

1. PROBLEMATISIERUNG (EINE EINLEITUNG)¹

„Wenn wir erfahren, daß tausendstel und zehntausendstel von Milligrammen die wichtigsten Prozesse des Lebens entscheidend beeinflussen, während wir sonst bei den stärksten ‚Giften‘ mit Zehntelmilligrammen und Milligrammen zu rechnen gewohnt sind, so stehen wir mit geradezu ehrfürchtvollem Erstaunen vor diesen überfeinerten Regulationsprozessen, die das Zellgetriebe, das wir Leben nennen, unter Kontrolle halten und ihm die Gesetze des Wachstums, des Stoffwechsels und der Entwicklung vorschreiben.“
(Carl Oppenheimer, „Chemie der Hormone und Vitamine. Ein Überblick über die neuesten Entdeckungen“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58 (1932), S. 17–19, hier S. 19)

Unter Wirkstoffen wurden im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts ausschließlich die auch als Biokatalysatoren bezeichneten, chemisch noch keineswegs dargestellten Enzyme, Hormone und Vitamine verstanden. Das Kompositum Wirkstoffe, das Agentialität mit Materialität verbindet, fand vor dem ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts keine verbreitete Verwendung und bezeichnete entweder ein bestimmtes Gewebe oder ein zu bearbeitendes Material. In *Meyers Konversationslexikon* von 1897 kam es gar nicht vor und wurde überhaupt erst in den 1920er Jahren lexikalfähig. Zudem war es nicht leicht übersetzbar und als Kollektivbezeichnung spezifisch für den deutschen Sprachraum.² Wenn auch die Etablierung der Hormone, Vitamine und Enzyme in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts ein internationales Ereignis darstellte, verweist deren Kollektivierung im nur in Deutschland gebräuchlichen Konzept der Wirkstoffe doch auf eine Problemstellung, die erklärungsbedürftig erscheint. Dass *Problematisierungen* naturwissenschaftliche Forschung anleiten, hat zu Beginn der 1930er Jahre bereits Ludwik Fleck herausgearbeitet. Auf immer noch höchst anregende Weise definierte Fleck einen Denkstil als „gerichtetes Wahrnehmen, mit entsprechendem gedanklichen und sachlichen Verarbeiten des Wahrgenommenen“, der durch gemeinsame Merkmale der Probleme charakterisiert sei, die ein Denkkollektiv interessieren; „der Urteile, die es als evident betrachtet; der Methoden, die es als Erkenntnismittel anwendet“.³ Michel Foucault skizzierte in den frühen 1980er Jahren ein analytisches Konzept, nach dem Gegenstände, Handlungsregeln und Selbstbeziehungsmodi durch *Problematisierungen* bestimmt seien. Die Gesamtheit der diskursiven und nicht-diskursiven Praktiken lasse etwas in das Spiel des Wahren und Falschen eintreten und konstituiere es als Objekt für das Denken. Michel Callon wiederum sprach zur selben Zeit von „Kräften der Problematisierung“, die „Forschungsprobleme und Gruppen, die sich ihrer annehmen, gleichzeitig determinier(en)“. Die Geschichte der Wirkstoffe soll im Folgenden diesen Denkstilen, Praktiken, Kräften, Beziehun-

- 1 Den letzten Schliff erhielt diese Einleitung dank anregender Diskussionen mit Florence Vienne, Alexander von Schwerin und Bettina Wahrig.
- 2 Abderhalden, Vitamine und Ammon/Dirscherl, Fermente. Werner, Vitamine als Mythos, S. 5. Fruton, Proteins, S. 479.
- 3 Fleck, Entstehung, S. 130. Auch: Harwood, Styles.

gen und Mechanismen folgen, welche die Enzyme, Hormone und Vitamine im 20. Jahrhundert konstituierten und an spezifischen Problemen ausrichteten.⁴ Eine solche Historisierung wissenschaftlicher Objekte muss zugleich wissenschafts- und körperhistorisch, diskurs-, politik- sowie sozialgeschichtlich arbeiten und die, wie Michel Serres es ausdrückt, vielfältigen und komplexen Netze von Wegen, Straßen, Bahnen und Spuren nachverfolgen, welche die Geschichte der Wissenschaften ausmachen. Wenn Serres ein schwankendes Gefüge einer Vielzahl „unterschiedlicher Zeitmaße, Disziplinen, Ideen von Wissenschaft, eine(r) Mannigfaltigkeit von Gruppen, Institutionen, Kapitalien, Menschen, die sich einig sind oder bekämpfen, von Maschinen, Gegenständen, Prognosen und unvorhergesehenen Zufällen“ als Objekte der Wissenschaftsgeschichte skizziert, dann soll dies auch für diese Geschichte der Wirkstoffe gelten.⁵ Die notwendige Ordnung erhält das historiografische Geflecht durch die verschiedenen Arten der Transformation, welche die hypothetischen Wirkstoffe durchlaufen mussten, bis sie zu eigenständigen Enzymen, Hormonen und Vitaminen wurden: *Institutionalisierung*, *Standardisierung*, *Regulierung* und *Aktivierung*. Die Geschichte der Wirkstoffe ist auch ein Exempel dafür, wie soziale Probleme hergestellt und in technowissenschaftliche Lösungsmöglichkeiten übersetzt werden. In diesem Sinne wird ein Diskurs von Mangel und Leistung beschrieben, der Übersetzungen und Kooperationen zwischen den Akteuren überhaupt erst ermöglichte und jene *Problematisierungen* gestaltete, welche die Existenz von Wirkstoffen sinnvoll machten.

Der Begriff der *Institutionalisierung*, so wie er hier verwendet wird, geht über die Gründung von wissenschaftlichen Disziplinen weit hinaus. Institutionen stellen im Sinne Bruno Latours all die Vermittlungen bereit, die nötig sind, um eine dauerhafte und nachhaltige Substanz aufrechtzuerhalten. Im Mittelpunkt der Analyse steht die Organisation von Ressourcen und Verbündeten, die Arbeit an *Problematisierungen*, die Assoziierung von Interessen und Akteuren, die es braucht, um eine Substanz zu stabilisieren. Bedeutsam ist dabei die „laufende Institutionalisierung“ der Vermittlungen wissenschaftlicher, industrieller und politischer Fraktionen. Die auf diese Weise verdinglichten *Problematisierungen* werden selbst wiederum durch die neue Existenz der Dinge auf andere Weise verfasst und historialisiert.⁶ Die Etablierung der Enzyme, Hormone und Vitamine als Wirkstoffe vollzog sich als ein an Techniken, Materialien und *Problematisierungen* ausgerichteter kollektiver Prozess. Konstitutionell verschiedene, aber formell unabhängige Personen, Organisationen, Einheiten und Orte wurden in eine Ausrichtung gebracht, weil die Akteure ihre Probleme auf gemeinsame Weise interpretierten und verdinglichten.⁷ Die Forschungsförderung spielte in diesem Gefüge eine besondere

4 Foucault, Was ist Aufklärung?, S. 706; Foucault, Die Sorge, S. 826; und Callon, Die Soziologie, S. 52 f. Klöppel, Foucaults Konzept; Klöppel, XX0XY, S. 68–83; und Klöppel, Problematische Körper.

5 Serres, Vorwort, S. 18 f.

6 Latour, Die Hoffnung, S. 117, 183 f., 376; Latour, Science, S. 145–176; und Callon/Law, On Interests. Zur Historialität: Rheinberger, Experimentalsysteme, S. 193–204.

7 Latour, Die Hoffnung, S. 103 f., 110 f., 113 ff., 119, 381 und Miller/Rose, Das ökonomische Leben, S. 70 f.

Rolle, da sie den Prozess der *Institutionalisierung* beschleunigte und flexibilisierte, bestimmte Übersetzungen und Vermittlungen überhaupt erst ermöglichte.

