatsächlich beobachten ließ, war selbst ein Objekt der technischen Zurichtung. In der Experimentalanordnung des *Gläsernen Hunds* war sogar zu sehen, daß diese schrittweise Isolation des morphologischen Substrats selbst zum Gegenstand der Manipulation wurde. In den Versuchen mit Emetika schuf die konsekutive Folge der einzelnen Handlungsschritte auf dem Weg zur anatomischen Magenpräparation somit selbst das epistemische Objekt experimenteller Beobachtung, nämlich die zeitliche Dynamik des Geschehens als zu untersuchender Prozessualität. Und im Experiment der *Vene auf dem Karton* ließ sich sogar verfolgen, wie durch beständige Modifikationen des experimentellen Arrangements schließlich nicht nur "harte" anatomische Strukturen wie Blutgefäße, sondern sogar das dem anatomischen *Répertoire* kaum zugängliche "weiche" Phänomen des Blutflusses in seiner Dynamik experimentell simuliert und sozusagen auch prothetisch ersetzt werden konnte. Das natürliche Substrat des beobachteten Phänomens - der lebendige Tierkörper - war Schritt für Schritt in ein technisches Arrangement überführt worden.

Bei genauerem Eingehen auf diese Experimente wird also deutlich, daß die von Magendie maßgeblich betriebene Loslösung der Funktion von ihrem morphologischen Substrat keineswegs allein als ein theoretischer Gedankenschritt verstanden werden kann, welcher im Kopf des "genialen Wissenschaftlers" geboren und anschließend nur experimentell umgesetzt oder verifiziert wurde. Diese Loslösung war vielmehr auch ein konstruktiver Effekt der Experimentalpraxis, welche sich in der Modifikation eines *experimentellen Protokolls* über annähernd vierzig Jahre hinweg verfolgen läßt. Der moderne physiologische Funktionsbegriff ist, so ließe sich schlußfolgern, in wesentlichen Teilen auch eine Konstruktion des Labors.

Doch dieses Argument greift zu kurz, wie ich in diesem Kapitel ebenfalls zeigen konnte. Es waren nicht nur die glücklichen Umstände oder das besonders geschickte "Händchen" des Experimentators, daß dieser moderne Funktionsbegriff gerade in Magendies Labor entstand. Schließlich unterschieden sich seine experimentellen Techniken von denen seiner Zeitgenossen nur graduell. Vielmehr war offensichtlich auch ein ganz neuer Blick auf dieses technische Arrangement nötig, um aus den einzelnen Elementen seiner Experimentalpraxis jenen Zugriff zu formen, aus dem sich dann ein neues begriffliches Verständnis der Funktion konzeptualisieren ließ.

Für diesen "Blick" waren jene theoretischen und praktischen Vorgaben entscheidend, die Magendie von Cuvier und Bichat übernahm. So war einerseits der konzeptionelle Zugriff der vergleichenden Anatomie prägend. Cuvier hatte bei seinen vergleichend-anatomischen Untersuchungen der Körperteile immer den Zusammenhang ihrer Bedeutung für das funktionelle Ganze im Auge. Auch seine paläontologischen Rekonstruktionen waren diesem Ziel geschuldet. Cuviers zentrales Erklärungsmoment war die reziproke Beziehung der Organstrukturen, welche dem 'Prinzip der Wechselwirkung der Teile' folgten. Diese Perspektive übernahm Magendie beim Blick auf die experimentell isolierten Einzelteile, die er

im oben beschriebenen zweiten Schritt auch in ihren Interaktionen beobachtete und untersuchte.²⁰⁸ Magendies holistische Ansichten, die das funktionelle Ganze wieder in den Vordergrund der Forschungstätigkeit hineinrückten, sind somit auch auf die Rezeption der Vorstellungen Cuviers zurückzuführen [vgl. Abs. 2. 2. a)].

Andererseits waren für den experimentellen Zugriff jene lokalisatorischen und pathologischen Ansichten entscheidend, welche Magendie von Bichat übernahm. So berief er sich in den *Quelques idées* (1809) noch auf Teilauffassungen der Schule von Montpellier, etwa die Lebenseigenschaften der ‘Sensibilität’ und ‘Kontraktilität’ sowie auf die Erklärungsentität einer ‘Lebenskraft’, um Fragen nach den Lebensphänomenen beantworten zu können. Hier sah er diese Eigenschaften noch in enger Abhängigkeit von den Konstitutionsweisen “organischer Apparate”, in denen sie zur Anwendung kämen.²⁰⁹ Diese vitalistische Konzeption war für Magendie beständiger Gegenstand, auch in der experimentellen Auseinandersetzung. Man kann mit gewissem Recht sogar sagen, daß Magendies experimentelle Strategie maßgeblich durch diese theoretische Prämisse geprägt wurde, nämlich als jener “Widerstand“, an dem sich Magendie “abarbeitete“. So lassen sich sowohl Anlage und Durchführung der Experimente wie auch ihre Interpretation als Formierung von experimentalpraktischen wie theoretischen Argumenten verstehen, welche das aus Magendies Sicht bestehende Defizit der Bichatschen Auffassung neu füllen sollten. Ganz besonders gilt das für den “reflexiven Teil“ seiner Experimentalpraxis, nämlich die Deutung der beobachteten Phänomene und ihre konzeptionelle Verwendung und Einbettung.

Das heißt, in dieser “frühen Position“ traten Magendies lokalisatorische und pathologische Ansichten am ausgeprägtesten hervor. Bereits im *Précis* (1816/17) erfuhr die Lebenskraft jedoch starke begriffliche Einschränkungen, während die Konzeption der Funktion nicht nur experimentell, sondern auch theoretisch an Eigenständigkeit gewann. Mit der zunehmenden Verfeinerung des *experimentellen Protokolls* betrachtete Magendie die Ursachen der Lebenskraft als wissenschaftlich unergründbar. Auf einer “niedrigeren Ebene“ des Körpers wollte er die Funktionen als direkt-beobachtbare Manifestation des Lebens beschreiben und als Ausdruck physikalischer Kräfte - wie der Attraktion - untersuchen.²¹⁰ Hierzu teilte er die physiologischen Funktionen nun in unterschiedliche Kategorien ein, nämlich a) solche, die das Individuum mit seiner Umwelt verbinden, b) solche, die der Ernährung und dem Stoffaustausch dienen sowie c) solche Funktionen, die die Reproduktion der Individuen gewährleisten. Sowohl in den späteren Editionen des *Précis* (etwa 1833) als auch in seinen *Leçons* (1832-40) wurden diese “interpretativen Ideen“ immer wichtiger.²¹¹

Auf diese Weise bildete sich über den Verlauf einer fast vierzigjährigen Experimentalpraxis ein neues konzeptionelles Verständnis der Bichatschen “Lebenskraft“ heraus. Die am lebenden Organismus beobachtbaren Tätigkeiten wurden nun nicht mehr auf die “Aktion“ der durch eine Lebenskraft in “Bewegung“ gesetzten morphologischen Strukturen rückgeführt, sondern auf die experimentelle Reduktion ihres funktionellen Zusammenspiels im Labor bezogen. Die ‘Funktion’ war so gesehen jenes epistemische Objekt, das sich - sehr verkürzt - im prothetischen Ersatz dieser morphologischen Strukturen wie auch in der dynamischen

208 Insbesondere für das Nervensystem ging Magendie von einem systemhaften und integrativen Wirkungszusammenhang (als *fonctions de relation*) für die physiologischen Untersuchungen aus, eine Auffassung, die durchaus im Kontext der zeitgenössischen Hirnforschung stand. Vgl. M. Hagner (1997), S. 90.

209 Siehe F. Magendie (1809a), S. 162f. und 166.

210 F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 15.

211 Vgl. T. Hall (1969), S. 248.

Simulation ihrer Tätigkeiten auf dem Experimentiertisch darstellte. Hierzu mußte man einerseits das Wirken einer "Lebenskraft" in Abrede stellen und andererseits das Geschehen im Labor als Wechselwirkung der experimentell isolier- und manipulierbaren Teile betrachten. Beides, die experimentelle Praxis und die theoretischen Vorgaben waren Essenzen dieses neuen Funktionsbegriffs.

Ihr Verhältnis zueinander ist allerdings schwierig zu bestimmen. Sicherlich läßt sich aus den Publikationen jene konsekutive Kopplung von vorformulierten Hypothesen und experimentellen Überprüfungen herauslesen, die nach Bernard den methodologischen Kern der modernen Physiologie auszeichnet. Nach diesen gedruckten Texten war Magendies Forschungspraxis davon geprägt, zu Beginn einzelner Experimente bestimmte Hypothesen (*questions*) vorzuformulieren. Sie standen im Kontext der jeweiligen Problemsituationen, etwa der Frage nach den morphologischen Strukturen, welche die Absorptionsfunktion aufrechterhalten. Die programmatische Ausformulierung dieser Forschungsmethode findet sich zwar erst im *Précis* von 1816/17.²¹² Doch auch in den Experimentalarbeiten der früheren Publikationen konnten die dort erhobenen Forderungen sichtbar gemacht werden. Räumt man der "experimentellen Praxis" aber ein Eigenrecht ein, so ist eher von einer rekursiven Struktur der experimentellen Methodologie auszugehen [siehe auch S. 205]. Unstrittig wirkten die Experimentalbefunde ihrerseits auf die theoretische Konzeptualisierung zurück, ja sie stellten diese theoretischen Prämissen sozusagen in einen neuen Rahmen. Nicht zuletzt machen experimentelle 'Anomalien' beziehungsweise die *démentis expérimentaux* die Grenzen dieser Auffassung deutlich. Hier entfaltete das Experiment eine materielle Eigenständigkeit, in der Weise, wie Magendie etwa das Postulat von der Transfundierbarkeit des giftigen Agens von *Nux vomica* zurücknehmen mußte. Besonders deutlich wird diese rekursive Struktur jedoch, wenn man die unterschiedlichen "Verwendungsweisen" seiner Experimente näher betrachtet.²¹³ Sie waren mit jeweils neuen theoretischen Annahmen beziehungsweise wechselnden physiologischen Problemstellungen verbunden, welche unmittelbar aus dem experimentellen Geschehen hervorgingen.

Mit diesem experimentellen Ansatz und der dazugehörigen Methodologie schuf Magendie einen neuen Repräsentationsraum. Nicht die vergleichende Beobachtung und auch nicht das von außen aufgelegte Ohr oder Stethoskop, sondern das Experiment "entschied" in letzter Instanz darüber, welche Eigenschaften eine Funktion wie die der physiologischen Absorption im Körperinneren habe, die sich etwa in Form von Blutkreislauf, Venenfüllung und transmembranärem Farbdurchtritt darstellen beziehungsweise visualisieren ließ. Dieser "experimentelle" Reduktionismus trug entschieden zu jener *eliminativistischen* Tendenz bei, die sich in der experimentellen Methodologie Magendies formierte. Sie läßt weder in programmatischer, noch in forschungspraktischer Hinsicht Zweifel daran, daß der Physiologe eine Rückführung der Funktionen auf physikalisch-chemische Prozesse anstrebte, auch wenn er sich mit den Methoden und materiellen Ressourcen des frühen 19. Jahrhunderts außerstande sah, minimale organismische Korrelate - etwa die histologischen Strukturen der Absorptionsvorgänge an Lymphgefäßen und Kapillaren - sichtbarzumachen.²¹⁴ In den

212 Siehe F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 23f.

213 So spiegelt Magendies Forschungspraxis bei genauerer Betrachtung auch eine Veränderung von den früheren methodologisch wichtigen Experimenten, hin zu den späten epistemisch wichtigen Experimenten wieder. Vgl. hierzu auch die Unterscheidung von "kognitiv" und "epistemologisch" wichtigen Experimenten in der wissenschaftshistorischen Terminologie David Goodings, ders. (1989), S. 216. Zur Veränderung Magendies Experimentalpraxis siehe auch M. Brazier (1988), S. 45.

214 Siehe W. Bechtel/R. Richerdson (1993), J. Pickstone (1976), S. 203-212.

technisch-apparativen Arrangements des Labors führte er sie der Manipulation und Simulation zu und untersuchte sie zunehmend in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit.

Dennoch erscheint die These unberechtigt, daß Magendie Funktionen allein auf der Grundlage weiterer Funktionen erklären wollte.²¹⁵ Vielmehr bildete sein reduktionistischer Ansatz, die Funktionen auf physikalisch-chemische Prozesse rückführen zu wollen, einen wichtigen, wenn nicht zuletzt gar den wichtigsten methodologischen Kern seines Forschungsprogramms. Wie jedoch aus der Analyse Magendies Forschungspraxis deutlich hervorgeht, steht diese Ausrichtung in besonderer Abhängigkeit von seinen materialistischen Annahmen und labortechnischen Aufbauten. Die heuristische Auffassung, daß auch die für ihn nicht visualisierbaren mikroanatomischen Prozesse prinzipiell physiologisch - im Sinne einer Funktionsanalyse - bestimmt und naturwissenschaftlich erklärt werden könnten, wirkte jedoch stark auf nachfolgende Physiologen wie Bernard und die frühen physiologischen Chemiker im ausgehenden 19. Jahrhundert fort.²¹⁶

215 Vgl. J. Lesch (1984), S. 93 und 97-99, sowie W. Albury (1974), S. 98.

216 Siehe weitergehend D. Tower (1994), S. 260f. und 275, J. Lesch (1984), S. 125-244, sowie M. D. Grmek (1973), S. 22.

“Wissenschaftstheorie ohne Wissenschaftsgeschichte ist leer; Wissenschaftsgeschichte ohne Wissenschaftstheorie ist blind.”¹

Imre Lakatos

6. Zusammenfassung der Arbeit

Die Entwicklung des funktionellen Denkens und die Abwendung von der strengen attributiven Bindung der Lebensphänomene an zugrundeliegende morphologische Strukturen bildeten eines der Hauptmomente, die zu den weitreichenden Veränderungen in den Lebenswissenschaften des frühen 19. Jahrhunderts geführt haben. Funktionelle Ansätze prägten und prägen dabei die experimentelle Forschungspraxis ebenso wie medizinische Krankheits- und Gesundheitskonzeptionen bis in die modernsten Biowissenschaften hinein. Diese Entwicklung wurde in der vorliegenden Arbeit am Beispiel von François Magendie herausgehoben. Dabei habe ich mich auf die methodologische Rolle des Funktionsbegriffs konzentriert und sowohl seine theoretische Verwurzelung in der zeitgenössischen Naturforschung und Medizin als auch seine praktische Herausbildung in Magendies Experimentaltätigkeit verfolgt.

Diese Verschränkung einer eher ideengeschichtlich orientierten Analyse mit einer praxeologischen Herangehensweise nimmt die gegenwärtige Debatte der Wissenschaftsgeschichte über das Verhältnis von Theorie und Praxis auf. So haben sich in den zurückliegenden zwei Jahrzehnten die im angelsächsischen Sprachraum angesiedelten *science studies*² darum bemüht, die laborpraktischen und institutionellen Bedingungen zu untersuchen, die zur Formierung der modernen biomedizinischen Experimentalwissenschaften beitragen. Sie unterwarfen frühere ideengeschichtliche Ansätze einer eingehenden Revision und machten darauf aufmerksam, daß die Umbrüche in den Lebenswissenschaften des frühen 19. Jahrhunderts wesentlich darauf zurückzuführen seien, daß sich in ihnen erstmalig der Typus des *investigativen Laborexperimentalist* herausbildete. Damit wird auch der neue Typus einer Wissenschaft charakterisiert, die ihre Beobachtungsobjekte und Wissensbestände durch ein aktives Eingreifen und Manipulieren konstruiert und darstellt. Bei dieser Betonung des aktiven und eingreifenden Vorgehens sollte man allerdings nicht die kognitiven Anteile unterschätzen, welche das wissenschaftliche Feld vorstrukturieren.

Der Schwerpunkt meiner Untersuchung war somit ein zweifacher. Erstens habe ich die begrifflichen Voraussetzungen geklärt, die Magendie zur Konzeptualisierung eines neuen Funktionsverständnisses führten. Zweitens wurde durch die eingehende Beschreibung seines experimentellen Ansatzes und seiner forschungspraktischen Entwicklung über rund vierzig

1 I. Lakatos (1978), Bd. 1, S. 102 [Übers. F. S.].

2 Eine einführende Darstellung in ihre unterschiedlichen Problemfelder gibt M. Biagioli (1999).

Jahre hinweg herausgearbeitet, in welchem Verhältnis diese theoretischen Vorgaben zur experimentellen Praxis standen und in welcher Weise sie in deren Ergebnisse eingingen.

Dem ersten Fragenkomplex waren gleich zwei eigene Kapitel gewidmet. Denn bei der Frage nach dem ideengeschichtlichen Kontext war es unumgänglich, ausführlicher auf die vergleichende Naturforschung von Georges Cuvier und auch auf die pathologische Anatomie von Xavier Bichat Bezug zu nehmen, da sich erst auf diesem Weg die jeweiligen Elemente herausarbeiten ließen, die Magendie auf seinem Weg ins Labor begleiteten. So habe ich in einem eigenen, dem zweiten Kapitel Cuviers Vorstellung eines wechselseitigen "Wirkungsverhältnisses" der anatomischen Teile dargestellt und dabei besonders die Punkte herausgearbeitet, an die Magendie später anknüpfen sollte. Im dritten Kapitel bin ich dann dem von Bichat entwickelten Experimentalansatz nachgegangen, der prototypisch für die französische Medizin der Nachrevolutionszeit gilt. Dabei habe ich nicht nur Bichats experimentelle Praktiken und Techniken dargestellt. Ein besonderes Gewicht wurde auch auf seine Vorstellungen vom Zusammenhang von Lebenstätigkeit und morphologischem Substrat gelegt, mit denen sich Magendie später auseinandersetzen mußte. Das galt auch für die vitalistische Grundüberzeugung Bichats, die seine Konzeption der Lebenstätigkeit prägte.

Dem zweiten Fragenkomplex wurde ebenfalls in zwei eigenen Kapiteln nachgegangen. So habe ich im vierten Kapitel die Integration der forschungspraktischen und theoretischen Versatzstücke aus den Ansätzen Magendies Vorgänger in sein eigenes experimentalphysiologisches Forschungsprogramm untersucht und dargestellt, an welchen Stellen Magendie hier abgewichen war beziehungsweise eigene Wege beschritten hat. Dabei wurde etwa ersichtlich, daß Cuviers Vorstellung eines "Lebensstrudels" für Magendie ein Modell bot, das ihn einerseits zur Beachtung interaktiver Wechselwirkungen der Organapparate führte. Andererseits prägte es auch den reduktionistischen Ansatz des Experimentalphysiologen. Darüber hinaus wurden Magendies Absetzbewegungen von den vitalistischen Annahmen Bichats thematisiert und Magendies experimenteller Übergang zur aktiven Untersuchung des Verhältnisses von Funktion und Struktur in diesem Spannungsfeld nachgezeichnet. Mit diesen Vorarbeiten konnte im fünften Kapitel schließlich die experimentelle Entwicklung Magendies heuristischen Funktionsbegriffs selbst verfolgt werden. Dabei habe ich mich bemüht, das Wechselspiel zwischen den "theoretischen Vorgaben" einerseits und dem "experimentellen Eigenleben" andererseits anhand einer durchgehenden Experimentalanordnung nachzuzeichnen und ihre Weiterungen in der experimentellen Praxis zu beschreiben. Auf diesem Weg ließ sich dann die experimentalpraktische Entstehung eines neuen Verständnisses der Lebenstätigkeit sowie ihre begriffliche Konzeptualisierung verfolgen.

Mit dem Versuch einer Rekonstruktion der experimentellen Praxis konnte auch gezeigt werden, daß die gleichen experimentellen Techniken und Praktiken, die bereits Bichat verwendet hatte, in einem anderen Problemzusammenhang und unter einer anderen theoretischen Perspektive auch etwas anderes "zu Tage" brachten. Diese Schlußfolgerung wäre banal, wenn nicht die neuere Forschungsliteratur dazu tendierte, genau dies für Magendies Experimentaltätigkeit in Abrede zu stellen. So rekuriert meine Arbeit in weiten Teilen auf die vorgängigen historiographischen Untersuchungen Alburys³ sowie Leschs⁴, in denen sie sich den physiologischen Experimentalansätzen und unterschiedlichen Erklärungsweisen bei Bichat und Magendie zuwenden [vgl. auch S. 187]. Meines Erachtens wird in diesen Studien die Genese der unterschiedlichen Problemhorizonte beider Forscher jedoch ebensowenig deutlich,

3 [Vgl. Anm. 74 in Kap. 4].

4 [Siehe Anm. 56 der Einleitung].

wie die Formierung der rekursiven Struktur in Magendies investigativer Methodologie. Gerade die Rekonstruktion der *praxeologischen Dimension* seines Forschungshandelns im Labor eröffnet aber eine neue Perspektive auf die Gleichwertigkeit “praktischer Überzeugungen” mit theoretischen Ansichten.

Der neue Funktionsbegriff, welcher Magendies Physiologie auszeichnet, war somit weder der experimentellen Praxis vorgängig, noch ausschließlich ihr Produkt. Es läßt sich keineswegs zwischen seinen theoretischen Vorleistungen, begrifflichen Prämissen und konzeptionellen Voraussetzungen sowie der ihnen zugrundeliegenden experimentellen Herangehensweise und praktischen Methodologie so klar unterscheiden, wie ich dies aus Gründen der Darstellbarkeit in dieser Arbeit getan habe.

Im Rückblick auf die gesamte Arbeit möchte ich im folgenden Abschnitt versuchen, diesen neuen Funktionsbegriff und seine methodologische Funktion in Magendies Forschungsprogramm zusammenfassend zu umreißen. Dieses Forschungsprogramm soll selbst im 2. Abs. dieses Kapitels mit Hilfe der von Lakatos entwickelten Begrifflichkeit charakterisiert werden. Abschließend möchte ich im 3. Abs. den Bogen zur aktuellen Medizin spannen und einen Ausblick auf das *funktionell-dynamische Paradigma* geben. Es basiert vor allem auf der zweckbezogenen Analyse der Körperstrukturen und betrachtet die physiologischen Vorgänge in ihrer Prozessualität und wechselseitigen Bezogenheit. Einen besonders instruktiven Beitrag für diese Richtung liefert die biologische Kybernetik mit ihrem rekursiven Modell lebendiger Systeme, auf die abschließend eingegangen werden soll.

