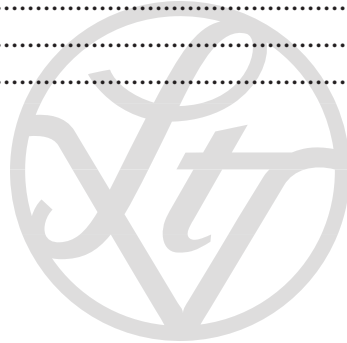


INHALTSVERZEICHNIS

1. Problematisierung (eine Einleitung)	7
1.1. Mangel und Leistung: Politisch-akademisch-ökonomische Verwicklungen, 1860–1920	11
1.2. Biokatalysatoren: Regulierte Systeme von Mangel und Leistung, 1920–1950.....	17
1.3. Moderne Körper: Politiken der Regulierung, 1920–1960.....	19
1.4. Modulationen des Wissens: Forschungsförderung und Wirkstoffe, 1920–1970	22
2. Institutionalisierung	25
2.1. Biologische Medikamente: Rohstoffe, Patente und Profite, 1920–1934	34
2.2. Gemeinschaftsarbeiten: Volksgesundheit und Wirtschaft, 1920–1935	52
2.3. Volkspolitik: Ausnahmestand und Kriegsforschung, 1936–1945.....	64
2.4. Reinigung: Vergangenheitspolitik in der Nachkriegszeit, 1947–1959	82
2.5. Rückstände: Denkschriften, Units und die molekularbiologische Wende, 1956–1970	94
3. Standardisierung	113
3.1. Isolierung: Die Arbeitsgruppen Windaus, Butenandt, Kuhn, 1927–1942	123
3.2. Synthetisierung: Natürliche oder künstliche Wirkstoffe, 1934–1964	138
3.3. Stofftrennungen: Enzyme als Systeme und Proteine, 1926–1959	152
3.4. Bestimmungen: Biologische, chemische und physikalische Wirkstoffspuren, 1934–1970.....	170
4. Regulierung	185
4.1. Das Wirkstoffsystem: Funktionen und Reglermechanismen, 1927–1944.....	194
4.2. Gen-Wirkstoff-Systeme und Biosynthesen: Die Assoziation von Substanzen, 1932–1970	208

5. Aktivierung	226
5.1. Hormonisierung:	
Techniken der Reproduktionskörper, 1922–1969	232
5.2. Vitaminisierung: Vollwertige Ernährung und das Leistungsoptimum, 1934–1962	253
6. Prekarisierung (Schluss)	280
6.1. Prekäre Stoffe:	
Toxizität und Cancerogenität, 1927–1970.....	287
6.2. Krebstheorien: Wirkstoffe als Diagnostika, 1926–1953	293
6.3. Krebs und Hormon:	
Der Streit um östrogene Stoffe, 1937–1970	298
6.4. Risikokalkulationen:	
Die DFG-Kommissionen für Lebensmittelzusätze, 1949–1970	309
Danksagung	323
Archive.....	324
Literaturverzeichnis	326
Personenregister	373
Institutionen	382
Abbildungen.....	I–IX



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 ehrfurchtsvollem 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 lexikonfähig. 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 *Problematierungen* 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 *Problematierungen* 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 Problematierung“, 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 gesetzesmäßig 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: Bergermann, *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 in 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. BIOKATALYSATOREN: 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 müssten, 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 *Problemtisierung* 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 *Problemtisierungen* 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.

2. INSTITUTIONALISIERUNG

Es gibt keine Disziplin der Wirkstoffforschung. Selbst die Endokrinologie sollte mangels gemeinsamer Techniken und Konzepte viel eher als ein wissenschaftliches Feld definiert werden.⁸⁴ Sicherlich wurde schon in den 1910er Jahren innersekretorisches Wissen in den Lehrbüchern von Arthur Biedl und Wilhelm Falta kanonisiert, so wie in den 1920er Jahren Abteilungen für die innere Sekretion eingerichtet wurden. Aber es existierten eben keine eigenständigen Institute oder gar Lehrstühle. Die klinische Endokrinologie ist seit den 1930er Jahren vor allem eine Teildisziplin der Gynäkologie, der inneren Medizin und der Kinderheilkunde, später auch der Andrologie, Gerontologie und Sexologie.⁸⁵ Die Vitaminforschung wiederum wurde in den 1920er Jahren in mehreren Lehrbüchern dargestellt und zum Anlass von Zeitschriftenneugründungen. Im Nationalsozialismus emanzipierte sie sich von der Ernährungsforschung und erhielt, manifestiert in der 1941 eingerichteten Reichsanstalt für Vitaminprüfung und Vitaminforschung, einen quasi-disziplinären Status. Seit den 1950er Jahren wurde die Vitaminforschung jedoch wieder der Ernährungsforschung untergeordnet. Während die Hormonforschung durch entwicklungsphysiologische und -mechanische Fragestellungen bestimmt war, reagierte die Vitaminforschung zusätzlich mit der Agrikultur- und Tierchemie. Beide lieferten chemische Erklärungen für biologische Phänomene und waren Teil einer Neuausrichtung der Physiologie.⁸⁶

Das Problem der Identität und Funktion von Enzymen war hingegen zu Beginn des 20. Jahrhunderts von prägender Bedeutung für die Etablierung der Biochemie als eigenständige Disziplin. Der Wissenschaftshistoriker Robert E. Kohler datiert diese *Institutionalisierung* exakt auf die Jahre 1901 bis 1905, markiert durch Zeitschriftengründungen wie das *Biochemische Centrallblatt*, den biochemischen Teil der *Ergebnisse der Physiologie* sowie schließlich die seit 1906 von Carl Neuberg herausgegebene *Biochemische Zeitschrift*. Von einer Durchsetzung der Biochemie kann aber erst in den 1930er Jahren gesprochen werden. Die Biochemie selbst, so Kohler weiter, war das Ergebnis einer Neubildung professioneller Grenzen. Sie sollte nicht nur Biologie und Chemie verbinden, sondern auch Botanik, Bakteriologie, Zoologie, Physiologie, Pharmakologie, Pathologie, Medizin und Immunologie umfassen. Damit war sie zugleich an industriellen Potenzialen und sozialen *Problematismen* orientiert.⁸⁷ In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts forschten und

84 Hall/Glick, *Endocrinology*, S. 229.

85 Als Überblicksdarstellungen zur Geschichte der Endokrinologie: Bettendorf, *Zur Geschichte; und Medvei, The History*.

86 Fruton, *Molecules*, S. 1–7.

87 Fruton, *Molecules*, S. 1–21; Kohler, *From Medical Chemistry to Biochemistry*, S. 9–39; und Kohler, *The Enzyme Theory*, S. 182f. Zu Neubergs Herausgeberschaft der *Biochemischen Zeitschrift*: Conrads/Lohff/Ripperger, *Carl Neuberg*, S. 28–53. Zur Ausdifferenzierung der

lehrten Biochemiker an den Universitätsinstituten der organischen Chemie namentlich in Berlin, Göttingen und München sowie an den Kaiser-Wilhelm-Instituten für Biochemie, Biologie, Zellphysiologie, Medizinische Forschung, Chemie und Lederforschung. Ein Ordinariat für Physiologische Chemie existierte in den 1920er Jahren nur in Frankfurt am Main; ein Lehrstuhl für Biochemie wurde gar erst 1953 für Feodor Lynen in München eingerichtet. In den 1920er Jahren wurden jedoch biochemische Abteilungen in Instituten und Kliniken etabliert; nach 1933 kam es wiederum zur Einrichtung zahlreicher physiologisch-chemischer Universitätsinstitute.⁸⁸ Während die Biochemie in Großbritannien und den USA auf chemische Reaktionen in der Zelle orientiert war, wurde sie in Deutschland bis in die 1950er Jahre hinein vorrangig auf die naturstoffchemischen Arbeiten zur Isolierung und Reindarstellung von Wirkstoffen bezogen. Diese Reduktion wurde durch die erzwungene Flucht zahlreicher Protagonisten der dynamischen Biochemie nach 1933 verstärkt.⁸⁹ Die Hormon- und Vitaminforschung nahm in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine immer geringere Rolle in der biochemischen Agenda ein und befand sich etwa in Peter Karlsons *Kurzem Lehrbuch der Biochemie* erst auf den hinteren Seiten. Stattdessen wurde die Biochemie zunehmend als Enzymologie verstanden und entwickelte sich zu einer staatlich finanzierten Universitätswissenschaft.⁹⁰

Die a posteriori herausselektierte Genealogie biochemischer Leistungsträger, wie sie sich etwa in Petra Werners Otto Warburg-Biografie findet, beginnt bei Justus von Liebig (1803–1873), verläuft über Friedrich August Kekulé von Stradonitz (1829–1896) und Johann Friedrich Wilhelm von Baeyer (1835–1917), um dann zu Emil Fischer (1852–1919) zu gelangen. Dessen Schüler Adolf Windaus (1876–1959) und Otto Warburg (1883–1970) generieren die biochemische Elite mit dem bei Windaus promovierten Naturstoffchemiker Adolf Butenandt (1903–1995) und den via Warburg zur dynamischen Biochemie orientierten Otto Fritz Meyerhof (1884–1951), Hans Krebs (1900–1981) und Hugo Theorell (1903–1982). Als Nachfolger von Baeyers wurden dann wiederum Heinrich Otto Wieland (1877–1957) und Richard Willstätter (1872–1942) mit ihren jeweiligen Schülern Feodor Lynen (1911–1979) und Richard Kuhn (1900–1967) prägend.⁹¹ Windaus, Butenandt, Wieland und Kuhn feierten an ihren Instituten mit Nobelpreisen gekrönte Erfolge bei der Reindarstellung von Hormonen und Vitaminen. Warburg, Meyerhof, Krebs, Theorell und Lynen wiederum renommierten als Protagonisten der Enzym- und Stoffwechselchemie. Da im Nationalsozialismus die *Standardisierung* und *Aktivierung* von Wirkstoffen nachgefragt war, taten sich für junge Biochemiker sowie biochemisch ausgebildete Pharmakologen, Ernährungswissenschaftler, Lebensmitteltechniker und Veterinärmediziner, die nicht wie viele Ver-

Chemie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts: Szöllösi-Janze, Die institutionelle Umgestaltung, S. 62 f.

88 Deichmann, Flüchten, S. 244–247.

89 Deichmann, Flüchten, S. 248; und Kohler, The Enzyme Theory, S. 183.

90 Helvoort, Institutionalizing, S. 452 und Karlson, Kurzes Lehrbuch, S. 341–404.

91 Werner, Ein Genie, Einband.

treter der dynamischen Biochemie antisemitisch ausselektiert und zur Emigration gezwungen worden waren, große Karrieremöglichkeiten auf, die weit über das Kriegsende hinaus reichten und jeweils neue Schulen etablierten.⁹²

Bedeutsamer als die Stammbäume genialer Köpfe sind jedoch die materiell und epistemisch konstituierten Experimentalkulturen, die, so Hans-Jörg Rheinberger, „die fluktuierenden Grenzen jener immer wieder spontan entstehenden informellen Wissenschaftlergemeinschaften (bestimmen), die den Informationsfluss des Wissens unterhalb der Ebene wissenschaftlicher Organisationen und Korporationen in Gang halten“.⁹³ Eine Geschichtsschreibung, welche die Wirkstoffe primär anhand von Disziplinengründungen zu erfassen versuchte und die Geschichte der Hormone mit der der Endokrinologie, die der Vitamine mit der der Ernährungswissenschaft, die der Enzyme mit der der Biochemie verknüpfte, würde sowohl die epistemologischen Bedingungen als auch die politischen, wissenschaftlichen und industriellen Vermittlungen verfehlen, welche die Konstituierung der Wirkstoffe in Deutschland erst ermöglichten. Diese geschah nicht nur als Chemisierung der Biologie und Physiologie, sondern ebenso als Austausch einer auf die Gestaltung des Körpers ausgerichteten physiologisch-chemischen Methodik mit pharmaindustriellen Profitinteressen und staatlichen Handlungsbedürfnissen. In diesem Kapitel geht es um eine *Institutionalisierung* der Wirkstoffe als experimentelle, pharmaindustrielle und staatspolitische Agenten, die zugleich neue wissenschaftliche Episteme, medizinische Praktiken und körperpolitische Regime schuf. In der neueren Wissenschaftssoziologie sind verschiedene Modelle etabliert worden, um die Bedingungen einer solchen auch als co-produktiv bezeichneten Wissensproduktion zu analysieren. In Bezug auf die aktuellen Veränderungen seit den 1980er Jahren ist eine zunehmende Vernetzung von Wissenschaft, Industrie und Staat sowie eine Internationalisierung dieser Beziehungen behauptet worden.⁹⁴ Die Geschichte der Wirkstoffe belegt, dass diese Assoziierung als getrennt gedachter Systeme kein Endpunkt eines Entwicklungsprozesses des späten 20. Jahrhunderts darstellt, sondern der Produktion von Wissen und Dingen selbst spätestens seit der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert immanent ist.⁹⁵ Schon die organische und physiologische Chemie im 19. Jahrhundert kann nicht ohne Rekurs auf transnational bedeutsame Industrie- und Staatsinteressen sowie pharmazeutische, ernährungspolitische und landwirtschaftliche *Problematisierungen* dargestellt werden.⁹⁶ Ebenso bestand bereits im 18. Jahrhundert eine enge und systematische Verbindung zwischen chemischer Wissenschaft und Technik.⁹⁷

92 Dies ist umfangreich dargestellt in Deichmann, Flüchten.

93 Rheinberger, Experimentalsysteme, S. 150.

94 Etkowitz/Leydesdorff, *The Dynamics*, S. 111 ff. Allgemein: Nowotny/Scott/Gibbons, *Introduction*; Jasanoff, *The Idiom of Coproduction*, S. 1–12; Shinn, *The Triple Helix*; Nowotny/Scott/Gibbons, *Re-Thinking*; Cozzens/Woodhouse, *Science*; und Gibbons/Limoges/Nowotny u. a., *The New Production*.

95 Rasmussen, *The Moral Economy*.

96 Fruton, *Molecules*, S. 1–21.

97 Klein, *Technoscience*.

Seit Ende des 19. Jahrhunderts, akzentuiert Mitchell G. Ash, bildete in Deutschland der weitläufige Komplex von Forschungseinrichtungen, Ausbildungsinstitutionen und Forschungsförderungsnetzwerken ein bedeutsames Ressourcenensemble.⁹⁸ Dazu zählten erstens eine Ausdifferenzierung der Disziplinen und der Wissenschaftsorganisation, zweitens eine immer bedeutsamere Rolle des Staates – der Kultusministerien, des Reichsgesundheitsamts, der Versuchs- und Prüfungsämter –, drittens das Ende des Wissensmonopols der Universitäten und viertens das Entstehen eines Netzwerkes neuer Institutionen. Diese Veränderungen entsprachen einem zunehmend intensiven Austausch zwischen Forschern und den aufstrebenden neuen chemischen und elektronischen Industrien, einer Verwissenschaftlichung industrieller Produktion, aber auch neuen Machtverhältnissen und -kämpfen innerhalb der Disziplinen, zwischen den Disziplinen sowie zwischen Politik, Industrie und Wissenschaft.⁹⁹ Damit aber entstand überhaupt erst das Berufsfeld „Wissenschaft“. Staat und Industrie, so der Historiker Ulrich Marsch, seien gleichzeitig bereit gewesen, viele Tausend Chemiker, Physiker, Ärzte und Ingenieure in ihre Dienste zu nehmen, dauerhaft zu beschäftigen und zu bezahlen. Wissenschaft wurde von der Ausnahmetätigkeit zu einer von Industrie und Staat finanzierten Routinearbeit.¹⁰⁰ Mit Industrialisierung und Urbanisierung wurden Fragen der Hygiene und der Gesundheitspflege zu einer Staatsnotwendigkeit. Die Bismarckschen Kranken- und Unfallversicherungen aktivierten zugleich ein weites Feld gesundheitspolitischer Maßnahmen. Für die chemische Industrie taten sich höchst attraktive neue Absatzmärkte auf. Die Bakteriologie und die organische Chemie des späten 19. Jahrhunderts fanden in Deutschland an staatlich finanzierten Instituten in enger Verbindung zum Reichsgesundheitsamt ihren Ort und ermöglichten in Kooperation mit den chemischen Farbwerken eine rasche Aktualisierung in pharmazeutischen Produkten.¹⁰¹ Farbstoffindustrieunternehmen wie Hoechst und Bayer investierten in höherem Maße in die organische Chemie und etablierten eigene Forschungseinrichtungen. Die akademisch-industrielle Symbiose vollzog sich durch die Einrichtung akademi-

98 Ash, *Wissenschaft*, S. 34.

99 Szöllösi-Janze, *Science*, S. 343 ff.; Szöllösi-Janze, *Wissensgesellschaft*, S. 281; Szöllösi-Janze, *Wissensgesellschaft in Deutschland*, S. 283 f.; Szöllösi-Janze, *Die institutionelle Umgestaltung*, S. 63; und Raphael, *Die Verwissenschaftlichung. Die neue Bedeutung von Wissen als Austauschprodukt von Wissenschaft, Industrie und Staat um 1900* betont auch Lenoir, *Revolution*, S. 24 ff. Zur Institutionalisation von Wissen und Wissenschaft siehe u. v. a. Lenoir, *Instituting Science*; Vom Bruch, *Wissenschaft im Gehäuse*; und Kay, *Rethinking*. Schließlich zur Verwissenschaftlichung der Chemie- und Elektroindustrie: Marsch, *Zwischen Wissenschaft und Wirtschaft*; Marsch, *Strategies*; und Erker, *Die Verwissenschaftlichung*.

100 Marsch, *Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft*, S. 57.

101 Timothy Lenoir hat dies ausführlich für die mit Staat und Industrie kooperierenden bedeutenden biomedizinischen Institute wie Robert Kochs Institut für Infektionskrankheiten, Paul Ehrlichs Institut für Serumforschung und das Georg-Speyer-Haus exemplifiziert. Lenoir, *A Magic Bullet*; Lenoir, *Revolution*, S. 25 f.; und Lenoir *Instituting Science*, S. 179–202. Zum Reichsgesundheitsamt: Hüntelmann, *Hygiene*.

schers Forschungslaboratorien in der Industrie und die industrielle Finanzierung akademischer Forschung.¹⁰²

Emil Fischer lobte in diesem Sinne den befruchtenden Einfluss, den die Wissenschaft und die moderne Industrie wechselseitig aufeinander ausübten und der in der Chemie ganz besonders zutage trete. Kein Land, so Fischer, habe von dieser Erkenntnis größeren materiellen Nutzen zu ziehen gewusst als Deutschland.¹⁰³ Just jene den Weltmarkt beherrschenden wissensbasierten Industrien des Kaiserreichs, Elektrotechnik und Chemieindustrie, benötigten wissenschaftliche Innovationen, eine „wissenschaftliche Technik“, wie es Werner von Siemens 1883 so eindringlich formuliert hatte, dass seine Worte zu einem immer wieder zitierten Credo wurden: Die Industrie eines Landes werde niemals eine internationale, leitende Stellung erwerben und sich selbst erhalten können, wenn das Land nicht gleichzeitig an der Spitze des naturwissenschaftlichen Fortschritts stehe.¹⁰⁴ Im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts war die Bedeutung der Wissenschaften für die Nation und die Nationenbildung und damit wiederum auch die Verantwortung des Staates für die Wissenschaften breit ausformuliert.¹⁰⁵ Wissen war dabei weitaus mehr als eine ökonomische Bedingung für das Staatsgefüge einer Nation; Wissen ist Macht, verkündete 1862 Hermann Helmholtz, dem Kampf um Kolonien entspreche der Kampf um Wissenschaft.¹⁰⁶ Im Laufe der nächsten hundert Jahre sollte dieser Konkurrenzkampf zunehmend weltumspannend betrieben werden, wie Butenandt 1963 rückblickend bemerkte. Naturwissenschaftliche Forschung, pointierte er, sei zur „politischen Waffe“ geworden.¹⁰⁷

Der Reichtum der Nation, allzumal des Kaiserreichs, beruhte vor allem auch auf dem wissenschaftlich-technologischen Vorsprung, der industriellen Produktivkraft und dem erprobten Ausbildungssystem. Schon vor dem Weltkrieg erschien diese Ordnung jedoch als krisenhaft. Problematisch war dabei nicht die produktive industriell-wissenschaftliche Zusammenarbeit, sondern die akademisch-universitäre Wissenschaft selbst. Das Humboldtsche Ideal der Einheit von Forschung und Lehre schien durch die bis 1914 drastisch steigenden Studierendenzahlen gefährdet. Die Universitätsinstitute fungierten im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts zunehmend als Lehranstalten, während die Natur- ebenso wie die Geisteswissen-

102 Johnson, *The Academic-Industrial Symbiosis*, S. 16 f.; Marsch, *Strategies*; Reinhardt, *Forschung*; Travis, *The Rainbow Makers*; und Meyer-Thurow, *The Industrialization*.

103 Trendelenburg, *Emil Fischer*, S. 875. Wengenroth, *Die Flucht*, S. 52. Hans-Ulrich Wehler erhob diese genuine Entwicklung des deutschen Wissenssystems im 19. Jahrhundert zu einem der „Vorzüge der Nachteile des deutschen Sonderwegs“. Wehler, *Deutscher Sonderweg*, S. 27; Wehler, *Vorzüge*, S. 33–36; und Pfetsch, *Zur Entwicklung*

104 U. v. a. Lieske, *Forschung*, S. 227; König, *Die Akademie*, S. 384; Pfetsch, *Zur Entwicklung*, S. 118. Zum Konzept des nationalen Innovationssystems und der Innovationskultur: Lieske, *Forschung*, S. 36–39; Wengenroth, *Die Flucht*; Abele/Barkleit/Hänseroth, *Innovationskultur*; Nelson, *National Innovation Systems*; und Lundvall, *National Systems*.

105 Constantin Goschler spricht in diesem Sinne von einer Nationalisierung der Wissenschaft und Verwissenschaftlichung der Nation. Goschler, *Deutsche Naturwissenschaft*, S. 97; Jessen/Vogel, *Die Naturwissenschaften*; Jordanova, *Science*; und Pestre, *Science*.

106 Ash, *Wissenschaft*, S. 35.

107 Butenandt, *Zur Frage*, S. 26.

schaften jedoch, wie Harnack es ausdrückte, zu einem „Großbetrieb“ geworden waren.¹⁰⁸ Die Reform von Forschung und Lehre im Bereich der Naturwissenschaften war bereits seit den 1880er Jahren eine Staatsaufgabe. Ein bedeutsamer Schritt war die teilweise Auslagerung und Konzentration der spezialisierten Forschung in außeruniversitären Einrichtungen wie der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (1887), der Kaiserlichen Biologischen Anstalt (1905) und schließlich den Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft (1911).¹⁰⁹ Die Gleichstellung der Technischen Hochschulen (1901) verwies zudem auf den Bedarf an gut ausgebildetem Personal für die wissensbasierten Industrien.¹¹⁰ Bereits um die Jahrhundertwende, erklärt die Historikerin Margit Szöllösi-Janze, sei ein arbeitsteiliges, hochdifferenziertes Wissenschaftssystem aus Universitäten, industriellen Forschungslaboratorien, außeruniversitären Einrichtungen und selbstverwalteten Förderorganisationen entstanden, das seitdem die Forschungslandschaft mit bemerkenswerter Kontinuität prägte.¹¹¹ Erfolge im internationalen Wettbewerb und auf dem Weltmarkt wurden auch auf die organisatorischen Leistungen des Staates zurückgeführt. Ihm kam damit die Aufgabe zu, die Innovationspotenziale von Wissenschaft und Industrie zu mobilisieren.¹¹² Mit dem Weltkrieg verkehrte sich jedoch der Vorsprung dieses wissenschaftlich-industriellen Gefüges deutscher Forschung im internationalen Konkurrenzkampf um Innovationen in einen dramatisch empfundenen und so dargestellten Rückstand. Wissenschaft und Industrie, assistiert durch ihre Gesellschaften, Standesorganisationen und einflussreichsten Persönlichkeiten, forderten den neuen Weimarer Staat unermüdlich auf, den Notstand der Forschung zu überwinden und die gehemmten Kräfte freizusetzen. Durch staatlichen Interventionismus etablierte und hauptsächlich staatlich finanzierte Forschungsförderung war in der Weimarer Republik über das Medium der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft organisiert und sollte damit befasst sein, die Interessen von Industrie, Staat und Wissenschaft zum gemeinsamen Wohl zu übersetzen. Diese Art der Gemeinschaftsarbeit bedurfte einer Förderungsinstitution, die sowohl Wissenschaftlichkeit garantierte als auch die Anpassung von Forschungsprojekten an staatliche und industrielle Ziele mit Fördergeldern belohnte. Dies galt insbesondere für die *Standardisierung* und *Aktivierung* der Enzyme, Hormone und Vitamine.¹¹³

Seit den 1920er Jahren arbeiteten Naturstoffchemiker in enger Kooperation mit der pharmazeutischen Industrie daran, ebenso neue und pharmakologische wie kompetente und natürliche Wirkstoffe zu gewinnen. Physiologen, Biologen, Biochemiker und Pharmakologen, von den Universitäten oft nur unzureichend aus-

108 Schmidt-Ott, *Die Organisation*, S. 806. Ash, *Wissenschaft*, S. 35; Trischler, *Wachstum*, S. 243; Vom Brocke, *Die Entstehung*; und Vom Bruch, *Langsamer Abschied*.

109 Lieske, *Forschung*, S. 225–237; Ritter, *Großforschung*; Pfetsch, *Staatliche Wissenschaftsförderung*; Lundgreen/Horn/Krohn/Küppers/Paslack, *Staatliche Forschung*.

110 Manegold, *Universität*.

111 Szöllösi-Janze, *Wissensgesellschaft*, S. 284.

112 Szöllösi-Janze, *Die institutionelle Umgestaltung*, S. 67; und Lundgreen/Horn/Krohn/Küppers/Paslack, *Staatliche Forschung*, S. 103–106.

113 Maier, *Einleitung*, S. 9.

gestattet, erhielten von der pharmazeutischen Industrie Geldzahlungen, Materialien, Informationen und technisches Know-how.¹¹⁴ Die Pharmaindustrie versprach sich von den akademischen Forschern hingegen ebenso einfach verwertbare Medikamente wie Hilfe bei technischen Problemen der Arzneimittelherstellung und generell Unterstützung bei der Vermarktung ihrer Produkte durch die mit hoher Reputation ausgestatteten Universitätsprofessoren. Je nach Vertrag erhielten die pharmazeutischen Unternehmen exklusive Rechte über die Techniken und das implizite Wissen, den privilegierten Zugriff auf bereits etablierte Produkte oder aber, und dies war die international bevorzugte Art der akademisch-industriellen Kooperation, Patentrechte, die exklusiv für die kooperierende Firma lizenziert waren.¹¹⁵ Für die pharmazeutische Industrie ging es um Innovationen, um die Produktion neuer Medikamente, die Fabrikation bis dato unbekannter Moleküle und die Schaffung klinischer Anwendungsmöglichkeiten, um Profite durch verbesserte Marktpositionen. Sie brauchte stabile und standardisierte Substanzen und therapeutisch oder besser noch prophylaktisch einsetzbare Wirkstoffe, zudem biochemische Informationen und Expertisen.¹¹⁶ Die Forschenden hingegen erhielten Materialien, konnten bestimmte Testverfahren und bearbeitete Substanzen überprüfen lassen, sicherten ihre wissenschaftlichen Laufbahnen, wurden als Hormon- und Vitaminforscher mit Renommee, Nobelpreisen und wiederum Patenten belohnt.¹¹⁷ Dies lässt sich nicht nur als Verwissenschaftlichung der Pharmaindustrie und Entstehen einer wissensbasierten Industrie bezeichnen, sondern ebenso wurden industrielle Fragestellungen und Markterfordernisse in die Laborforschung übernommen. Jean-Paul Gaudillière und Ilona Löwy sprechen in diesem Sinne von den Forschern als „unsichtbare Industrielle“ (*invisible industrialists*).¹¹⁸

Die Herstellung von Wirkstoffen als Spezialitäten bescherte Firmen wie Schering, Merck sowie den IG Farbenunternehmen Bayer und Hoechst höchste Profite. Wirkstoffe standen dabei weniger als patentierte Arzneimittel gegen Skorbut, Beriberi oder Myxödem, denn als Wundermittel und Garanten von Jugendlichkeit, Vitalität, Leistungstärke, Gesundheit, Fitness, sexueller Potenz oder Gebärfähigkeit im öffentlichen Interesse. Sie wurden als Triumph der modernen Wissenschaft in der Presse begrüßt, konstituierten ein neues, modernes Körperkonzept und waren nachgefragt als biologische Medikamente für ein optimiertes Leben. In populären Abhandlungen wurde unermüdlich ihre Geschichte erzählt und ihre utopischen Potenziale ausgemalt. Wissenschaftler waren zugleich damit befasst, das Wunderbare zu entfernen und zu intensivieren. Der Weg vom wirksamen *specificum* zum omnipotenten *panacea* war kurz.¹¹⁹ Im engen Sinne der von Joseph Schumpeter

114 Gaudillière, Biochemie, S. 203 f.

115 Gaudillière, Professional or Industrial Order; und Rasmussen, Moral Economy, S. 168 ff.

116 Gaudillière, Hormones, S. 84–87; und Gaudillière, Biochemie, S. 199 f. Das Konzept der Innovationstätigkeit der Pharmaindustrie wurde ausgearbeitet von Wimmer, Wir haben, S. 13–24, 371–379.

117 Werner, Berichtswelten.

118 Gaudillière/Löwy, Invisible; und Gaudillière, Biochemie S. 199 f.

119 Gaudillière, Introduction, S. 603; Stoff, Ewige Jugend, S. 144–156; und Werner, Vitamine als Mythos.

in den 1910er Jahren eingeführten ökonomischen Theorie, die Wissenschaftsentwicklung und Wirtschaftswachstum, „Erfolge im Unternehmerwettbewerb“ und Spitzenforschung miteinander vereinte, waren Wirkstoffe Innovationen, das heißt neu und marktfähig. Nach Schumpeter zählte die „Konkurrenz der neuen Ware, der neuen Technik, der neuen Versorgungsquelle, des neuen Organisationstyps“. Es ließe sich hinzufügen: der neuen Dinge und der neuen Stoffe.¹²⁰ Vitamine, so Casimir Funk, seien nicht nur von rein wissenschaftlich-medizinischem Interesse, sondern sie hätten auch in ökonomischer und staatswissenschaftlicher Hinsicht große Bedeutung erlangt. In einer bedeutsamen Nuance irrte Funk jedoch: Wirkstoffe *wurden* nicht ökonomisch-staatswissenschaftlich interessant, sie *waren* es von Beginn an.¹²¹

Trotz der scharfen Konkurrenzsituation namentlich zwischen den führenden deutschen, niederländischen und Schweizer Pharmaunternehmen Ciba, Hoffmann-La Roche, Organon, Merck, Schering und IG Farben bedingten die Patente zur Isolierung der Wirkstoffe, dass die Firmen miteinander kooperieren mussten. Für die 1920er und 1930er Jahre lässt sich geradezu von einer Vertrustung der pharmaindustriellen Wirkstoffproduktion sprechen, wie sie sich in den zahllosen Patentabkommen zeigt. Ciba war etwa bei der Hormonforschung mit Organon verbunden und Hoffmann-La Roche mit Schering. Ciba und Schering bildeten seit 1935 wiederum eine „Arbeitsgemeinschaft auf dem Gebiet der männlichen Hormone“. Zwei Jahre später wurden dann auch Boehringer, Chimio und Organon in diese Arbeitsgemeinschaft aufgenommen.¹²² Pharmaunternehmen waren aber ohnehin international verzweigt, um sich vor Ort ihre Interessen zu sichern. So hatten die Schweizer Pharmaunternehmen Ciba und Hoffmann-La Roche Tochtergesellschaften in Deutschland. Sie waren sogar direkt in die nationale Forschungsförderung integriert. Bei der DFG wurde 1933 ein Roche-Fond zur Förderung pharmakologischer und pharmazeutisch-chemischer Forschungen eingerichtet. Über diese Stiftung wurden Carl Kaufmanns Untersuchungen über die Einwirkung der Keimdrüsenhormone auf bestimmte Organsysteme ebenso mitfinanziert wie Hermann Druckreys Arbeiten zum Zusammenhang von Hormonen und Krebs.¹²³ Hoffmann-La Roche unterstützte auch noch während des Kriegs Forschungen deutscher Wissenschaftler, wie etwa die Enzymarbeiten von Eugen Ba-

120 Schumpeter, Kapitalismus, S. 146.

121 Funk, Die Vitamine, S. 1.

122 Gaudillière, Professional or Industrial Order, S. 126 ff.; Ratmoko, Damit die Chemie stimmt, S. 207–228; Ratmoko, Zwischen Kooperation und Konkurrenz; und Kalvoda, 60 Jahre, S. 2342. Zur Geschichte von Organon: Huijnen, De belofte van vitamines; Oudshoorn, Beyond.

123 Druckrey an DFG (20.10.1938) und Mentzel an Druckrey (20.12.1938), in: BA Koblenz, R 73/10786; sowie Greite, Notiz für Herrn Dr. Wildhagen (16.10.1935) und Antrag Kaufmann, „Untersuchungen über die Einwirkung der Keimdrüsenhormone auf spezielle Organsysteme“ (2.10.1935), in: BA Koblenz, R 73/12057. Roche Berlin trat 1937 der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft bei und spendete vor allem dem KWI für Medizinische Forschung. Straumann/Wildmann, Schweizer Chemieunternehmen, S. 245–248; und Peyer, Hoffmann-La Roche, Aufsichtsrat an Kuhn (28.10.1936), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 25, Nr. 37.

mann am Chemischen Institut in Tübingen.¹²⁴ Zahlreiche deutsche Wissenschaftler waren auch mit der Prüfung von Roche-Präparaten betraut.¹²⁵ Schließlich spielten die deutschen Tochtergesellschaften von Roche und Ciba eine durchaus wichtige Rolle bei der Versorgung der Wehrmacht mit Arzneimitteln und Vitaminpräparaten. Das deutsche Werk von Hoffmann-La Roche in Grenzach fungierte sogar als OKW-Spezialbetrieb.¹²⁶ Die chemische und medizinische Forschung, aber auch die pharmaindustrielle Produktion, Christopher Kobrak hat dies nachdrücklich für die Schering AG gezeigt, waren immer schon international ausgerichtet und doch national fixiert, zugleich kooperierend und konkurrierend.¹²⁷

Mit der pharmaindustriellen Produktion von erfolgreichen Wirkstoffpräparaten für einen prosperierenden Absatzmarkt wurde auch die universitäre Wirkstoffforschung langfristig gesichert. Wirkstoffe katalysierten den Austausch von Pharmaindustrie und Laborforschung.¹²⁸ Die DFG war aufgerufen, die Produktivität der Forschung, die an die möglichst reibungslose Assoziierung staatlicher, wissenschaftlicher und industrieller Interessen gebunden war, zu steigern. Ihre Aufgabe bestand jedoch auch darin, Forschern eine industrieunabhängige Finanzierung zu sichern und damit für eine „reine Naturerkenntnis“ zu sorgen. Alle erfolgreichen Wissenschaftler im Bereich der Wirkstoffforschung organisierten eine Mischfinanzierung ihrer Arbeiten sowohl durch die DFG als auch durch verschiedene pharmazeutische Firmen. Diese Kooperationen kulminierten in den kriegswichtigen und volkspolitischen Gemeinschaftsarbeiten des Nationalsozialismus. Die Gründung des kurzlebigen Deutschen Forschungsrats im Jahre 1949 markierte schließlich den Beginn einer dezidierten Verknüpfung wissenschaftlich-industrieller Koproduktivität mit einer Epistemologie der reinen wissenschaftlichen Erkenntnis. Der DFG kam dabei in der Nachkriegszeit eine zentrale Rolle bei der Mobilisierung aller Kräfte zur Verringerung des postulierten Forschungsrückstands im Bereich der Biologie und Biochemie zu.

124 Bamann/Schimke, „Über eine beachtenswerte Erscheinung bei der enzymatischen d-Peptidspaltung. Zur Frage nach der Ursache der sterischen Steuerung beim Eiweiss-Ab- und Aufbau“ (25.6.1941), in: BA Koblenz, R 73/10156.

125 Hoffmann-La Roche, Aufsichtsrat an Kuhn (28.10.1936), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 25, Nr. 37. Druckrey an DFG (20.10.1938) und Mentzel an Druckrey (20.12.1938), in: BA Koblenz, R 73/10786. Bächli, Vitamin C, S. 150 f.; Straumann/Wildmann, Schweizer Chemieunternehmen, S. 245–248; und Peyer, Roche.

126 Bächli, Vitamin C, S. 98 f., 200 f.; und Straumann/Wildmann, Schweizer Chemieunternehmen, S. 49, 247.

127 Kobrak, National Cultures.

128 Kuhn, Die Entdeckung, S. 312.

2.1. BIOLOGISCHE MEDIKAMENTE: ROHSTOFFE, PATENTE UND PROFITE, 1920–1934

Im Jahr 1931 verfasste der Apotheker Joseph Herzog einen Überblicksartikel über die seit der Jahrhundertwende neu eingeführten Arzneimittel. Nachdem er ausführlich erfolgreiche Handelspräparate wie Antipyrin, Pyramidon, Aspirin, Veronal, Novokain und Salvarsan gewürdigt hatte, verkündete er, dass die Chemie bei der Schaffung und Wertbestimmung von Arzneimitteln an Bedeutung verliere. Stattdessen werde die Biologie in erweitertem Maße das Werkzeug der einschlägigen Forscher.¹²⁹ Dass die Biologie zum pharmakologischen Arbeitsmittel werden konnte, war wiederum geknüpft an die chemische Reindarstellung von Hormonen und Vitaminen. Als biologisch galten die Wirkstoffe aufgrund ihrer Charakterisierung als Naturstoffe. Als solche konnten sie entdeckt, aus tierischen Organen gewonnen und im Tierexperiment getestet werden. Die Darstellung dieser Substanzen war jedoch ein chemisches Verfahren, im strengen Sinne eine technische Erfindung, die pharmaindustriellen Laboratorien oder externen wissenschaftlichen Mitarbeitern der Pharmaindustrie zu verdanken war.¹³⁰ Die biologische Auswertung, definierte Fritz Laquer vom Bayer-Werk in Wuppertal-Elberfeld, bilde bei diesen Substanzen die Grundlage sowohl für die chemische Forschung als auch für die therapeutische Anwendung.¹³¹ Im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts waren die Wirkstoffforschung und die Massenproduktion von Wirkstoffpräparaten entsprechend durch die Probleme der Beschaffung möglichst kostengünstiger biologischer Rohstoffe zur Gewinnung von Wirkstoffen und der Entwicklung von Testverfahren zur Eichung der Wirksamkeit geprägt.

Mit den gleichermaßen entdeckten und erfundenen Wirkstoffen etablierte sich im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts eine neue Definition von Gesundheit und Krankheit, eine „Ultrachemie“ und „Ultrapharmakologie“, gebunden an einen sich im ständigen Austausch mit seiner Umwelt befindenden biochemisch regulierten und regulierbaren Organismus.¹³² Neu etablierte Krankheitseinheiten wurden in der Klinik auf den damit korrespondierenden Einsatz der Wirkstoffe abgestimmt und der latent prekäre Wirkstoffkörper in ein System medikamentöser Regulierungen eingespannt, das auf untrennbare Weise Krankheiten und Arzneimittel verband.¹³³ Als gesund, so der Münchener Pharmakologe Walther Straub, könne eigentlich nur der Mensch bezeichnet werden, „der den richtigen, optimalen, ausgeglichenen Umsatz an Vitaminen und Hormonen in sich beherbergt“.¹³⁴ Vitamintherapie, stellte der Vitaminexperte Wilhelm Stepp lapidar

129 Herzog, Die neuen Arzneimittel, S. 195 f. Herzog war bis März 1934 Mitarbeiter und Berater der Handelsgesellschaft Deutscher Apotheker mbH (Hageda) und berichtete bis zu seinem erzwungenen Rückzug im Jahr 1933 im *Archiv der Pharmazie* jährlich von neuen Medikamenten. Er wurde in Theresienstadt ermordet. Leimkugel, Wege, S. 87 f.

130 Auffray, The Difference.

131 Laquer, Chemie, S. 97.

132 Oppenheimer, Neue Gebiete, S. 1692.

133 Greene, Releasing, S. 751; und Rasmussen, The Drug Industry.

134 Straub, Vitamine, S. 40.

fest, sei nichts anderes als Substitutionstherapie.¹³⁵ Auch der Begriff der Hormonsubstitution war um 1930 in der medizinischen Terminologie etabliert. Wirkstoffe erwiesen sich dabei in den 1920er Jahren als ausgesprochen vielversprechende Produkte der Pharmaindustrie, ja als deren innovativste Antriebskräfte. Es überstürzten sich geradezu die Ereignisse, die Veröffentlichungen und die neuen Produkte.¹³⁶

Initial wirkte Charles-Édouard Brown-Séquards auf einer Sitzung der Société de Biologie in Paris am 1. Juli 1889 vorgetragene Mitteilung, dass die Injektion eines durch Kompression von tierischem Hoden gewonnenen Saftes bei ihm erstaunliche Effekte der Vitalität und Potenz hervorgerufen habe.¹³⁷ Nach zehn Einspritzungen, so der 72-jährige Brown-Séquad, seien verloren geglaubte Kräfte zurückgekehrt. In der Folge verbreitete er weitere Wunderberichte über die Injektion von organischen Extrakten unter die Haut oder in das Rektum, bei denen es nicht nur zu Verjüngungseffekten, sondern auch zur Heilung einer großen Anzahl von Krankheiten und der männlichen Impotenz gekommen sei.¹³⁸ Brown-Séquards eindrucksvoller Bericht wurde in mehreren Folgen in den *Comptes rendus de la société de biologie* veröffentlicht und unverzüglich übersetzt. Der Brown-Séquardismus war eine hitzig debattierte medizinische Sensation der 1890er Jahre.¹³⁹ Unter den über 1200 Wissenschaftlern, an die Brown-Séquad kostenlos seine organische Flüssigkeit verschickte, befand sich auch der englische Physiologe Victor Horsley.¹⁴⁰ Bereits im Februar 1890 schlug Horsley eine Organotherapie mit Extrakten von Schafsschilddrüsen für die Heilung des Myxödems vor, eines Syndroms aufgeschwollener Veränderungen vor allem im Gesicht. Es war Horsleys früherer Schüler George Redmayne Murray, der eine entsprechende Behandlung einführte und dieses Krankheitsbild im Februar 1891 als Mangel an aktiver innerer Sekretion definierte. Noch im selben Jahr führte er die Behandlung mit Erfolg bei einer Patientin durch. Myxödem, so konnte Murray nun verbindlich verkünden, ist bedingt durch den Funktionsausfall der Schilddrüse.¹⁴¹ Im April 1891 publizierten Brown-Séquad und sein Assistent Arsène d'Arsonval daraufhin eine Art Denkschrift zum Zusammenhang von innerer Sekretion und Organotherapie. Diese neue Physiologie und die organotherapeutische *Aktivierung* bedingten einander.¹⁴² Brown-Séquad, schreibt der Historiker Chandak Sengoopta, inaugurierte eine klinische Revolution; aber, so muss angefügt werden, zugleich auch eine pharmakologische und pharmaindustrielle Umwälzung. In den 1890er Jahren zirkulierten auf dem pharmazeutischen Weltmarkt Präparate aus nahezu jedem

135 Stepp, Vitamine.

136 Herzog, Neue Arzneimittel des Jahres 1931, S. 190.

137 Brown-Séquad, The Effects. Sengoopta, The Most Secret Quintessence, S. 36–39; und Borell, Brown-Séquad's Organotherapy.

138 Brown-Séquad, The Effects.

139 Kahn, Regaining Lost Youth und Borell, Organotherapy, S. 240 f.

140 Brown-Séquad, New Therapeutic Method, S. 1212; und Medvei, The History, S. 160.

141 Murray, Note. Schlich, Die Erfindung, S. 58–62, 77 ff.; Medvei, The History, S. 161; und Borell, Organotherapy, S. 244–248.

142 Borell, Organotherapy, S. 235.

innersekretorischen Organ und für nahezu jeden therapeutischen Zweck.¹⁴³ Noch um 1900 bestanden die organotherapeutischen Präparate aus Presssäften und wässrigen Auszügen, wenige Jahre später wurden sie aber bereits mit organischen Lösungsmitteln extrahiert und weiter gereinigt.¹⁴⁴ Als ein innovatives Produkt erwies sich das 1895 von der Bayer AG auf den Markt gebrachte Jodothyryn. Der Freiburger Chemiker Eugen Baumann erklärte in der *Zeitschrift für physiologische Chemie* alle Spekulationen über die wirksame Substanz in den Schilddrüsen für beendet, indem er das aus der Drüse gewonnene Jod für die Heilerfolge bei Myxödem verantwortlich machte. Allerdings konnte über die Reinheit des so gewonnenen Präparats weiter spekuliert werden.¹⁴⁵ Damit war auch der erste internationale Wettkampf um die Isolierung eines Hormons eröffnet, den 1916 der amerikanische Chemiker Edward Calvin Kendall gewann, als er aus Jodothyryn eine nicht mit dem Jod identische, gleichwohl wirksame Substanz, genannt Thyroxin, isolierte und in kristalliner Form gewann.¹⁴⁶

Die Heilung des Myxödems bewies eindrucksvoll die klinischen Möglichkeiten der Organotherapie, aber es war Brown-Séquards grandioses Versprechen, das nachhaltig wirkte. Organotherapie meinte um 1900 zu allererst die Verjüngung und Potenzsteigerung des männlichen Leistungskörpers.¹⁴⁷ Der Berliner Internist Paul Fürbringer berichtete 1891 mit gewisser Empörung von den diesbezüglichen Forschungen der amerikanischen Pharmafirma Parke, Davis & Co, einem Präparat der Schering AG namens Piperazidin (später Piperazin) und dem von Alexander Pöhl in St. Petersburg entwickelten Spermin.¹⁴⁸ Sogenannte Liebesmittel wurden im Rahmen der entstehenden Sexualwissenschaft in den 1910er Jahren medikalisiert. Der Sexualwissenschaftler Magnus Hirschfeld beteiligte sich an der Herstellung eigener organotherapeutischer Impotenzmittel namens Titusperlen und Testifortan. Der mit Hirschfeld kooperierende Dermatologe Bernhard Schapiro entwickelte zudem Praejaculin, das neben präparierten Keimdrüsensubstanzen auch Belladonna, Kalzium, Lezithin und gewisse Sedativa enthielt.¹⁴⁹ Im Unterschied zu den zugleich einträglich und anrühigen Impotenzmitteln erschien die *Aktivierung* von Ovarialpräparaten zur Wiederherstellung der weiblichen Reproduktivität und der Milderung von Menstruations- sowie Klimakteriumsbeschwerden als klinisch

143 Sengoopta, *The Most Secret Quintessence*, S. 37. Zur Geschichte der Organotherapie: Jastrow, *Organpräparate*; Simmer, *Organotherapie*; Medvei, *The History*, S. 159–194; und Borell, *Organotherapy*.

144 Okintschitz, *Ueber die gegenseitigen Beziehungen*, S. 341.

145 Wormser, *Experimentelle Beiträge*; Baumann, *Ueber das normale Vorkommen*; und Murray, *Note*.

146 Kendall, *Isolation*.

147 Ich habe an anderem Ort auf die Bedeutung der Verjüngungstropfen hingewiesen. Stoff, *Ewige Jugend*. Auch: Sengoopta, *The Most Secret Quintessence*, S. 69–115.

148 Fürbringer, *Zur Würdigung*.

149 Hirschfeld/Schapiro, *Ueber die Spezifität*; und Hirschfeld/Linsert, *Liebesmittel*. Borgwardt, Bernhard Schapiro; und Herzer, Magnus Hirschfeld, S. 133 f.

unzweifelhaft, wissenschaftlich anerkannt und politisch erwünscht.¹⁵⁰ Eine bald unübersichtliche Menge solcher Therapeutika wurde in den ersten beiden Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts von pharmazeutischen Fabriken wie Hoffmann-La Roche in Basel, Merck in Darmstadt, Engelhard in Frankfurt am Main, Freund & Redlich in Berlin oder Knoll in Ludwigshafen produziert und distribuiert.¹⁵¹ Der Gynäkologe Bernhard Zondek warnte aber schon 1922 vor den übertriebenen Hoffnungen, die durch die „schönen praktischen Erfolge“ geweckt worden seien, welche die Lehre von der inneren Sekretion bei der Behandlung des Myxödems zeitigten. Auch in dem Spezialfach der Gynäkologie, kritisierte Zondek, nehme diese einen Platz ein, der ihr zweifellos nicht zukomme: „Schuld daran ist, das möchte ich gleich vorweg nehmen, meines Erachtens zum Teil die Organotherapie.“ Zondek fasste seine Bedenken schließlich in einer geradezu häretischen Frage zusammen: „(G)ibt es überhaupt eine Substitutionstherapie?“¹⁵² Die organotherapeutischen Produkte, resümierte er sein Habilitationsthema, seien selbst je nach Fabrikationsart viel zu unterschiedlich und zu unrein. Die biologische Wirkung sei von der Art der Herstellung abhängig und die biologische Untersuchung anfällig für Fehler. Eine spezifische Wirkung werde oft angenommen, obwohl es sich um die Wirkung unspezifischer Körper handle. Die Mitte der 1920er Jahre im Handel befindlichen Präparate enthielten überhaupt kein spezifisches Hormon in wirksamer Menge. Die Darstellung der Extrakte endokriner Drüsen, fügte er 1927 an, sei auf einen falschen Weg gelangt.¹⁵³ Auch Walter S. Loewe, einer der renommiertesten Pharmakologen der 1920er Jahre, der 1934 in die USA emigrieren musste, bewies 1925 eindrucksvoll die schwache Wirksamkeit der Organotherapie.¹⁵⁴ Schon in den 1910er Jahren hieß es deshalb, dass die Organotherapie sich in Chemotherapie verwandeln müsse. Der in Deutschland viel rezipierte russische Gynäkologe Ludwig Okintschitz zitierte in einem 1914 im *Archiv für Gynäkologie* publizierten Artikel die richtungsweisende Feststellung seines Kollegen P. S. Ussow, „dass wir durch Anwendung reiner Hormone und nicht der Organextrakte Reaktive zu unserer Verfügung erhalten müssten, durch die wir imstande wären, das Leben der Zellen zu dirigieren“.¹⁵⁵

Die Massenproduktion verlässlicher Medikamente war an die *Standardisierung* von Wirkstoffen geknüpft. Dass dies überhaupt möglich sei, war bereits im Jahr 1900 exemplifiziert worden. Fünf Jahre zuvor hatten die Physiologen George Oliver und Edward Albert Schäfer eine Substanz der Nebennierenextrakte in einen anderen Körper injiziert. Die amerikanischen Biochemiker John Jacob Abel und Albert C. Crawford gaben dieser Substanz 1897 den Namen Epinephrin. Es waren hierbei gerade nicht teratogene Erscheinungen, sondern Blutdruck steigernde und Gefäß verengende Ereignisse, die auf einen innersekretorischen Wirkstoff verwie-

150 Sengoopta, *The Modern Ovary*; Simmer, *Organotherapie*; und Simmer, *The First Experiments*.

151 Meyer, *Etwa ein Molekül*, S. 353.

152 Zondek, *Experimentellen Untersuchungen*, S. 20.

153 Zondek, *Das Ovarialhormon*, S. 13; und Zondek, *Experimentellen Untersuchungen*, S. 23, 25. Zu Zondek: Rohde/Hinz, *Endokrinologische Forschung*, S. 132 ff.