Standardisierung hingegen ist ein wissenschaftlich eingeführter Begriff, der in den letzten Jahren zunehmend wissenschaftshistorische Verwendung gefunden hat. Er umfasst jene Verfahren, die notwendig sind, um ein gereinigtes, konzentriertes und aktives Präparat herzustellen. *Standardisierung* verweist jedoch nicht nur auf den Wirkstoff selbst, sondern ebenso auf die Produktionsprozesse, Gebrauchsweisen und staatlichen Kontrollen, die notwendig sind, um eine Substanz zu produzieren.⁸ *Regulierung* wird häufig synonym zur *Standardisierung* verwendet. Der Begriff verweist zudem ebenso auf kybernetische Steuerungsprozesse wie auf Techniken der Normierung der Bevölkerung und des Körpers. *Regulierung* ist danach eine das Lebendige politisierende Form der Regierung, der Steuerung sowohl körperlicher Leistungen als auch der Kontrolle der Bevölkerung insgesamt. Wirkstoffe gehören in diesem Sinne zu jenen Mechanismen, die im 20. Jahrhundert das Leben gestalten und optimieren.⁹ Mit dem Begriff der *Regulierung* soll aber auch die besondere Qualität der Wirkstoffe selbst betont werden, die Regelung und Steuerung zellulärer Prozesse, welche erst Repräsentation, eine neue Darstellung und Technik körperlicher Funktionen, und Intervention, die willkürliche Manipulierung körperlicher Vorgänge, verbindet. Im Konzept der *Regulierung* vereinten sich Gesellschaft und Organismus, politische Praxis und biophysiolgisches Experiment. Die Vorstellung einer Steuerung chemischer Funktionen im Organismus etablierte sich bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts und noch vor Einsetzen des kybernetischen Diskurses. Wirkstoffforschung war integraler Bestandteil der Molekularisierung der Lebenswissenschaften.¹⁰

Regulierung verweist damit immer schon auf eine *Aktivierung*, die experimentelle, klinische, therapeutische und präventive Verwendung der Wirkstoffe. Es ist von entscheidender Bedeutung für diese Geschichte der Wirkstoffe, dass die *Aktivierung* keine Folge der *Standardisierung* der Wirkstoffe darstellt, sondern dieser immanent ist. Der Begriff *Aktivierung* gehört dabei zum normalen Vokabular naturwissenschaftlicher Praxis. Zugleich bezeichnet er eine Aneignung oder Verfügbarmachung. *Institutionalisierung* und *Standardisierung*, das sind Weisen der *Aktivierung* von Wirkstoffen, denen ein gewisser Trend innewohnt, eine driftende Ausrichtung auf die im Übersetzungsprozess austarierten industriellen, staatlichen und wissenschaftlichen Ziele.¹¹ Isabelle Stengers spricht von „chemischen Aktanten“, die als Mittel behandelt werden, „um sie zu manipulieren und sie dazu zu bringen, das zu tun, was sie tun können“. Chemische Aktanten könnten als aktiv definiert werden, ohne dass ihnen ihre Aktivität zugeschrieben werden müsse. Denn diese Aktivität hänge von den Umständen ab und es bedürfe der Kunst der Chemiker, „die Art von Umständen zu schaffen, in denen sie in die Lage versetzt

8 Bonah/Gaudillière/Gradmann/Hess, Standard Drugs. Für den Gebrauch von *Standardisierung* in der Pharmaziegeschichte: Hickel, Arzneimittel-Standardisierung.

9 Foucault, Vorlesung, S. 288–291; und Foucault, Sexualität, S. 166 ff.

10 Brandt, Metapher, S. 74; und Sinding, Literary Genres, S. 47, 50.

11 Latour, Die Hoffnung, S. 101–111.

werden, zu erzeugen, was der Chemiker will: die Kunst der Katalyse, der Aktivierung und der Mäßigung“. ¹² Wirkstoffe wurden aktiviert und agierten dann auf eine selbstständige und eigenwillig-willkürliche Weise. Gleichzeitig waren Wirkstoffe als Dinge konstituiert, die selbst aktivieren, körperliche Situationen auslösen und Reaktionsketten bilden.

Diese Potenzialität, ihre Leistungsfähigkeit in einer konkreten experimentellen und klinischen Situation, war an spezifische Notstandssituationen – Geschlecht, Sexualität, Bevölkerung, Ernährung, Fortpflanzung – gebunden. *Aktivierung* war ein andauerndes Versprechen in Bezug auf die permanente Wiederholung der *Problematisierungen* in Fachartikeln, populären Darstellungen, politischen Einlassungen, pharmaindustriellen Werbekampagnen, Forschungsanträgen und -projekten. Industriell-staatlich-wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeiten waren seit Beginn des 20. Jahrhunderts auf die konzertierte *Aktivierung* der regulierenden Wirkstoffe zur Behebung körperlicher Mängel und Optimierung körperlicher Leistungen fixiert, auf die Etablierung eines Präventions- und Interventionsregimes ebenso wie auf die damit eng zusammenhängende Errichtung eines stabilen Absatzmarktes für biologische Medikamente. Wissenschaftlich-pharmaindustrielle Produktivität deckte den Bedarf, der durch die Fürsorge des Staates für eine leistungsstarke Bevölkerung und die Selbstsorge des modernen Subjekts für optimale Lebensmöglichkeiten gegeben war. Wirkstoffe waren konstitutiver Bestandteil gesundheitspolitischer Maßnahmen und einer auf Vorbeugung ausgerichteten Subjektivierung. ¹³ Dieser Kollektivarbeit an immer leistungsstärkeren Wirkstoffen und Präparaten als Produktion selbstständig-spezifischer Moleküle korrespondierte jedoch eine *Prekarisierung* gerade dieser Kompetenzen. Schließlich verwies die Effektivität der Wirkstoffe, ihre experimentell erwiesene Autonomie, auf die Möglichkeit, dass auch unerwünschtes Wachstum angeregt werden könne. Die *Prekarisierung* der Wirkstoffe hatte in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts großen Anteil an der Neukonzeptualisierung des Wirkstoffbegriffs, dessen Aufhebung im intensiv geführten Risikodiskurs.

Pharmaindustrielle, wissenschaftliche und staatliche Interessen – die Produktion von biologischen Medikamenten, die Etablierung erfolgreicher naturstoffchemischer Experimentalsysteme, die Leistungsoptimierung der Gesellschaft – reagierten miteinander, wobei sich die Ziele selbst veränderten und in Bewegung gerieten. Wirkstoffe waren zu Beginn des 20. Jahrhunderts ein Lösungsangebot für die differenten Probleme von Physiologen, Biochemikern, der pharmazeutischen Industrie sowie des Staates, der Staatsorgane und jener modernen Menschen, die das Anrecht auf einen optimalen körperlichen Zustand für sich beanspruchten. ¹⁴ Im Zeitraum von 1920 bis 1970 etablierten sich ein vollkommen neues biologisches Körperkonzept und damit auch neue (selbst-)experimentelle Möglichkeiten,

12 Stengers, *Spekulativer Konstruktivismus*, S. 174.

13 Lengwiler/Madarász, *Präventionsgeschichte*; Stöckel/Walter, *Prävention*; und Rose, *The Politics* (2007), S. 24.

14 Latour, *Die Hoffnung*, S. 107; Latour, *Science*, S. 108–114; und Miller/Rose, *Das ökonomische Leben*, S. 70.

diesen Körper zu manipulieren.¹⁵ Die Geschichte der Wirkstoffe offenbart auf eindruckliche Weise, wie die Menschen in den transatlantischen Gesellschaften lernten, sich biochemisch wahrzunehmen.

1.1. MANGEL UND LEISTUNG: POLITISCH-AKADEMISCH- ÖKONOMISCHE VERWICKLUNGEN, 1860–1920

Der Begriff Wirkstoff verwies in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts nicht auf die chemische Identität der Stoffe, sondern auf eine wechselseitige Abhängigkeit von Mangel und Leistung. Ein Mangel, sichtbar durch körperliche Deformationen sowie durch bekannte und neue Krankheitseinheiten, konstituierte die Leistungsfähigkeit biologischer wirksamer Stoffe. Wirkstoffe, das waren unsichtbare, nicht filtrierbare, für das Funktionieren des Organismus jedoch unerlässliche Agentien. Sie steuerten auf spezifische Weise chemische Prozesse und garantierten die Integrität des Körpers durch die Regulierung des Stoffwechsels und der Funktionen von Geweben und Zellen.¹⁶ Auf besondere Weise reagierten ein seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts geführter Diskurs über die Chemisierung der Lebensprozesse und die bereits etablierten Konzepte von *Erschöpfung* und *Energie* mit einem höchst modernen Projekt des regulierten und regulierbaren Körpers. Erst mit der reziproken Implikation von Mangel und Leistung, einer experimentellen, ökonomischen und politischen Evidenz, waren wissenschaftliche, pharmaindustrielle und staatliche Interessen in Verbindung gesetzt.¹⁷ Die Geschichte der Wirkstoffe ist die der *Institutionalisierung*, *Standardisierung*, *Aktivierung* und *Prekarisierung* leistungsstarker, in kleinsten Mengen wirksamer, in Bezug auf die Behebung von Mangelzuständen, Mangelsituationen und Mangelkrankheiten etablierter chemischer Agentien zur biologischen *Regulierung* leistungsfähiger Körper.