6. 1. Die Formierung des heuristischen Konzepts der Funktion

Über die Rekonstruktion des Forschungspraxis ist es nicht nur möglich, die Rolle der einzelnen Versatzstücke darzustellen, die Magendie aus der vergleichenden Naturgeschichte Cuviers und der pathologischen Anatomie Bichats übernahm, sondern auch die Herausbildung seines anderen Funktionsverständnisses. Für Bichat war die Funktion eine Leistung spezifischer Substrate - die Lebenstätigkeit einer morphologischen Struktur. Cuvier sah diese morphologische Struktur hingegen durch das Zusammenspiel ihrer Lebenstätigkeit mit den Lebenstätigkeiten anderer morphologischer Strukturen geprägt - das war die methodologische Grundlage seiner paläontologischen Rekonstruktion. Beide Ansichten lassen sich bei Magendie wiederfinden. So löste Magendie nämlich in seinen ersten Arbeiten mit Hilfe einer isolierenden Methodik die Funktion experimentell vom morphologischen Substrat ab. In späteren Untersuchungen gelang es ihm, auch den zeitbezogenen, prozessualen Verlauf der Lebenstätigkeiten im vivisektorischen Experiment sichtbar zu machen. Im Experimentalverlauf konnte er dabei die Auswirkungen der physiologischen Funktion direkt manipulativ überprüfen, um in einem zweiten Schritt sogar den tatsächlichen “Mechanismus unserer Organisationsweise künstlich [zu] reproduzieren”.⁵ Methodisch erreichte er das Ziel einer Sichtbarmachung dynamischer Phänomene des lebendigen Körpers insbesondere durch die Verwendung von chirurgisch orientierten Experimenten. Im Versuchsverlauf konnten beispielsweise temporäre Ligaturen nach einem bestimmten Zeitintervall und Plan geöffnet, geschlossen und hierdurch die Flußdynamik in lymphatischen sowie venösen Gefäßen kontrolliert untersucht und manipuliert werden. In eigentümlichen Experimentalanordnungen - wie dem *Hundebeinpräparat* oder der *Vene auf dem Tablett* - wurden physiologische Problemstellungen

5 F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 137.

im Sinne einer Faktorenanalyse experimentell bearbeitet und neue Fragen generiert.⁶ Die planmäßige Einrichtung des Experimentalablaufs, aber auch das konstruktive Element des Laborgeschehens und die schrittweise Erweiterung des ursprünglichen *experimentellen Protokolls* von Magendie entwickelten sich zu den Hauptmerkmalen seines Forschungsprogramms.⁷

Während seine Motivation für diese Herangehensweise in nicht geringer Weise aus der Abgrenzung gegenüber Bichats Gewebspathologie mit ihren vitalistischen Konnotationen hervorgegangen sein dürfte, so ist sein eigenes Forschungsprogramm dadurch gekennzeichnet, die Lebensphänomene nach ihrer experimentellen Isolation auf physikalisch-chemische sowie divergente morphologische Grundlagen zurückzuführen. Übernimmt man an dieser Stelle Temkins Position, Magendie als *vitalistischen Materialisten*⁸ zu begreifen, dann wird verständlich, daß die Wirkmächtigkeit seines Forschungsprogramms gerade in der Akzentuierung einer Reduzierbarkeit der physiologischen Funktion auf physikalisch-chemischen Mechanismen begründet lag.⁹ Im zeitlichen Verlauf seiner Untersuchungen führte ihn die *Ratio* des Experiments dabei auch zu Umschichtungen der von ihm vertretenen Prioritäten und funktionellen Konzeptionen: Ging Magendie zu Beginn seiner Karriere noch von spezifischen Gesetzen des Lebendigen aus, so gelangte er in den Experimentalarbeiten der 30er und 40er Jahren am *Collège de France* zu einem stark reduktionistisch geprägten Ansatz.

Hier zeigt sich die *heuristische Bedeutung* des Funktionsbegriffs für die Forschungsmethodologie Magendies. Wie in dieser Arbeit beschrieben, gingen ideengeschichtliche Einflüsse - etwa Cuviers 'Prinzip der Wechselwirkung der Teile' und Bichats Vorstellung der Aufrechterhaltung der Lebensphänomene durch heteronyme Gewebsemble - in Magendies funktionelle Konzeption ein. Diese Versatzstücke waren ursprünglich fest in die jeweiligen forschungspraktischen Ansätze und Problemlösungen Cuviers oder Bichats integriert. Mit ihrer Übertragung in einen neuen Forschungskontext boten sie interessante Anwendungsmöglichkeiten und erlaubten Magendie, weitere verwandte morphologische Anwendungen zu entwickeln. Mit der zunehmenden Veränderung seines Experimentalansatzes entfernte sich Magendie deshalb auch von Cuviers Auffassung einer notwendigen Beobachtung des Gesamtorganismus für das Funktionsverständnis der Körperteile. Darüber hinaus wurde nun im und mit dem Experiment nach neuen physiologischen Relevanzkriterien gesucht. Hier war der experimentell "in Anschlag gebrachte" Funktionsbegriff selbst ein zwecktätig gerichtetes Instrument. Das heißt, die Zuschreibung eines bestimmten Zwecks zu gesonderten Strukturen des lebendigen Körpers wurde selbst zum Werkzeug für die Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten: Sie verfestigte den Blick auf den experimentellen Gegenstand und wurde zugleich von der technischen Apparatur des Labors materialisiert. In dieser doppelten Weise wurde die Funktion sowohl jene spezielle Perspektive auf die experimentell zugerichteten Körperstrukturen als auch das *epistemische Objekt* des physiologischen Experiments. Sie war also nicht nur Mittel, sondern auch Gegenstand der Betrachtung und Analyse. Das charakterisiert den modernen Funktionsbegriff.

In Erweiterung dieser physiologischen Neukonzeption wurden auch die pathologischen Erscheinungen des Körpers umbewertet. So entstand mit der Experimentalphysiologie auch

6 Vgl. beispielsweise F. Magendie (1822a), S. 367.

7 Siehe etwa F. Magendie (1841), Bd. 2, S. 138f.

8 [Siehe Anm. 100 in der Einleitung].

9 J. M. D. Olmsted (1944), S. 30.

eine Vorstellung vom kontinuierlichen Übergang der dynamischen Abläufe normaler Funktionen in den Bereich pathologischer Dysfunktionen hinein.¹⁰ Übernimmt man hier die These Canguilhem's, daß die Einebnung qualitativer Unterschiede eine wichtige epistemische Grundlage der neuen Physiologie darstellt, dann "versprach" die Physiologie über die empirische Darstellung der Funktionsdynamik eine Wissenschaft zu werden, welche die "normalen Grenzen" der Vorgänge im lebendigen Körper aufzeigen konnte.¹¹ Das bedeutet, daß die Physiologen wie Magendie oder später Bernard das "reale Geschehen" im kranken Organismus auch aus der experimentellen Laborpraxis zu erklären beanspruchten.¹² Magendie verstand die pathologischen Erscheinungen des Organismus explizit als Malfunktionen eines "krankhaften Organismus" [siehe S. 70], dessen "gestörte" Vorgänge in ihren physiologischen Normalzustand (*comme à l'état normal*) rückgeführt werden sollten.¹³ Hier artikuliert sich implizit jener *Normalitätsbegriff*, der späteren statistischen Ansätzen zu Grunde lag, obgleich er zunächst nur auf qualitativen und nicht auf quantitativen Auffassungen begründet war.¹⁴

Diese neue Physiologie ging insbesondere von der Annahme der "Regularität" und "Stabilität" [siehe S. 114] der Lebensphänomene aus, die hierdurch erst experimentell erzeugt und analysiert werden konnten. Der Übergang von der Regularität auf die "Normalität" der physiologischen Funktionen war deshalb zentral für die Neukonzeption des klinischen Krankheitsbegriffs im 19. Jahrhundert. Dabei etablierte die zeitgenössische physiologische Forschung eine funktionell-dynamische Begriffsstruktur, die den *bipolar formierten Raum des Krankseins* als einen stetigen Übergang vom Bereich des normalen Funktionierens hinüber in den Bereich pathologischer Dysfunktionen neu konfigurierte.¹⁵ Krankheiten stellten demnach einen kontinuierlichen quantitativen Übergang vom Gesunden ins Pathologische dar. Den ersten Schritt hin zu einem solchen direkten Zugang zur "Quelle des Übels" hatte schon Laënnec's Stethoskop gemacht.¹⁶ Die Experimentalphysiologie setzte diesen lokalisatorischen Trend fort und konnte ihn in entscheidender Weise dynamisieren.

Die Forschungsarbeiten Magendie's, in denen ihm die künstliche "Reproduktion" der prozessualen Lebensphänomene gelang, führten jedoch nicht nur in den Pariser Klinikerzirkeln zu einem Unbehagen sowie zu einem steigendem Druck, sich mit seinen Ergebnissen auseinandersetzen zu müssen.¹⁷ Wie sich die Forschungsansätze und -praktiken einzelner Wissenschaftler dieser Zeit veränderten, läßt sich eindrucksvoll anhand der Vorstellungen des

10 Dieser Schritt wurde schon von Magendie explizit formuliert. F. Magendie (1837), Bd. 1, S. 143f.

11 Siehe G. Canguilhem (1996), insbesondere S. 29-32, 76-95 und 116f.

12 Vgl. F. Magendie (1837), Bd. 1, S. 6.

13 Dies forderte Magendie beispielhaft für den Herzschlag oder den Blutdruck ein. Ebenda, S. 233, und Bd. 2, S. 217f., wie auch G. Canguilhem (1996), vor allem S. 32-51.

14 Vgl. etwa die Darstellung der wirkmächtigen Arbeiten des belgischen Statistikers Adolphe Quetelet (1796-1874) in G. Darmais (1995), S. 79f.

15 Foucault ordnete dem 18. Jahrhundert hingegen eine unterschiedliche Leitidee zu, nämlich die aus der praktischen Tätigkeit des Arztes stammende der 'Gesundheit', während er die Idee der 'Normalität' aus der physiologischen Forschung für das 19. Jahrhundert in Anspruch nahm. M. Foucault (1996b), S. 52f., siehe auch P. Sarasin/J. Tanner (1998), S. 20f., sowie G. Smith (1985).

16 Siehe J. Lachmund (1992), wie auch M. Foucault (1996b), insbesondere *Das Sichtbar-Unsichtbare*, S. 162-185, sowie E. Ackerknecht (1967), S. 83-100.

17 Dies zeigen etwa die Sitzungsprotokolle der Akademie der Wissenschaften anhand der Diskussionen mit Magendie und der Vielzahl der Bezüge auf seine Arbeiten, vgl. beispielsweise J. Lesch (1984), S. 143f. Auch einzelne Pariser Ärzte wie Jean Cruveilhier (1791-1874) und Étienne Pariset (1770-1847) unterstützten den lokalisatorischen Ansatz der frühen französischen Experimentalphysiologen. Vgl. J. Lesch (1988).

Pariser Dermatologen Jean-Louis Alibert (1768-1837) zeigen.¹⁸ In seinen theoretischen *Erörterungen über die Verbindungen der Medizin mit den Natur- und Geisteswissenschaften*¹⁹ vertrat er noch im ausgehenden 18. Jahrhundert, daß die Medizin zwar die Ergebnisse anderer Naturwissenschaften rezipieren sollte, daß sie aber dennoch eine eigenständige Wissenschaft von den Lebensphänomenen sei und wandte sich gezielt gegen die reduktionistischen Ansichten der “neuen Enthusiasten”, wie er die Experimentalphysiologen nannte.²⁰ Nach seiner anfänglichen Skepsis forderte sogar Alibert zwei Jahrzehnte später wenigstens den theoretischen Entwurf einer spezifischen Humanphysiologie ein, die sich aber durch ihre Methoden in der Zielrichtung vom vivisektorischen Vorgehen und der laboratoriums-basierten Physiologie unterscheiden sollte. Statt dessen müsse sie sich vor allem auf die Beobachtung von Krankheitsverläufen stützen, um der Varianzbreite unterschiedlicher Pathophänomene gerecht zu werden.²¹ Mit der Übernahme der funktionell-dynamischen Implikationen des experimentalphysiologischen Programms in den klinischen Raum wurde somit ein wichtiger Entwicklungsprozeß in Gang gesetzt, der nicht nur zur Folge hatte, daß sich der medizinische Krankheitsbegriff zu ändern begann. Vielmehr sahen sich die klinischen Mediziner ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zunehmend in der Pflicht, selbst experimentelle Untersuchungen anzustellen und Diagnostik sowie Therapie an experimentalphysiologischen Gegebenheiten zu orientieren.

6. 2. Magendies Physiologie als historisches Fallbeispiel für Lakatos’ *Methodologie wissenschaftlicher Forschungsprogramme*

Temkin hat darauf hingewiesen, daß die erkenntnistheoretischen Überlegungen der *Idéologues* für Magendies Theoriebildung zentral waren.²² Die *Idéologues* bildeten eine Gruppe französischer Denker und Wissenschaftler am Ende des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts, welche eine thematische Abkehr von der Beschäftigung mit metaphysischen Fragestellungen hin zu epistemologisch relevanten Problemen der Einzelwissenschaften vollzogen.²³ Ihre wissenschaftsphilosophische Ausrichtung orientierte sich insbesondere am

18 Alibert gehörte der *Société Médicale d’Émulation* seit 1796 als Gründungsmitglied an, leitete sie bis 1802 als Vorsitzender und präsentierte dort viele seiner Arbeiten. Er gilt als stark durch die Vorstellungen der Schule von Montpellier beeinflusst.

19 J.-L. Alibert: *Discours sur les rapports de la médecine avec les sciences physiques et morales*, Paris 1798.

20 Siehe E. Williams (1994), S. 72, 75 und 122.

21 Ebenda, S. 133f.

22 Vgl. O. Temkin (1946a). Trotz der Übernahme zentraler Ansichten der *Idéologues* scheint sich Magendie aber nicht als ihr in die Physiologie “verlängerter Arm” gefühlt zu haben, als er ihre Neubegründung auf der Basis sensualistischer Annahmen anstrebte. In diesem Programm bekamen die *Idéologues* vielmehr einen eigenen Gegenstandsbereich zugewiesen: die Erklärung der psychischen Fähigkeiten (*intelligence*) des Menschen. Magendie wollte dagegen seinerseits die grundsätzlichen Prinzipien dieser Wissenschaft (*science*) auf den physiologischen Erkenntnissen abstützen. Vgl. F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 171.

23 Der Einfluß der *Idéologues* war nicht auf die physiologischen Experimentalisten wie Magendie, Legallois oder Flourens begrenzt. So publizierte der Mitbegründer der Gerichtsmedizin François E. Fodéré (1764-1835) 1808 seine “Positive Physiologie” (*Physiologie positive*). Der Neurologe Rostan stellte seine “Positiven Ideen” (*Idées positives*) im Jahr 1826 vor, ebenso wie der Chirurg Lallemand (1750-1834) 1830 und der klinische Mediziner Jean-Baptiste Bouillaud (1796-1881) im Jahr 1836. Diese Gruppe von physiologisch arbeitenden Medizinerinnen suchte nachdrücklich nach einer neuen Grundlage beziehungsweise einer vereinheitlichenden Methodologie für die Lebenswissenschaften. Siehe E. Ackerknecht (1967), S. 8.

Werk des Arztes und Philosophen Cabanis²⁴ und war auch vom Sensualismus des Abbé Etienne de Condillac (1715-1780) beeinflusst.²⁵ Einzelne philosophische Prämissen der *Idéologues*, etwa Fragen nach dem Verhältnis zwischen unbelebter Materie und dem Leben oder zwischen Körper und Geist, übernahm Magendie mit in sein Organismuskonzept.²⁶ Durch diese Übernahme sensualistischer Auffassungen in den Beobachtungsansatz der Experimentalphysiologie entstand eine forschungspraktische Grundlage, die weitere Verbindungen mit den Konzeptionen und Techniken der vergleichenden und der pathologischen Anatomie zuließ. In meiner Untersuchung wurde jedoch deutlich, daß es einige Zeit “dauerte“, bis sich seine experimentelle Physiologie aus den disparaten, jedoch “artverwandten Ansätzen” anderer Naturforscher formieren konnte. Deshalb gehe ich für meine Abschlußdiskussion davon aus, daß theoretische und forschungspraktische Versatzstücke in der Weise Eingang in Magendies Arbeiten fanden, wie dies Lakatos anhand der *Methodologie wissenschaftlicher Forschungsprogramme* für zentrale Konzepte ihres “harten Kerns” beschrieben hat.²⁷

Auch in Magendies Forschungsprogramm läßt sich ein solcher “harter Kern” aus methodologischen Vorstellungen identifizieren. Nach Lakatos, für den ein Forschungsprogramm zunächst ein analytisches Instrument des Wissenschaftshistorikers darstellte, können solche zentralen Konzeptionen, etwa Magendies Auffassungen über die physiologischen Funktionen lebendiger Organismen, seine Überzeugung von der Notwendigkeit des vivisektorischen Experimentierens für den wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt oder seine Vorstellung von der prinzipiellen Reduzierbarkeit der Lebensphänomene auf physikalisch-chemische Prozesse, als Individuierungskriterien eines Forschungsprogramms im zeitlichen Verlauf gesehen werden. Im Gegensatz zu einer statischen Theorie gilt ein Forschungsprogramm nach Lakatos jedoch durch “methodologische Regeln” konstituiert, die seine zeitliche und theoretische Kohärenz gewährleisten. Somit stellt es eine “metatheoretische Einheit” dar, die unterschiedliche Entwicklungsstufen von Theorien, Experimentalansätzen sowie Forschungspraktiken langfristig sichtbar machen kann. Einzelne der methodologischen Regeln eines Forschungsprogramms werden dabei als Heuristiken aufgefaßt, die angeben welche Forschungswege ein Wissenschaftler vermeiden (“negative

24 Vgl. vor allem P. Cabanis: *Über die Verbindung des Physischen und Moralischen in dem Menschen* von 1802; frz. *Rapport du physique et du moral de l'homme*, ders. (1956), Bd. 1, S. 105-631, sowie M. Sturm (1980).

25 Zum direkten Einfluß der *Idéologues* auf Magendie vgl. O. Temkin (1946a), G. Rosen (1946) und K. Sudhoff (1922), insbesondere S. 333. Die *Idéologues* folgten im allgemeinen der psychologischen Methode Condillacs, ergänzten sie jedoch um physiologische Aussagen über die menschliche Wahrnehmung. Ihre “Schule”, die sich nach der Revolution aktiv an den einsetzenden Bildungsreformen beteiligte, wurde im Rahmen der akademischen Philosophie Frankreichs vom “spiritualistischen Ekklektizismus” Victor Cousins (1792-1867) abgelöst. Siehe den Artikel *Idéologues*, aus *Le Petit Robert des noms propres* (1996), S. 1001, S. Moravia (1972) wie auch F. Picavet (1891).

26 Der *Idéologue* Destutt de Tracy, der auch als ein führender Kopf des französischen Materialismus der Zeit galt, hatte er vertreten, daß das materiale Substrat des tierischen Organismus beziehungsweise seine Organisationsform das Primat vor der phänomenalen Konzeption der Funktion innehatte. Indizien für eine solche materia-listische Erklärungskonzeption finden sich auch in Magendies Diskussion des menschlichen Bewußtseins als “mentaler Funktion”, die er als Resultat der “Tätigkeit eines Organs”, nämlich des Gehirns, sah. Siehe F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 170, und A. Destutt de Tracy: *La théorie physiologique des sensations* (Vortrag an der *Athénée Médicale* in Paris aus dem Jahr 1822). Siehe auch E. Haigh (1984), S. 76f, sowie M. Gross (1979), S. 250, Fußnote 65.

27 Siehe I. Lakatos (1978), und ders. mit A. Musgrave (1970).

Heuristiken“), andere hingegen welche er aktiv beschreiten sollte (“positive Heuristiken”),²⁸ um zu einer angemesseneren Beschreibung seines wissenschaftlichen Problemfelds zu gelangen. Das bedeutet nicht, daß ihr oder ihm diese Regeln “extern“ zugeschrieben werden, sondern daß sie direkt aus bestimmten Annahmen über den Problem- und Experimentalbereich hervorgehen. In diesem Sinn stellen sie gleichermaßen forschungspraktische und kognitive Heuristiken dar, die zwar zu Beginn der Forschungsarbeiten von den Einzelwissenschaftlern aufgestellt werden, aber während des experimentellen Forschungsgeschehens beständig Neubestimmungen erfahren.

Dies läßt sich entlang Magendies Forschungsweg zu den Absorptionsphänomenen gut nachvollziehen: So hat Magendie den “harten Kern” seines funktionell-physiologischen Forschungsprogramms nie aufgegeben oder sogar experimentell zurückgewiesen, auch wenn er oder sein “Assistent“ Bernard durchaus Veränderungen einzelner Hypothesen und Heuristiken vornahm.²⁹ Dieser Charakter in Magendies Forschungsarbeiten kann im Sinne der “negativen Heuristik” der Methodologie wissenschaftlicher Forschungsprogramme verstanden werden, nämlich als Versuch, die Zielrichtung seines Forschungsprogramms auch gegenüber widersprüchlichen Ergebnissen weiter aufrechtzuerhalten.³⁰ Entlang der Maßgaben von “positiven heuristischen“ Regeln gingen aus der zeitlichen Entwicklung Magendies Forschungswegs eine Folge unterschiedlicher Programmvarianten hervor. So postulierte er etwa im Verlauf seiner Karriere eine Ausweitung des Geltungsanspruchs der experimentalphysiologischen Methoden für das Problemfeld der Körperfunktionen und engte den Erklärungsbereich vitalistischer Konzeptionen zunehmend ein. Aus der historischen Entwicklung des “harten Kerns” im Forschungsprogramm von Magendie ergibt sich auch, daß dessen vollständig entfaltete Struktur und das größte Ausmaß seiner Produktivität noch nicht in den ersten Varianten gegeben war. Vielmehr waren hierzu verschiedene und verbesserte Versionen des Programms notwendig, wie ich anhand Magendies Experimentalserien zu den Absorptionsvorgängen von 1809 bis 1852 zeigen konnte. In der so verstandenen Form stellt Lakatos’ Methodologie wissenschaftlicher Forschungsprogramme auch einen adäquaten wissenschaftshistorischen Ansatz für die Theoriebildung und konstruktive Bedeutung des heuristischen Funktionsbegriffs bereit.