154 Loewe/Voss, Walter S. Loewe.

155 Okintschitz, *Ueber die gegenseitigen Beziehungen*, S. 333.

sen, der 1900 unabhängig voneinander von Thomas Aldrich und Jokichi Takamine sowie dessen Assistenten Keizo Uenaka in kristallisiertem Zustand gewonnen wurde.¹⁵⁶ Ein Jahr später brachte das US-amerikanische Pharmaunternehmen Parke, Davis & Co die isolierte Nebennierensubstanz in relativ reiner Form unter dem Namen Adrenalin auf den Markt. In nuce wurde die Entwicklung einer körpereigenen Substanz als ein kompetenter Wirkstoff, der ein Arzneimittel ist, durchexerziert.¹⁵⁷ Die Konstitutionsaufklärung, um die seit 1900 namentlich Abel und der Wiener Chemiker Otto von Fürth konkurrierten, blieb umstritten, bis 1906 Friedrich Stolz von den Farbenwerken Hoechst verkündete, dass er 1904 ein dem Adrenalin entsprechendes Keton synthetisch hergestellt habe. 1907 wurde Suprarenin von Hoechst auf den Markt gebracht.¹⁵⁸ Adrenalin fungierte in der Folge als Referenzpunkt für die Möglichkeiten der Wirkstoffforschung und für die Leistungsfähigkeit der Wirkstoffe selbst. Auch wenn es im Vergleich zu den organotherapeutischen Mitteln ein weniger erfolgreich vermarktbare Produkt war – indiziert war es zunächst als Asthmamittel –, intensivierte die Produktion des Adrenalins, ein Name der in den USA von Parke, Davis & Co patentrechtlich geschützt worden war, die enge Zusammenarbeit zwischen Forschungslaboratorien und pharmazeutischer Industrie.¹⁵⁹

Die Vormacht der organischen Präparate, erklärt Wolfgang Wimmer in seiner Studie über die deutsche Pharmaindustrie, schwand jedoch erst mit der Herstellung des Insulins.¹⁶⁰ Dieses Pankreashormon markierte Mitte der 1920er Jahre einen dramatischen Schwellenpunkt, weil die kurativ-substituierende Leistungsfähigkeit eines isolierten Wirkstoffs sich auch in beeindruckenden Heilerfolgen bei einer Volkskrankheit bewies. Mit dem Insulin, verkündete 1924 Walter Fornet in einem Beitrag in der populär gehaltenen Wissenschaftszeitschrift *Die Umschau*, sei die fromme Legende von der Auferweckung des Lazarus Tatsache geworden.¹⁶¹ Seit Mitte des 19. Jahrhunderts wurde über die Ursache des Diabetes gerätselt. 1889 – im Jahr klassischer Experimente der inneren Sekretion – experimentierten Joseph von Mehring und Oskar Minkowski zum Zusammenhang der äußeren Sekretion des Pankreas mit der Fettresorption, riefen jedoch bei Hunden Symptome hervor, die dem Diabetes mellitus glichen. Das Pankreas, schlossen sie, wirke innersekretorisch auf den normalen Zuckerstoffwechsel ein, Störung und Ausfall dieser Funktion führe dann zur Zuckerkrankheit. 1893 vermutete Edouard Laguesse schließlich, dass die sogenannten Langerhansschen Inseln im Gewebe der Pankreas die innersekretorische Quelle der Regulierung des Zuckerstoffwechsels darstellten.¹⁶² Die Versuche, Diabetes durch die Zufuhr von Pankreasextrakten zu heilen,

156 Ammon/Dirscherl, *Fermente*, S. 284.

157 Zur Geschichte des Adrenalins: Rasmussen, *On Speed*, S. 7–12; Parascandola, *The Development*; Sneader, *Drug Discovery*, S. 155 ff.; und Bennett, *One Hundred Years*.

158 Fürth, *Zur Kenntnis*; Stolz, *Über Adrenalin*; und Fürth, *Hormontherapie*; Bockmühl, *Friedrich Stolz*, S. 285; Weisser, *Das erste Hormon*; und Kaiser/Klinkenberg, *Cortison*, S. 24.

159 Tansey, *What's in a Name?*

160 Wimmer, *Wir haben*, S. 239 f.

161 Fornet, *Die wirtschaftliche Bedeutung*, S. 848.

162 Ammon/Dirscherl, *Fermente*, S. 157 f.; und Umber, *Werden*, S. 1157.

scheiterten daran, dass das Ferment Trypsin den innersekretorischen Wirkstoff zerstörte. Erst als 1921 Frederick Banting am von John James Richard Macleod geleiteten Physiological Institute der University of Toronto zusammen mit Charles Best die Unterbindung des Ausführungsganges der Bauchspeicheldrüse akribisch durchführte, gelang es, jene innersekretorische Substanz, die den Kohlenhydratstoffwechsel reguliert und seit 1909 als Insulin firmiert, zu isolieren.¹⁶³ Nachdem James B. Collip das Isolierungsverfahren optimiert und klinisch anwendbar gemacht hatte, konkurrierten in der Folge die großen Pharmaunternehmen um die Vormachtstellung bei der Insulinproduktion. In den USA war es das Pharmaunternehmen Eli Lilly & Co, das seit 1922 mit der University of Toronto bei der Herstellung von Insulin kooperierte.¹⁶⁴ In Europa hatte zunächst Organon in den Niederlanden einen Vorsprung. Seit November 1923 produzierte auch das Bayerwerk in Wuppertal-Elberfeld ein vollwertiges Insulinpräparat, das aber zunächst nicht in die Großproduktion gelangte. Auch bei Hoechst versuchte man im März 1921 ein isoliertes Pankreasextrakt zu produzieren, ohne jedoch die Qualität des Torontoer Produkts zu erreichen. Im Juli 1923 gelang nach der Lizenzierung durch die kanadischen Patentinhaber und Übersendung der Produktionsvorschriften die Herstellung eines hochwertigen Erzeugnisses. Im November kam dieses dann in zwei unterschiedlichen Konzentrationen in den Verkauf. Hoechst etablierte sich von da an als einer der Marktführer im Bereich der Insulinpräparate.¹⁶⁵

Während das Insulin Mitte der 1920er Jahre die Überlegenheit angloamerikanischer Forschung zu beweisen schien, imponierte Vigantol, der Handelsname für das Vitamin D, als das erste deutsche Wirkstoffserfolgsprodukt. Nicht nur war das Vitamin D als antirachitisches Mittel von staatswichtiger Bedeutung, es erwies sich auch als besonders gewinnbringend. Mit dem vom Göttinger Chemiker Adolf Windaus in einer internationalen Kooperation als Bestrahlungsprodukt entwickelten D-Vitaminpräparat stellten Merck und die IG Farben das Medikament Vigantol in Form von Lösung, Pastillen und Dragees her. In Großbritannien kam zeitgleich Radiostol als Produkt der British Drug Houses auf den Markt. Schon 1927 häuften sich dann einhellig begeisterte Berichte über die klinischen Erfahrungen mit Vigantol.¹⁶⁶ Vitamin D konnte Ende der 1920er Jahre als bestrahltes Ergosterin (Vigantol), in bereits aktivierter Form im Lebertran und durch direkte Bestrahlung antirachitisch eingesetzt werden. Wie Paul György 1929 auf einer Tagung der Deutschen Gesellschaft für Lichtforschung zusammenfasste, ließen sich zwischen diesen Verfahren in klinischer Beziehung keine Unterschiede feststellen.¹⁶⁷ Bestrahlte Frischmilch und Vigantol waren jedoch im Gegensatz zu den Lebertranpräparaten und der direkten Bestrahlung standardisier- und dosierbar, zudem

163 Ammon/Dirscherl, *Fermente*, S. 159; und Biedl, *Innere Sekretion*, S. 344–370. Zur Geschichte der Insulinentwicklung: Schlich, *Die Erfindung*, S. 102–122; Kohl, *Insulin*; Medvei, *The History*, S. 249–258; Bliss, *The Discovery*; und Borell, *Organotherapy*, S. 248–252, 261.

164 Rasmussen, *Moral Economy*, S. 169.

165 Dilg, *Zur Frühgeschichte*, S. 11 f.; und Wimmer, *Wir haben*, S. 240, 247.

166 U. v. a. Strote, *Klinische Erfahrungen*; und Prinke, *Klinische Erfahrungen*; Haas, *Vigantol*, S. 238–242; und Kamminga, *Vitamins*, S. 95.

167 György, *Licht*, S. 96.

kostengünstig und deshalb auch gezielt in großem Maßstab einsetzbar.¹⁶⁸ Gleichwohl war für Herzog noch 1933 keineswegs geklärt, ob Lebertran oder bestrahltes Ergosterin die Oberhand als Arzneistoff behalten werde. Dies, so merkte er mit einiger Ironie an, werde auch durch die Konkurrenz zwischen Pharmaindustrie und Lebertranfirmen entschieden.¹⁶⁹ Dem Windaus-Mitarbeiter Otto Linsert gelang schließlich 1931 die Synthetisierung des physiologisch hoch wirksamen Vitamin D₂, das bis in die 1950er Jahre zur Herstellung von Vigantol verwendet wurde.¹⁷⁰ In Zusammenarbeit mit dem IG-Farbenwerk in Elberfeld und Merck arbeiteten Windaus und seine Mitarbeiter in der Folge an der leichteren Zugänglichkeit des Markenproduktes.¹⁷¹

Die Forschungslaboratorien pharmazeutischer Unternehmen wie Bayer, Hoechst und Schering wurden Mitte der 1920er Jahre anlässlich der Bedeutung der Wirkstoffproduktion umstrukturiert. Bei der Schering AG wurde am 1. Oktober 1923 Walter Schoeller Forschungsleiter jenes Hauptlabors, das durch die Arbeiten des Pharmakologen Max Dohrn bereits auf Wirkstoffe wie Thyroxin und Insulin ausgerichtet war. Scherings Hauptlabor basierte, nicht anders als bei den konkurrierenden Pharmaunternehmen, auf der grundsätzlichen Unterteilung in ein Chemisch-Synthetisches Labor und eine tierexperimentelle Abteilung. Um das Hauptlabor entstand in der Folge eine Infrastruktur mit einer eigenen Literaturabteilung und einem Labor für Mikroanalyse. 1937, am vorläufigen Ende dieser Transformation, bestand es schließlich aus einer Laborleitung mit Sekretariat, dem ein Chemisches und Chemotherapeutisches Labor sowie ein Hormonlabor mit Pharmakologie untergeordnet waren. Besondere Bedeutung kam zudem der Patentabteilung zu. Es existierten enge Beziehungen zu Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen. In ausgelagerten Versuchsbetrieben sollten dann die neuen Verfahren zur Herstellung der pharmazeutischen und technischen Produkte als distribuierbare Waren, Chemikalien und Spezialitäten aktualisiert werden. Im kaufmännischen Bereich bestand eine medizinisch-wissenschaftliche Abteilung, welche die Produkteinführung und den Vertrieb durchzuführen hatte. So sollte ein stetiger Innovationsfluss aus den internen Laboratorien gesichert werden, um das Planziel zu sichern, alle fünf Jahre ein neues Präparat auf den Markt zu bringen.¹⁷² In den 1920er Jahren, so Gaudillière, entstand ein Innovationsregime, das auf einer Biologie der Moleküle basierte und den medizinischen Fortschritt mit Chemotherapie gleichsetzte. Dieses nach dem Ersten Weltkrieg dominante System förderte enge Beziehungen zwischen biologischer Forschungspraxis und industri-

168 György, Licht, S. 98; Holmes/Clough, *The Chemical and Physical Characteristics*, S. 409.

169 Herzog, *Neue Arzneimittel*, S. 193. Ich habe an anderer Stelle gezeigt, dass der Mehrwert des Lebertrans vor allem in dessen pädagogischer Funktion bestand. Stoff, Dann schon lieber Lebertran.

170 Dithmar, *Zur Darstellung*, S. 125; und Herzog, *Neue Arzneimittel des Jahres 1932*, S. 194. Erst 1952 stellten Merck und Bayer bei der Vigantol-Produktion auf das schon Mitte der 1930er Jahre erarbeitete Vitamin D₃, bestrahltes 7-Dehydrocholesterin, um. Haas, *Vigantol*, S. 174–179.

171 Windaus an DFG (2.10.1939), in: BA Koblenz, R 73, Nr. 15730.

172 Wimmer, *Wir haben*, S. 294–297.

eller Herstellung. Entsprechende Transaktionen und Kooperationen waren durch Verträge und Nutzungsrechte geregelt.¹⁷³ Das Ziel der pharmazeutischen Großunternehmen war die Produktion reiner, standardisierter Substanzen und deren molekulare Umgestaltung zur Gewinnung neuer, bis dato unbekannter Produkte. In der Praxis führte der Weg tendenziell zur Koexistenz der Aufarbeitung biologischen Materials mit der chemischen Konstruktion biologischer Substanzen. Die Herstellung von Wirksamkeit war dabei immer auch die Herstellung von Marktfähigkeit. Physiologen, Pharmakologen, Biologen und Biochemiker befassten sich in enger Kooperation mit den Pharmaunternehmen damit, die Kompetenzen leistungsfähiger Biokatalysatoren zu erweitern. Zudem wurde mit den Forschungsprinzipien der Chemotherapie eine Zusammenarbeit von Chemikern und Medizinern notwendig.¹⁷⁴

Alle Pharmaunternehmen schlossen Kooperationsverträge mit den anerkanntesten promovierten und habilitierten Chemikern und Biologen. Dabei handelte es sich um gleichberechtigte und der eigenen Industrieforschung komplementäre Vertragsforschung.¹⁷⁵ Das Verhältnis zwischen der Industrie und den Wissenschaftlern konnte von unterschiedlicher Intensität und auch unterschiedlich erfolgreich sein. Otto Warburg, den Mitte der 1920er Jahre eine eher glücklose Zusammenarbeit mit Schering bei der Herstellung von Tabletten für künstliche Mineralwässer verbunden hatte, blieb dennoch mit dem Berliner Pharmaunternehmen in Kontakt und justierte auch seine eigentlich dynamische Biochemie zum Vitamin B₂ auf die Verwertungsinteressen und die Logik der industriellen Synthese aus. Aus der Zusammenarbeit Warburgs mit Schering gingen seit Mitte der 1930er Jahre zudem zahlreiche Patente zur Herstellung, Reinigung und Synthese des gelben Atmungsferments hervor.¹⁷⁶ Im August 1923 verhandelte der Vorstand der Schering AG in Person von Julius Weltzien mit dem Wiener Physiologen Eugen Steinach, der durch seine Verjüngungsoperationen zu einer Weltberühmtheit geworden war, über die Herstellung eines Follikelhormonpräparats. Im Dezember des Jahres wurde vertraglich beschlossen, dass Steinach für die Prüfung von Scherings Präparaten einmalig 15.000 Dollar und eine Umsatzbeteiligung erhalten sollte. Die Extraktionsarbeiten bei Schering führte Dohrn durch, während Steinach mit Walter Hohlweg einen eigenen Chemiker beschäftigte, der später als Scherings bedeutsamster Biochemiker gelten sollte.¹⁷⁷

Richard Kuhn hatte bereits im Oktober 1926 einen Vertrag mit IG Farben unterzeichnet, durch den er sich zur Erfüllung von Forschungsaufträgen und zum Erstellen von Gutachten verpflichtete. Die IG Farben bezahlte Kuhn, der zu dieser Zeit den Lehrstuhl für Allgemeine und Analytische Chemie an der ETH Zürich

173 Gaudillière, *Biochemie*, S. 199, 213 ff.

174 Gaudillière, *Biochemie*, S. 198 f., 205 und Wimmer, *Wir haben*, S. 238, 240 f. Wimmer zeigt dies ausführlich für Bayer, Hoechst und Schering. Wimmer, *Wir haben*, S. 233–326.

175 Lieske, *Forschung*, S. 13–16, 228.

176 Warburg, *Über künstliche Mineralwässer*. Werner, *Forschungskonzeptionen*, S. 98 f.; Wimmer, *Wir haben*, S. 299; und Werner, *Ein Genie*, S. 152–162.

177 Walch, *Sexualhormone*; Meyer, *Etwa ein Molekül*, S. 354; und Wimmer, *Wir haben*, S. 304 ff. Zu Hohlweg: Rohde/Hinz, *Endokrinologische Forschung*, S. 145–150.

innehatte, eine Assistenzstelle.¹⁷⁸ Mit der IG Farben war Kuhn zusammen mit Paul György, der 1933 in die USA emigrierte, außerdem bezüglich eines Verfahrens zur Herstellung des gegen Hauterkrankungen wirksamen H-Vitamins und der „aller Wahrscheinlichkeit nach“ mit dem Vitamin B₂ identischen Flavine vertraglich verbunden.¹⁷⁹ Kuhn beließ es aber nicht bei der Zusammenarbeit mit IG Farben, sondern band sich gleich an mehrere Pharmaunternehmen. So knüpfte er bereits 1927 vertragliche Beziehungen zur Ciba. Mit Boehringer Ingelheim schloss er 1938 einen Vertrag über die Übertragung der Verfahren zur Herstellung von Acetyl-Xylenol-o-carbonsäure, die, so Kuhn, „therapeutisch wertvolle Ergebnisse“ lieferten. Kuhn musste demnach alle seine Resultate Boehringer mitteilen, Veröffentlichungen mit Boehringer absprechen und die erlangten Kenntnisse geheim halten. Dafür würde Boehringer In- und Auslandspatente anmelden. Kuhn sollte dann knapp 5 Prozent des zu erwartenden Jahresumsatzes von 100.000 bis 200.000 RM erhalten.¹⁸⁰ Seit dem Februar 1938 kooperierte Kuhn bei der Gewinnung von Vitamin B₆ aus natürlichem Material oder durch Synthese zugleich mit Karl Merck und Heinrich Hörlein (IG Farben) in einer Arbeitsgemeinschaft zur Vitaminforschung. Kuhn wurde mit drei Prozent am Nettoumsatz dieser zur Konstitutionsaufklärung und Synthese des Vitamins führenden Forschungsarbeiten beteiligt.¹⁸¹ Für das Vitaminmischpräparat Priovit ließ sich Kuhn 1942 außerdem von der IG Farben eine Umsatzbeteiligung von 7.200 RM garantieren. Im Kalenderjahr 1943 betrug der Jahresnettoumsatz für Laktoflavin und Priovit dann bereits fast 800.000 RM.¹⁸² Im Kontext der nationalsozialistischen Vitaminisierungspolitik kann Kuhn durchaus als ein Kriegsgewinnler bezeichnet werden.

Auch Windaus kooperierte bei seinen Standardisierungsarbeiten zu den Vitaminen A und D mit Merck und der IG Farben.¹⁸³ Auf seine Vermittlung hin wurde wiederum Butenandt 1928 von Schering mit der Extraktion und Reindarstellung der Sexualhormone beauftragt. Für Butenandts Beziehung zu Schering gilt, dass es sich nicht um eine gewöhnliche Drittmittelfinanzierung handelte. Es bestand vielmehr, wie es der Wissenschaftshistoriker Bernd Gausemeier herausstreicht, „eine geradezu symbiotische Arbeitsbeziehung“, die zur Isolierung der mit dem eingeführten Produktnamen Progynon versehenen Östrogene führte. Für das spätere Verhältnis von Schering zu dem unter Butenandts Leitung stehendem Kaiser-Wilhelm-Institut (KWI) für Biochemie ergab sich das Paradox, dass die

178 Schmaltz, *Kampfstoff-Forschung*, S. 364.

179 Vertrag zwischen IG Farben und Kuhn sowie György (8.11.1933), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 25, Nr. 37. Vitamin B₂ wurde in den 1930er Jahren auch als Laktoflavin bezeichnet und firmiert heute als Riboflavin.

180 Vertrag zwischen Boehringer Ingelheim und Richard Kuhn (27.7.1938), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 25, Nr. 37.

181 Der Vertrag wurde allerdings erst im Mai 1940 unterzeichnet. Vertrag zwischen Merck sowie IG Farben und Kuhn (21.5.1940), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 25, Nr. 37. Schmaltz, *Kampfstoff-Forschung*, S. 390 ff.

182 Bayer, Abteilung K an Kuhn (14.7.1944) und IG Farben an Kuhn (25.6.1942), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 25, Nr. 37.

183 Haas, *Vigantol*.

meisten physiologischen Versuche in den Laboratorien der Pharmaindustrie durchgeführt wurden, während am KWI eine Art industrielle Biochemie praktiziert wurde.¹⁸⁴ Butenandts Konkurrent Leopold Ruzicka, von 1919 bis 1957 Vorsteher des Laboratoriums für organische Chemie der ETH Zürich, schloss wiederum mit der Ciba einen Kooperationsvertrag zur Hormon- und Antibiotikaforschung, der höchst erfolgreich in der Isolierung des Testosterons mündete.¹⁸⁵

Die Arbeit an einem vertrauensvollen Verhältnis mit gegenseitigen Freundschaftsgaben und Zugeständnissen war eine unerlässliche Basis erfolgreicher Zusammenarbeit zwischen den kollegial und gleichrangig verbundenen Repräsentanten der pharmazeutischen Industrie und den Wissenschaftlern. Beispielhaft galt diese produktive personelle Verbindung für das Vertrauensverhältnis zwischen Butenandt und Schoeller. Die Zusammenarbeit von Universitätsprofessoren und Pharmaindustrie aktualisierte sich in molekularen Strukturen, vermarktbareren Pharmaka und Patenten.¹⁸⁶ Letztere regelten auf vertraglicher Ebene die Verfahren zur Herstellung von Wirkstoffen und banden Wissenschaftler und Industrie auf konstitutive Weise aneinander. In Deutschland wurde dabei nicht der Wirkstoff als Entdeckung, sondern das kontrollierte und standardisierte Verfahren zur Herstellung einer innovativen Entität als Erfindung patentiert.¹⁸⁷ Anders war die Situation in den USA, Kanada und Großbritannien, wo in den 1920er und 1930er Jahren anhaltend über die Patentierbarkeit von Naturprodukten und der Allgemeinheit dienender Arzneimittel gestritten wurde. Die Patentierung von Wirkstoffen war durchaus gängige Praxis, auch wenn die Unterscheidung von Entdeckung und Erfindung knifflig blieb.¹⁸⁸ Schutzrechte im Bereich von Arzneimitteln, so lauteten die Argumente der Befürworter von Patenten auf Therapeutika, sollten zugleich die Verbraucher schützen, Profite garantieren und neue Forschungen an den Universitäten anregen. Als Edward A. Doisy das Follikelhormon kristallisierte, übergab er und seine Mitarbeiter alle Rechte an die University School of Medicine in St. Louis. Das Herstellungsverfahren des Theelin benannten Präparats wurde daraufhin patentiert. Alle durch die Lizenzen erzielten Gewinne erhielt die Universität.¹⁸⁹ Die zunehmende Beteiligung von Wissenschaftlern an Patenten führte jedoch 1933 dazu, dass die Johns Hopkins University, ähnlich wie Harvard und ein Jahr später die University of Pennsylvania, Richtlinien erließ, nach denen kein Mitglied der medizinischen Fakultät Patente auf eine medizinische Erfindung gewinnen dürfe.¹⁹⁰

184 Gausemeier, *Natürliche Ordnungen*, S. 187; und Gaudillière, *Biochemie*, S. 205.

185 Ratmoko, *Damit die Chemie stimmt*, S. 190–207; und Guggerli/Kupper/Speich, *Die Zukunftsmaschine*, S. 200.

186 Gaudillière, *Biochemie*, S. 204, 221–224; Werner, *Vitamine als Mythos*, S. 72 ff.; und Werner, *Vitamine*, S. 65.

187 Gaudillière, *Professional or Industrial Order*, S. 107 ff.; Bunz, *Adrenalin*; und Fleischer, *Patentgesetzgebung*.

188 Gabriel, *Intellectual Property*, S. 161 f., 167 ff. und Cassier/Sinding, *Patenting*, S. 154 f.

189 Zum Busch, *Aus England. Bud, Upheaval*, S. 176 ff.; Metlay, *Reconsidering Renormalization*, S. 568, 570–578; und Rasmussen, *Moral Economy*, S. 170–174.

190 Rasmussen, *Moral Economy*, S. 174.

Höchst unterschiedlich verliefen die Patentierungen des Insulins und des Vitamin D. Die Patente für Insulin lagen bei Banting, Best und Collip von der University of Toronto. Eli Lilly & Co, die das Primat wissenschaftlicher Unabhängigkeit und philanthropischer Ziele akzeptierte, erhielt für ein Jahr ein Exklusivrecht auf die Herstellung des zunächst Iletin genannten Präparats.¹⁹¹ Macleod hatte in Kanada, den USA und anderen Ländern die Einrichtung von Insulinkomitees initiiert, die ehrenamtlich die Herstellung von Insulinprodukten überprüfen sollten. Dem Deutschen Insulinkomitee stand Oskar Minkowski vor. Der patentamtlich geschützte Name „Insulin“ bezeichnete jede Charge des Präparates, die der Prüfung durch das Komitee unterzogen und für einwandfrei befunden wurde. Das Torontoer Komitee selbst stellte dann den zur Herstellung von Insulin lizenzierten Firmen alle ihre Erfahrungen über die verschiedenen Herstellungsverfahren zur Verfügung, verlangte aber wiederum, dass die Pharmaunternehmen selbst ihre Erkenntnisse nach Toronto übermittelten.¹⁹² Friedrich Umber merkte jedoch 1932 an, dass die Herstellung des Insulins wenig rentabel sei. Obwohl das Torontokomitee keine Gebühren erhob, gaben Firmen wie Merck, die Sächsischen Serumwerke und auch Pharmagans die Produktion im Laufe der 1920er Jahre wieder auf.¹⁹³ Windaus hingegen hatte sich noch 1927 mit Merck und der IG Farben vertraglich über die Patentanmeldung des Herstellungsverfahrens für Vitamin D geeinigt. Die beiden Pharmaunternehmen waren zur Kooperation verpflichtet, und Windaus erhielt eine sofortige Zahlung von 50.000 RM. Eine Beteiligung am Reingewinn wurde ihm zugesichert, und er bekam bis in die 1950er Jahre hinein eine Erfinderbeteiligung.¹⁹⁴ Ein Verfahren zur Gewinnung von Vitamin D durch UV-Bestrahlung hatte Harry Steenbock allerdings bereits 1923 entwickelt und im Juni 1926 durch die eigens eingerichtete Wisconsin Alumni Research Foundation patentieren lassen. Das Windaussche Patent war deshalb abhängig vom Steenbockschen Patent, Merck und IG Farben gegenüber der Foundation lizenzpflichtig. Ein entsprechender Vertrag zwischen der IG Farben und der Foundation über die Herstellung und den Verkauf von aktiviertem und bestrahltem Ergosterin und dessen Derivaten, der schließlich auch Merck mit einbezog, wurde im November 1928 geschlossen.¹⁹⁵

Die juristische Einschränkung auf die Patentierung der Herstellungsverfahren in Deutschland genügte sowohl den Interessen der pharmazeutischen Industrie als auch den Standesgeboten der Wissenschaft und fungierte als stabile Basis für industriell-wissenschaftliche Kooperationen. Als prägend für die Ausgestaltung dieser Zusammenarbeit erwiesen sich die aufwendigen und langwierigen Zulassungsverfahren durch das Reichspatentamt. Patente regulierten die industriell-

191 Cassier/Sinding, Patenting, S. 155 f.; und Rasmussen, Moral Economy, S. 169.

192 Umber, Werden, S. 1158. Cassier/Sinding, Patenting, S. 161 ff.; und Bliss, The Discovery, S. 131–134.

193 Umber, Werden, S. 1159. Dilg, Zur Frühgeschichte, S. 12 f.

194 Haas, Vigantol, S. 97 ff.

195 Haas, Vigantol, S. 101–105, 112–122. Zu Steenbocks Patent: Bud, Upheaval, S. 176 ff.; und Apple, Patenting.

technische Organisation der Wirkstoffe und sicherten zugleich Unternehmen wie Schering ihre Monopolstellung. Die entsprechenden Forschungsarbeiten waren vor allem vonseiten der bei Schering beschäftigten Chemiker immer schon an den Regularien des Reichspatentamtes ausgerichtet.¹⁹⁶ Unumstritten war in Deutschland zudem, dass auch die Forscher selbst von den Patenten profitierten und die Gewinne privatisiert werden konnten. Schering erzielte von 1925 bis 1945 im Gebiet der Sexualhormone und –steroiden mehr als siebenzig Patente. An etwa der Hälfte dieser Patente war der Arbeitskreis Butenandt beteiligt. Während es um 1930 vor allem zur Patentierung von Verfahren zur Isolierung von Sexualhormonen aus Körperflüssigkeiten kam, wurden seit Ende der 1930er Jahre vorrangig Prozeduren zur Synthese von Sexualhormonen und zur Herstellung von Analoga geschützt.¹⁹⁷ Für Kuhn wiederum konnten 1949 rückblickend 31 Patente vermerkt werden, die er in den Jahren von 1928 bis 1941 in Deutschland, Frankreich, Kanada, Schweden, den USA und der Schweiz erlangt hatte.¹⁹⁸ Petra Werner hat ausführlich den durchaus konfliktreichen Kampf um Patente geschildert. Besonders dramatisch war der von 1937 bis 1938 vor Patentgerichten ausgetragene Streit zwischen einerseits Otto Warburg (Schering), Paul Karrer und Hans von Euler (beide Hoffmann-La Roche) sowie andererseits Richard Kuhn (IG Farben) um die Strukturaufklärung und Synthese des Laktoflavins (Vitamin B₂). Dabei ging es schon bei der Darstellung wissenschaftlicher Sachverhalte um wirtschaftliche Interessen, um Summen in Millionenhöhe, um die Priorität der Methode zur Flavinsynthese.¹⁹⁹ Dass Kuhn entschlossen seine Patente verteidigte, zeigte sich auch im März 1939, als sein Assistent Christoph Grundmann eigenmächtig versuchte, die Rechte für eine Teilsynthese des Vitamin B₆ (Adermin) an Hoffmann-La Roche zu verkaufen. Grundmann, der damit nicht nur die Hierarchie innerhalb des Instituts infrage stellte, sondern auch die kriegswichtige Arbeitsgemeinschaft Kuhns mit IG Farben und Merck ignorierte, wurde daraufhin von Kuhn bei der Gestapo denunziert. Als sich im Juni 1939 herausstellte, dass auch US-amerikanische Forscher Adermin teilsynthetisiert hatten, wurde die Geheimhaltung über die Vitamin B₆-Arbeiten aufgehoben, IG Farben und Merck konnten den internationalen Konkurrenzkampf um die Vermarktung des Vitamins aufnehmen und Grundmann wurde aus der Haft entlassen.²⁰⁰

Die industriell-wissenschaftliche Produktivität, die in Patenten und verwertbaren Pharmaka kulminierte, beruhte auf der Arbeitsteilung zwischen biologischen Prüfverfahren und chemischer Extraktion. Der am Versuchstier durchgeführte

196 Gaudillière, *Professional or Industrial Order*, S. 111 f., 117 f.

197 Gaudillière, *Professional or Industrial Order*, S. 119 ff.

198 „Prof. Dr. Richard Kuhn, Heidelberg, Patents (1.3.1949)“, in: „Revised Security Report on German (or Austrian) Scientist or Important Technician“ des „Office of the United States High Commissioner in Germany“, in: National Archives, Washington, RG 330, Entry 1B, Box 97.

199 Werner, *Vitamine als Mythos*, S. 38–55, 61–64, 65–69, insbesondere S. 39; Werner, *Forschungskonzeptionen*, insbesondere S. 100; und Werner, *Berichtswelten*.

200 Schmaltz, *Peter Adolf Thiessen*, S. 340 f.; und Schmaltz, *Kampfstoff-Forschung*, S. 387–413.

biologische Test war grundlegend bei der Etablierung neuer Wirkstoffpräparate.²⁰¹ Namentlich die Entwicklung eines einfachen, im Tierversuch erprobten Testverfahrens für Follikelhormonpräparate durch Edgar Allen und Edward A. Doisy revolutionierte 1924 die *Standardisierung* der Sexualhormone.²⁰² Mit diesem Testverfahren, dem eichbaren Nachweis der Anregung des Zyklus bei weiblichen Ratten durch Wirkstoffgaben, wurden in der zweiten Hälfte der 1920er Jahre zunächst Follikelhormonpräparate wie die Organon-Produkte Menformon und das von Zondek biologisch titrierte Follikulin als bedeutend reiner, damit implizit auch wirksamer ausgewiesen und aus den fragwürdigen organotherapeutischen Arzneimitteln herausselektiert.²⁰³ Gleiches galt für das von Steinach getestete, im August 1926 patentierte, 1928 auf den Namen Progynon getaufte und 1929 von Butenandt isolierte Handelspräparat der Schering AG.²⁰⁴ Mit dem Allen-Doisy-Test war ein praktikables, für alle zugängliches Verfahren zur Identifizierung von wirksamen Follikelhormonen etabliert, dem bald ähnliche Tests für die anderen hypothetischen Sexualhormone folgten. Die Aufgabe der Biochemiker war es nunmehr, Präparate ohne Hormonverlust darzustellen, Wirksamkeit aus den Rohmaterialien zu extrahieren.²⁰⁵ In den 1930er Jahren stand die biologische Erprobung und Wertbestimmung chemisch gewonnener Derivate im Zentrum pharmaindustriell-wissenschaftlicher Zusammenarbeit. Schering engagierte entsprechend mit Selmar Aschheim, Carl Clauberg und Charles Dodds führende endokrinologische Experten zur Etablierung von Testverfahren für die bei Schering entwickelten chemischen Variationen der Sexualhormone.²⁰⁶

Die pharmazeutische Industrie erhielt von den Hochschulwissenschaftlern chemische Moleküle und biologische Wirknachweise. Die Forscher hingegen profitierten von den industriellen Kapazitäten und Produktionsmitteln, namentlich bei der Sicherung und Aufarbeitung der für die chemische Reindarstellung notwendigen gewaltigen Rohstoffmengen. Der Erfolg der Insulinforschung beruhte darauf, dass Eli Lilly & Co die University of Toronto seit 1922 mit Bauchspeicheldrüsensubstanzen aus Schlachthäusern versorgte.²⁰⁷ Während Bayer zu Beginn der 1920er Jahre Schwierigkeiten hatte, vom Schlachthof in Wuppertal-Elberfeld ausreichende Rohstoffmengen zur Insulinproduktion zu erhalten, deckte Hoechst den Rohstoffbedarf durch Verträge mit den Schlachthöfen in Frankfurt am Main und Karlsruhe.²⁰⁸ Schering errichtete sogar eine bis nach Osteuropa reichende Sammelorganisation mit Zwischenhändlern und Schlachthöfen, um die für die Hormonforschung notwendigen Organe und Tierharn zu sammeln.²⁰⁹ Für die Isolierung von Follikelhormon wurden vor allem Ovarien und Plazenten benötigt. Bei der Darstellung

201 Zondek/Bernhardt, Biologische Prüfung.

202 Joseph, Klinische Beobachtungen, S. 192.

203 Braun, Ovarialpräparate, S. 909.

204 Meyer, Etwa ein Molekül, S. 354; und Wimmer, Wir haben, S. 304 ff.

205 Zondek, Das Ovarialhormon und seine klinische Anwendung, S. 1221.

206 Wimmer, Wir haben, S. 309.

207 Rasmussen, Moral Economy, S. 169.

208 Dilg, Zur Frühgeschichte, S. 11; und Wimmer, Wir haben, S. 240, 247.

209 Landesarchiv Berlin, A Rep. 229, S. V.

aus dem Follikelsaft, so errechnete Laqueur 1927, würde ein Gramm reinen Hormons etwa 150.000 RM kosten!²¹⁰ Aschheim und Zondek gelang es jedoch noch im selben Jahr mit Hilfe des Allen-Doisy-Tests nachzuweisen, dass sich im Harn trächtiger Tiere und schwangerer Frauen Follikelhormone befanden. Die Kostenfrage des Ausgangsmaterials spielte keine Rolle mehr, da die pharmazeutische Industrie schlichtweg Schwangerenharn aus Frauenkliniken besorgte, teilweise sogar aufarbeitete und den Biochemikern dann zur Verfügung stellte. Schwangerenharn wurde, laut Zondek, „eine in Frauenkliniken sehr beliebte und geschätzte Flüssigkeit.“ Noch ergiebiger und im industriellen Maßstab organisierbar war jene Rohstoffquelle für die Follikelhormonproduktion, die Zondek 1930 mit dem Urin von hochträchtigen Stuten identifizierte. Dies erst, so Schoeller, habe seine Darstellung in größerem Maßstabe ermöglicht.²¹¹ Auch für die Isolierung der Vitamine war die Gewinnung von Rohstoffen eine vorrangige Aufgabe. Trotz der gestapelten Vorkommen etwa in Leber und Hefe, schrieb 1933 Theodor Wagner-Jauregg, sei die Beschaffung genügender Mengen reiner Substanz eine mühevoll, zeitraubende und kostspielige Aufgabe. Windaus und Rudolf Tschesche hätten so etwa aus hundert Kilogramm Hefe nur siebenzig bis achtzig Milligramm reines B₁-Vitamin gewonnen.²¹² Albert Szent-Györgyis Erfolge bei der Isolierung der Ascorbinsäure waren auch darin begründet, dass er zu dieser Zeit bei Kendall an der Mayo-Clinic in Rochester/Minnesota forschte. Dort waren bereits enge Kontakte zu den Schlachthöfen der Midwestern Meat-packing Companies aufgebaut, sodass es möglich war, genug tierische Nebennieren, in denen Ascorbinsäure konzentriert vorkam, zu erhalten. Kendall profitierte später von den von Szent-Györgyi zurückgelassenen Apparaten, um diese zur Gewinnung von Nebennierenextrakten zu nutzen. Wie Hanns Kaiser und Norbert Klinkenberg schreiben, stellte das Labor seine Maschinen so auf die Erforschung der Nebennieren um, wie eine Fabrik bei Absatzflaute die Produktion einer bestimmten Ware wechselt.²¹³

Die Arbeit an der Molekülstruktur erlaubte Mitte der 1930er Jahre eine Diversifizierung der Wirkstoffprodukte. Schering stellte neben Progynon noch weitere Hormonpräparate wie Progynon oleosum, den Benzoessäureester des kristallisierten Follikelhormons, her. Boehringer produzierte Perlatan auf der Basis von aus Stutenharn gewonnenem kristallisiertem Follikelhormon und Hoffmann-La Roche Östroglandol aus α -Follikelhormon. Progynon und Perlatan waren vor allem für Ovarialinsuffizienz indiziert; die Östroglandol-Tabletten sollten gegen Menstruationsbeschwerden, klimakterische Leiden und die sekundären Folgeerscheinungen einer Eierstockunterfunktion helfen. Präparate aus Corpus luteum-Hormon (Progesteron) wurden wiederum für Menstruations- und Klimakteriumsbeschwerden angepriesen. Schering war mit Prolutan, indiziert gegen Uterusblutungen, auch hier führend. Degewop, die deutsche Tochterfirma von Organon, brachte entspre-

210 Zondek, Darstellung, S. 485.

211 Schoeller, Neuere Arbeiten, S. 1531; Zondek, Weibliche Sexualhormone, S. 947; und Zondek, Darstellung, S. 486. Oudshoorn, Beyond the Natural Body, S. 73 ff.

212 Wagner-Jauregg, Die Chemie, S. 370 f.

213 Kaiser/Klinkenberg, Cortison, S. 23.

chend Progestin und IG Farben ein Präparat namens Lutren auf den Markt.²¹⁴ Progesteron, die androgenen Hormone und die Cortinpräparate waren im Laufe der 1930er Jahre durch Partialsynthese aus Sterinen herstellbar, damit leicht zugänglich und in großer Menge produzier- und distribuierbar. Allerdings gelang gerade die Synthese der Östrogene nicht. Diese waren immerhin im Unterschied zu den anderen Steroidhormonen reichlich natürlich vorhanden und ließen sich aus Stutenharn gewinnen. Jedoch war der Preis immer noch recht hoch und stand deshalb, so der Wiener Chemiker Fritz von Wessely, einer allgemeineren Anwendung des Hormons im Weg.²¹⁵ Eine Konkurrenz zum Progynon entstand erst als Dodds 1938 das östrogenaktive Diethylstilböstrol (DES) als Stilbenderivat erarbeitete. Wessely fasste begeistert zusammen, dass DES qualitativ den natürlichen Östrogenen gleich sei, diese aber in quantitativer Hinsicht übertreffe. Dodds Arbeiten zum DES wurden vom britischen Medical Research Council finanziert und nicht patentiert, sodass die IG Farben ein preisgünstiges DES-Produkt noch im Sommer 1938 auf den Markt bringen konnte. In diesem Sinne wurde dieses synthetische Östrogen seit Ende der 1930er Jahre vielfach therapeutisch eingesetzt. Das IG-Farbenprodukt Cyren (DES) und Scherings Progynon (Östrogene) standen Ende der 1930er Jahre in scharfer Konkurrenz zueinander.²¹⁶

Ähnlich sah die Situation bei den männlichen Sexualhormonen aus. Während 1934 das von Butenandt isolierte Androsteron bei Schering als Proviron vertrieben wurde und Ciba ein Jahr später aus dem von Laqueur isolierten sowie von Ruzicka und Albert Wettstein beschriebenen Testosteron das Hormonprodukt Perandren synthetisierte, blieben organotherapeutische Produkte weiterhin marktfähig. Entsprechende Produkte der Jahre 1935 und 1936 hatten so wohlklingende Namen wie Orgakliman, Rejuven Ovototal, Rejuven Testitotal, Neo Testitotal oder Testis-Panhormon.²¹⁷ Männliche Sexualhormone versprachen weiterhin vor allem Verjüngungs-, Potenzsteigerungs- und Leistungssteigerungseffekte; weibliche Sexualhormone wurden gynäkologisch zur Behandlung von Sterilitäts-, Menstruations- und Klimakteriumsproblemen indiziert. Für beide Produkte wurde aber immer auch eine schier endlose Liste an therapeutischen Einsatzmöglichkeiten aufgelistet. Ein wichtiges Marktsegment besetzten seit Ende der 1920er Jahre auch die gonadotropen Hormone des Hypophysenvorderlappens, die Zondek auf den Namen Prolan getauft hatte. Diese besaßen den zusätzlichen Vorteil, auf geschlechtsspezifische Weise den Sexualhormonen vorgeordnet zu sein. In den Handel gelangten Präparate, welche die Kompetenz zur Behebung sowohl männlicher als

214 Degewop, 1925 zunächst als Tetewop von Organon in Berlin gegründet, wurde 1936 arisiert und am 1. Januar 1938 unter der Leitung von Theodor Dorfmueller als Betriebsabteilung Spandau der Schering AG eingegliedert. Bartmann, *Zwischen Tradition*, S. 401.

215 Wessely, *Über synthetische Östrogene*, S. 197.

216 Wessely, *Über synthetische Östrogene*, S. 198–201; und Dodds/Goldberg/Lawson/Robinson, *Estrogenic Activity*. Gaudillière, *Professional or Industrial Order*, S. 117; und Gaudillière, *Biochemie*, S. 220f.

217 Rojahn, *Über die neuen Arzneimittel*, 1937, S. 210f.; Rojahn, *Über die neuen Arzneimittel*, 1936, S. 202, 211 ff.; Rojahn, *Über die neuen Arzneimittel*, 1935, S. 185 f.; und Rojahn, *Neue Arzneimittel*, 1934, S. 584–592. Bartmann, *Zwischen Tradition*, S. 389.

auch weiblicher Sexualinsuffizienzen schließlich in einem Produkt vereinten. Das Preloban der IG Farben wurde für männliche Potenzstörungen, männliches Klimakterium, weibliche Menstruations- und Klimakteriumsstörungen ebenso indiziert wie für die obligatorische Liste diffuser Leistungen wie endokrin bedingte Fettsucht, hypophysäre Magersucht, Entwicklungsstörungen, Infantilität, Migräne, Psoriasis und Haarausfall. Ein analoges Präparat stellte Degewop als Pregnyl her. Dies sollte vor allem bei Erkrankungen der Eierstöcke und Eileiter, bei Migräne und Senilismus eingesetzt werden.²¹⁸

Der Forschungswettbewerb um die Sexualhormone brachte keinen Gewinner hervor, da Ciba, Organon und Schering jeweils eigene Patente erzielten, was dazu führte, dass diese Unternehmen zum Schutz vor der amerikanischen Konkurrenz und den IG Farben eigene Lizenz- und Patentverträge, so 1935 über Östrogene und die synthetische Herstellung des Androsterons, abschlossen. Bei den weiblichen Sexualhormonen dominierte allerdings Schering, während Ciba bei den männlichen Sexualhormonen führend war.²¹⁹ Es gab jedoch keineswegs eine lineare Abfolge von den Organpräparaten zu synthetisierten Produkten. Schon für das Adrenalin galt, dass synthetisierte Präparate nicht zwangsläufig den Markt dominierten. Der englische Chemiker George Barger verkündete 1928 auf der Naturforschertagung in Hamburg apodiktisch, dass die Synthese den Schlussstein der chemischen Forschung darstelle. Gleichwohl musste er zugeben, dass das synthetische Produkt das kostengünstigere natürliche Präparat nicht vom Markt verdrängen können. Der Rohstoff der Nebenniere, Barger hatte sich darüber in Chicago vor Ort informiert, war in den Schlachthäusern leicht zu erhalten. Die einfache Darstellung des Adrenalins, dies hatte er wiederum bei Parke, Davis & Co in Detroit überprüft, geschah dabei in großem Maßstab.²²⁰ Die Entscheidung zwischen Synthese und der Verwendung biologischer Rohstoffe war von den Produktionskosten, dem Besitz an Patenten sowie schließlich einem Diskurs über natürliche und künstliche Stoffe abhängig. Die Produktion von synthetisch hergestellten Vitaminen setzte Mitte der 1930er Jahre ein und erhielt mit dem Zweiten Weltkrieg eine durchgreifende Dynamik. Tadeus Reichstein, der Anfang der 1930er Jahre Assistent bei Ruzicka in Zürich war, gelang 1933 eine ergiebige und technisch anwendbare Synthese der Ascorbinsäure. Im November 1933 erwarb Hoffmann-La Roche die Patentrechte auf die Reichstein-Synthese und stellte nach diesem Verfahren 1934 erstmals und als alleiniger Fabrikant drei Kilogramm synthetisiertes Vitamin C her. Die industrielle Produktion begann 1934 mit der Jahresproduktion von fünfzig Kilogramm synthetisiertem Vitamin C.²²¹ In Kooperation mit Merck arbeitete Szent-Györgyi hingegen an der Gewinnung der Ascor-

218 Hierzu auch: Rojahn, Über die neuen Arzneimittel, S. 210 f.; Rojahn, Über die neuen Arzneimittel, 1936, S. 202, 211 ff.; Rojahn, Über die neuen Arzneimittel, 1935, S. 185 f.; und Rojahn, Neue Arzneimittel, 1934, S. 584–592. Zum in den 1910er Jahren entwickelten Zustandsbild des männlichen Klimakteriums: Hofer, Medizin.

219 Ratmoko, Zwischen Kooperation und Konkurrenz und Wimmer, Wir haben, S. 309 f.

220 Barger, Neues, S. 941.

221 Bächli, Vitamin C, S. 17–56; und Bächli, Natürliches oder künstliches Vitamin C, S. 448–451.

binsäure aus dem Saft frischen Paprikas. Merck brachte dann Tabletten mit 25 Milligramm Ascorbinsäure unter dem Namen Cebion in den Handel. Dem folgte sofort IG Farben mit Cantantabletten mit ebenso viel Ascorbinsäure. Hoffmann-La Roche versah dann auch konsequent ihr Produkt Redoxon mit der doppelten Menge an Ascorbinsäuregehalt pro Tablette.²²² Hoffmann-La Roche wurde dank des seit 1935 auch in Deutschland patentierten Verfahrens zur technischen Ascorbinsäuresynthese bis 1938 zum Marktführer beim Vitamin C. Die Reichstein-Synthese erwies sich als kostengünstiger als die auf Rohstoffe wie Gladiolen, Hagbutten und Paprika angewiesene Herstellung des isolierten Vitamin C und ermöglichte überhaupt erst die Massenproduktion, -distribution und -konsumption von Vitamin C.²²³ Die IG Farben waren sogar bei der Cantan-Produktion auf den Bezug der Ascorbinsäure von Hoffmann-La Roche abhängig. Mit Kriegsbeginn erhielten Merck und IG Farben nach zähen Verhandlungen eine Lizenz für das Reichstein-Verfahren. Dennoch blieb Hoffmann-La Roche für fast die gesamte Kriegszeit Hauptproduzent von Vitamin C in Deutschland.²²⁴

Im Gegensatz zu den Sexualhormonen, zum Vitamin D und zum Insulin mussten C- und B₁-Vitaminpräparate, die sich bei tropenmedizinisch relevanten, aber kaum verwertbaren Mangelkrankheiten wie Beriberi oder Skorbut kompetent gezeigt hatten, in den 1930er Jahren dabei überhaupt erst marktfähig gemacht werden. Der Wissenschaftshistoriker Beat Bächli zeigt eindringlich am Beispiel des späteren Erfolgsproduktes Vitamin C, dass die Verwertung dieser Vitamine nur durch eine Umgestaltung der Indikation von der Avitaminose zur Hypovitaminose möglich war.²²⁵ Selbst der Marktführer Hoffmann-La Roche konnte noch Ende der 1920er Jahre die therapeutischen und kommerziellen Möglichkeiten der Ascorbinsäure nicht bestimmen. Schließlich handelte es sich bei der Ascorbinsäure, so Bächli lapidar, eigentlich nur um eine Zuckerverbindung, die bei Meerschweinchen Skorbut heilen kann.²²⁶ Auch über die von der IG Farben als Betaxin oder Betabion vertriebenen Vitamin B₁-Präparate ließ sich zunächst nicht mehr sagen, als dass sie Beriberi heilten, was für den Inlandsmarkt keine besonders lukrativ erscheinende Aussage war.²²⁷ Der Windaus-Mitarbeiter Karl Dithmar stellte klar, dass die einzige in bedeutendem Umfang in Deutschland vorkommende Avitaminose die Rachitis sei.²²⁸ Beim Vitamin C waren es nicht die „echten C-Avitami-

222 Rojahn, Über die neuen Arzneimittel des Jahres 1934, S. 192 f.; F., Der chemische Bau; Wagner-Jauregg, Die Chemie der Vitamine, S. 377 ff.; und Thieme, Vitamin C. Marschall, Im Schatten, S. 305 ff.

223 Bächli, Vitamin C, S. 63; und Bächli, Natürliches oder künstliches Vitamin.

224 Bächli, Vitamin C, S. 65 ff., 73–78 und Straumann/Wildmann, Schweizer Chemieunternehmen, S. 218.

225 Glatzel, Physiologie, S. 127; Stepp, Ernährungslehre, S. 254–484; und Seyderhelm, Die Hypovitaminosen. Bächli, Vitamin C, S. 127–136, 139–144; und Carpenter, The History of Scurvy, S. 198–220.

226 Bächli, Natürliches oder künstliches Vitamin C, S. 448.

227 Dies ist nachzuvollziehen anhand eines Werbefilms der IG Farben. Filmstelle Bayer und Hoechst, Beri-Beri.

228 Dithmar, Zur Darstellung, S. 125.

nosen“ Skorbut und Möller-Barlowsche Krankheit, welche die Indikationsstellung ausmachten, sondern Hypovitaminosen, eine allgemeine und als folgenreich deklarierte Unterversorgung mit Vitaminen. Die Propagandabteilungen der pharmazeutischen Firmen spielten eine markante Rolle bei der Etablierung von Anwendungsgebieten. In einem von Hoffmann-La Roche im Mai 1934 an zahlreiche Schweizer Ärzte verschickten Prospekt hieß es dann auch, dass Skorbut wie alle Avitaminosen eine sehr seltene Krankheit sei, aber zwischen Skorbut und Gesundheit die weite Zone der Hypovitaminose ein fruchtbares Feld für Ärzte eröffne. Diese sollten vorbeugend mehr und mehr Vitamine verabreichen, bis die Gesundheit nicht mehr gesteigert werden könne. Die richtungsweisende neue Idee war die der absoluten Gesundheit.²²⁹ Hier erst breitete sich in den 1930er Jahren das pharmaindustriell lukrative und gesundheitspolitisch bedeutsame Feld möglicher *Aktivierungen* aus, und hier erst wurde auch fieberhaft weitergearbeitet, um den Bedarf des Organismus an Ascorbinsäure zu ermitteln.²³⁰ Ascorbinsäure verkörperte auf ideale Weise das Bedürfnis nach einfach erwerb- und anwendbaren Mitteln der Prophylaxe und der individuellen Stärkung. In den 1930er Jahren kam die Indikationsstellung der optimalen Widerstandsfähigkeit gegen Infektionen hinzu, die Vitamin C sukzessive zu einem Vorbeugemittel gegen Erkältungskrankheiten machte. Der schwedische Professor für Haustierkunde Georg von Wendt sah durch hohe Mengen an Vitamin C zudem auch eine höhere Arbeitsbereitschaft des Menschen und erleichterte Stoffwechselprozesse gesichert, deshalb sei eine vermehrte Vitamin-C-Zufuhr von unabschätzbarer Bedeutung für die Volksgesundheit.²³¹ Vitamin C, so der Münchener Vitaminexperte Stepp, habe in allen Organen des Tier- und Pflanzenkörpers an den Lebensprozessen lebhaften Anteil. Deshalb erschien es evident, dass es auch als ein Allheilmittel für alle Lebensprozesse empfohlen werden könne.²³² Da sich die pharmazeutische Industrie in enger Kooperation mit den Allgemeinmedizinern nunmehr an die zahlreichen Gesunden und nicht an die wenigen Kranken wenden konnte, eröffneten sich gewaltige Profitmöglichkeiten. Die Etablierung eines Marktes für Vitaminprodukte war dabei jedoch erklärungsbedürftig und stand unter dem Verdacht des urbanistisch-konsumistischen „Vitaminrummels“.²³³

Der moderne Körper war niemals ganz gesund und immer latent krank, er war ein Körper der akut und chronisch mit Wirkstoffpräparaten stabilisiert werden musste. Dohrn fasste diesen medikamentösen Status prägnant zusammen, wenn er schrieb, dass Reizstoffe wie die Hormone, die einen chemisch-physikalischen Einfluss auf die lebende Zelle ausübten, mit einem Arzneimittel vergleichbar

229 Bächi, Vitamin C, S. 136–139; und Bächi, Precarious Matters, S. 62.

230 Gohr/Thiekötter, „Beitrag zum Vitamin-C-Stoffwechsel unter besonderer Berücksichtigung von Ausscheidung und Blutspiegel bei peroraler Belastung mit Ascorbinsäure“ (Stempel 14.12.1942), in: BA Koblenz, R 73/12211.