Wirkstoffe hatten bis in die 1920er Jahre einen rein zeichenhaften Charakter mit gleichwohl imponierenden Optionen. Sie waren Signifikanten ohne Signifikat, Spuren einer experimentellen und klinischen Situation, Effekte von biophysiological Experimentalsystemen und chemischen Versuchsanordnungen, kontextgebunden an bestimmte Modellorganismen und technische Verfahren.¹⁸ Mangelerscheinungen verwiesen in chronologischer Umdrehung auf die Leistungen unsichtbarer Stoffe, die wiederum an bestimmten Objekten wie Hefe, Lebertran oder den Ovarien lokalisierbar waren. Die Phänomene, so Latour, gingen dem voraus, wovon sie Phänomene waren; bis in die 1930er Jahre befanden sich Eigenschaften auf der Suche nach der Substanz, deren Eigenschaften sie waren. Die Arbeit des

15 Rose, *The Politics* (2007), S. 26.

16 Schering A. G. Berlin, *Hormon-Therapie*, S. 12.

17 Rabinbach, *The Human Motor*. Reziproke Implikation ist ein linguistischer Begriff, der Anfang des 20. Jahrhunderts namentlich von Henri Bergson, Ferdinand de Saussure und Roman Jakobson verwendet wurde, um fundamentale Beziehungen, etwa von emotion and image (Bergson) oder Signifikant und Signifikat (Saussure) zu bezeichnen. Jakobson, Aufsätze, S. 21.

18 Rheinberger, *Vom Mikrosom zum Ribosom*, S. 162 f., 182 f. *Kay/Life/Hacking*, Einführung.

experimentierenden Forschers – des Physiologen, Experimentalbiologen, organischen Chemikers und Biochemikers – bestand darin, die Phänomene und Eigenschaften zu stabilisieren, um „das Substrat dieser Prädikate heraufzubeschwören, um eine Kompetenz zu definieren, die sich dann in Laborversuchen in verschiedenen Performanzen ‚äußern‘ oder ‚manifestieren‘ kann“.¹⁹ In der spezifischen Konstellation des biologischen Experiments als Herstellung von Mangelphänomenen gewannen die Wirkstoffe erst an Autonomie und erwiesen sich als kompetent bei der Durchführung einer kurativ-substituierenden Leistung.²⁰ Als Wirkstoffe galten im 20. Jahrhundert schließlich all jene rein dargestellten und synthetisierten Substanzen und Derivate, die einen entsprechenden biologischen Leistungsnachweis erbringen konnten.

Das, was ich hier noch recht andeutungsvoll als wechselseitige Implikation von Mangel und Leistung eingeführt habe, hat selbst eine Geschichte, die in den 1890er Jahren das innere Milieu und die innere Sekretion mit *Problematisierungen* verband. Mitte des 19. Jahrhunderts hatte Claude Bernard mit seiner experimentellen Methodik die Existenz nicht nur von äußeren, sondern auch von inneren Drüsen postuliert, die Sekrete ins Blut absondern, um an anderem Ort das Funktionieren von Organen und Prozessen zu steuern.²¹ Bestimmte Organe, so schrieb 1918 der in Bern lehrende Physiologe Leon Asher, gäben nach Bernards „genialer Intuition“ Stoffe auf dem Weg des Blutes nach innen an den Organismus ab, „um dort Leistungen zu vollziehen“.²² Mit Bernards Experimenten wurden nicht nur die Grundlagen eines Konzeptes der inneren Sekretion konstituiert, sondern eine neue experimentelle Kultur und neue experimentelle Räume geschaffen. Ohne die Idee der inneren Sekretion, fasst Georges Canguilhem zusammen, habe es keine Idee des inneren Milieus gegeben und ohne die Idee des inneren Milieus keine Autonomie der Physiologie als Wissenschaft.²³ Bernards *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* von 1865 erhielt ihren Widerhall, so Canguilhem, dank einer wahrhaft prometheischen Idee der experimentellen Medizin und Physiologie, „denn Claude Bernards experimentelle Methode ist nicht nur ein Code für eine Laboratoriumstechnik, sie ist gleichzeitig der Entwurf einer Ethik“. Diese Ethik verwies auf den produktiven Charakter der Forschenden als, so Bernard selbst, „Erfinder von Phänomenen“. Das Experimentieren habe schon als Technik eine philosophische Theorie der Wissenschaft vom Leben eingeschlossen, die auf eine Philosophie der Einwirkung der Wissenschaft auf das Leben verwiesen habe.²⁴ François Jacob spricht deshalb von einer „aktiven Wissenschaft“, „wo der Forscher direkt eingreift, ein Organ entnimmt, es isoliert, es funktionieren lässt, die Bedingungen verändert und die Variablen analysiert“.²⁵ Der Übergang von der „Reprä-

19 Latour, *Die Hoffnung*, S. 143 ff.; Culler, *Dekonstruktion*, S. 96 f.

20 Latour, *Die Hoffnung*, S. 154, 156.

21 Canguilhem, *Die Herausbildung*, S. 104 ff.

22 Asher, *Innere Sekretion*, S. 33.

23 Rheinberger, *Epistemologie*, S. 68; und Canguilhem, *Theorie*, S. 80 f.

24 Canguilhem, *Theorie*, S. 84–88.

25 Jacob, *Die Logik*, S. 198; Latour, *The Costly, Ghastly Kitchen*, S. 299; und Canguilhem, *Theorie*, S. 80.

sensation der Lebensvorgänge“ zur „Intervention in Lebensprozesse“ muss nicht erst mit der Transformation der Molekularbiologie in die neueste Biotechnologie angesetzt werden. Schon mit der experimentellen Methode sind Repräsentation und Intervention eins.²⁶

Die Entwicklungsphysiologie des letzten Drittels des 19. Jahrhunderts formulierte ein entsprechendes experimentelles, Gestaltung und Wirkung verbindendes Programm als eine exakte kausale Forschungsmethode.²⁷ Namentlich der Hallenser Anatom Wilhelm Roux prägte diese experimentelle Methodik, der er 1885 den Namen einer „Entwicklungsmechanik der Organismen“ gab und deren Ziel die „Erforschung der organischen gestaltenden Wirkungsweisen und deren Faktoren“ darstellte.²⁸ Eine Analyse der Gestaltung erschien nur möglich durch die experimentelle Produktion der Missgestaltung, eine experimentelle Teratologie. Defekt, Fehlbildung, Variation und Mangel verwiesen zugleich immer auch auf die „normalen und regulatorischen gestaltenden Reaktionsweisen“ und deren Faktoren, wobei der Zelle als „Elementargebilde der Lebewesen“ eine fundamentale Rolle zukam.²⁹ Entwicklung, Gestaltung, Wirkung – dies waren Begriffe, die sich in die Lehre von der inneren Sekretion einfügten. Roux empfing die innersekretorischen Experimente seit den 1890er Jahren mit Enthusiasmus. Schließlich war ein gesetzmäßig funktionierendes physikalisch-chemisches System des Organismus kompatibel mit seinem Konzept der Entwicklungsmechanik und widersprach vitalistischen Auffassungen. Ausdrücklich bezog Roux dann 1920 die „Anwendung der Lehre von den Stoffen, welche Wachstum anregen (Hormonen)“ in das entwicklungsmechanische Projekt mit ein.³⁰ Die Experimentalsysteme der Hormon- und Vitaminforschung aktualisierten sich entwicklungsphysiologisch durch die Begriffe von Missbildung und Gestaltung, von Mangel und Leistung. Sie waren bis weit in die 1920er Jahre in diesem biophysiologicalen Kontext situiert und wurden, anders als die Enzymforschung, erst später biochemisch. Wichtige Protagonisten der Hormonforschung wie Eugen Steinach und Ernst Laqueur befassten sich explizit mit entwicklungsmechanischen Konzepten. Und auch ein so eminenter Biochemiker wie Otto Warburg hatte eine experimentalbiologische Ausbildung bei Curt Herbst erhalten.³¹

Die Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit der an einer Wirkung beteiligten Teilchen war ein Kernproblem des biophysiologicalen Experimentierens. Unsichtbare

26 Rheinberger, *Jenseits*; und Rabinow, *Anthropologie der Vernunft*, S. 99–106. Zum Verhältnis von Repräsentation und Intervention: Bergemann, *Igel testen*; Kay, *Das Buch*; Rheinberger, *Vom Mikrosom*; und Hacking, *Einführung*.