Magendies Forschungshandeln läßt sich aber auch aus einer weiteren Perspektive als methodologisches Forschungsprogramm betrachten, was nämlich seine Interpretation wissenschaftlicher Fakten und des physiologischen Erkenntnisfortschritts selbst betraf. So hatte er noch im *Précis* den wissenschaftlichen *status quo* der Physiologie lediglich als einen Anfangspunkt seines Forschungsprogramms und im Vergleich mit anderen Naturwissenschaften als eine Wissenschaft begriffen, “die in den Kinderschuhen steckt“ (*une*

28 Vgl. I. Lakatos/A. Musgrave, ebenda, S. 132.

29 Beispielsweise führte Magendie die enge Zusammenarbeit mit den frühen klinischen Pharmakologen wie Raffeneau-Delille, Pelletier oder Caventou, zu einem deterministischen Prinzip pharmakologischer Wirkungen, das besonders in seinen Experimentalserien zu den Brechnußextrakten und Strychninformen zum Ausdruck kam. Siehe J. Lesch (1984), S. 125-127. Ohne die Formulierung einer Rezeptortheorie mit ihren molekularchemischen Konnotationen war jedoch sein Forschungsprogramm auf vielfältige theoretische wie experimentelle Probleme gestoßen. Vgl. beispielsweise W. Forth et al. (1992), S. 10-16, oder L. Stryer (1983), S. 360f. So gab das Rückenmark als Wirkorgan für die Brechnußextrakte und Strychninabkömmlinge vergleichsweise eine viel zu große Einheit ab, als daß sich hier Magendies Theorie von deren spezifischer Wirkung - eine pharmakologische Substanz, ein Wirkort - hätte direkt bestätigen lassen. Er konnte aber in seinen pharmakologisch orientierten Experimenten sehr wohl zeigen, daß ihre Wirkung in einer noch näher zu bestimmenden Form vom Einfluß des Nervensystems abhängig war [vgl. Abs. 5. 1. d)].

30 F. Magendie (1840), Bd. 1, S. 26.

science à son berceau).³¹ Der Grund für Magendies Skeptizismus lag einerseits darin, daß er die kausalen Erklärungsweisen der traditionellen Physiologie anzweifelte,³² die er als bloße “Suppositionen” zurückwies.³³ Durch experimentelle Beobachtungen wollte er nun vielmehr die zeitliche Dynamik und die “inneren Relationen” der Lebensphänomene selbst aufklären, was ihm durch das “ordnende Nachzeichnen” in den naturhistorischen Klassifikationssystemen oder das “fixierende Sammeln” der Krankheiten durch die Nosologen nicht erreichbar schien.³⁴ In dieser Interpretation ist Magendie möglicherweise auch als “medizinischer” oder “physiologischer Positivist” des 19. Jahrhunderts zu sehen.³⁵

“Ich vergleiche mich selbst mit einem Müllsammler: Mit meinem spitzen Stock in der Hand und meinem Korb auf dem Rücken kreuze ich durch das Feld der Wissenschaft und sammle zusammen, was auch immer ich dort finde.”³⁶

Andererseits läßt sich anhand dieses Selbsturteils von Magendie - neben einer “Koketterie” -³⁷ auch eine besonders fruchtbare *wissenschaftliche Leitidee* ausmachen. So liegt es nahe, diese Äußerung nicht nur als unbewußte Fehlhaltung zu sehen, sondern vielmehr als eine Weigerung gegenüber weitgehender Reflexion (im Sinne einer “negativen Heuristik”) sowie dem direkten Bezug zur experimentellen Beobachtungstatsache. Bernard bezeichnete dies später sogar als “System Magendies”, in dem das nüchterne Experimentalergebnis vor allem anderen kam.³⁸

Ganz so empiristisch unvoreingenommen war Magendie allerdings nicht. Wie bereits erwähnt, brach er wiederholt seine Experimente ab, wenn sie nicht die erwarteten Ergebnisse brachten, ohne daß er vielfältige Versuche unternahm, Widersprüche und Anomalien mittels weiterer Untersuchungen zu klären. Im “harten Kern” seines Forschungsprogramms blieben also sensualistische Auffassungen weitgehend bestehen, welche ihm schon früh als Garanten für den Erfolg des experimentalphysiologischen Vorgehens gedient hatten. In Übereinstimmung mit der “Methode, der man folgen muß, um jede Funktion zu studieren”³⁹ brachte er seine wissenschaftlichen Fragestellungen immer wieder ins physiologische Laborgeschehen ein und glich sie mit der Widerständigkeit der Experimentalserien ab. Obwohl Magendie darin beständig von Überlegungen (*pensées*) sprach, die er in seinen Experimenten überprüfen wollte, und die für ihn den Status wissenschaftlicher Hypothesen innehatte, wurde

31 (“C'est que la physiologie, toute brillante qu'elle paraisse dans les traités écrits de nos jours, et malgré les perfectionnements que des hommes d'un grand talent ont cru lui faire éprouver, est encore.”) F. Magendie (1816), Bd. 1. Einleitung, S. IV.

32 Albury betont, daß Magendies Abkehr von der Physiologie seiner Zeit nicht allein auf eine “Revolt von Bichat” [siehe J. M. D. Olmsted (1944), S. 19-34] reduziert werden kann. Statt dessen sei sie der ganzen Tradition geschuldet, die sich auf Hallers Konzepte der ‘Irritabilität’ und ‘Kontraktilität’ stütze. Er macht weiter darauf aufmerksam, daß im Essay von 1809 neben Bichat auch die “Physiologen” François Chaussier (1746-1828), Barthez, Jean-Baptiste André Dumas (1800-1884) und Richerand sowohl rezipiert als auch kritisiert wurden. Dabei habe die Ausrichtung der Magendieschen Kritik nicht darin bestanden, ihre Art des Experimentierens anzuzweifeln, sondern vielmehr ihre Erklärungen für den Gegenstandsbereich der physiologischen Forschung zurückzuweisen. Siehe W. Albury (1974), S. 92-94, wie auch E. Haigh (1984), S. 44-46.

33 Vgl. F. Magendie (1816), Bd. 1, S. III, [sowie Anm. 136 in Kap. 5].

34 Ebenda, Bd. 1, S. 140f.

35 Vgl. G. Canguilhem (1979), S. 72.

36 Magendie nach M. D. Grmek (1974), S. 7f. Diese Tendenz Magendies veranlaßte Bernard später zu dem bissigen Kommentar: “Magendie hatte nur Augen und Ohren, aber kein Gehirn, wenn er experimentierte!” C. Bernard (1880), S. 482 [Übers. F. S.].

37 Gross spricht in diesem Zusammenhang von einer “Illusion” Magendies, ders. (1979), S. 265.

38 C. Bernard (1856), S. 26f.

39 [Siehe Anm. 113 in Kap. 4].

entlang seiner Experimentalserien zu den Absorptionsmechanismen aber auch deutlich, wie viel Einfluß die Kontingenzen des Laborgeschehens auf sein eigenes Forschungshandeln besaßen.

6. 3. Das funktionell-dynamische Paradigma und Ausblick: Der Funktionsbegriff heute

Obwohl also schon im frühen 19. Jahrhundert die physiologischen Funktionen als Resultate einer Vielzahl morphologischer Apparate verstanden wurden, läßt sich vielleicht der historische Durchbruch der Funktionsdynamik in den Lebenswissenschaften erstmals zu dem Zeitpunkt festmachen, als die Methodologie von Bernard in dessen öffentlichen Vortrag vom 30. Dezember 1854 am *Collège de France* vorgestellt wurde. In diesem Studienjahr las er als Vertreter Magendies über die Bedeutung der experimentellen Physiologie für die Medizin und formulierte rückblickend auf seine Arbeiten über die physiologische Leistung der Leber sein Erstaunen darüber,

“... daß eine organische Leistung von solcher Wichtigkeit und so leichter Beobachtbarkeit [die Zuckerproduktion oder -speicherung in der menschlichen und tierischen Leber] nicht früher entdeckt wurde.”⁴⁰

Der Grund für diese “mangelhafte” Erforschung der dynamischen Eigenschaften des lebendigen Körpers liegt Canguilhem zufolge darin, daß die Physiologen die Funktionsdynamik zuvor aus einer Position erforschten, die entweder den beobachtenden Methoden der Anatomie oder dem Vergleich mit Phänomenen aus Physik und Chemie entlehnt waren. Wer jedoch die Funktionen der Lebewesen erklären wollte, mußte sie zuerst dort erforschen, wo sie ihren Sitz und Sinn haben, das heißt im lebendigen Organismus und nicht vermittelt durch die *postmortale* Sektion.⁴¹ Nur über den Weg des investigativen Ansatzes im vivisektorischen Experiment konnte eine Erklärung solcher Lebensphänomene erreicht werden,⁴² welche durch die traditionellen Methoden weder zu demonstrieren, noch vorauszusehen waren.⁴³

Magendies Arbeiten wurden - stellvertretend für andere französische Experimentalphysiologen - auch frühzeitig in den Deutschen Ländern rezipiert.⁴⁴ Johannes Müller (1801-1858) schien nicht umhin zu kommen, die experimentelle Methodologie und das vivisektorische Vorgehen des funktionell-dynamischen Ansatzes von Magendie, als wichtigen wissenschaftlichen Fortschritt für die Physiologie anzuerkennen, für den man der Physiologie “nur Glück wünschen“ könne.⁴⁵ In meiner Arbeit konnte ich den bilateralen Beziehungen zwischen den Physiologen der Deutschen Länder und Frankreichs jedoch nicht weiter

40 C. Bernard zitiert nach G. Canguilhem (1979), S. 77.

41 C. Bernard (1865), S. 144.

42 Vgl. G. Canguilhem (1979), S. 78.

43 Im rückblickenden Vergleich mit der Tradition des 18. Jahrhunderts entstand die physiologische beziehungsweise funktionelle Perspektive erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Hierdurch konnte sich die Physiologie auch als eigenständige Disziplin etablieren. Was ihre Institutionalisierung betrifft, so richtete man die erste von der Anatomie unabhängige Professur für Physiologie 1823 für André-Marie-Constant Dumeril (1774-1860) an der Pariser medizinischen Fakultät ein und mit Magendie übernahm 1837 erstmals ein Physiologe den Lehrstuhl für Medizin am *Collège de France*. Für die Deutschen Länder siehe S. de Chadaverian (1993), B. Lohff (1990), wie auch I. Jahn (1990), S. 372-382.

44 Siehe beispielsweise J. Müller (1835), Bd. 1, S. 625, wie auch die Artikel *Functio*, *Functiones animales* und *Functiones vitales* von E. Graefe, im *Enzyklopädischen Wörterbuch der medizinischen Wissenschaften* (1835), Bd. 13, S. 10f.

45 J. Müller (1824).

nachgehen, sondern habe primär die Frage untersucht, durch welche zentralen Elemente das wissenschaftliche Verständnis der frühen französischen Experimentalphysiologen selbst von den Lebenstätigkeiten gekennzeichnet war. Möglicherweise lassen sich dabei für die Biologie und Physiologie unterschiedliche Gegenstandsbereiche ausmachen. So fand sich die Biologie zu Beginn des 19. Jahrhunderts schon einige Zeit vor Charles Darwin (1809-1882) mit dem Problem entwicklungsgeschichtlicher Veränderungen konfrontiert,⁴⁶ während die Physiologie im Duktus naturgeschichtlicher Taxonomie nach 'stabilen Lebensphänomenen' suchte, die ihr als wissenschaftliche Ordnungs- und Klassifikationskriterien dienen konnten.⁴⁷ Auch Magendie war gegenüber dem Versuch, neue Klassifikationsschemata für die Naturforschung zu entwickeln, nicht abgeneigt. Geleitet vom 'Prinzip der Determiniertheit der Lebensphänome' suchte er jedoch reale physiologische Funktionseinheiten wie die Absorptions- oder Nervenfunktionen aufzuklären,⁴⁸ die die deskriptiven Klassifikationen der Naturforschung ersetzen sollten.⁴⁹

Dennoch kann das Begriffsinventarium der Funktion bei Magendie als nicht genuin neuartig verstanden werden.⁵⁰ So wurde die nominelle Definition der Funktion, als "dem gemeinsamen Ziel einer bestimmten Anzahl von Organen", etwa schon von Bichat in dessen Vorlesungen über die *materia medica* "für das Jahr X" (1801-02) benutzt".⁵¹ Ebenso erscheint 1820 im Artikel zur *Funktion* aus dem *Dictionnaire des Sciences Médicales* eine Definition, die die Notwendigkeit eines spezifischen morphologischen "Instruments" für eine isolierbare Körperfunktion verneint. Die beiden Pariser Kliniker Chaussier und Philibert Adelon (1772-1862) brachten als Autoren des Funktionsartikels aber primär eine theoretische und keine wirklich experimentelle Begründung vor.⁵² Magendie publizierte seine Auffassung des Funktionsbegriffs erstmalig in den *Quelques idées* von 1809.⁵³ Die Funktion stellte für ihn von nun an eine phänomenale Eigenschaft dar, die er charakteristisch für die physiologischen Vorgänge des Körpers begriff, und die er auf das "Resultat der Tätigkeit mehrerer Organe" zurückführte:

46 Vgl. B. Goodwin (1997), S. 221, G. Canguilhem (1992), S. 46-58, sowie L. Goulven (1978).

47 Siehe J. Schiller (1968), S. 64.

48 F. Magendie (1840), Bd. 1, S. 42.

49 Schiller stellt beispielsweise fest, daß Klassifikationstabellen, die aus der Zoologie entliehen wurden, in fast allen Lehrbüchern der Physiologie Frankreichs bis um 1840 präsent waren. Vgl. J. Schiller (1968), S. 75f.

50 Auf diesen Umstand hat insbesondere Albury hingewiesen, siehe ders. (1974), S. 97.

51 Aus den Vorlesungsmitschriften von Louis Nicolas Jussierandot am Medizinhistorischen Institut der Universität Zürich. Zitiert nach W. Albury (1974). S. 97, Fn. 30. Jussierandot war zunächst Student, später Freund Bichats und arbeitete als niedergelassener Arzt in Lons Le Saulnier; vgl. E. Ackerknecht (1967), S. 209, Fn. 23.

52 ("... wir verstehen darunter nicht, daß jede Funktion ihr spezielles Instrument haben muß, das jeweils nur ihr dienen würde. Fast immer dagegen dient ein gleiches Organ zur gleichen Zeit der Ausführung einer Vielzahl von Funktionen: Die Zunge zum Beispiel gehört als Geschmacksorgan sowohl zum *Sinnesapparat* und durch die Rolle für das Kauen und das Schlucken der Nahrungsmittel, gehört sie auch dem *Bewegungs- und Verdauungsapparat* an. Als Mittel für die Artikulation der Töne rechnet man sie dem *Sprachorgan* und der *Stimme* zu. In der menschlichen Maschine [*machine*], wie auch in jeder anderen wohlorganisierten Maschine, mußte der Autor der Natur nach einem Mittel suchen, die Ausführung einer bestimmten Aufgabe durch verschiedene Instanzen zu ermöglichen, um die Maschine zu vereinfachen und dabei die gleiche Anzahl von Effekten zu erhalten.") Aus Chaussiers und Adelons Artikel *Fonctions* (Funktionen), in A. Dechambre und P. Adelon (1816), Bd. 6, S. 257 [Übers. F. S.].

53 Vgl. F. Magendie (1809a), S. 164f.

”Die cerebrale oder animalische Sensibilität, wie sie von Bichat verstanden wurde, genauso wie die willkürliche Kontraktilität, sind nur durch den Mißbrauch der Wörter zu den Lebenseigenschaften gezählt worden; es ist dagegen klar ersichtlich, daß sie statt dessen Resultat der Tätigkeit mehrerer Organe sind, die hierin ein gemeinsames Ziel verfolgen.”⁵⁴

Für Magendie war die Aktivität eines Organs hierbei eine direkte Konsequenz aus der “Natur”, ”Disposition” oder spezifischen Anordnung der “lebenden Moleküle”,⁵⁵ das heißt ihrer morphologischen Organisationsform.⁵⁶ Magendie hat also im- oder explizit auch Neuerungen aus der vergleichenden Anatomie mit in sein Programm aufgenommen [vgl. auch Abs. 4. 2. b)].⁵⁷ Das heißt, seine physiologische Begriffsbildung beruhte auf solchen Erkenntnissen, die etwa eine ähnliche Beschaffenheit von ‘Organsystemen’ oder ‘Apparaten von Organen’ in unterschiedlichen Tiergruppen konstatierten.

Selbst wenn man aber annähme, daß das physiologische Konzept der Körperfunktion nicht Magendie selbst zugeschrieben werden kann, so läßt sich doch mit einigem Recht vertreten, daß er die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Lebenswissenschaften seiner Zeit zum Ausgangspunkt eigener physiologischer Experimente machte und seine Forschungsmethodologie von ihnen bestimmen ließ. So gesehen nahm Magendie mit dem Funktionsbegriff eine richtungsweisende Definition für die Physiologiegeschichte vor: Schließlich hatte er die Funktion als ‘Produkt’ oder ‘Resultat’ des Zusammenwirkens komplexer Strukturen verstanden, die sich als ‘Apparate’ oder ‘Systeme von Organen’ interaktiv zueinander verhalten und zu einem gemeinsamen Ziel der Tierökonomie beziehungsweise deren Erhalt beitragen sollten. Eine solche Definition geben auch Chaussier und Adelon im *Dictionnaire des Sciences Médicales* von 1816 wieder:

“FUNCTION, Subst. fem., *functio*, vom Verb *fungi, fungor*, verrichten. Als *Funktionen* werden bei den Lebewesen diverse Tätigkeiten benannt, die bei ihnen mehr oder weniger zahlreich und gut voneinander unterscheidbar sind, durch die spezielle Aufgabe, die sie erfüllen oder durch den Apparat von Organen, den sie als Instrument ausmachen. Durch Zuhilfenahme dieser Instrumente führen die Lebewesen für sie notwendige Mechanismen aus, nämlich die zweifache Fakultät, die jedes Lebewesen zeigt, sich zu ernähren und sich zu reproduzieren. Obwohl alle Körper in der Natur Tätigkeiten ausführen oder Kräfte besitzen, durch die sie sich auf ihre Weise erhalten, und obwohl also alle Körper aktiv sind, so bezieht man zunächst den Begriff der *Funktionen* doch nur auf die besonderen Tätigkeiten organisierter und lebendiger Körper, das heißt auf diejenigen Körper, welche solche Tätigkeiten und Aktivitäten besitzen, die als *Leben* verstanden werden.”⁵⁸

54 (“La sensibilité cérébrale ou animale, comme disait Bichat, ainsi que la contractilité volontaire, n’ont été comptées au nombre des propositions vitales que par un abus des mots; il est évident que ce sont des fonctions ou des résultats de l’action de plusieurs organes, qui ont, en agissant, un but commun.”) F. Magendie (1816), Bd. 1, S. 17 [Übers. F. S.].

55 F. Magendie (1809a), S. 159.

56 Diese Auffassung wird in den heutigen Lebenswissenschaften weitgehend geteilt und stellt eine integrative und interdisziplinäre Konzeption dar, die Auffassungen aus Paläontologie, vergleichender Anatomie, Physiologie und Mikrobiologie gleichermaßen umgreift. Der Biologe Bock und der funktionelle Anatom von Wahlert haben für sie auch den Begriff des *Form-Funktion-Komplexes* geprägt. Vgl. W. Bock/G. von Wahlert (1998).

57 Siehe beispielsweise G. Cuvier (1810), S. 227f.

58 Aus Chaussiers/P. Adelons Artikel *Fonctions* [Funktionen], A. Dechambre/P. Adelon (1816), Bd. 6, S. 243 [Übers. F. S.]. Auch R. Delbrücks Artikel *Functio*, in F. Meissner (1830), Bd. 5, S. 47f., weist in den Deutschen Ländern die Funktion als “Thätigkeit eines Apparates von Organen” aus.

Im Vergleich zur Forschungstradition in Frankreich ergibt sich aus der Sicht der neueren Wissenschaftsgeschichtsschreibung, daß die Entwicklung der Medizin in den Deutschen Ländern ihre Arbeitsmethoden und Forschungsprobleme bis etwa 1850 hauptsächlich aus der "vergleichenden Naturgeschichte"⁵⁹ und der "romantischen Medizin"⁶⁰ bezog. Der wirkmächtige Einfluß der Naturphilosophie scheint dabei eine Besonderheit des deutschen Sprachraums gewesen zu sein,⁶¹ dessen Entwicklungsgedanke eine Reihe von Forschungsanstößen gab, die erst die Untersuchung zeitabhängiger Phänomene in Medizin, Physiologie und Embryologie ermöglichten.⁶² Bislang ist in der historiographischen Forschung offengeblieben, ob und wenn ja warum der medizinische Krankheitsbegriff des 19. Jahrhunderts in Frankreich aufgrund des Verständnisses von den zeitabhängigen und stabil klassifizierbaren Körperfunktionen definiert wurde.⁶³ Daher habe ich in dieser Arbeit auch danach gefragt, auf welche Weise sich der methodologische und forschungspraktische Innovationsschub der französischen Physiologie zu Beginn des 19. Jahrhunderts konkretisierte.⁶⁴ Am Beispiel Magendies wurde gezeigt, wie die französische Physiologie eine Dynamisierung des physiologischen Erklärungsansatzes vornahm und zu solchen Untersuchungen überging, welche die Lebensprozesse selbst zum wissenschaftlichen Gegenstand bestimmte. Hierdurch wurde in Frankreich eine funktionell-physiologische Tradition begründet,⁶⁵ für die das Moment des eingreifenden und kontrollierenden Experiments die wichtigste epistemische Grundlage war.⁶⁶

Betrachtet man diese Entwicklung nun aus heutiger Perspektive, so läßt sich feststellen daß das *Paradigma dynamisch-funktionaler Forschungstätigkeit* bislang in den Biowissenschaften ungebrochen ist. In fast allen Abhandlungen biomedizinischer Wissenschaften, die sich mit der Genese, dem Verlauf und den Auswirkungen von Krankheiten beschäftigen, spielen physiologische, pathophysiologische und biochemische Erörterungen eine, um nicht zu sagen

59 Zur Bedeutung der "naturhistorischen Methode" für die Ausbildung des klinischen Denkens in den Deutschen Ländern, siehe V. Hess (1993), S. 179-210 und 255-290, J. Bleker (1985), insbesondere S. 67-69, sowie dies. (1981), S. 17-27 und 81-141.