231 Wendt/Müller-Lenhartz, Das C-Vitaminproblem. Bächi, Vitamin C.

232 Stepp, Neuere Ergebnisse, S. 188. Zu Stepp: Wolf/Carpenter, Early Research.

233 Dies ist anschaulich dargestellt in Johannsen, Die Kreuz-Apotheke. Thoms, Vitaminfragen; Fritzen, Gesünder leben, S. 201–204; und Apple, Vitamania.

sein.²³⁴ Die kurativ-substituierenden Wirkstoffe waren eigentlich immer schon Medikamente, sie wurden nicht erst dazu gemacht. Loewe sprach 1927 entsprechend von einer in vielen Organen des Tierkörpers installierten „Hausapotheke des Organismus“.²³⁵ Hermann E. Voss bezeichnete die Hormone als „Eigenarzneien“ des Körpers, die vom Säftestrom zu ihren Zielpunkten getragen, zahllose Leistungen des Körpers anspornen“.²³⁶ Vitamine seien ja nichts anderes als Medikamente, pronuncierte Joachim Kühnau, nur hätten sie die besondere Eigenschaft, dass sie schon in winzigen Mengen heilsam und vorbeugend wirkten und dass sie das ganze Leben hindurch eingenommen werden müssten, um den Organismus gesund zu erhalten.²³⁷ Der Körper war danach naturgegeben medikalisiert, die Natur selbst sorgte für eine chronische Therapie mit den effektiven und kompetenten Arzneimitteln der Wirkstoffe. Der Arzt musste allerdings dann eingreifen, wenn diese natürliche Therapie gestört wurde. Gleichwohl gab es seit den 1920er Jahren eine individuelle Verpflichtung, das chemische Leistungsgefüge des inneren Milieus zu stärken. Jeder Einzelne sollte von nun an potenzielle Mangelerscheinungen ein Leben lang mit richtiger Ernährung, Wirkstoffpräparaten und einer guten Lebensführung bekämpfen. Mit Zygmunt Bauman konnte so zwar nicht dem Tod selbst, aber allen einzelnen Todesarten vorgebeugt werden.²³⁸

Die industriell-wissenschaftliche Kooperation stand am Beginn der Wirkstoffforschung, sie war die Bedingung der *Standardisierung* der Hormone und Vitamine sowie deren marktförmiger Ausrichtung. Die Konstituierung der Wirkstoffe vollzog sich zugleich als Produktion, Distribution und Konsumption von Arzneistoffen, von Therapeutika und Prophylaktika. Aber die Wirkstoffe waren zudem von staatlichem Interesse, nicht nur weil es notwendig wurde, die neuen Präparate für den Arzneimittelmarkt zu regulieren, sondern mehr noch, weil die Etablierung und Aktivierung der Wirkstoffe selbst durch staatswichtige *Problematisierungen* konstituiert war. Wirkstoffe waren Innovationen im ökonomischen Sinne und zugleich Lösungsangebote für bio-, gesundheits- und ernährungspolitische Staatsaufgaben. Als zugleich natürliche und warenförmige Agentien zählten sie in den 1920er und 1930er Jahren auf prominente Weise zum Arsenal moderner Selbsttechniken.

2.2. GEMEINSCHAFTSARBEITEN: VOLKSGESUNDHEIT UND WIRTSCHAFT, 1920–1935

Im Februar 1920 erinnerte Adolf von Harnack daran, dass Militär, Industrie und Wissenschaft Deutschlands Weltstellung begründet hätten. Während aber Militär und Industrie vernichtet und geschwächt seien, gelte es nun, die Wissenschaft zu

234 Dohrn, Über Hormone, S. 62.

235 Voss, Das Fluidum, S. 1030.

236 Voss, Das Fluidum, S. 1030.

237 Kühnau, Die Wirkungsweise, S. 750.

238 Bauman, Tod, S. 208.

retten. Die Pflege der Wissenschaften und der Kampf um Deutschlands „Ansehen und seine Weltstellung“ waren mit dem verlorenen Krieg zur Reichssache geworden. Friedrich Schmidt-Ott und Fritz Haber trieben in diesem Sinne im Oktober 1920 die Gründung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft voran. Wissenschaft, so lautete der Notruf der Nachkriegsjahre, sei die letzte gebliebene nationale Ressource.²³⁹ Die Notgemeinschaft, schon dem Namen nach eine Reaktion auf den Notstand, verwandelte sich in den 1920er Jahren von einem Provisorium in eine bleibende Einrichtung.²⁴⁰ Dabei wurde sie als ein selbstverwaltetes, von Industrie und Staat deutlich zu unterscheidendes Organ repräsentiert. Der wissenschaftliche „Selbstverwaltungskörper“ der Notgemeinschaft, berichtete 1928 mit Stolz der Karlsruher Anorganiker Alfred Stock, zugleich Vorsitzender des Fachausschusses Chemie, arbeite mit einem weit höheren Nutzeffekt als frühere Arten der Forschungsfinanzierung durch Länder, Ministerien und Institute.²⁴¹

Die Gründung der Notgemeinschaft vollzog sich explizit als Möglichkeit, die geschwächten Universitäten von der Forschungsfinanzierung zu entlasten, Innovationen weiterhin zu garantieren, die Selbstverwaltung und Selbstorganisation der Forschung sowohl zu stärken als auch mit den Staats- und Industrieinteressen zu verknüpfen.²⁴² Dementsprechend sah Schmidt-Ott 1924 die Hauptaufgabe der Notgemeinschaft im „Wiederaufbau unserer Wirtschaft und der Vertiefung der wissenschaftlichen Grundlagen für unsere gewerbliche Arbeit“ und definierte diese kurz als „wissenschaftlich-wirtschaftliche(r) Arbeit“.²⁴³ Nach Margit Szöllösi-Janze war die Notgemeinschaft schlichtweg das Produkt wissenschaftlich-industriell-staatlicher Kooperation. Als Selbstverwaltungskörperschaft konzipiert war die Notgemeinschaft vor allem über die ehrenamtlich von Fachvertretern zusammengestellten, den Präsidenten und den Fachausschuss beratenden 21 Fachausschüsse handlungsfähig. Die Verbindung zwischen Notgemeinschaft und Staatsministerien funktionierte dabei auf der Referentenebene.²⁴⁴ Im Jahr 1929 wurde schließlich in den Richtlinien zur Regelung der Beziehungen des Reichs zur Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft festgelegt, dass die Notgemeinschaft in der Verwendung der vom Reich zur Verfügung gestellten Mittel der Aufsicht des Reichsministers des Innern unterstehe. Die Industrie war hingegen als Reichsver-

239 Flachowsky, *Von der Notgemeinschaft*, S. 62–67; Hachtmann, *Wissenschaftsmanagement*, S. 102–109; Kirchhoff, *Wissenschaftsförderung*, S. 55 f.; Hammerstein, *Die Deutsche Forschungsgemeinschaft*, S. 32–65; Nipperdey/Schmugge, *50 Jahre*, S. 23; und Zierold, *Forschungsförderung*, S. 3–18.

240 Marsch, *Notgemeinschaft*; und Nötzoldt, *Zur Etablierung*. Von zentraler Bedeutung war der von Karl Stuchtey geleitete „Apparate- und Materialausschuss“. Flachowsky, *Von der Notgemeinschaft*, S. 73. Zur Stipendienvergabe in den ersten Jahren der nationalsozialistischen Herrschaft: Mertens, *Nur politisch Würdige*, S. 208–218.

241 Stock, *Die Notgemeinschaft*, S. 1233.

242 Nipperdey/Schmugge, *50 Jahre*, S. 16 f.

243 Aus einem Brief von Schmidt-Ott an Oskar von Miller vom 9.9.1924, zitiert nach Kirchhoff, *Die forschungspolitischen Schwerpunktlegungen*, S. 77 f.

244 Kirchhoff, *Wissenschaftsförderung*, S. 63, Fn. 120; Hammerstein, *Deutsche Forschungsgemeinschaft*, S. 59; und Nipperdey/Schmugge, *50 Jahre*, S. 23, 25–39. Zu den Fachausschüssen der 1920er Jahre: Zierold, *Forschungsförderung*, S. 338–342.

band der deutschen Industrie über den Stifterverband der Notgemeinschaft als eine Art pauschaler Geldgeber an der Forschungsförderung beteiligt.²⁴⁵ Die Stärke dieser Art von Forschungsförderung beruhte darin, dass sie eine direkte Einflussnahme sowohl durch die Industrie als auch durch den Staat mit der Auflage der Unvoreingenommenheit und Ergebnisoffenheit versah.²⁴⁶ In diesem Sinne fungierten Notgemeinschaft und DFG weniger als ein direktives Organ der Forschungslenkung, sondern als ein durch selbstmobilisierte Wissenschaftler über Anträge und Gutachten aktivierbares irritables Organ. Vor allem das Wechselspiel von Begutachten und Begutachtet-Werden etablierte eine Ordnung, die Abweichungen selten machte, Forschungsziele anglich, pragmatisches Handeln im wissenschaftlichen Raum und wissenschaftliche Praxis im politischen Raum verband. Die Vermittlungen zwischen Industrie, Staat und Wissenschaft funktionierten deshalb so erfolgreich, weil sie auf dem Netzwerk einer über Zulassungsbedingungen konstituierten Elite der Gleichrangigen innerhalb der Wissenschaft beruhten, die mit homolog positionierten Behörden- und Industrievertretern zusammenwirkten.²⁴⁷ Dennoch stand die Notgemeinschaft schon Ende der 1920er Jahre unter dem Verdacht, konformistisches Wissen zu bevorzugen und einen selbstbezogenen Wissenschaftsbetrieb einzurichten.²⁴⁸

Die *Institutionalisierung* der Notgemeinschaft war eng mit jener der Wirkstoffe verbunden. Der nationale Besitz an leistungsstarken Wirkstoffen war in den 1920er Jahren ein Ziel von zugleich volkswirtschaftlicher und biopolitischer Bedeutung. Umso dramatischer war es, dass der Beginn der Hochphase der Hormon- und Vitaminforschung mit der Krise der deutschen Wissenschaft nach dem Ersten Weltkrieg zusammenfiel. Die mit dem Vokabular des Notstands geführte Debatte über den Rückstand der deutschen Wissenschaft war immer auch auf die so bedeutsamen Innovationen der Wirkstoffe gerichtet. Gewährleisteten diese doch erst den Aufstieg der pharmazeutischen Industrie und versprachen zugleich die Befriedigung des Bedürfnisses des modernen Staates nach einer leistungsstarken und gesunden Bevölkerung. Die Notgemeinschaft reüssierte als ein Vermittlungs- und Modulationsorgan für wissenschaftliche Innovationen, pharmaindustrielle Produktionen und staatliche Regierungsweisen. Die eigentliche Leistung der DFG bestand darin, die *reine Wissenschaft* mit der Assoziierung von industriellen, staatlichen und wissenschaftlichen Interessen zu verbinden. Sie intensivierte im internationalen Wettkampf um Moleküle und Patente die Forschung und sollte zugleich die Wissenschaftlichkeit der biochemischen Arbeiten gewährleisten. Da der volkswirtschaftliche Reichtum an die industrielle Produktion gebunden war und diese wiederum an Forschung und Entwicklung, musste rückständige Wissenschaft

245 Szöllösi-Janze, Die institutionelle Umgestaltung, S. 70 f.; Hammerstein, Deutsche Forschungsgemeinschaft, S. 55 ff.; Schulze/Bergmann/Helm, Stifterverband, S. 72; und Nipperdey/Schmugge, 50 Jahre, S. 36.

246 Szöllösi-Janze, Science, S. 356.

247 In der Tat wäre eine Bourdieusche Analyse der Forschungsförderung ein ergiebiges Projekt. Bourdieu, Sozialer Raum.

248 Alher, I. G. Wissenschaft.

in der katastrophischen Sprache der langen Jahrhundertwende als ein Menetekel des Untergangs erscheinen. Im Kaiserreich war es noch „die Angst vor einer Überflügelung durch ausländische Mächte“, wie Harnack es 1909 in der Gründungsdenkschrift der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft an Wilhelm II. schrieb, die nach staatlichen Maßnahmen zur Sicherung von Wissenschaft und Wehrkraft verlangte. In der Weimarer Republik verwandelte sich die Rhetorik vom Kampf um den Platz an der Sonne in den Rückstandsdiskurs einer bereits verlorenen Macht.²⁴⁹ Eine Rückstandsrhetorik als Mittel zur Akquirierung von Forschungsgeldern stand somit in einem engen Zusammenhang mit der staatlichen Forschungsförderung. Sie funktionierte allerdings nur dann, wenn bereits eine gewisse Einigkeit über die Notwendigkeit der Förderung spezifischer Forschungsrichtungen, Methoden und Techniken bestand.²⁵⁰ Dieser Rückstand verwies im Vergleich vor allem mit den USA auf den demütigenden Verlust einer angestammten Spitzenposition. Die Aufgabe der Notgemeinschaft in den 1920er Jahren lautete, die Bedingungen zu bereiten, damit es deutschen Biologen und Biochemikern in Kooperation mit der deutschen Pharmaindustrie gelänge, den Wettlauf um die Wirkstoffe doch noch zu gewinnen. Dies betraf zunächst die Forschungsarbeiten zur *Standardisierung* und *Aktivierung* des Insulins, der Sexualhormone und Vitamine. Dabei war die Biochemie Mitte der 1920er Jahre selbst noch hilfsbedürftig. 1926 hatte sich Frederic Gowland Hopkins in einem in der *Münchener Medizinischen Wochenschrift* abgedruckten Vortrag darüber gewundert, dass Ernst Felix Immanuel Hoppe-Seylers fünfzig Jahre zurückliegender Appell nach Anerkennung der Biochemie als selbstständiger Disziplin in seinem eigenen Vaterland keinen Erfolg gezeitigt habe. Es sei schwer zu sagen, schloss Hopkins, wie Deutschland in Zukunft auf diesem Gebiet werde Schritt halten können.²⁵¹ Die „Führerschaft auf dem Gebiet der Biochemie“, so hieß es 1927 auch aus Kreisen des Vereins Deutscher Chemiker, sei verloren gegangen. Deshalb, so wandte sich der Verein an das Kultusministerium, müssten die staatlichen Forschungsausgaben erhöht werden.²⁵²

Das System der Finanzierung von beantragten Forschungsvorhaben verlangte von Wissenschaftlern aktive Leistungen. Sie mussten *Problematisierungen* (an)erkennen, Lösungen versprechen, Erwartungen der Gutachter antizipieren. Während dies in den 1920er Jahren vor allem den internationalen Wettkampf um die *Standardisierung* der Hormone und Vitamine betraf, waren es während des Nationalsozialismus die Probleme der Leistungssteigerung, der vollwertig-vitaminreichen Ernährung sowie der eugenischen Herrichtung des Frauenkörpers, die Forschungsanträge zur *Aktivierung* der Wirkstoffe begründeten. Auch wenn die von Notgemeinschaft und DFG eingerichteten Schwerpunkte die Ausrichtung der Forschung beschleunigten, war es die Fähigkeit von Wissenschaftlern, Interesse zu erwecken und soziale Probleme in Labortätigkeit zu transformieren, welche die Ziele der

249 Langewiesche, *Zeitwende*; Ash, *Wissenschaft*, S. 38; Vom Bruch, *Wissenschaftsfördernde Institutionen*, S. 9; und vom Brocke, *Verschenkte Option*, S. 138.

250 Marsch, *Vom privaten Verein*, S. 67.

251 Hopkins, *Über die Notwendigkeit*; Deichmann, *Flüchten*, S. 244.

252 Wimmer, *Wir haben*, S. 376 f.

Wirkstoffforschung seit 1920 bestimmte. Eine der ersten Aufgaben der Notgemeinschaft bestand in der Regulierung organotherapeutischer und vitaminhaltiger Präparate. In einem Tätigkeitsbericht der Notgemeinschaft aus dem Jahr 1927 wurde explizit der „Vitaminrummel“ beklagt und eine geordnete und wissenschaftlich autorisierte Aufklärung eingefordert. Die Aufgabe der Forschungsförderung bestehe darin, die wirklich berufenen Forscher auf diesem „wichtigen und experimentell schwierigen Gebiet“ zu unterstützen und damit „Auswüchse konkurrenzunfähig“ zu machen. In diesem Sinne unterstützte die Notgemeinschaft in den 1920er Jahren namentlich die anerkannten Koryphäen Wilhelm Stepp, Adolf Bickel, Emil Abderhalden und Carl-Arthur Scheunert. Die Arbeitsgruppen von Scheunert in Leipzig und Stepp in München dominierten in den 1930er und 1940er Jahren großzügig DFG-finanziert die Vitaminforschung in Deutschland.²⁵³ Auch der in den 1920er Jahren ebenso notorische „Verjüngungsrummel“ geriet in den Blickpunkt der Notgemeinschaft. Im Rückblick auf die bis zum Jahr 1927 geförderten Forschungsprojekte wurde der Komplex „Entwicklung, Wachstum und Verjüngung“ gesondert hervorgehoben, da er im Mittelpunkt des öffentlichen Interesses stand. Dies galt insbesondere für das organo- und hormontherapeutische Verjüngungsproblem. Gefördert wurden namentlich Kritiker der Steinachschen Verjüngung wie Hermann Stieve und Jürgen W. Harms.²⁵⁴ Die Möglichkeiten der bis dato weltweit führenden deutschen pharmazeutischen Industrie waren jedoch, ausgerechnet zu dem Zeitpunkt, als die *Standardisierung* der so vielversprechenden Wirkstoffe anstand, dramatisch eingeschränkt. Der verlorene Krieg hatte für den Verlust an Patenten und die Beeinträchtigung des Auslandsgeschäfts gesorgt. Die US-amerikanischen Pharmaunternehmen hingegen waren nunmehr in der Lage, zu entwickeln und zu produzieren, ohne mit den deutschen Patenten in Konflikt zu geraten.²⁵⁵ Die Patentrechte für die bevorstehende Isolierung von Wirkstoffen drohten von jenen Ländern gewonnen zu werden, die in diesem Gebiet in kürzester Zeit die größten finanziellen, institutionellen und technischen Ressourcen mobilisieren konnten. Die drohende Niederlage im Wettstreit um Wirkstoffe und Patente war nicht nur für die pharmazeutische Industrie eine deprimierende Perspektive, sondern ebenso für den von der volkswirtschaftlichen Leistungsfähigkeit abhängigen und durch bio-, ernährungs- und gesundheitspolitische *Aktivierungen* erst regierungsfähigen Staat.

Die Notgemeinschaft hatte für bestimmte Forschungsfelder seit dem Herbst 1924 Schwerpunkte organisiert, die zunächst als Kommissionen für Forschungsaufgaben konzipiert waren und ein Jahr später durch ein vom Reichstag abgesetztes Sonderbudget finanziert wurden. Damit erweiterte sich der Aufgabenbereich der Notgemeinschaft, der initial durch die passive Forschungsförderung von Anträgen geprägt war, um eine aktive Förderpolitik durch das Festlegen von Förder-

253 Anonym, Rückblick, S. 105; und Anonym, Bericht, S. 221 f. In Großbritannien wurde die Vitaminforschung schon während des Weltkriegs staatlich institutionalisiert. Kamminga, Vitamins, S. 86 f.

254 Anonym, Rückblick (Medizin), S. 114. Stoff, Verjüngungs-Rummel.

255 Rasmussen, Moral Economy, S. 164.

schwerpunkten und die Vergabe von Stipendien nach Vorbild des amerikanischen National Research Council. Eine intensivierete Forschungsförderung wurde für die Bereiche Wirtschaft, allgemeine Wohlfahrt und Volksgesundheit vorgeschlagen.²⁵⁶ Harnack hatte schon 1920 betont, dass den mathematisch-physikalischen Wissenschaften ebenso wie der Chemie und der Biologie besondere Bedeutung zukomme. Ein Stillstand der im Gang befindlichen Unternehmungen würde nicht nur für die Weltgeltung der deutschen Wissenschaft, sondern, so mahnte er emphatisch, auch für die realen Lebensbedürfnisse des deutschen Volkes verhängnisvoll werden: „Denn bei den engen Beziehungen, welche die moderne wissenschaftliche Forschung durch unzählige Fäden mit der Praxis unterhält, müsste eine jede Hemmung ihres Betriebes unaufhaltsam früher oder später auch auf wirtschaftliche Gebiete übergreifen und würde sich so auch an der allgemeinen Volkswohlfahrt auf das Bitterste rächen.“²⁵⁷

Im Jahr 1926 wurden neun als Gemeinschaftsarbeiten kooperativ ausgerichtete Schwerpunktprogramme für die Bereiche Metallforschung, angewandte Geophysik, Verbrennungsmotorenbau, Luft- und Wasserströmungsforschung, Elektrotechnik, Röntgen- und Ultraviolettstrahlung, Pflanzenphysiologie, Schädlingsbekämpfung und Medizin eingerichtet.²⁵⁸ Diese Kollektivforschung wurde als ein auf die Zukunft gerichtetes Innovationsprojekt zur Stärkung der für das „erfolgreiche(s) Weiterleben des deutschen Volkes unentbehrliche(n) Volkskraft“ umschrieben. Mit ihr sollte die deutsche Wirtschaft befähigt werden, am Wettbewerb auf dem Weltmarkt teilzunehmen. Gemeinschaftsarbeit bedeutete danach ein Zusammenarbeiten verschiedener Fachgebiete, die Gruppierung der auseinanderstrebenden Tendenzen, um gemeinsame große Ziele zu erreichen. Betroffen waren Arbeiten, welche nicht durch die bestehenden wissenschaftlichen Einzelanstalten als solche gelöst werden könnten. Die finanzielle und organisatorische Unterstützung bezog sich auf die Beschaffung von Apparaten, Apparaturen, Hilfsmitteln sowie die Heranziehung junger Mitarbeiter.²⁵⁹ Mit der Gemeinschaftsforschung trat die Notgemeinschaft „als maßgebender Faktor neben die bisher bestehenden gelehrten Betriebe“, meldete das *Berliner Tageblatt*. Ihre Zielrichtung, so die *Vossische Zeitung*, sei deutlich auf die nationale Wirtschaft und somit auch die Volksgesundheit ausgerichtet.²⁶⁰ Dabei verschwammen auch die Grenzen zwischen einer Gemeinschaftsforschung als industriell-wissenschaftlich-staatlicher Coproduktivität und der Gemeinschaftsarbeit unterschiedlicher Forschergruppen. Beide bildeten allerdings gleichermaßen die Matrix für die *Institutionalisierung* der Wirkstoffe.

Schwerpunktsetzung und Gemeinschaftsarbeit waren Notstandspolitik, geschult an den Erfahrungen des Ersten Weltkriegs und der zu dieser Zeit etablierten

256 Flachowsky, Von der Notgemeinschaft, S. 75–81; Nötzoldt, Zur Etablierung; und Kirchhoff, Die forschungspolitischen Schwerpunktlegungen, S. 70 f., 80.

257 Zitiert nach Zierold, Forschungsförderung, S. 7.

258 Kirchhoff, Die forschungspolitischen Schwerpunktlegungen, S. 71.

259 Anonym, 1. Plan, S. 5 f., 8. Hammerstein, Deutsche Forschungsgemeinschaft, S. 63 f., 73–87. Allgemein: Maier, Einleitung; und Flachowsky/Nötzoldt, Von der Notgemeinschaft.

260 Anonym, Jahres-Bilanz; und Anonym, Wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit.

Forschungspolitik, wie sie in der Kaiser-Wilhelm-Stiftung für kriegstechnische Wissenschaften institutionalisiert worden war.²⁶¹ Die Aufgaben der Gemeinschaftsforschung seien dabei, so Schmidt-Ott, der Initiative einzelner hervorragender Forscher entsprungen. Er berichtete, dass zur Planlegung besondere, für den Zweck eingesetzte Kommissionen eingerichtet worden seien, die ihre Beratungsergebnisse wiederum in Denkschriften niedergelegt hätten. Richard Willstätter leitete in diesem Sinne einen Chemie-Sonderausschuss, der Gemeinschaftsarbeiten und besondere Aufgaben anregen und unterstützen sollte. Fachausschüsse und der Hauptausschuss hätten dann über die Realisierung der Gemeinschaftsarbeiten entschieden, die wiederum von den Kommissionen durchgeführt worden seien. 1928 waren bereits zwölf Gemeinschaftsunternehmungen eingerichtet. Die populäre Wissenschaftszeitschrift *Die Umschau* berichtete 1932, dass in über 30 wissenschaftlichen Sonderkommissionen die Notgemeinschaft den Gedanken der Gemeinschaftsforschung verwirklicht habe. Planmäßig würden Arbeiten hervorragender Forscher angeregt und gefördert, wobei die der Volksgesundheit und der Wirtschaft dienenden Aufgaben im Vordergrund ständen.²⁶² Bis 1933 wuchs die Zahl der Gemeinschaftsarbeiten auf 40 an; damit entstanden entsprechend weitere Kommissionen, die erst, so Jochen Kirchhoff, die Notgemeinschaft zu einer stabilen Institution der Forschungsförderung gemacht hätten.²⁶³ Es existierte zwar keine ausdrücklich auf Wirkstoffforschung ausgerichtete Gemeinschaftsarbeit, aber Hormon- und Vitaminforschung spielten in mehreren Vorhaben – angewandte Entomologie, Ernährungsphysiologie der Pflanzen, landwirtschaftliche Forschungen, Tierzucht – eine bedeutende Rolle. Insbesondere galt dies aber für den Bereich der theoretischen und praktischen Medizin. Mit unermüdlichem Eifer sei an der Bekämpfung der Volksseuchen wie Tuberkulose und Krebs gearbeitet worden, entsann sich nach Kriegsende Schmidt-Ott, der Kampf gegen Diphtherie und Influenza sei auf neuen Wegen aufgenommen worden, vor allem aber seien in der Erforschung der Vitamine und Hormone mit Mitteln der Notgemeinschaft grundlegende Forschungsergebnisse gezeitigt worden.²⁶⁴ Karl Stuchtey, der als Hauptbearbeiter für Naturwissenschaften und Technik die Gemeinschaftsforschung der Öffentlichkeit vorstellte, betonte zudem explizit die Bedeutung der immer noch rätselhaften Vitamine im konkreten Zusammenhang von Strahlenforschung und Vitamin D.²⁶⁵ Im Jahr 1930 waren Gemeinschaftsarbeiten zu den Vitaminen

261 Flachowsky, *Von der Notgemeinschaft*, S. 39–44, 81–85, 92.

262 Schmidt-Ott, *Gemeinschaftsforschung*; Dr. Ge., *Notgemeinschaft*, S. 288; und Stock, *Die Notgemeinschaft*, S. 1233. Zur von Haber und Schmidt-Ott verfassten Denkschrift bezüglich der Gemeinschaftsforschung: Zierold, *Forschungsförderung*, S. 576–585. Zu den Fachausschüssen: Kirchhoff, *Wissenschaftsförderung*, S. 249 f.

263 Flachowsky, *Von der Notgemeinschaft*, S. 81–85; Kirchhoff, *Wissenschaftsförderung*, S. 156–221; und Kirchhoff, *Die forschungspolitischen Schwerpunktlegungen*, S. 71 f., 81.

264 Schmidt-Ott, *Gemeinschaftsforschung*, S. 145.

265 Anonym, *Jahres-Bilanz*. Zu Stuchtey: Zierold, *Forschungsförderung*, S. 43. Die DFG-geförderte Strahlenforschung wird Alexander von Schwerin in einer Monografie behandeln (Schwerin, *Strahlen*). Siehe aber auch: Schwerin, *Der gefährdete Organismus* und Schwerin, *Prekäre Stoffe*.

geplant, die jedoch durch die rigide Finanzpolitik der Regierung Brüning und drastische Kürzungen bei der staatlichen Unterstützung der Notgemeinschaft nicht umgesetzt werden konnten.²⁶⁶

Eine Mobilisierung der chemischen Reindarstellung von Naturstoffen zur Sicherung von Wettbewerbsvorteilen erschien in der zweiten Hälfte der 1920er Jahre evident. Die pharmazeutischen Firmen weltweit, in Deutschland namentlich Schering, Merck, Boehringer und IG Farben, intensivierten die Forschungsanstrengungen in ihren Laboratorien und durch Kooperationen mit den vielversprechendsten Biologen und Chemikern. Als tatsächlich mit Thyroxin und Insulin die ersten Wirkstoffe durch kanadische und amerikanische Chemiker isoliert wurden, kristallisierte sich Mitte der 1920er Jahre zudem heraus, dass es nationale Unterschiede in der Produktivität der Forschung gab, dass die angloamerikanischen Biochemiker weitaus erfolgreicher waren, vor allem weil sie mit deutlich mehr Mitteln ausgestattet waren. Dies führte in Deutschland dazu, dass die Notgemeinschaft Forschungsgruppen, die mit der Isolierung von Wirkstoffen befasst waren, gezielt förderte. Alle Erfolg versprechenden Arbeitsgruppen – Windaus zunächst mit Butenandt in Göttingen, Butenandt dann in Danzig und Berlin-Dahlem, Kuhn in Heidelberg, Wieland in Freiburg und München, Baumann in Freiburg, Karl Freudenberg in Heidelberg und Karl-Heinrich Slotta in Breslau – wurden von der Notgemeinschaft finanziert. Biochemiker im Allgemeinen und Naturstoffchemiker im Besonderen konnten in der zweiten Hälfte der 1920er Jahre mit der dauerhaften Unterstützung durch die Notgemeinschaft und die pharmazeutische Industrie rechnen. Das Ergebnis dieses produktiven Zusammenhangs waren in kürzester Zeit erzielte, in Molekülen, Präparaten und Patenten mündende Erfolge bei der Standardisierung von Hormonen und Vitaminen.

Ende der 1920er Jahre war es ein für die in Deutschland gehegten wissenschaftlichen, staatlichen und pharmaindustriellen Ambitionen durchaus dramatisches Ereignis, als der Wettkampf um die Isolierung der Hormone der Schilddrüse und des Pankreas tatsächlich gegen Briten, Kanadier und US-Amerikaner verloren wurde. Diabetes war schließlich, dies hatte schon Gottfried Benn 1912 in seiner Dissertation über *Die Häufigkeit des Diabetes mellitus im Heer* festgestellt, eine schwerwiegende, das Volkswohl, ja sogar die Leistungsfähigkeit des Militärs gefährdende Krankheit.²⁶⁷ Beim Wettstreit um die Isolierung des Schilddrüsenhormons hatte die Notgemeinschaft auf den Freiburger Eugen Baumann und seine Schüler gesetzt. Aber Baumann starb früh, und mittlerweile war die chemische Struktur des Hormons durch Charles R. Harington und George Barger bereits identifiziert worden.²⁶⁸ Auf dem Gebiet der inneren Sekretion der Schilddrüse war Deutschland bereits deutlich von den Amerikanern und Engländern deklassiert worden, vermerkte der Rechenschaftsbericht der Notgemeinschaft aus dem Jahr 1928. Im so bedeutsamen Kampf um die Isolierung des Pankreashormons Insulin sah sich die deutsche Forschung wiederum von den kanadischen Wissenschaftlern über-

266 Kirchhoff, Wissenschaftsförderung, S. 318.

267 Benn, Über die Häufigkeit.

268 Anonym, Rückblick (Medizin), S. 110f.

holt. Auch Versuche, ein oral zu verabreichendes Insulin zu produzieren, schlugen fehl.²⁶⁹

Die geschwächten Eigenkräfte von Forschung und Industrie reichten offensichtlich nicht mehr aus. Es brauchte dringend eine grundsätzliche Umgestaltung der universitären Forschungsorganisation einerseits, aber andererseits auch eine sofortige und gezielte finanzielle Unterstützung von entsprechenden Forschungsprojekten. Es genüge eben für ein Land wie Deutschland nicht, nur einige ganz wenige Lehr- und Forschungsstätten für physiologische Chemie zu besitzen, hieß es dementsprechend im *Rückblick der Betätigung der Notgemeinschaft im Bereich der Medizin*, denn das ganze übrige Ausland sei hier rascher und großzügiger vorgegangen.²⁷⁰ Die Einsicht, dass die deutsche Forschung im Bereich der Insulinforschung nicht mehr mit der angloamerikanischen mithalten konnte, führte zu einer deutlichen Intensivierung der Forschungsförderung seit Ende der 1920er Jahre. Finanziell unterstützt wurden die Insulinforschungen von Ernst Josef Lesser, Alfred Schwenkenbecher, Engelhardt Glimm und Felix Haffner; hinzu kamen in den 1930er Jahren acht weitere Forscher, darunter auch Wilhelm Dirscherl, Carl Blankenburg, Max Bürger und Kurt Friedrich Plötner.²⁷¹ Freudenberg hatte schon seit 1926 versucht, im Auftrag von Hoechst die chemische Konstitution des Insulins aufzuklären. Seine strukturchemischen Insulinforschungen erfolgten dann in den 1930er Jahren mit Hilfe der Notgemeinschaft und der IG Farben.²⁷²

Kennzeichnend für die Institutionalisierung der Wirkstoffforschung in den 1920er Jahren war die Mischfinanzierung der Forschungsarbeiten durch Industrie und Notgemeinschaft. Dieses Modell einer Grundfinanzierung durch die Notgemeinschaft bei gleichzeitiger finanziell-materieller Kooperation der Universitätsforscher mit der pharmazeutischen Industrie erwies sich bei den Arbeiten zum Vitamin D als eindrucksvoll erfolgreich und vorbildhaft für die naturstoffchemische *Standardisierung* von Wirkstoffen insgesamt. Das D-Vitaminpräparat Vigantol reüssierte Mitte der 1920er Jahre als sensationell kompetentes Mittel zur Behandlung der Rachitis, durch dessen Mobilisierung sich vor allem auch der moderne Staat, ein gesundheitspolitischer Fürsorgestaat, eindrucksvoll bewies. Als „englische Krankheit“ – ein Ausdruck der bereits aus dem 18. Jahrhundert stammte, aber Mitte des 19. Jahrhunderts kapitalismuskritische Konnotationen erhielt – geriet Rachitis zum Fanal industriekapitalistischer Fehlentwicklung: Ungünstige hygienische Verhältnisse, schlechte Ernährung, dunkle Wohnungen, zu wenig Luft und Sonne wurden als Ursachen einer Verkalkung der wachsenden Knochen von Kindern dargestellt. Die Industrialisierung verunstaltete ihre Kinder.²⁷³ Friedrich Engels hatte dieses Elend als direkte Folge kapitalistischer Krisen in seinem *Bericht über die Lage der arbeitenden Klasse in England* schon Mitte des 19. Jahrhunderts

269 Anonym, Rückblick, S. 104, 110f.

270 Anonym, Rückblick (Medizin), S. 111.

271 Anonym, Rückblick (Medizin), S. 105.

272 Freudenberg, Die Chemie, S. 93; Freudenberg/Wegmann, Der Schwefel; und Wimmer, Wir haben, S. 247.

273 Gibbs, Rickets; Chick, Study of Rickets; und Kuhn, Auf dem Wege, S. 524.

anschaulich dargestellt.²⁷⁴ Medizinisch erschien die Pathogenese der Rachitis als Folge der Domestikation, des lichtarmen Milieus, der dunklen, feuchten, unhygienischen Wohnungen.²⁷⁵ In den ersten drei Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts verzichtete keine naturalistische oder sozialkritische Darstellung auf Schreckensbilder dieser Krankheit. Wie Kurt Tucholsky bemerkte, gab es in Heinrich Zilles Zeichnungen „nicht ein unlädiertes Kind“, „alles ist verbogen, kurzsichtig, hat die englische Krankheit, ist zurückgeblieben“.²⁷⁶ Nach Weltkrieg und Inflation richtete sich die Sozialkritik explizit auf die Verkrümmungen der Glieder der proletarischen Kinder, die auf fürchterliche Weise das Versagen des Kapitalismus im Allgemeinen und des Staates im Besonderen offenbarten.²⁷⁷ Die *Vossische Zeitung* zeichnete 1921 ein dramatisches Bild der „durch Tuberkulose, durch englische Krankheit und jahrelange Unterernährung“ grässlich verunstalteten Kinder, die „zu Tausenden in den schmutzigsten Winkeln der Großstadt, hilflos, unbekannt, in ihrer Dumpfheit“ leben.²⁷⁸ Eine Milieuthese der Krankheitserscheinung, die den Mangel an Licht, frischer Luft und körperlicher Bewegung verantwortlich machte, koexistierte bis in die 1920er Jahre hinein mit einer Diättheorie der Mangelernährung. Vitamin D verband diese Thesen und überführte sie in staatlich organisierbare Handlungen, in Vitaminaktionen und eine koordinierte D-Vitaminprophylaxe.²⁷⁹

Windaus ließ seine Untersuchungen über die Vitamine B₁, D und E im Göttinger Chemischen Universitäts-Laboratorium von 1920 bis 1945 sowohl von der DFG als auch von IG Farben und Merck fördern.²⁸⁰ Der Akzent der Forschung verschob sich im Laufe dieses außergewöhnlich langen Förderzeitraumes von der Konstitutionsaufklärung in den 1920er Jahren über die Synthese in den 1930er Jahren zur Krebsforschung in den 1940er Jahren. Aber Windaus erwies sich auch als hervorragender Organisator zur Beschaffung von industriellen, universitären und öffentlichen Mitteln für seine und seiner Mitarbeiter Forschungen.²⁸¹ Das beste Beispiel dafür ist seine im Herbst 1927 an die Schering AG gerichtete Empfehlung des 24-jährigen Butenandt für die Reindarstellung der Follikelhormone. Es war dann Schoeller, der sich wiederum bei der Notgemeinschaft für die Finanzierung Butenandts einsetzte. In der Festrede anlässlich des hundertjährigen Bestehens der Schering AG erinnerte sich Butenandt 1971 an seine durch Windaus vermittelte Anwerbung durch Schoeller. Dieser habe schon im ersten Gespräch darauf hingewiesen, dass er sich, um ihm eine finanzielle Abhängigkeit von der

274 Engels, *Die Lage*, S. 330, 376 f.

275 György, *Die Säureausscheidung*, S. 10.

276 Panter, *Berlins Bester*.

277 Rühle, *Das proletarische Kind*, S. 176.

278 Anonym, *Die Kindernot*.

279 Brockmann, *Über die Entwicklung*, S. 433.

280 DFG an Windaus (14.1.1936), Windaus an Reichsforschungsrat (10.1.1938), Windaus an DFG (23.12.1940), DFG an Windaus (20.3.1941), DFG an Windaus (5.3.1943), DFG an Windaus (unleserlich, ca. März 1943), Windaus an Reichsforschungsrat (26.3.1945), in: BA Koblenz, R 73/15730.

281 Windaus an Deutscher Forschungsrat und DFG (18.1.1939), in: BA Koblenz, R 73/15730. Satzinger, Adolf Butenandt, S. 82.

Industrie zu ersparen, auch für eine großzügige Förderung durch die Notgemeinschaft einsetzen werde.²⁸² Windaus hatte Butenandt, der seine eigenen Arbeiten zum Thyroxin nach Bekanntwerden der Mitteilungen Harringtons fallen gelassen hatte, zunächst mit einer Doktorarbeit zur Strukturaufklärung des Fisch- und Insektengiftes Rotenon betraut, an der Hoffmann-La Roche interessiert war. Bereits diese Arbeiten wurden seit August 1928 mit 4.000 RM von der Notgemeinschaft unterstützt. Nach Abschluss der Promotion übertrug Windaus, der selbst vertraglich an Merck und IG Farben gebunden war, dann im Interesse von Schering die bedeutsame Aufgabe der chemischen Reindarstellung des Progynons an Butenandt. Während Schering ihn mit Organpräparaten versorgte, erhielt Butenandt 1928 via Windaus zeitgleich mit dem Geld für die Rotenon-Forschung 5.000 RM von der Notgemeinschaft. Seit dem Januar 1928 arbeitete Butenandt dann an der Isolierung des Follikelhormons. Die Reindarstellung der weiblichen und männlichen Sexualhormone basierte auf dem Material von Schering, war aber nur durch die Unterstützung der Notgemeinschaft möglich.²⁸³ Butenandt übertraf seinen Doktorvater Windaus noch, indem er seine Forschungen von der IG Farben, Schering und Hoffmann-La Roche ebenso subventionieren ließ wie von der Notgemeinschaft.²⁸⁴ Die DFG hatte bei diesen höchst erfolgreichen naturstoffchemischen Projekten die Funktion einer Anschub- und Grundfinanzierung übernommen. So stärkte sie das Renommee deutscher Forschung, um zugleich den nationalen Besitz an Sexualhormonen zu fördern. Profiteure waren aber schließlich Butenandt, der in der Folge eine kometenhafte Karriere machte, und die Schering AG, die auf diese Weise das Quasimonopol auf Sexualhormone erlangte.

Wenn man das Kooperationsverhältnis von Forschung und Industrie darstellen will, muss man also notwendigerweise die Forschungsförderung durch die Notgemeinschaft berücksichtigen. Diese funktionierte als Alimentierung von Forschungsstellen mit wissenschaftlichen Assistenten, Materialien und technischen Geräten. Die Industrie sicherte hingegen die Infrastruktur durch die Bereitstellung von aufwendig zu gewinnenden Rohstoffen und komplexen, die Kapazitäten eines Institutslabors übersteigenden Produktionsbedingungen. Die Kontinuität der Forschung war durch langfristige Verträge zwischen Forschern und pharmazeutischen Unternehmen eher gewährleistet als durch die immer begründungspflichtigen und jährlich zu verlängernden Bewilligungen der DFG. Schließlich vollzog sich die *Standardisierung* der Wirkstoffe in den 1920er und 1930er Jahren als zir-

282 Butenandt, Festrede; Satzinger, Adolf Butenandt, S. 92 f., 97; und Karlson, Adolf Butenandt, S. 34 f., 37 f.

283 Butenandt, Über die Isolierung; Butenandt, Ueber das „Progynon“; und Butenandt an DFG (19.2.1937), in: BA Koblenz, R 73/10568. Satzinger, Adolf Butenandt, S. 95, 102; und Wimmer, Wir haben, S. 306 f.

284 Die Finanzierung seiner mit Alfred Kühn durchgeführten Gemeinschaftsarbeiten zu den Genwirkstoffen durch die Rockefeller Foundation von 1934 bis 1937 musste allerdings von der Notgemeinschaft genehmigt werden. Gausemeier, Natürliche Ordnungen, S. 98 ff.; und Rheinberger, Die Zusammenarbeit, S. 171–175.

kulärer Austausch von Rohstoffen und Molekülen.²⁸⁵ Der DFG kam zudem auch eine ergänzende oder ersetzende Funktion für ein nicht immer reibungslos funktionierendes wissenschaftlich-industrielles Ressourcenensemble zu.²⁸⁶ Auf diese Weise war allerdings auch ein Szenario eingespielt, bei dem immer der Verdacht aufkam, dass die Interessen der einen Fraktion auf Kosten der anderen durchgesetzt werden könnten. Es stellte sich das Problem, ob Forschung, die auf die Produktion von warenförmigen Präparaten gerichtet war, nicht besser gleich von der Industrie gefördert werden sollte. Zugleich wurde die Gefahr heraufbeschworen, dass Wissenschaftler, vor allem Chemiker, bei mangelnder Förderung durch die DFG von den Universitäten zur Industrie abwanderten.²⁸⁷ Für den Enzymchemiker Hanns Dyckerhoff galt beides: Ein Gutachter bemängelte 1937, dass die von diesem vorgeschlagenen Themen der physiologisch-chemischen Untersuchungen im Bereich Ernährungsforschung vor allem im Interesse der Nahrungsmittelindustrie lägen. Diese müsste dann auch selbst, so schloss er, solcherlei Arbeiten unterstützen.²⁸⁸ Maximilian Borst, Dyckerhoffs Chef am Pathologischen Institut in München, verwies hingegen darauf, dass durch allzu sparsame Förderung auch Dyckerhoff zur Industrie abwandern würde, wo er das Doppelte seiner bisherigen Bezüge erhalten könne.²⁸⁹ Dem in den 1930er Jahren eingespielten System der Forschungsförderung wohnte immer auch ein Taktieren, ein Abwälzen von Kosten und Verantwortung inne.

Um 1930 konnte von einem Rückstand der deutschen Forschung in der Biochemie und bei der Gewinnung von Wirkstoffen keine Rede mehr sein. Vor allem die Göttinger Arbeitsgruppe um Windaus sicherte der Weimarer Republik eine Spitzenposition im Konkurrenzkampf um die Biokatalysatoren. Ein weiterer Profitteur dieser Entwicklung sollte das seit 1933 neu etablierte Staats- und Herrschaftsgefüge sein. Die durch die Notgemeinschaft geförderte Ausrichtung von Forschung und Entwicklung auf die Gewinnung von pharmaindustriell produzierbaren Innovationen, wie sie sich eindrucksvoll im Vitamin D und den Sexualhormonen manifestierte, erhielt im Nationalsozialismus eine nachhaltige Dynamik. Der Staat selbst reüssierte nicht nur als bio-, ernährungs- und gesundheitspolitischer Akteur, sondern als Hauptkunde der pharmaindustriell hergestellten Hormone und Vitamine. Wissenschaft, Industrie und Staat waren nunmehr qua *Institutionalisierung*, *Standardisierung* und *Aktivierung* unauflösbar miteinander verknüpft.

285 Maria Rentetzi spricht entsprechend von „trafficking materials“. Rentetzi, Trafficking Materials und Schwerin, Prekäre Stoffe.

286 So erhielt beispielsweise Irene Dischreit von der Universitätskinderklinik Leipzig Erugon, ein Extrakt aus der männlichen Keimdrüse, von der IG Farben. Als diese aber nicht mehr lieferte, wandte sich Dischreit für die Beschaffung erfolgreich an die DFG. Dischreit an DFG (14.8.1939), in: BA Koblenz, R 73/10736.

287 Mertens, Nur politisch Würdige, S. 183 f.

288 Steudel an DFG (25.4.1937), in: BA Koblenz, R 73, Nr. 10799.

289 Borst an Breuer (23.3.1938), in: BA Koblenz, R 73, Nr. 10798.

2.3. VOLKSPOLITIK: AUSNAHMEZUSTAND UND KRIEGSFORSCHUNG, 1936–1945

„Alle Forschung steht heute im Zeichen von drei großen Aufgaben“, verkündete im Mai 1943 Richard Kuhn, nicht nur Direktor des KWI für Medizinische Forschung, sondern seit Oktober 1939 auch Leiter der Fachsparte für Organische Chemie und Biochemie des Reichsforschungsrats, auf einer Vortragsveranstaltung des Vereins Deutscher Chemiker. Der Reichsmarschall Göring habe sie durch die Worte „Rüstungswissenschaft, Volksernährung und Volksgesundheit“ gekennzeichnet. Damit seien auch der Biochemie eindeutige Aufgaben und weitverzweigte Verpflichtungen auf dem Gebiet der Ernährung, der Gesundheit sowie des militärischen und zivilen Sanitätswesens zugewiesen.²⁹⁰

Das bereits bestehende Ensemble industrieller Produktion, wissenschaftlicher Innovation und staatlicher Organisation wurde mit dem im Oktober 1936 eingerichteten Vierjahresplan sowie dem im März 1937 etablierten Reichsforschungsrat auf die Kriegsvorbereitung ausgerichtet. Nationalsozialistisches Wissenschaftsmanagement war mit dem Vierjahresplan durch eine verstärkte Verzahnung von Industrie, Wissenschaft und Staat gekennzeichnet.²⁹¹ Damit aber trat der Staat selbst zugleich als Financier und Hauptinteressent der Forschung auf; dem Reichsforschungsrat und der DFG kamen die Aufgabe zu, die Forschung den Staatsinteressen anzupassen und trotzdem Wissenschaftlichkeit zu sichern. Da die DFG auf Erlass von Bernhard Rust, Reichsminister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung, alleine noch Verwaltungsarbeiten sowie die Rechnungs- und Kassenführung für den Reichsforschungsrat durchführte, funktionierte sie, so Ingo Haar, als „eine Art Verrechnungsstelle für den Vierjahresplan“, mithin als Instrument der Kriegsvorbereitung.²⁹² Unter dem seit Dezember 1936 amtierenden DFG-Präsidenten Rudolf Mentzel lag nach der Auflösung der Fachausschüsse die letzte Entscheidungsgewalt über die Vergabe der Gelder bei den mit großen Befugnissen ausgestatteten und vom Reichserziehungsministerium berufenen Fachspartenleitern des Reichsforschungsrats. Bei diesen handelte es sich im Regelfall um fachlich ausgewiesene Wissenschaftler, deren politische Loyalität unumstritten war. Fachgutachten wurden nach 1937 nur in Ausnahmefällen eingeholt.²⁹³ Nachdem sich der Präsident des Reichsforschungsrats Karl Becker am 8. April 1940 das Leben genommen hatte, wurde zwei Jahre lang um die Neuausrichtung der Forschungspolitik im Krieg gerungen. Der Reichsforschungsrat blieb jedoch auch nach seiner Reorganisation im Juli 1942 unter Göring die zentrale forschungspolitische Koordinations- und Verwaltungsinstanz. Was sich änderte, waren die noch intensiveren

290 Verein Deutscher Chemiker, Biochemische Vortragsveranstaltung, S. 193.

291 Hachtmann, Wissenschaftsmanagement, S. 635–641; und Hammerstein, Die Deutsche Forschungsgemeinschaft, S. 203–234.

292 Hachtmann, Wissenschaftsmanagement, S. 193; Nötzoldt, Die Deutsche Forschungsgemeinschaft; und Haar, Notker Hammerstein.

293 Flachowsky, Von der Notgemeinschaft, S. 235–246, 277 ff.; Hachtmann, Wissenschaftsmanagement, S. 282; und Deichmann, Flüchten, S. 224 f. Zum Vierjahresplan immer noch: Petzina, Autarkiepolitik.