27 Driesch, *Wilhelm Roux*, S. 448.

28 Driesch, *Wilhelm Roux*, S. 447; und Roux, *Ankündigung*, S. 1. Penzlin, *Wilhelm Roux*. Roux war selbst weniger Experimentator denn Theoretiker des Experimentierens. Hamburger, *Wilhelm Roux*, S. 232; Spemann, *Wilhelm Roux*; Bühler, *Lebende Körper*, S. 47–59; Roux, *Über die Verschiedenheit*. Zur Entwicklungsmechanik: Mocek, *Die werdende Form*.

29 Roux, *Ankündigung*, S. 2 f.

30 Roux, *Dank*, S. IV. Fruton, *Molecules*, S. 499.

31 Laqueur, *Bedeutung*. Steinach publizierte in Roux' *Archiv für Entwicklungsmechanik*. Zu Warburg: Kohler, *The Background*, S. 177–183.

Einwirkungen zeigten sich nur als Effekte der Gestaltung. Die Existenz unsichtbarer Prozesse relativierte die Möglichkeiten der Deskription und verlangte nach der experimentellen Sichtbarmachung von zu vergleichenden Phänomenen.³² Seit den 1880er Jahren und bis in die 1920er Jahre waren die entwicklungsbiologischen Experimentalsysteme – die Produktion von Missbildungen, die Sichtbarmachung unsichtbarer Vorgänge – zentrale lebenswissenschaftliche Methoden der Etablierung chemisch-physikalischer Gesetze, der fortgesetzten Suche nach den Ursachen der Gestaltung, der Fokussierung nicht auf das Gebildete, sondern auf den Prozess des Gestaltens und dessen Beherrschung.³³ Ende des 19. Jahrhunderts ermöglichten entsprechende Experimente einen Zusammenhang zwischen sichtbaren Erscheinungen und unsichtbaren Verursachern, zwischen äußeren körperlichen Veränderungen und inneren körperlichen Zuständen. Die Entnahme und Wiedereinpflanzung von Organen mit innerer Sekretion provozierte spezifische Effekte. Da es sich bei diesen Phänomenen um teils bereits etablierte, teils neu konstituierte Krankheitseinheiten handelte, stand die substituierende Wirkung in engem Zusammenhang mit einer kurativen Wirksamkeit. Damit wurde ein Konnex von innersekretorischem Organ und einer experimentell herstell- und behebbaren, als Krankheit bestimmten Mangelerscheinung konstituiert. Wirksamkeit, das war die Leistungsfähigkeit der Substanzen, ihre ebenso anwend- wie verwertbare kurative Kompetenz.

Seit den 1890er Jahren wurde eine lange Liste bereits etablierter, aber auch neuer Krankheitseinheiten, die erschreckenden, monströsen körperlichen Deformationen des Kretinismus und Myxödems, der Akromegalie und Progeria, der Basedowschen sowie der Addisonschen Krankheit, der Fettsucht, des Riesen- und Zwergwuchs, aber auch Alter, Impotenz, Leistungsschwäche sowie sexuelle Unklarheiten, die im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts Psychiater und Sexualpathologen beunruhigten, mit dem Ausfall bestimmter Drüsen mit innerer Sekretion in Verbindung gebracht. Der Mangel und das Monströse gehörten zusammen und evozierten erst die ungeheuren Potenziale unsichtbarer Agentien.³⁴ Noch bevor irgendetwas über den chemischen Charakter der kurativ-substituierenden Substanzen bekannt war, erhielten sie 1905 durch Ernest H. Starling ihren Namen als anregende Stoffe, als Hormone, abgeleitet vom griechischen *hormao* (ὁρμάω). Die innere Sekretion, so Starling, wirke als eine leistungsfähige Verstärkung der körperlichen Kräfte. Hormone seien chemische Botenstoffe, die mithilfe des Blutstroms von dem Organ, in welchem sie produziert werden, zu dem Organ transportiert werden, welches sie beeinflussen. Die dauerhaft wiederkehrenden physiologischen Bedürfnisse des Organismus verursachten ihre wiederholte Produktion und Zirkulation im Körper.³⁵ Diese Hormone regten das Wachstum an und waren

32 Roux, Für unser Programm, S. 6–12; und Roux, Über die Verschiedenheit, S. 346 ff.

33 Roux, Für unser Programm, S. 261.

34 Biedl, Innere Sekretion, S. 155–183. Stoff, Alraune; Zürcher, Monster; und Riedel, Die Akromegalie.

35 Starling, The Wisdom; und Starling, The Croonian Lecture. Zitiert nach Medvei, The History, S. 189.

zuständig für vitale körperliche Prozesse, sie waren zugleich Reizstoffe, Biokatalysatoren, chemische Boten und Lebensmoleküle.

Das Konzept der Vitamine wurde entscheidend durch diesen innersekretorischen Diskurs geprägt. Ihr Fehlen in einer sonst völlig entsprechenden Nahrung führe eine Störung im Haushalt des Körpers herbei, definierte Albert Bencke 1921 rückblickend, in deren Folge dann Beriberi, Skorbut, Pellagra und eine Reihe anderer Krankheiten entstanden, „die man mit dem Ausdruck ‚Mangelkrankheiten‘ bezeichnen könnte“.³⁶ Bevor sich dies als Lehrbuchsatz durchgesetzt hatte, waren allerdings bereits dreißig Jahre wissenschaftlicher Debatten und Praktiken vergangen, die das Konzept mangelhafter Funktionen des inneren Milieus mit der im 19. Jahrhundert etablierten Ernährungslehre verbanden. Es bleibt dabei eine offene Frage, ob die zeitgenössisch hegemoniale Theorie infizierender Keime, Bakterien und Gifte die Konstituierung eines Konzeptes der Mangelkrankheiten behindert habe oder ob, wie Christiane Sinding betont, die Mikrobentheorie und deren Fixierung auf ätiologische Faktoren notwendig war für die Ausbildung einer Pathologie des Mangels.³⁷ Exemplarisch vollzog sich die Emanzipation der Mangelkrankheit vom selbst gerade erst etablierten Mikrobendogma jedenfalls an jener endemisch auftretenden Krankheitserscheinung schwerer nervöser Störungen und Schwächezustände in den Gliedmaßen, die in Indonesien als Beriberi bekannt war und die in der medizinischen Nomenklatur als Polyneuritis firmierte. Die Mediziner Christiaan Eijkman und Gerrit Grijns, die zum Wohle der niederländischen Kolonialverwaltung mit der Erforschung dieses Krankheitsbildes betraut waren, vermuteten zunächst, dass die Erkrankung auf Keime zurückzuführen sei. Allerdings zeigte sich, dass auch nicht infizierte Hühner die typischen Symptome entwickelten. Eijkman eröffnete einen anderen Weg, indem er die beobachteten Phänomene ernährungstheoretisch deutete und die Krankheitserscheinungen auf die reduzierte Kost mit gekochtem weißem Reis zurückführte. Da eine experimentell verabreichte spezifische Diät das Auftreten der Krankheitserscheinungen verhindern oder rückgängig machen konnte, behauptete Eijkman die Existenz einer spezifischen protektiven Substanz in der Nahrung, die eine Resistenz gegenüber der Krankheit ermögliche. Es schien danach kategorisierbare Stoffe zu geben, die mit der Nahrung aufgenommen werden müssen und den Organismus vor spezifischen Krankheiten schützen.³⁸

Entscheidend für die Ausbildung einer Vitamintheorie war die Reaktion der Ernährungslehre mit dem entwicklungsphysiologischen Konzept kompetenter Stoffe zur Behandlung von Mangelerscheinungen. Eine gezielt zusammengesetzte, eiweiß- und kalorienreiche Ernährung war nach Justus von Liebig die Grundlage der Gesundheit. Aber eine Nahrung, die alle wichtigen Stoffe enthielt – gereinigte Fette, Kohlenhydrate, Proteine, Mineralien, Ballaststoffe und Wasser –, reichte dennoch nicht aus, spezifische Mangelzustände zu beheben. Das jedenfalls zeigten die Ernährungsexperimente, die Frederic Gowland Hopkins, Elmer McCollum