60 Vgl. B. Lohff (1990), oder N. Tsouyopoulos (1978).

61 Diese Tradition wurde früher lediglich als "spekulativer Irrweg" aufgefaßt. Siehe B. Lohff, ebenda, insbesondere *Die Zeit der Romantik in medizingeschichtlichen Gesamtdarstellungen*, S. 7-11.

62 Vgl. T. Lenoir (1988b), und J. Bleker (1981), besonders S. 105f. und 117f.

63 Zur spezifischen Entwicklung einer Verzeitlichung der Naturwissenschaften in den Deutschen Ländern beziehungsweise der Temporalisierung ihrer Gegenstände vgl. R. Koselleck (1975) und W. Lepenies (1976), insbesondere S. 41-77.

64 Für die Deutschen Länder siehe die Darstellung S. Stricklands (1997), S. 31-34, wonach die romantische Ausrichtung der Naturphilosophie, insbesondere der Einfluß von Friedrich W. J. von Schelling (1775-1854) sogar einer besonderen Ausrichtung des Experimentierens, nämlich dem Selbstexperiment, den Weg ebnete. Siehe außerdem M. Hagner (1997), S. 151-170, 196-201 und 220-223, sowie E. Lesky (1970) für die Entwicklung in der Hirnforschung. Vgl. T. Lenoir (1982a), sowie M. Hagner/B. Wahrig-Schmidt (1992), für die Entwicklung in der Physiologie und für die allgemeinen Lebenswissenschaften D. von Engelhardt (1994) sowie N. Jardine (1991). Für die positiven Einflüsse der Naturphilosophie auf die Embryologie, siehe E. Mayr (1965) sowie E. Mendelsohn (1964a).

65 Eine ähnliche Interpretation des Forschungsprogramms von Magendie, in einem funktionalen oder *prozessualen* Sinn, nehmen auch Cunningham und Williams vor, dies. (1992), S. 3.

66 Canguilhem bezeichnet den eingreifenden und auf aktive Veränderung der "Zustände der Lebensmaschine" ausgerichteten Ansatz der Physiologie sogar als ihren *demiurgischen Anspruch*. Vgl. G. Canguilhem (1979), S. 88. Ebenso machte Bernard einen "erobernden Anspruch der Experimentalwissenschaften" (*des sciences conquérantes*) aus. C. Bernard (1866), S. 63.

die zentrale Rolle.⁶⁷ Fast keine biomedizinische Studie entsteht, ohne daß nicht an einer Stelle der Begriff der physiologischen ‘Funktion’ oder der pathophysiologischen ‘Dysfunktion’ fällt.⁶⁸ Ungeachtet der verschiedenen Verwendungsweisen des Funktionsbegriffs,⁶⁹ ist seine heuristische Stärke und metaphorische Bedeutung ungebrochen.⁷⁰ Auch die Definition der Physiologie als einer eigenständigen Wissenschaft kommt ohne die zentrale Stellung der ‘Funktion’ des lebendigen Organismus als ihrem Arbeitsbegriff und Forschungsgegenstand nicht aus. So heißt es beispielsweise in einem zeitgenössischen Lehrbuch:

“Die Physiologie ist die Wissenschaft von der Funktionsweise der lebendigen Organismen. Sie gründet sich auch historisch auf die Anatomie [...] Erst in diesem Jahrhundert [das 20. Jahrhundert] hat sich von der Physiologie die Biochemie [...] als neues Fach abgespalten, und die Physiologie hat ihren Gegenstand auf die physiologischen Vorgänge in den Organismen eingeeengt. [Heute ...] gelingt es allerdings zunehmend, makroskopisch sichtbare Funktionsabläufe bis auf die molekulare Ebene zu verfolgen. Damit sind die Unterscheidung von Physiologie und Biochemie *nur noch eine Frage des Aspektes* - die Physiologie interessiert sich vornehmlich für den funktionellen Zusammenhang mit den Leistungen des Organismus.”⁷¹

Diese Position eines *physiologischen Aspektismus* bedeutet vor allem, daß die Struktur des physiologischen Gegenstands, sei sie nun molekular oder histologisch, ebenso wie die Funktion, ob mechanisch oder dynamisch, nur im Sinne unterschiedlicher ‘Aspekte’ ein und desselben Gegenstands aufgefaßt werden.⁷² So gesehen hat sich an der Auffassung von

67 Insbesondere graphematische Darstellungen werden in der Physiologie als objektiver Zugangsweg und als unmittelbare Repräsentation für das Verständnis der Abläufe in und Aktionen von lebendigen Organismen aufgefaßt. Vgl. S. de Chadarevian (1993), H.-J. Rheinberger (1992) und R. Frank (1988).

68 Siehe beispielsweise P. Guérin (1997), S. 159.

69 Die Unschärfe des Funktionsbegriffs ist seine Stärke und Schwäche zugleich. Zum einen wird teilweise noch im gleichen wissenschaftlichen Artikel oder Buch auf eine verschiedene Referenzklasse bezug genommen - etwa Hirn- und endokrinologische Funktionen. Zum anderen ergibt sich hierdurch aber die heuristische Übertragbarkeit des Funktionsbegriffs in andere Wissenschaftsbereiche hinein. In epistemischer Hinsicht kann der Funktionsbegriff somit auch als *boundary concept* verstanden werden. Siehe hierzu I. Löwy (1992).

70 Definitionen in heutigen Lexika geben ähnliche Auffassungen wieder, wie sie von den frühen französischen Experimentalphysiologen entwickelt wurden: (“Funktion - (allgemein) Aktion, charakteristische Rolle eines Organelements in einer Gesamtheit (*ensemble*). (speziell) Biologie - Die Rolle, die ein Ding in der Gesamtheit spielt, von der sie Teil ist (oft der Struktur gegenübergestellt). Aktion, Rolle; Nützlichkeit. Eine Funktion ausführen: agieren, funktionieren (=> funktionell) [...] Funktion von etwas sein: mit etwas zusammenhängen, etwas dienen [...] Gesamtheit der aktiven Eigenschaften, die bei einem Lebewesen zu einem gemeinsamen Ziel beitragen. Funktionen der Nutrition, Funktionen der Relation, Funktionen der Reproduktion. ‘Das Leben ist die Gesamtheit der Funktionen, die dem Tod widerstehen’ (Bichat). Funktion der Leber, des Herzens [...] Die Funktion macht das Organ aus: jegliche Funktion, die ein Lebewesen ausführen muß, damit es diejenigen Mittel bereitstellen kann, die seine Weiterexistenz ermöglichen (Transformismus von Lamarck)). Aus dem Artikel *Fonction*, in *Le Petit Robert de la langue française* (1981), S. 801 [Übers. F. S.].

71 Vgl. R. Schmidt/G. Thews (1990). Einleitung, S. 2 [Herv. F. S.].

72 Eine vergleichbare Darstellung des methodologischen ‘Aspektedualismus’ findet sich in P. Janich (1996), S. 292 und 298. (“Man beschreibt etwa den Menschen *unter einem physikalischen Aspekt* - man sagt dann dafür, als ‘Körper’ im physikalischen Sinne -, wenn man ihn z. B. auf eine Waage stellt, seine Geschwindigkeit mißt und dergleichen. Man beschreibt ihn *unter biologischem Aspekt*, wenn man ihn als Leib betrachtet und damit z. B. seinen Stoffwechsel, seine Verletzbarkeit o. ä. meint [...] Beide Aspekte, einen Menschen als Körper bzw. als Leib zu betrachten, sind gleichermaßen legitim und bestimmten Zwecken bestimmter Fachwissenschaften verpflichtet.“) So gesehen läßt sich die Definition von Schmidt und Thews auch auf die bekannte instrumentalistische Position Müllers zurückführen, wie sie etwa von Max Verworn wieder aufgegriffen wurde, und die die methodologischen Aspekte in den Kontext des instrumentellen Nutzens für ein jeweils spezifisches Forschungsproblem stellte. In M. Verworn (1922), S. 61.

Anatomie und Physiologie als dem “Januskopf der Lebenswissenschaften” bis heute nicht viel geändert.⁷³

In die zeitgenössische Physiologie übersetzt bedeutet das, daß die ‘aspektistische Physiologin’ oder der ‘aspektistische Physiologe’ zuerst eine theoretische und experimentelle Widerständigkeit formulieren muß, wie sich beispielsweise auf histologischer Ebene die Kalzifizierung der Aortenklappe organisiert oder die Ejektionsfraktion des linken Herzventrikels in Abhängigkeit vom Krankheitsprozeß der Aortenstenose vermindert. Erst im Anschluß kann sie oder er unter Zuhilfenahme dieser unterschiedlichen Forschungsansätze einen Forschungsgegenstand konstituieren, der die ‘Kalzifizierung’ und ‘Einschränkung der Ejektionsfraktion’ als komplementäre Aspekte ein und desselben Krankheitsgeschehens auffassen läßt. Bemerkenswert erscheint, daß diese direkte Gegenüberstellung von anatomischer Struktur und physiologischer Funktion als unterschiedlichen Aspekten desselben Forschungsgegenstands in der *scientific community* auch heute nicht kritiklos geteilt wird. Bildet die Funktion lediglich ein phänomenologisches Behelfswerkzeug der Physiologie, im Sinne einer Heuristik, mit der sich grundlegende morphologische Strukturen oder biochemische Reaktionsabläufe experimentell identifizieren lassen? Oder weisen die Funktionen jenseits des methodischen Herangehens beispielsweise im Echo-Dopplerverfahren eine eigenständige Existenz auf?

“Es besteht keine scharfe Trennung zwischen physiologischen Adaptationen und physiologischen Prozessen, in denen es nicht zu langdauernden Modifikationen der Gewebe kommt [...]. Das beste [und einzige] Unterscheidungskriterium ist die Art des Stimulus, der auf den Organismus einwirkt. Wenn der Stimulus über eine lange Zeit beständig auf den Organismus einwirkt, und tatsächlich muß er das tun, dann ist die Antwort eine physiologische Adaptation. Wenn der Stimulus jedoch nur von kurzer Dauer, austauschbar (insbesondere zyklischer Art) und schnell reversibel ist, dann ist die Antwort ein physiologischer Prozeß.”⁷⁴

Es kann nicht Ziel der vorliegenden Untersuchung sein, den Streit um Struktur oder Funktion in den Lebenswissenschaften zu klären. Vielmehr soll - mit Blick auf die historische Genese dieser Problematik - auf dessen aktuelle Relevanz für die zeitgenössische Theoriebildung hingewiesen werden.

So möchte ich abschließend auf einen besonderen Ansatz der modernen Lebenswissenschaften verweisen, der möglicherweise ein anderes Licht auf die konzeptionellen Probleme der Funktionsdynamik werfen kann: die biologische Kybernetik, die sich insbesondere mit der Beschreibung und Analyse von komplexen biologischen Phänomenen und Prozessen beschäftigt.⁷⁵ Ganz allgemein beschreibt sie die Regelung dynamischer Systeme, beispielsweise biologischer Entitäten wie ‘Organismus’, ‘Population’, ‘Biotop’ etc. Für die Diskussion des physiologischen Funktionsbegriffs ist zentral, daß sich die Kybernetik auf kreisrelationale beziehungsweise rekursive Funktionsabläufe in Abhängigkeit von Soll- und Ist-Werten bezieht.⁷⁶ Sie basiert dabei auf dem Begriff der *Rückkopplung*. Unter der Regelung eines solchen kybernetischen Systems wird der ständige Abgleich mit einer entsprechenden Führungsgröße des Gesamtsystems verstanden, die man auch als seinen “Eigenwert” oder “Eigenoperator” bezeichnet.⁷⁷

73 Siehe J. Schiller (1968), S. 78.

74 Vgl. W. Bock/G. von Wahlert (1998), S. 142 [Übers. F. S.].

75 Kybernetische Ansätze finden vor allem in der Neurophysiologie, Endokrinologie und Immunologie Verwendung. Wortgeschichtlich kann die Kybernetik dabei als Regelungswissenschaft oder als “Steuermannskunst” (von gr. *kybernetiké*) verstanden werden, so H. Stachowiak (1992).

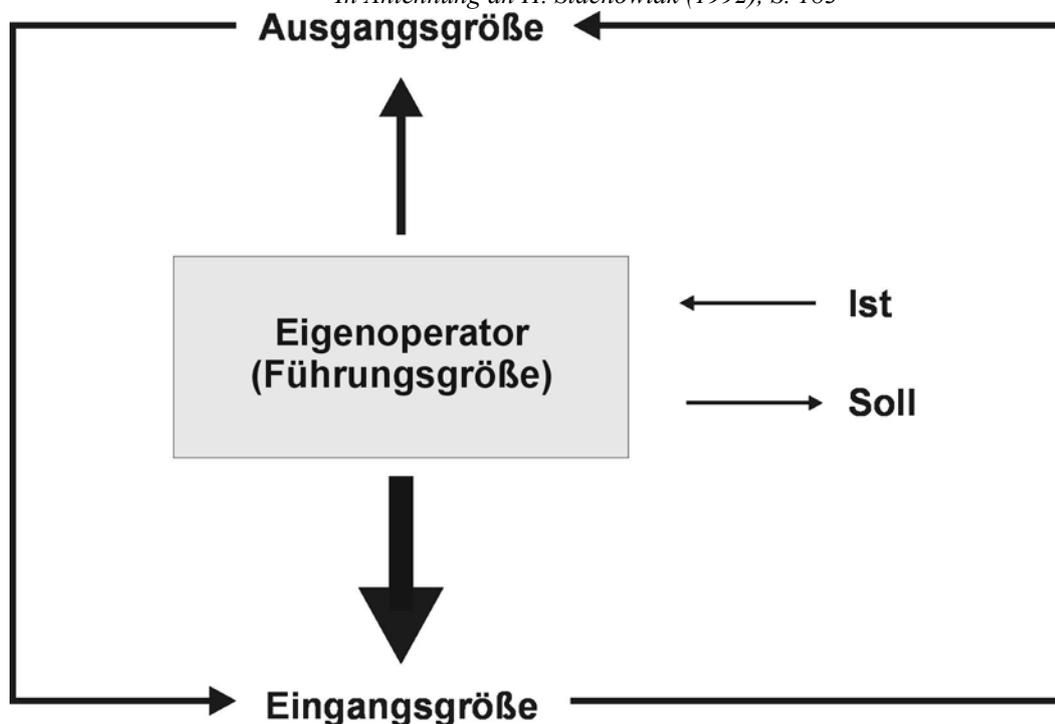
76 [Siehe auch Anm. 34 aus Kap. 4].

77 Vgl. H. von Foerster (1973), S. 74f.

Nach kybernetischen Gesichtspunkten kann somit der Funktionsbegriff nur dann (forschungspraktisch) produktiv werden, wenn sich Physiologen mit lebenden Organismen befassen, deren Ziele oder deren Körperzustände sie experimentell als bekannt annehmen und als stabile Zustandsbereiche beziehungsweise als “Fixpunkte” in den genannten biologischen Systemen (wenigstens heuristisch) begreifen können. Das heißt, daß etwa die Untersuchung des Blutkreislaufs nur durchgeführt werden kann, wenn vorab eine Ausgangsgröße zur Identifikation und zum Vergleich zu bestimmen ist, etwa die arterielle Messung der Blutdruckwerte. Werden in einem ersten Schritt die Eigenoperatoren hypothetisch gesetzt und als Ausgangspunkt der physiologischen Forschung bestimmt, vermag - im Magendieschen Sinn - die Investigation funktionell organisierter, das heißt zweckorientierter Bereiche der Morphologie (als “Apparaten von Organen”) oder der Biochemie des Organismus (als “Lebensstrudel”) begonnen werden.

GRAFIK 5: Allgemeines kreisrelationales Regelungsschema der Biokybernetik (2. Ordnung).

In Anlehnung an H. Stachowiak (1992), S. 183



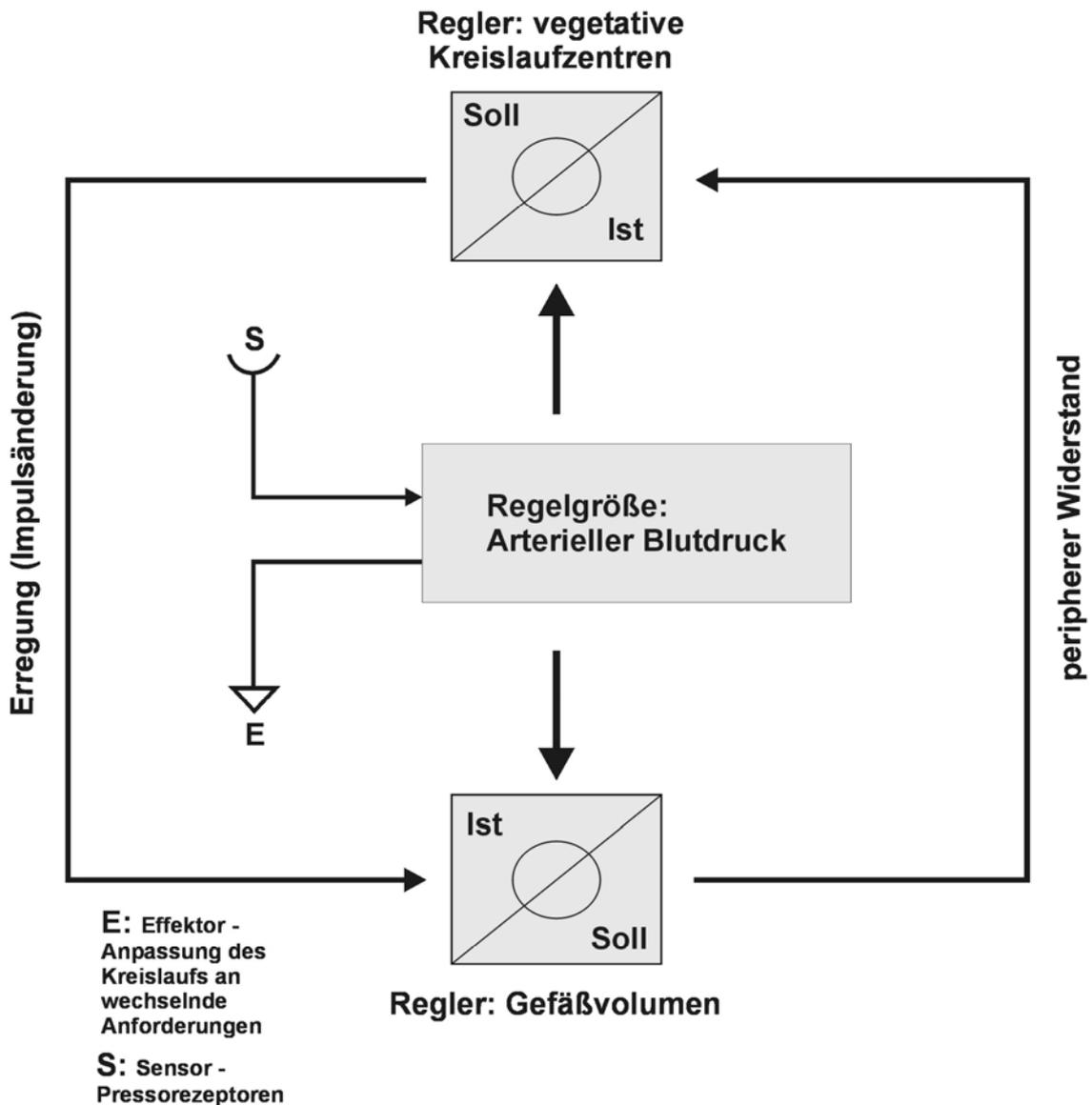
Wenn Physiologen beispielsweise heute von der Verdauungsfunktion sprechen, so begreifen sie den Funktionsbegriff nicht mehr im Sinne von Bichat als Tätigkeit eines Einzelgewebes, sondern vielmehr wie Magendie als Ergebnis der Tätigkeit mehrerer morphologischer Strukturen. Die Verdauungsfunktion (im Sinne eines Eigenoperators) setzt unterschiedliche “funktionelle Komponenten” voraus: den Nahrungstransport zum Magen, die peristaltischen Kontraktionen sowie die Fortbewegung des Chymus im Magen-Darm-Trakt, die Zersetzung der Nahrung durch den Magensaft, die Beteiligung von Fermenten aus Leber und Bauchspeicheldrüse etc. Es ist offensichtlich, daß diese Körpervorgänge dabei nicht als einfache Funktionen behandelt werden können. Vielmehr tragen die Einzelkomponenten zu einem *vollständigen funktionellen*

*System*⁷⁸ bei, das sich nicht nur durch die Komplexität seiner Struktur, sondern auch die Flexibilität seiner Bestandteile definiert.⁷⁹

78 Diesen Begriff wandte der russische Neurochirurg Alexander Lurija (1902-1977) auf die neuropsychologischen Funktionen des Gehirns an. Siehe A. Lurija (1998), S. 22-25.

79 Physiologen, funktionelle Anatomen und Evolutionsbiologen sprechen hier in einer Weise von der 'funktionellen Integration' der Systemkomponenten, wie sie schon in Cuviers 'Prinzip der Wechselwirkung der Teile' zum Ausdruck kommt. Vgl. R. Amundson/G. Lauder (1998), insbesondere S. 363.