Kooperationsbeziehungen sowohl zur Wehrmacht als auch zur Industrie.²⁹⁴ Zur entscheidenden Figur des neuen Vierjahresplans wurde der IG Farben-Aufsichtsratsvorsitzende Carl Krauch, der in seiner Funktion als Präsident des Reichsamtes für Wirtschaftsausbau seit 1940 für den Bereich der Chemie eine in Arbeitsgemeinschaften realisierte Kooperation von Industrie und Hochschulforschung organisierte. Krauch trat energisch für einen Zusammenschluss von privatwirtschaftlicher und staatlicher Forschung, eine noch engere Verbindung von Industrie und Hochschule sowie die Einheit von Grundlagen- und Zweckforschung ein. Tendenziell wollte Krauch dies in der Gemeinschaft von Reichsforschungsrat, Reichsamt für Wirtschaftsausbau und IG Farben verwirklicht sehen. Sein Plan einer staatlich konzertierten Zusammenarbeit von Industrie und Wissenschaft unter Sicherung der jeweiligen Eigeninteressen sollte sich weit über das Kriegsende hinaus als Referenzpunkt der *Institutionalisierung* von Forschung in Deutschland erweisen.²⁹⁵ Die seit dem Frühjahr 1942 im Sinne Krauchs zunehmend verstaatlichte Forschungsförderung schlug sich generell in einer durch den Reichsforschungsrat organisierten, finanziell nahezu unbegrenzten Mobilisierung von Ressourcen und Mitteln nieder.²⁹⁶

Die ersten Jahre nach der Machtübernahme der Nationalsozialisten markierten im Bereich der Lebenswissenschaften nicht den Schwellenmoment neuer Wissensproduktion, sondern eine Intensivierung naturstoffchemischer *Standardisierungen* sowie ernährungs-, gesundheits- und geburtenpolitischer *Aktivierungen*. Kein Forschungsprojekt war genuin neu, keineswegs wurde auch vonseiten des Reichsforschungsrats bei Projekten im Bereich der Wirkstoffe einer reinen Zweckforschung das Wort geredet. Enzym-, Hormon- und Vitaminforschung war nicht im engen Sinne militarisiert, wohl aber im weiteren Sinne staats- und kriegswichtig, just weil Wirkstoffen mannigfaltig anwendbare Wirkkraft zur Stärkung des Volkskörpers zugesprochen wurde.²⁹⁷ Kriegsforschung umfasste nicht nur die militärtechnische Aufrüstung, sondern zielte auch auf den rassistisch ausselektierten, leistungsstarken und fortpflanzungsfähigen (*Volks-*)*Körper*, der den Krieg führen und aushalten sollte. Indem sich der Nationalsozialismus als „angewandte Biologie“ verstand, war er auch angetreten, den Notstand des Lebens in der Moderne, eine dauerhafte *Problematisierung*, durch den Ausnahmezustand, eine Politisierung des Lebens, zu ersetzen.²⁹⁸ Der Notstand, immer auch ein Eingeständnis staatlicher Schwäche und politisches Instrument demokratischer Staaten, wurde in die sukzessive Ausrichtung auf den Ausnahmezustand des Kriegs und der Konzentrationslager, eine Suspendierung des Rechts und des Humanismus, überführt: Die Krise wurde durch die Tat ersetzt.²⁹⁹ Foucault hat den Nationalsozialismus als souveräne

294 Flachowsky, Von der Notgemeinschaft, S. 267–277, 280–300, 304.

295 Flachowsky, Von der Notgemeinschaft, S. 271 ff., 276, 283 f., 290 ff.; und Maier, Forschung, S. 726–738.

296 Lundgreen, Staatliche hochschulfreie Forschung, S. 123.

297 So auch das Fazit von Deichmann, Flüchtlinge, S. 228.

298 Marx, Der Wille zum Kind, S. 115; und Agamben, Homo sacer, S. 120 f., 175–189.

299 Ich folge nicht Giorgio Agambens ahistorischer Logik des biopolitischen Ausnahmezustands. Gleichwohl lässt sich, so Paul Rabinow, eine pragmatische Sichtweise Agambens durchaus

Durchsetzung des Tötens in der auf die Intensivierung und Optimierung des Lebens ausgerichteten Biopolitik bestimmt. Biopolitik selbst war ein namentlich von Hans Reiter, dem Präsidenten des Reichsgesundheitsamtes, verwendeter Ausdruck für die biologische Weltanschauung des Nationalsozialismus, dem im völkischen Diskurs jener der Volkspolitik entsprach.³⁰⁰ Als Eugenik, Rassenhygiene, Bevölkerungspolitik, Geburtenkontrolle und Sexualpathologie war die Biologie schon seit dem letzten Drittel des 19. Jahrhunderts dezidiert politisch. Jedoch beendete der 30. Januar 1933 den vielstimmigen Streit über die Verbesserung des Menschen zugunsten einer politischen, juristischen und wissenschaftlichen Gestaltung des zu vernichtenden Mangels und der grenzenlos zu steigernden Leistung.

Wirkstoffe waren für den Nationalsozialismus deshalb interessant, weil sie rasch aktivierbare, wissenschaftlich realisierbare und industriell umsetzbare Lösungen sowohl für die biologische Politik als auch für die Kriegsvorbereitung und -führung anboten. Dazu gehörte die hormonelle Steigerung der weiblichen Gebärfähigkeit ebenso wie die hormonelle Sterilisierung; die Behandlung von Volkskrankheiten wie Diabetes und Rachitis; die Krebsbekämpfung; die Optimierung der körperlichen Leistungsfähigkeit der Arbeiter und Soldaten; die Verbesserung der Mastleistung und die Erhöhung des Nährwerts der Nahrung; sowie die Sicherung vitaminhaltiger einheimischer Nahrungsmittel. Da die meisten Hormone und Vitamine bis Mitte der 1930er Jahre isoliert waren und zudem die industrielle Produktion von Hormonen und Vitaminen auf große und oft ausländische Rohstoffmengen angewiesen war, stellte zudem die Wirkstoffsynthese ein bedeutsames Forschungsziel dar.³⁰¹ Just die Projekte zur Hormonisierung und Vitaminisierung nahmen als explizit so hervorgehobene „befruchtende Verbindung zwischen Zweck- und Grundlagenforschung“ eine hervorragende Stellung unter den vom Reichsforschungsrat geförderten Forschungen ein.³⁰² In den Fachsparten Landbauwissenschaft und allgemeine Biologie unter Konrad Meyer, Medizin unter Ferdinand Sauerbruch und Organische Chemie unter Richard Kuhn wurden entsprechende Forschungsprojekte unterstützt. Die Entscheidungsmöglichkeiten der Fachspartenleiter waren dabei nahezu unbegrenzt.³⁰³

Das Spektrum dessen, was als volkspolitisch bedeutsam oder kriegswichtig angesehen wurde, reichte von der Hormontherapie und Identifizierung vitaminreicher einheimischer Nahrungsmittel bis zur Funktion von Wirkstoffen bei der Aktualisierung von Erbanlagen bei Insekten. Forschungsbereiche wie die Repro-

gewinnbringend anwenden. Rabinow, *Anthropologie*, S. 121. Als Kritik an Agamben aus geschichtswissenschaftlicher Perspektive: Sarasin, *Agamben*.

300 Hüntelmann, *Hygiene*, S. 294–301; Lemke, *Biopolitik*, S. 19–26; Marx, *Der Wille zum Kind*, S. 122; Stingelin, *Einleitung*, S. 9; und Foucault, *Vorlesung*, S. 301, 303. Der Begriff „Volkspolitik“ war einerseits ein Synonym für „Volkstumspolitik“, wurde aber gerade im Umkreis des eminent einflussreichen Konrad Meyer, Leiter der Fachsparte Landwirtschaft und allgemeine Biologie, im biopolitischen Sinne benutzt. Beispielhaft: Meyer, *Bodenordnung*.

301 Fischer an Kuhn (5.5.1941), in: BA Koblenz, R 73/14412.

302 Aus einer Rede der Fachspartenleiter anlässlich der Einweihung des Haus der Wissenschaften im Oktober 1940. Zitiert nach Hammerstein, *Die Deutsche Forschungsgemeinschaft*, S. 307.

303 Schmaltz, *Kampfstoff-Forschung*, S. 361–365, 366–371, 372–387.

duktionsmedizin, die veterinärmedizinische Endokrinologie, die Ernährungsphysiologie und die Lebensmittelchemie sowie die dort reüssierenden Forscher profitierten nachhaltig von den konzertierten Anstrengungen in den Kriegsjahren. Rhetorischer Einfallsreichtum, der die Kriegswichtigkeit laufender oder neuer Forschungsarbeiten betonte, wurde in aller Regel auch belohnt. Vor allem die Umstellung auf einheimische Rohstoffe, schonende Herstellungsverfahren oder die Synthese wurden spätestens mit Kriegsbeginn höchst bedeutungsvoll. Während des Zweiten Weltkrieges gehörte namentlich Insulin zu jenen medikamentösen Substanzen, für die durch den Ausfall von Importen der dringende Bedarf an inländischen Ersatzstoffen bestand. Eine Insulinersparnis wurde schon seit der Etablierung dieses Wirkstoffs diskutiert; besonders problematisch war zudem, dass das durchaus kostspielige Insulin nicht in Pillenform angewendet werden konnte, da Verdauungsfermente im Magen die Wirkung aufhoben.³⁰⁴ Seit Mitte der 1920er Jahre berichteten die Fachzeitschriften immer wieder über angeblich verbesserte Präparate oder wirksame Ersatzstoffe, wie die Insulinpille Fornet oder eine aus dem Samen des Herings gewonnene chemische Substanz namens Synthalin. Diese oralen Antidiabetika waren allerdings mit heftigen Nebenwirkungen wie Übelkeit und Kopfschmerzen verbunden, sodass die Präparate sich nicht durchsetzen konnten.³⁰⁵ Im Jahr 1932 konstatierte schließlich Friedrich Umber vom Deutschen Insulinkomitee bedauernd, dass alle Bemühungen die Insulinspritze durch perorale Mittel zu ersetzen keinen praktischen Erfolg gezeitigt hätten.³⁰⁶

Die allgemeinen Programmpunkte des Vierjahresplans erhielten mit Kriegsbeginn eine sehr konkrete Ausrichtung. Der Münchener Pharmakologe Walther Straub reagierte schon im September 1939 symptomatisch auf die neue Situation. Sein Mitarbeiter Fritz Zinnitz forschte über die Wirkungsmechanismen der Hormone als pharmakodynamische Vorgänge. Die Förderung der DFG, vermutete nun Straub, sei abhängig von der Beurteilung der geplanten Arbeiten als kriegs- und staatswichtig. Er ersann deshalb für den weiteren Arbeitsplan von Zinnitz das überzeugende Argument, dass dieses Projekt auch Untersuchungen über die Entstehung des Lungenödems beinhalte. Da dieses oft auch eine Folge von Kampfgasvergiftungen sei, halte er die Arbeiten für kriegswichtig.³⁰⁷ Im gleichen Monat behaupteten Hans Joachim Lauber, Assistenzarzt der Chirurgischen Klinik in Marburg, und Theodor Bersin, seit 1938 dortiger außerordentlicher Professor für Physiologische Chemie, durch Zusatz geeigneter Substanzen eine Fortdauer der enzymatischen Prozesse im konservierten Menschenblut zu erreichen, was wiederum „eine wirksamere Versorgung der Verwundeten der vordersten Linie“ zur Folge

304 Steinbrinck, Ueber Insulinersparnis. Ammon/Dirscherl, Fermente, S. 168 f.; Podach, Fortschritte; Fornet, Die wirtschaftliche Bedeutung; und Noorden, Insulinkuren, S. 706 f. Grundmann, Die medizinische Forschung, S. 624.

305 Lungwitz, Ueber Insulin-Fornet. Zum Synthalin: Frank, Über eine synthetische Substanz. Sneader, Drug Discovery, S. 276 f.; Dilg, Zur Frühgeschichte, S. 12; und Wimmer, Wir haben, S. 304.

306 Umber, Das Schicksal, S. 244 ff.

307 Straub an DFG (15.9.1939), in: BA Koblenz, R 73/16027. Zu Straub: Prüll, Caught between the Old and the New.

habe. Zwei Jahre zuvor hatten sie bereits Möglichkeiten der externen Vitaminbehandlung von Wunden auf Salbengrundlage zu ihrem Forschungsthema gemacht.³⁰⁸ Als die Untersuchungen über Sexualhormone, die der Gynäkologe Hellmuth Winkler an der Marburger Universitätsfrauenklinik durchführen wollte, im Oktober 1939 von Reichsforschungsrat und Reichsgesundheitsführung zunächst als nicht kriegs- und staatswichtig eingestuft wurden, erinnerte Winkler erfolgreich daran, „daß die aus diesen Versuchen zu ziehenden therapeutischen Folgerungen über die Ursachen weiblicher Unfruchtbarkeit und ihre Beseitigung für den Staat nicht ganz unwichtig sein dürften“.³⁰⁹ Anschließend formulierte Winkler dann seine Forschungen zu den Zusammenhängen zwischen Nebennierenrinde, Hypophyse und Ovar im volkspolitischen Sinne um: „Im Laufe meiner Untersuchungen bin ich jedoch auf Beziehungen zwischen Follikelhormonen und dem Geburtseintritt aufmerksam geworden. Diese jetzigen Untersuchungen haben nicht nur theoretische, sondern auch erheblich praktische Bedeutung.“³¹⁰ Ernst Bach, Winklers Vorgesetzter an der Marburger Frauenklinik, betonte im Februar 1940, dass dessen neue Zielsetzung wohl als staatswichtig angesehen werden müsse. Und fast zwei Jahre später bezeichnete er das deutlich erweiterte Forschungsprogramm Winklers und dessen Arbeiten über Vitamin E als „das im Moment wesentlichste Forschungsgebiet in der deutschen Gynäkologie“. Die Erforschung der Ursachen des Infantilismus und vor allem seine Behandlung seien von ausgesprochen wesentlicher volkspolitischer Bedeutung.³¹¹ Aber Winklers Projekt war durchaus auch kriegswichtig. Angesichts fehlgeschlagener Versuche, den Geburtseintritt durch Injektionen einer wässrigen Lösung von Östradiol-Benzoat zu beeinflussen, unterstrich Winkler im Februar 1941, dass es in Anbetracht der Kriegslage in erster Linie darauf ankomme, auch theoretische Untersuchungen in eine Richtung anzustellen, „die praktisch unmittelbar verwertbare Erfolge versprechen und imstande sind, Kriegsschäden auszugleichen“. Deshalb wolle er nunmehr seine Experimente mit Vitamin E und Ovarhormonen fortsetzen. Tatsächlich konnte Winkler in der Folge darauf hinweisen, dass seine Forschungen auch die Behandlung der „im Arbeitsdienst häufigen Amenorrhöen“ ermöglichten, die als „hormonale Defiziterscheinungen“ anzusehen seien und dementsprechend hormontherapeutisch behandelt werden müssten. Diese Untersuchungen hätten eine Bedeutung für die Volksgesundheit und könnten wohl als kriegswichtig bezeichnet werden. Bis Kriegsende wurden alle seine Arbeiten zur Beeinflussung mit Follikelhormon, Gelbkörperhormon und Vitamin E problemlos gefördert.³¹² Dass der autarkiepolitische Aspekt die Bewilligung von Forschungsvorhaben beschleunigte, wussten wiederum die Chemiker Josef Schmitt

308 Lauber an DFG (26.9.1939), Lauber an DFG (16.10.1939) und Lauber an DFG (2.12.1937), in: BA Koblenz, R 73/12601. Grundmann, *Die medizinische Forschung*, S. 406. Zu Bersins späteren Kampfstoffforschungen: Schmaltz, *Kampfstoff-Forschung*, S. 375.

309 Winkler an DFG (17.9.1939) und DFG an Winkler (27.10.1939), in: BA Koblenz, R 73/15738.

310 Winkler an DFG (14.2.1940), in: BA Koblenz, R 73/15738.

311 Bach an DFG (15.2.1940) und Bach an DFG (12.11.1941), in: BA Koblenz, R 73/15738.

312 Winkler an DFG (12.2.1941), in: BA Koblenz, R 73/15738.

und Gottfried Jennen, die beide seit Juli 1941 im Auftrag des Oberkommandos der Kriegsmarine die synthetische Darstellung von Vitamin A-Verbindungen vorantrieben. Sie konnten nicht nur Kuhn und Wieland, sondern auch die IG Farben und selbst Karl Becker als Unterstützer ihrer Forschungen auflisten.³¹³ Schmitt hatte bereits fünf Monate zuvor diese Kriegswichtigkeit ausführlich begründet: Vitamin A sei als Importware in Kriegszeiten nur in sehr beschränkten Mengen zugänglich und benötige bedeutende Devisenaufwände. Ihm komme aber auch wehrwirtschaftliches Interesse zu, da es das spezifische Mittel gegen Nachtblindheit darstelle: „Der Genuß dieser Nahrungsmittel fördert mittelbar die Dunkelanpassung. Er ist darum für alle jene besonders wichtig, die im Luftschutz tätig sind.“³¹⁴

Die ständige Neuverfassung der Anträge ist ein gutes Beispiel für jene Adaptionsleistungen, die sich zwischen Antragstellenden und Bewilligenden vollzogen, da keineswegs kanonisch ausformuliert war, was als kriegswichtig zu gelten habe. Eine eindrucksvolle Anpassung stellte die Ausrichtung zahlreicher Forschungsprojekte durchaus renommierter Wissenschaftler auf die sogenannten Abwehrfermente dar, die in den 1940er Jahren die für das NS-Regime volkspolitisch so bedeutsamen Probleme des Krebs- aber auch Rassennachweises betrafen. Als die rassistische Selektionslogik sich mit der organisierten Vernichtung verband, führte der Weg der Abwehrfermente schließlich auch nach Auschwitz.³¹⁵ Im Jahr 1909 hatte der Schweizer Physiologe Emil Abderhalden, der von 1911 bis 1945 an der Universität Halle-Wittenberg lehrte, den experimentellen Befund publiziert, dass nach der parenteralen Zufuhr von Proteinen im Blutplasma Fermente zur Wirkung gelangt seien, die wiederum diese Proteine abbauten. Rückblickend fixierte er für diesen Moment eine zwingende Entdeckungslogik: „Damit waren die auf Eiweiß bzw. auf Pepton eingestellten Abwehrfermente entdeckt.“³¹⁶ Diese Fermente reüsierten als Indikatoren, die chemische Prozesse, Identitäten und Störungen sichtbar machten sowie das Vorhandensein von fremden oder spezifischen Stoffen diagnostizierten. Die Abwehrfermentreaktion oder auch Abderhalden-Reaktion galt zunächst als Diagnosemöglichkeit bei Schwangerschaft, Tumoren und Infektionskrankheiten sowie bei hormonellen, neurologischen und psychischen Störungen. Die Reaktion gehörte damit grundsätzlich zu den vielen serumdiagnostischen Verfahren, die im 20. Jahrhundert entwickelt wurden. Einen ersten klinischen Erfolg feierte Abderhalden mit der Schwangerschaftsdiagnose. Dieses zu Beginn der 1910er Jahre entwickelte Verfahren – der Nachweis spezifischer Peptide, die im Körper schwangerer Frauen als Reaktion auf fremde Proteine abgespalten worden seien – bewies vor allem Abderhaldens Talent, zur rechten Zeit das passende

313 Schmitt/Jennen an den Präsidenten des Reichsforschungsrates (5.11.1941), Der Präsident des Reichsforschungsrats, i. A. gez. Zimmermann, Oberregierungsrat, „Bescheinigung“ (16.5.1941), Richard Kuhn, „Wissenschaftliches Gutachten“ (7.5.1941), in: BA Koblenz, R 73/14412.

314 K., Vitamin A. Schmitt an den Heeresanitätsinspekteur Handloser (18.2.1941), in: BA Koblenz, R 73/14412.

315 Fattahi, Emil Abderhalden; Kaasch, Sensation; Deichmann/Müller-Hill, The Fraud; und Kaasch/Kaasch, Wissenschaftler.

316 Abderhalden, Abwehrfermente, 7. Aufl., S. 7, 11. Bei Peptonen handelt es sich um Peptidgemische als Produkte peptischer Proteolyse. Karlson, Biochemie, S. 161.

wissenschaftliche Angebot zu unterbreiten. Zwar fand der Test vielfache Bestätigung, jedoch konnte Leonor Michaelis, der das Verfahren 1914 in Abderhaldens Laboratorium erlernen sollte, keinerlei Unterschiede zwischen den verschiedenen Seren feststellen. Die Zondek-Aschheimsche Schwangerschaftsprüfung lief schließlich in der zweiten Hälfte der 1920er Jahre der Abwehrfermentreaktion den Rang ab.³¹⁷ Abderhaldens kontinuierliche Veröffentlichungen stießen zunächst auf großes Interesse, bis sich Ende der 1910er Jahre kritische Stimmen mehrten.³¹⁸ Es ist deshalb erklärungsbedürftig, warum die Abwehrfermente im Nationalsozialismus eine solche Renaissance erhielten.

Eine Metaphorik, welche die Fermente „fremdartigen Produkten“ gegenüberstellte, hatte Abderhalden schon zu Beginn der 1910er Jahre gebraucht. Diese entsprach jener Kriegssprache, die bereits Ende des 19. Jahrhunderts mit der Bakteriologie ausformuliert worden war.³¹⁹ Im Nationalsozialismus sollte sich dieses Bild als höchst wirkungsmächtig erweisen. So wie der nationalsozialistische Staat seinen Vernichtungskrieg als Abwehrkampf und Reinhaltung definierte, existierten die spezifischen Fermente als die Integrität des Körpers zugleich markierende und sichernde Abwehrkräfte. Als Bersin und Gerhard Mall 1941 behaupteten, dass ihnen die kristalline Darstellung der Abwehrproteinasen aus Harn gelungen sei, befand sich die Forschungspraxis aber zugleich auch in der Logik der Naturstoffchemie. Proteine erschienen danach als jene Stoffarten, die den Spezialaufbau der Zelle generieren. Sie seien „zelleigen“ und hätten „Artcharakter“, in einer anderen Zelle wirkten sie „zellefremd“. Jede Zelle funktioniere für sich und sei den anderen so fremd, dass sie sich nur abwehrend begegnen könnten: „Dringen gar fremdartige Zellen in den Organismus ein, so bedeutet das, daß neben dem im Zellstaat des Organismus ablaufenden Stoffwechsel, in dem jeder Einzelvorgang in feinsten Weise gesteuert ist, sich ein fremdartiger vollzieht, hat doch jeder Eindringling seinen besonderen Zellcharakter und sein besonderes Zellgeschehen. Neben die körpereigenen treten fremdartige! Nun beginnt der Kampf. Die fremden Zellen leben auf Kosten von Substanz des Wirtes. Wir haben hier alle Übergänge von der reinen Symbiose bis zum Parasitismus schlimmster Art vor uns, wobei der Wirt der am meisten Leidtragende ist und nicht selten der Invasion erliegt.“³²⁰ Was Abderhalden postulierte, war der völkische Diskurs als biochemischer Vorgang, begründet durch die Spezifität des Fermentsystems. Aus den Reihen der Biochemiker im nationalsozialistischen Deutschland kam keine Kritik, stattdessen ist die Liste jener Forscher aus verschiedenen Disziplinen lang, welche die Abderhaldensche Reaktion als ein Diagnose- und Nachweisverfahren verwendeten.

317 Abderhalden, *Abwehrfermente*, S. 44 ff. Deichmann, *Flüchten*, S. 47 f. Während der Schwangerschaft wird im Harn der Frau gonadotroper Wirkstoff in größerer Menge ausgeschieden. Durch dessen Nachweis etablierten Bernhard Zondek und Selmar Aschheim einen Schwangerschaftstest als „biologische Frühdiagnostik“. Aschheim/Zondek, *Die Schwangerschaftsdiagnose*, S. 1405.

318 Fattahi, *Emil Abderhalden*, S. 27 f.

319 Abderhalden, *Abwehrfermente*, 2. Aufl., S. V. Zur Geschichte der Bakteriologie: Sarasin/Berger/Spörri, *Bakteriologie*; Otis, *Membranes*.

320 Abderhalden, *Abwehrfermente*, 7. Aufl., S. 34 f.

Abderhalden hatte sich am 21. März 1939 an Sauerbruch in dessen Funktion als Fachspartenleiter Medizin gewandt, um eine privilegierte Förderung der Forschungen zu den Abwehrfermenten zu erbitten. Das Physiologische Institut in Halle sollte als ein von Abderhalden kontrolliertes Zentrum fungieren, an dem das entsprechende Wissen produziert und die Techniken zu dessen Hervorbringung kontrolliert würden. Mit finanzieller Unterstützung der DFG versuchte Abderhalden, die Grundlagenforschungen zu den Abwehrfermenten an seinem Institut zu konzentrieren und dafür zu sorgen, dass die klinische Anwendung hingegen möglichst großzügig gefördert und weitestgehend verbreitet werde.³²¹ Abderhalden monopolisierte aber nicht nur die Herstellung der Abwehrfermente, sondern auch entsprechende Publikationen, die vor allem in der von ihm selbst gegründeten Zeitschrift *Fermentforschung* erschienen. Abwehrfermente existierten nur dort, wo kritische Stimmen, zögerliche Bedenken und selbstständige Experimente ausgeschlossen waren. Es war Abderhaldens unermüdlicher Kontrollarbeit bei der Zirkulation der Abwehrfermente ebenso wie der unkritischen Kooperation aufstrebender Forschungsgruppen, namentlich einer informellen und interdisziplinären Arbeitsgruppe um den Psychiater Ernst Kretschmer in Marburg, geschuldet, dass die Abwehrfermente bis in die späten 1940er Jahre in Deutschland den Status von substratspezifischen Substanzen innehatten. Der Nationalsozialismus bot geschickten Wissenschaftspolitikern wie Abderhalden beste Möglichkeiten für ihre Programme schneller Lösungen für komplexe Probleme. Dies galt jedoch keineswegs für die naturwissenschaftliche Praxis im Nationalsozialismus per se. Wissenschaftliche Debatten wurden in den Fachzeitschriften durchaus intensiv und streitfreudig geführt.³²²

Im Laufe der 1940er Jahre wurde die diagnostische Funktion der Abwehrfermente auf jene Themen der Krebsforschung und Rassenhygiene konzentriert, denen höchste volkspolitische Priorität zukam. Abderhalden schickte seine Wirkstoffe nicht nur an die Front der Krebsbekämpfung, sondern bot sie auch zur Molekularisierung von Rassenunterschieden an. Ein entsprechendes Projekt hatte Hans J. Fuchs schon 1926 mit seiner Karzinom-Serum-Reaktion zur „Rassen- und Metamorphoseforschung bei Tieren“ avisiert. Abderhalden sollte darauf erstmals 1939 zurückkommen.³²³ Seine Vererbungstheorie stützte sich auf die Hypothese einer entscheidenden Rolle der Proteine bei der Vererbung von Eigenschaften. Tierexperimentell versuchte Abderhalden dann herauszufinden, ob die Angehörigen einzelner Meerschweinchenstämme in ihrem Blut und in ihrem Gewebe Eiweißstoffe besäßen, die sich mittels der Abwehrfermentreaktion unterscheiden ließen. Er forschte zusammen mit Wolf Herre an sogenannten Bastarden, um zur

321 Abderhalden an Sauerbruch (21.3.1939), in: BA Koblenz, R 73/15342. Frewer, Medizin, S. 172–181.

322 Die Abwehrfermente sind Ende der 1990er Jahre als Beispiel für die Unhaltbarkeit sozialkonstruktivistischer Thesen und die Unterscheidung zwischen einer schlechten totalitären und einer guten demokratischen Wissenschaft verwendet worden. Deichmann/Müller-Hill, *The Fraud*, S. 109. Kritisch dazu: Sachse, *Visionen*, S. 266 f. Für eine Gesamtdarstellung: Kaasch, *Sensation*.

323 Abderhalden, *Rasse*. Sachse, *Visionen*.

Überzeugung zu gelangen, dass innerhalb derselben Rasse Übereinstimmung im Ausfall der Abwehrfermentreaktion bestehe und es folglich Proteine mit Rassenmerkmalen gebe. Die Abwehrfermentreaktion sei berufen, freute er sich, bei Rassen- und Vererbungsfragen in entscheidender Weise mitzuwirken. Abderhalden etablierte sich damit als ein bedeutsamer Akteur im Feld der Rassenpolitik, indem er die verborgenen Rassenunterschiede sichtbar und klassifizierbar zu machen behauptete. Als weiteres Forschungsgebiet sprach er dann auch die Notwendigkeit von Zwillingsforschungen an, nur sei es schwer, „Material zu Untersuchungen“ zu erhalten.³²⁴ Abderhalden stand zu diesem Zeitpunkt bereits in Kontakt zu Deutschlands führendem Zwillingsforscher, dem Genetiker Otmar von Verschuer, der das Problem der Unterscheidung ein- und zweieiiger Zwillinge zu lösen versuchte. Dabei überschritten sich Rassen- und Zwillingsforschung. Bernd Gausemeier und Achim Trunk haben nachweisen können, dass Verschuer im Rahmen eben dieses rassenpolitischen Forschungsprojektes von Josef Mengele mit Blutproben aus Auschwitz beliefert wurde. Verschuer verfolgte seit 1943 ein eigenes, vom Reichsforschungsrat unterstütztes Forschungsvorhaben zur chemisch-serologischen Rassenidentifizierung mit dem Titel spezifische Eiweißkörper. Verschuer brauchte Untersuchungsmaterial, das „Blut aus Auschwitz“, und die Fähigkeiten eines Biochemikers – dafür stand Günther Hillmann vom KWI für Biochemie. Im Oktober 1944 meldete Verschuer der DFG, dass er von Mengele „Blutproben von über 200 Personen verschiedenster rassischer Zugehörigkeit“ erhalten habe. Diese sollte Hillmann mit der Abwehrfermentreaktion und einer von ihm eigens neu entwickelten Farbreaktion durchtesten. Neben der biochemischen Rassenidentifizierung und der Zwillingsforschung benötigte Verschuer vor allem auch eine chemische Grundlage für Abstammungsgutachten und Vaterschaftsprozesse. Auch hier schien die Abderhalden-Reaktion höchst nützlich zu sein.³²⁵ Verschuer war mit seinem Projekt nicht allein. Analoge Forschungen zur serologischen Rassendifferenzierung führte 1944 auch Karl Horneck DFG-finanziert am Rassenbiologischen Institut der Universität Königsberg an Kriegsgefangenen durch.³²⁶

Enzyme, Hormone und Vitamine waren im großen Maßstab für die Zwecke des kriegsführenden nationalsozialistischen Vernichtungsstaats einsetzbar. Wirkstoffforschungen ließen sich problemlos auf konkrete kriegswichtige Probleme zuspitzen, wie sie auch Lösungen für volkspolitische *Problematisierungen* anboten. Im Gegensatz zur hervorgehobenen Rolle der *Standardisierung* und *Aktivierung* von Wirkstoffen kam dabei der *Regulierung* eine untergeordnete Rolle zu. Dafür gab es zwei verwandte, aber nicht identische Gründe: Der Bedarf nach einer raschen Verfügbarmachung von Wirkstoffen verlangte nach Kausalitäten und nicht nach komplexen Wechselbeziehungen; zugleich wurden Wirkstoffsysteme haupt-

324 Abderhalden, *Abwehrfermente*, 7. Aufl., S. 84–94. Trunk, *Zweihundert Blutproben*, S. 26 f.

325 Verschuer an DFG (11.10.1944), in: BA Koblenz, R 73/15342. Trunk, *Rassenforschung*; Trunk, *Zweihundert Blutproben*; und Gausemeier, *Rassenhygienische Radikalisierung*, S. 186–190.

326 Horneck, *Über den Nachweis*. Cottebrune, *Der planbare Mensch*, S. 194; Schmuhl, *Grenzüberschreitungen*, S. 511–522; und Trunk, *Zweihundert Blutproben*, S. 11. Trunk betont an anderer Stelle die Unvergleichbarkeit der Projekte. Trunk, *Biochemistry*.

sächlich von jüdischen Biochemikern erarbeitet, die im Laufe der 1930er Jahre zur Emigration gezwungen wurden. Deren Vertreibung bedeutete das vorläufige Ende oder zumindest eine entscheidende Schwächung der dynamischen Biochemie in Deutschland. Neben den etablierten Koryphäen wie Max Bergmann, Carl Oppenheimer, Otto Meyerhof, Carl Neuberg und Richard Willstätter, der schon 1924 aufgrund des wachsenden Antisemitismus' an der Münchener Fakultät seinen Rücktritt eingereicht hatte, betraf dies auch jüngere Forscher wie Konrad Bloch, Hans Krebs, Fritz Lipmann, Rudolf Schönheimer, Ernst Chain und Erwin Chargaff.³²⁷ Mit ihnen emigrierte auch ein ganzer Forschungsbereich zum intermediären Stoffwechsel und zur Enzymchemie. Insbesondere der Weggang Meyerhofs sowie seiner Schüler Lipmann und Severo Ochoa führte, so Ute Deichmann, „zur Auflösung eines der damals international bedeutendsten Forschungszentren der Biochemie“.³²⁸

Für die nationalsozialistische Kriegsmobilisierung waren die Verluste an Stoffwechselchemikern nicht schwerwiegend, weil die Forschung auf die Isolierung und Synthetisierung von Naturstoffen sowie deren staats- und kriegswichtige *Aktivierung* abgestimmt war. In diesem Gebiet waren zahlreiche junge Wissenschaftler beschäftigt, die den Selektionskriterien des nationalsozialistischen Staates positiv entsprachen und die ihre Arbeiten findig mit industriellen und staatlichen Interessen abglich.³²⁹ Nicht zuletzt gelang es auch einem geschickten Forschungspolitiker wie Abderhalden, das Vakuum, das die emigrierten Enzymforscher hinterließen, mit seinen Abwehrfermenten zu füllen. Er profitierte dabei auch sehr konkret von der Vertreibung renommierter Proteinchemiker, die sich nicht mehr vor Ort kritisch zu seinen Thesen äußern konnten.³³⁰ Dieser Mobilmachung mit aktivierten Wirkstoffen entsprach dabei keineswegs zwangsläufig eine Umgestaltung der beteiligten Disziplinen. In der Gynäkologie und Tierphysiologie fand genau so wenig wie in der Biochemie selbst eine über die Anpassung an die neuen staatlichen Organisationsformen des Vierjahresplans hinausgehende institutionelle Veränderung statt. Grundlegend neu gestaltet wurde jedoch die Ernährungsforschung, die im Nationalsozialismus intensiv mit Mitteln der DFG ausgestattet, zu einer der zentralen Wissenschaften der Kriegsvorbereitung und -führung wurde.³³¹

Die Ernährungswissenschaft, die keine eigenständige Disziplin, sondern eine Ansammlung von Fach- und Arbeitsrichtungen darstellte, war grundsätzlich an den Erfahrungen des Ersten Weltkriegs ausgerichtet und mit dem Credo versehen, es beim nächsten Mal besser zu machen.³³² Schon in den ersten Jahren nach der

327 Deichmann, Emigration, S. 453–456. Oppenheimer emigrierte 1936 in die Niederlande und wurde mit hoher Wahrscheinlichkeit am Heiligabend 1941 von den Nationalsozialisten ermordet. Deichmann, Flüchten, S. 106, 127, 141–145; und Deichmann, Biologen, S. 106.

328 Deichmann, Flüchten, S. 139 ff.; und Engel, Paradigmenwechsel, S. 321 f.

329 Lothar Mertens identifizierte die Personalstelle der DFG als ein solches Selektionsinstrument für den wissenschaftlichen Nachwuchs. Mertens, Nur politisch Würdige, S. 131–162.

330 Fattahi, Emil Abderhalden, S. 39.

331 Neumann, Nutritional Physiology, S. 51 f.; und Neumann, Personelle Kontinuitäten, S. 172.

332 Thoms, Einbruch, S. 111; Spiekermann, Pfade; und Teich, Science.

Machtübernahme fixierten die neuen Machthaber die Ernährungswirtschaft auf die Ziele der „Nahrungsfreiheit Deutschlands“, auf Bedarfsdeckung und Leistungssteigerung.³³³ Mit dem Vierjahresplan wurden vor allem Fragen der Ersparnis, der intensivierten Förderung einheimischer Rohstoffe und der alternativen Verfahren zur Gewinnung von Wirkstoffen bedeutsam. Dies galt insbesondere für die Vitaminforschung, die, so zumindest Hans Glatzel, in der ernährungsphysiologischen Forschung im Nationalsozialismus an erster Stelle gestanden habe.³³⁴ Die ernährungspolitische Aktivierung der Vitamine wurde dabei als eine besondere Leistung der Gemeinschaftsarbeit gerühmt. Auf einer Vortragsveranstaltung des Vereins Deutscher Chemiker Ende Januar 1940 in Berlin betonte Windaus in diesem Sinne die Bedeutung der Vitaminforschung für den Kriegserfolg. In den Weltkriegsjahren von 1914 bis 1918 sei erkannt worden, welche Schäden eintreten können, wenn man über Grundlagen der Ernährung nicht richtig unterrichtet sei. Deshalb sei es für ihn eine ganz besondere Freude und Genugtuung, dass in den Jahren nach dem Kriege im In- und Ausland daran gearbeitet worden sei, zu zeigen, welche Stoffe für die Gesunderhaltung des Menschen notwendig seien: „Die Fortschritte in den Jahren etwa von 1920–1939 sind so groß gewesen, daß wir nicht mehr zu befürchten brauchen, daß so schwere Schäden dieses Mal im Kriege wieder eintreten könnten, wie sie 1914–1918 eingetreten sind. Wir sind vollständig gegen solche Schäden gerüstet, ausschließlich darum, weil die Wissenschaft und die Technik erkannt haben, woran es damals gefehlt hat.“³³⁵ Windaus, der zum Nationalsozialismus ein distanzierteres Verhältnis hatte, betonte hier die Internationalität der Vitaminforschung und die Notwendigkeit der Milderung der Kriegsfolgen. Aber seine Aussage, dass Wissenschaft und Technik eine zentrale Rolle zuzuweisen sei, reagierte positiv mit den Zielen des den Krieg führenden nationalsozialistischen Staates. Im Oktober 1942 konnten dann wiederum Hermann Ertel und Walter Rothe vom Reichsgesundheitsamt zufrieden feststellen, dass im Bereich der Ergänzungs- und Wirkstoffe die Staatsführung gut gearbeitet habe und es gelungen sei, durch prophylaktische Maßnahmen, eine möglichst vollwertige Ernährung, die Volksgesundheit so zu sichern, dass der Gesundheits- und Leistungsstand des deutschen Volkes nicht geschmälert werde.³³⁶

Der Beginn der *Institutionalisierung* einer auf Wirkstoffe konzentrierten Kriegsernährungspolitik lässt sich exakt datieren. Am 7. Dezember 1934 fand im damaligen Haus der politischen Organisation in München eine Sitzung statt, die sich explizit dem Thema „Ernährungsforschung der Deutschen Wissenschaft und ihre Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft“ widmete. Der Einladung von DFG-Präsident Johannes Stark folgte die versammelte Elite der Ernährungs- und Vitaminforschung, des Reichsnährstandes und des Hauptamts für Volksge-

333 Flachowsky, Von der Notgemeinschaft, S. 143; Drews, Die „Nazi-Bohne“, S. 61–66; Melzer, Vollwerternährung, S. 164; Heim, Kalorien, S. 23–124; und Corni/Gies, Brot.

334 Glatzel, Physiologie, S. 126.

335 Anonym, Vortragsveranstaltung, S. 4.

336 Ertel/Rothe, Erörterungen, S. 273. Zu Windaus wertekonservativer Distanz zum Nationalsozialismus: Ash, Vertriebene, S. 92.

sundheit.³³⁷ Im Jahr 1936 veranlasste Stark dann die Einrichtung einer Arbeitsgemeinschaft für Ernährungsforschung, deren Leitung Hans Reiter übernahm. Damit verbunden war die Begutachtung der Anträge auf dem Gebiet der Ernährungsforschung.³³⁸ Reiter war zugleich Vorsitzender der Reichsarbeitsgemeinschaft für Volksernährung und seit Dezember 1936 auch Präsident der neugegründeten und interdisziplinär ausgerichteten Deutschen Gesellschaft für Ernährungsforschung. Unter deren Schirmherrschaft sollten Staatsdienst- und Parteidienststellen, die Abteilung für Ernährungsphysiologie des Reichsgesundheitsamtes sowie die DFG ernährungswissenschaftliche Spezialfragen mit Hilfe der entsprechenden Experten gemeinschaftlich bearbeiten. Allerdings beanspruchte auch die Reichsstelle für Wirtschaftsausbau Entscheidungsbefugnis, weshalb die ernährungspolitische Zuständigkeit noch bis Ende der 1930er Jahre umstritten war. Als Katalysator der nationalsozialistischen Ernährungswissenschaft wurde im selben Jahr die Zeitschrift *Die Ernährung* gegründet, als deren Präsident Reiter fungierte, während Otto Flößner und Ertel die redaktionelle Führung übernahmen.³³⁹ Der programmatisch eigenständige, im Mai 1935 eingerichtete und von Konrad Meyer geführte Forschungsdienst, der die im April 1934 eingerichteten Reichsarbeitsgemeinschaften der Landbauwissenschaften zusammenfasste, organisierte wiederum im landwirtschaftlichen Bereich die Forschungspolitik mit den Schwerpunkten der Ernährungsphysiologie und der Qualitätsbeeinflussung von Nahrungsmitteln. Der Forschungsdienst konnte in der zweiten Hälfte der 1930er Jahre im Namen des Vierjahresplans von Ernährungswissenschaftlern für ihre Forschungsvorhaben mobilisiert werden.³⁴⁰ Seit dem Juni 1943 befasste sich zudem Hans Crampe, bis dahin verantwortlicher Direktor der August Oetker-Werke, als Bevollmächtigter für Nahrungsmitteltechnik mit der Sicherung von Lebensmitteln. Crampes Aktivitäten wurden innerhalb Werner Osenbergs wiederum im Rahmen des Reichsforschungsrats agierenden Planungsamts für die Koordination der Forschung durchgeführt. Im Planungsamt wurden spezifische Arbeitsfelder erfasst, in denen diverse Arbeitsgemeinschaften der angewandten Forschung aktiviert wurden. Zusätzlich richtete Crampe einen aus den fünf Gruppen Rohstoffe, Verarbeitung, Erhaltung, Verwendung und Sonderverpflegung bestehenden Arbeitsring für Nahrungsmitteltechnik ein. Nahrungsmittel, so Crampe, seien nur selten Naturprodukte, sondern meistens das Ergebnis komplizierter Herstellungs- und Veredelungsprozesse. Dieser technischen Herstellung der Nahrungsmittel müsse mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Im Rahmen der Gemeinschaftsarbeit sollte

337 Borst an Breuer (23.3.1938), in: BA Koblenz, R 73/10798. Neumann, *Nutritional Physiology*, S. 50 f. Zu Stark: Flachowsky, *Von der Notgemeinschaft*, S. 116–122, 163–198.

338 Reiter, Mitteilung, S. 4. Melzer, *Vollwerternährung*, S. 161 f., 174.

339 Anonym, Begrüßungsansprache, S. 6, S. 10 f. Kopke, *Themen*; Melzer, *Vollwerternährung*, S. 162–175; Thoms, *Einbruch*, S. 115 f.; und Maitra, ... wer imstande und gewillt ist.

340 Neumann, *Personelle Kontinuitäten*, S. 172 ff. Zum Forschungsdienst: Oberkrome, *Ordnung*; und Hammerstein, *Deutsche Forschungsgemeinschaft*, S. 156–163. Zu Meyer: Flachowsky, *Von der Notgemeinschaft*, S. 141–154; und Heinemann, *Wissenschaft*.

deshalb auch die Nahrungsmitteltechnik staatlich unterstützt werden.³⁴¹ Damit war zugleich eine Gegenposition zu jener durch die Reformbewegungen beeinflussten Ernährungsideologie eingerichtet, welche die Debatte über die „richtige Ernährung“ noch Ende der 1930er Jahre dominiert hatte und etwa in der Reichsarbeitsgemeinschaft für Volksernährung auch institutionell präsent war. Im Krieg war die Ernährungsforschung vor allem auch auf technische und organisatorische Probleme ausgerichtet.

Mit Kriegsbeginn existierte ein effektives Gefüge staatlicher Ernährungspolitik, biochemischer Experimentalsysteme und pharmaindustrieller Kartelle. Die Verstaatlichung der Ernährung im Vierjahresplan stand keineswegs im Widerspruch zur privatwirtschaftlichen Vitaminherstellung. Während Ertel proklamierte, dass es mit den fortschreitenden Erkenntnissen auf dem Gebiete der Vitaminforschung erforderlich geworden sei, die Auswertung der wissenschaftlichen Arbeit und ihre Übertragung und Nutzbarmachung für die Ernährungspraxis unter die unmittelbare Obhut der Staatsverwaltung zu nehmen, konnte die deutsche Niederlassung von Hoffmann-La Roche ihre Einnahmen aus der C-Vitaminproduktion in den Jahren 1939 bis 1943 fast verdreifachen, weil sie im nationalsozialistischen Staat im Allgemeinen und in der Wehrmacht im Besonderen zuverlässige Großkunden fand. Roche musste 1940 in Grenzach sogar mithilfe von Roche Basel eine neue Produktionsanlage zur Ascorbinsäureherstellung errichten, um die Nachfrage zu befriedigen. Roche und Merck, die beide Ascorbinsäure an die Wehrmacht lieferten, hatten bereits 1936 eine Preisabsprache für Vitamin C ausgehandelt und einigten sich mit Kriegsbeginn darauf, sich den Vertrieb zu teilen, wobei Merck allerdings an Roche Lizenzgebühren zu entrichten hatte. Die Nachfrage war mit Kriegsbeginn enorm, das Produktionsvolumen verdoppelte sich bei Merck bereits in den erst drei Kriegsmonaten. Im April 1941 kam es zur Ausstellung einer gegenseitigen Freilizenz von Roche und der IG Farben für die jeweiligen Patente Ascorbinsäure (Roche) und Aneurin (IG Farben), was zugleich zu einer außervertraglichen Kartellabsprache genutzt wurde.³⁴² Im September 1942 reiste eigens eine Delegation von Vitaminexperten um Ertel und Scheunert in die Schweiz, um sich vor Ort über neue Verfahren zur Gewinnung natürlicher Ascorbinsäure zu informieren und um Lizenzierungen zur Herstellung von Karotin zu organisieren. Die Gruppe traf sich im Einvernehmen der Reichsstelle Chemie mit Vertretern von Hoffmann-La Roche, um zudem über die Fertigung von synthetischer Ascorbinsäure zu verhandeln. Die komplexe Situation, die sich auf der unternehmerischen Ebene zur Freude der deutschen Beamten durchaus

341 „Protokoll über die Arbeitstagung des Arbeitsringes für Nahrungsmitteltechnik im Reichsforschungsrat, Baden-Baden, 20.–24. XI. 1943“, Göring an Crampe (1.6.1943) und Hans Crampe, „Forschung in der Nahrungsmitteltechnik“ (ohne Datum), in: BA Berlin, R 26 III, Nr. 178. Hammerstein, Die Deutsche Forschungsgemeinschaft, S. 434–437, S. 470–486.

342 Ertel, Über den Aufbau, S. 1. Bächi, Vitamin C, S. 73–78; Straumann/Wildmann, Schweizer Chemieunternehmen, S. 218–222, 227–232; und Marschall, Im Schatten, S. 324–332. Hoffmann-La Roche vertrieb Ascorbinsäure natürlich auch in die USA. Straumann/Wildmann, Schweizer Chemieunternehmen, S. 184 f.; und Marschall, Im Schatten, S. 309 ff.

handhabbar zeigte, war gekennzeichnet durch Monopole, Lizenzierungen und informelle Absprachen.³⁴³

Auf entsprechende Weise war auch die Hormonproduktion mit der Kriegsmobilisierung verbunden. Die Mengen an Testosteron und Östrogenen, welche die Schering AG zwischen 1939 und 1943 produzierte, verdreifachten sich ebenfalls. Die gestiegene Nachfrage war nicht nur eine Folge der rasanten Entwicklung der Reproduktionsmedizin im Rahmen der nationalsozialistischen Geburtenpolitik, sondern auch Konsequenz einer allgemeinen, vor allem auch militärmedizinischen Nutzung der Steroide. Die Synthese der Sexualhormone beruhte auf der Oxidation von Cholesterin und verlangte dementsprechend nach der Organisation des Rohstoffs Rückenmark, die Schering zusammen mit der Reichsstelle Chemie aus den Schlachthöfen in den besetzten Gebieten initiierte. Schering profitierte nach der Besetzung der Niederlande von der Übernahme des Konkurrenten Organon. Das Rückenmark wurde in Paris getrocknet, damit dann bei Organon das Cholesterin extrahiert und in Dehydroandrosteronacetat umgewandelt werden konnte. Im Laufe des Krieges intensivierte Schering seine eingespielte Zusammenarbeit mit dem KWI für Biochemie, die sich unter anderem auf die Cortisonsynthese, die Beziehung von Hormonen und Krebs, das Vitamin E und die Sexuallockstoffe bei Insekten ausdehnte. Mit der Anpassung an die Bedürfnisse des nationalsozialistischen Staates sicherte sich Schering erhebliche Profite. Die Biochemiker des KWI für Biochemie fügten sich mit ihren Forschungsprojekten wiederum produktiv in diese Logik, ohne dass das Institut deshalb, resümiert Gaudillière, zu einem „Dienstleistungslabor“ von Schering geworden sei.³⁴⁴

Der Ausrichtung der Forschung auf Rüstungswissenschaft, Volksernährung und Volksgesundheit korrespondierten unterschiedlich identifikatorische, geschickte oder achtsame Formen der Selbstmobilisierung von Wissenschaftlern.³⁴⁵ Diese wurden keineswegs gezwungen, ihre Forschungsarbeiten in den Dienst der nationalsozialistischen Politik zu stellen, aber sie mussten, spätestens wenn es darum ging, ob ihre Arbeiten als staats- oder kriegswichtig anerkannt würden, Eigeninitiative ergreifen. In der Ausprägung dieser Kriterien besaßen sie allerdings erheblichen Spielraum. Wie Helmut Maier zuspitzt, gab es keine „kommandierte Wissenschaft“, „sondern Wissenschaft *selbst* formulierte und ‚kommandierte‘ die im Sinne des Regimes erforderlichen Maßnahmen“.³⁴⁶ Ein eindrucksvolles Beispiel für die These der Selbstmobilisierung der Wissenschaftler im Nationalsozialismus stellt der physiologische Chemiker Hanns Dyckerhoff dar, der seit März 1932 Mitglied der NSDAP, seit 1933 in der SA und seit Juli 1936 in der SS war. Nach 1945 sollte letztere Mitgliedschaft seiner akademischen Karriere ein Ende berei-

343 „Gemeinsamer Dienstreisebericht von ORR. Dr. Ertel, RMdI, Prof. Dr. Scheunert, Reichsanstalt für Vitaminprüfung und Vitaminforschung und ORR Dr. Rothe, Reichsgesundheitsamt, über die Dienstreise nach Basel, Bern, Lausanne und Zürich vom 7. bis 15. bzw. 19. September 1942“, in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 48. Bächi, Natürliches oder künstliches Vitamin C, S. 456.

344 Gaudillière, Biochemie, S. 232–236.

345 Zur „Selbstmobilisierung“: Ludwig, Technik, S. 241–245; und Mehrtens, Wissenschaftspolitik.

346 Maier, Einleitung, S. 30, Hervorhebung v. Maier.

ten.³⁴⁷ Dyckerhoff rühmte sich guter Kontakte zur Parteispitze. Parteigenosse Kurt Stantien, Leiter des Bundes Deutscher Chemiker, habe ihm gleichzeitig mit der Ernennung zum biochemischen Fachgruppenleiter des Vereins Deutscher Chemiker die Organisation der Biochemie und physiologischen Chemie übertragen. Er war bis 1941 am Pathologischen Institut in München tätig und übernahm dann das Institut für physiologische Chemie an der Reichsuniversität Straßburg. Dyckerhoff war als derjenige Nicht-Ordinarius bekannt, der bis zur Einrichtung des Reichsforschungsrats am meisten Anträge bei der DFG betreute.³⁴⁸ Neben seiner Dozententätigkeit in München amtierte Dyckerhoff auch als Leiter der Abteilung Ernährungsforschung der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie. Als im Dezember 1934 über die Organisation der Ernährungsforschung beraten wurde, ergriff er sofort die Initiative. Die Ernährungsforschung würde sich aktuell vor allem mit der chemischen Verbesserung, Zubereitung und Konservierung der Nahrungsmittel sowie der medizinischen Wirkung der Nahrungsmittel auf den Menschen befassen. Die biochemische Erforschung der Zusammensetzung der Nahrungsmittel und die Ermittlung des Chemismus der Verdauungsvorgänge hingegen, just jene Arbeitsgebiete die Dyckerhoff seit Jahren bearbeitete, ständen noch aus. Während Kuhn und Windaus gewaltige Fortschritte in der Konstitutionsermittlung der Vitamine gemacht hätten, sei Ähnliches für Fette, Kohlenhydrate und Eiweiße nicht erfolgt. Die klassische organische Chemie sei gar nicht in der Lage, die Konstitution dieser hochmolekularen Körper zu ermitteln. Die Biochemie werde an den deutschen Universitäten, „im Gegensatz zu den großen Fremdstaaten“, nur ungenügend gelehrt. Dyckerhoff positionierte sich als Vertreter der modernen Biochemie. Molekulares Wissen, so lässt sich Dyckerhoffs Einlassung übersetzen, nutzt auch dem Nationalsozialismus.³⁴⁹ Tatsächlich wurde Dyckerhoff dann ab dem 16. Februar 1935, also knappe zwei Monate nach der Tagung, mit der Lösung enzymchemischer Probleme in Bezug auf Ernährungsfragen betraut und durch die DFG gefördert. Nachdem er zu Beginn der 1930er Jahre zunächst zum Zusammenhang von Ernährung und Blut geforscht hatte, stellte er im Rahmen der Gemeinschaftsarbeiten auf dem Gebiet der Ernährungsforschung seine Arbeiten auf Proteinforschung um. Zu seinen Forschungsthemen gehörten unter anderem die Extraktion von Eiweiß aus tierischen und pflanzlichen Abfallprodukten sowie die Darstellung von hochwertigen, für die Industrie brauchbaren Labpräparaten.³⁵⁰ Seit 1940 arbeitete er höchst pragmatisch zur gleichzeitigen

347 „Anhang zum Personalfragebogen zu dem Gesuch um ein Forschungsstipendium (21.2.1935)“, in: BA Koblenz, R 73/10798. Weitere Angaben finden sich bei Babaryka, *Das pathologische Institut*, S. 105 ff.; und Deichmann, *Flüchten*, S. 232, 236.