36 Bencke, *Der heutige Stand*, S. 282.

37 Sinding, *The History*, S. 464 f.

38 Carpenter, *Beriberi*, S. 31–38.

und Wilhelm Stepp im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts durchführten. Die Versuche verwiesen auf die Existenz von hypothetischen, für das Funktionieren des Organismus notwendigen Stoffen mit formativer Leistung. Die Bezeichnungen, die diese mutmaßlichen Nahrungsbestandteile zunächst erhielten, markierten den Substitutionscharakter, der ihnen zugesprochen wurde: akzessorische Nährstoffe, Ergänzungsstoffe, Nahrungsergänzungsstoffe, Komplettine, Nutramine, Diätfaktoren oder Kykokleiasen.³⁹ Im Kontext der neuen innersekretorischen Theorie setzte sich Hopkins' Konzept des *accessory food factor* trotz gewisser Inkonsistenzen gegen andere Erklärungswege, wie etwa das Mengenverhältnis bereits bekannter Nährstoffe oder das Vorhandensein toxischer Elemente in der Nahrung, durch, sodass Ernährungsexperten und Biochemiker ebenfalls der neuen Theorie folgten.⁴⁰ Der Name „Vitamine“ wurde 1912 von dem polnischen Biochemiker Casimir Funk vorgeschlagen. Beim „Vitaminbegriff“, erklärte er rückblickend, handle es sich um einen einprägsamen, in alle Sprachen gut zu übersetzenden Begriff, der mehrere Krisen durchgemacht, sich schließlich jedoch durchgesetzt habe.⁴¹ Die Wortschöpfung aus dem lateinischen *vita* und *amine* beruhte auf Funks Vermutung, dass es sich bei diesem Stoff um eine lebenswichtige Substanz handle, die immer Stickstoff enthalte.⁴² Chemisch unterschieden wurden die Vitamine als fettlösliche Vitamine A, D, E und K und wasserlösliche Vitamine B und C. Die alphabetisch verfasste Ordnung der Vitamine wurde zunächst immer auch durch deren Kompetenz bei der Therapie von Mangelkrankheiten bestimmt: Das anti-xerophthalmische Vitamin A verhütet die Augenkrankheit Xerophthalmia, das antineuritische Vitamin B verhütet Beriberi, das antiskorbutische Vitamin C verhütet Skorbut. Hinzu kamen in den 1920er Jahren das antirachitische Vitamin D, das Antisterilitäts-Vitamin E und das antihämorrhagische Vitamin K. Emil Abderhalden und Ernst Wertheimer fassten diese alphabetische Ordnung der Substitution wie folgt zusammen: „Auf der einen Seite haben wir die Buchstabenbezeichnung, und auf der anderen Seite kommt im Namen zum Ausdruck, welche Störungen unterbleiben, wenn die in Frage kommenden Vitamine im Organismus zur Verfügung stehen“.⁴³ Oder wie Christine Sinding dieses physiopathologische Schema der modernen Medizin auf den Punkt bringt: eine Ursache, eine Krankheit.⁴⁴

Die Geschichte der Vitamine kann zunächst auch als eine Geschichte des Zweifels erzählt werden: Gibt es überhaupt Vitamine? Sind diese nicht in Wirklichkeit Enzyme? Jedenfalls sind es nicht unbedingt Amine! Was ist ihr wahrer Charakter? Ist die Einteilung nach Buchstaben nicht willkürlich? Müssten sie nicht einen anderen Namen erhalten? Mitte der 1920er Jahre hatte Albert Szent-Györ-

39 Remy, Vitamine, S. 4. Thoms, Vitaminfragen, S. 75.

40 Akeroyd, Reply; und Akeroyd, Research Programmes. Zu Hopkins: Kamminga/Weatherall, The Making of a Biochemist I; und Kamminga/Weatherall, The Making of a Biochemist II.

41 Werner, Vitamine, S.142; und Akeroyd, Research Programmes.

42 Remy, Vitamine, S. 4.

43 Abderhalden/Wertheimer, Neue Beobachtungen, S. 305.

44 Sinding, Le cliniciens, S. 163.

gyi mit seinen Arbeiten zur Ascorbinsäure gezeigt, dass die Vitamine unterschiedlicher chemischer Struktur seien, was zu einer erneuten Diskussion über den Begriff führte. Allein, der prägnante Name hatte sich bereits durchgesetzt.⁴⁵ Die historisch gewachsene und nicht systematische Nomenklatur war in den 1930er Jahren eigentlich kaum noch sinnvoll. Bei den Vitaminen D₂ und D₃ handelte es sich etwa um Derivate; die Vitamine B₁ und B₂ stellten wiederum ganz unterschiedliche Wirkstoffe dar. Das Vitamin B₁ verhütete Beriberi, der Antipellagrastoff wurde als B₂ bezeichnet. Schließlich wurde das Vitamin B₂ selbst in eine Reihe von Teilfaktoren zerlegt, die wiederum nach dem jeweiligen Mangel (Wachstumsstillstand, Pellagra, Blutarmut) unterschieden wurden.⁴⁶ Vitamine waren schließlich um 1930 verbindlich als jene organischen Verbindungen definiert, die entweder fertig gebildet oder als Vorstufen in kleinster Menge dem tierischen Organismus zugeführt werden müssen, um die Erhaltung oder Vermehrung der Zellsubstanz zu ermöglichen und die normale Funktion der Organe zu gewährleisten.⁴⁷ Was die Hormone und Vitamine in den 1920er Jahren vereinte, war die Sichtbarmachung unsichtbarer Leistungen, deren *Aktivierung* zur Aufhebung von Mangelzuständen und ihre dringend zu vollbringende *Standardisierung* als autonom wirksame Moleküle. Die vielfältigen Diskurse, Techniken, Interessen und Materialitäten, welche die Wirkstoffe gestalteten, drückten sich in der Koexistenz von Trivialnamen, Markennamen, chemischen Namen und diversen Synonymen aus.⁴⁸

1.2. BIODKATALYSATOREN: REGULIERTE SYSTEME VON MANGEL UND LEISTUNG, 1920–1950

Von den 1890er Jahren bis in die 1920er Jahre führten Biologen, Chirurgen und Physiologen Versuche durch, die Effekte in Kompetenzen und hypothetische Dinge in pharmakologische Agenten sowie pharmaindustriell produzier- und distribuierbare Produkte verwandelten. Die kurativ-substituierende Leistungsfähigkeit, eine spezifische Wirksamkeit in Bezug auf Krankheitserscheinungen, verwies auf die pharmakologischen Potenziale unsichtbarer Stoffe. Im Begriff der Wirkstoffe fiel diese substituierend-kurative Leistung der Hormone und Vitamine mit der Spezifität der jede Reaktion in der Zelle katalysierenden Enzyme zusammen.⁴⁹ Das Konzept der Wirkstoffe entstand als zu Beginn des 20. Jahrhunderts der in vitro-Chemismus der Enzyme mit den experimentellen Techniken zur Hervorbringung physiologischer Phänomene reagierte.⁵⁰ Der Körper wurde als homöostatisches Stoffwechsellmilieu biosynthetisch produzierter oder aus der

45 Thoms, Vitaminfragen, S. 75 f. und Werner, Vitamine, S. 143 f.

46 Bersin/Köster, Die Einwirkung, S. 239.

47 Schroeder, Der Stand, S. 445.

48 Green/Podolsky, Keeping Modern; und Greene, Releasing.

49 Tanford/Reynolds, Nature's Robots, S. 164.

50 Kögl, Wirkstoffprinzip, S. 465. Tanford/Reynolds, Nature's Robots, S. 166.

Umwelt aufgenommener lebenswichtiger Substanzen neu konzeptualisiert. Es waren vitale chemische Reaktionen, die von nun an das Wesen des Lebens ausmachten. Wirkstoffe wurden zu Agenten der Funktionalität und Dysfunktionalität des Körpers.⁵¹ Die Enzyme hatten als Fermente eine eigene und ältere Geschichte als die Hormone und Vitamine. Während deren Erscheinen mit spektakulären Erwartungen verknüpft war, resümierten Robert Ammon und Wilhelm Dirscherl in ihrem 1938 erschienenen Lehrbuch *Fermente, Hormone, Vitamine*, stand die Definition der Fermente als Katalysatoren, die von der lebenden tierischen und pflanzlichen Zelle gebildet werden, bereits seit etwa einem Menschenalter fest.⁵² Der Begriff „Ferment“ war im 19. Jahrhundert ein Ausdruck für alle organischen Substanzen unbekannter Herkunft und Natur, die chemische Veränderungen hervorrufen konnten, ohne sich selbst dabei zu verändern.⁵³ Um 1900 war jener Lehrsatz durchgesetzt, nachdem die Fermente zwar nur in belebter Materie vorkämen und von Organismen gebildet werden mussten, jedoch ihre Wirkung auch losgelöst vom Organismus entfalten könnten. In diesem Sinne waren sie höchst leistungsstarke Wirkstoffe, deren autonomer Status jedoch in Deutschland selbst nach ihrer teilweisen Identifizierung als Proteine Ende der 1920er Jahre umstritten war.⁵⁴ Enzyme waren vor allem chemischer Art, das Ergebnis eines experimentellen Diskurses über die Chemie des Lebendigen.