GRAFIK 6: Kybernetisches Blutdruckregulationsschema nach E. Witzleb. In: R. Schmidt/G. Thews (Hg.) 1990, S. 541



Im Rahmen dieser Betrachtung läßt sich vielleicht auch die konstruktive Sicht auf den Gegenstand durch anatomische und physiologische Methoden näher darstellen, wie sie in der Position des ‘physiologischen Aspektismus’ [vgl. S. 199] bereits angelegt und in kybernetischen Vorstellungen zentral ist:

“... die Phänomene, die autopoietische Einheiten in ihrem Operieren erzeugen, [hängen] von der Organisation der Einheit ab und von der Art, wie diese verwirklicht ist, und nicht von den physikalischen Eigenschaften ihrer Bestandteile, welche nur den Raum ihrer Existenz bestimmen. Wenn deshalb eine Zelle mit dem Molekül X interagiert und es in ihre Prozesse einbezieht, ist die Konsequenz dieser Interaktion nicht durch die Eigenschaften des Moleküls X bestimmt, sondern durch die Art, wie dieses Molekül von der Zelle durch seine Einbeziehung in ihre autopoietische Dynamik ‘gesehen’ beziehungsweise genommen wird. Die

Veränderungen, die in der Zelle als Konsequenz dieser Interaktion entstehen, werden von ihrer eigenen Struktur als zelluläre Einheit bestimmt. Wenn dem so ist, daß die autopoietische Organisation die biologische Phänomenologie als Verwirklichung des Lebewesens als autonome Einheiten determiniert, dann ist jedes Phänomen ein *biologisches* Phänomen, welches die Autopoiese mindestens eines Lebewesens einbezieht.”⁸⁰

Um die kybernetischen Gesichtspunkte nun auf die Entwicklung des heuristischen Funktionsbegriffs bei Magendie anwenden zu können, müssen zwei Ebenen differenziert werden: 1. die biologische Ebene, die sich sowohl auf physikalisch-chemische Eigenschaften des Organismus als auch auf die Bedeutung der Funktion für sein (Über-) Leben bezieht.⁸¹ 2. die kognitive und forschungspraktische Ebene, auf der die physiologische Funktion konzipiert und aktiv untersucht wird. Diese Unterscheidung ist wichtig, um die “Ambivalenzen“ in Magendies Funktionsbegriff wahrnehmen und die unterschiedlichen Bedeutungsgehalte seiner Auffassung besser verstehen zu können.

Auf der biologischen Ebene ermöglicht die kybernetische Perspektive insbesondere eine Angleichung des Unterschieds physikalisch-chemischer Prozesse und physiologischer Funktionen, womit Magendie wohl am meisten “gerungen” hat. Der kybernetische Begriff des Eigenoperators hebt diese Unterscheidung insofern auf, als die anthropozentrische Perspektive des Physiologen “aufgegeben” und die Position des biologischen Organismus eingenommen wird. Nicht die Dichotomie Funktion *versus* Physik und Chemie, sondern die Dichotomie “eigen” *versus* “fremd” wird für das biologische System relevant. In einer Weise, wie Magendie dies wohl begrüßt hätte, erscheint das biologische System gleichermaßen wie seine Umwelt auf physikalisch-chemischen Prozessen begründet [vgl. S. 95]. Dennoch werden in Hinblick auf den Eigenoperator, nennt man ihn nun “Homöostaseprinzip” [siehe S. 206] oder “eigennütziges Gen”⁸², diejenigen physikalisch-chemischen Prozesse relevant, die seinen Fortbestand und seine Reproduktion gewährleisten.

Eine ähnliche Interpretation ergibt sich hinblicklich der Lebensdefinition von Magendie. Ging er noch in *Quelques idées* von einer Lebenskraft aus, die nicht nur Impulsgeber der Phänomene und Tätigkeiten der Lebewesen, sondern auch ihr Regent während des Lebensverlaufs sein sollte, so stellt sich das Bild für Magendie in den letzten Vorlesungen am *Collège* anders dar. Insbesondere seine eigenen Erfolge, die physiologischen Funktionen physikalisch-chemisch erklären zu können, drängten die Annahme einer solchen “Lebenskraft” zunehmend aus der physiologischen Forschungstätigkeit heraus und, wenn man so will, auch aus seinem Bewußtsein. So bleibt die Frage, “wo das Leben geblieben war”, nachdem Magendie das Forschungslabor betrat? Viel kann man hierüber aus seinem Werk nicht erfahren. Dennoch erscheinen mir zwei Punkte bemerkenswert: erstens daß Magendie darauf hinwies, daß die Physiologen immer schon Gegenstände untersuchten, die bereits “belebt” sind, was die Bedeutung der Lebenskraft als Impulsgeber und *residuum destructum* unterstreicht. Zweitens wies Magendie auf die Organisationsform der anatomischen Strukturen hin, die er für die Aufrechterhaltung der Funktionen als notwendig, wenn auch nicht als hinreichend erachtete. Kybernetisch gewendet wird hier vor allem der systemische Produktions- und Reproduktionsbegriff als *Autopoiesis* bedeutsam. Für den Physiologen Magendie war diese Begriffsbestimmung zu Beginn des 19. Jahrhunderts nicht möglich. Trotzdem lassen sich “Anklänge” der biokybernetischen Auffassungen feststellen, wenn die Lebenskraft für die

80 H. Maturana/F. Varela (1992), S. 60.

81 Vgl. W. Bock/G. von Wahlert (1998), S. 124-126.

82 Siehe R. Dawkins (1989), vor allem S. 233-266.

Reproduktion der Organismen und in sämtlichen Funktionen des Körpers verantwortlich gemacht wird.

Auf der forschungspraktischen und kognitiven Ebene ergeben sich aus der kybernetischen Perspektive wichtige Parallelen zu Aspekten der konstruktivistischen Beschreibung des epistemischen Prozesses.⁸³ Das gilt vor allem für das Konzept der “operationalen Schließung” und seine Bedeutung für die Rekursivität von Begriffsbildung und Forschungspraxis. Ähnlich wie Magendie im physiologischen Experiment etwa das Krampfgeschehen eines mit Strychnin infundierten Tiers unter variierender Ligatur körperzuführender Blutgefäße untersuchte, beschäftigte sich die klassische Kausalitätstheorie nur mit linearen Ursache-Wirkungs-Beziehungen. Demgegenüber analysiert die moderne Biokybernetik auch kreisrelationale, multifaktorielle Kausalitätsformen, etwa den wechselseitigen Einfluß von Gefäßkontraktionen, Gefäßelastizität und Herzschlag für den Blutdruck (vgl. Grafik 6, S. 201). Von einer bestimmten Zwecksetzung ausgehend, etwa dem Sollwert des Blutdrucks, wird erst nachfolgend der Einfluß einzelner Faktoren auf das Gesamtgeschehen analysiert. Dabei ist die Dynamik der Lebensprozesse das Primäre beziehungsweise die Aufrechterhaltung bestimmter physiologischer Zustände in der Zeit. Als eine Frühform dieser Sichtweise kann die Konzeption des *milieu intérieur* von Bernard angesehen werden, welche von Magendie mit vorbereitet worden ist [siehe S. 50].

6. 4. Epilog

Die Reproduzierbarkeit tierexperimenteller Ergebnisse und Beobachtungen spielte neben ihrer epistemischen auch eine entscheidende rhetorische Rolle im Forschungsprogramm Magendies. Die Rede von der “Physiologischen Medizin“ blieb dabei keine *façon de parler* mehr, wie noch unter François-J.-V. Broussais (1772-1838) oder Bichat. “In den Händen“ der frühen Experimentalphysiologen wurde die Physiologische Medizin zu einer Wissenschaft, die auf aktive Weise die grundlegenden Mechanismen der Funktionen lebendiger Organismen analysieren und öffentlich demonstrieren konnte.

Im Gegensatz zur Forschungstradition Bichats reorganisierten die französischen Physiologen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion in einer neuartigen Methodologie. Sie lösten in ihren experimentellen Arbeiten die zu untersuchende Funktion schrittweise von ihrem Substrat ab und machten die physiologischen Vorgänge *per se* zum Gegenstand der experimentellen Praxis. Beispielhaft war dies an Magendies Experimentalserien zu den Absorptionsvorgängen zu sehen [vgl. etwa S. 135f.], worin die anatomische Struktur Schritt für Schritt isoliert und durch Prothesen ersetzt wurde: Federkiele dienten als Gefäßersatz für den Blutfluß oder eine Schweinsblase fungierte als Magen. Auf diese Weise wurde die physiologische Funktion freipräpariert und der experimentellen Manipulation verfügbar gemacht. Die Funktion entwickelte sich dabei selbst zum *epistemischen Objekt* der Experimentalanordnung.

Es gelang den französischen Experimentalphysiologen mit ihren Läsions- und Exstirpationsansätzen zwar nicht, die grundlegenden Prozesse der Funktionen “restlos” aufzuklären, aber sie konnten zeigen, welche morphologischen Strukturen verantwortlich waren, damit lebendige Organismen überhaupt in der Lage waren, einzelne “Funktionen“ auszuführen.⁸⁴ Auf

83 Vgl. P. Janich (1996), insbesondere *Der Informationsbegriff in der Morphologie*, S. 290-304.

84 Die resultierende investigative Ausrichtung ist wohl unter Berücksichtigung der chirurgischen Orientierung vieler ihrer physiologischen Experimente zu sehen. Max Neuburger hat beispielsweise die These vertreten,

diese Weise schufen sie einen neuen wissenschaftlichen Repräsentationsraum, in dem sich die Korrelation zwischen morphologischem Substrat und physiologischer Funktion demonstrieren ließ. Gleichzeitig etablierte sich die physiologische Funktionsanalyse als eigenständige Wissenschaft, welche sich auf zentralen Begriffen wie der 'Organisation' oder des *milieu intérieur* gründete.⁸⁵ Mit diesem Schritt wurde der biologische Zweck physiologischer Funktionen - in einem protokybernetischen Sinn - für die Aufrechterhaltung des Körpergleichgewichts ausbuchstabiert. 1932 definierte der amerikanische Physiologe und Endokrinologe Walter Cannon (1871-1945) das Gleichgewicht der Körperfunktionen schließlich als 'Homöostase' des lebendigen Organismus.

Die Eigenständigkeit der Physiologie hat bis in die gegenwärtige Forschung hinein Bestand, ungeachtet der Tatsache, daß einzelne Teilbereiche, die zunächst zur Physiologie gezählt wurden, sich selbst als Einzelwissenschaften etabliert haben. Das gilt etwa für die Embryologie oder die physiologische Chemie.⁸⁶ Auch wurde der Funktionsbegriff mit dem Aufkommen der Zellulärpathologie⁸⁷ und der physiologischen Chemie⁸⁸ auf einzelne Zellen und Gewebe "rückübertragen", so daß in den heutigen Biowissenschaften weit verbreitet ist, von 'Zellfunktionen' oder 'funktionstüchtigem Gewebe' zu sprechen.⁸⁹ Magendies Konzeption der Funktion wurde damit auf eine in der Hierarchie des lebendigen Körpers tieferliegende Ebene beziehungsweise auf "Apparate von (Zell-) Organellen" verlagert.

Auch die heute überaus einflußreiche Molekulargenetik vermag mit ihren mikrostrukturellen Ansätzen den funktionell-dynamischen Zugang der Physiologie weder in heuristischer noch in epistemischer Hinsicht aufzuheben. Die Biowissenschaftler stoßen folglich immer noch an jene Grenzen, die Kant in seinem bekannten Diktum aufzeigte, daß es keinen "Newton des Grashalms [der Biologie]" gebe und niemals geben könne.⁹⁰ Seiner Auffassung zufolge komme der Biologie beziehungsweise den Lebenswissenschaften nicht der gleiche wissenschaftliche Status in der "Enzyklopädie des Wissens" wie der Physik zu, weil sich ihre kausalen Erklärungsansätze einerseits auf die der Physik reduzierten, und andererseits nicht mathematisierbar seien. Vielmehr blieben die Biowissenschaften stets auf teleologische Prinzipien angewiesen. Solche teleologischen "Hilfsmittel" lassen sich im vitalistischen Überrest des modernen Funktionsbegriffs ebenso ausmachen, wie in der Verständnislücke zwischen humanem Genom und Proteomik.⁹¹ Ob Kants Diktum jedoch ein Urteil *a priori* oder *a posteriori* ist, bleibt eine offene Frage.

daß die Chirurgie des 18. Jahrhunderts wesentlich mehr Kenntnisse über das Nervensystem ermöglicht habe, als dies die physiologischen Untersuchungen vermochten. M. Neuburger (1897), S. 125 und 213. Für Magendie und andere frühe französische Physiologen muß Neuburgers These jedoch keinen Widerspruch darstellen. Vielmehr wurde die chirurgische Technik in ihren Werken mit dem Ansatz des vivisektorischen Experiments eng verknüpft.

85 Siehe G. Canguilhem (1979), S. 73.

86 Vgl. N. Morgan (1990) sowie G. Legée (1988), S. 229.

87 Siehe H. David (1993), S. 13-58.

88 Vgl. M. Daumas/J. Jacques (1995) oder F. Holmes (1988), S. 179-210.

89 Siehe W. Linß/J. Fanghänel (1999), S. 20-27, oder H. Leonhardt (1990), S. 22-25.

90 I. Kant: *Kritik der Urteilskraft* in ders. (1911), Bd. 4, S. 357-486, sowie P. McLaughlin (1989), S. 9-48.

91 Vgl. A. Pandey/M. Mann (2000) oder M. Dutt/K. Lee (2000).

Literaturverzeichnis

Im folgenden Literaturverzeichnis wird nicht zwischen gedruckten Quellen, zeitgenössischer Literatur oder Sekundärliteratur unterschieden, weil dies zu Mehrfachnennungen geführt hätte. Schriften, die von Körperschaften (beispielsweise: Medizinische Fakultät der Universität Berlin) herausgegeben wurden, sind nach dem ersten Schlagwort (etwa: Wörterbuch) alphabetisch eingeordnet.

- Abelès, Florin: Les progrès de l'optique instrumentale. In: La science contemporaine. Le XIXe Siècle. Hg. R. Taton. 3. Aufl., seitengleich mit der 1. Aufl. 1961. Paris 1995. Band 1, S. 161-174.
- Ackerknecht, Erwin H.: *Cuvier and Medicine*. In: *Gesnerus* 45 (1981), S. 313-315.
- Ackerknecht, Erwin H.: *Medicine at the Paris Hospital. 1794 -1848*. Paris 1967.
- Ackerknecht, Erwin H.: *Elisha Bartlett and the Philosophy of the Paris Clinical School*. In: *Bulletin of the History of Medicine* 24 (1950), S. 41-60.
- Albury, William R.: *Experiment and Explanation in the Physiology of Bichat and Magendie*. In: *Studies in the History of Biology* 1 (1977), S. 47-131.
- Albury, William R.: *Physiological Explanation in Magendie's Manifesto of 1809*. In: *Bulletin of the History of Medicine* 48 (1974), S. 90-99.
- Allen, Colin/Bekoff, Marc/Lauder, George (Hgg.): *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology*. Cambridge (Mass.) 1998.
- Amundson, Ron/Lauder, George V.: *Function without Purpose: The Uses of Causal Role Function in Evolutionary Biology*. In: *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology*. Hgg. C. Allen, M. Bekoff und G. Lauder. Cambridge (Mass.) 1998, S. 335-369.
- Apel, Karl-Otto: *Szientistik, Hermeneutik, Ideologiekritik - Entwurf einer Wissenschaftslehre in erkenntnisanthropologischer Sicht*. In: *Transformation der Philosophie*. Hg. K.-O. Apel. 4. Aufl. Frankfurt/M. 1988. Band 2, S. 96-127.
- Appel, Toby: *The Cuvier-Geoffroy Debate: French Biology in the Decades before Darwin*. Oxford 1987.
- Aristoteles: *Vier Bücher über die Theile der Thiere. Naturgeschichte der Thiere*. (= Langenscheidtsche Bibliothek sämtlicher griechischen und römischen Klassiker in neueren deutschen Musterübersetzungen. Dtsch. von A. Karsch, Band 26). Berlin - Stuttgart 1855.
- Astruc, Pierre: *Les Sciences Médicales*. In: La science contemporaine. Le XIXe Siècle. Hg. R. Taton. 3. Aufl., seitengleich mit der 1. Aufl. 1961. Paris 1995. Band 1, S. 567-601.
- Bachelard, Gaston: *Die Bildung des wissenschaftlichen Geistes. Beitrag zu einer Psychoanalyse der objektiven Erkenntnis* (frz. 1938). Frankfurt/M. 1987.
- Bäumer, Änne: *Die Entstehung des modernen biologischen Analogiebegriffes im 19. Jahrhundert*. In: *Sudhoffs Archiv. Zeitschrift für Wissenschaftsgeschichte* 73 (1989), S. 156-175.
- Bäumler, Ernst: *Ein Jahrhundert Chemie*. Düsseldorf 1963.
- Bartkowski, Beatrix: *Das Tierreich als Organismus bei Johann Baptist von Spix (1781-1826). Seine Auseinandersetzung mit der Mannigfaltigkeit im Tierreich: Das "natürliche" System*. (= Diss. phil. Universität München) [= Europäische Hochschulschriften. Geschichte und ihre Hilfswissenschaften, Band 804]. Frankfurt/M. - Berlin - Bern 1998.
- Bechtel, William/Richardson, Robert C.: *Discovering Complexity*. Princeton 1993.
- Beck-Bornholdt, Hans-Peter/Dubben, Hans-Hermann: *Der Hund, der Eier legt. Erkennen von Fehlinformation durch Querdenken*. Hamburg 1998.
- Bedini, Silvio: *The Role of Automata in the History of Technology*. In: *Technology and Culture* 5 (1964), S. 24-42.
- Bensaude-Vincent, Bernadette: *Lavoisier - Eine wissenschaftliche Revolution*. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hg. M. Serres (frz. 1989). Frankfurt/M. 1994, S. 645-686.

- Bergson, Henri: *Matière et Mémoire. Essai sur la relation du corps à l'esprit*. Paris 1896.
- Bernard, Claude: *Catalogue des Manuscrits de Claude Bernard*. Hg. M. D. Grmek. Paris 1967.
- Bernard, Claude: *Cahier de notes 1850-1860. Présenté et commenté par M. D. Grmek*. Paris 1965.
- Bernard, Claude: *La Science Expérimentale*. 3. Aufl. Paris 1890.
- Bernard, Claude: *Leçons de pathologie expérimentale*. Paris 1880.
- Bernard, Claude: *Physiologie opératoire*. Paris 1879.
- Bernard, Claude: *Principes de médecine expérimentale*. Paris 1878.
- Bernard, Claude: *Diabète*. Paris 1877.
- Bernard, Claude: *Leçons sur la chaleur animale*. Paris 1876.
- Bernard, Claude: *Tissus vivants*. Paris 1866.
- Bernard, Claude: *Einführung in das Studium der experimentellen Medizin* (frz. 1865). Ins Deutsche übertragen von P. Szendrö und biographisch eingeführt und kommentiert von K. E. Rothschuh (= Sudhoffs Klassiker der Medizin, Band 35). Leipzig 1961 [= 1865].
- Bernard, Claude: *Fr[ançois]. Magendie. Leçon d'ouverture du cours de médecine du Collège de France*. Paris 1856.
- Beyermann, Klaus: *Chemie für Mediziner. Kurzgefaßtes Lehrbuch für Studenten*. 6. Aufl. Stuttgart 1987.
- Biagioli, Mario (Hg.): *The Science Studies Reader*. New York - London 1999.
- Bichat, Xavier: *Traité des membranes en général et des diverses membranes en particulier*. 8. Aufl., mit Anmerkungen von F. Magendie. Paris 1827.
- Bichat, Xavier: *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*. Nachdr. der 4. Aufl., mit Anmerkungen von F. Magendie. Paris 1994 [= 1822].
- Bichat, Xavier: *Anatomie générale [appliquée à la physiologie et à la médecine] précédée des recherches physiologiques sur la vie et la mort*. 2. Aufl., mit Kommentaren von Maingault. 4 Bände. Paris 1818-21.
- Bichat, Xavier: *Traité d'anatomie descriptive*. 5 Bände. Paris 1801-03.
- Bichat, Xavier: *Physiologische Untersuchungen über den Tod*. Übersetzt und eingeleitet von Rudolf Boehm (frz. 1800). Band 2. Leipzig 1912 [= 1800].
- Bigelow, John/Pargetter, Robert: *Functions*. In: *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology*. Hgg. C. Allen, M. Bekoff und G. Lauder. Cambridge (Mass.) 1998. S. 240-259.
- Bing, Franklin C.: *The History of the Word 'Metabolism'*. In: *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 26 (1971), S. 158-180.
- Blainville, Henri Ducrotay de: *Physiologie générale et comparée. Prodrome d'une nouvelle distribution du règne animal*. Paris 1816.
- Bleker, Johanna: *Die Wissenschaften bei der Entdeckung der Geschichtlichkeit ihrer Gegenstände im 18. und frühen 19. Jahrhundert*. In: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 8 (1985), S. 67-69.
- Bleker, Johanna: *Die Naturhistorische Schule 1825-1845. Ein Beitrag zur Geschichte der klinischen Medizin in Deutschland* (= Habil. Schrift Universität Münster) [= *Medizin in Geschichte und Kultur*. Hgg. K. E. Rothschuh und R. Toellner, Band 13]. Stuttgart - New York 1981.
- Bock, Walter J./von Wahlert, Gerd: *Adaptation and the Form-Function Complex*. In: *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology*. Hgg. C. Allen, M. Bekoff und G. Lauder. Cambridge (Mass.) 1998, S. 117-168.
- Böckenförde, Ernst-Wolfgang: *Der Übergang von der Corpus-/Mechanismusvorstellung zu Organisation und Organismus*. In: *Geschichtliche Grundbegriffe. Historisches Lexikon zur politisch-sozialen Sprache in Deutschland*. Hgg. O. Brunner, W. Conze und R. Koselleck. Stuttgart 1978. Band 4, S. 561-588.
- Bonah, Christian: *Les Sciences Physiologiques En Europe. Analyse Comparées Du XIXe Siècle* (= Diss. med. Strasbourg) Straßburg 1995.
- Bordeu, Théophile de: *Recherches anatomiques sur les différentes positions des glandes*. Paris 1767.