348 Dyckerhoff an Reiter, Präsident des Reichsgesundheitsamtes (2.12.1935), in: BA Koblenz, R 73/10799. Mertens, *Nur politisch Würdige*, S. 189 f.

349 Dyckerhoff an Notgemeinschaft (12.12.1934), in: BA Koblenz, R 73/10799.

350 Dyckerhoff an Reiter (2.12.1935) und Dyckerhoff an DFG (27.1.1937), in: BA Koblenz, R 73/10799. Hinzu kamen in seiner Zeit an der Reichsuniversität Straßburg gut dotierte ernährungswissenschaftliche Forschungen als Auftragsarbeiten. „Betr. Antrag vom 14.3.1944“, in: BA Koblenz, R 73/10799. Deichmann, *Flüchten*, S. 232.

Gewinnung von Insulin und Pankreasfermenten, um so zur Rohstoffersparnis das Drüsenmaterial aus den Schlachthäusern optimal auszunutzen.³⁵¹

Zu den von der DFG stark geförderten biochemischen Wirkstoffforschern gehörten neben Dyckerhoff vor allem Butenandt und Kuhn.³⁵² Alle drei Chemiker waren im Jahr 1933 um die dreißig Jahre alt und somit am Beginn ihrer Laufbahn, wobei Butenandt und Kuhn bereits Mitte der 1930er Jahre außergewöhnlich machtvolle Positionen innehatten. Tatsächlich vertraten alle Fachspartenleiter des Reichsforschungsrats die neue Generation.³⁵³ Butenandt und Dyckerhoff waren im Gegensatz zu Kuhn Parteimitglieder, was Letzteren keinesfalls daran hinderte, sowohl als loyaler Anhänger des Nationalsozialismus aufzutreten als auch eine exzeptionelle Karriere zu machen. Wissenschaftler mussten keine begeisterten Anhänger der nationalsozialistischen Politik sein, um ihre Chancen auf gute Forschungen und Karrieren zu erhöhen. Sie stellten dem Regime ihre Problemlösungskompetenz zur Verfügung, so Sören Flachowsky, und erhielten dafür im Gegenzug materielle, finanzielle, personelle und apparative Ressourcen zur Fortführung ihrer Arbeiten. Auf diese Weise habe sich ein „Kooperations- und Austauschverhältnis“ ergeben, ohne dass die Wissenschaftler deshalb zugleich die politischen Konzepte des Nationalsozialismus ganz oder teilweise hätten unterstützen müssen.³⁵⁴ Dies wäre auch die angemessene Weise, den Ausdruck der „Verstrickung“ im Sinne eines Eingebundenseins in ein Netzwerk zu gebrauchen, welches sich für alle Beteiligten als profitabel erwies, für manche Wissenschaftler aber den Mehrwert bereithielt, durchaus auch Distanz zu den nationalsozialistischen Zielen zu bewahren, ohne deshalb auf eine Karriere verzichten zu müssen.³⁵⁵ Wissenschaftler mussten auch keine Parteimitglieder sein, um Forschungen zu betreiben, die den Interessen des nationalsozialistischen Staates förderlich waren. Im Gegenteil war kein erfolgreicher Wissenschaftler gezwungen, Parteimitglied zu werden.³⁵⁶

Adolf Butenandt war als Nachfolger des zwangsemeritierten Carl Neuberg auf dem Posten des Direktors des KWI für Biochemie die zentrale Figur naturstoffchemischer Forschung im Nationalsozialismus. Seine außergewöhnliche Fähigkeit, Verbindungen herzustellen und zu erhalten, sowie seine engen Kontakte zur pharmazeutischen Industrie, zu den bedeutendsten Naturwissenschaftlern und zur wissenschaftspolitischen Nomenklatur ließen ihn eine Schaltstelle des wissen-

351 Dyckerhoff an DFG (19.4.1944), in: BA Koblenz, R 73/10798; sowie Dyckerhoff an DFG (27.1.1942) und Dyckerhoff an DFG (21.3.1940), in: BA Koblenz, R 73/10799.

352 Deichmann, Flüchten, S. 225, 232.

353 Flachowsky, Von der Notgemeinschaft, S. 246. Butenandt, Dyckerhoff und Kuhn gehörten jener akademischen Generation an, die Ulrich Herbert und Michael Wildt als biografisch prädestiniert für die nationalsozialistische Elite gekennzeichnet haben. Wildt, Generation; und Herbert, Best.

354 Flachowsky, Von der Notgemeinschaft, S. 13 f.; Heinemann/Wagner, Einleitung, S. 9; und Gausemeier, Natürliche Ordnungen, S. 257–265.

355 Sieg, Strukturwandel, S. 256.

356 Schmaltz, Kampfstoff-Forschung, S. 374; Mertens, Nur politisch Würdige, S. 202; Deichmann, Flüchten, S. 206 f., 228; und Deichmann, Biologen, S. 257.

schaftlich-industriell-staatlichen Komplexes besetzen. Butenandt war zwar in den 1920er Jahren bereits Anhänger des völkischen Jungdeutschen Ordens, seit 1936 Parteimitglied und in den Jahren des erfolgreichen Kriegsverlaufs als Deutschnationaler auch ein Bewunderer der nationalsozialistischen Politik, jedoch selbst kein offensiv auftretender Nationalsozialist. Eine gewisse Enttäuschung gegenüber dem Nationalsozialismus lässt sich bei Butenandt auf den November 1939 datieren, als er vom Regime gezwungen wurde, die Annahme des Nobelpreises zu verweigern. Gerade weil er so erfolgreich darin war, Verbindungen herzustellen, war er immer auch ein pragmatischer Opportunist, der sich nur selten eindeutig positionierte und sich Optionen vorbehielt, was schließlich auch seine eigene höchst erfolgreiche Nachkriegskarriere als Wissenschaftspolitiker mitbegründete.³⁵⁷ Auch der in Wien geborene Richard Kuhn konnte eine außerordentliche Karriere aufweisen. Im Alter von 21 Jahren wurde er bei Willstätter zur „Spezifität von Enzymen im Kohlenhydratstoffwechsel“ promoviert. Fünf Jahre später trat er das Ordinariat für Allgemeine und Analytische Chemie an der ETH in Zürich an. Im Mai 1928 übernahm Kuhn die Leitung der Abteilung für Chemie am KWI für Medizinische Forschung in Heidelberg. Als sich Ludwig von Krehls Gesundheitszustand verschlechterte, erhielt Kuhn im März 1934 die kommissarische Geschäftsführung des Instituts, die er auch nach Krehls Tod im Juli 1937 weiter ausübte, bis er im Januar 1938 endgültig zum Institutsdirektor ernannt wurde. Kuhn war niemals eingetragenes Mitglied der NSDAP, aber die nationalsozialistische Herrschaft, die er in öffentlichen Reden ostentativ unterstützte, sollte seiner Laufbahn höchst förderlich sein.³⁵⁸ Im Februar 1936 gelangte Kuhn auch in den neu formierten Vorstand der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Über seine Ämter war Kuhn mit den wichtigsten Industrievertretern, Wissenschaftlern und Parteifunktionären gut bekannt. Kuhn betrieb nicht nur Giftgasforschungen und arbeitete mit dem Heereswaffenamt zusammen, resümiert Deichmann in einem Gutachten für die Gesellschaft deutscher Chemiker, sondern befolgte auch das Gesetz zur Entlassung jüdischer Wissenschaftler besonders akribisch und sorgte an seinem eigenen Institut durch Denunziationen für die Entlassung jüdischer Mitarbeiter.³⁵⁹

Butenandt und Kuhn, zugleich Wissensexperten und Wissenschaftspolitiker, garantierten eine effektive Zusammenarbeit der DFG mit den sowohl staats- als

357 Trunk, *Biochemistry*; Schieder, *Spitzenforschung*; und die Beiträge in Schieder/Trunk, Adolf Butenandt. Außerdem Kinas, Adolf Butenandt; Ebbinghaus/Roth, *Von der Rockefeller-Foundation*; und Karlson, Adolf Butenandt. Zur Zwangsemeritierung Neubergs und der Nachfolge Butenandts: Conrads/Lohff, Carl Neuberg, S. 103–122; Mertens, *Nur politisch Würdige*, S. 261–272; und Schüring, *Der Vorgänger*.

358 Beispielhaft verwiesen sei auf seine am 5. Dezember 1942 gehaltene Rede zum „Schicksalskampf Europas“. Anonym, *Besondere Sitzung*, S. 147. 1949 benannte er hingegen in seinem Nachruf auf Willstätter mit zu dieser Zeit durchaus ungewöhnlich klaren Worten die antisemitische Einstellung an den Universitäten, die Willstätters Laufbahn zerstört habe. Kuhn, Richard Willstätter, S. 4.

359 Maier, *Einleitung*, S. 22 f.; Schmaltz, Peter Adolf Thiessen, S. 330–347; Schmaltz, *Kampfstoff-Forschung*, S. 357–387; und Deichmann, Richard Kuhn.

auch industriefinanzierten Kaiser-Wilhelm-Instituten.³⁶⁰ Sie waren nicht nur weltweit führende Naturstoffchemiker, sondern vereinten jene in den Jahren 1933 bis 1945 bedeutsamen Eigenschaften einer unpathetischen, jedoch unbedingten Loyalität gegenüber dem nationalsozialistischen Regime, eines auf Effizienz bedachten Pragmatismus' und Anpassungsvermögens. Sie garantierten *ideologiefreie Spitzenforschung*, stellten selbstständig Verbindungen her und knüpften Netzwerke für die Zirkulation der Wirkstoffe.³⁶¹ Die Position von Direktoren eines Kaiser-Wilhelm-Instituts war an sich mit Machtbefugnissen und Einflussmöglichkeiten ausgestattet, die sich aber durch Aktivitäten zur Mobilisierung von Ressourcen, einer Art von Wissenschaftsmanagement, erst aktualisieren mussten.³⁶² Was sowohl Kuhn als auch Butenandt neben ihrer erfolgreichen Arbeit bei der Isolierung der Wirkstoffe vor allem auszeichnete, war ihre Fähigkeit, Interessenstransfers zu leisten. Während Butenandt vor allem seine hervorragenden Kontakte zu Schering nutzte, war Kuhn als Institutsdirektor und Fachspartenleiter beim Reichsforschungsrat Antragsteller und Gutachter zugleich und besaß damit gewichtige Möglichkeiten der Forschungslenkung.³⁶³ Zudem übernahm Kuhn eine entscheidende Vermittlerfunktion zwischen Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, Reichsforschungsrat, Reichsamt für Wirtschaftsausbau, Rohstoff- und Devisenstab und IG Farben. Im Bereich der Organischen Chemie und Biochemie fand während des Kriegs ohne Kuhns Wissen keine Forschung statt.³⁶⁴

Aber nicht alle Wirkstoffforscher sollten eine solche privilegierte Position genießen können, denn seit 1941 fielen auch die Wissenschaftler. Grundsätzlich war es möglich, Forscher vom Fronteinsatz zu befreien. Der bereits Einberufene Ulrich Westphal vom KWI für Biochemie wurde etwa, auch weil Schering seine Teilnahme an einem Forschungsprojekt auf dem Gebiet der Hypophysenhormone für unerlässlich erklärte, im Januar 1941 an das von Konrad Lang geleitete Institut für Physiologische und Wehrchemie an der Militärärztlichen Akademie berufen.³⁶⁵ Eine konzertierte Aktion zur Sicherung der Wissenschaftler fand jedoch erst im Februar 1943 statt, als Mentzel die Fachspartenleiter und Bevollmächtigten der Arbeitsgemeinschaften drängte, Listen unentbehrlicher Wissenschaftler zu erstellen. Namentlich mit als kriegswichtig erfassten Forschungen befasste Physiker und Chemiker erhielten im Mai 1943 die „Unabkömmlichstellung“, auch wenn sie bereits im Wehrdienst standen.³⁶⁶ Gerade für zwei der viel versprechendsten Biochemiker kam diese Maßnahme jedoch bereits zu spät. Walter John, der renommierteste junge Mitarbeiter an Windaus' Institut, wurde am 1. April 1942 zum Kriegsdienst an die Ostfront eingezogen und starb noch im selben Jahr „als Soldat

360 Hachtmann, Wissenschaftsmanagement, S. 193 f., 281–285.

361 Hachtmann, Vernetzung, S. 143.

362 Hachtmann, Der Ertrag.

363 Hachtmann, Wissenschaftsmanagement, S. 282.

364 Hachtmann, Wissenschaftsmanagement, S. 637 f.; Schmaltz, Peter Adolf Thiessen; und Schmaltz, Kampfstoff-Forschung, S. 361–365, 366–371, 372–387.

365 Zu Beginn des Jahres 1944 wurde Westphal schließlich als unabkömmlich eingestuft. Gausemeier, An der Heimatfront, S. 145–149; und Gaudillière, Biochemie, S. 234 f.

366 Maier, Forschung, S. 827–836.

der Infanterie im Kampf für das Großdeutsche Reich“ vor Stalingrad. Zu seinem Tod veröffentlichte der Bezirksverband Hannover des Vereins Deutscher Chemiker einen ausführlichen Nachruf, der neben dessen erfolgreicher Forschungsaktivität, vor allem auch Johns positive Haltung zum nationalsozialistischen Staat betonte.³⁶⁷ Zugleich wurde in diesem Nachruf aber auch ein Konflikt angedeutet: Wie nützt der hervorragende Wissenschaftler am besten den Interessen des nationalsozialistischen Staates? Ist er wie alle *Volksgenossen* dazu verpflichtet, sein Leben für den Endsieg zu opfern? Er hätte seinem Land auch als Chemiker Kriegswichtiges und Bedeutendes zu geben gehabt, hieß es dazu vom Bezirksverband Hannover, um jene ambivalente Formel anzuhängen, die auch Alfred Kühn in Bezug auf den an der Front gestorbenen Erich Becker, der höchst erfolgreich zu Genwirkstoffen gearbeitet hatte, benutzte: „In die Lücke, die sein Tod riß, ist an der Front ein anderer Kamerad getreten. Die Lücke in der deutschen Forschung wird sich in absehbarer Zeit kaum schließen.“³⁶⁸ So wurde noch während des Kriegs jenes Rückstandsmotiv ausformuliert, das in den Nachkriegsjahren die wissenschaftspolitische Debatte in der Bundesrepublik dominieren sollte. Den großen Erfolgen des deutschen Wissenschaftssystems standen danach die Schwächungen durch politische Ereignisse gegenüber. Es war der Krieg selbst, der jene Lücken riss, die in der Wissenschaft lange nicht zu schließen sein würden. Dem Triumph wissenschaftlicher Leistung, der doch nur durch die unerhörte Mobilisierung der nationalsozialistischen Forschungspolitik möglich zu sein schien, wohnte zugleich der Mangel des politischen Opfers inne. Nach dem Kriegsende sollte dieser Mangel auf vielfältige Weise als Bestand jenes Diskurses ausformuliert werden, der die deutsche Wissenschaft zum unkorruptibaren Garanten der gesellschaftlichen Leistungsfähigkeit und zum Opfer politischen Missbrauchs stilisierte.

2.4. REINIGUNG: VERGANGENHEITSPOLITIK IN DER NACHKRIEGSZEIT, 1947–1959

Die Experimentalsysteme machten weiter, die technischen Geräte machten weiter, die Modellorganismen machten weiter, auch die Vitamine, Hormone und Enzyme machten weiter. Die bedingungslose Kapitulation vom 8. Mai 1945 bedeutete für die lebenswissenschaftliche Forschung in Deutschland keine einschneidende Zäsur. Um dies zu verdeutlichen reicht bereits eine Liste jener Systeme, Praktiken und Dinge, die vom Ende des Nationalsozialismus unbeeindruckt blieben. Schließlich machten auch die Universitäten und die meisten Institute weiter, ebenso die wis-

367 John an DFG (6.8.1941) und Herrmann an DFG (15.7.1942), in: BA Koblenz, R 73, Nr. 11967. Deichmann, S. 306. Verein Deutscher Chemiker (Bezirksverband Hannover), Walter John †.

368 Schieber, Von deutscher chemischer Forschung, S. 3; und Verein Deutscher Chemiker (Bezirksverband Hannover), Walter John †. „Im Kampfe kann ein Soldat an die Stelle eines anderen treten, aber in der Wissenschaft wird diese Lücke sehr lange nicht zu schließen sein“, heißt es bei Kühn. Anonym, Versammlungsberichte, Allgemeine Biologie, S. 30.

senschaftlichen Vereine und Standesorganisationen. Die Forschungsvorhaben machten weiter und die Forscher machten weiter.³⁶⁹

Der Fokus der geschichtswissenschaftlichen Forschung ist notwendigerweise auf beendete, unterbrochene oder weitergeführte Karrieren konzentriert. Die Dringlichkeit, Täter zu identifizieren und ihrer Strafe zuzuführen, hat bis heute die Historiografie der Wissenschaften im Nationalsozialismus geprägt.³⁷⁰ Weniger Aufmerksamkeit wurde hingegen auf die Kontinuität von *Problematisierungen* gerichtet, die, wie Bernd Weisbrod es empfiehlt, eher als „Umwidmungen und Neuverflechtungen“ bezeichnet werden sollten. Ein tiefgreifender epistemischer Umbruch fand 1945 nicht statt, politischer Wandel und Wissenschaftswandel waren nicht identisch.³⁷¹ Was im Mai 1945 endete, war die staats- und kriegswichtige Mobilisierung, die Ausrichtung der Forschung auf den Ausnahmezustand. Bei den Lebenswissenschaften blieben die bereits während des Nationalsozialismus intensiv geförderten Forschungsbereiche der Ernährungsforschung, endokrinologischen Gynäkologie, Veterinärmedizin und Krebsforschung von grundlegender Bedeutung, ohne dass sich die Forschungsinhalte änderten. Es verschwand jedoch im semantischen Umbau sukzessive jene Kriegsmetaphorik, die bis zum Mai 1945 noch äußerst förderlich für die Forschungsfinanzierung gewesen war.³⁷² Dies gilt beispielhaft für die Forschungsvorhaben des jungen Krebsforschers Richard Merten. Im Dezember 1951 sprach sich Butenandt für einen Antrag Mertens aus, um dann aber einen warnenden Zusatz anzufügen. Merten solle darauf hingewiesen werden, die bombastische Formulierung des Themas seiner Arbeiten, „Untersuchungen über chemische Abwehrvorgänge des menschlichen Organismus gegenüber Infektion und Krebs (Infektions- und Krebsfrühdiagnose)“, endlich fallen zu lassen: „Es ist aus früherer Zeit mitgeschleppt, in der man wohl solche Bezeichnungen benötigte, um Geld zu bekommen. Mit Krebs haben die Arbeiten von Merten gar nicht, mit Infektionsabwehr wenig zu tun. Die von der Forschungsgemeinschaft betrauten Arbeiten sollen so bezeichnet werden, wie es den Tatsachen entspricht. Im vorliegenden Fall handelt es sich um enzymatische Untersuchungen und um Reindarstellungen von Enzymen.“³⁷³ Der semantische Umbau von „chemischen Abwehrvorgängen“ zu „enzymatischen Untersuchungen“ erscheint zugleich als Wechsel des Referenzpunktes der Forschung von der Staats-

369 Ash, *Wissenschaftswandlungen*, S. 29 f. Zur Kontinuität an den Universitäten stellvertretend: Bayer/Sparing/Woelk, *Universitäten*.

370 Beispielhaft für entsprechende kontinuierliche/diskontinuierliche Biografien: Schüring, *Minnervas verstoßene Kinder*; Deichmann, *Flüchten*; und Deichmann, *Biologen*. Sowie als einschlägige Sammelbände: Meinel/Voswinckel, *Medizin*; Stöhr, *Von der Verführbarkeit*; und Richter/Mehrtens, *Naturwissenschaft*. Zu Täterkarrieren: Klee, *Das Personenlexikon*; und Klee, *Deutsche Medizin*.

371 Ash, *Wissenschaftswandlungen*, S. 28, 37; und Weisbrod, *Dem wandelbaren Geist*, S. 30–35. Zur Vergangenheitspolitik in der Universitätsmedizin: Oehler-Klein/Roelcke, *Vergangenheitspolitik*.

372 Bollenbeck/Knobloch, *Semantischer Umbau*.

373 A. Butenandt, „Betr.: Antrag Merten, R., Mainz“ (6.12.1951), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 380.

und Kriegswichtigkeit zur Grundlagenforschung. Für Butenandt stand fest, dass zumindest bei Merten damit das Eigentliche und Tatsächliche, das grundsätzlich wissenschaftliche Programm der Enzymforschung, wieder zum Vorschein kam. Bei der rhetorischen Figur „chemische Abwehrvorgänge“ im Rahmen der Krebsdiagnose handle es sich hingegen um eine zeitgenössisch notwendige Umschreibung, um überhaupt Forschung betreiben zu können. Diese Arbeiten, fasste Butenandt in seiner Funktion als Gutachter der Notgemeinschaft die in den 1950er Jahren erzählte Geschichte über die Forschung im Nationalsozialismus zusammen, seien immer schon wissenschaftlich gewesen und hätten nur gezwungenermaßen in einer kriegerischen Sprache verfasst werden müssen.³⁷⁴ Während also eine gewisse Sorgfalt darauf gelegt wurde, eine *apolitische Grundlagenforschung* von der politischen Sprache des Ausnahmezustandes zu reinigen, blieb die im Nationalsozialismus eingeübte Gemeinschaftsforschung eine forschungspolitische Option. Diese widersprüchliche Komplementarität von Grundlagen- und Gemeinschaftsforschung leitete jene vergangenheitspolitische Beweisführung an, die eine letztlich unkorruptible lange Dauer der Leistungsfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems seit Ende des 19. Jahrhunderts behauptete.³⁷⁵

Butenandt, der sich in den Nachkriegsjahren im Deutschen Forschungsrat und der DFG als Wissenschaftspolitiker zu etablieren begann, verband in Gutachten, eidesstattlichen Erklärungen und einer umfangreichen Korrespondenz die semantische Reinigung der Lebenswissenschaften mit dem Kriterium wissenschaftlicher Leistung. Die in den 1950er Jahren staatstragende ökonomische Ethik der „Leistung freier und tüchtiger Menschen“ erleichterte es, bei der Bewertung des Verhaltens von Wissenschaftlern im Nationalsozialismus moralische Kriterien durch solche der Kompetenz zu ersetzen.³⁷⁶ Exemplarisch ausgeführt hat Butenandt dies in seiner Verteidigung von Heinrich Hörlein, Vorstandsmitglied der IG Farben, Direktor des IG-Farbenwerkes in Wuppertal-Elberfeld, Vorstand der Deutschen Chemischen Gesellschaft, NSDAP-Mitglied und Wehrwirtschaftsführer. Im Sommer 1947 stand Hörlein im Nürnberger IG-Farbenprozess unter der Anklage, in Konzentrationslagern Menschenversuche mit Fleckfieberpräparaten veranlasst und organisiert zu haben. Butenandt wurde von Hörleins Anwalt Otto Nelte dazu aufgefordert, für diesen auszusagen. Am 5. Juli 1947 gab Butenandt dann für Hörlein eine eidesstattliche Erklärung ab, die einem wissenschaftspolitischen Glaubensbekenntnis gleichkam: Als er aufgrund seiner Schwierigkeiten mit dem Reichskultusministerium im Jahr 1935 bereit gewesen sei, einem Ruf nach Harvard zu folgen, sei Hörlein aufgetreten und habe ihm eine „großzügig dotierte“ Forschungsabteilung in Elberfeld angeboten. Dort hätte er als freier und unabhängiger Forscher „ohne industrielle Bindung“ seine wissenschaftlichen Forschungen fortsetzen können. Hörlein, so Butenandt, habe allein aufgrund seiner „Verpflichtung gegenüber der deutschen Wissenschaft“ so gehandelt, er habe sich, da Bute-

374 Notgemeinschaft an Butenandt (2.8.1951), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 336.

375 Dazu auch: Stoff, Zum aktuellen Gebrauch.

376 Stötzel/Wengeler/Böke, Kontroverse Begriffe, S. 43, 48. Zu Butenandts Rolle als zugleich assoziierender und reinigender Wissenschaftspolitiker: Stoff, Adolf Butenandt.

nant selbst vertraglich einem Konkurrenzunternehmen verpflichtet war, keinerlei eigene Vorteile versprechen können. Mit diesem Rückhalt sei es Butenandt schließlich 1936 gelungen, als Direktor an das KWI für Biochemie in Dahlem berufen zu werden. Butenandt befasste sich explizit nicht mit dem ethischen Problem der medizinischen Menschenversuche, sondern mit Hörleins „Einstellung gegenüber der deutschen Wissenschaft und den deutschen Wissenschaftlern in den Jahren 1933 und 1945“. Unter diesem Aspekt sah Hörleins Bilanz recht erfreulich aus, denn er habe stets seinen ganzen Einfluss aufgeboten, um die Tradition der deutschen Wissenschaft und Forschung zu erhalten. Er habe diese gegen politische Übergriffe seitens der NSDAP geschützt. Dem Interesse des NS-Staates an angewandter Forschung habe Hörlein die finanzielle Förderung der „reine(n) Grundlagenforschung“ entgegengestellt. So habe er dem KWI für Biochemie seit 1938 Mittel zur Einrichtung und zum Betrieb einer Abteilung für Virusforschung überwiesen, was schließlich eine „reine Grundlagenforschung zur Problematik der Virusarten und ihrer Beziehungen zu den Erbfaktoren“ erlaubt habe. Es sei gerade der Erfolg dieser Virusforschung, der für Hörlein spreche, lautete Butenandts Paradox, denn indem er gute Wissenschaft ermöglichte, bewies er seine Ablehnung der nationalsozialistischen Wissenschaftspolitik. Hörlein, so Butenandt, beschützte und pflegte die reine Wissenschaft und deren Nachwuchs. Er richtete sich eben nicht nach den Bedürfnissen des politischen Nationalsozialismus, sondern nach den rationalen Kriterien der Leistung. Das Leistungsprinzip war die zentrale Kategorie, die Hörleins Unabhängigkeit vom Nationalsozialismus beweisen sollte, denn wer zu wissenschaftlichen Leistungen prädestiniert gewesen sei, habe auch finanzielle Mittel erhalten. Hörleins stilles Beharren erschien so als eine besonders wirkungsmächtige Form des Widerstands, weil sie bereits im Moment der Herrschaft des Irrationalen die zukünftige Elite der Rationalität heranzüchtete. Leistung und nicht Moral war auch das Kriterium, das Hörleins Widerstandstaten anleitete: „Prof. Hörlein war stets bemüht, vom Nationalsozialismus bedrängten Wissenschaftlern zu helfen“. Hätte der Satz hier geendet, wäre dies eine moralische Aussage gewesen. Der Satz erhielt jedoch noch eine einschränkende Anfügung: „wenn er selbst vom Wert ihrer Leistung überzeugt war“.³⁷⁷

In Butenandts Rechtfertigung war Grundlagenforschung nicht wirklich durch politische oder militärische Interessen beeinflussbar. Ein weiteres Beispiel stellt die von der Sanitätsinspektion der Luftwaffe bei Butenandt in Auftrag gegebene Forschung zur hormonalen Steuerung der Blutbildung dar. Während sein Assistent Gerhard Ruhenstroth-Bauer und er nur zu Hämopoietinen geforscht hätten, habe sich die Luftwaffe hingegen für Fragen der Höhenphysiologie interessiert. Obwohl also die jeweiligen Probleme der Forschung und des Militärs gemeinsam gelöst

377 Adolf Butenandt, Eidesstattliche Erklärung (5.7.1947), in: MPG-Archiv III. Abt., Rep. 84, Nr. 1159. Diese Analyse habe ich auch ausgeführt in Stoff, Adolf Butenandt. Eine entsprechende Argumentation findet sich bei Butenandts zeitgleicher, schriftlich eingereicherter Aussage zugunsten von Oskar Schröder. Butenandt, Eidesstattliche Erklärung (3.7.1947), Butenandt an Marx (4.7.1945) und Marx an Butenandt (21.4.1947), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 627.

werden sollten, sich also auf geradezu klassische Weise eine Übersetzung von Interessen ereignete, verbleibt in Butenandts vergangenheitspolitischer Intervention die Grundlagenforschung als ein durch militärische Zwecke nicht korrumpierbarer Wesensgehalt. Danach gebe es keine Interessenstransfers, keine Transformationen und Übersetzungen. Politik und Wissenschaft seien durch eine unsichtbare und undurchlässige Grenze getrennt.³⁷⁸ Einen entsprechenden Leistungsnachweis stellte Butenandt insbesondere auch seinem Kooperationspartner Hermann Druckrey aus, den er als „führenden Forscher(n) im Gebiet der allgemeinen Pharmakologie, insbesondere der experimentellen Krebsforschung“ anpries. Druckrey hatte sich 1924 zwanzigjährig der Brigade Ehrhardt angeschlossen und war 1931 der SA beigetreten. Von 1937 bis 1942 fungierte er als Vertreter des NS-Dozentenbunds an der Charité. Butenandt hatte Druckrey am Chemischen Institut in Göttingen bei Windaus kennengelernt. Danach übernahm Druckrey eine Assistentenstelle bei Wolfgang Heubner am Pharmakologischen Institut der Friedrich-Wilhelms-Universität, wo er 1942 zum außerordentlichen Professor ernannt wurde. Allerdings überwarf sich der jung-dynamische Nationalsozialist Druckrey im Frühjahr 1943 mit dem Konservativen Heubner und verließ das Institut, um als Stabsarzt eines SS-Polizeibataillons an die Front zu gehen. Seit Juni 1944 baute Druckrey im Auftrag des Reichsarztes-SS und Polizei Ernst Robert Grawitz ein Pharmakologisches Institut der Polizei in Wien auf, welches direkt mit SS-Institutionen verbunden war. Seine Fähigkeiten als Wissenschaftsorganisator kamen ihm nach 1945 zu Gute, als er nach der Entlassung aus dem Internierungslager Hammelburg zwar keine große universitäre Karriere mehr machte – er leitete die Tierforschungslaboratorien der Chirurgischen Universitätsklinik in Freiburg und war Leiter der Forschergruppe Präventivmedizin am Freiburger MPI für Immunbiologie –, dafür aber in seiner Funktion als Krebsforscher Experte für toxische Stoffe wurde sowie als Vorsitzender der DFG-Farbstoffkommission die Lebensmittelkontrolle in der Bundesrepublik um 1950 entscheidend prägte. Dies war vor allem auch durch ein von Butenandt im Juli 1947 verfasstes Gutachten für den als NSDAP- und SA-Mitglied internierten Druckrey möglich geworden.³⁷⁹ 1951 bat der DFG-Medizinreferent Günter Latsch wiederum Butenandt um ein Urteil bezüglich eines erneuten Antrag Druckreys im Bereich der Lebensmittelfarbstoffe, da einige Gutachter sich über die hohen Summen mit denen dieser gefördert worden sei, gewundert hätten. Latsch rechnete vor, dass Druckrey, die Mittel der alten Notgemeinschaft eingerechnet, bereits etwa 200.000 RM erhalten habe. Aus Mitteln der neuen Notgemeinschaft habe er davon 21.000 DM ausgezahlt bekommen und fordere nun weitere 15.300 DM an. Butenandt spürte in diesen Ausführungen zielsicher den Verdacht auf, Druckrey sei nicht aufgrund seiner wissenschaftlichen Verdienste gefördert worden. Er halte es für abwegig, antwortete er

378 Butenandt, Eidesstattliche Erklärung (3.7.1947), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 627. Ebbinghaus/Roth, Von der Rockefeller-Foundation, S. 405 f.

379 Butenandt an Richard Linsmayer, 3.7.1947, in: MPG-Archiv, Abt. III, Rep. 84/2, Nr. 1359. Wunderlich, Mit Papier; Wunderlich, Zur Entstehungsgeschichte, S. 375–378, 388; und Hubenstorf, Medizinische Fakultät, S. 262.

entsprechend, nach den Mitteln zu fragen, die jemand von der „alten Notgemeinschaft“ erhalten habe. Damit sei natürlich der Verwurf verbunden, dass die „politische Haltung“ entscheidend gewesen sei und nicht die wissenschaftliche Leistung. Dass er diese bei Druckey für unzweifelhaft hielt, zeigte Butenandt nicht nur durch seine enge Zusammenarbeit, sondern auch durch gutachterliche Unterstützung bis in die 1960er Jahre hinein.³⁸⁰

Butenandt erscheint als ein Paradebeispiel für jene „Persilscheinkultur“, welche die Nachkriegsgesellschaft kennzeichnete.³⁸¹ Allerdings ging er keineswegs willkürlich vor, sondern richtete seine Zeugnisse strikt nach der Unterscheidung zwischen grundlegender Wissenschaftlichkeit oder vorrangiger Politisiertheit aus. Es hatte eine innere Logik, wenn Butenandt auch für solche Wissenschaftler wie den Hygieniker Otto Stickl, den organischen Chemiker Herbert A. Stuart, den Biochemiker Konrad Bernhauer und den Physiologen Theodor Benzinger positive Gutachten schrieb, die aktive Nationalsozialisten gewesen waren, solange diese sich nach Butenandts Interpretation zuerst als unkorumpierbare Wissenschaftler erwiesen hatten und dann erst politisch tätig wurden.³⁸² Butenandt trat auch in anderen Fällen mit einer Art loyalen Distanzierung für Biologen und Anthropologen wie Otmar von Verschuer, Wilhelm Gieseler und Ernst Lehmann ein, die sich mit wissenschaftlicher Methodik als Rassentheoretiker der angewandten Biologie exponiert hatten. Er agierte dabei als eine Art objektiver Vermittler zwischen den zu rehabilitierenden Wissenschaftlern und ihren Anklägern, zwischen Wissenschaft und Politik. Sein zugleich vergangenheits- und wissenschaftspolitisches Ziel war eine Reformation der Naturwissenschaften durch eine Beschränkung des naturwissenschaftlichen Zuständigkeitsbereiches. In Korrespondenz mit dem Philosophen Theodor Litt vertrat Butenandt eine epistemologische Trennung von Wissenschaft und Gesellschaft, die im impliziten Rekurs auf den Nationalsozialismus selbstbescheidend auch den „Expansionsbestrebungen“ der Naturwissenschaften, wie sie in den 1950er Jahren etwa von dem biologistisch argumentierenden Zoologen Otto Koehler vertreten wurden, widersprach. Diese für Butenandt ungewöhnlich entschlossene Haltung war zugleich die Bedingung seiner erfolgreichen zweiten Karriere als führender Wissenschaftspolitiker der Bundesrepublik.³⁸³ Butenandt investierte ebenso viel Arbeit in die Konstruktion einer durch Rationalität demokratisierten Wissenschaft, bei der allein Leistung als Zugangsberechtigung gelten sollte, wie in seine eigene Entnazifizierung, die er, nachzulesen in zahlrei-

380 Latsch an Butenandt (6.8.1951), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 371. Gutachten in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 371.

381 Sachse, Persilscheinkultur.

382 Butenandt an Kneser (25.6.1953), in: MPG-Archiv, III. Abt., 1950–1958, Rep. 84/1, Nr. 1126; Butenandt an Bartels (8.5.1946), in: MPG-Archiv, III. Abt., 1946, Rep. 84/2, Nr. 1, Nr. 315; Butenandt an Bernhauer (30.8.1949), Bernhauer an Butenandt (20.8.1949), in: MPG-Archiv, III. Abt., 1943/44, 1949/50, Rep. 84/2, Nr. 32, 478; sowie Holz an Butenandt (13.8.1949), in: MPG-Archiv, III. Abt., 1949, Rep. 84/2, Nr. 2, 2597; und Butenandt an Robert J. Benford, Aero-Medical Center, Heidelberg (15.1.1947), in: MPG-Archiv, III. Abt., 1944–1947, Rep. 84/1.

383 Stoff, Adolf Butenandt, S. 384–390. Zum Persilschein für Verschuer: Sachse, Adolf Butenandt.

chen Briefen der Jahre 1945 bis 1949, als performativen Akt einer unermüdlich wiederholten Neuerzählung seiner Biografie vollzog.³⁸⁴ Zugleich verwandte er die unmittelbaren Nachkriegsjahre zu einer intensiv geführten Neuordnung des naturwissenschaftlichen Raums. Für die Forschung und Forschungsförderung sollte sich diese Erneuerung als „Wiederherstellung der alten Leistungsfähigkeit“ gestalten, wobei er nicht immer deutlich machte, ob diese „alte Leistungsfähigkeit“ durch den Nationalsozialismus oder die Nachkriegszeit geschwächt worden sei.³⁸⁵

Diese Konstruktion einer demokratischen Leistungsgesellschaft funktionierte ebenso auch durch die Identifizierung und Entfernung jener Wissenschaftler, die sich, nach Butenandts Auffassung, im Nationalsozialismus eben nicht wissenschaftlich verhalten hatten und deshalb auch nicht mehr als resozialisierbar erschienen. Butenandts Persilscheine für leistungsfähige Wissenschaftler entsprachen vernichtende Gutachten, mit denen er in aller Regel erfolgreich versuchte, jene Forscher von der finanziellen Unterstützung auszuschließen, die er als schlechte Wissenschaftler und fatale Grenzüberschreiter zwischen Politik und Forschung identifizierte. Dies betraf vor allem diejenigen fachfremden Wissenschaftler, die während des Krieges mit ihren Arbeiten in seine eigenen Forschungsgebiete eingedrungen waren. Namentlich Ernst Kretschmer war in Marburg an zahlreichen biochemischen Forschungsvorhaben beteiligt, die konjunkturrell an die Ziele des nationalsozialistischen Staats anschlossen. Seine informell organisierte Arbeitsgruppe verwendete vor allem auch Abderhaldens hypothetische Abwehrfermente bei ihren Arbeiten zur Beurteilung psychiatrischer und neurologischer Krankheitsbilder, zur fermentchemischen Differenzierung von Konstitutionstypen und zur Behebung endokriner Störungen.³⁸⁶ Dennoch konnte Kretschmer, dessen Konstitutionstypologie internationale Anerkennung gefunden hatte und der kein Mitglied der NSDAP gewesen war, nach 1945 relativ unbehelligt weiterarbeiten. Als er jedoch 1952 bei der DFG einen Antrag zur „Fortführung von Stoffwechseluntersuchungen an Schizophrenen“ stellte, intervenierte Butenandt. Er sprach sich „mit größter Entschiedenheit“ dagegen aus, Kretschmers Forschungsvorhaben zu unterstützen. Die physiologisch-chemischen Untersuchungen der Kretschmerschen Klinik an Normalen und Geisteskranken, so schrieb er, seien nach den bisherigen Publikationen in gar keiner Weise der Förderung wert: „Sie sind unkritisch, zu einem großen Teil unrichtig und haben das Ansehen der deutschen Wissenschaft sehr geschadet.“³⁸⁷ Auch wenn Kretschmer durch dieses Urteil wieder in die Psychologie zurückverwiesen wurde, blieb sein Begriff der Konstitution von fundamentaler Bedeutung für das Hormonkonzept und für die Beschreibung der Ausbildung des Körperbaus, namentlich des puberalen

384 Beispielhaft: Butenandt an Abderhalden (9.1.1947), in: MPG-Archiv, III. Abt., 1940–1943, 1946–1948, Rep. 84/2, Nr. 21, 3. Zum Performanz-Begriff: Wirth, Performanz. Allgemein: Ash, Verordnete Umbrüche.

385 Butenandt, Zur Frage, S. 10.

386 Ernst Kretschmer, „Fermentchemische Studien zur klinischen und konstitutionellen Korrelationsforschung“ (ohne Datum), in: BA Koblenz, R 73/12408.

387 Butenandt an den Hauptausschuß der Deutschen Forschungsgemeinschaft (11.6.1952), in: MPG Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 378.

Wachstums. Weder war sein Ansehen als innovativer Psychologe geschwächt – es fehlt bis heute eine kritische Aufarbeitung der von Kretschmer in Marburg getätigten Kriegsforschungen –, noch wurde der Konnex von Endokrinologie und Charakterologie problematisiert.³⁸⁸

Der Widerspruch reiner Grundlagen- und Interessen assoziierender Gemeinschaftsforschung wurde um 1950 in der Neugründung der DFG als Zusammenschluss von Notgemeinschaft und Deutschem Forschungsrat institutionalisiert. Die am 11. Januar 1949 in Köln von den westdeutschen Hochschulen und wissenschaftlichen Akademien gegründete Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft verwies bereits dem Namen nach auf die Nachfolge der auf Forschungsförderung in Notzeiten ausgerichteten Institution der 1920er Jahre. Der Notgemeinschaft sollte dabei auch die Aufgabe der Wiederherstellung einer unabhängigen Grundlagenforschung zukommen. Wissenschaftler, aber auch Staatsvertreter wie der Fachreferent im Innenministerium Werner Gabel forderten deshalb in der Gründungsphase vehement eine Distanzierung von der Industrie ein: „Von großer Wichtigkeit scheint es mir, dass merkantil interessierte Kreise keinerlei offenen oder getarnten Einfluß haben auf die personelle Besetzung der betreuten Institute, auf die Auswahl und Bearbeitung der Themen, auf den Inhalt und die Veröffentlichung der Arbeitsergebnisse. Diese Freiheit von merkantilen Einflüssen muss m. E. unbedingt gesichert sein, ungeachtet der industriellen Mäcene, die etwa zu den Mitteln der Notgemeinschaft beitragen.“³⁸⁹ Dass Wissenschaft unbeeinflusst von industriellen Interessen sein müsse, hätten grundsätzlich auch jene Wissenschaftler unterschrieben, die sich bereits am 27. November 1948 in Bad Nauheim klandestin zur Gründung des Deutschen Forschungsrats getroffen hatten. Zum Präsidenten des Forschungsrats wurde im Januar 1949 Werner Heisenberg gewählt; als Sekretär der im März desselben Jahres offiziell konstituierten Institution fungierte Helmut Eickemeyer.³⁹⁰ Gleichwohl war der Forschungsrat als eine von den drei Akademien der Wissenschaften sowie der Max-Planck-Gesellschaft installierte und zentralistisch ausgerichtete Körperschaft sowohl auf Politikberatung als auch

388 Staemmler/Sachs/Brehm, *Anthropometrische Untersuchungen*. Eine kritische Auseinandersetzung mit Kretschmer ist weiterhin ein Desiderat: Müller/Viele/Priwitz, Ernst Kretschmer. Die Verbindung von Hormonforschung und Konstitutionslehre geht auf Julius Bauer zurück: Sinding, *Le cliniciens*, S. 141–147.

389 „Abschrift Land Württemberg-Hohenzollern. Kultusministerium H 151 TH 121 an die Universität Tübingen. Betr. Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft“ (20.1.1949), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 336; sowie Gabel an Zierold (25.7.1950), in: BA Koblenz, FC 7575 N, 721, Senatskommissionen Allgemeines, 1950–1952, Heft 2.

390 „Protokoll der Sitzung in Bad Nauheim am 27.11.48“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338. Verfasst wurde das Protokoll am 1. Dezember 1948 in Göttingen. Heisenberg an Butenandt (1.11.1948), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 605; Helmut Eickemeyer, „Zur Gründung des Deutschen Forschungsrates (DFR). Forschung und Leben. Referat, gelegentlich des Hochschulabends der Technischen Hochschule Stuttgart am 6. April 1949“ und „Sitzung zur Vorbereitung des Deutschen Forschungsrates am 28. Januar 1949, 11.30 Uhr, im William Kerckhoff-Institut in Bad Nauheim“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338.

auf eine zunächst geheime Zusammenarbeit mit der Industrie ausgerichtet.³⁹¹ In der Präambel der Satzung zur Gründung des Deutschen Forschungsrates wurde betont, dass nicht eine einzelne Behörde, Institute und Einrichtungen die Förderung „produktive(r) Forschung“ organisieren könnten, sondern dass dazu unantastbare, anerkannte Persönlichkeiten der Forschung benötigt würden, welche die Verbindung zwischen den staatlichen Behörden und der Forschung herstellten.³⁹² Den auf diese Weise qua Leistung, Vernunft und Objektivität auch politisch privilegierten Wissenschaftlern kam zugleich eine Funktion bei der Organisation der Forschung und des neuen Staatswesens zu. Der Forschungsrat vertrat, wie dies Cathryn Carson und Michael Gubser ausdrücken, nicht nur eine Politik für Wissenschaftler, sondern eine Politik durch Wissenschaftler.³⁹³

Trotz anfänglicher Skepsis unterstützte auch der designierte Bundeskanzler Konrad Adenauer diese Pläne und forderte vom Forschungsrat eine ausgearbeitete Denkschrift ein. Die Argumentationslinie der Denkschrift verknüpfte die Notwendigkeit einer beratenden Funktion der Wissenschaft mit dem Szenario einer modernen Gesellschaft, in der Industrie, Wirtschaft, Forschung und Wissenschaft unentwirrbar miteinander verknüpft sind. Zur Forschungssteuerung sollte eine selbstständige Bundesoberbehörde nebst Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts eingerichtet werden. Diese Oberbehörde sollte nicht einem Fachressort zugeordnet, sondern der Bundesregierung, das heißt dem Bundeskanzleramt unterstellt sein.³⁹⁴ Im Dezember 1949 trafen sich Heisenberg und Eickemeyer erneut mit dem mittlerweile zum Bundeskanzler gewählten Adenauer und einigten sich auf eine „Selbstverwaltung der Forschung“, die auf der „Autorität der wissenschaftlichen Leistung“ gegründet sei.³⁹⁵ Dieser politischen Funktion autonomer Wissenschaftler korrespondierte die Stärkung industriell-staatlich-wissenschaftlicher Zusammenarbeit. Der Forschungsrat basierte auf der herkömmlichen Unterscheidung von Grundlagenforschung und angewandter Forschung, aber er sollte zugleich auch das institutionelle Instrument für deren praktische Überwindung sein.³⁹⁶ Eickemeyer hatte darauf hingewiesen, dass es aus Rücksichtnahme auf das Ausland noch nicht möglich sei, auch Repräsentanten der industriegebundenen Forschung direkt in den Forschungsrat einzubinden. Butenandt präzierte

391 „Protokoll der Sitzung in Bad Nauheim am 27.11.48“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338.

392 Helmut Eickemeyer, „Zur Gründung des Deutschen Forschungsrates (DFR). Forschung und Leben. Referat, gelegentlich des Hochschulabends der Technischen Hochschule Stuttgart am 6. April 1949“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338.

393 Eickemeyer, Abschlußbericht. Carson/Gubser, *Science Advising*, S. 147; und Cassidy, *Controlling German Science*. S. 231–236.

394 „Protokoll der zweiten Sitzung des Deutschen Forschungsrates am Samstag, den 16. Juli 1949 in Bad Nauheim“, S. 7f., „Sitzung zur Vorbereitung des Deutschen Forschungsrates am 28. Januar 1949 in Bad Nauheim“ und „Denkschrift des Deutschen Forschungsrates über die Betreuung der wissenschaftlichen Forschung im Rahmen der Deutschen Bundesregierung. Endgültiger Text“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338.

395 Eickemeyer, Abschlußbericht, S. 10.

396 Carson/Gubser, *Science Advising*, S. 152.

dies später anlässlich der Präsentation des Forschungsrats vor dem Länderrat des amerikanischen Besatzungsgebietes: „Die Mitglieder des DFR können persönlich für sich in Anspruch nehmen, die Forschung in ganz reinem, allgemeinen Sinne zu vertreten. Wenn man von vornherein eine grosse Zahl von Herren hereinnimmt, die zwar anerkannte Wissenschaftler, aber doch industriegebunden sind, wären wohl seitens des Auslandes grosse Schwierigkeiten zu erwarten. Wenn diese aber überwunden sind und der DFR international anerkannt ist, wird man keine Bedenken mehr haben, eine grössere Zahl Herrn der angewandten Forschung in den DFR aufzunehmen.“³⁹⁷ Der Forschungsrat sollte als jene Institution reüssieren, die das Verhältnis von Wissenschaft, Staat und Wirtschaft, von grundlegender und angewandter Forschung koordinierte sowie die Interessenstransfers regulierte. Zugleich war er – Heisenberg drückte dies unmissverständlich aus – die Instanz wissenschaftlicher Rationalität: „Die Vernunft hat nun im DFR Gestalt gewonnen.“ Es seien die vernünftigen Männer der Grundlagenforschung die „naturgemäss von den Zusammenhängen ausgehen und diese deshalb besser begreifen können“ und die deshalb die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie bestimmen sollten. Friedrich Frowein, Regierungsdirektor des Hessischen Wirtschaftsministeriums, befürchtete allerdings, dass mit dieser Formel quasi durch die Hintertür wieder eine Hierarchie zwischen angewandter Industrieforschung und Grundlagenforschung eingeführt werde, die nicht mehr zeitgemäß sei. Heisenberg griff diese Kritik auf, um zu unterstreichen, dass es die Hauptaufgabe des Forschungsrats sei, die Grenzen zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung, „ich möchte beinahe sagen, zu verwischen“.³⁹⁸

Verwirklicht wurde diese wissenschaftlich-industrielle Vermischung in Fachkommissionen, die für spezifische Probleme bereits auf der ersten Sitzung des Forschungsrats am 13. Mai 1949 angeregt worden waren. Diese wurden in der Folge für die Bereiche der Medizin, Wirtschaftswissenschaft, Landwirtschaft sowie schliesslich als eine Kommission zur Bearbeitung des Problems der Krebs fördernden Wirkung von Farbstoffen in Lebensmitteln unter der Leitung von Druckrey eingerichtet.³⁹⁹ Sonderkommissionen zur Rheumaforschung, Ernährungsforschung, Bioklimatologie und zu Rechenmaschinen hatte auch die Notgemeinschaft gegründet. Allerdings bestanden deren Aufgaben vor allem darin, Vorschläge für die Bildung finanzieller Schwerpunkte in der Forschungsförderung auszuar-

397 Protokoll der Vortragsveranstaltung, über den „Deutschen Forschungsrat“ in Stuttgart (9. März 1949), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338; und Helmut Eickemeyer, „Zur Gründung des Deutschen Forschungsrates (DFR). Forschung und Leben. Referat, gelegentlich des Hochschulabends der Technischen Hochschule Stuttgart am 6. April 1949“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338.

398 Protokoll der Vortragsveranstaltung, über den „Deutschen Forschungsrat“ in Stuttgart (9. März 1949), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338.