Mit dem Begriff der Wirkstoffe wurde zwischen Biologie und Chemie ein enger und fortan nicht mehr zu umgehender Zusammenhang etabliert, der selbst wiederum weitere Neologismen provozierte. Hans von Euler schlug 1935 vor, Hormone und Vitamine als wesensgleiche Ergone zu bezeichnen. Ammon und Dirscherl bezeichneten Enzyme, Hormone und Vitamine entsprechend als Ergine. Unter diesen verstanden sie organische Verbindungen, die in der lebenden Zelle gebildet werden und für den normalen Ablauf der Lebensvorgänge im Pflanzen- und Tierreich notwendig sind. Vereint waren Hormone, Vitamine und Enzyme, so hieß es in den 1930er Jahren, durch die „gewaltige Einheitlichkeit aller grundlegenden Prozesse in der lebenden Substanz“.⁵⁵ Der Begriff der Biokatalysatoren, der sich im Unterschied zu diesen kurzlebigen Benennungen bis in die 1940er Jahre hielt, verwies auf die charakteristische Leistung der Wirkstoffe, in ungewöhnlich kleiner Menge ungewöhnlich große Wirkung auszulösen. Die stofflichen Reizwirkungen, die für Hormone und Vitamine beschrieben wurden, registrierte Alwin Mittasch, Haupttheoretiker der Katalyse in den 1930er Jahren, fänden sich auch in enzymatischen Prozessen: weitreichende Wirkung schon kleinster Menge; sehr ungleiche Wirkungen chemisch nahestehender Stoffe; die Umkehrung der Tendenz durch leichte Verschiebung der Doppelbindung; ähnliche oder identische Wirkung chemisch außerordentlich verschiedener Körper; ein überadditives Zusammenwirken gleichzeitig anwesender Stoffe; eindrucksvolle Synergismen und Antagonis-

51 Roux, Über die Flamme. Katz/Marshall, Is the functional „normal“?, S. 58–61.

52 Ammon/Dirscherl, *Fermente*, S. XIV.

53 Kohler, *The Enzyme Theory*, S. 189.

54 Lehnartz, *Chemische Physiologie*, S. 245.

55 Karlson, Was sind Hormone?, S. 5; und Oppenheimer, *Neue Gebiete*, S. 1691.

men. Was die Hormone und Vitamine allerdings auszeichnete und von den Enzymen unterschied war das „Veranlassen und Lenken von Formbildungs- und Entwicklungsvorgängen in fortschreitender Organisation“.⁵⁶ Wie die Wissenschaftshistorikerin Christina Brandt schreibt, waren mit dem Wirkstoffkonzept semantisch weitere Konzepte und Bildfelder eng verflochten, welche die Perspektive organischer Vorgänge und zellulärer Prozesse prägten. Dazu gehörte neben dem Begriff des Biokatalysators vor allem das Bildfeld der Regulation von Vorgängen in der Zelle sowie im Organismus. Der Begriff der Katalyse erhielt eine neue Bedeutung durch die Funktion der *Regulierung* und Lenkung.⁵⁷ Das Wunder des Lebens, diese neue Überzeugung wurde im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts virulent, ist das Wunder der Chemie: „Vitaminen und Hormonen ist gemeinsam, daß sie tote Stoffe, Chemikalien, sind, von einem Lebensprozeß in Pflanze oder Tier in kleinsten Mengen aber fortlaufend hergestellt. Sie sind imstande, in wiederum kleinsten Mengen im menschlichen und tierischen Organismus die einschneidendsten und – man kann wohl sagen: wunderbarsten – Wirkungen zu äußern.“⁵⁸

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts veränderte sich nicht nur das Konzept körperlicher Lebensprozesse, sondern Vorstellungen vom Leben und Praktiken des Lebens selbst. Der Organismus ist seit Beginn des 20. Jahrhunderts ein bis in die Molekülstruktur hinein reguliertes und regulierbares System von Mangel und Leistung; Wirkstoffe reüssierten als „Regulatoren des Leistungsgetriebes“.⁵⁹ Das Leben ist seitdem mit Hopkins' berühmten Aphorismus ein „dynamisches Gleichgewicht in einem polyphasischen System“ („life is a dynamic equilibrium in a polyphasic system“).⁶⁰ Damit aber ließ sich, wie der Literaturwissenschaftler Armin Schäfer gezeigt hat, in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts auch eine neue Anthropologie des Menschen gestalten. Der Mensch als Mängelwesen, wie ihn Arnold Gehlen 1940 benannt hat, ist das Produkt ebenso des endokrinen Systems wie endokriner Störungen.⁶¹

1.3. MODERNE KÖRPER: POLITIKEN DER REGULIERUNG, 1920–1960

Wirkstoffe waren von Beginn an mit politischen Fragen verknüpft: mit der Gesundheitssituation in den niederländischen und britischen Kolonien, mit den Ernährungsproblemen in Heer und Marine, mit einer Kritik von Industrialisierung, Urbanisierung und Zivilisierung, mit der Sorge vor Leistungsschwäche, Überalterung, vor Sterilität und Geschlechtsverwandlungen. Die experimentalbiologische Konstituierung der Wirkstoffe fungierte als höchst effektive *Problematisie-*

56 Mittasch, Über Katalyse, 785 f.

57 Brandt, Metapher, S. 72 f.

58 Straub, Vitamine, S. 40.

59 Kühn, Hormonale Wirkungen, S. 49.

60 Zitiert nach Mittasch, Friedrich Nietzsche, S. 327.

61 Schäfer, ...und das Wort, S. 336. Als eine Literaturgeschichte der Endokrinologie: Schäfer, Biopolitik.

zung des geschwächten Mangelkörpers in einer Mangelgesellschaft und folgte dem Ziel, einen leistungsstarken Körper in einer Leistungsgesellschaft zu schaffen. Mangel war ein Merkmal der erschreckenden Plastizität des animalischen Körpers, wie er sich in jenen Monstrositäten manifestierte, die klinisch beobachtet und experimentell hervorgerufen wurden. Deformierungen, Verfallserscheinungen, Mangelzustände und Fehlentwicklungen bezeichneten einerseits das fürchterliche menschliche Schicksal der *Degeneration* und verwiesen zugleich auf die physiologischen Potenziale, die Fehlbildung zu stoppen, aufzuheben und in ihr Gegenteil zu verkehren. Der erschreckenden Mängelliste korrespondierte das utopische Versprechen eines neuen vitalen, produktiven und effizienten Menschen.⁶² Die biophysiologicalen Techniken der Substitutionsexperimente, die Etablierung biologischer Testverfahren zur Standardisierung von Wirkstoffen, die chemischen Fähigkeiten der Extraktion aus industriell organisierten großen Rohstoffmengen sowie die Produktion synthetischer Derivate materialisierten Wirkstoffe als aktivierbare Agentien zur Erzeugung leistungsstarker und optimierbarer moderner Körper, dem Gegenteil jener nur höchst aufwendig zu verbessernden nervenschwachen und *degenerierten* Körper, die das 19. Jahrhundert der neuen Zeit vererbt hatte.⁶³ Der Wirkstoffkörper des frühen 20. Jahrhunderts war ein anderer als der Nervenkörper des späten 19. Jahrhunderts. Die „alte Physiologie“, basierend auf dem Konzept eines durch das nervöse System regulierten Körpers, hatte im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts ausgedient und wurde, so Edward Albert Schäfer, durch eine neue Physiologie der chemischen Regulation verdrängt.⁶⁴ Die staatliche Zurichtung leistungsfähiger Körper ging einher mit der individuellen Optimierung eines Leistungs-, Lust- und Konsumkörpers. Damit wurden Möglichkeiten ausformuliert, den Körper nicht nur von spezifischen Krankheiten zu heilen, sondern ihn auch zu intensivieren, zu verschönen, zu verjüngen. Hormone und Vitamine waren Agenten dieser so konsumistischen wie demokratischen Arbeit an einem Körper, der zugleich Privat- und Staatsbesitz war. Alle Menschen hätten das Recht auf optimale Lebensmöglichkeiten, zugleich seien sie aber auch zur Pflege eines optimal leistungsstarken Körpers verpflichtet.⁶⁵