- Bourdier, Franck: *Cuvier, Georges*. In: Dictionary of Scientific Biography. Hg. C. Gillispie. 16 Bände. New York 1972. Band 3, S. 521- 528.
- Bourdieu, Pierre: *Praktische Vernunft. Zur Theorie des Handelns* (frz. 1984). Frankfurt/M. 1998.
- Bourdieu, Pierre: *Zur Soziologie der symbolischen Formen* (frz. 1970). 7. Aufl. Frankfurt/M. 1997.
- Bourdieu, Pierre: *Entwurf einer Theorie der Praxis auf der ethnologischen Grundlage der kabyliischen Gesellschaft* (frz. 1972). Frankfurt/M. 1976.
- Braunstein, Jean-François: *Broussais et le matérialisme. Médecine et philosophie au XIXe siècle*. Paris 1986.
- Brazier, Mary: *A History of Neurophysiology in the Nineteenth Century*. New York 1988.
- Brazier, Mary: *A History of Neurophysiology in the Seventeenth and Eighteenth Century*. New York 1984.
- Breidbach, Olaf: *Die Materialisierung des Ichs. Zur Geschichte der Hirnforschung im 19. und 20. Jahrhundert*. Frankfurt/M. 1997.
- Broman, Thomas: *Bildung und praktische Erfahrung. Konkurrierende Darstellungen des medizinischen Berufes und der Ausbildung an der frühen Berliner Universität*. In: *Jahrbuch für Universitäts-geschichte* 3 (2000), S. 19-35.
- Broman, Thomas: *University Reform in Medical Thought at the End of the Eighteenth Century*. In: *Science in Germany. The Intersection of Institutional and Intellectual Issues*. Hg. K. Olesko (= OSIRIS. 2nd Series. Hgg. F. Holmes et al., Band 5). Cambridge 1989, S. 36-53.
- Budras, Klaus-Dieter/Roeck, Sabine: *Atlas der Anatomie der Pferdes. Lehrbuch für Tierärzte und für Studierende mit Beiträgen zur klinisch funktionellen Anatomie*. Hannover 1991.
- Buffon, Georges-Louis L. de: *Histoire naturelle, générale et particulière, avec la description du cabinet du roi*. Paris 1744-88. 36 Bände.
- Buisson, Mathieu-François: *Précis historique sur Marie-François Xavier Bichat*. In: *Traité d'Anatomie descriptive*. Hg. X. Bichat. Paris 1802, Band 3. Einleitung, S. VII-XXVIII.
- Butterfield, Herbert: *The Whig Interpretation of History*. 2. Aufl. Harmondsworth 1973.
- Buzzi, A[ldo]: *Claude Bernard on cardiac catheterization*. In: *American Journal of Cardiology* 4 (1959), S. 405-409.
- Cabanis, Pierre-Jean-Georges: *Oeuvres philosophiques de Cabanis*. Hgg. Claude Lehec und Jean Cazeneuve. 2 Bände. Paris 1956.
- Cabanis, Pierre-Jean-Georges: *Du degré de certitude de la médecine*. Neuaufl. 1989. Hg. J.-M. Drouin. Paris 1819 [= 1819].
- Canguilhem, Georges: *Le normal et le pathologique*. 6. Aufl. Paris 1996.
- Canguilhem, Georges: *La physiologie en Allemagne*. In: *La science contemporaine. Le XIXe Siècle*. Hg. R. Taton. 3. Aufl., seitengleich mit der 1. Aufl. 1961. Paris 1995. Band 1, S. 475-477.
- Canguilhem, Georges: *La connaissance de la vie*. Taschenbuchausgabe der 9. Aufl. Paris 1992.
- Canguilhem, Georges: *Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie* (frz. 1970). Frankfurt/M. 1979.
- Canguilhem, Georges: *Bichat, Marie-François-Xavier*. Dictionary of Scientific Biography. Hg. C. Gillispie. 16 Bände. New York 1970. Band 1, S. 122-123.
- Canguilhem, Georges: *La formation du concept de réflexe au XVIIe et XVIIIe siècles*. Paris 1955, S. 108-147.
- Caullery, M[aurice]/Leroy, J[ean F.]: *Théorie cellulaire. Cytologie. Histologie*. In: *La science contemporaine. Le XIXe Siècle*. Hg. R. Taton. 3. Aufl., seitengleich mit der 1. Aufl. 1961. Paris 1995. Band 1, S. 395-425.
- Caullery, M[aurice]/Canguilhem, Georges: *Physiologie animale*. In: *La science contemporaine. Le XIXe Siècle*. Hg. R. Taton. 3. Aufl., seitengleich mit der 1. Aufl. 1961. Paris 1995. Band 1, S. 469-484.

- Chadaverian, Surnia R. de: *Die 'Methode der Kurven' in der Physiologie zwischen 1850 und 1900*. In: Die Experimentalisierung des Lebens. Hgg. H.-J. Rheinberger und M. Hagner. Berlin 1993, S. 31-46.
- Churchland, Paul: *Feeling Reasons*. In: Neurobiology of Decision-Making. Hgg. A. und H. Damasio sowie Y. Christen. Berlin - New York 1996, S. 181-201.
- Clarke, Edwin und O'Mally, Charles D.: *The Human Brain and Spinal Cord*. Berkeley 1968.
- Coleman, William: *The Cognitive Basis of the Discipline: Claude Bernard on Physiology*. In: *Isis* 76 (1985), S. 49-70.
- Coleman, William: *Kielmeyer, Carl Friedrich*. In: Dictionary of Scientific Biography. Hg. C. Gillispie. 16 Bände. New York 1973. Band 2, S. 366-369.
- Coleman, William: *Biology in the Nineteenth Century. Problems of Form, Function and Transformation*. New York 1971.
- Coleman, William: *Georges Cuvier - Zoologist. A Study in the History of Evolution Theory*. Harvard 1964.
- Coleman, William/Holmes, Frederic L.: *The Investigative Enterprise. Experimental Physiology in Nineteenth-Century Medicine*. Berkeley - Los Angeles - London 1988.
- Comte, Auguste: *Philosophie des sciences. Textes choisis*. Nachdr. 1974. Hg. J. Laubier. Paris 1830-42.
- Condillac, Abbé Étienne B. de: *La logique, ou les premiers développemens de l'art de penser*. 2. Aufl. Straßburg 1797.
- Corbin, Alain: *Pesthauch und Blütenduft. Eine Geschichte des Geruchs* (frz. 1982). Frankfurt 1988, S. 149-152.
- Courtès, M. Francis: *Georges Cuvier ou l'origine de la négation*. In: *Revue d'Histoire des Sciences* 1 (1970), S. 9-27.
- Cranefield, Paul F.: *The Organic Physics of 1847 and the Biophysics of Today*. In: *Journal of the History of Medicine* 12 (1957), S. 407-423.
- Cranefield, Paul F.: *The Way in and the Way out. François Magendie, Charles Bell and the Roots of the Spinal Nerves*. New York 1972.
- Cranefield, Paul F.: *Carl Ludwig and Du Bois-Reymond. A Study in contrast*. In: *Gesnerus* 45 (1988), S. 271-282.
- Crary, Jonathan: *Techniken des Betrachters. Sehen und Moderne im 19. Jahrhundert* (engl. 1990). Dresden 1996.
- Cunningham, Andrew/Williams, Peter (Hgg.): *The Laboratory Revolution in Medicine*. Cambridge 1992.
- Cuvier, Georges: *Lettres de Georges Cuvier à C. M. Pfaff*. Übersetzt und posthum herausgegeben von Louis Marchant. Paris 1858.
- Cuvier, Georges: *Discours sur les révolutions de la surface du globe, et sur les changemens qu'elles ont produits dans le règne animal*. Paris 1826 [= 1826a].
- Cuvier, Georges: *Histoire des progrès des sciences naturelles*. Paris 1826 [= 1826b].
- Cuvier, Georges: *Le Règne animal distribué d'après son organisation*. Paris 1817.
- Cuvier, Georges: *Sur un nouveau rapprochement à établir entre les classes qui composent le règne animal*. In: *Annales du Muséum* 19 (1812), S. 76-78.
- Cuvier, Georges: *Rapport historique sur les progrès des sciences naturelles depuis 1789, et sur leur état actuel*. Paris 1810.
- Cuvier, Georges: *Leçons d'anatomie comparée*. Nachdr. Brüssel 1969. 5 Bände. Paris 1800-05.
- Cuvier, Georges/Valenciennes, Achille: *Histoire naturelle des poissons*. 5 Bände. Paris - Straßburg - Brüssel 1828-30.
- Cyon, Elie von: *Methodik der physiologischen Experimente und Vivisektionen. Mit Atlas*. Giessen 1876.

- Daniel, Ute: *Clio unter Kulturschock. Zu den aktuellen Debatten der Geschichtswissenschaft*. In: *Geschichte in Wissenschaft und Unterricht* 48 (1997), S. 195-218 [= 1997a] sowie 259-278 [= 1997b].
- Darmois, Georges: *Probabilités et Statistiques*. In: *La science contemporaine. Le XIXe Siècle*. Hg. R. Taton. 3. Aufl., seitengleich mit der 1. Aufl. 1961. Paris 1995. Band 1, S. 77-94.
- Darwin, Charles: *The Origin of Species by Means of Natural Selection or Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. Nachdr. der Ausgabe von 1872. London 1994 [= 1872].
- Daston, Loraine: *Objectivity and the Escape from Perspective*. In: *Social Studies of Science* 22 (1992), S. 597-618.
- Daston, Loraine/Galison Peter: *The Image of Objectivity*. In: *Representations* 40 (1992), S. 81-128.
- Daumas, M[aurice]/Jacques, J[erome]: *L'essor de la chimie*. In: *La science contemporaine. Le XIXe Siècle*. Hg. R. Taton. 3. Aufl., seitengleich mit der 1. Aufl. 1961. Paris 1995. Band 1, S. 315-340.
- David, Heinz: *Rudolf Virchow und die Medizin des 20. Jahrhunderts*. München 1993.
- Dawkins, Richard: *The Selfish Gene*. 2. Aufl. Oxford - New York 1989.
- Debus, Allan J.: *The French Paracelsians. The Chemical Challenge to Medical and Scientific Tradition in Early Modern France*. Cambridge 1991.
- Dechambre, Amédée/Adelon, Philibert, N. (Hgg.): *Dictionnaire des Sciences Médicales, par une société de médecins et de chirurgiens*. 60 Bände. Paris 1812-20.
- Deloyers, Lucien: *François Magendie, Précurseur de la médecine expérimentale*. Brüssel 1970.
- Delmas, André: *Geschichte der Anatomie*. In: *Illustrierte Geschichte der Medizin*. Hgg. Toellner, Richard et al. (frz. 1978). 6 Bände. Erlangen 1992, S. 851-909.
- Destutt de Tracy, Antoine L. C.: *Éléments d'idéologie*. 2. Aufl. 5 Bände. Paris 1801-1815.
- Diepgen, Paul: *Unvollendete. Vom Leben und Wirken frühverstorbenen Forscher und Ärzte aus anderthalb Jahrhunderten*. Stuttgart 1960.
- Dobo, N./Role, A.: *Bichat. La vie fulgurante d'un génie*. Paris 1989.
- Dohrn-van Rossum, Gerhard: *Mechanismus und Organismus. Die Wissenschaft von den lebendigen Körpern*. In: *Geschichtliche Grundbegriffe. Historisches Lexikon zur politisch-sozialen Sprache in Deutschland*. Hgg. O. Brunner, W. Conze und R. Koselleck. Stuttgart 1978. Band 4, S. 557-561.
- Du Bois-Reymond, Emil Heinrich: *Ueber die Grenzen des Naturerkennens*. In: *Reden von Emil Du Bois-Reymond*. Hgg. E. Du Bois-Reymond, J. Rostenthal und E. Du Bois-Reymond. Leipzig 1887. Band 1, S. 105-130.
- Duchesneau, François: *La physiologie des lumières. Empirisme, modèles et théories*. Den Haag - Boston - London 1982.
- Düring, Monika von/Didi-Hubermann, Georges/Poggesi, Marta: *Encyclopaedia anatomica*. Köln - London - Madrid 1999.
- Dutt, M. J./Lee, K. H.: *Proteomic Analysis*. In: *Current Opinion in Biotechnology* 11 (2000), S. 176-179.
- Eales, Nellie: *The history of the lymphatic system, with special reference to the Hunter-Monroe controversy*. In: *Journal of the History of Medicine* 29 (1974), S. 280-294.
- Earles, Melvin: *The Introduction of Hydrocyanic Acid Into Medicine. A Study in the History of Clinical Pharmacology*. In: *Medical History* 11 (1967), S. 305-312.
- Earles, Melvin: *Early Theories of the Mode of Drugs and Poisons*. In: *Annals of Science* 17 (1961), S. 97-110.
- Edmunds, M[air]/Sheehan, T./Van't Hoff, W.: *Strychnine Poisoning: Clinical and Toxicological Observations on a Non-Fatal Case*. In: *Clinical Toxicology* 24 (1986), S. 245-255.
- Elliott, Paul: *Vivisection and the Emergence of Experimental Physiology in Nineteenth-century France*. In: *Vivisection in Historical Perspective*. Hg. N. A. Rupke. London 1987, S. 48-78.
- Encyclopédie Méthodique. Médecine*. Hgg. L.-J.-S. Thillaye et al. 13 Bände. Paris 1827.

- Engelhardt, Dietrich von: *Wissenschaft und Philosophie der Natur um 1800. Prinzipien, Dimensionen, Perspektiven*. In: Philosophie des Organischen in der Goethezeit. Hg. K. T. Kanz. Stuttgart 1994, S. 252-269.
- Engels, Eve-Marie: *Die Teleologie des Lebendigen* (= Erfahrung und Denken. Schriften zur Förderung der Beziehungen zwischen Philosophie und den Einzelwissenschaften, Band 63). Berlin 1982.
- Entralgo, Pedro Lain: *Sensualism and Vitalism in Bichat's "Anatomie générale"*. In: *Journal of the History of Medicine* 3 (1948), S. 47-64.
- Fleck, Ludwik: *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*. Nachdr., 2. Aufl. Frankfurt/M. 1993.
- Flourens, Pierre: *Éloge historique de François Magendie*. Paris 1858.
- Foerster, Heinz von: *Wissen und Gewissen. Versuch einer Brücke*. Frankfurt/M. 1973.
- Forster, Balduin/Ropohl, Dirk: *Rechtsmedizin*. 5. Aufl. Stuttgart 1989.
- Forth, Wolfgang et al.: *Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. Für Studenten der Medizin, Veterinärmedizin, Pharmazie, Chemie, Biologie sowie für Ärzte, Tierärzte und Apotheker*. 6. überarb. Aufl. Mannheim - Leipzig 1992.
- Foucault, Michel: *Die Ordnung der Dinge* (frz. 1966). 13. Aufl. Frankfurt/M. 1996 [= 1996a].
- Foucault, Michel: *Die Geburt der Klinik. Eine Archäologie des ärztlichen Blicks* (frz. 1963). Frankfurt/M. 1996 [= 1996b].
- Foucault, Michel: *La situation de Cuvier dans l'histoire de la biologie*. In: *Revue d'Histoire des Sciences* 13 (1969), S. 63-69.
- Fox, Robert: *Laplacian Physics*. In: Companion to the History of Modern Science. Hgg. R. C. Olby et al. London - New York 1990. Artikel 18, S. 278-294.
- Fox, Robert: *The savant confronts his peers: scientific societies in France, 1815-1914*. In: The organization of science and technology in France 1808-1914. Hgg. R. Fox und G. Weisz. Cambridge - Paris 1980, S. 241-282.
- Frank, Robert J. Jr.: *The Telltale Heart: Physiological Instruments, Graphic Methods, and Clinical Hopes 1854-1914*. In: The Investigative Enterprise. Experimental Physiology in Nineteenth-Century Medicine. Hgg. W. Coleman und F. Holmes. Berkeley - Los Angeles - London 1988, S. 211-290.
- Franklin, Allan: *The Neglect of Experiment*. Cambridge 1986.
- French, Roger: *Sickness and the soul: Stahl, Hoffmann and Sauvages on pathology*. In: The medical enlightenment of the eighteenth century. Hgg. A. Cunningham und R. French. Cambridge 1990, S. 88-110.
- Freund, Hugo/Berg, Alexander: *Geschichte der Mikroskopie. Leben und Werk großer Forscher*. Band 1 [Biologie]. Frankfurt/M. 1963.
- Friedmann, Michael: *Kant and the Exact Sciences*. Harvard 1992.
- Fuchs, Thomas: *Die Mechanisierung des Herzens. Harvey und Descartes - der vitale und der mechanistische Aspekt des Kreislaufs*. Frankfurt/M. 1992.
- Galison, Peter: *Context and Constraints*. In: Scientific Practice. Hg. J. Buchwald. Chicago - London 1995, S. 13-41.
- Geison, Gerald: *Scientific Change, Emerging Specialities, and Research Schools*. In: *History of Science* 19 (1981), S. 20-40.
- Genty, M[aurice]: *François Magendie (1783-1855). Professeur au Collège de France. Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine*. In: Les Biographies Médicales. Hgg. P. Busquet und A. Gilbert. Paris 1935. Band 4, S. 113-137.

- Geyer-Kordesch, Johanna: *Georg Ernst Stahl's radical Pietist medicine and its influence on the German Enlightenment*. In: *The medical enlightenment of the eighteenth century*. Hgg. A. Cunningham und R. French. Cambridge 1990, S. 67-87.
- Geyer-Kordesch, Johanna: *Passions and the ghost in the machine: or what not to ask about science in seventeenth- and eighteenth-century Germany*. In: *The medical revolution of the seventeenth century*. Hgg. R. French und A. Wear. Cambridge 1989, S. 145-163.
- Gigerenzer, Gerd: *From Tools to Theories: A Heuristic of Discovery in Cognitive Psychology*. In: *Psychological Review* 98 (1991), S. 254-267.
- Gloy, Karen: *Das Verständnis der Natur. Die Geschichte des wissenschaftlichen Denkens*. München 1995.
- Gooding, David: *Magnetic Curves and the Magnetic Field: Experimentation and Representation in the History of a Theory*. In: *The Uses of Experiment - Studies in the Natural Sciences*. Hgg. D. Gooding, T. Pinch und S. Schaffer. Cambridge 1989, S. 183-223.
- Goodwin, Brian: *Der Leopard, der seine Flecken verliert - Evolution und Komplexität* (engl. 1994). München - Zürich 1997.
- Goulven, Laurent: *La paléontologie de de Blainville (1777-1850) support ou ruine du fixisme?* In: *Histoire et Nature* 12 (1978), S. 83-96.
- Grmek, M[irko] D[ragan]: *Magendie, François*. In: *Dictionary of Scientific Biography*. Hg. C. Gillispie. 16 Bände. New York 1974. Band 9, S. 6-11.
- Grmek, M[irko] D[ragan]: *Raisonnement Expérimental et Recherches Toxicologiques chez Claude Bernard*. Genf 1973.
- Grmek, M[irko] D[ragan]: *Bernard, Claude*. In: *Dictionary of Scientific Biography*. Hg. C. Gillispie. 16 Bände. New York 1970. Band 1, S. 24-34.
- Gross, Michael: *The Lessened Locus of Feelings: A Transformation in French Physiology in the Early Nineteenth Century*. In: *Journal of the History of Biology* 12 (1979), S. 231-271.
- Gross, Michael: *Function and Structure in Nineteenth Century French Physiology* (= Diss. phil. Princeton University). Princeton 1974.
- Grundmann, Ekkehard/Rudorff, Klaus: *Kursus der Allgemeinen Histopathologie. Eine Mikroskopierhilfe für Studierende der Medizin*. 2. Aufl. Stuttgart 1994.
- Guérin, François (Hg.): *Cardiologie. Sémiologie clinique, Démarches diagnostiques, Cardiopathies*. Paris 1997.
- Hacking, Ian: *Representing and Intervening. Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge 1983.
- Hackmann, W. D.: *The Relationship Between Concept and Instrument Design in Eighteenth-century Experimental Science*. In: *Annals of Science* 36 (1979), S. 205-224.
- Hagner, Michael: *Homo cerebrialis - Der Wandel vom Seelenorgan zum Gehirn*. Berlin 1997.
- Hagner, Michael/Wahrig-Schmidt, Bettina (Hgg.): *Johannes Müller und die Philosophie*. Berlin 1992.
- Haigh, Elizabeth: *Xavier Bichat and the Medical Theory of the Eighteenth Century*. London 1984.
- Haigh, Elizabeth: *The Roots of the Vitalism of Xavier Bichat*. In: *Bulletin of the History of Medicine* 49 (1975), S. 72-86.
- Hall, Thomas S.: *Ideas of Life and Matter*. 2 Bände. Chicago 1969.
- Hall, Thomas S.: *On Newtonian Analogues of Biological Paradigms*. In: *Philosophy of Science* 35 (1968), S. 6-27.
- Harmann, Peter M.: *Metaphysics and Natural Philosophy. The Problem of Substance in Classical Physics*. Sussex 1982.
- Hassenstein, Bernhard: *Biologische Kybernetik*. Heidelberg 1967.
- Hess, Volker: *Der wohltemperierte Mensch. Wissenschaft und Alltag des Fiebermessens (1850-1900)* [= Habil. Schrift FU Berlin 1999]. Frankfurt/M. 2000.