399 Butenandt an Eickemeyer (15.10.1949), Heisenberg an Butenandt (26.8.1949), „Protokoll der zweiten Sitzung des Deutschen Forschungsrates am Samstag, den 16. Juli 1949 in Bad Nauheim“, S. 2 f. und „Protokoll der ersten Sitzung des Deutschen Forschungsrates am Freitag, den 13. Mai 1949 um 9.00 Uhr in Stuttgart“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338.

beiten.⁴⁰⁰ Die Gegensätze zwischen dem zentralistischen Forschungsrat, dessen Aufgabe es sein sollte, Interessen zu assoziieren und der dezentralistischen Notgemeinschaft, welche die Autonomie der Wissenschaften propagierte, erwiesen sich rasch als so gravierend, dass es bereits 1950 evident war, dass eine Koexistenz der beiden Institutionen nicht machbar sei.⁴⁰¹ Vor allem hatte die Notgemeinschaft ein auf die wissenschaftliche Selbstverwaltung ausgerichtetes Selbstverständnis entwickelt, das jede Art der mit dem Nationalsozialismus assoziierten Steuerung ablehnte: „Wie das früher beliebte Wort ‚Forschungsführung‘ durch ‚Forschungsförderung‘ ersetzt werden muß, so muß in jedem Mitarbeiter der Notgemeinschaft das Gefühl lebendig sein, dass seine Funktionen nicht gouvernementaler, sondern gärtnerischer Art sind.“⁴⁰² Auch wenn der Forschungsrat sich von der „antiwissenschaftliche(n) Propaganda der Hitlerzeit“ abgrenzte, war der positive Bezug auf zentralistische Lenkung und industriell-staatlich-wissenschaftliche Zusammenarbeit nicht zu übersehen.⁴⁰³ Zur Klärung dieser kritischen Situation beschlossen am 30. März 1950 Vertreter beider Seiten, eine Arbeitsgemeinschaft unter dem Namen „Deutsche Forschungsgemeinschaft“ zu bilden. Nach zähen Verhandlungen wurde seit Januar 1951 der endgültige Zusammenschluss vorbereitet, der dann am 2. August 1951 vollzogen wurde. Die DFG sollte fast ausschließlich Anteile der Notgemeinschaft übernehmen; der Forschungsrat ging allein im Senat der DFG auf. Damit war Heisenbergs Projekt einer zentralistischen Körperschaft bereits 1951 erledigt. Die DFG führte die Finanzierungsaktivitäten der Notgemeinschaft, jedoch nicht die Wissenschaftspolitik des Forschungsrats weiter.⁴⁰⁴

Aber in zweierlei Hinsicht wurde die Programmatik des Deutschen Forschungsrats in die DFG übernommen. Im Anschluss an Druckreys Farbstoffkommission wurden im Rahmen der DFG in den 1950er Jahren Senatskommissionen gegründet, in denen die jeweiligen wissenschaftlichen, staatlichen und industriellen Interessenvertreter die *Prekarisierung* chemischer Substanzen und Wirkstoffe verhandelten. Die Einrichtung von Kommissionen war die genuine Leistung des Deutschen Forschungsrats, die auch dessen rasches Ende überleben sollte. Namentlich Butenandt und Druckrey organisierten auf diese Weise eine auch international einflussreiche Risikopolitik prekärer Stoffe. Hier soll aber zunächst mehr interessieren, wie die im Nationalsozialismus praktizierte Gemeinschaftsforschung auch in der DFG fortwirkte. Trotz aller semantischen Reinigungen und epistemo-

400 Zierold an Eichholtz (24.4.1951) und Notgemeinschaft an Heisenberg (4.2.1951), in: BA Koblenz, FC 7576 N, 721, Sonderkommissionen Allgemeines, 1950–1952, Heft 1.

401 „Erste Sitzung des Deutschen Forschungsrates am 13. Mai 1949 in Stuttgart. Tagesordnung“ und Heisenberg an Butenandt (29.4.1949), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338.

402 Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, Bericht (1. März 1949 bis zum 31. März 1950), S. 23.

403 „Denkschrift des Deutschen Forschungsrates über die Betreuung der wissenschaftlichen Forschung im Rahmen der Deutschen Bundesregierung. Endgültiger Text“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338.

404 Butenandt an Hörlein (28.11.1951), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 549. Carson/Gubser, S. 148, 169–174.

logischen Rekonstruktionen waren das nationalsozialistische Wissenschaftsmanagement und das Gebot einer engen wissenschaftlich-industriellen Zusammenarbeit zentrale Referenzpunkte der Nachkriegszeit. Die Forschungsmobilisierung während des Krieges war doch, daran erinnerte 1950 Friedrich Schmidt-Ott, eine der Leistungen der nationalsozialistischen Wissenschaftspolitik.⁴⁰⁵ Als besonders vorbildhaft erschien die enge Kooperation von Industrie und Hochschule sowie die Zusammengehörigkeit von Grundlagen- und Zweckforschung, wie sie Carl Krauch während des Krieges organisiert hatte. Hubert Meth, der im Reichsamt für Wirtschaftsausbau als Referent für die Forschungssteuerung gedient hatte und mittlerweile eine Apparatebaufirma betrieb, wandte sich 1952 in diesem Sinne an Butenandt und den DFG-Präsidenten Ludwig Raiser, um eine Wiederaufnahme der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie anzuregen, wie sie, so führte er ohne Umstände aus, bereits im nationalsozialistischen Reichsamt für Wirtschaftsausbau auch mit seiner Beteiligung unter Krauch praktiziert worden sei.⁴⁰⁶ Für Meth galt Butenandt gerade deshalb als adäquater Ansprechpartner, weil er die Zusammengehörigkeit von Grundlagenforschung und angewandter Forschung immer schon propagiert habe.⁴⁰⁷ Butenandt setzte sich dann in der Tat auch für Meths Vorschlag ein und ließ die Frage nach der Rolle der Forschungsförderung zwischen Industrie und Hochschulwissenschaft auf die Tagesordnung der nächsten Senatsitzung setzen.⁴⁰⁸ Die DFG avisierte bereits kurz nach der Fusion von Forschungsrat und Notgemeinschaft eine Verbindung von Grundlagen- und Industrieforschung und plante dazu im Dezember 1951 eigens einen Ausschuss einzusetzen.⁴⁰⁹ Die Position des Forschungsrats zur Verschmelzung von grundlegender und angewandter Forschung galt Mitte der 1950er Jahre bei aller sorgsamsten Wahrung des Primats der Grundlagenforschung auch in der DFG. Die Unterscheidung von Grundlagenforschung und angewandter, zweckbestimmter oder industrienahe Forschung im Bereich der Naturwissenschaften sei so unvermeidlich wie problematisch, hieß es 1954 entsprechend im Bericht der DFG. Unter allen Sachkennern bestehe Einverständnis darüber, dass die Grenzlinie zwischen beiden Bereichen nicht scharf zu ziehen sei, wie andererseits auch die Grenzen zwischen reiner Forschung, angewandter Forschung und technischer Entwicklung vielfach zu verfließen drohten. Grundlagenforschung und die „reine, zweckfreie Erkenntnis“ seien Eigenart und Stärke der deutschen Forschung, jedoch müsse die Forschungsgemeinschaft auch die Bedürfnisse der angewandten Forschung stets im Auge behalten.⁴¹⁰ Die erste Denkschrift der DFG widmete sich dann auch 1956 der „Lage und Ausbaunotwendigkeiten der angewandten Forschung“ und bezog

405 Schmidt-Ott, *Gemeinschaftsforschung*, S. 146.

406 Meth an Butenandt (21.8.1952), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 430. Zu Meth: Flachowsky, *Von der Notgemeinschaft*, S. 274; und Maier, *Forschung*, S. 723–726.

407 Meth an Butenandt (27.6.1952), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 337.

408 Butenandt an Meth (13.8.1952), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 337.

409 „Betr.: Ausschuss für die Verbindung von Grundlagen- und Industrieforschung“ (Datum nicht lesbar, ca. Dezember 1951), in: BA Koblenz, 721, Sonderkommissionen Allgemeines, 1950–1952, Heft 1.

410 Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht (1. April 1953 bis zum 31. März 1954), S. 18.

sich dabei inhaltlich auf den auch durch die Intervention des Krauch-Vertrauten Meth eingerichteten Ausschuss für angewandte Forschung.⁴¹¹ Das Motiv der Verschmelzung akademischer Grundlagen- und industrieller Zweckforschung unter gleichzeitiger Beibehaltung der Epistemologie getrennter Zonen des Natürlichen und des Sozialen wurde von der DFG durchaus weiter verwendet.⁴¹²

Wenig später sorgte jedoch der Kalte Krieg erneut für eine verschärfte rhetorische Demarkation zwischen demokratischer Grundlagenforschung und totalitärer Zweckforschung. Butenandt distanzierte in seinen Vorträgen zur bundesdeutschen Wissenschaftspolitik das Konstrukt einer apolitischen, sich in Grundlagenforschung aktualisierenden wissenschaftlichen Leistung ausdrücklich von einer wissenschaftlichen Denkweise, welche „die Problemstellung von der Praxis, von der Produktionschance“ her angehe. Damit war nicht der Einfluss der Industrie im Allgemeinen, sondern die seit dem Sputnikschock bedrohlich erscheinende Forschungspolitik der Sowjetunion gemeint.⁴¹³ Nicht nur aus vergangenheitspolitischen Gründen, sondern auch als Munition bei der Bekämpfung sowohl totalitärer als auch populistischer Gegner brauchten Wissenschaftspolitiker der 1950er Jahre die Leistung reiner Forschung, die Autorität der autonomen Fakten. Die protokollierten Debatten innerhalb des Deutschen Forschungsrats und der DFG-Senatskommissionen offenbarten dabei, welche rhetorische Mühe es bereitete, diese Demarkationen mit einer Praxis der Gemeinschaftsforschung zu vereinbaren. Dies wurde umso schwieriger, je vernehmlicher über den Notstand der deutschen Forschung als einer bedenklichen Leistungsschwäche des deutschen Wissenschaftssystems gerade im Bereich der Biologie und Chemie debattiert wurde.

2.5. RÜCKSTÄNDE: DENKSCHRIFTEN, UNITS UND DIE MOLEKULARBIOLOGISCHE WENDE, 1956–1970

Im Jahr 1957 eröffnete die DFG eine Reihe von „Denkschriften zur Lage der deutschen Wissenschaft“, die auf Umfragen unter Universitätsprofessoren und Max-Planck-Institutsdirektoren beruhte. Der beunruhigende Anlass dafür war der Eindruck, dass Wissenschaft und Forschung mit der wirtschaftlichen Entwicklung nicht Schritt hielten. Die erste Bestandsaufnahme war eine vom Diplomchemiker Dieter Behrens angeforderte *Denkschrift Chemie*.⁴¹⁴ Im Spätherbst 1956 beauftragte die DFG wiederum ihren Fachreferenten für Biologie Arwed H. Meyl damit, einen ebensolchen Report für das umfangreiche Fachgebiet der Biologie zu verfassen.

411 Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht (1. April 1956 bis zum 31. März 1957), S. 12.

412 So auch Bürgi, Pharmaforschung.

413 Butenandt, Zum Leistungsstand, S. 100; und Butenandt, Zur Frage, S. 16. Dazu auch: Polanyi, Reine und angewandte Wissenschaft. Kline, Construing Technology.

414 Hess, Vorwort 1957, S. III. Behrens wurde später Geschäftsführer der Deutschen Gesellschaft für chemisches Apparatewesen (DECHEMA),

Dieser wurde 1958 veröffentlicht.⁴¹⁵ Bereits ein Bericht der Notgemeinschaft aus dem Jahr 1951 hatte ein wenig erfreuliches Zustandsbild dieser Disziplinen in der Bundesrepublik gezeichnet. Zu jenen Fachgebieten, die zu verweisen drohten und intensiv gefördert werden mussten, gehörten danach neben der Biochemie auch die anorganische und analytische Chemie, die Eiweißchemie, die makromolekulare Chemie, die Genetik, die landwirtschaftliche Bakteriologie und die Paläobotanik.⁴¹⁶ Während Behrens die Expertisen der Chemiker einforderte, wandte sich Meyl an die führenden deutschen Biologen der Max-Planck-Institute, namentlich die Direktoren Alfred Kühn, Georg Melchers, Hans Nachtsheim und Wolfhard Weidel sowie den Abteilungsleiter Hans Friedrich-Freksa, und bat diese, einen beigelegten Fragebogen auszufüllen und auch mit eigenen Kommentaren nicht zu sparen.⁴¹⁷

In der *Denkschrift Chemie* wurde die Schwäche der Biochemie damit begründet, dass in der Bundesrepublik, abgesehen von den Max-Planck-Instituten sowie den Lehrstühlen der Physiologischen Chemie, in diesem so bedeutsamen Arbeitsgebiet keine Karrieremöglichkeiten beständen. Noch Ende der 1950er Jahre waren überhaupt nur zwei Professuren für Biochemie in Hamburg und München eingerichtet. Beide Denkschriften plädierten deshalb dafür, an allen Hochschulen Lehrstühle und Institute für Biochemie zu etablieren. Allerdings bemerkte der Biochemiker Feodor Lynen, Direktor des MPI für Zellchemie in München, durchaus sarkastisch, dass dabei große Institute entstünden und mangels Nachwuchs die Leute fehlten, die darin arbeiten sollen. Der Pragmatiker Lynen plädierte stattdessen für biochemische Abteilungen an den Instituten der Botanik oder Zoologie. Den zahlreichen an der Biochemie interessierten Studenten, so Lynens Fazit, fehle durch die bisherige Angliederung der Biochemie an die medizinischen und nicht naturwissenschaftlichen Fakultäten die Möglichkeit, moderne Methoden zu erlernen und anzuwenden.⁴¹⁸ Es ging in der Bundesrepublik bis in die 1960er Jahre hinein darum, überhaupt erst einmal die Biochemie zu institutionalisieren und zu stabilisieren, als in den USA, in Großbritannien, Frankreich und Skandinavien bereits die Molekularbiologie von der Biochemie differenziert wurde.⁴¹⁹

Die Biologie, schrieb DFG-Präsident Gerhard Hess im Vorwort zur *Denkschrift Biologie*, befinde sich in einer tiefgreifenden Evolution. Die Fortschritte in der Physik und in der Chemie hätten ganz neue Wege für die biologische Grundlagenforschung gewiesen, welche im Ausland seit Langem erfolgreich beschritten würden: „In Deutschland fehlten bisher die personellen und materiellen Voraussetzungen, um gerade die neuen Probleme im notwendigen Umfang aufzugreifen.“⁴²⁰ Und auch Meyl beendete seine Einführung mit einem dringlichen Aufruf: „Es handelt sich heute nicht mehr darum zu erwägen, was wünschens-

415 Meyl an Lynen (12.12.1956), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 185.

416 Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, Bericht (1. April 1950 bis zum 31. März 1951), S. 46.

417 Meyl, *Denkschrift Biologie*, S. III.

418 Behrens, *Denkschrift Chemie*, S. 21. Lynen an Meyl (15.3.1957), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 185. Meyl, *Denkschrift Biologie*, S. 12.

419 Chadarevian/Gaudillière, *The Tools*.

420 Hess, Vorwort 1958, S. III.

und empfehlenswert wäre, sondern um die nüchterne Frage, ob Deutschland in der Biologie den jetzt noch gerade möglichen Anschluß an die Entwicklung im Ausland finden kann oder ob es in den Erkenntnissen auf diesem Gebiet und in deren Anwendungen ein ‚unentwickeltes‘ Land bleiben, ja immer weiter zurücksinken soll.“⁴²¹ Was für die Fächer der Chemie und Biologie angemahnt wurde, galt für den Zustand der Wissenschaften insgesamt. Atomminister Franz-Josef Strauß sprach 1956 von einer nationalen Pflicht, die Staat, Wissenschaft und Wirtschaft auferlegt sei. Es müsse alles unternommen werden, um den zehn- bis fünfzehnjährigen Rückstand der Bundesrepublik wieder aufzuholen.⁴²² Besonders schwer wog nach einer 1964 von Richard Clausen im Auftrag der DFG verfassten Studie zum Stand und Rückstand der deutschen Forschung die Unfähigkeit, den Rückstand wettzumachen. Die deutsche Wissenschaft sei dabei, ihren guten Ruf zu verspielen, es entstehe im Ausland der Eindruck, dass nicht genug getan werde, um dem Erbe der Vergangenheit gerecht zu werden.⁴²³ Die Wochenzeitschrift *Spiegel* widmete schließlich 1966 unter der Rubrik „Notstand“ dem „desaströsen“ Zustand der Naturwissenschaften einen Titel, um zu schlussfolgern, dass angesichts des Mangels an einheimischen Patenten volkswirtschaftlich schlimme Folgen drohten.⁴²⁴ Von Behrens’ noch recht gelassener *Denkschrift Chemie* im Jahre 1957 bis zum Spiegelartikel des Jahres 1966 verschärfte sich der Ton und wurde die Situation immer dramatischer ausgemalt.

Insbesondere die Geschichte der Biologie in Deutschland wurde als beunruhigende Niedergangsgeschichte erzählt: Noch Ende des 19. Jahrhunderts hätten alle international führenden Biologen eine deutsche Ausbildung erhalten. Die Sprache der Biologie sei deutsch gewesen. Bereits 1940 aber seien die deutschen Universitäten eingeholt, wenn nicht gar überholt worden. Nunmehr müsse die deutsche Biologie bereits Forscher zur Ausbildung in die USA schicken, damit in den neuen biologischen Forschungsgebieten – moderne Genetik, Mikrobiologie, Bakterien- und Virusforschung – Anschluss gefunden werde. „Und wenn sie sich dort bewähren“, führte Meyl verbittert an, „kommen sie nicht wieder zurück, weil sie in Deutschland weder Einrichtungen noch persönliche Stellungen für die Betätigung in den neu entwickelten Richtungen finden“.⁴²⁵ Just in jenen Bereichen, die für eine molekularbiologische Forschung standen, Phagengenetik und Kybernetik, erschienen die Kenntnisse der Studierenden zudem als besonders schwach, bestand akuter Nachholbedarf. Aber selbst in den traditionellen Fächern wie Botanik und Zoologie, ergänzte Meyl, sei Deutschland durch den Mangel an Lehrenden und Forschenden und die Beschränkung der Ordinariate nicht nur gegenüber den USA, sondern auch Skandinavien und Japan in Rückstand geraten.⁴²⁶

421 Meyl, *Denkschrift Biologie*, S. 2.

422 Zitiert nach Wengenroth, *Die Flucht*, S. 53.

423 Clausen, *Stand und Rückstand*, S. 3.

424 Anonym, *Verblaßter Glanz*, S. 31.

425 Meyl, *Denkschrift Biologie*, S. 1.

426 Hess an Lynen (4.2.1958), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 188. Meyl, *Denkschrift Biologie*, S. 2.

Ende der 1950er Jahre, so wiederum Clausen, hätten die Beurteilungen zwischen Dramatisierungen und Bagatellisierungen geschwankt. Geblieben sei das Gefühl, dass nicht genügend geschehe, dass Deutschland nunmehr, da das Bildungspotenzial zum entscheidenden Faktor im Wettbewerb der Völker geworden sei, im Konkurrenzkampf der Wirtschaften und im Wettlauf um die unmittelbare politische und militärische Stärke der Nationen unterliege.⁴²⁷ Verblasst sei der strahlende Glanz deutscher Wissenschaft, der einst die Welt erleuchtete, klagte zwei Jahre später der *Spiegel* pathetisch, geschwunden sei die magnetische Kraft, die einst Erkenntnishungrige aus allen Ländern ins Kaiserreich und in die Republik von Weimar gezogen habe. Stattdessen seien seit Kriegsende 4.000 Wissenschaftler allein in die USA abgewandert, während es im gleichen Zeitraum nur noch zehn Nobelpreise für deutsche Forscher gegeben habe.⁴²⁸ Ausdauernd wurde in den 1960er Jahren dieser zumeist als demütigend, degradierend und unangemessen beschriebene Niedergang, Rückstand und Notstand rekapituliert.

In der *Denkschrift Chemie* wurde die schwache Entwicklung der Biochemie ausdrücklich mit den „besonders schweren Verluste(n), die wir durch das Abwandern hervorragender Forscherpersönlichkeiten nach 1933 erlitten“, in Kausalverbindung gebracht. Behrens nannte auch die Namen Otto Meyerhof, Carl Neuberg, Max Bergmann, Rudolf Schönheimer, Hans Krebs, Fritz Lipmann und Gustav Embden. Gleichwohl leisteten die auf Wiederaufbau ausgerichteten Zustandsberichte und Denkschriften keine kritische Aufarbeitung der Forschung im Nationalsozialismus. Sie stellten keine ethischen oder politischen Fragen, sondern sollten praktikierbare Antworten generieren. In der *Denkschrift Biologie* galt der Nationalsozialismus sogar keineswegs als entscheidender Grund für den Rückstand. Allein für die Genetik erwähnte Meyl, dass Deutschland nach 1933 eine Reihe führender Genetiker verloren habe. Zwar seien Lehrstühle für Rassenbiologie und Rassenhygiene eingerichtet worden, aber nicht wie in anderen Ländern solche für die allgemeine Genetik.⁴²⁹ Im Jahr 1963 verfasste Butenandt eine ausführliche Ereignisgeschichte politischer Störungen, welche die deutsche Forschung seit dem Ersten Weltkrieg sukzessive beeinträchtigt hätten, die von den wirtschaftlichen Schwierigkeiten nach 1918 und der damit verbundenen Abwanderung von jungen Wissenschaftlern über die Vertreibung von Gelehrten und den Ausschluss hochbegabter Nachwuchskräfte von den Hochschulen im Nationalsozialismus sowie die mangelnde Unterscheidung zwischen Wichtigem und Unwichtigem in der Grundlagenforschung, den Tod zahlreicher junger Akademiker und die Zerstörung von Forschungsstätten während des Krieges bis zu den Forschungsverböten, Patentverlusten und der Abwanderung von Forschern in der Nachkriegszeit reichte.⁴³⁰ Clausen sah 1964 die „verlorenen Jahre“ des Nationalsozialismus zwar als ursächlich für den Rückstand der Forschung an, betonte dann aber vor allem die alliierten Beschränkungen der Nachkriegszeit. Die Emigration führender Wis-

427 Clausen, Stand und Rückstand, S. 3, 17 ff.

428 Anonym, Verblaßter Glanz, S. 30.

429 Meyl, Denkschrift Biologie, S. 8; und Behrens, Denkschrift Chemie, S. 33.

430 Butenandt, Zur Frage, S. 22 ff. Auch: Anonym, Verblaßter Glanz, S. 37 f.

senschaftler und damit auch das Aussterben einer ganzen wissenschaftlichen Schule, die mangelnde Förderung der Grundlagenforschung, der Verlust der produktiven Jahre junger Forscher sowie die Isolation von der internationalen Forschung hätten zu einem „Aderlaß an der deutschen Forschung“ geführt. Die Wegnahme der Patente und Verfahrensrechte, die alliierte Forschungskontrolle sowie die Forschungsverbote, die FIAT-Berichte, die Demontage und die Zonentrennung stellten jedoch eine noch schwerere Bürde für die Forschung dar. Die deutsche Wissenschaft habe erst rund zehn Jahre zur Verfügung gehabt, um die verlorenen Jahre aufzuholen. Im gleichen Zeitraum hätten die USA hingegen, begünstigt durch die Leistungen deutscher Emigranten, durch Forschungsergebnisse aus den Laboratorien der deutschen Industrie und schließlich die Kriegsanstrengungen selbst, einen erheblichen Aufschwung erlebt.⁴³¹

Die ersten Maßnahmen zur Verbesserung der Forschungslage bezogen sich auf die Ausstattung der Institute. Das erfolgreiche Bestehen im internationalen Konkurrenzkampf war, wie Hans Herloff Inhoffen resümierte, gebunden an eine rasche apparative Aufrüstung und eine adäquate Ausrüstung.⁴³² Namentlich im Bereich der Proteine und Enzyme war die Forschungsentwicklung von Fortschritten der Methodik abhängig, betonte Wolfgang Grassmann im Juli 1950. Neue physikalische Möglichkeiten, unter denen die Methoden der Ultrazentrifuge, der Röntgenstrukturanalyse und der Elektronenmikroskopie an erster Stelle ständen, würden erst neuartige Aufschlüsse über diese Naturstoffe ermöglichen.⁴³³ Es ermangelte dabei in der Nachkriegszeit sogar an solchen Techniken, die einmal in Deutschland selbst entwickelt worden waren. So sei es bedauerlich, schrieb Butenandt im selben Jahr an die Notgemeinschaft, dass die deutsche Erfindung des Elektronenmikroskops im Ausland wesentlich stärker ausgenutzt werde als in Deutschland und es müsse alles getan werden, um sich in die Weiterentwicklung wieder einzuschalten.⁴³⁴ Elektronenmikroskope waren exakt sechs Jahre nach Kriegsende nur in sechzehn Instituten vorhanden. Zwei von diesen Geräten zählten bereits zu jenen neun Apparaten, welche die Notgemeinschaft zu Beginn der 1950er Jahre mit Mitteln des Marshallplans vergab.⁴³⁵ Noch 1959 hieß es in einem Gutachten zum Antrag von Richard Haas auf Sachbeihilfe zur Beschaffung eines Siemens Elmiskop Elektronenmikroskops, dass Deutschland auf diesem Gebiet biologischer Forschung sehr viel nachzuholen habe.⁴³⁶ Ähnliches galt auch für den Infrarotspektrografen. Dieser hatte bereits bei der Charakterisierung des Ergosterins und damit bei der Herausarbeitung des Vitamin D in den 1920er Jahren eine

431 Clausen, Stand und Rückstand, S. 17–19.

432 Antrag Hans Herloff Inhoffen, „Untersuchungen über das Vitamin D₃“ (2.8.1958), in: DFG-Archiv, Bonn, In 1/12.

433 Grassmann, Neue Verfahren, S. 200.

434 Butenandt an die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft (14.7.1950), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 337. Zur Geschichte der Elektronenmikroskopie: Müller, The Birth.

435 Notgemeinschaft, „Liste der vorhandenen und beantragten Elektronenmikroskope“ (8.5.1951) und Vermerk, „Stand der durch die Notgemeinschaft vergebenen Elektronen-Mikroskope und der zur Zeit laufenden Anträge“ (16.6.1952), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 372.

436 Schwerpunkt(SP)-Liste der DFG 26/59, S. 39f., in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 362.

wichtige Rolle gespielt und wurde in den 1930er Jahren unter anderem auch zur Erstellung von Hormonbilanzen verwendet.⁴³⁷ Walther Gerlach vom Physikalischen Institut in München beantragte 1950 ein solches Gerät bei der Notgemeinschaft und wurde dabei von Butenandt nachdrücklich unterstützt. Die Bedeutung der Infrarotspektrografie, so Butenandt, sei im Gebiet der organischen Chemie für Wissenschaft und Industrie gleich groß. Er selbst habe bei Hugo Theorell in Stockholm miterlebt, wie mit diesem Apparat in überraschend kurzer Zeit weitgehende Schlüsse auf die Konstitution einer unbekanntes Verbindung zugelassen werden. Das MPI für Biochemie sollte noch im selben Jahr einen Spektrografen als Geschenk der amerikanischen Firma Rohm & Haas Company erhalten. Er würde sehr dafür eintreten, fasste Butenandt zusammen, „daß die Notgemeinschaft sich entschließt, ein weiteres amerikanisches Infrarotspektrometer zu beschaffen, denn ich glaube, daß noch sehr viel von der Entwicklung dieses Gebietes zu erwarten ist; und wir müssen sehen, gegenüber USA und England nicht ganz ins Hintertreffen zu kommen“.⁴³⁸ Inhoffen arbeitete seit 1953 mit einem Spektrografen an der Strukturaufklärung und Synthese kohlenstoffreicher Verbindungen. Bei seinen Reisen durch die Vereinigten Staaten habe er immer wieder Gelegenheit gehabt, den unschätzbaren, ja entscheidenden Wert eines Ultrarotgerätes für einen organischen Chemiker zu erkennen. Deutsche Produkte wie der Ultrarotspektrograf von Leitz hätten allerdings längst nicht den Standard der amerikanischen Geräte. Mit dem gleichen Argument befürwortete Otto Bayer, Kuratoriumsvorsitzender des im April 1950 von der Arbeitsgemeinschaft chemische Industrie eingerichteten Fonds der Chemie, den Antrag auf einen Ultrarotspektrografen nach Perkin-Elmer für stattliche 80.000 DM: „Jedes organisch-chemische Institut müsse in Bälde ein solches Gerät haben, um nicht gegenüber den Amerikanern in ein hoffnungsloses Hintertreffen zu geraten.“⁴³⁹ Yakov M. Rabkin verweist darauf, dass auch in den USA erst zu diesem Zeitpunkt Infrarotspektroskope industriell produziert wurden. Gleichwohl waren die Arbeiten an diesen physikalischen Instrumenten, die es ermöglichten, ähnliche Moleküle zu unterscheiden, Atomgruppen im Molekül zu identifizieren sowie die Molekülsymmetrie und -struktur aufzuklären, in der organischen Chemie in Großbritannien und den USA Ende des Krieges weit fortgeschritten. In Deutschland mangelte es hingegen, so jedenfalls Rabkin, an einer durch industrielle Nachfrage angeregten Zusammenarbeit von Wirtschaftsunter-

437 Wehefritz, *Ultraspektroskopische Untersuchungen*, S. 41.

438 Butenandt an Gerlach (6.9.1950), in: MPG-Archiv, Abt. III., Rep. 84/1, Nr. 372. Zur bedeutenden Rolle von Ultrarotspektrografen etwa für die Steroidchemie: Morris/Travis, *The Role of Physical Instrumentation*, S. 65–68; und Rabkin, *Technological Innovation. Zur Frühgeschichte der Spektrografie/Spektroskopie*: Slater, *Instruments*; Gohlke/McLafferty, *Early Gas Chromatography*; und Gershinowitz, *The First Infrared Spectrometer*. Als eine hervorragende Studie zur Funktion physikalischer Methoden in der Chemie der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts: Reinhardt, *Shifting*.

439 Antrag Hans Herloff Inhoffen, „Arbeiten mit einem Ultrarot-Spektrographen“ (31.7.1953), in: DFG-Archiv, Bonn, In 1/5. Zum Fonds der Chemie: Behrens, *Denkschrift Chemie*, S. 56 ff.

nehmen, Universitäten und Behörden.⁴⁴⁰ Noch 1970 fand Hansjürgen Staudinger Gefallen an einem Antrag Friedrich Cramers, Direktor am MPI für Medizinische Forschung, weil dadurch die Methode der Röntgenstrukturanalyse in Deutschland gefördert werde: „So wäre es auch ein kleines Stück ‚Wissenschaftspolitik‘, diesen Antrag im vollen Umfang statt zu geben, was ich dringend empfehle.“⁴⁴¹ Diese Aussage ist besonders bemerkenswert, da die Röntgenstrukturanalyse in den 1920er Jahren maßgeblich von Reginald Herzog und seinen Mitarbeitern Michael Polanyi und Herrmann Mark am KWI für Faserstoffchemie entwickelt worden war. Dieser produktive Forschungsbereich endete mit der Vertreibung Herzogs, der im Herbst 1933 Opfer einer nationalsozialistischen Intrige wurde und sich im Februar 1935 im türkischen Exil das Leben nahm.⁴⁴²

Mangelhafte Ausrüstung konnte erfolgreich durch finanzielle Anstrengungen egalisiert werden. Und auch die um 1950 so bestimmende Nachwuchssorge galt wenige Jahre später als weitgehend behoben.⁴⁴³ Fundamentale Reformen verlangte hingegen die als veraltet angesehene deutsche Universitätsstruktur, die um 1960 zunehmend als eigentliche Hauptursache des Rückstands in der Biochemie und Molekularbiologie identifiziert wurde. Das Fachgebiet Biologie hatte sich mittlerweile auf eine Art entwickelt, die nicht mehr mit der fest gefügten Ordinariatsordnung der Disziplinenhierarchie übereinstimmte.⁴⁴⁴ Der große strukturelle Nachteil der deutschen Forschung, fasste Meyl zusammen, bestehe vor allem in der strikten Trennung der Disziplinen, während die moderne Biologie durch die Zusammenarbeit von Physik, Chemie und Biologie gekennzeichnet sei. Es sei nicht mehr nur die bloße Kenntnis der Organismen von vorrangigem Interesse, sondern für die Erkenntnis und Anwendung der Gesetze, nach denen die Lebensvorgänge ablaufen, seien Experimentalarbeiten, deren mathematische Auswertung sowie chemische und physikalische Arbeitsmethoden unerlässlich. Dies galt insbesondere für die Lösung biologischer Fragen mit chemischen Mitteln. Vor allem genetische Phänomene und Mechanismen waren zu eigentlich biochemischen Problemen geworden; sie konnten ohne biochemisches Wissen und biochemische Methodik nicht weiter analysiert und erklärt werden. Die zu fördernden Forschungsbereiche waren interdisziplinärer Art und zudem verschaltet mit jener neuen Leitdisziplin der Kybernetik, die in der biologischen Statistik eine immer wichtigere, auch für die Praxis bedeutungsvollere Rolle spielte.⁴⁴⁵ Clausen zog 1964 das deprimierende Fazit, dass „das moderne und weit übergreifende Arbeitsgebiet der Molekularbiologie“ gegenüber dem Ausland in erheblichem Rückstand sei. Gleiches gelte auch für die Molekulargenetik und die Stoffwechselfysiologie. Insgesamt sei festzustellen, dass die Biologie vor allem in denjenigen Gebieten notleidend sei, wo

440 Rabkin, *Technological Innovation*, S. 3, 21 ff.

441 Staudinger an Hoffmann, DFG (4.5.1970), in: DFG-Archiv, Bonn, Cr 8/37.

442 Deichmann, *Flüchten*, S. 181; und Rheinberger, *Kurze Geschichte*, S. 7. Zu Herzog: Stoff, Wilhelm Eitel, S. 519–522; und Luxbacher, *Roh- und Werkstoffe*.

443 Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht (1. April 1955 bis zum 31. März 1956), S. 66; und Anonym, *Nachwuchssorgen*.

444 Rheinberger, *Die Stiftung Volkswagenwerk*, S. 197 f.

445 Meyl, *Denkschrift Biologie*, S. 2, 11, 13. Aumann, *Mode*.

Impulse vielfach von den Nachbargebieten ausgingen und es auf die Zusammenarbeit mit den Nachbardisziplinen, insbesondere der Chemie und der Physik, aber auch der mathematischen Statistik, und auf die Anwendung von deren Arbeitsmethoden auf biologische Probleme ankomme.⁴⁴⁶

In der Wissenschaftsgeschichte wird für das Jahr 1945 ein sich vor allem in den USA und Großbritannien vollziehender Paradigmenwechsel konstatiert. Von da an maß sich erfolgreiche Forschung im Bereich der Lebenswissenschaften daran, ob sie molekularbiologisch sei oder nicht. Als Gründe für die molekularbiologische Wende werden der militärische Forschungskontext und die damit verbundene intensiviertere Finanzierung vor allem durch die Rockefeller Foundation unter der Ägide von Warren Weaver ebenso aufgelistet wie technische Neuerungen im Allgemeinen – Röntgenstrukturanalyse, Chromatografie, Isotopenmarkierung, Ultrazentrifugation, Elektronenmikroskopie – und biophysikalische, biochemische und mikrobiologische Techniken im Besonderen. Einschneidend waren zudem neue Modellorganismen wie Viren und Bakteriophagen und eine interdisziplinäre, auf Teamarbeit ausgerichtete Arbeitsweise. Die Molekularbiologie inaugurierte als eine zunehmend auf die molekulare Genetik und die Durchsetzung eines Konzepts der Informationsverarbeitung fokussierte hybride Wissenschaft zwischen Biochemie, Biophysik und Genetik. Der Begriff „Molekularbiologie“ selbst wurde zunächst durchaus unscharf verwendet, einerseits konnte er jede Chemisierung biologischer Forschung bezeichnen und andererseits auch als Zuspitzung auf die genetische Informationsübertragung verwendet werden. Letztlich konzentrierte sich Molekularbiologie jedoch seit Ende der 1950er Jahre auf das von Francis Crick so bezeichnete „zentrale Dogma“, nach dem die Struktur der Aminosäuresequenz die Funktion der Proteine bestimmt. Dies war wiederum ein Forschungsproblem, mit dem sich sehr unterschiedliche Disziplinen und Forschungsgruppen befassen konnten.⁴⁴⁷ Dass diese Hochphase molekularbiologischer Forschung in der Bundesrepublik kaum stattfand, führt Ute Deichmann vor allem auf das hierarchische Universitätssystem und die fast zehnjährige wissenschaftliche Isolation zurück. Eine „neuartige Molekularbiologie“, so auch Michael Engel, kam gar nicht erst zur Herausbildung.⁴⁴⁸ Auf spezifische Weise stand der Niedergang der deutschen biologischen und chemischen Forschung in einem Kausalverhältnis zum Aufschwung der Molekularbiologie in den USA. Es waren danach die aus Nazi-Deutschland emigrierten Biochemiker, die innovative Konzepte und Experimentalsysteme in die USA importiert hatten. Allerdings brauchte es die Reaktion mit der amerikanischen Art der interdisziplinären Arbeitsweise, um die Erfolge molekularbiologischer Forschung zu ermöglichen. Das amerikanische Teamwork schien im Fall der modernen Biologie den starren Disziplingrenzen, wie sie für die bundesdeutsche Forschung angeblich eigentümlich waren, überlegen zu sein. Diese

446 Clausen, Stand und Rückstand, S. 12.

447 Deichmann, Emigration, S. 451; Strasser, Institutionalizing Molecular Biology, S. 526 f.; Rheinberger, Die Stiftung Volkswagenwerk, S. 198; Morange, A History, S. 139–149; Rheinberger, Kurze Geschichte, S. 2; und Abir-Am, The Discourse.

448 Engel, Paradigmenwechsel, S. 341; und Deichmann, Emigration, S. 469.

Debatte sollte Mitte der 1960er Jahre noch einmal eine erhebliche Dynamik erhalten.

Prominente Biochemiker der 1950er Jahre wollten sich dieser deprimierenden Geschichte, welche die Leistungen deutscher Biologen und Chemiker in den 1940er Jahren grundsätzlich infrage stellte, keineswegs anschließen. Im Gegenteil wurde die Molekularbiologie nicht nur mit den emigrierten Biochemikern, sondern ebenso mit der 1937 in Berlin-Dahlem initiierten Arbeitsgemeinschaft Kaiser-Wilhelm-Institute für Biochemie und für Biologie zur Pflege der Virusforschung in Verbindung gebracht. Diese 1941 offiziell als Arbeitsstätte für Virusforschung eingerichtete, 1945 in Abteilung für Virusforschung am KWI für Biochemie umbenannte, von DFG und Industrie finanzierte Arbeitsgemeinschaft bestand auch nach Kriegsende fort. Im Jahr 1954 wurde sie zu einem eigenständigen MPI für Virusforschung.⁴⁴⁹ Mit dem Biochemiker Gerhard Schramm, dem Botaniker Georg Melchers, dem Biologen Hans Friedrich-Freksa und dem Zoologen Rudolf Danel war die Arbeitsgemeinschaft zur Virusforschung grundsätzlich interdisziplinär ausgerichtet. Eine zentrale Rolle in den Forschungen spielte das Modellobjekt des Tabakmosaikvirus, das zugleich als Schnittstelle zwischen Biochemie, Biophysik und Genetik, als Modellsubstanz für das Studium der Genstruktur und als Objekt der Naturstoffchemie fungierte. Während eine wissenschaftliche Genetik im Nationalsozialismus praktisch nicht mehr stattfand, erwiesen sich die biochemischen Leistungen bei der Untersuchung des Verhältnisses von Protein und Nukleinsäure als folgenreich. Es schien durchaus ein Pfad zu existieren, der von Dahlem nach Cambridge führte und die Arbeitsstätte zu einem verkannten Vorläufer der Molekulargenetik machte.⁴⁵⁰ Im Jahr 1968 hob sogar James D. Watson in seinen Erinnerungen die Bedeutung der Dahlemer Virusgruppe hervor. Denn dort habe sich bereits die Frage gestellt, ob die Virusstruktur aus einem zentralen RNS-Kern bestehe, der von einer großen Anzahl von kleinen identischen Proteineinheiten umgeben sei.⁴⁵¹ Butenandt nutzte 1971 explizit Watsons Bemerkungen, um gerade die biochemische Forschung in Deutschland in die Genealogie der Molekularbiologie nicht nur zu integrieren, sondern ihr eine bahnbrechende Position zu sichern. Die Leistungsfähigkeit der deutschen Wissenschaft war danach in der Arbeitsgemeinschaft zur Virusforschung aufgehoben gewesen.⁴⁵²

Intern hatte Butenandt schon kurz nach Kriegsende auf die Kontinuität deutscher Spitzenforschung insistiert. Gerade die von Kuhn redigierten *Fiat-Reviews* zur Biochemie zeigten, „welche Fülle an guter Grundlagenforschung in Deutschland auch während des Krieges noch geleistet worden ist“.⁴⁵³ Die Förderpolitik der

449 Brandt, Metapher, S. 55–60; Rheinberger, Virusforschung; und Deichmann, Biologen, S. 74–77.

450 Brandt, Metapher, S. 10, 56 f., 84–91, 95 ff.; und Lewis, From Virus Research. Zur Geschichte des Tabakmosaikvirus: Creager, The Life.

451 Watson, Die Doppel-Helix, S. 94 f. Macrakis, Surviving the Swastika, S. 110 f.; und Macrakis, The Survival.

452 Butenandt, Gerhard Schramm, S. 813.

453 Butenandt an die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft (14.7.1950), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 337.

Notgemeinschaft beinhaltete entsprechend 1951, dass eine besondere Unterstützung dort gewährt werden müsse, wo es gelte, einen Vorsprung der deutschen Forschung zu halten und auszunutzen sowie jene Arbeitsrichtungen wieder zu beleben, in denen Deutschland einmal die Führung hatte.⁴⁵⁴ Dem Forschungsnotstand korrespondierte zugleich eine diskrete Genealogie des Erfolgs. Wissenschaftliche Leistung war danach eben doch nicht ausnahmslos mit den jüdischen Wissenschaftlern emigriert, so liest sich Butenandts Bilanz, sondern durchaus in Nazi-Deutschland verblieben und hatte sich im stillen Widerstreit der Rationalität den politischen Ereignissen entzogen und widersetzt.⁴⁵⁵ Dadurch erst schienen die Wege offen, welche zur Normalität der exzellenten Forschung zurückführen sollten. Es kann dann auch nicht erstaunen, dass Butenandt sich vehement gegen die Vorwürfe von Frederick Seitz, dem Präsidenten der National Academy of Science, wandte, der 1962 in einem Artikel in *Physics Today* der deutschen Forschung vorwarf, in einem Akt verkehrter Vergangenheitspolitik zur Forschungspraxis des Kaiserreichs zurückgekehrt zu sein. Wer könne bezweifeln, betonte hingegen Butenandt in seiner neuen Funktion als Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, dass seit 1945 in Teilgebieten der Chemie Ergebnisse von hohem Rang aus deutschen Laboratorien hervorgegangen seien. Und wer könne weiter bestreiten, dass in der deutschen Virusforschung, auch in ihrer Beziehung zur molekularen Genetik und zur Ermittlung der genetischen Information, Spitzenleistungen erzielt worden seien, die jeden internationalen Vergleich aushielten.⁴⁵⁶

Gleichwohl vollzog sich der Anschluss an die amerikanische und britische Molekularbiologie nicht am Tübinger MPI für Virusforschung, auch wenn es dort seit 1960 eine molekularbiologische Abteilung gab, sondern am neu eingerichteten Institut für Genetik in Köln. Der Genetiker Josef Straub hatte Ende der 1950er Jahre die Idee zum Aufbau eines molekularbiologischen Forschungszentrums; ein Projekt für das er neben dem Staatssekretär des Nordrhein-Westfälischen Wissenschaftsministeriums Leo Brandt auch Max Delbrück interessieren konnte, der 1937 in die USA emigriert war und dort am California Institute of Technology in Pasadena höchst innovative Versuche mit Bakteriophagen durchgeführt hatte. Im November 1957 wandte sich Straub mit seinem Plan an die DFG und beantragte die erhebliche Summe von 2,5 Millionen DM zur Gründung eines Instituts für Genetik und zur Einrichtung von fünf Professuren. Delbrück ließ sich von 1961 bis 1963 am California Institute of Technology beurlauben und etablierte zusammen mit dem Physiker Carsten Bresch, dem Strahlenbiologen Walter Harm und dem Chemiker Hans Zachau das aus vier Abteilungen für Mikrobiologie, Strahlenbiologie, genetische Biochemie und physiologische Genetik sowie einer biophysikalischen Gastabteilung bestehende Institut für Genetik an der Universität

454 Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, Bericht (1. April 1950 bis zum 31. März 1951), S. 45.

455 Butenandt, Zur Frage, S. 22 ff.

456 Butenandt, Zur Frage, S. 11 ff., 28 f.; und Butenandt, Zum Leistungsstand, S. 99.

Köln.⁴⁵⁷ Jedoch fehlte zu dieser Zeit eine ganze Generation von mit Modellorganismen wie Bakteriophagen oder Bakterien vertrauten Wissenschaftlern. Franz Lingens, Mitarbeiter Heinrich Hellmanns am Chemischen Institut der Universität Tübingen, konnte 1960 noch als jemand gewürdigt werden, der „das in Deutschland selten bearbeitete Gebiet der Bakterienbiochemie“ pflege. Zwei Jahre später klagte ein Gutachter, dass der „amateurartige Zustand eines Faches (Mikrobiologie)“ doch nicht ad infinitum erhalten bleiben könne.⁴⁵⁸ Es war deshalb höchst erwünscht, dass angehende Molekularbiologen eine Ausbildung im Ausland erhielten. Die DFG hatte entsprechende Auslandsstipendien bereits in den 1950er Jahren bewilligt. Namentlich Wolfhard Weidel, Alfred Gierer, Friedrich Cramer, Peter Starlinger, Hans Zachau, Fritz Kaudewitz und Wolfram Zillig verbrachten dank verschiedener Stipendien wichtige Jahre ihrer Ausbildung in den USA.⁴⁵⁹ Auch Ulf Henning, Assistent Lynens am MPI für Zellchemie, erhielt 1960 ein Ausbildungsstipendium der DFG. Dieses war ausdrücklich damit verbunden, sich in das Gebiet der biochemischen Genetik einzuarbeiten. Ein anonymes Gutachter betonte, dass es dringend notwendig sei, die biochemische Genetik zu intensivieren und auch an den deutschen Hochschulen und Forschungsstätten heimisch werden zu lassen. Henning nahm an Kursen über Bacterial Genetics und Bacterial Viruses in Cold Spring Harbor teil, um danach bei Charles Yanofsky an der Stanford University in die mikrobiologische Genetik eingearbeitet zu werden.⁴⁶⁰ Im Laufe der 1960er Jahre, befördert durch die insgesamt intensiviertere Forschungsförderung des prosperierenden Staates, wurden deutlich mehr Forschungen aus dem Bereich der molekularen Genetik unterstützt. In diesem Kontext kehrten dann auch mit Heinz-Günther Wittmann, Heinrich Matthaei, Heinz Schuster und Benno Müller-Hill Wissenschaftler in die Bundesrepublik zurück, die in den USA bereits bedeutsame Beiträge zur Molekularbiologie geleistet hatten.⁴⁶¹ Eine *Institutionalisierung* der Molekularbiologie im Rahmen der DFG setzte erst in den Jahren 1964 bis 1966 mit der Einrichtung von drei Schwerpunkten zur Molekularen Biologie, Kybernetik und Biochemie der Morphogenese ein. Der sich in den 1960er Jahren vollziehende Generationenwechsel zeigte sich schon darin, dass es zwar für den Schwerpunkt Molekulare Biologie im Mai 1964 bereits 75 Anträge

457 Wenkel/Deichmann, Max Delbrück; Deichmann, Emigration, S. 465 ff.; Strasser, Institutionalizing Molecular Biology, S. 518; und Rheinberger, Die Stiftung Volkswagenwerk, S. 200, 206 f.

458 Fortsetzungsantrag Franz Lingens, „Biochemie der Genwirkung“ (eingegangen am 6.3.1962), in: DFG-Archiv, Bonn, Li 78/9; und Fortsetzungsantrag Franz Lingens, „Biochemie der Genwirkung“ (9.6.1960), in: DFG-Archiv, Bonn, Li 78/2. Deichmann, Emigration, S. 466.

459 Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht (1. April 1955 bis zum 31. März 1956), S. 68; und Antrag Peter Starlinger, „Erlernung physikochemischer und biochemischer Methoden zur Charakterisierung und Trennung von Nukleinsäuren“ (3.4.1958), in: DFG-Archiv, Bonn, Sta 32/2. Deichmann, Emigration, S. 460, 466 f.; und Rheinberger, Die Stiftung Volkswagenwerk, S. 199.

460 Antrag Ulf Henning, „Einarbeitung in die biochemische Genetik“ (25.3.1960), in: DFG-Archiv, Bonn, He 325/1.

461 Deichmann, Emigration, S. 457, 460; und Strasser, Institutionalizing Molecular Biology, S. 523 f.

gab, die richtigen Fachgutachter aber erst noch gesucht werden mussten. In den Jahren 1964 bis 1966 wurden für ihn bereits insgesamt 173 Anträge und eine Gesamtfördersumme von über 6 Millionen DM bewilligt. Aber natürlich fanden molekularbiologische Forschungen auch noch in den Normalverfahren, vor allem in den Bereichen Biologie und Medizin, und in anderen Schwerpunktprogrammen wie Krebsforschung, Nervensystem, Entwicklungsphysiologie und Immunbiologie statt.⁴⁶² Den vorläufigen Abschluss der *Institutionalisierung* der Molekularbiologie in der Bundesrepublik stellte schließlich die Gründung des MPI für Molekulare Genetik im Jahr 1964 dar.⁴⁶³

Gleichwohl bestand unter den Biologen und Chemikern keineswegs Konsens über die Notwendigkeit molekularbiologischen Arbeitens. Cramer etwa wurde nach seiner Rückkehr aus den USA durchaus feindselig behandelt. Viele der etablierten Biologen hatten noch zu Beginn der 1960er Jahre kein Interesse an einer molekularen Biologie.⁴⁶⁴ Besonders markant zeigt sich dies am Beispiel des 1933 geborenen Biochemikers Jürgen Drews. Dieser begann seine Laufbahn 1964 mit einem von der DFG geförderten Ausbildungsstipendium für ein Forschungsvorhaben zu Regulationsproblemen, die mit der Wirkung von Steroidhormonen auf die Nukleinsäuren zusammenhängen. Er verwies damit, in den Worten des Gutachters Joachim Kühnau, zielsicher auf eines der „wichtigsten Anliegen biochemischer Forschung“ der 1960er Jahre.⁴⁶⁵ Drews tat sich am Frankfurter Institut für Therapeutische Biochemie unter Adolf Wacker vor allem durch seine Forschungen zu Steroidhormonen und zur Isolierung von Repressorinstanzen aus Bakterien hervor und erhielt Mitte der 1960er Jahre ein Stipendium für einen Aufenthalt am Department of Internal Medicine in Yale. Ein Ziel des zweijährigen Forschungsaufenthaltes sollte es sein, fruchtbare Kontakte zu den dortigen molekularbiologischen Hormonforschern aufzunehmen.⁴⁶⁶ Nach seiner Rückkehr im Jahr 1967 beantragte Drews dann fast 130.000 DM für ein Vorhaben zur hormonellen Regulation des Zellstoffwechsels. Indem er sich wiederum mit der Wirkung von Hormonen auf die Bildung verschiedener Ribonukleinsäuren und auf Transportvorgänge befasste, verfolgte er, wie es ein Sondergutachter vermerkte, ein explizit molekularbiologisches Ziel.⁴⁶⁷ Eigentlich bewegte sich Drews im Kontext der seit den Denkschriften intensivierten Debatte über die Modernisierung der Lebenswissenschaften und musste als absolut förderungswürdig erscheinen. Allerdings fand er im Hauptausschussvorsitzenden Hansjürgen Staudinger, seit 1959 Direktor des Physiologisch-Chemischen Instituts der Universität Gießen, einen unerbittli-

462 DFG an Butenandt (4.5.1964), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 429. Zarnitz, Molekulare und physikalische Biologie, S. 76 f. Aumann, Mode, S. 204–245.

463 Beziat, 40 Jahre molekulare Genetik.

464 Rheinberger, Die Stiftung Volkswagenwerk, S. 199, 203.

465 Antrag Jürgen Drews, „Regulationsprobleme“ (16.9.1963) sowie Stellungnahme des 1. Fachvertreters Prof. Dr. Kühnau (2.11.1963), in: DFG-Archiv, Bonn, Dr. 43/1.

466 Wacker an DFG (5.7.1965) und Antrag Jürgen Drews, „Ausbildungsstipendium (Ausland)“ (23.6.1965), in: DFG-Archiv, Bonn, Dr. 43/3.