Im Laufe des biotechnologischen 20. Jahrhunderts erodierten zusehends die Unterschiede zwischen Gesundheit und Krankheit, Heilung und Verbesserung, Wirkstoff und Arzneimittel.⁶⁶ Als pharmakologische Präparate besetzten die industriell produzierten Wirkstoffe erfolgreich einen Markt für präventive und optimierende Mittel. Die *Standardisierung* und *Aktivierung* der Wirkstoffe wurde zu einer staatsnotwendigen Aufgabe, zu einer wissenschaftlichen Herausforderung, zu einem pharmaindustriellen Geschäft. Wirkstoffe waren durch ihren Mangel Teil des Pro-

62 Zürcher, *Monster*, S. 235–259. Carpenter, *Beriberi*; und Werner, *Vitamine als Mythos*, S. 142. Zur zu Beginn des 20. Jahrhunderts so wirkungsmächtigen Utopie des neuen Menschen: Lepp/Roth/Vogel, *Der neue Mensch*.

63 Stoff, *Degenerierte Nervenkörper*.

64 Schäfer, *Address in Physiology*, S. 324. Sengoopta, *The Most Secret Quintessence*, S. 1 f.

65 Ich habe dies am Beispiel der künstlichen und natürlichen Verjüngung herausgearbeitet in: Stoff, *Ewige Jugend*.

66 Zusammenfassend: Wehling/Viehöver/Keller/Lau, *Zwischen*.

blems, aber qua ihrer Leistung auch die Lösung für den krisenhaften Körper, wenn nicht für die Krise der Moderne überhaupt.⁶⁷ Die Kompetenz der unsichtbaren Wirkstoffe, in einer experimentellen Situation erstaunliche Leistungen zu vollziehen, machte diese jedoch zugleich auch verdächtig, auf eigenwillige Weise unerwünschte Reaktionen hervorzurufen. Je kompetenter sie waren, desto autonomer waren sie, unabhängiger von der Einflussnahme der Experimentierenden selbst und damit auch prekärer, gefährlicher, rätselhafter. Dem Versprechen des über Wirkstoffe gesteuerten und steuerbaren Körpers korrespondierte der Schrecken des fehlgelenkten Organismus, die *Prekarisierung* der Wirkstoffe durch ihre toxischen und cancerogenen Effekte.⁶⁸ Wirkstoffe waren eine Institution der Moderne, aber sie verdinglichten zugleich auch das Gefährdetsein des neuen Menschen, dessen beängstigende Abhängigkeit von unsichtbaren, aber machtvollen Elementen. Diese Ambivalenz – das Bedürfnis nach Wirkstoffen, die das Versprechen des optimalen Körpers einlösen, und die Sorge, dass Wirkstoffgaben das Gleichgewicht des Körpers gefährdeten – konstituierte den regulierten und regulierbaren Körper des 20. Jahrhunderts. Wirkstoffe waren damit immer auch in eine Debatte über den reinen und den kontaminierten Körper sowie natürliche und künstliche Stoffe eingebunden, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts durch die in Deutschland eminent einflussreiche Lebensreformbewegung ausformuliert wurde.

Die *Problematisierung* von Mangel und Leistung mobilisierte im 20. Jahrhundert Diskurse, Institutionen, Einrichtungen, Entscheidungen, Gesetze, administrative Maßnahmen, wissenschaftliche Aussagen, philosophische, moralische und philanthropische Lehrsätze als jene vernetzte heterogene Gesamtheit, die Foucault als Dispositiv bezeichnet hat.⁶⁹ Foucault gab dem Dispositiv eine entscheidende Wendung, wenn er es als Notstandsreaktion definierte. Das Dispositiv produziert demnach Optionen, die einen Notstand (*urgence*) zugleich herstellen, erklären und regulierbar machen.⁷⁰ Notstände wären danach mediale und institutionelle Mobilisierungen, die *Problematisierungen* ausgestalten und differente Interessen zusammenführen. Sie erst ermöglichen die Bereitstellung von Ressourcen und Kapazitäten, die konzertierte Anstrengung und Ausrichtung der Forschung auf bestimmte Ziele. Die Zuspitzung auf Notstände unterscheidet das Konzept des Dispositivs von dem des Gefüges (*assemblage*), wie es vor allem Hans-Jörg Rheinberger, Gilles Deleuze und Paul Rabinow für die Darstellung casual ausgerichteter Prozesse der Wissensproduktion verwenden. Gefüge, so Rheinberger in Zusammenarbeit mit Staffan Müller-Wille, sind besondere Situationen, in denen neues Wissen entstehen kann: „Konstellationen von Akteuren, Dingen und Institutionen.“⁷¹ Wirk-

67 Armstrong, *Modernism*.

68 Balz/Schwerin/Stoff/Wahrig, *Precarious Matters*.

69 Foucault, *Das Spiel*, S. 392.

70 Foucault, *Ein Spiel*, S. 119 f.; Deleuze, *Lust*, S. 20; und Foucault, *Le jeu*, S. 299. In der Neuübersetzung von 2003 wird „urgence“ nicht mehr als „Notstand“ sondern mit „dringende Anforderung“ übersetzt.

71 Rheinberger/Müller-Wille, *Vererbung*, S. 237. Zur Diskussion über Dispositive und Gefüge: Rees/Caduff, *Einleitung*, S. 25; Rabinow, *Anthropologie*, S. 63, 115; und Deleuze/Guattari, *Kapitalismus*, S. 166, 193 f.

stoffe sind die in einem historisch spezifischen Gefüge etablierten neuen Dinge, die zur Lösung von Notständen benötigt werden. Die Liste der im 20. Jahrhundert durch Wirkstoffe zu kurierenden Probleme war lang: Sie begann in den Kolonien und auf den Handels- und Marineschiffen und verblieb dauerhaft in den Großstädten, in der Moderne, in der Zivilisation. Sie umfasste den uneindeutigen Geschlechtskörper, den sterilen Fortpflanzungskörper, den alternden Körper, den geschwächten oder zu starken Lustkörper. Sämtliche Fragen der Ernährung und der lebensmittelchemischen Bearbeitung von Nahrungsmitteln bedurften fundierter Kenntnisse über die dynamischen Wirkungsmechanismen und Verwendungsweisen von Enzymen und Vitaminen. Auch das Problem des Krebses wurde seit den 1920er Jahren in Bezug auf Wirkstoffe diskutiert, und mit innerer Logik fanden sich spätestens seit den 1950er Jahren die Wirkstoffe selbst im Verzeichnis der Notstände wieder.

1.4. MODULATIONEN DES WISSENS: FORSCHUNGSFÖRDERUNG UND WIRKSTOFFE, 1920–1970

Die *Institutionalisierung* und *Standardisierung* von Hormonen und Vitaminen ist in den letzten Jahren in zahlreichen Studien als Praxis der Coproduktivität von Pharmaindustrie und Naturwissenschaft dargestellt worden.⁷² Zugleich wird die enge Vernetzung verschiedener wissenschaftlicher, industrieller und auch staatlicher Akteure betont: Forschende sowie industrielle und staatliche Geldgeber müssen notwendigerweise kooperieren und sich einander anpassen, um ihre je eigenen Ziele zu erreichen. Wissenschaft, Politik und Industrie können nicht unabhängig voneinander existieren, wenn sie ihre spezifischen Vorhaben verwirklichen wollen.⁷³ Für die Geschichte der Wirkstoffe sind die engen Verbindungen von Chemikern wie Adolf Butenandt, Richard Kuhn und Adolf Windaus zu pharmaindustriellen Unternehmen wie Bayer, Merck oder Schering von zentraler Bedeutung. Diese Kooperation widerspricht jedoch einer Epistemologie der reinen wissenschaftlichen Erkenntnis.⁷⁴ Ein bewährter Diskurs über die sukzessive Entdeckung von Naturdingen und einem damit einhergehenden gradlinigen Wissenserwerb steht in Konflikt mit einer Archäologie pharmaindustriell-wissenschaftlicher Verhandlungen, Übersetzungen und Zusammenarbeiten. Es soll im Folgenden vor allem auch gezeigt werden, wie dieser Widerspruch zwischen einer Praxis der Assoziierungen und einer Epistemologie der reinen Naturerkenntnis durch die Institution der Forschungsförderung vermittelt wurde.⁷⁵ Diese erst garantierte die

72 U. v. a. Bächli, Vitamin C; Ratmoko, Damit die Chemie stimmt; Gausemeier, Natürliche Ordnungen, S. 187–220; Gaudillière, Biochemie; Gaudillière, Hormones; Gaudillière/Löwy, The Invisible Industrialist; Oudshoorn, Beyond the Natural Body; Rasmussen, The Forgotten Promise; Rasmussen, Steroids; und Ratmoko, Hormone.