- Hess, Volker: *Das Ende der 'Historia naturalis'? Die naturhistorische Methode und Klassifikation bei Kiehmeyer*. In: Philosophie des Organischen. Hg. K. T. Kanz. Stuttgart 1994, S. 153-173.
- Hess, Volker: *Von der semiotischen zur diagnostischen Medizin. Die Entstehung der klinischen Methode zwischen 1750 und 1850* (= Diss. med. FU Berlin 1992) [= Abhandlungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften. Hgg. R. Winau und H. Müller-Dietz, Band 66]. Husum 1993.
- Hesse, Mary: *Reasons and Evaluation in the History of Science*. In: Changing Perspectives in the History of Science. Hgg. M. Teich und R.-M. Young. London 1973, S. 127-147.
- Hierholzer, Klaus/Schmidt, Robert F. (Hgg.): *Pathophysiologie des Menschen*. Köln 1993.
- Hoff, H. E./Geddes, L. A.: *Graphic recording before Carl Ludwig: an Historical Summary*. In: *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 12 (1959), S. 3-59.
- Hoff, H. E./Geddes, L. A.: *Graphic Registration before Ludwig; The Antecedents of the Kymograph*. In: *Isis* 50 (1959), S. 5-21.
- Holmes, Frederick: *Do We Understand Historically How Experimental Knowledge Is Acquired?* In: *History of Science* 30 (1992), S. 119-136.
- Holmes, Frederick: *The Formation of the Munich School of Metabolism*. In: *The Investigative Enterprise. Experimental Physiology in Nineteenth-Century Medicine*. Hgg. W. Coleman und F. Holmes. Berkeley - Los Angeles - London 1988, S. 179-210.
- Holmes, Frederick: *Claude Bernard and Animal Chemistry. The Emergence of a Scientist*. Cambridge (Mass.) 1974.
- Howson, Collin/Urbach, Peter: *Scientific Reasoning. The Bayesian Approach*. Chicago 1993.
- Hügli, Anton/Lübcke, Poul (Hgg.): *Philosophielexikon. Personen und Begriffe der abendländischen Philosophie von der Antike bis zur Gegenwart* (dän. 1983). Hamburg 1991.
- Jahn, Ilse: *Grundzüge der Biologiegeschichte*. Jena 1990.
- Jahn, Ilse: *Étienne Geoffroy Saint-Hilaire an Alexander von Humboldt über Goethes Stellungnahme zum Pariser Akademiestreit*. In: *Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin* 10 (1973), S. 59-67.
- Janich, Peter: *Konstruktivismus und Naturerkenntnis. Auf dem Wege zum Kulturalismus*. Frankfurt/M. 1996.
- Jardine, Nicolas: *The Laboratory Revolution in Medicine*. In: *The Laboratory Revolution in Medicine*. Hgg. A. Cunningham und P. Williams. Cambridge 1992, S. 304-323.
- Jardine, Nicolas: *The Scenes of Inquiry. On the Reality of Questions in the Sciences*. Oxford 1991.
- Jenkins, Brian: *Nationalism in France. Class and Nation Since 1789*. London - New York 1990.
- Joerges, Bernward: *Gerätetechnik und Alltagshandeln. Vorschläge zur Analyse der Technisierung alltäglicher Handlungsstrukturen*. In: *Technik im Alltag*. Hg. B. Joerges. Frankfurt/M. 1988, S. 20-50.
- Kant, Immanuel: *Kant's gesammelte Schriften*. Hg. von der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften. 29 Bände. Berlin 1911/2.
- Kanz, Kai Torsten: *Nationalismus und Internationale Zusammenarbeit in den Wissenschaften - Die Deutsch-Französischen Wissenschaftsbeziehungen zwischen Revolution und Restauration, 1789-1832*. Stuttgart 1997.
- Kanz, Kai Torsten: *Von Köstlin bis Kiehmeyer. Die Naturgeschichte (Botanik, Zoologie, Mineralogie) an der Hohen Karlsschule in Stuttgart (1772-1794)* (= MA. Universität Stuttgart 1991) [Kurzfasg. ersch. in: *Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg* 148 (1993), S. 5-23].
- Karlson, Peter/Gerok, Wolfgang/Groß, Werner: *Pathobiochemie. Eine Einführung für Studierende und Ärzte*. 2. überarb. Aufl. Stuttgart - New York 1982.

- Kipnis, Naom: *Luigi Galvani and the Debate on Animal Electricity, 1791-1800*. In: *Annals of Science* 44 (1987), S. 107-142.
- Kirsche, Walter: *Christian Gottfried Ehrenberg zum 100. Todestag. Ein Beitrag zur Geschichte der mikroskopischen Hirnforschung* (= Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften der DDR, 9N). Berlin 1977.
- Kitcher, Philip: *Function and Design*. In: *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology*. Hgg. C. Allen, M. Bekoff und G. Lauder. Cambridge (Mass.) 1998. S. 479-503.
- Knorr-Cetina, Karen D.: *Die Fabrikation von Erkenntnis*. Frankfurt 1984.
- Koselleck, Reiner: *Geschichte, Historie*. In: *Geschichtliche Grundbegriffe. Historisches Lexikon zur politisch-sozialen Sprache in Deutschland*. Hgg. O. Brunner, W. Conze und R. Koselleck. Band 2. Stuttgart 1975, S. 624-717.
- Koyré, Alexandre: *Études d'histoire de la pensée scientifique*. Paris 1973.
- Kremer, Richard L.: *The Thermodynamics of Life and Experimental Physiology 1770-1880*. New York - London 1990.
- Kretz, Franz-Josef/Schäffer, Jürgen/Eyrich, Klaus: *Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie*. 2. Aufl. Berlin 1995.
- Kruta, Vladislav: *Flourens, Pierre*. In: *Dictionary of Scientific Bibliography*. Hg. C. Gillispie. 16 Bände. New York 1973. Band 8, S. 132-135.
- Kuhn, Dorothea: *Der naturwissenschaftliche Unterricht an der Hohen Karlsschule*. In: *Medizinhistorisches Journal* 11 (1976), S. 319-334.
- Kuhn, Dorothea: *Empirische und ideelle Wirklichkeit. Studien über Goethes Kritik des französischen Akademiestreites*. Graz 1967.
- Kuhn, Thomas S.: *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen* (engl. 1962). Frankfurt/M. 1968.
- Kutschmann, Werner: *Der Naturwissenschaftler und sein Körper: die Rolle der 'inneren Natur' in der experimentellen Naturwissenschaft der frühen Neuzeit*. Frankfurt/M. 1986.
- Lachmund, Jens: *Die Erfindung des ärztlichen Gehörs. Zur historischen Soziologie der stethoskopischen Untersuchung*. In: *Zeitschrift für Soziologie* 21 (1992), S. 235-251.
- Lakatos, Imre: *Philosophical Papers*. Hgg. J. Warrall und G. Currie. 2 Bände. Cambridge 1978.
- Lakatos, Imre/Musgrave, Allen: *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge 1970.
- Langmann, Rolf: *Das Werk des französischen Physiologen François Magendie* (= Diss. med. Akad. Düsseldorf 1936). Oberhausen 1936.
- Latour, Bruno: *Pasteur und Pouchet - Die Heterogenese der Wissenschaftsgeschichte*. In: *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*. Hg. M. Serres (frz. 1989). Frankfurt/M. 1994, S. 749-789.
- Latour, Bruno: *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Philadelphia 1987.
- Latour, Bruno/Woolgar, Steve: *Laboratory Life - The Construction of Scientific Facts*. Princeton 1986.
- Laudan, Larry: *Progress and its Problems*. Berkeley 1977.
- Lefèvre, Wolfgang: *Die Entstehung der biologischen Evolutionstheorie*. Frankfurt/M. 1984.
- Legallois, Julien, J. C.: *Expériences sur le principe de la vie*. Paris 1812.
- Legée, Georgette: *La Physiologie française pendant la première moitié du XIXe siècle. Ses rapports avec la physiologie suisse et allemande*. In: *Gesnerus* 45 (1988), S. 211-238.
- Legée, Georgette: *François Magendie et la découverte de la sensibilité récurrente (1822-1839)*. In: *Histoire et Nature* 11 (1977), S. 67-80.
- Legée, Georgette: *La participation de Georges et Frédéric Cuvier à l'organisation de l'institution publique (1802-38)*. In: *Histoire et Nature* 4 (1974), S. 47-72.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm: *Vernunftprinzipien der Natur und der Gnade/Monadologie* (= Philosophische Bibliothek. Felix Meiner, Band 253). 2. Nachdr. von 1714. Hamburg 1982, S. 26-69 [= 1714].

- Lenoir, Timothy: *Praxis, Vernunft und Kontext. Der Dialog zwischen Theorie und Experiment*. In: Politik im Tempel der Wissenschaft. Forschung und Machtausübung im deutschen Kaiserreich. Hg. T. Lenoir. Frankfurt/M. - New York 1992, S. 172-208.
- Lenoir, Timothy: *Models and instruments in the development of electrophysiology, 1845-1912*. In: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 17 (1988), S. 1-54 [= 1988a].
- Lenoir, Timothy: *Science for the Clinic. Science Policy and the Formation of Carl Ludwig's Institute in Leipzig*. In: *The Investigative Enterprise*. Hgg. W. Coleman und F. Holmes. Berkeley - Los Angeles - London 1988, S. 139-178 [= 1988b].
- Lenoir, Timothy: *The Strategy of Life. Teleology and Mechanics in Nineteenth Century German Biology*. Dordrecht 1982 [= 1982a].
- Lenoir, Timothy: *Teleology Without Regrets. The Transformation of Physiology in Germany: 1790-1847*. In: *Studies in History and Philosophy of Science* 13 (1982), S. 293-354 [= 1982b].
- Leonhardt, Helmut: *Histologie, Zytologie und Mikroanatomie des Menschen. Taschenbuch der gesamten Anatomie*. 8. Aufl. Band 3. Stuttgart 1990.
- Lepenius, Wolf: *Das Ende der Naturgeschichte. Wandel kultureller Selbstverständlichkeiten in den Wissenschaften des 18. und 19. Jahrhunderts*. München 1976.
- Lesch, John E.: *The Paris Academy of Medicine and Experimental Science, 1820-1848*. In: *The Investigative Enterprise. Experimental Physiology in Nineteenth-Century Medicine*. Hgg. W. Coleman und F. Holmes. Berkeley - Los Angeles - London 1988, S. 100-138.
- Lesch, John E.: *Science and Medicine in France - The Emergence of Experimental Physiology, 1790-1855*. Cambridge (Mass.) 1984.
- Lesky, Erna: *Structure and Function in Gall*. In: *Bulletin of the History Medicine* 44 (1970), S. 297-314.
- Lesky, Erna: *Cabanis und die Gewißheit in der Heilkunde*. In: *Gesnerus* 11 (1954), S. 152-182.
- Lexikon der Maße und Gewichte*. Hg. G. Hellwig. Gütersloh 1979.
- Leys, Ruth: *Background to the Reflex Controversy. William Alison and the Doctrine of Sympathy before Hall*. In: *Studies in the History of Biology*. Hgg. W. Coleman und C. Limoges. Baltimore 1980, S. 1-49.
- Lichtenthaeler, Charles: *Die sechs Leitgedanken von Magendies medizinischer Revolution*. In: *Zeitschrift für ärztliche Fortbildung* 77 (1983), S. 785-788.
- Lichtenthaeler, Charles: *Les dates de la Renaissance Médicale. Fin de la tradition hippocratique et galénique*. In: *Gesnerus* 9 (1952), S. 8-30.
- Limoges, Camille: *The Development of the Muséum d'Histoire Naturelle of Paris, c. 1800-1914*. In: *The Organization of Science and Technology in France 1808-1914*. Hgg. R. Fox und G. Weisz. Cambridge - Paris 1980, S. 211-240.
- Linß, Werner/Fanghänel, Jochen: *Histologie. Zytologie, Allgemeine Histologie, mikroskopische Anatomie*. Berlin - New York 1999.
- Löw, Reinhard: *Philosophie des Lebendigen. Der Begriff des Organischen bei Kant. Sein Grund und seine Aktualität*. Frankfurt/M. 1980.
- Löwy, Ilana: *The Strength of Loose Concepts*. In: *History of Science* 30 (1992), S. 371-396.
- Lohff, Brigitte: *Die Suche nach der Wissenschaftlichkeit der Physiologie in der Zeit der Romantik*. (= *Medizin in Geschichte und Kultur*. Hgg.: K. E. Rothschild und R. Toellner, Band 17). Stuttgart - New York 1990.
- Longet, Achille: *Recherches cliniques et expérimentales sur les fonctions des faisceaux de la moelle épinière et des racines des nerfs rachidiens; précédées d'un examen historique et critique des expériences faites sur ces organes, depuis Sir Ch. Bell*. In: *Archives générales de la médecine* 3 (1841), S. 296-338 [= 1841a], sowie 4 (1841), S. 129-186 [= 1841b].
- Lovejoy, Arthur Oncken: *The Great Chain of Being. A Study of the History of an Idea*. Nachdr. von 1960. New York 1936.
- Lovejoy, Arthur Oncken: *The Meaning of Vitalism*. In: *Science* 33 (1911), S. 610-614.
- Ludwig, Carl F. W.: *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*. 2 Bände. Leipzig 1852.

- Lüder, Frank: *Die Institutionalisierung der Pathologie an den Städtischen Krankenhäusern Berlins* (= Diss. med. FU Berlin 2000).
- Lurija, Alexander Romanowitsch: *Das Gehirn in Aktion. Einführung in die Neuropsychologie*. 2. Aufl. Hamburg 1998.
- Magendie, François: *Leçons faites au Collège de France. Pendant le Semestre d'hiver (1851-52). Recueillies et analysées par le Dr. V.-A. Fauconneau-Dufresne*. Paris 1852.
- Magendie, François: *Recherches sur le Liquide Céphalo-Rachidien*. Paris 1842.
- Magendie, François: *Leçons sur les Fonctions et Les Maladies du Système Nerveux*. 2 Bände. Paris 1840/41.
- Magendie, François: *Vorlesungen über die epidemische Cholera, deren Verlauf, anatomisch-pathologische Erscheinungen und Behandlungen, gehalten am Collège de France*. Dtsch. Übersetzung von S. Hirsch. Leipzig 1839.
- Magendie, François: *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*. 4 Bände. Paris 1837/38.
- Magendie, François: *Formulaire pour la préparation et l'emploi de plusieurs nouveaux médicaments*. 8. Aufl. Brüssel 1835.
- Magendie, François: *Choléra-morbus de Sunderland. Leçons faites au Collège de France*. In: *Revue médicale française et étrangère, journal de clinique de l'Hôtel-Dieu, et des grands hôpitaux de Paris; et nouvelle bibliothèque médicale* 1 (1832), S. 136-138.
- Magendie, François: *Extrait de la dissertation de Cotugno, De Ischiade Nervosa, contenue dans le Thesaurus Dissertationem de Sandifort Tome II, pag. 411. Rotterdam 1769. Avec quelques réflexions par M. Magendie*. In: *Journal de physiologie expérimentale et pathologique* 7 (1827), S. 83-96.
- Magendie, François: *Note sur deux nouvelles espèces de gravelle*. In: *Journal de physiologie expérimentale et pathologique* 6 (1826), S. 297-302 [= 1826a].
- Magendie, François: *Sécond Mémoire sur le liquide qui se trouve dans le crane et l'épine de l'homme, et des animaux vertébrés, lu à l'Académie des Sciences, le 4 décembre 1826*. In: *Journal de Physiologie expérimentale et pathologique* 6 (1826), S. 1-82 [= 1826b].
- Magendie, François: *Mémoire sur un liquide qui se trouve dans le crane et le canal vertébral de l'homme et des animaux mammifères*. In: *Journal de physiologie expérimentale et pathologique* 5 (1825), S. 27-37.
- Magendie, François: *Mémoire sur les fonctions de quelques parties du système nerveux. Lu à l'Académie des Sciences le 7 mars 1824*. In: *Journal de physiologie expérimentale et pathologique* 4 (1824), S. 399-405.
- Magendie, François: *Mémoire sur quelques découvertes récentes relatives aux fonctions du système nerveux. Lu à la séance publique de l'Académie des Sciences, le 2 juin 1823*. Paris 1823 [= 1823a].
- Magendie, François: *Sur la siège au mouvement et du sentiment dans la moelle épinière*. In: *Journal de physiologie expérimentale et pathologique* 3 (1823), S. 153-157 [= 1823b].
- Magendie, François: *Expériences sur les fonctions des racines des nerfs qui naissent de la moelle épinière*. In: *Journal de physiologie expérimentale et pathologique* 2 (1822), S. 366-371 [= 1822a].
- Magendie, François: *Expériences sur les fonctions des racines des nerfs rachidiens*. In: *Journal de physiologie expérimentale et pathologique* 2 (1822), S. 276-279 [= 1822b].
- Magendie, François: *Mémoire sur plusieurs organes propres aux oiseaux et aux reptils. Lu à l'Académie des Sciences en nov. 1819*. In: *Journal de physiologie expérimentale et pathologie* 2 (1822), 184-190 [= 1822c].
- Magendie, François: *Mémoire sur l'action des artères dans la circulation lu à l'Académie des Sciences en 1817*. In: *Journal de physiologie expérimentale* 1 (1821), S. 102-151 [= 1821a].
- Magendie, François: *Mémoire sur les organes de l'absorption chez les mammifères; lu à l'Institut, le 7 août 1809*. In: *Journal de physiologie expérimentale* 1 (1821), S. 18-32 [= 1821b].

- Magendie, François: *Nouvelles expériences avec l'Upas Tieuté*. In: *Le Nouveau Bulletin des Sciences par la Société Philomatique de Paris* 1 (1807-09), S. 404-406 [= 1821c].
- Magendie, François: *Le mécanisme de l'absorption chez les animaux à sang rouge et chaud. Lu à l'Académie des Sciences de Paris en Octobre 1820*. In: *Journal de physiologie expérimentale* 1 (1821), S. 1-17 [= 1821d].
- Magendie, François: *Extrait d'un mémoire sur les vaisseaux lymphatiques des oiseaux*. In: *Journal de physiologie expérimentale* 1 (1821), S. 47-53 [= 1821e].
- Magendie, François: *Formulaire pour la préparation et l'emploi de plusieurs nouveaux médicaments*. Paris 1821 [= 1821f].
- Magendie, François: *Précis élémentaire de physiologie*. 2 Bände. Paris 1816/17.
- Magendie, François: *Mémoire sur la déglutition de l'air atmosphérique; et suivi du rapport fait à la classe par MM. Hallé et Pinel*. In: *Procès-verbeaux de l'Académie des Sciences* 5 (1815), S. 596-598 [= 1815a].
- Magendie, François: *Mémoire sur l'œsophage*. In: *Le Nouveau Bulletin des Sciences de la Société Philomatique de Paris* 4 (1815), S. 46-51 [= 1815b].
- Magendie, François: *Mémoire sur le vomissement. Lu à la première classe de l'Institut de France. À Paris 1813. Suivi d'un rapport par MM. Cuvier, de Humboldt, Pinel et Percy*. Paris 1813 [= 1813a].
- Magendie, François: *Mémoire sur l'usage de l'épiglotte dans la déglutition. Présenté à la 1^{re} classe de l'Institut, le 22 mars 1813; suivi du rapport fait à la classe par MM. Pinel et Percy, et d'un Mémoire sur les images qui se forment au fond de l'œil*. Paris 1813 [= 1813b].
- Magendie, François: *De l'influence de l'émétique sur l'homme et sur les animaux. Mémoire lu à la 1^{re} classe de l'Institut de France, le 23 août 1813; et suivi du rapport fait à la classe par MM. Cuvier, de Humboldt, Pinel et Percy*. In: *Procès-verbeaux de l'Académie des Sciences* (1813), S. 244-248 [= 1813c].
- Magendie, François: *Mémoire sur la transpiration pulmonaire*. In: *Le Nouveau Bulletin des Sciences de la Société Philomatique de Paris* 2 (1811), S. 253-259.
- Magendie, François: *Quelques idées générales sur les phénomènes particuliers aux corps vivans*. In: *Bulletin des sciences médicales de la Société Médicale d'Émulation de Paris* 4 (1809), S. 145-170 [= 1809a].
- Magendie, François: *Extrait d'un Mémoire ayant pour titre: Examen de l'action de quelques végétaux sur la moëlle épinière; lu à l'Institut de France, le 24 avril 1809*. In: *Bulletin des sciences médicales de la Société Médicale d'Émulation de Paris* 3 (1809), S. 411-416, sowie als Sonderdr. der *Académie des Sciences*. Paris 1809 [= 1809b].
- Magendie, François: *Essai sur les usages du voile de palais avec quelques propositions sur la fracture du cartilage des côtes*. Paris 1808.
- Manuila, L[udmila]/Manuila, A[lexandre]/Nicoulin, M[onique]: *Dictionnaire médical*. 7. Aufl. Paris 1996.
- Marfeld, Alexander: *Kybernetik des Gehirns*. Hamburg 1973.
- Martin, Julian: *Sauvages's nosology - medical enlightenment in Montpellier*. In: *The medical enlightenment of the eighteenth century*. Hgg. A. Cunningham und R. French. Cambridge 1990, S. 111- 137.
- Mason, Stephen F.: *Geschichte der Naturwissenschaft in der Entwicklung ihrer Denkweisen*. Stuttgart 1991.
- Masuhr, Karl F./Neumann, Marianne: *Neurologie*. Stuttgart 1992.
- Maturana, Humberto R./Varela, Francisco: *Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens* (span. 1984). 4. Aufl. Bern - München 1992.
- Maulitz, Russel C.: *Morbid Appearances*. In: *History of Medicine*. Hgg. C. Webster und C. Rosenberg. Cambridge 1987.