467 Antrag Jürgen Drews, „Hormonelle Regulation des Zellstoffwechsels“ (29.3.1967) und Gutachten, in: DFG-Archiv, Bonn, Dr 43/5.

chen Widersacher. Staudinger hielt die „molekulare Biologie“ für eine Modeerscheinung. Drews' Antrag sei völlig unkritisch aufgebläht, die Darstellung des Forschungsvorhabens oberflächlich und erfolge zum Teil durch Trivialitäten, „die dem Schlagwortverzeichnis der sog. molekularen Biologie entstammen“. Staudinger verlangte im Sommer 1967 erfolgreich eine drastische Beschränkung des Forschungsvorhabens auf die Untersuchung der Cortisolwirkung auf lymphatisches Gewebe, da an den übrigen Problemen bereits in vielen Laboratorien gearbeitet werde: „Hier sollte der Antragsteller anfangen und zeigen, was er kann.“⁴⁶⁸ Nachdem Drews ihm wohl vorgeworfen hatte, sich „maliziös“ zur Molekularbiologie geäußert zu haben, spitzte Staudinger seine Kritik noch einmal zu: „Hinter diesem modernistischen Schlagwort verbirgt sich heute manche Scharlatanerie. Das Wort ‚molekulare Biologie‘ ist nämlich ziemlich sinnlos. Es bedeutet, wenn man es richtig übersetzt, nichts anderes als ‚Biochemie‘. Anders verhält es sich mit dem Wort ‚molekulare Genetik‘. Dieses Wort ist legitim.“⁴⁶⁹ Drews wurde daraufhin die Sachbeihilfe empfindlich gekürzt. Er forschte jedoch unbeirrt weiter zur mutmaßlich hemmenden Wirkung von Prednisolon auf die Synthese der Ribonucleinsäure und erhielt dafür dann auch eine erheblich höhere Fördersumme. Im Jahr 1968 etablierte er ein größeres Forschungsvorhaben zur Wirkung von Corticosteroiden auf die RNS-Synthese in Lymphozyten. Drews machte trotz dieser Widerstände Karriere. Von 1986 bis 1997 fungierte er als Forschungschef bei Roche und renommierte als ein Pionier der Biotechnologiebranche. Staudinger wiederum übernahm 1969 ironischerweise den Kuratoriumsvorsitz der Gesellschaft für Molekularbiologische Forschung.⁴⁷⁰

Die Krise der deutschen Wissenschaft erschien als eine Krise der deutschen Moderne, entsprechend problematisch und kontrovers wurde die Modernisierung von Forschung und Lehre am Modell des amerikanischen Universitätssystems debattiert. Seitz beanstandete in seiner Kritik der bundesdeutschen Forschungsorganisation vor allem das Beharren auf ein überkommenes Institutssystem an den Universitäten, das die deutsche Forschung stark hemme, während andere europäische Länder schneller das innovative amerikanische Department-System und die Praxis der Teamarbeit aufnahmen. Zwei Jahre später griff Clausen Seitz' Kritik in seiner von der DFG herausgegebenen Schrift über den Leistungsstand der deutschen Forschung leitmotivisch auf. Es seien vor allem der Mangel an „übergreifender Arbeitsweise“, die fehlende Zusammenarbeit mehrerer Forscher, die ungenügende Etablierung von Zwischengebieten sowie die starre Trennung der Fakultäten und Fachrichtungen, die eine moderne und leistungsfähige Forschung behinderten. Hinzu kämen die viel zu enge Verknüpfung von Forschung und

468 Staudinger an Fischer, DFG (28.8.1967), in: DFG-Archiv, Bonn, Dr 43/5. Zu Staudinger: Kersten, Hansjürgen Staudinger.

469 Staudinger an Fischer, DFG (13.11.1967), in: DFG-Archiv, Bonn, Dr 43/5.

470 „Schlußabrechnung“ (8.12.1969), in: DFG-Archiv, Bonn, Dr 43/5; und Sondergutachten von Professor Dr. H. Breuer (30.8.1968) zum Antrag Jürgen Drews, „Hormonelle Regulation des Zellstoffwechsels“, in: DFG-Archiv, Bonn, Dr 43/7. Rheinberger, Die Stiftung Volkswagenwerk, S. 215.

Hochschullaufbahn sowie der hierarchische Aufbau des Institutssystems. „Innerhalb dieser Grenzzäune“, referierte Clausen Umfrageergebnisse bei 140 Wissenschaftlern, „gedeihe ein Fachdenken, das gefährlich und lähmend sei und vielfach neue Ideen im Keime ersticke“. ⁴⁷¹ Ob es der deutschen Wissenschaft in den 1950er Jahren aber wirklich an Modernität ermangelte, war durchaus umstritten. Schon mit der Forderung nach Interdisziplinarität rannte Clausen offene Türen ein. Schließlich war eine „übergreifende Arbeitsweise“ seit den 1920er Jahren als „Gemeinschaftsarbeit“ geradezu ein Fetisch der deutschen Forschung. Da dieser Begriff allerdings eine Übersetzung des amerikanischen „cooperative work“ darstellte, stand er ohnehin immer schon in Auseinandersetzung mit der US-amerikanischen Forschungsorganisation. ⁴⁷² Im Nationalsozialismus waren Gemeinschaftsforschung und Gemeinschaftsarbeit zentrale Programmpunkte, weil sie die völkische Kritik am kapitalistischen Eigennutz mit der Mobilisierung der Wissenschaften für den Krieg, den Staat und die Industrie verbinden halfen. ⁴⁷³ Die Mobilisierung wissenschaftsorganisatorischer Arbeitsgemeinschaften wurde nach 1945 nur kurzfristig unterbrochen und kontinuierlich als eine dezidierte Erfolgsgeschichte erzählt. ⁴⁷⁴ Zwischen dem modernen amerikanischen Teamwork und der erprobten deutschen Gemeinschaftsarbeit bestand durchaus eine Verwandtschaft; gleichwohl verwies die jeweilige Begriffsverwendung auf eine spezifische wissenschaftspolitische Ausrichtung. 1951 hatte die Notgemeinschaft in ihrem Jahresbericht kategorisch verlautbaren lassen, dass Gemeinschaftsforschung nicht heiße, „unter Nachahmung amerikanischer Verhältnisse work-teams im strengen Sinne des Wortes (zu) schaffen“. In Deutschland würden Forschungsgruppen um einzelne hervorragende Forscherpersönlichkeiten gebildet, die miteinander oft in schärfster wissenschaftlicher Konkurrenz ständen. Die Teamarbeit im amerikanischen Stil aber basiere nicht zuletzt auf den mit großen Mitteln und zahlreichen Mitarbeitern nach allen Richtungen variierten Versuchsreihen. Gemeinschaftsarbeit im Sinne der Notgemeinschaft heiße jedoch: „Arbeiten aufeinander abstimmen, Aufgaben verteilen, Erfahrungen austauschen, unter größeren und gemeinsamen Gesichtspunkten arbeiten“. ⁴⁷⁵ Butenandt musste noch 1963 daran erinnern, dass die Institute der Kaiser-Wilhelm- und der Max-Planck-Gesellschaft als eine dem gemeinsamen Ziel zustrebende Gemeinschaft organisiert gewesen seien: „Das Wort ‚team‘ haben wir allerdings dafür nicht gebraucht“. ⁴⁷⁶ Auch wenn er damit einmal mehr die Leistungen deutscher Wissenschaftler auch im Nationalsozialismus nicht geschmälert sehen wollte, war Teamarbeit inzwischen zu einem Signalwort geworden, das auf innovative Forschung verwies. Der Begriff Teamarbeit verbreitete sich schnell und wurde schon Mitte der 1950er Jahre zu einem positiven Merkmal in

471 Clausen, Stand und Rückstand, S. 3, 6, 20–30; und Hess, Nachwort, S. 49.

472 Kirchhoff, Wissenschaftsförderung, S. 206.

473 Maier, Einleitung, S. 13 ff.

474 Schmidt-Ott, Gemeinschaftsforschung, S. 146.

475 Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, Bericht (1. April 1950 bis zum 31. März 1951), S. 30.

476 Butenandt, Zur Frage, S. 18.

Anträgen. Selbst ein so konservativer Wissenschaftler wie der Ernährungsforscher Franz Klose sprach davon, dass in der 1957 eingerichteten DFG-Senatskommission für Ernährungsforschung eine Zusammenarbeit der einzelnen Fachgebiete der verschiedenen Disziplinen als „team-work“ angestrebt werde.⁴⁷⁷ Das DFG-Gutachtersystem sorgte dafür, dass die Forderungen nach Teamarbeit zu Beginn der 1960er Jahre zu einem wichtigen Kriterium bei der Bewilligung von Anträgen wurden. Gutachter wie Butenandt, Lynen, Schramm oder Theodor Wieland achteten auf die Fähigkeit der Antragstellenden, den Geboten der modernen Biologie – Teamarbeit, technisches Know-how, Anschluss an die internationale Debatte – Genüge zu leisten. Nur widersprach in der Tat die bestehende Disziplinenordnung mit ihren bürokratischen Zuständigkeiten dieser expliziten Auflösung von Disziplinengrenzen. Denn wenn jemand wie Peter Karlson die gelobte Interdisziplinarität umzusetzen versuchte, konnte dies auch dazu führen, dass sein Antrag zwischen den Schwerpunkten Entwicklungsphysiologie und Biochemie schlichtweg hin- und hergeschoben wurde.⁴⁷⁸ Als Karlson 1963 einen Folgeantrag zur „Entwicklungsphysiologie der Insekten und der Kaulquappen“ stellte, wurde dieser zunächst zurückgestellt, um die Zuständigkeit erst einmal zu klären. Die Prüfungsgruppe sah sich offensichtlich bei der Entscheidungsfindung überfordert, denn bei dem Antrag handle es sich um ein Forschungsgebiet, das zwischen der Biochemie und der Entwicklungsphysiologie liege. Schließlich kamen zwei Fachgutachter für Allgemeine Biologie zum Schluss, dass beide Anträge dem Schwerpunktprogramm Biochemie zugeordnet werden sollten. Dort stellte sich dann allerdings wiederum das Problem, inwieweit der Antrag Karlsons im Schwerpunktprogramm Biochemie sich nicht mit Vorhaben in der Entwicklungsphysiologie überschneide.⁴⁷⁹ Auch wenn seit Mitte der 1960er Jahre junge Molekularbiologen selbst als DFG-Gutachter agierten und wachsam die Berücksichtigung „interessante(r) molekularbiologische(r) Aspekte“ einforderten, widersprach gerade die auf Schwerpunktbildungen ausgerichtete Struktur der DFG dem modernen Primat der Interdisziplinarität und erschien selbst bereits wieder reformbedürftig.⁴⁸⁰

Was der Forderung nach Teamarbeit und der damit verbundenen Förderung einer modernen Biologie als verkappte Fortsetzung der Gemeinschaftsforschung viel besser zu entsprechen schien als Schwerpunktbildungen, war die vertraute Einrichtung von durch Forschungspersönlichkeiten geleiteten Arbeitsgemeinschaften. Der Wissenschaftsrat hatte 1961 in seinen Empfehlungen die Einrichtung größerer Teams als sogenannte Units eingefordert. In der *Mitteilung* 1962/2 der

477 F. Klose, „Die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Dienst der Ernährungsforschung“ (Manuskript), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60290, Pflanzenschutzmittel-Kommission, Bd. 1, 1958–1959.

478 Karl G. Grell, „Stellungnahme zu den Anträgen von Prof. Karlson“ (16.9.1963), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 91/14 und 15.

479 Hoffmann an Bücher (25.10.1963), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 91/14 und 15; sowie Folgeantrag Peter Karlson, „Entwicklungsphysiologie der Insekten und der Kaulquappen“ (31.5.1963), DFG-Archiv, Bonn, Ka 91/15.

480 Stellungnahme des 2. Fachvertreters Friedrich Cramer (14.6.1966) zum Fortsetzungsantrag Bernhauer, „Zur Chemie und Biochemie der Corrinioide“, in: DFG-Archiv, Be 209/8.

DFG wurde dementsprechend „die Förderung der Zusammenarbeit unter Forschern“ angeregt.⁴⁸¹ Bereits im Herbst dieses Jahres unternahm der Kölner Neurologe und Psychiater Kurt-Alphons Jochheim eine Englandreise, deren Ziel es war, die dortigen Erfahrungen mit den Units zu ergründen. Mitte Dezember übersandte Jochheim an Hess einen ausführlichen Bericht.⁴⁸² Er fasste darin zusammen, dass das seit dem Ersten Weltkrieg schrittweise entwickelte System der „Research Units“ die britische Forschung vor den Gefahren der Verwaltung bewahrt habe. Vor allem seien alle britischen Nobelpreisträger Angehörige von Units gewesen. Das Problem lautete nun, wie das System der Units auf die deutschen Verhältnisse übertragen werden könne.⁴⁸³ Wilhelm Jost vom Institut für Physikalische Chemie der Universität Göttingen besuchte zur selben Zeit und mit demselben Ansinnen das Chester Beatty Research Institute (Cancer Research), wo als Verbindung von experimenteller Pathologie, Biochemie, Chemie und Physikalischer Chemie eine gut ausgestattete und aus nur wenigen Personen bestehende Unit existierte.⁴⁸⁴

Zu Beginn des Jahres 1962 meldeten sich bei der DFG die ersten Wissenschaftler, die das neue DFG-Angebot annehmen wollten. Großes Interesse zeigten just jene Forscher, die sich mit Wirkstoffen befassten. Der Butenandt-Schüler Josef Zander plante eine „Endokrine Einheit“ und der Chemiker Konrad Lang eine „Forschungs-Unit“ zur Bearbeitung ernährungsphysiologischer Fragen. Allerdings kam zunächst keines dieser Projekte über ein erstes Anschreiben hinaus. Zander erfuhr, dass er an erster Stelle für ein Extraordinariat für gynäkologische Endokrinologie an der Heidelberger Universitätsfrauenklinik stand und bat bereits eine Woche später Latsch darum, das Vorhaben nicht weiter zu verfolgen. Langs Antrag scheiterte an dessen fortgeschrittenem Alter und einseitiger medizinischer Ausrichtung auf die Ernährungsphysiologie.⁴⁸⁵ Schon im Sommer 1961 hatte sich dann Friedrich Cramer, zu dieser Zeit noch Lehrstuhlinhaber für Organische Chemie an der TH Darmstadt, auf Anraten Butenandts an Hess gewandt, da er eine als Unit bezeichnete Forschungsgruppe zur biologischen Strukturchemie einrichten wolle. In Klammern setzte Cramer die Bezeichnung „Molecular Biology“. Das biologische Ziel seiner Arbeiten, so führte Cramer gegenüber der DFG im Februar 1962 genauer aus, sollte die Untersuchung der enzymatischen Polynukleotidsynthese und des enzymatischen Einbaus von chemisch modifizierten

481 Eine Anlehnung an die britischen Units hatte Karl Thomas bereits im Jahr 1952 gefordert. Thomas an DFG (16.1.1952), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 383.

482 Jochheim an Hess (16.12.1961), in: BA Koblenz, FC 7578 N, 741, Heft 1, Units, 1961.

483 K.-A. Jochheim, „Bericht über die Förderung spezieller Forschungsvorhaben in England (Research Units)“ (ohne Datum, Dezember 1961), in: BA Koblenz, FC 7578 N, 741, Heft 1, Units, 1961.

484 Jost an Zierold (5.11.1961), in: BA Koblenz, FC 7578 N, 741, Heft 1, Units, 1961.

485 Zu Zanders Antrag: Vermerk Latsch (16.3.1962) und Zander an Latsch (7.3.1962), in: BA Koblenz, FC 7578 N, 741, Heft 1, Units, 1961. Zu Langs Antrag: Vermerk Schiel (27.7.1964), Schiel an Lang (22.4.1964), Vermerk Schiel (3.4.1964), Vermerk Schiel (19.12.1963), Lang an Schiel (18.11.1963), Lang an Hess (11.7.1963), Lang an Schiel (11.7.1963), in: BA Koblenz, FC 7578 N, 741, Heft 1, Units, 1961.

Nukleotiden in die Nukleinsäuren darstellen. Nahziel war die chemische Synthese von Poly- und Oligonukleotiden; Fernziel die Herstellung einer biologisch aktiven Messenger RNS. Dies bezog sich eben auf die Forschungsarbeiten englischer und amerikanischer Wissenschaftler, die zu Beginn der 1960er Jahre den genetischen Code als einen Tripletcode identifiziert hatten. Crick sprach im Dezember 1961 davon, dass es möglich sei Polyribonukleotide zu synthetisieren, was große Möglichkeiten für „experimental attack“ biete.⁴⁸⁶ Der 1923 geborene und 1949 bei Freudenberg promovierte Cramer gehörte zu den ersten Wissenschaftlern der Bundesrepublik, die sich dezidiert einer Chemie der Vererbung widmeten. Just im Jahr 1953 hielt er sich in Cambridge auf und arbeitete dort auch mit Watson und Crick zusammen. Er schien deshalb prädestiniert dafür, die in der Bundesrepublik bedeutsame organische Chemie mit der molekularbiologisch ausgerichteten Biochemie zu verbinden.⁴⁸⁷ Schließlich wurden vor dem endgültigen Senatsbeschluss über die Unit sechs Kapazitäten – neben Delbrück und Lynen waren dies Theodor Bücher, Rudolf Grewe, Gerhard Hesse und Theodor Wieland – um ein Gutachten zu Cramers Antrag gebeten. Cramer selbst mobilisierte den Nobelpreisträger Alexander Todd als Fürsprecher.⁴⁸⁸ Allerdings konnte Cramers Vorhaben nur mäßig beeindrucken. Delbrück fand das Arbeitsgebiet zwar außerordentlich wichtig, bekannte aber, dass ihm der Antragsteller Cramer weder aus der Literatur noch vom Hörensagen bekannt sei. Bücher fand den Antrag hypertroph. Der Nachweis überdurchschnittlicher und erfolgreicher Originalität stehe zumindest für die biochemische Seite noch aus. Grewe bemängelte, dass die Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen gar nicht erfüllt sei. Hesse befürwortete den Antrag, wenn die Förderung für mindestens fünf Jahre erfolge. Wieland betonte die Bedeutung des Arbeitsgebietes, auf dem die amerikanischen Institute einen riesigen Vorsprung hätten. Da jedoch nicht sicher sei, ob die Unit vom hessischen Kultusministerium oder als Max-Planck-Institut übernommen werden würde, sollten die Untersuchungen besser in Schwerpunktprogrammen und Normalverfahren gefördert werden.⁴⁸⁹ Es war schließlich Lynen, der Cramers Anglizismen spöttisch hervorhob und recht nonchalant die semantische Modernisierung karikierte – bei den Units handle es sich wohl um Arbeitsgemeinschaften, bemerkte er süffisant –, um dann anzumerken, dass Cramers chemische Arbeiten zur Nukleotidsynthese doch ein fest umrissenes, in gutem Fluss befindliches Forschungsthema seien, das im Rahmen der üblichen Forschungsmaßnahmen ausgeweitet werden könne. Eine

486 Cramer, Probleme, S. 56; und Crick/Barnett/Brenner/Watts-Tobin, General Nature, S. 1232. Cramer an DFG (20.2.1962), in: BA Koblenz, FC 7578 N, Units, 741/2/61, Heft 3; sowie Cramer an Hess (12.9.1961) und Cramer an Butenandt (25.7.1961), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 188.

487 Schöpf an DFG (14.9.1961), in: BA Koblenz, FC 7578 N, Units, 741/2/61, Heft 3.

488 Hoffmann an Bücher/Delbrück/Grewe/Hesse/Lynen/Wieland (8.12.1961, Entwurf), in: BA Koblenz, FC 7578 N, Units, 741/2/61, Heft 3; und Antrag Friedrich Cramer, „Umlagerungsreaktionen an Imidoestern“ (16.4.1959, Stempel), in: DFG-Archiv, Bonn, Cr 8/18.

489 Vermerk, Hoffmann (12.3.1962), Hesse an DFG (30.1.1962), Wieland an DFG (29.1.1962), Grewe an DFG (10.1.1962), Bücher an DFG (8.1.1962) und Delbrück an DFG (14.12.1961), in: BA Koblenz, FC 7578 N, Units, 741/2/61, Heft 3.

Unit als Arbeitsgemeinschaft selbstständig qualifizierter Forscher verschiedener Fachrichtungen unter einem Generalthema mache nur dann Sinn, wenn neben dem organischen Chemiker Cramer auch ein Biochemiker und ein Bakterien-Genetiker beteiligt seien. Cramer hatte in seinem Antrag bemerkt, dass er seine Arbeiten nicht weiter „im kleinen Stile“ fortsetzen wolle. Lynen antwortete darauf, dass er die Arbeiten zur chemischen Synthese von Nukleotiden zwar für sehr wichtig halte, sie aber auch nicht überschätzen wolle. Ihn habe nämlich sehr beeindruckt, dass eines der großen Probleme der Nukleinsäure-Chemie und -Biologie, die Aufklärung des Nukleotid-Codes für die Proteinbiosynthese aus Aminosäuren, von den jungen Biochemikern Marshall Nirenberg und Heinrich Matthaei durch ein originelles einfaches Experiment ohne großen technischen Aufwand, „d. h. also ‚im kleinen Stil‘“, gelöst worden sei.⁴⁹⁰

Es war diese Bemerkung zum „kleinen Stil“, die das große Projekt der Unit zu Fall brachte. Cramers Antrag wurde zunächst einmal zurückgestellt. Ein halbes Jahr später konnte Anita Hoffmann von der DFG dann erleichtert anmerken, dass Cramer nach Göttingen berufen worden sei.⁴⁹¹ Das Thema einer Unit für molekulare Biologie war damit erledigt. Zwar existierten seit 1962 eine als Unit gekennzeichnete Forschergruppe Medizinische Virologie, seit 1965 eine in eigenen Gebäuden eingerichtete und von Druckrey geleitete Forschergruppe Präventivmedizin in Freiburg sowie vor allem seit 1967 in München das Diabetes-Forschungszentrum, aber dennoch klagte die DFG in ihrem jährlichen Bericht über die geringe geldliche Inanspruchnahme durch Forschergruppen und die Langwierigkeit des Aufbaus der einzelnen Gruppen. Das Projekt der Units, eine Antwort auf den Forschungsnotstand, war Ende der 1960er Jahre bereits wieder obsolet.⁴⁹² Der Wissenschaftsrat hatte deshalb die Einrichtung von Sonderforschungsbereichen 1967 implizit als eine Art Verbesserung der Units empfohlen, um die interinstitutionelle Kooperation zu fördern und leistungsfähigere Forschungseinheiten mit eigener Leistungskontrolle zu schaffen. 1968 wurde so auch ein Sonderforschungsbereich namens Medizinische Molekularbiologie und Biochemie gegründet.⁴⁹³

Gemeinschaftsarbeit reduzierte sich dabei letztlich auf differente physikalische und chemische Praktiken und Techniken einer neuen Disziplin, der Molekular-

490 DFG an Lynen (5.7.1962), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 188; und Lynen an DFG (21.2.1962), in: BA Koblenz, FC 7578 N, Units, 741/2/61, Heft 3. Zu Nirenbergs und Matthaeis E-coli-System: Rheinberger, *Experimentalsysteme*, S. 227–234; und Rheinberger, *Kurze Geschichte*, S. 30f. Cramer an Hess (12.9.1961) und Cramer an Butenandt (25.7.1961), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 188.

491 Vermerk, Hoffmann (10.5.1962) und Vermerk, Hoffmann (29.3.1962, wiederangelegt am 28.9.1962), in: BA Koblenz, FC 7578 N, Units, 741/2/61, Heft 3.

492 Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht (1. Januar bis zum 31. Dezember 1967), S. 89ff.; und Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht (1. Januar bis zum 31. Dezember 1965), S. 94–97.

493 Die erste Sitzung fand am 9. September in München statt. Geleitet wurde die Sitzung von den Sonderbeauftragten Theodor Bücher und Klaus Betke. „Protokoll der 1. Sitzung des Sonderforschungsbereiches Medizinische Molekularbiologie und Biochemie in der Medizinischen Fakultät der Universität München am 9.9.1968, 16 Uhr c. t.“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 428.

biologie. Dabei war allerdings, so bemängelten im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts zahlreiche Wissenschaftler und Unternehmer, eben jene industriell-staatlich-wissenschaftliche Coproduktivität verloren gegangen, die es ermöglicht hätte, im lukrativen Feld der Biotechnologie international konkurrenzfähig zu sein. Denn wenn es Ende der 1960er Jahre auch so aussah, als fände nach dreißigjähriger Pause das Rennen um Patente und Moleküle wieder mit deutscher Beteiligung statt, basierten gentechnische und biotechnologische Innovation in den folgenden Jahren auf privatwirtschaftlichen und staatlich gestützten Innovationen, die so in der Bundesrepublik nicht stattfanden.⁴⁹⁴ Nach einer langen Auflistung der von der modernen Biologie zu erwartenden Lösungen sozialer Probleme, rief Marie Luise Zarnitz 1968 in ihrem Bericht zur Situation der molekularen und physikalischen Biologie in der Bundesrepublik dazu auf, hier nicht locker zu lassen: „Wie immer jeder einzelne den Fortschritt in der Biologie einschätzt, für Staat und Gesellschaft ist es entscheidend, am internationalen Wettbewerb in diesem Wissensbereich beteiligt zu sein.“ Mahnend jedoch fügte sie im nächsten Absatz an: „Dieser Wettbewerb aber ist hart.“⁴⁹⁵



494 Rebentrost, *Das Labor*, S. 53–85; und Thackray, *Private Science*.

495 Zarnitz, *Molekulare und physikalische Biologie*, S. 13.

3. STANDARDISIERUNG

Im Laufe der 1920er Jahre hatte sich ein unübersichtlicher und unkontrollierter Markt für Wirkstoffpräparate ausgebildet, der dringend einer Ordnung bedurfte. Auf einer Sitzung der Berliner Medizinischen Gesellschaft am 2. März 1932 hielten der Pharmakologe Ernst Laqueur, der Gynäkologe Georg August Wagner sowie der Internist Reinhard von den Velden Referate zur „Bewertung der Ovarial-Therapie“, die wenig später in der *Deutschen Medizinischen Wochenschrift* als „Leitsätze zur Ovarial-Therapie“ kanonisiert wurden. Grundsätzlich seien Hormon- und Organtherapien zu bejahen. Bei den Organpräparaten und Auszügen sollte allerdings eine größere Konstanz der Präparate gesichert werden. Zu diesem Zeitpunkt empfahlen die drei Experten zunächst die Anwendung der Organpräparate und die der Hormonpräparate nur zusätzlich oder in Sonderfällen.⁴⁹⁶ Eine wirkliche Bewertung, die wissenschaftlicher Kritik standhielte, so Laqueur, stehe jedoch noch aus. Solange der Hormonanteil in den Organpräparaten nicht genau bestimmt sei, blieben diese Präparate „ein Ding, wofür der Name der Fabrik garantiert, ob es wenigstens aus dem Ausgangsmaterial gemacht ist, das im Prospekt angegeben ist, aber mehr wüßte auch die Fabrik optima fide nicht zu sagen“. In seinem Beitrag betonte Laqueur sogar, dass alle Voraussetzungen zur Bemessung einer medikamentösen Therapie – „scharfe diagnostisch erfaßbare Krankheiten, scharf gekennzeichnete Präparate von gleichmäßiger konstanter Zusammensetzung, lange Zeiträume, während deren die Wirkung auf die Krankheiten beobachtet ist“ – noch fehlten.⁴⁹⁷

Es existierten in der Tat keine verbindlichen Daten zum Inhalt, zur notwendigen Dosierung, geschweige denn zum Wirkmechanismus. Die Organpräparate, so Laqueur, seien eine Summe lauter unbekannter Bestandteile, wegen deren Fülle ihn geradezu ein „mathematisches Grausen“ überlaufe. Der Unterschied zwischen Organpräparaten und den seit Mitte der 1920er Jahre relativ rein dargestellten Hormonpräparaten, so ergänzte er, gleiche jenem zwischen Drogen und dem chemisch charakterisierten Stoff. Aber selbst die Bekanntheit eines Bestandteils helfe kaum weiter: „Denn nirgends gibt es in der Natur einen Stoff schlechthin, sondern immer so und so viel davon, und niemals hat ein Stoff als solcher eine Wirkung, sondern so und so viel hiervon auf diesen Organismus u. dgl.“ Entscheidend für den Effekt seien die Menge des Stoffes, die Dosis, und ihre Verteilung, die Zuführung. Der erste Schritt zur Konstanz sei es dann, die Quantität der bekannten Bestandteile in den Organpräparaten zu erhöhen. Man müsse für eine rationale Therapie die Bestandteile überhaupt und immer genauer kennenlernen und müsse dann verlangen, dass sie in genau anzugebenden Mengen im Präparat

496 Anonym, Leitsätze. Van den Velde emigrierte nach Argentinien: Hubenstorf/Walther, Politische Bedingungen, S. 44.

497 Laqueur, Bewertung, S. 960 f.

vorhanden sind. „Ein langer Weg!“, rief Laqueur aus, womit er sich allerdings täuschte.⁴⁹⁸ Dies galt ebenso für die Vitamine, auch wenn diese immerhin auf eindeutige Krankheitseinheiten bezogen werden konnten. Alles Wissen über die Vitamine war physiologischer Art. Bekannt waren nur die Effekte, die als Wirkung einer unbekannt Substanz verstanden wurden, die erst noch gefunden werden musste: „(W)ir kennen ihre Wirkung, aber es ist bisher noch nicht gelungen, diese Stoffe selbst zu isolieren und sie so in ihrem chemischen Charakter zu erfassen.“⁴⁹⁹ 1930 betonte Carl-Arthur Scheunert, dass die Wirkung das einzig sichere Mittel sei, um die organischen Stoffe namens Vitamine nachzuweisen, weshalb auch der biologisch zu ermittelnden Vitaminwirkung und nicht dem chemisch erfassbaren Vitamingehalt entscheidende Bedeutung zukomme.⁵⁰⁰ Als im Auftrag der Deutschen Pharmakologischen Gesellschaft die pharmakologischen Institute in Heidelberg unter Wolfgang Heubner und in Erlangen unter Konrad Schübel den Vitamin A- und D-Gehalt von verschiedenen Vitaminpräparaten untersuchten, kamen auch sie zu höchst unterschiedlichen Ergebnissen.⁵⁰¹ Die Lehre von den Hormonen und Vitaminen war eine nahezu rein biologische Erkenntnis, wie Carl Oppenheimer resümierte, „über der Natur der dafür verantwortlichen chemischen Stoffe lag dichtes Dunkel“.⁵⁰²

Der Markt an organotherapeutischen und vitaminhaltigen Präparaten war zu Beginn der 1930er Jahre von unreinen, gemischten, ja mit unbekannt Zusätzen ausgestatteten Produkten dominiert. Es bestand ein beträchtlicher Bedarf, diese Substanzen in ihrer Reinform zu gewinnen, um sie therapeutisch zu gebrauchen. Zur erfolgreichen chemischen Bearbeitung des Problems der Reindarstellung und Konstitutionsermittlung mussten, so Butenandt, zwei Voraussetzungen erfüllt sein: Der Chemiker benötige ein zugängliches Ausgangsmaterial, aus dem der gesuchte Stoff dargestellt werden könne sowie einen spezifischen, quantitativen Test, mit dessen Hilfe es möglich sei, den Grad der erzielten Anreicherung und Reinigung des gesuchten Stoffes zu erkennen. Es müsste hinzugefügt werden, dass auch das Ausgangsmaterial überhaupt erst durch exakte Testmethoden ermittelt werden konnte.⁵⁰³ Die Möglichkeit der Isolierung einer Substanz, erklärt Joseph S. Fruton, basiert auf dem Konzept, dass Atome und Moleküle die einzigen Bestandteile von natürlichen Materialien seien. Die Reinheit der Materialien, so hätten Chemiker sich selbst und andere überzeugen müssen, werde durch eine homogene Menge von Molekülen konstituiert. Das höchste Kriterium der Reinheit einer chemischen Substanz sei dessen Kristallinität. Das Konzept der Reinheit wiederum sei abhängig von den zu einer bestimmten Zeit zugänglichen Methoden und instrumentellen Möglichkeiten.⁵⁰⁴ Die Isolierung der Hormone und Vitamine

498 Laqueur, Bewertung, S. 960 f.

499 Bencke, Der heutige Stand, S. 282.

500 Scheunert, Genießen wir genug Vitamine, S. 562; Gräfe, Carl Arthur Scheunert, S. 42 f.

501 Gehlen, Vitamine, S. 101 ff.

502 Oppenheimer, Chemie, S. 17.

503 Butenandt, Ueber das „Progynon“.

504 Fruton, A Sceptical Biochemist, S. 37 f.

begann mit Eingriffen an biologischen Strukturen, mit der Entnahme von Organen, Drüsen, Pflanzenbestandteilen, dirigiert durch die wechselseitige Implikation von Mangel und Leistung. Einfach zu reproduzierende Substitutionswirkungen am lebenden Tier ermöglichten danach erst die *Standardisierung*, die Auffindung ergiebiger Rohstoffquellen, den Vergleich der Reinheit der an verschiedenen Instituten erarbeiteten Stoffe und die immer genauere Annäherung an die wirksame chemische Substanz. Biologen und Physiologen entwickelten im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts Testverfahren, die es Chemikern ermöglichten, die wirksamen Agentien immer feiner zu lokalisieren, bis diese kristallisierbar, chemisch identifizierbar und synthetisierbar waren. Hormone und Vitamine bewiesen sich im Tierversuch, in der Reaktivierung spezifischer Funktionen nach Organentnahme und Nahrungsentzug. Aber die physiologischen Beweise für den kurativ-substituierenden Effekt waren bis Mitte der 1920er Jahre kaum messbar. Die Methoden waren zudem höchst aufwendig und verlangten nach einer großen Anzahl an Versuchstieren, die zum Nachweis der Wirkung getötet werden mussten. Eine Reindarstellung der in kleinsten Mengen aktiven Wirkstoffe war mit diesen Techniken und Testobjekten nicht zu erreichen.⁵⁰⁵ Test- und Nachweisverfahren waren, so der Bayer-Chemiker Fritz Laquer, der „Standpunkt des Archimedes“ für die Reindarstellung von Wirkstoffen im Allgemeinen und von Hormonen im Besonderen. Ein exaktes Experiment zur inneren Sekretion sei nur möglich, stellte Bernhard Zondek fest, wenn man sich auf ein einwandfreies biologisches Testobjekt stützen könne. Die Erforschung eines Hormons stehe und falle mit der Einfachheit und Exaktheit des Testobjektes.⁵⁰⁶ Auch Oppenheimer betonte 1932 bereits rückblickend die zentrale Rolle, die dem biologischen Nachweis zukam: „Man hatte eine Unmenge Präparate in der Hand, die bald so, bald so, bald gar nicht spezifisch wirkten, und verfügte über keinerlei Methode, um aus diesen Gemischen den in einem gewaltigen Ueberschuß von ganz gleichgültigen Nebensubstanzen eingelagerten Wirkstoff herauszuholen. Es fehlte eben an dem Allernotwendigsten: einer *Leitlinie für das Suchen*.“⁵⁰⁷ Erst mit der Etablierung der von den technischen Assistentinnen durchgeführten Testverfahren bei standardisierbaren Versuchstieren konnte jener Wettlauf um Nobelpreise und patentierbare Wirkstoffe beginnen, der als heroische Phase der Wirkstoffforschung beschrieben wird.⁵⁰⁸

1920 gab es mit dem Adrenalin erst einen Wirkstoff, der „rein erhalten, strukturell aufgeklärt und ein Objekt der Industrie“ geworden war.⁵⁰⁹ Mit der Isolierung und Synthetisierung des Adrenalins war jedoch kein Verfahren etabliert, das sich auch für andere Hormone oder Vitamine anwenden ließ. Dies bedeutete, dass zu

505 Weil, *Geschlechtsspezifische Wirkungen*, S. 564.

506 Laquer, *Versuche*; Zondek, *Weibliche Sexualhormone*, S. 946; und Zondek/Aschheim, *Experimentelle Untersuchungen*, S. 581.

507 Oppenheimer, *Chemie*, S. 17, Hervorhebung von Oppenheimer.

508 Satzinger, *Adolf Butenandt*, S. 95; Karlson, *Adolf Butenandt*, S. 57; und Wimmer, *Wir haben*, S. 309.

509 Oppenheimer, *Chemie*, S. 17.

Beginn der 1920er Jahre außer Adrenalin und Thyroxin kein standardisiertes Wirkstoffpräparat zur Verfügung stand. Eine Wende, so Oppenheimer, gab es erst seit 1921 mit dem Insulin, genauer mit der Eichung des Insulins, der „Insulineinheit“. Wie solle man bei der Zerlegung der Stoffgemische weiterkommen, fragte Oppenheimer, wenn man nicht eine bequeme Methode habe, jede Fraktion, die man präparativ erhalte, auf ihre spezifische Wirkung zu prüfen, zu sehen, welcher Anteil sich am Wirkstoff anreichere, welcher sich etwa als ganz wertloser Ballast erweise? Er sprach deshalb auch von einer „Epoche der Eichungen“.⁵¹⁰ Im Juli 1932 berichtete Friedrich Umber, Vorsitzender des Deutschen Insulinkomitees, in der *Deutschen Medizinischen Wochenschrift* von der mühsamen Herstellung und Prüfung des Insulins: Aus großen Schlachthäusern wurden für die einzelnen Insulinfabrikanten die Pankreasdrüsen von Rindern und Kälbern entnommen und tief gefroren. Die Organe wurden in der Fabrik gemahlen und mit saurem Alkohol extrahiert, um dann in einem aufwendigen Verfahren des Ausfällens und Reinigens zu Trockeninsulin bearbeitet zu werden. Das fertige Präparat wurde daraufhin im Tierversuch gemäß der Vorschriften der Völkerbundskommission pharmakologisch geprüft. Für die Prüfung eines jeden Produktionsganges mussten in der Fabrik jeweils fünfzig Kaninchen verwendet werden. Die Hälfte der Tiere wurde mit dem zu prüfenden Präparat, die andere Hälfte mit einem Torontoer Standardtrockenpräparat gespritzt. Daraufhin wurde dann der Blutzuckerabfall der beiden Serien miteinander verglichen. Die so industriell hergestellten Chargen mussten an mindestens zwei vom Komitee ausgesuchten Kliniken überprüft werden.⁵¹¹ Das zu Beginn der 1930er Jahre verwendete deutsche Standardpräparat beruhte auf der gemeinsamen Arbeit der Insulin produzierenden Fabriken und enthielt pro Milligramm zehn Insulineinheiten. Allerdings entsprach die zur Eichung notwendige Standardisierung am Kaninchen nicht immer dem Wirkungsgrad beim Menschen und musste also ständig klinisch kontrolliert werden. Nachdem zunächst ein amorphes Standardpräparat verwendet worden war, wurde dieses 1935 durch ein kristallisiertes Standardinsulin ersetzt. Alle zu prüfenden Insulinpräparate wurden an der internationalen Einheit von 1/22 Milligramm des in London und Toronto aufbewahrten Standardinsulins gemessen.⁵¹²

Einfacher war die Entwicklung von Eichverfahren für Vitamine. Als experimentelle Praxis und zugleich erste Bestimmungsmethode reüssierten Fütterungsversuche. Bei Hopkins' klassischen Experimenten mit Ratten, die er seit 1906 durchführte, wurden Versuchstiere mit einer Mischung von reinen Nährstoffen – Proteine, Fette, Kohlenhydrate, Mineralstoffe – ernährt, um schon nach kurzer Zeit zu sterben. Wurde jedoch eine auch nur geringe Menge von Vollmilch hinzu gegeben, entwickelten sie sich normal. Die Vollmilch musste also in minimaler

510 Oppenheimer, Chemie, S. 17.

511 Umber, Werden, S. 1158 f. Als Standardeinheit galt das Minimum, welches „bei einem gesunden Kaninchen nach 24stündigem Fasten innerhalb einer Stunde nach der Injektion den Blutzucker auf etwa die Hälfte“ herabdrückt. Von Noorden, Insulinkuren, S. 706. Bristow/Barrowcliffe/Bangham, Standardization, S. 276 ff.; und Sinding, Making the Unit.

512 Ammon/Dirscherl, Fermente, S. 160; und Umber, Werden, S. 1158 f.

Menge lebenswichtige Stoffe, *accessory growth factors*, enthalten. Die Isolierung dieser hypothetischen Stoffe wurde in den 1910er Jahren zu einem vorrangigen Forschungsziel.⁵¹³ Den Norwegern Axel Holst und Theodor Frölich gelang in den Jahren 1907 bis 1912 schließlich die Entwicklung einer Grunddiät, die bei Meerschweinchen eine Krankheit erzeugte, die in allen Symptomen dem menschlichen Skorbut entsprach. Um irgendein Konzentrat auf seinen C-Vitamingehalt zu überprüfen, musste nur festgestellt werden, welche Menge davon an skorbutkranke Meerschweinchen täglich bei sonstiger Ernährung mit der Grunddiät verfüttert werden musste, um sie zu kurieren. Diesem Heil-Test entsprach im Ergebnis ein Schutz-Test, bei dem errechnet wurde, welche Menge täglich der Grunddiät zugesetzt werden müsse, um das Auftreten von Skorbut zu verhindern.⁵¹⁴ Das Problem nährstofffreier oder nährstoffbefreiter Nahrung wurde vor allem auch im Zeichen der Kriegsforschung bearbeitet. Am Londoner Lister Institute forton Wissenschaftler nach dem Faktor, dessen Mangel in der Nahrung für das Auftreten von Beriberi verantwortlich sei. Dabei entwickelten sie spezifische Testverfahren, die dann im Ersten Weltkrieg im Auftrag des Royal Army Medical Corps zur Bekämpfung des Aufkommens von Beriberi und Skorbut bei den britischen Truppen im Mittleren Osten und Indien angewendet werden konnten.⁵¹⁵ Schutz- und Heilversuche zum Nachweis von Vitamin B₁ wurden bei spezifisch ernährten und an Polyneuritis erkrankten Ratten und Tauben durchgeführt. Dabei erhielten Tauben zunächst eine Standardkost aus Grieß und Weizen, um daraufhin ausschließlich mit poliertem Reis ernährt zu werden. Wenn die Krankheit voll entwickelt war, wurde den Tieren das zu prüfende Präparat verabreicht. Die Taubeneinheit beruhte auf der Division der verabreichten Dosis durch die Anzahl an Tagen, die bis zum erneuten Ausbruch von Krämpfen vergingen.⁵¹⁶ Vitamin B₂ bewies sich hingegen durch diejenige Menge, die imstande war, bei jungen Ratten eine Körpergewichtszunahme von 10 Gramm in der Woche zu veranlassen. Für das Vitamin A galt ein kurativer Wachstumstest bei Ratten.⁵¹⁷ Bei Vitamin D waren prophylaktische Schutzmethoden und therapeutische Heilmethoden gleichermaßen in Verwendung. So wurde nach einer von Katharine Hope Coward entwickelten Methode mit gestaffelten Dosen des zu untersuchenden Präparates bei jungen Ratten die Heilwirkung bei künstlich erzeugter Rachitis nachgewiesen. Als antirachitische Grenzdosis galt diejenige kleinste Menge, welche 80 Prozent der untersuchten Ratten vollständig schützte. Noch gängiger war der auch von der Industrie verwendete Schutzversuch, bei dem diejenige Dosis ermittelt wurde, welche die im Wachstum befindlichen Ratten, die für zwei Wochen auf Rachitisiät gehalten wurden, vor dem Ausbruch der Krankheit schützte.⁵¹⁸ Die exakte Bestimmung des Wirkstoffgehalts war die Bedingung für die Herstellung standardisierter Produkte.

513 Kamminga, Vitamins, S. 89; und Carpenter, Beriberi, S. 102 ff.

514 Micheel, Das antiskorbutische Vitamin, S. 186; Carpenter, The History of Scurvy, S. 173–183.

515 Smith, The Emergence; Kamminga, Vitamins, S. 85.

516 Laquer, Die Vitamine B₁ und C, S. 1111–1118.

517 Benz, Vitamin A, S. 1337–1342; und Wagner-Jauregg, Vitamin B₂, S. 1215.

518 Abelin, Chemische und biochemische Methoden; Lüttringhaus, Vitamin D, S. 1242–1249.

Die biologische Methode der Mangelbehebung am Versuchstier erwies sich als zureichend, um etwa den Vitamingehalt bei der Herstellung pharmazeutischer Vitaminpräparate mengenmäßig genau zu bestimmen.⁵¹⁹

Zum Nachweis der biopolitisch so bedeutsamen Sexualhormone existierte zu Beginn der 1920er Jahre nur ein erprobtes Verfahren zur Identifizierung *männlicher* Sexualhormone, der schon seit Mitte des 19. Jahrhunderts experimentell bewährte Hahnenkammtest. Die bei jung kastrierten Hähnen, den sogenannten Kapaunen, ausbleibende Entwicklung des Kammes konnte danach durch subkutane Darreichung von Hodenpräparaten reaktiviert werden. In einem gewissen Größenbereich wuchs der Kamm proportional zu der verabreichten Dosis. Eine Hahneneinheit war definiert als diejenige Substanzmenge, die an einem Kapaun nach einer festgelegten Anzahl von Injektionen ein messbares Flächenwachstum des Hahnenkammes von 20 Prozent hervorrief.⁵²⁰ Walter S. Loewe und Hermann E. Voss entwickelten Ende der 1920er Jahre wiederum als Alternative zum Hahnenkammtest eine praktikable Methode der Einwirkung des *männlichen* Keimdrüsenhormons auf die sekundären Geschlechtsmerkmale kastrierter Nager.⁵²¹ Aber noch im Jahr 1924 existierte kein verlässliches Nachweisverfahren für *weibliche* Sexualhormone. Otfried Fellner stellte um 1920 Präparate her, die sich als anregend auf das Wachstum des Uterus von Kaninchen erwiesen. Allerdings verlangte diese Prüfung die Tötung der Kaninchen. Fellner musste bei seinen Versuchen über zweitausend Tieren das Leben nehmen.⁵²² Dieses Nachweisverfahren war viel zu aufwendig, um im industriellen Maßstab eingesetzt zu werden. Der Anatom Edgar Allen und der Biochemiker Edward A. Doisy von der Washington University Medical School in St. Louis stellten folgerichtig fest, dass das Haupthindernis für die experimentelle Arbeit mit Ovarienextrakten im Mangel an einem praktikablen Nachweisverfahren bestehe. Ihre eigenen Forschungen lieferten jedoch ein höchst überzeugendes Lösungsangebot. Zunächst wechselten sie das Versuchstier aus und experimentierten nicht mehr mit Kaninchen, sondern mit weißen Ratten und Mäusen. Damit schlossen sie an die Arbeiten von Charles Stockard und George Papanicolaou aus dem Jahr 1917 an, die bei Meerschweinchen anhand mikroskopischer Untersuchungen die einzelnen Stadien des Zyklus mit der Abfolge spezifischer Zelltypen in Verbindung gesetzt hatten. Joseph A. Long und Herbert M. Evans untersuchten wiederum von 1919 bis 1922 zyklische Veränderungen im Vaginalsekret von Mäusen und Ratten. Allen und Doisy sollten diese Forschungen als Grundlage ihres Nachweisverfahrens für Wirkstoffe, die in den Ovarien spezifische Effekte hervorrufen, nutzen.⁵²³ Die weibliche Ratte, dies war eines der zentralen Ergebnisse ihrer Versuche, durchläufe in etwa acht Tagen einen Brunstzyklus, der durch die Beschaffenheit der Vaginalschleimhaut und des Scheidensekrets gekenn-

519 Gehlen, Vitamine, S. 101.

520 Butenandt, Über die Isolierung; Oudshoorn, Beyond the Natural Body, S. 49–53.

521 Schoeller, Neuere Arbeiten, S. 1533.

522 Wadehn, Über Sexualhormone, S. 470 f.

523 Allen/Doisy u. a., The Hormone, S. 138 ff.; Fausto-Sterling, Sexing the Body, S. 179–183; und Oudshoorn, Beyond the Natural Body, S. 42–48.

zeichnet sei. Der Vaginalabstrich zeige, dass sich nur während der Brunst, dem Östrus, für zwei bis drei Tage gewisse Schollen, kernlose, verhornte Epithelzellen, nachweisen ließen. Dieses Schollenstadium, als „Cornifikation der Vaginalepithelien“ Beweis eines funktionierenden Ovars, ließ sich dann beim kastrierten Weibchen durch die Injektion von Extrakten mit weiblichem Sexualhormon hervorrufen. Da bei Ratten- und Mäusen der Zyklus sehr kurz ist, erwiesen sich diese als hervorragende Versuchstiere. Vor allem aber war eine exakte und formalisierbare Dosierung realisierbar: Diejenige Menge Hormon, die im Laufe eines Tages eingespritzt, innerhalb von zwei bis drei Tagen den normalen Zyklus hervorrufe, nannten Allen und Doisy eine Ratteneinheit (*rat unit*). Sie entsprach genau 0,31 Milligramm ihres wirksamsten Präparates. Das Hormon konnte dann ausgewertet und standardisiert werden.⁵²⁴

Den bahnbrechenden Arbeiten von Allen und Doisy folgten bald weitere exakte und praktikable biologische Testverfahren. Die innersekretorische Aktivität des Corpus luteum, auch Gelbkörper genannt, hatten zu Beginn der 1910er Jahre bereits der Breslauer Gynäkologe Ludwig Fraenkel sowie die französischen Anatomen Pol Bouin und Paul Ancel erarbeitet.⁵²⁵ Ende der 1920er Jahre experimentierte der Embryologe George W. Corner in seinem Labor damit, bei Kaninchen durch die Entfernung des Corpus luteum zu Beginn der Gravidität die Schwangerschaft zu unterbrechen und diese dann durch die Injektion von Corpus luteum-Extrakten wieder hervorzurufen.⁵²⁶ Carl Clauberg wiederum fasste seine in Kiel in den Jahren 1929 und 1930 durchgeführten Arbeiten so zusammen, dass ihm ein einwandfreier biologischer Test für das Corpus luteum-Hormon gelungen sei, indem er den vollständigen Uterusschleimhautzyklus artifiziell an kastrierten Kaninchen hergestellt habe.⁵²⁷ Erste Erfolge bei der Isolierung der Sexualhormone ließen dann auch nicht lange auf sich warten. 1925 berichtete Zondek davon, dass es ihm zusammen mit Benno Brahn gelungen sei, aus einer in der Fleischmaschine zerkleinerten Plazenta durch Extraktionsverfahren eine teils fettige, teils ölig flüssige Substanz zu gewinnen. Aus diesen Lipoiden war dann in verschiedenen Schritten die Darstellung des Follikelhormons möglich.⁵²⁸ Da die zyklisch erfolgende Hormonproduktion nur an den folliculären Apparat gebunden sei, schlug Zondek in Analogie zum Namen Insulin den Namen „Follikulin“ für das Ovarialhormon vor. Dieses von Zondek hergestellte und von Organon und Degewop

524 Zondek/Aschheim, Experimentelle Untersuchungen, S. 582; Schoeller, Neuere Arbeiten, S. 1531; Dohrn, Ist der Allen-Doisy-Test spezifisch, S. 359; Wadehn, Über Sexualhormone, S. 471; und Allen/Doisy, The Hormone, S. 140.

525 Fraenkel, der Deutschland 1933 verlassen musste, hatte 1901 überhaupt erst das Corpus luteum anhand seiner Kastrations- und Transplantationsexperimente mit Kaninchen als eine Drüse mit innerer Sekretion, die für die Auslösung der Menstruation verantwortlich sei, definiert. Ludwig, Ludwig Fraenkel.

526 Simmer/Süß, Der Gestagentest; Medvei, The History, S. 221 f.

527 Clauberg an Mitscherlich, Vertrauensmann der DFG in Königsberg (15.11.1935), in: BA Koblenz, R 73/10599. Butenandt, Neuere Erkenntnisse, S. 267; und Clauberg, Der biologische Test, S. 2004

528 Zondek/Brahn, Zur Darstellung.

produzierte Präparat kam Mitte der 1920er Jahre auf den Markt.⁵²⁹ 1928 kulminierte entsprechend auch der Kampf um die Bezeichnung des *weiblichen* Sexualhormons. Fellner bevorzugte das umständliche „feminine Sexuallipoid“, während Ernst Laqueur („Menformon“), Arthur Biedl („Hormovar“), Walter S. Loewe („Thelykinin“), Eugen Steinach („Progynon“) und Alan S. Parkes („Oestrin“) Handelsnamen für die wirksame Substanz favorisierten.