73 Ash, Wissenschaft; und Latour, Die Hoffnung, S. 105–109.

74 Latour, Die Hoffnung, S. 23 und Latour, Wir sind nie modern gewesen.

75 Latour, Die Hoffnung, S. 373.

Zusammenarbeit von Industrie, Staat und Wissenschaft, ohne dass dabei die Interessen der jeweiligen Akteure geschwächt würden. In diesem Sinne verbindet sich die Geschichte der 1920 eingerichteten Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, der späteren Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), mit der Geschichte der Wirkstoffe.⁷⁶ Die DFG sicherte Wissenschaftlichkeit, um zugleich mittels Gutachten und Schwerpunktsetzungen Forschungsfragen zu selektieren. Zwischen Wissenschaften und Mächten bestehe eine ganze Reihe von Beziehungen, so Isabelle Stengers. Zu den eher unbemerkten Beziehungen gehöre die Verteilung von Fördermitteln für Forschung und Wissenschaft genauso wie die Frage, „wer die Prioritäten festlegt und nach welchen Kriterien er dies tut“.⁷⁷ Die Leistung der DFG bestand darin, zugleich Übersetzungs- und Reinigungsarbeiten zu ermöglichen. Sie beschleunigte die Sozialisierung von Wirkstoffen und verteidigte zugleich die moderne Konstitution der transzendenten Natur, der wahren Wissenschaft, der immanenten Gesellschaft sowie der wissenschaftlichen Kritik.⁷⁸ Es lässt sich in Bezug auf die Wirkstoffforschung weniger von einer Forschungssteuerung durch zentralistische Organe, denn von einer Modulation, das heißt einer die Interessen der Akteure übersetzenden Selektion der Forschungsinhalte und -ziele durch Gutachten und in Kommissionen, sprechen.⁷⁹

Die DFG war selbst auf bestimmte Art hybrid: industriell etabliert, staatlich finanziert, wissenschaftlich selbstorganisiert. Getragen von Mitgliedern der Preußischen Akademie der Wissenschaften wie Adolf von Harnack, Fritz Haber und Friedrich Schmidt-Ott, personell eng mit der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft verzahnt wurde sie durch ein Netzwerk von Wissenschaftlern, Industriellen, Beamten und Politikern stabilisiert.⁸⁰ Akteure wie Butenandt und Kuhn, die in der DFG eine zentrale Rolle einnahmen, agierten in dieser Umgebung zugleich wissenschaftlich, pharmaindustriell und staatlich, konnten sich aber auch auf ihre Position als Biochemiker mit privilegiertem Zugang zur Natur zurückziehen. Dieser Status beschleunigte die Übersetzung von Interessen und etablierte die DFG als Aktionsplatz jener Taktiken, die Ziele und Koalitionen anbieten, erfinden und anpassen.⁸¹ Für eine Geschichte der Wirkstoffe sind entsprechend weniger der institutionelle Aufbau und die damit verbundenen Entscheidungsstrukturen der

76 Kurt Zierold verwendet in seiner Geschichte der Deutschen Forschungsgemeinschaft eine Namenschronologie, auf die ich hier grundsätzlich zurückgreifen möchte: 1920 bis 1934 Notgemeinschaft (Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft), seit 1929 Deutsche Gemeinschaft zur Erhaltung und Förderung der Forschung (Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft), 1934 bis 1945 Forschungsgemeinschaft (seit 1937 offiziell Deutsche Forschungsgemeinschaft), 1949 bis 1951 Notgemeinschaft und seit 1951 Deutsche Forschungsgemeinschaft. Zierold, *Forschungsförderung*, S. VI. Zur Erleichterung werde ich jedoch für die Jahre 1920 bis 1934 von der Notgemeinschaft, von 1934 bis 1945 von der DFG und ab 1951 wieder von der DFG sprechen.

77 Stengers, *Wem dient die Wissenschaft*, S. 34.

78 Latour, *Wir sind nie modern gewesen*, S. 52 f.

79 Rip, *Co-Evolution*, S. 9–13.

80 Nötzoldt, *Zur Etablierung*.

81 Latour, *Science*, S. 114–119.

DFG von Interesse, sondern die pragmatischen Praktiken der Anträge und Gutachten, der im Einzelnen verhandelten Entscheidungen über Forschungsprojekte. Auch für die Geschichte der Wirkstoffforschung im Nationalsozialismus ist eine Untersuchung wissenschaftlich-industrieller Selbstmobilisierungen ergiebiger als die Suche nach staatlichen Forschungsdirektiven. Im Detail lässt sich zeigen, wie beispielsweise die Interessen des nationalsozialistischen Staates (vertreten durch Hans Reiter, Präsident des Reichsgesundheitsamtes), der Wissenschaft (vertreten durch Carl-Arthur Scheunert, Veterinär und Vitaminexperte) und der Industrie (vertreten durch Merck und Hoffmann-La Roche) in Forschungen zu Vitaminvorkommen, -bedarf und -versorgung übersetzt wurden. Im Nationalsozialismus wurden entsprechend durch die intensivierete Arbeit an und mit den Wirkstoffen zahllose Karrieren von Biochemikern, Gynäkologen, Ernährungsforschern und Lebensmittelchemikern ermöglicht. Eben diese Wissenschaftler, die an der *Aktivierung* von Molekülen in einem Gefüge von Notständen arbeiteten, kontrollierten wiederum im Rahmen von DFG-Senatskommissionen, die Ende der 1940er Jahre zur *Regulierung* von sogenannten Fremdstoffen in Lebensmitteln eingerichtet wurden, die Existenz der Wirkstoffe als prekäre Stoffe.⁸² In diesem Zusammenhang wurde das Konzept der Wirkstoffe als in geringster Menge biologisch wirkende Substanzen wieder in der Reichhaltigkeit stofflicher Reaktionen aufgehoben, der utopische Charakter auf spekulative Vitalstoffe und der prekäre Gehalt auf die Klasse der Fremdstoffe übertragen. Seit den 1960er Jahren steht der Wirkstoffbegriff allgemein für alle biologisch und pharmakologisch wirksamen Substanzen.

In den folgenden Kapiteln wird die Geschichte der Wirkstoffe als synchrone *Institutionalisierung*, *Standardisierung*, *Aktivierung*, *Regulierung* und *Prekarisierung* erzählt, wobei jedes Kapitel in sich diachron organisiert ist.⁸³ Anhand der von der DFG geförderten und seltener auch abgelehnten Forschungsprojekte lassen sich dabei historische Bewegungen manifestieren. Während die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts von der naturstoffchemischen *Standardisierung* der Wirkstoffe, deren Isolierung und Synthetisierung, geprägt war, standen in der zweiten Hälfte die chemischen Reaktionen als *Regulierungen* der Biosynthese und Genexpression im Zentrum der Forschungsförderung. Zugleich folgte der kooperativen *Aktivierung* der Wirkstoffe deren *Prekarisierung*, bei der Staat und Wissenschaft in einem breiten medialen Diskurs aufgerufen waren, die sozialisierten, aber autonomen Enzyme, Hormone und Vitamine unter Kontrolle zu bringen.

82 Zum Konzept der prekären Stoffe: Wahrig/Stoff/Schwerin/Balz, Precarious Matters.

83 Zur Notwendigkeit einer Arbeit an Kategorien (*category work*): Gane, When We Have Never Been Human; und Bowker/Star, Sorting Things Out. Zur Entwicklung neuer Begriffe auf der Basis einer empirischen Studie: Rabinow, Anthropologie, S. 125.