- Mayr, Ernst: *Comments to E. Mendelsohn's Physical Models and Physiological Concepts. Explanation in Nineteenth Century Biology.* (= Boston Studies in the Philosophy of Science. Hgg. R. Cohen und M. Wartofsky, Band 2). New York 1965, S. 151-155.
- McLaughlin, Peter: *Kants Organisationsbegriff in der Kritik der Urteilskraft.* In: Philosophie des Organischen in der Goethezeit. Hg. K. T. Kanz. Stuttgart 1994, S. 100-110.
- McLaughlin, Peter: *Der neue Experimentalismus in der Wissenschaftstheorie.* In: Experimentalsysteme. Hgg. H.-J. Rheinberger und M. Hagner. Berlin 1993, S. 208-213.
- McLaughlin, Peter: *Kants Kritik der teleologischen Urteilskraft.* Bonn 1989.
- McLaughlin, Peter: *Mechanismus und Teleologie in der Naturphilosophie Buffons* (= Unveröffentl. Phil. Magisterarbeit FU-Berlin 1979). Berlin 1979.
- Meissner, Friedrich L. (Hg.): *Encyclopädie der medicinischen Wissenschaften. Nach dem Dictionnaire de Médecine. Frei bearbeitet und mit nöthigen Zusätzen versehen.* 11 Bände. Leipzig 1830.
- Mendelsohn, Everett: *Physical Models and Physiological Concepts - Explanation in Nineteenth Century Biology* (= Boston Studies in the Philosophy of Science. Hgg. R. S. Cohen und M. W. Wartofsky, Band 2). New York 1965, S. 127-151.
- Mendelsohn, Everett: *The Biological Sciences in the Nineteenth Century: Some Problems and Sources.* In: *History of Science* 13 (1964), S. 39-59 [= 1964a].
- Mendelsohn, Everett: *Heat and Life. The Development of the Theory of Animal Heat.* Cambridge (Mass.) 1964 [= 1964b].
- Ménétrier, Paul: *Documents inédits concernant Magendie.* In: *Bulletin de la Société Française de l'Histoire de la Médecine* 20 (1926), S. 81-83 [= 1926a] und 251-258 [= 1926b].
- Métraux, Alexandre: *Combien de corps y a-t-il dans le corps? Quelques remarques à propos de la neurophysiologie du Siècle des Lumières.* In: *Clio Medica* 33 (1995), S. 117-129.
- Meyers grosses Taschenlexikon in 24 Bänden.* Hgg. W. Dibel/G. Kwiatkowski. München - Wien - Zürich 1990.
- Moravia, Sergio: *Philosophie et médecine en France à la fin du XVIIIe siècle.* In: *Studies on Voltaire* 89 (1972), S. 1089-1151.
- Moravia, Sergio: *Beobachtende Vernunft. Philosophie und Anthropologie in der Aufklärung* (ital. 1970). München 1989.
- Morgan, Neil: *From Physiology to Biochemistry.* In: *Companion to the History of Modern Science.* Hgg. R. Olby et al. London - New York 1990. Artikel 31, S. 494-502.
- Moscoso, Javier: *Vollkommene Monstren und unheilvolle Gestalten. Zur Naturalisierung der Monstruosität im 18. Jahrhundert.* In: *Der falsche Körper. Beiträge zu einer Geschichte der Monstruositäten.* Hg. M. Hagner. Göttingen 1995, S. 56-72.
- Müller, Johannes: *Vom Bedürfnis der Physiologie nach einer philosophischen Naturbetrachtung.* Bonn 1824. Wiederabdr. in: *Biologie der Goethezeit.* Hg. A. Meyer-Abich. Stuttgart 1949, S. 256-281 [= 1824].
- Müller, Johannes: *Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen.* 2. verb. Aufl. 2 Bände. Koblenz 1835.
- Nagel, Ernest: *Teleology Revisited.* In: *Natures Purposes. Analyses of Function and Design in Biology.* Hgg. C. Allen, M. Bekoff und G. Lauder. Wiederabdr. von 1965. Cambridge (Mass.) 1998, S. 197-240.
- Neuburger, Max: *Die historische Entwicklung der experimentellen Gehirn- und Rückenmarksphysiologie vor Flourens.* Wiederabdr. 1967. Stuttgart 1897.
- Nickles, Thomas: *Justification and Experiment.* In: *The Uses of Experiment - Studies in the Natural Sciences.* Hgg. D. Gooding, T. Pinch und S. Schaffer. Cambridge 1989, S. 299-333.
- Nitzsche, Jörg: *Leben und Werk des Bremer Arztes und Naturforschers Gottfried Reinhold Treviranus (1776-1837)* (= Diss. med. Med. Universität zu Lübeck 1990).
- Nordenskiöld, Erik: *The History of Biology: A Survey.* New York 1949.

Nyhart, Lynn K.: *Biology takes form*. Chicago 1995.

Olmsted, J[ames] M[ontrose] D[uncan]: *François Magendie - Pioneer in Experimental Physiology and Scientific Medicine in XIX Century France*. New York 1944.

Olmsted, J[ames] M[ontrose] D[uncan]/Olmsted, E. H[arris]: *Claude Bernard Physiologist*. New York 1938.

Palatnick, Wesley et al.: *Toxicokinetics of Acute Strychnine Poisoning*. In: *Clinical Toxicology* 35 (1997), S. 617-620.

Pandey, A./Mann M.: *Proteomics to study genes and genomes*. In: *Nature* 405 (2000), S. 837-846.

Le Petit Robert - Dictionnaire alphabétique & analogique de la langue française. Hgg. A. Rey/J. Rey-Debove. 2. Aufl. Paris 1981.

Le Petit Robert. Dictionnaire universel des noms propres. Alphabétique et analogique - illustré en couleurs. Hg. T. Foulc. 2. erw. Aufl. Paris 1996.

Picavet, François: *Les idéologues*. Paris 1891.

Pickering, Andrew: *Beyond Constraint - The Temporality of Practice and Historicity of Knowledge*. In: *Scientific Practice*. Hg. J. Buchwald. Chicago - London 1995, S. 42-55.

Pickering, Andrew: *Living in the Material World - On Realism and Experimental Practice*. In: *The Uses of Experiment - Studies of Experimentation in the Natural Sciences*. Hgg. D. Gooding et al. Cambridge 1989, S. 275-297.

Pickstone, John: *Bureaucracy, Liberalism And The Body In Post-Revolutionary France: Bichat's Physiology And The Paris School Of Medicine*. In: *History of Science* 19 (1981), S. 115-142.

Pickstone, John: *Vital Actions and Organic Physics: Henri Dutrochet and French Physiology During the 1820s*. In: *Bulletin of the History of Medicine* 50 (1976), S. 191-212.

Pickstone, John: *Globules and Coagula: Concepts of Tissue Formation in the Early Nineteenth Century*. In: *Journal of the History of Medicine* 28 (1973), S. 336-356.

Pierer, D. Johann Friedrich (Hg.): *Anatomisch-Physiologisches Realwörterbuch zur umfassenden Kenntniß der körperlichen und der geistigen Natur des Menschen in gesundem Zustande*. 8 Bände Leipzig - Altenburg 1816.

Pinel, Philippe: *Nosographie philosophique*. 2. Aufl. 2 Bände. Paris An VI [= 1798].

Piveteau, Jean: *Anatomie comparée des vertébrés*. In: *La science contemporaine. Le XIXe Siècle*. 3. Aufl., seitengleich mit der 1. Aufl. 1961. Hg. R. Taton. Paris 1995. Band 1, S. 485-523.

Popper, Karl: *Logik der Forschung* (= Die Einheit der Gesellschaftswissenschaften. Hgg. E. Boettcher et al., Band 4). 9. verb. Aufl. Tübingen 1989.

Poser, Hans: *Vom Denken in Analogien*. In: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 12 (1989), S. 145-157.

Prüll, Cay-Rüdiger: *Bichat, Marie-François-Xavier*. In: *Ärzte Lexikon. Von der Antike bis zum 20. Jahrhundert*. Hgg. W. Eckart und C. Gradmann. München 1995, S. 58-59.

Pschyrembel. Klinisches Wörterbuch mit klinischen Syndromen und Nomina anatomica. 255. überarb. und erw. Aufl. Hg. C. Zink. Berlin - New York 1986.

Quine, Willard van Orman: *Ontological Relativity*. New York 1969.

Rafeneau-Delille, Alire: *Examen des effets de l'upas antiar et de plusieurs substances émétiques; lu à l'Institut, le 28 août 1809*. In: *Procès-verbeaux de l'Académie des Sciences* 4 (1809), S. 242-275.

Ramsey, Matthew: *Professional and popular medicine in France, 1770-1830. The social world of medical practice*. Cambridge 1988.

- Rapp, Dietmar: *Die Entwicklung der physiologischen Methodik von 1784-1911. Eine quantitative Untersuchung* (= Diss. med. Universität Münster 1970) [= Münstersche Beiträge zur Geschichte und Theorie der Medizin. Hgg. K. Rothschuh, R. Toellner und C. Probst, Band 2]. Münster 1970.
- Reichenbach, Hans: *The Rise of Scientific Philosophy*. 8. Aufl. Berkeley - Los Angeles 1962.
- Rey, Ruth: *L'âme, le corps, et le vital*. In: *Histoire de la pensée médicale en occident*. Hg. M. D. Grmek. Paris 1997, S. 116-155.
- Rheinberger, Hans-Jörg: *Experiment, Differenz, Schrift*. Marburg 1992.
- Rheinberger, Hans-Jörg: *Buffon: Zeit, Veränderung und Geschichte*. In: *History and Philosophy of the Life Sciences* 12 (1990), S. 203-223.
- Rice, Gilbert: *The Bell-Magendie-Walker Controversy*. In: *Medical History* 31 (1987), S. 190-200.
- Roger, Jacques: *Les sciences de la vie dans la pensée française du XVIIIe siècle. La génération des animaux de Descartes à l'Encyclopédie*. Paris 1963.
- Rosen, George: *The Philosophy of Ideology and the Emergence of Modern Medicine in France*. In: *Bulletin of the History of Medicine* 20 (1946), S. 328-339.
- Rothschuh, Karl E.: *Konzepte der Medizin in Vergangenheit und Gegenwart*. Stuttgart 1978.
- Rothschuh, Karl E.: *Technomorphes Lebensmodell contra Virtus-Modell. Descartes gegen Fernel*. In: *Sudhoffs Archiv. Zeitschrift für Geschichte der Medizin* 50 (1970), S. 337-358.
- Rothschuh, Karl E.: *Physiologie. Der Wandel ihrer Konzepte, Probleme und Methoden vom 16. bis zum 19. Jahrhundert*. Freiburg 1968.
- Rothschuh, Karl E.: *Geschichte der Physiologie*. Berlin 1953.
- Rudwick, M[artin] J. S.: *The Inference of Function From Structure in Fossils*. In: *British Journal of the Philosophy of Science* 15 (1965), S. 27-40.
- Rullière, Roger: *Die Kardiologie bis zum Ende des 18. Jahrhunderts*. In: *Illustrierte Geschichte der Medizin*. Hgg. Toellner, Richard et al. (frz. 1978). 6 Bände. Erlangen 1992, S. 1055-1103.
- Russell, Edward Stuart: *Form and Function. A Contribution to the History of Animal Morphology*. Mit einer neuen Einleitung von George V. Lauder. 2. Aufl. Chicago 1982.
- Salomon-Bayet, Claire: *L'institution de la Science et l'expérience du vivant. Méthode et expérience à l'Académie royale des sciences 1666-1793*. Paris 1997.
- Sarasin, Philipp/Tanner, Jakob: *Physiologie und industrielle Gesellschaft. Studien zur Verwissenschaftlichung des Körpers im 19. und 20. Jahrhundert*. Frankfurt/M. 1998.
- Scaragli, G./Mannaioni, P.: *Pharmacokinetic Observations on a Case of Massive Strychnine Poisoning*. In: *Clinical Toxicology* 6 (1973), S. 533-540.
- Schaffner, Kenneth: *Discovery and Explanation in Biology and Medicine*. Chicago 1993.
- Schiebler, Theodor/Schmidt, Walter: *Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Zytologie, Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie*. Berlin - Heidelberg - New York 1987.
- Schiller, Francis: *Neurology - The Electrical Root*. In: *Historical Aspects of the Neurosciences. A Festschrift for Macdonald Critchley*. Hgg. F. Rose und W. Bynum. New York 1982, S. 1-12.
- Schiller, Joseph: *Physiologie et Classification*. Paris 1980.
- Schiller, Joseph: *La notion d'organisation dans l'histoire de la biologie*. Paris 1978.
- Schiller, Joseph: *La notion d'organisation dans l'œuvre de Louis Bourguet (1678-1742)*. In: *Gesnerus* 32 (1975), S. 87-97.
- Schiller, Joseph: *Queries, Answers and Unsolved Problems in Eighteenth Century Biology*. In: *History of Science* 13 (1974), S. 184-199.
- Schiller, Joseph: *The Genesis and Structure of Claude Bernard's Experimental Method*. In: *Foundations of Scientific Method*. Hgg. R. Giere und R. Westfall. Indiana 1973, S. 133-160.
- Schiller, Joseph: *Physiology's Struggle for Independence in the First Half of the Nineteenth Century*. In: *History of Science* 7 (1968), S. 64-89.

- Schiller, Joseph: *Claude Bernard et les problèmes scientifiques de son temps*. Paris 1967.
- Schmidt, Robert F./Thews, Gerhart: *Physiologie des Menschen*. 2. Aufl. Berlin 1990.
- Schmiedebach, Heinz-Peter: *Pathologie bei Virchow und Traube. Experimentalstrategien in unterschiedlichem Kontext*. In: Die Experimentalisierung des Lebens. Hgg. H.-J. Rheinberger und M. Hagner. Berlin 1993, S. 116-134.
- Schmitt, Charles B.: *Aristotle among the physicians*. In: The medical renaissance of the sixteenth century. Hgg. A. Wear, R. French und I. Lonie. Cambridge 1985, S. 1-15.
- Schumacher, Ingrid: *Karl Friedrich Kielmeyer, ein Wegbereiter neuer Ideen. Der Einfluß seiner Methode des Vergleichens auf die Biologie der Zeit*. In: *Medizinhistorisches Journal* 14 (1979), S. 81-99.
- Seebold, Elmar (Hg.): *Kluge. Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache*. 23. Aufl. Berlin 1999.
- Sinding, Christiane: *Vitalismus oder Mechanismus? Die Auseinandersetzungen um die forschungsleitenden Paradigmata in der Physiologie*. In: Physiologie und industrielle Gesellschaft. Studien zur Verwissenschaftlichung des Körpers im 19. und 20. Jahrhundert. Hgg. P. Sarasin und J. Tanner. Frankfurt/M. 1998, S. 76-98.
- Sloan, Phillip R.: *Natural History, 1670-1802*. In: Companion to the History of Modern Science. Hg. R. Olby. London - New York 1990. Artikel 19, S. 295-313.
- Smith, Brent: *Strychnine Poisoning*. In: *The Journal of Emergency Medicine* 8 (1990), S. 321-325.
- Smith, Gavin: *Prescribing the rules of health: Self-help and advice in the late eighteenth century*. In: Patients and practitioners. Lay perceptions of medicine in pre-industrial society. Hg. R. Porter. Cambridge 1985, S. 249-282.
- Sober, Elliott: *Philosophy of Biology*. In: Dimensions of Philosophy Series. Hgg. N. Daniels und K. Lehrer. Oxford 1993.
- Solla Price, Derek J. de: *Automata and the Origins of Mechanism and Mechanistic Philosophy*. In: *History, Technology and Culture* 5 (1964), S. 9-23.
- Sournia, Jean-Charles: *Histoire de la médecine*. Paris 1992.
- Spaemann, Robert: *Teleologie*. In: Handlexikon zur Wissenschaftstheorie. Hgg. H. Seiffert und G. Radnitzky. Frankfurt/M. 1992, S. 366-368.
- Stachowiak, Herbert: *Kybernetik*. In: Handlexikon zur Wissenschaftstheorie. Hgg. H. Seiffert und G. Radnitzky. Frankfurt/M. 1992, S. 182-186.
- Staden, H. von: *The Discovery of the Body*. In: *Journal of Biology and Medicine* 65 (1992), S. 223-241.
- Staum, Martin S.: *Cabanis. Enlightenment and Medical Philosophy in the French Revolution*. Princeton 1980.
- Stevens, L[eonard] A.: *Explorers of the Brain*. London 1973.
- Strickland, Stuart W.: *The Ideology of Self-Knowledge and the Practice of Self-Experimentation*. Preprint des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte. Berlin 1997, S. 1-34.
- Stryer, Lubert: *Biochemie*. 2. Neub. Aufl. mit 984, meist mehrfarbigen Abbildungen. Dtsch. Übersetzung von B. Pfeiffer und J. Guglielmi. Braunschweig - Wiesbaden 1983.
- Sudhoff, Karl: *Kurzes Handbuch der Geschichte der Medizin*. Berlin 1922.
- Sutton, Geoffrey: *The Physical and Chemical Path to Vitalism: Xavier Bichat's Physiological Researches on Life and Death*. In: *Bulletin of the History of Medicine* 58 (1984), S. 53-71.
- Tanner, Jakob/Sarasin, Philipp: *Physiologie und industrielle Gesellschaft: Studien zur Verwissenschaftlichung des Körpers im 19. und 20. Jahrhundert*. Frankfurt/M. 1998.
- Tansey, E. M.: *The Physiological Tradition*. In: Companion to the History of Medicine. Hgg. W. Bynum und R. Porter. London 1993. Band 1, S. 120-152.
- Teitelbaum, Daniel T./Ott, John E.: *Acute Strychnine Intoxication*. In: *Clinical Toxicology* 3 (1970), S. 267-273.

- Temkin, Owsei: *The Classical Roots of Glisson's Doctrine of Irritation*. In: *Bulletin of the History of Medicine* 38 (1964), S. 297-306.
- Temkin, Owsei: *A Galenic Model for Quantitative Physiological Reasoning?* In: *Bulletin of the History of Medicine* 35 (1961), S. 470-475.
- Temkin, Owsei: *The role of surgery in the rise of modern medical thought*. In: *Bulletin of the History of Medicine* 25 (1951), S. 248-259.
- Temkin, Owsei: *The Philosophical Background of Magendie's Physiology*. In: *Bulletin of the History of Medicine* 20 (1946), S. 10-35 [= 1946a].
- Temkin, Owsei: *Materialism in French and German Physiology of the Early Nineteenth Century*. In: *Bulletin of the History of Medicine* 20 (1946), S. 322-327 [= 1946b].
- Teysseire, Daniel: *De la vie dans 'Les rapports du physique et du moral de l'homme' de Cabanis*. Créfèd 1982.
- Théoridès, Jean: *Sur Deux Manuscrits Inédits de Magendie*. In: *Clio Medica* 1 (1966), S. 27-32.
- Toellner, Richard: *Haller, Albrecht von*. In: *Ärzte Lexikon. Antike bis zum 20. Jahrhundert*. Hgg. W. Eckart und C. Gradmann. München 1995, S. 169-171.
- Toellner, Richard: *Albrecht von Haller. Über die Einheit im Denken des letzten Universalgelehrten*. Wiesbaden 1971.
- Tower, Donald B.: *Brain Chemistry and the French Connection 1791-1841*. New York 1994.
- Trepel, Martin: *Neuroanatomie. Struktur und Funktion*. München - Wien - Baltimore 1995.
- Tsouyopoulos, Nelly: *Die Erregungstheorie in Frankreich auf den Kopf gestellt*. In: *History and Philosophy of the Life Sciences* 11 (1989), S. 83-88.
- Tsouyopoulos, Nelly: *Die neue Auffassung der klinischen Medizin als Wissenschaft unter dem Einfluß der Philosophie im frühen 19. Jahrhundert*. In: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 1 (1978), S. 87-100.
- Tuchmann, Arleen: *Science, Medicine and the State in Germany - The Case of Baden 1815-1871*. Oxford 1993.
- Turnbull, David/Stokes, Terry: *Manipulable Systems and Laboratory Strategies in a Biomedical Institute*. In: *Experimental Inquiries - Historical, Philosophical and Social Studies of Experimentation in Science*. Hg. H. E. Le Grand. Dordrecht 1980, S. 167-189.
- Uschmann, Georg: *Goethe und der Pariser Akademiestreit*. In: *Beiheft zur Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin* (1964), S. 180-193.
- Van der Klaauw, C. J./Meyer, Adolf: *Zur Geschichte der Definition der Ökologie, besonders auf Grund der Systeme der zoologischen Disziplinen*. In: *Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften* 29 (1937), S. 136-177.
- Varju, Dezso: *Systemtheorie für Biologen und Mediziner*. Berlin - Heidelberg - New York 1977.
- Verworn, Max: *Modern Physiology*. In: *Monist* 4 (1893/4), S. 355-374.
- Verworn, Max et al.: *Allgemeine Physiologie*. 7. Aufl. Jena 1922.
- von der Star, P.: *Die Geschichte des Mikroskopes bis zum Ende des 19. Jahrhunderts*. In: *Jenenser Rundschau* 4 (1959), S. 178-185.
- Wahsner, Renate: *Mechanism-Technizism-Organism: Der epistemologische Status der Physik als Gegenstand von Kants 'Kritik der Urteilskraft'*. In: *Spekulation und Erfahrung. Texte und Untersuchungen zum Deutschen Idealismus* 33 (1993), S. 1-23.
- Welsch, Ulrich: *Reform des Medizinstudiums: Anatomie in der Zange: Gefährdung von zwei Seiten*. In: *Deutsches Ärzteblatt* 97 (2000), S. 2090-2092 [Heft 31-32].
- Williams, Elizabeth A.: *The Physical and the Moral. Anthropology, Physiology, and Philosophical Medicine in France, 1750-1850*. Cambridge 1994.

Wittern-Sterzel, Renate: *Die Antike in Mittelalter und Renaissance: das Beispiel Anatomie* (= Karl-Sudhoff-Gedächtnisvortrag). In: *Nachrichtenblatt der Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik e. V.* 48 (1998), S. 146-159.

Enzyklopädisches Wörterbuch der medizinischen Wissenschaften. Hg. von der Berliner Medizinischen Fakultät. 37 Bände. Berlin 1835.

Woolgar, Steve: *Science - The Very Idea*. London 1988.

Wundt, Wilhelm: *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*. Erlangen 1865.

Zedler, Johann Heinrich (Hg.): *Grosses Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste, welche bishero durch menschlichen Verstand und Witz erfunden wurden*. 64 Bände. Leipzig - Halle 1732-1754.

10/93- Hauptstudium an der Humboldt Universität zu Berlin
10/94-9/95 Auslandsstudium an der University of Edinburgh
(Schottland)
25. Nov. 1995 Abschluß des Philosophiestudiums mit dem M. Sc.

Berufsausbildung

19. April 1991 Erlaubnis zur Führung der Berufsbezeichnung
Rettungsassistent durch das Regierungspräsidium
Darmstadt (Hessen)

Zivildienst

2/88-9/89 Rettungssanitäter des ASB-Ffm.-Höchst

Pflegepraktikum

11/89-12/89 3-monatiges Pflegepraktikum auf der
7/90-8/90 Neurochirurgischen Intensivstation der
Universitätsklinik in Frankfurt/M.

Schulische Ausbildung

8/78-5/87 Elisabethengymnasium in Frankfurt/M.
22. Mai 1987 Abitur (Mathematik, Biologie, Deutsch, Geschichte)

Sprachkenntnisse

Englisch - fließend in Wort und Schrift
Französisch - fließend in Wort und Schrift
Latein - Kleines Latinum

Dissertation

1996-2001 Physiologiegeschichte - am Institut für Geschichte der Medizin
des Zentrums für Human- und Gesundheitswissenschaften der
Berliner Hochschulmedizin

Berlin, d. 3. 5. 2001