Mit den Testverfahren wurde es möglich, jene ergiebigen Hormonquellen ausfindig zu machen, welche die zur Isolierung notwendige Menge an Rohmaterialien liefern konnten. Die nur mithilfe der pharmazeutischen Industrie zu leistende Organisation des teuren Ausgangsmaterials bildete ein großes Hindernis für die weitere Hormonforschung. Diese Schwierigkeiten könnten für das Follikelhormon als beseitigt betrachtet werden, triumphierte Zondek, nachdem Aschheim und er 1928 nachgewiesen hatten, dass im Harn von schwangeren Frauen und trächtigen Tieren große Mengen von Ovarialhormon ausgeschieden werden. Nicht nur war damit das Problem der Beschaffung auf höchst kostengünstige Weise gelöst, sondern die Darstellung des Hormons aus Harn war auch noch wesentlich einfacher als aus der Plazenta.⁵³⁰ Als Zondek 1930 sogar Stutenharn als ergiebige Follikelhormonquelle identifizierte, wurde die Reindarstellung dieser Sexualhormone sowohl technisch als auch finanziell machbar. Seit Ende der 1920er Jahre wurde die wirksame Substanz, von ihren Erzeugerstätten und Beimengungen losgetrennt, in ihren chemischen und biologischen Eigenschaften analysiert und gekennzeichnet. Ganz wie der Pharmakologe dies bei jedem arzneilichen Wirkstoff leiste, betonte Voss. Die notwendige „Identitätsreaktion für den zu erforschenden Stoff“ bestand in einem Prozess der gleichzeitigen Identifizierung und Reinigung: „In diesem unreinen Gemisch ist der gesuchte Wirkstoff mit enthalten, in dieser nun schon gereinigteren, von diesen oder jenen Ballaststoffen befreiten Verarbeitung ist der Wirkstoff noch vorhanden.“⁵³¹ Ein reines Hormon, so Oppenheimer, das sei eben ein Stoff, der bei den verschiedensten Versuchen, ihn weiter zu reinigen, keine wirksameren Einzelteile mehr ergebe.⁵³²

Im Sommer 1932 wurde auf der vom Völkerbund initiierten Eichkonferenz der Sexualhormone ein international vergleichbarer Standard festgeschrieben. Bis dato wurden Mäuseeinheiten in den kontinentalen, Ratteneinheiten hingegen in den angloamerikanischen Ländern verwendet. Für das Follikelhormon basierte das Maß als Standardpräparat auf der kristallisierten Oxyketonform $C_{18}H_{22}O_2$ des Östron. Die internationale Einheit wurde definiert als die spezifische Brunstwirkung, die durch 0,1 γ dieses in London aufbewahrten Standardpräparats im Zellinhalt des Vaginalsekrets einer kastrierten Maus oder Ratte ausgelöst werden könne. Der Name Oestron sollte zugleich von den verschiedenen Handelspräpa-

529 Zondek, Das Ovarialhormon.

530 Zondek, Darstellung; Oudshoorn, *Beyond the Natural Body*, S. 73–79. Christina Ratmoko hat dieses zentrale Herstellungsproblem der Materialbeschaffung eindringlich am Beispiel von Ciba dargestellt. Ratmoko, *Damit die Chemie stimmt*, S. 90–97.

531 Voss, *Das Fluidum*, S. 1030.

532 Oppenheimer, *Chemie*, S. 17.

raten Theelin, Progynon, Menformon und Oestrin zu unterscheiden sein, ohne dass man sich allerdings darauf verbindlich einigen konnte. Auf der zweiten Konferenz zur Standardisierung der Sexualhormone im Juni 1935 in London trafen sich unter der Leitung von Henry H. Dale noch einmal sämtliche Experten der Hormonforschung. Es war mittlerweile für das Follikelhormon ein zweites Standardpräparat notwendig geworden, da mit der Dioxyform $C_{18}H_{24}O_2$ des Östradiol und deren Estern neue höchst wirksame Präparate auf den Markt gebracht worden waren, die sich jedoch in ihrer Reaktionsart von der des Oxyketons unterschieden. Als zweite internationale Einheit wurde das reine Mono-benzoat des Östradiols verwendet. Auch dieses Standardpräparat wurde im National Institute in Hampstead aufbewahrt. Zum internationalen Standardpräparat für das *männliche* Keimdrüsenhormon wurde das reine kristallisierte Androsteron gewählt. Für das Corpus luteum-Hormon galt nunmehr die spezifische Wirksamkeit von einem Milligramm kristallisierten Progesterons, ein Name, der sich auf der Konferenz gegenüber Luteosteron und Progestin durchgesetzt hatte, als internationaler Standard.⁵³³ Seit der ersten Hälfte der 1930er Jahre gab es *echte* Wirkstoffe als isolierte und geeichte Naturstoffe sowie *unechte* Stoffe als synthetische Derivate und Stoffe mit gleicher Wirkung. Beweisen mussten sie sich gleichermaßen durch ihre physiologische Wirkung und ihre therapeutische Wirksamkeit. Es erwies sich aber als problematisch, eine Ordnung nach den chemischen oder biologischen Kriterien aufzustellen, wenn manche Östrogene nicht wirkten und andere Substanzen, die gar keine Östrogene waren, sich als östrogenwirksam erwiesen.⁵³⁴

Zu Beginn der 1930er Jahre war die Identität der Hormone und Vitamine nach zwei Jahrzehnten dauerhafter Wiederholung in Fachartikeln und populären Darstellungen stabilisiert. Die Erfolge bei der Isolierung des Insulins und des Vitamin D ebenso wie die Etablierung genauer und einfacher Testverfahren zum Nachweis von Sexualhormonen seit Mitte der 1920er Jahre hatten erst dem Konzept der Wirkstoffe chemischen Gehalt gegeben. Hormone und Vitamine waren danach verhältnismäßig komplizierte organische Stoffe, die der Organismus zu ganz bestimmten Wirkungen in zwar außerordentlich geringer Menge, aber unbedingt benötigt, da diese als Katalysatoren chemische Umsetzungen beschleunigten. Vitamine entstammten dem Pflanzenreich und würden normalerweise in genügendem Maße mit der Nahrung zugeführt; Hormone hingegen bilde der Organismus in den Drüsen mit innerer Sekretion. Die Medizin sei bestrebt, möglichst alle Vitamine und Hormone zur Verfügung zu haben, um sie dem kranken Körper in ausreichender Menge künstlich zuzuführen, wenn sie auf natürlichem Wege ausfielen. Die Herstellung des exakten Zusammenhangs zwischen dem Fehlen der Wirkstoffe und dem Auftreten von Mangelerscheinungen sei zugleich der biologische Nachweis des spezifischen Wirkstoffs. Diejenige Menge eines Präparats, die

533 Schoeller/Dohrn/Hohlweg, Zum Eichungsproblem, S. 826; und Anonym, 2. Konferenz. Satzinger, Adolf Butenandt, S. 110; Fausto-Sterling, Sexing the Body, S. 187–190; und Karlsson, Adolf Butenandt, S. 42 ff.

534 Voigt/Schmidt, Sexualhormone, S. 27. Grundsätzlich wurde zwischen Steroid- und Proteohormonen unterschieden. Schering A. G. Berlin, Hormon-Therapie, S. 15, 17.

eine betreffende Mangelkrankheit bei einer Ratte innerhalb einer bestimmten Zeit behebe, werde als eine Einheit definiert. Ein solches quantitatives physiologisches Maß könne dann vom Chemiker in immer größerer Reinheit herausgearbeitet werden, bis eine kristallisierte, chemisch eindeutige Substanz vorliege. Dem Biologen sei es wiederum möglich zu ermitteln, wie viel Milligramm reinen Wirkstoffs einer solchen Ratten- oder Mäuseinheit entspreche. Physiker, Mineralogen und Röntgenologen erforschten daraufhin die optischen und kristallografischen Eigenschaften und der Chemiker kläre den Bau des reinen Kristalls, indem er feststelle, welche Arten und wie viele Atome im Molekül enthalten seien. Sei der chemische Bau geklärt, so könne dann auch der Wirkstoff aus einfacher zu beschaffenden Ausgangsstoffen synthetisiert werden. Mit der Synthese der Reinsubstanz sei es dann möglich, das betreffende Präparat so billig herzustellen, dass es auch therapeutisch eingesetzt werden könne. Die Geschichte der Wirkstoffe war seit Mitte der 1930er Jahre kanonisiert und ließ sich in den folgenden Jahrzehnten geradezu formelhaft erzählen.⁵³⁵

Zwar häuften sich 1930 die Erfolgs- und Jubelmeldungen über Reindarstellungen, aber es konnte wie beim Vitamin D₂ auch noch länger darüber gestritten werden, ob diese nicht doch einen hohen Prozentsatz an unwirksamem Material enthielten oder ob sie tatsächlich das einheitliche kristallisierte Vitamin darstellten.⁵³⁶ Auch ob überhaupt der rein dargestellte Wirkstoff das bessere Therapeutikum sei, stand ja gar nicht fest. Über den Wirkungszusammenhang war längst nicht alles geklärt: Korrespondierten die jeweiligen Effekte tatsächlich einer Substanz? Gab es antagonistische und synergistische Effekte? Konnten spezifische Wirkungen auch auf chemisch unterschiedliche Substanzen zurückgeführt werden? Dohrn hatte schon 1927 darauf hingewiesen, dass auch zahlreiche weitere Substanzen den Allen-Doisy Test bestehen würden. Von Loewe geprüfte Blütenstoffe wirkten ebenso erfolgreich im Test wie extrahierte Substanzen aus Samen, Stechlingen und Hefe. Dohrn gelang sogar die Brunstauslösung mit Hodensubstanzen und er schloss daraus, dass man nicht mit Sicherheit behaupten dürfe, eine Substanz, welche die Erscheinung der Cornifikation bei Maus und Ratte auslöse, sei ein spezifisches Produkt der weiblichen Keimdrüsen.⁵³⁷ Fritz von Wessely berichtete schließlich 1940 davon, dass es etwa hundert Verbindungen mit östrogener Wirkung nach dem Allen-Doisy-Test gebe, die also einen als Verweiblichung bestimmten Einfluss auf die vaginale Schleimhaut ausübten, und die nicht zu den Steroiden gehörten, als welche die Östrogene mittlerweile identifiziert waren. Konsequenterweise verwies er deshalb auf die Schwierigkeit, klare Beziehungen zwischen physiologischer Wirkung und chemischer Struktur aufzustellen.⁵³⁸ Das Forschungsfeld der naturstoffchemischen *Standardisierung* von aktivierbaren Sexualhormonen war so attraktiv, dass auch die Geschichte jener kollektiv erwünschten

535 Slotta, Das Schwangerschafts-Hormon, S. 909f.; vgl. auch: Schering A. G. Berlin, Hormon-Therapie, S. 14.

536 Windaus/Lütringhaus, Über das bestrahlte Ergosterin, S. 1670.

537 Dohrn, Ist der Allen-Doisy-Test spezifisch.

538 Wessely, Über synthetische Östrogene, S. 197f.

Dinge geschrieben werden kann, die nicht realisierbar waren. Wilhelm Dirscherl, der zusammen mit seinem Assistenten Theodor Wegmann seit 1936 am Institut für vegetative Physiologie in Frankfurt am Main in einem DFG-geförderten Projekt über neue Sexualhormone zusammenarbeitete, behauptete bis dato unbekannte männliche Sexualhormone entdeckt zu haben, die er auf den Namen „Vesine“ taufte. Diese würden sich dadurch von den bisher bekannten männlichen Sexualhormonen unterscheiden, dass sie auf die Vesikulardrüsen kastrierter männlicher Nager stärker einwirkten, dabei aber den Kapaunenkamm unbeeinflusst ließen. Dirscherl und Wegmann arbeiteten in der Folge an der Isolierung eines im Stutenharn und auch in dem daraus dargestellten Follikelhormon enthaltenen Hippo-Vesin A. Die Arbeiten wurden während des Krieges nicht weitergefördert, und auch die Vesine wurden nicht wesentlich realer. Sie verschwanden Anfang der 1940er Jahre wieder aus der Naturordnung der Sexualhormone.⁵³⁹

Die naturstoffchemische Isolierung von Hormonen und Vitaminen beherrschte dank der Einführung von Prüfmethode in den 1920er und 1930er Jahren die Wirkstoffforschung in Deutschland. Die institutionalisierte Kooperation der Chemiker Windaus, Butenandt und Kuhn mit Merck, IG Farben und Schering fokussierte die Arbeiten auf die Produktion von Wirkstoffpräparaten für den pharmazeutischen Markt, das heißt auf den Transfer von Patenten und Molekülen. Die Notwendigkeit, im internationalen Wettbewerb um den Besitz an aktivierbaren Molekülen und profitablen Patenten zu bestehen, mobilisierte eine sich bald als höchst produktiv erweisende, durch die Notgemeinschaft modulierte Allianz der prosperierenden Pharmaindustrie, des auf Leistung basierenden Staates und aufstrebender naturstoffchemischer Forschungsgruppen in Göttingen, Heidelberg sowie Berlin-Dahlem. Die Wirkstoffproduktion erhielt schließlich mit dem Vierjahresplan eine erhebliche Dynamik, da der nationalsozialistische Staat großen Bedarf an bio- und ernährungspolitisch aktivierbaren Hormonen und Vitaminen hatte. Die naturstoffchemische *Standardisierung* und *Aktivierung* von Wirkstoffen leitete bis in die 1960er Jahre die biochemische und molekularbiologische Forschung in der Bundesrepublik. Während dabei die Isolierung der Hormone und Vitamine nach Kriegsende saturiert war und die Reindarstellung der Enzyme größtenteils in den USA durchgeführt wurde, reüssierte die medizinisch bedeutsame Entwicklung von Bestimmungsmethoden für Wirkstoffe als ein zentrales Forschungsgebiet der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts.

3.1. ISOLIERUNG: DIE ARBEITSGRUPPEN WINDAUS, BUTENANDT, KUHN, 1927–1942

Im Sommer 1940 proklamierte Richard Kuhn, die Zeit, in der die Menschen neue Länder und Kontinente, neuartige Mineralschätze, neue Pflanzen und neue Tiere entdeckt hätten, gehöre der Geschichte an. Gleichwohl gebe es noch auf sehr lange Zeit hinaus neue Kräfte, neue Stoffe, neue Wirkungen zu entdecken. Am ein-

⁵³⁹ Wegmann an DFG (13.4.1937), in: BA Koblenz, R 73/16654.

drucksvollsten zeige sich dies im biologischen Nachweis und der chemischen Erkennung neuer Naturstoffe, die in kaum vorstellbar kleinen Mengen erstaunliche Wirkungen auf bestimmte Lebensäußerungen der Pflanzen und Tiere auszuüben vermochten. Gemeinschaften von Chemikern mit Ärzten, Biologen und anderen, die solchen Wirkstoffen des Lebens nachjagten, seien nahezu in allen Ländern der Erde anzutreffen: „Man könne den Eindruck haben, dass diese Jagdgründe wahrhaft unermesslich seien. Immer wieder neue Wirkungen werden entdeckt, und immer wieder neue Stoffe isoliert, die sich als Träger dieser Wirkungen erweisen.“⁵⁴⁰

Das 20. Jahrhundert, schreibt der Biochemiker Arthur Kornberg, sei geprägt durch die Jagd nach Mikroben in den ersten beiden Jahrzehnten, eine Vitaminjagd von 1920 bis 1940, die Enzymjagd in den 1940er und 1950er Jahren und schließlich die Jagd nach den Genen.⁵⁴¹ Kornberg vergaß die Hormone, weil sie außerhalb seines Forschungsgebietes lagen. Aber die Jahre von 1920 bis 1935 können durchaus auch als goldene Zeit der Hormonjagd bezeichnet werden.⁵⁴² Die Geschichte der Isolierung von Wirkstoffen ist auch eine Geschichte des internationalen Austausches in den Wissenschaften, wie dies der ungarische Mediziner und Biochemiker Albert von Szent-Györgyi 1932 anlässlich der Konstituierung der Ascorbinsäure eindringlich feststellte: „Die von einem Ungarn in Cambridge entdeckte Substanz wurde also dank der amerikanischen Gastfreundschaft und Opferbereitschaft in großem Maßstabe dargestellt, um durch englische Forscher analysiert zu werden, ein internationales Zusammenarbeiten, das allein den Erfolg ermöglicht und das man auch gern in anderen Zweigen des Lebens sehen würde.“⁵⁴³ Dass sich dennoch eine Nationalisierung der Forschung durchsetzte, lag an einer Dynamik global konkurrierender industrieller und staatlicher Akteure, deren Ziel der Besitz an Patenten und damit die unbehinderte Wirkstoffproduktion war. Tendenziell aufgehoben war dieser scharfe Wettbewerb sowohl zwischen Pharmaunternehmen als auch Staaten durch Abkommen, Geheimverträge und Trusts. Auch die Forschungsarbeiten in Adolf Windaus Göttinger Laboratorium waren zunächst ein Musterbeispiel für internationale wissenschaftliche Kooperation. Eine Arbeitsgruppe um Elmer McCollum an der Johns Hopkins University hatte in den Jahren 1918 bis 1922 im Lebertran ein antirachitisches Vitamin nachgewiesen und dessen Wirksamkeit gegen das bereits in diesem Rohstoff identifizierte Vitamin A abgegrenzt.⁵⁴⁴ Als zudem der Berliner Kinderarzt Kurt Huldshinsky im Jahr 1918 Kinder durch Ultraviolettbestrahlung von der Rachitis heilte, konnte er auf den seit den 1890er Jahren diskutierten Zusammenhang von mangelnder Sonnenbestrahlung und Rachitis zurückgreifen. Richtungsweisend war Huldshinskys Experiment der Bestrahlung nur eines Armes. Da es dennoch zu einer Verbesserung

540 Kuhn, Die Entdeckung, S. 309.

541 Kornberg, For the Love, S. 1. Kornberg bezog sich natürlich auf Paul de Kruifs *Microbe Hunters*. Außerdem: Haller, The Vitamin Hunters.

542 Clarke, Disciplining Reproduction, S. 122; und Medvei, The History, S. 213–240.

543 Szent-Györgyi, Vitamin C, S. 852 f.

544 Brockmann, Über die Entwicklung, S. 433; und McCollum/Simmonds/Becker/Shirley, Studies.

der Knochen beider Arme kam, schloss Huldschinsky, dass die Bestrahlung eine chemische Substanz aktiviert habe, die sich über das Blut im Körper verteile. Harry Goldblatt und Katharine Marjorie Soames überführten diesen Ansatz in ein tierexperimentelles System, dank welchem sie rachitische Ratten durch Ernährung mit UV-bestrahlter Rattenleber heilten. Harry Steenbock und sein Assistent Archie Black wiederum kamen mit weiterführenden Experimenten zum Schluss, dass die das Wachstum anregenden Eigenschaften auf eine Nahrungsration übertragen werden könnten, wenn diese der Bestrahlung mit einer Quecksilberdampf Lampe ausgesetzt würde. Die Ergebnisse von Goldblatt und Soames ließen sich durch die Existenz eines durch das UV-Licht aktivierten antirachitischen Faktors erklären.⁵⁴⁵ Windaus schlussfolgerte aus eigenen Versuchen, dass durch die Bestrahlung ein Provitamin in ein aktives antirachitisches Vitamin umgewandelt werde. Er konnte durch die Heilung rachitischer Ratten, denen bestrahlte Rattenhaut verfüttert worden war, zeigen, dass sich derselbe Vorgang auch in der Haut der Versuchsratte ereigne. Im Lebertran sei hingegen im Gegensatz zu der übrigen Nahrung bereits antirachitisches Vitamin vorhanden.⁵⁴⁶ 1927 erarbeitete Windaus dann in einer eindrucksvollen internationalen und interdisziplinären Kooperation mit dem New Yorker Chemiker Alfred Heß, den organischen Chemikern Otto Rosenheim und Thomas A. Webster in London und dem Göttinger Physiker Robert Wichard Pohl, dass das Provitamin dem Cholesterin nahe verwandt sei und in die Gruppe der Sterine gehöre. Der entscheidende Schritt gelang, indem der Tierversuch durch die von Pohl durchgeführte optische Methode der Ultraviolettspektrometrie ersetzt wurde, die das gemessene Absorptionsspektrum nicht dem Cholesterin, sondern einer geringen „Verunreinigung“ zuwies.⁵⁴⁷ Bei dieser Verunreinigung, die sich genau wie das Provitamin verhielt, handelte es sich um Ergosterin, ein bereits bekanntes, auch in der Hefe vorkommendes Sterin, das dem Cholesterin in sehr geringen Mengen beigemischt ist. Offenbar, so Windaus, bilde sich bei der Bestrahlung mit ultraviolettem Licht ein antirachitisch wirksames Isomer des Ergosterins. Eine Menge von einem Tausendstel Milligramm Ergosterin genügte schließlich, einen antirachitischen Effekt hervorzurufen.⁵⁴⁸

Bereits 1928, noch bevor die eigentliche Reindarstellung der D-Vitamine erfolgte, erhielt Windaus für diese Vitaminforschungen den Nobelpreis. Aber wegen der komplizierten Zusammensetzung und Empfindlichkeit gegen Hitze, Sauerstoff und chemische Reagentien gelang es nicht, ein mit Sicherheit einheitliches Produkt von antirachitischer Wirksamkeit zu isolieren.⁵⁴⁹ Im September 1931 meldete Windaus, dass es ihm zusammen mit Arthur Lüttringhaus und der technischen

545 Goldblatt/Soames, A Study; und Steenbock/Black, Fat Soluble Vitamins, S. 415.

546 Windaus, Sterine, S. 113

547 Kuhn, Auf dem Wege, S. 525; und Pohl, Zum optischen Nachweis; Haas, Vigantol, S. 51–56; und Schütt, Pohl.

548 Das Ergosterin unterschied sich vom Cholesterin durch eine charakteristische Absorption im Gebiet des ultravioletten Lichts. Dithmar, Zur Darstellung, S. 124; Gehlen, Vitamine; Windaus, Sterine; und Windaus, Ergosterin, S. 209. Haas, Vigantol, S. 51–56, 84–89; und Wolf, The Discovery.

549 Dithmar, Zur Darstellung, S. 124 f.

Assistentin M. Deppe gelungen sei, Vitamin D zu kristallisieren. Schließlich stellte wiederum Windaus Mitarbeiter Otto Linsert im IG Farben-Laboratorium in Elberfeld mit kurzweiliger Ultraviolettbestrahlung ein weiteres Vitamin D mit allerdings abweichenden Konstanten her. Das englische Produkt Calciferol wurde zeitgleich von der Arbeitsgruppe um Frederic A. Askew und Robert B. Bourdillon, zu der auch Webster gehörte, auf physikalischem Wege durch Fraktionierung im Hochvakuum angefertigt, sodass es 1931 drei Arten von Vitamin D gab: Calciferol, Windaus' Vitamin D₁ und Linserts Vitamin D₂. Lüttringhaus fasste im Dezember 1931 zusammen, dass das Vitamin D₂ den eigentlich wirksamen und einheitlichen Stoff darstelle. Calciferol sei ein Gemisch von Vitamin D₂ mit einem Überhitzungsprodukt und Vitamin D₁ eine Additionsverbindung von Vitamin D₂ mit einem unwirksamen Bestrahlungsprodukt, dem Lumisterin.⁵⁵⁰ Hans Brockmann, von 1930 bis 1935 Assistent bei Kuhn und danach Leiter der Biochemischen Abteilung des Göttinger Laboratoriums, arbeitete Mitte der 1930er Jahre mit Mitteln der DFG an der auch wirtschaftlich bedeutungsvollen Isolierung des antirachitischen Vitamins aus Dorschlebertran.⁵⁵¹ Im Winter 1936/37 gerieten Brockmanns Arbeiten in eine Krise, zugleich stand die Bearbeitung seines Antrags seitens der DFG aus. Er sei gezwungen, mahnte er bei der DFG an, die gut eingearbeitete Hilfskraft zu entlassen und die Arbeiten in verringertem Umfange weiterzuführen. Das aber würde mit großer Wahrscheinlichkeit dazu führen, dass ihnen die Amerikaner und Engländer zuvorkämen. Brockmann konnte dabei auf die großen Erfolge der Windausschen Arbeitsgruppe bei der Isolierung der natürlich vorkommenden Vitamine verweisen. Die Isolierung des Vitamins aus Dorschlebertran würde den Abschluss dieser Arbeiten bedeuten und von großer praktischer Bedeutung sein, da in der Kinderheilkunde dieser Rohstoff am häufigsten verwendet werde.⁵⁵² 1939 fasste Brockmann, nunmehr auf zwei weitere wohlfinanzierte Forschungsjahre zurückblickend, zusammen, dass sein Forschungsteam Versuche zur Gewinnung von Fettsäureestern des antirachitischen Vitamins unternommen habe. Es war ihm vor allem aber auch gelungen, ein natürlich vorkommendes antirachitisches Vitamin aus Thunfischtran zu isolieren und in reinem kristallisiertem Zustand zu gewinnen. Dieses sei mit dem von Windaus auf chemischem Wege aus Cholesterin dargestellten Provitamin 7-Dehydrocholesterin identisch. Brockmann hatte damit ein hoch kompetentes antirachitisches Vitamin, das Windaus nunmehr als Vitamin D₃ bezeichnete, in einem fleischlichen Rohstoff identifiziert.⁵⁵³

550 Wagner-Jauregg, *Die Chemie*, S. 375; Herzog, *Neue Arzneimittel des Jahres 1931*, S. 191; Askew/Bourdillon/Bruce/Jenkins/Webster, *The Distillation*; und Askew/Bourdillon/Webster, *The Production*. Die photochemische Reihe lautete schließlich Ergosterin, Lumisterin, Tachysterin, Vitamin D₂ sowie die beiden Suprasterine I und II. Windaus/Lüttringhaus, *Über das bestrahlte Ergosterin*; Haas, *Vigantol*, S. 56–70, 89–96.

551 Brockmann an Notgemeinschaft (23.9.1935) und Gutachten des Fachreferenten Windaus (6.6.1935), in: BA Koblenz, R 73/10485.

552 Brockmann an DFG (8.2.1937) und Brockmann an DFG (26.10.1936), in: BA Koblenz, R 73/10485.

553 Hans Brockmann, „Bericht über Arbeiten, die mit Hilfe eines Sachkredites der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt wurden“ (30.3.1940) und Hans Brockmann, „Bericht

Windaus' Institut hatte sich mit den Vitamin D-Arbeiten als ein biochemisches Zentrum zur Isolierung von Naturstoffen etabliert.⁵⁵⁴ Ebenso erfolgreich war das Institut aber auch bei der Isolierung des Follikelhormons, dem Ende der 1920er Jahre höchste bevölkerungspolitische und pharmaindustrielle Priorität zukam. Um die Isolierung des *weiblichen* Sexualhormons konkurrierten Ende der 1920er Jahre die Arbeitsgemeinschaften von Doisy (St. Louis), Laqueur (Amsterdam), Guy F. Marrian (London) und Heinrich Wieland (München). Windaus empfahl im Herbst 1927 der Schering AG den 24-jährigen Butenandt als jemanden, der erfolgreich in diesen Konkurrenzkampf eingreifen könne.⁵⁵⁵ Allen und Doisy hatten 1924 ihre Arbeiten sowohl an der von Banting und Best erarbeiteten Methode zur Isolierung des Insulins als auch an Edmund Herrmanns Forschungen zur Gewinnung eines wirksamen Cholesterinabkömmlings angeschlossen.⁵⁵⁶ Sie mischten Follikelsaft mit Alkohol, filterten diesen und trennten dann wiederum den Alkohol vom Filtrat. Ihre Präparationsmethode glich der Herrmanns, allerdings mit drei wichtigen Unterschieden: Sie benutzen nicht das Corpus luteum als Hormonquelle, sie glaubten nicht an eine Cholesterolreaktion der Hormone, und schließlich entwickelten sie ein anderes Testverfahren für den Nachweis der physiologischen Wirkung.⁵⁵⁷ Noch 1925 herrschte große Uneinigkeit über den chemischen Charakter des Follikelhormons, was nahelegte, dass gleich mehrere *weibliche* Sexualhormone existierten. Die ersten erfolgreichen Isolierungsarbeiten der Forschungsgruppe Laqueurs ein Jahr später bereiteten diesen Spekulationen jedoch ein Ende.⁵⁵⁸ Bei Schering hatte Hohlweg noch an der Anreicherung von Plazentaextrakten gearbeitet, während Butenandt bereits den aus der Göttinger Frauenklinik gelieferten Schwangerenarnharn verwendete. Die biologische Wirksamkeit wurde an der Biochemischen Abteilung unter Friedrich Holtz mit dem Allen-Doisy-Test geprüft. Mittels einer chemischen Operation wurde das Extrakt in zwei Fraktionen getrennt. Im Test zeigte sich dann, in welcher Fraktion der Wirkstoff enthalten war, sodass die Operation mit diesem ermittelten Extrakt, aber mit einem anderen Trennverfahren wiederholt werden konnte, bis schließlich alle Begleitstoffe abgetrennt und der reine kristallisierte Stoff aufgearbeitet war. Dieses rein präparative naturstoffchemische Verfahren im Milligrammbereich war äußerst aufwendig: Butenandt berichtete von 1590 Serienversuchen und etwa 2.000 Fraktionen. Aber schrittweise zeigte sich die zunehmende Reinheit und Wirksamkeit in der Zunahme der Mäuseeinheiten.⁵⁵⁹ Es war jedoch Doisy, der im Sommer 1929 auf einem Physiologen-Kongress in Boston als erster verkündete, dass ihm die Isolierung des Follikelhormons, welches er Theelin taufte, gelungen sei. Butenandt zog im Oktober in den *Naturwissenschaften* nach und manifestierte die

über Forschungsarbeiten, die mit der Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt sind“ (16.2.1939), in: BA Koblenz, R 73/10485. Haas, Vigantol, S. 71 f.

554 Windaus an DFG (2.10.1939), in: BA Koblenz, R 73/15730.

555 Karlson, Adolf Butenandt, S. 53 ff.

556 Wadehn, Über Sexualhormone, S. 471.

557 Doisy/Ralls/Allen/Johnston, The Extraction, S. 715.

558 Wadehn, Über Sexualhormone, S. 472.

559 Meyer, Etwa ein Molekül, S. 354; und Satzinger, Adolf Butenandt, S. 92–115.

Reindarstellung des Progynon. Das von Schering zur Verfügung gestellte Ausgangsmaterial – Steinachs Progynon –, hatte eine durchschnittliche Wirksamkeit von 30.000 Mäuseeinheiten pro Gramm. Dieses Rohöl trennte Butenandt durch wiederholte Verteilung in zwei miteinander nicht mischbaren organischen Lösungsmitteln mittels der Behandlung mit verdünnten Säuren und Alkalien sowie durch vorsichtige Destillation und Sublimation im Hochvakuum. Auf diese Weise konnte das Rohöl bis zum reinen kristallisierten Wirkstoff, dem Butenandtschen Progynon, angereichert werden. Bei diesem Progynon handelte es sich um eine weiße, in Blättchen kristallisierende Substanz, die nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff sowie Sauerstoff bestand und dem die, so Butenandt im Januar 1930, ungefähre Summenformel $C_{23}H_{28}O_3$ zukam.⁵⁶⁰ Progynon wurde exklusiv als ein Präparat des weiblichen Keimdrüsenhormons von Steinach konzeptualisiert; aber es war Butenandt, der es kristallisierte und zu einem Erfolgspräparat der Schering AG machte.⁵⁶¹ Im Anschluss an Windaus' Arbeiten zur Strukturformel des Cholesterins sowie dem an der Strukturformel für Gallensäure ausgearbeiteten Verbesserungsvorschlag von Elisabeth Dane und Heinrich Wieland entwickelte Butenandt die experimentell gestützte Hypothese, dass es sich beim Östron um einen nahen Verwandten der Sterine handle. Das Follikelhormon, nunmehr $C_{18}H_{22}O_2$, war ein teilweise hydriertes Phenantrenderivat, ein Oxyketon. Schoeller resümierte, da dem Phenantrenringsystem offenbar ein hydrierter Fünfring angeschlossen sei, ergebe sich eine weitgehende Annäherung an die Formel der Grundgerüste der Sterine und Gallensäuren.⁵⁶²

Mit der Einrichtung äußerst erfolgreicher Experimentalsysteme, in deren Mittelpunkt auch noch das von Windaus seit Jahren bearbeitete Sterin stand, setzte Butenandt sogleich seine Reindarstellungsarbeiten fort und begann im Herbst 1929 mit der Isolierung des *männlichen* Keimdrüsenhormons.⁵⁶³ Die Chicagoer Forscher Carl Moore, Thomas F. Gallagher und Frederick C. Koch publizierten 1929, dass es ihnen gelungen sei, Rohextrakte aus Stierhoden so zu reinigen, dass sich diese beim Hahnenkammtest als wirksam erwiesen. Nachdem Funk Männerharn als bedeutsame Quelle des *männlichen* Sexualhormons identifiziert und Laqueur 1930 das Darstellungsverfahren zur Standardisierung verbessert hatte, war die Isolierung nur noch eine Frage der Zeit.⁵⁶⁴ Als physiologisches Testverfahren fungierte der Hahnenkammtest, den Dorothee von Dresler und Erika von Ziegner bei Schering erlernt hatten. Das Rohmaterial bestand zunächst aus Stierhodensextrakten und dann aus Urin, der in den Berliner Polizeikasernen gesammelt worden war. Das von Schering produzierte Rohöl wurde von Butenandts Arbeitsgruppe gereinigt. Die Aufarbeitung führte Butenandt mit seinem Assistenten Kurt Tscherning in Analogie zum Verfahren beim Östron durch. Methodisch, so Butenandt,

560 Butenandt, Ueber das „Progynon“.

561 Wimmer, Wir haben, S. 308.

562 Dane, Die Arbeiten; und Schoeller, Neuere Arbeiten, S. 1531. Deichmann, Flüchten, S. 269 ff.; und Karlson, Adolf Butenandt, S. 52–57.

563 Karlson, Adolf Butenandt, S. 44.

564 Schoeller, Neuere Arbeiten, S. 1533.

habe sich eine Reihe der Prinzipien bewährt, die zur Darstellung des Follikelhormons ausgearbeitet worden seien. Dazu zählte etwa das wiederholte Hydrolysen mit Säure und Alkali sowie Entmischungsmethoden mit Lösungsmitteln. Aus dem so angereicherten Öl ließ sich das Testikelhormon neben unwirksamen Begleitstoffen abtrennen. Allerdings mussten diese Mischkristalle noch in einen größeren unwirksamen und einen kleineren wirksamen Teil getrennt werden. Im Oktober 1931 konnte Butenandt dann die Isolierung des Androsterons mit der Summenformel $C_{16}H_{26}O_2$ verkünden. Es handelte sich dabei ebenfalls um ein Oxyketon. Ob es in die Klasse der Phenantrenderivate gehöre und dem *weiblichen* Hormon auch chemisch verwandt sei, schien 1932 noch nicht gesichert, wurde aber vermutet. Zwei Jahre später musste Butenandt allerdings korrigieren, dass es sich beim Androsteron um ein tetrazyklisches, gesättigtes Oxyketon der Summenformel $C_{19}H_{30}O_2$ handle.⁵⁶⁵

Nachdem Butenandt also ein *weibliches* und ein *männliches* Sexualhormon erarbeitet hatte, fehlte noch jenes Hormon, das für das weibliche Spezifikum der Schwangerschaft zuständig sein sollte. Mit den Testverfahren von Corner, Allen und Clauberg wurde es möglich, auch die Wirksamkeit dieser Hormonextrakte zu ermitteln. 1931 teilte die Breslauer Forschungsgruppe von Karl Heinrich Slotta, Erich Fels und Heinrich Ruschig erstmals mit, dass es ihnen trotz des gewaltigen Materialaufwands gelungen sei, das Corpus luteum-Hormon zu kristallisieren. Tatsächlich berichtete Slotta dann aber erst 1934 von der ein Jahr zuvor geleisteten Isolierung des Gelbkörperhormons. Ein Jahr später musste er Deutschland in Richtung Brasilien verlassen.⁵⁶⁶ Der mittlerweile an die Technische Hochschule Danzig gewechselte Butenandt konnte mit seiner kurzen Verbindung zu Schering und seiner eingeübten Methode das Feld übernehmen. So arbeitete er mit seiner Forschungsgruppe seit Januar 1934 an der chemischen Charakterisierung, um schon nach drei Monaten erste Isolierungserfolge vermelden zu können. Ein Jahr später gelang dann auch die Synthese des Progesterons.⁵⁶⁷ Rückblickend fasste Butenandt zusammen, dass die chemische Untersuchung gezeigt habe, dass die drei geschlechtsspezifischen Keimdrüsenhormone Östradiol, Progesteron und Testosteron nahe chemische Verwandtschaft untereinander und zu den Sterinen aufwiesen. Die Sexualhormone entstanden im Organismus durch den Abbau der Sterine. Diese drei Keimdrüsenhormone „waren als nahe Verwandte der Sterine, Gallensäuren, neutralen Saponine, Digitalis-Herzgifte und der D-Vitamine erkannt, mit denen sie gemeinsam die Gruppe der Steroide bilden, zu der man alle Derivate des Vierringsystems Steran zählt“.⁵⁶⁸

565 Butenandt, *Neuere Erkenntnisse*, S. 276 f.; Butenandt, *Über die Isolierung*; Schoeller, *Neuere Arbeiten*, S. 1533; und Herzog, *Neue Arzneimittel des Jahres 1931*, S. 195 f.

566 Slotta, *Das Schwangerschafts-Hormon*, S. 912. Hawgood, Karl-Heinrich Slotta.

567 Butenandt an die Notgemeinschaft, z. H. v. Schmidt-Ott (12.3.1934), in: BA Koblenz, R 73/10568. Satzinger, Adolf Butenandt, S. 111.

568 Butenandt an DFG (19.2.1937), in: BA Koblenz, R 73/10568; und Butenandt, *Entwicklungslinien*, S. 5.

Die Windaus-Butenandtsche Steroidforschung eröffnete neue Möglichkeiten der Wirkstoffproduktion. Neben den Sexualhormonen und dem Vitamin D galt dies insbesondere für die Hormone der Nebenniere. Biedl hatte experimentell gezeigt, dass sich Adrenalin keineswegs zur Therapie der Addisonkrankheit (*Addison's disease*) eigne und dass die kurativ-substituierende Substanz woanders, nämlich exakt in der Nebennierenrinde gesucht werden müsse. Im Herbst 1927 wurden in verschiedenen Laboratorien in den USA deutlich verbesserte Nebennierenrindenextrakte produziert. Da sich das von der Arbeitsgemeinschaft um Frank A. Hartman an der University of Buffalo gewonnene Cortin als nahezu frei von Adrenalin erwies, wurde mit diesem Namen fortan die Wirksubstanz der Nebennierenrinde bezeichnet. 1931 gelang dann auch eine erfolgreiche Behandlung der Addisonkrankheit mit einem Cortinpräparat.⁵⁶⁹ Es war Edward Calvin Kendall, der zu Beginn der 1930er Jahre die Isolierung sowie Teil- und Vollsynthese des Cortins anging. Neben ihm arbeiteten zum einen eine Forschungsgruppe um Joseph John Pfiffner und Oskar Wintersteiner an der Columbia University in New York sowie zum anderen Tadeus Reichstein an der ETH Zürich am gleichen Ziel, das sie 1936 auch nahezu parallel erreichten. Reichstein isolierte im Mai 1936 eine im Hahnenkammtest wirksame Substanz G, was darauf hinwies, dass es sich beim Cortin um ein Steroidhormon handle. Sowohl Kendall, Wintersteiner und Pfiffner als auch Reichstein isolierten im selben Jahr weitere teilweise identische Substanzen mit jedoch je eigenen Bezeichnungen wie die gleichartigen compound F (Wintersteiner/Pfiffner), Substanz Fa (Reichstein) und compound E (Kendall), die später einheitlich als Cortison benannt werden sollten.⁵⁷⁰ Die Isolierung und Konstitutionsaufklärung durch Reichstein, Kendall und Wintersteiner war hoch bedeutsam für die Kenntnisse der Steroidhormone. Da sich die schweren Stoffwechselstörungen, die nach Nebennierenextirpation aufgetreten waren und den schnellen Tod der Versuchstiere zur Folge gehabt hatten, durch Extrakte der Nebennierenrinde vollkommen beheben ließen, musste die Bedeutung der Nebennierenrinde in der Produktion eines lebenswichtigen Inkrets liegen. Systematische Fraktionierungen von Nebennierenextrakten hatten zur Auffindung sehr zahlreicher Steroide geführt – Butenandt ging 1942 von etwa 25 als Cortingruppe zusammengefassten Inhaltsstoffen der Nebennierenrinde aus –, die untereinander auf das Nächste verwandt waren. Corticosteron, 1936 von Reichstein als Substanz H in Zusammenarbeit mit Laqueur erarbeitet, und Desoxycorticosteron, 1937 von Reichstein zusammen mit Marguerite Steiger teilsynthetisiert, erwiesen sich im tierphysiologischen Versuch als die bedeutendsten Träger der hormonalen Wirksamkeit der Nebennierenrinde.⁵⁷¹ Desoxycorticosteron war in den 1940er Jahren das einzig synthetisierbare Cortin und wurde deshalb, obwohl schwächer wirksam als Cortison, therapeutisch verwendet. Alle großen pharmazeutischen Firmen – Ciba, Organon, Bayer, IG Farben und Schering – produzierten Desoxycorticoste-

569 Kaiser/Klinkenberg, Cortison, S. 18–21.

570 Haller, Cortison; Haller, Stress; Marks, Cortisone; und Kaiser/Klinkenberg, Cortison, S. 25–28.

571 Butenandt, Entwicklungslinien, S. 5; Kaiser/Klinkenberg, Cortison, S. 26 ff.

ronazetat-Präparate mit wie üblich höchst diffuser Indikation. Zwar war Morbus Addison der wenn auch kaum gesicherte Referenzpunkt der Nebennierenrindenhormone, aber diese Krankheitserscheinung war zugleich auch selten und für die Etablierung eines Medikaments wenig lukrativ erscheinend. Erst seit 1948 renommierte Cortison dann als das von Merck in den USA produzierte Erfolgsprodukt bei rheumatischen Erkrankungen.⁵⁷² Cholesterin stellte seit 1935 vor allem aber das Ausgangsmaterial der industriellen Wirkstoffsynthese dar, wie sie Butenandt zusammen mit Schering etablierte.⁵⁷³ Die Zusammenführung der Nebennieren- und Sexualhormone erwies sich als ein industriell und wissenschaftlich bahnbrechendes Ereignis, das zudem das Interesse des nationalsozialistischen Staates an einer gesicherten Befriedigung des Hormonbedarfs zu erfüllen versprach.

Während die Sexualhormonforschung in Deutschland von der Arbeitsgemeinschaft Butenandt-Schering nahezu monopolisiert wurde, Butenandt zur führenden Figur der Biochemie und Schering zum erfolgreichsten Produzenten von Sexualhormonen avancierte, fand die Reindarstellung der Vitamine neben dem Chemischen Laboratorium der Universität Göttingen maßgeblich am Heidelberger KWI für Medizinische Forschung und in enger Zusammenarbeit mit Merck und IG Farben statt. Zu Beginn der 1930er Jahre kam es zu einer außerordentlichen Beschleunigung der Vitaminforschung. Der Grund dafür bestand neben der intensiveren finanziellen Förderung vor allem in den neuen Test-, Trenn- und Analyseverfahren sowie einem besseren präparativen Zugang zur Strukturaufklärung und Charakterisierung der chemisch unterschiedlichen Stoffe.⁵⁷⁴ Am Lister Institute hatte Funk noch während des Ersten Weltkriegs vergebens an der Isolierung des antineuritischen Faktors gearbeitet. Anfang der 1920er Jahre wurde schließlich angenommen, dass ein solches Vitamin B in den äußeren Schichten des Reiskorns, in der Aleuronschicht und im Keimling säße.⁵⁷⁵ 1926 hatte der niederländische Forscher B. C. P. Jansen zusammen mit Willem F. Donath auf Java ein Anti-Beriberi-Vitamin in kristallisierter Form aus Reiskleie gewonnen. Es handelte sich um eine stickstoffhaltige Base mit der Summenformel $C_6H_{10}ON_2$.⁵⁷⁶ Die Göttinger Arbeitsgruppe um Windaus schloss hier an, verwendete aber statt Reiskleie Hefe als Ausgangsmaterial. Rudolf Grewe und Rudolf Tschesche arbeiteten intensiv an der Konstitution und Synthese von Vitamin B_1 (Thiamin). 1931 stellten dann Windaus, Laquer und Tschesche aus Bierhefe kristallisiertes Vitamin B_1 , das zusätzlich Schwefel ($C_{12}H_{16}ON_4S$) beinhaltete, dar. Die so gewonnene Substanz wirkte bei Tauben Polyneuritis verhütend.⁵⁷⁷ 1936 leisteten Hans Andersag und Kurt Westphal im IG-Farbenwerk Elberfeld die Konstitutionsaufklärung und nachfolgende Synthese von Vitamin B_1 , das als Betaxin auf den Markt gebracht wurde. 1939 konnte Windaus entsprechend die DFG daran erinnern, dass auch

572 Haller, *Stress*, S. 182–185; und Kaiser/Klinkenberg, *Cortison*, S. 36–39.

573 Gaudillière, *Professional or Industrial Order*, S. 119; und Gaudillière, *Biochemie*, S. 209 f.

574 Grundmann, *Medizinische Forschung*, S. 404.

575 Mezger, *Der jetzige Stand*, S. 610.

576 Jansen/Donath, *On the Isolation*; Carpenter, *Beriberi*, S. 109 ff., 202, 205.

577 Wagner-Jauregg, *Die Chemie der Vitamine*, S. 379; Haas, *Vigantol*, S. 82 f.

das Vitamin B zuerst in Göttingen aus Hefe in kristallisiertem Zustand dargestellt und in Zusammenarbeit mit der IG Farben synthetisiert worden sei.⁵⁷⁸

Auch an der Isolierung des Vitamin C war zunächst mit dem Norweger Ottar Rygh ein früherer Mitarbeiter Windaus' auf allerdings umstrittene Weise beteiligt. Rygh behauptete 1932, dass das Vitamin C in Beziehung zu Narkotinderivaten stehe und es ihm gelungen sei, das Vitamin künstlich darzustellen.⁵⁷⁹ Ryghs Arbeitsgruppe hatte Apfelsinensaft im Vakuum eingedampft und den Rückstand mit Äther von Öltröpfchen befreit. Die klare Lösung wurde dann schwach mit Natronlauge alkalisiert und wieder mit Äther ausgeschüttelt. Nach Verdunsten des Äthers verblieben wenige Kristalle und ein Öl, das sich als deutlich antiskorbutisch erwies. Das gleiche Verfahren, an unreifen Früchten angewendet, ergab wenig Öl, aber dafür mehr Kristalle, die sich, berichtete Rygh, als identisch mit Narkotin, dem Alkaloid des Opiums, erwiesen. Rygh deutete dieses Vorkommen von Narkotin in unreifen Früchten und dessen Abnahme in der reifen Frucht, einen mittlerweile anerkannten Mechanismus aufgreifend, so, dass es sich beim Narkotin um ein Provitamin handeln müsse, welches beim Reifungsprozess in Vitamin C übergehe. Experimentell sollte eine solche Überführung sowohl mit Ultraviolettbestrahlung als auch auf chemischem Weg gelungen sein.⁵⁸⁰ Diese für Aufsehen sorgende Mitteilung konnte allerdings Nachprüfungen nicht standhalten. Vor allem im Forschungslaboratorium von Merck in Darmstadt wurde die Narkotinhypothese infrage gestellt.⁵⁸¹ Dennoch verlief auch beim Vitamin C die Entwicklung rapide. „Über die chemische Natur des C- oder antiskorbutischen Vitamins wusste man vor etwa 1½ Jahren so gut wie nichts“, bemerkte 1933 Wagner-Jauregg in einem Überblicksartikel über die Chemie der Vitamine, „heute kann man diese Substanz in großen Mengen in schönen, weißen Kristallen herstellen.“⁵⁸² Im Jahr 1932 gelang Albert von Szent-Györgyi und Josef Tillmans mit einem rein chemischen Nachweis die Reindarstellung des Vitamin C. Szent-Györgyi konnte auf Forschungen aus dem Jahr 1928 zurückgreifen, bei denen er aus der Nebennierenrinde, aber vor allem auch aus Kohlblättern eine Substanz isoliert hatte, die auf saure Jodlösung stark reduzierend wirkte und die er auf den Namen Hexuronsäure taufte. Deren Aufgabe bestehe darin, den Wasserstoff der Nahrungstoffe zum Sauerstoff zu transportieren. In der Mitte der Reaktionskette vermittele sie als „Wasserstofftransporteur“ die Zelloxydation. Zudem hatte Tillmans gleichzeitig mit Sylvester Zilva Vitamin C-Gehalt und Reduktionsvermögen von Pflanzensäften gegenüber saurer Jodlösung und Dichlorphenolindophenollösung parallelisiert: Der antiskorbutische und der reduzierende Faktor mussten identisch sein, denn Hexuronsäure und Vitamin C konnten beide reversibel oxidiert werden. Im Herbst 1931 bestimmte Szent-Györgyi zusammen mit Joseph Louis Svirebely die isolierte Hexuronsäure als antiskorbutisch, und im Mai 1932 proklamierte er fei-

578 Windaus an DFG (2.10.1939), in: BA Koblenz, R 73/15730.

579 Rygh, Das C-Vitamin; und Römcke/Rygh, Ein Fall.

580 Herzog, Neue Arzneimittel, S. 194.

581 Micheel, Das antiskorbutische Vitamin, S. 186; und Thieme, Vitamin C.

582 Wagner-Jauregg, Die Chemie der Vitamine, S. 377.

erlich, dass er zum ersten Mal öffentlich die Identität der Hexuronsäure mit dem Vitamin C aussprechen könne. In Absprache mit dem Birminghamer Institut von Norman Haworth, wo intensiv am Vitamin C gearbeitet wurde, setzte sich die auf die antiskorbutische Wirkung abzielende Bezeichnung „Ascorbinsäure“ durch. Besonders auffallend war das Reduktionsvermögen der Ascorbinsäure, die, so Szent-Györgyi, „gewaltige Reaktivität“ dieses „stärkst reaktiven Kohlehydrat(s)“, die „unerhörte Reaktivität“.⁵⁸³ Im Mai 1933 gelang Fritz Micheel, seit 1931 Privatdozent bei Windaus, schließlich die Aufklärung des chemischen Baus. Auch diese Arbeiten wurden von der Notgemeinschaft finanziert und von Merck mit Ausgangsmaterialien ermöglicht.⁵⁸⁴

Am Kuhnschen Institut in Heidelberg, hieß es zusammenfassend im November 1940 in einem Bericht an den Stiftungsverband der DFG, werde über die Isolierung, Konstitutionsbestimmung und Synthese von Vitaminen gearbeitet. Nach Aufklärung der pflanzlichen Vorstufen und einer Synthese von Vitamin A würden insbesondere die Vitamine der B-Gruppe näher untersucht. Von diesen seien das Laktoflavin, das Adermin und die Pantothensäure rein dargestellt und künstlich aufgebaut worden.⁵⁸⁵ Steenbock hatte 1919 versucht, das fettlösliche Vitamin A anzureichern. Dieses blieb beim Verseifen der Fette im unverseifbaren Anteil, ging aber bei den verschiedensten Reinigungsoperationen dem Carotin, einem der Gruppe der Karotinoide zugehörigen Pflanzenfarbstoff, parallel. Katsumi Takahashi stellte 1925 hingegen aus Lebertran ein Präparat her, das er, da er es als Sterinderivat ansah, Biosterin nannte. Hans Seel, Leiter des Forschungsinstituts für klinische Pharmakologie in Hamburg, folgte Takahashi und vermutete, dass es sich beim Vitamin A um ein Abbauprodukt des Cholesterinstoffwechsels, das Oxycholesterin, handle. Die Arbeitsgruppe von Paul Karrer gewann 1931 Vitamin A aus den Leberölen von Flundern und Makrelen in nahezu reiner Form. Es handelte sich dabei um einen Alkohol der Karotinoidreihe.⁵⁸⁶ Dies war der Forschungsstand, als Kuhn zusammen mit Edgar Lederer und Alfred Winterstein die Auftrennung des Carotins in α - und γ -Carotin gelang. Beide, ebenso wie das bereits dargestellte β -Carotin, bestanden die Prüfung an A-vitaminfrei ernährten Ratten.⁵⁸⁷ Die Erfolge der Kuhnschen Arbeitsgruppe beruhten auf einer Wiederaufnahme der Erfahrungen, die Michail S. Tswett 1903 mit der Trennung durch Adsorption bei der Isolierung von Blattfarbstoffen, der Papierchromatografie, gemacht hatte. Tswett hatte einen petrolätherischen Blattauszug auf eine in ein vertikal gestelltes Glasrohr eingestampfte Säule von pulverförmigen Calciumcarbonat gegossen. Der scheinbar homogene Pigmentinhalt der durchsickernden Lösung zerlegte sich und lagerte sich in verschiedenen, klar getrennten Zonen ab. Es ergab sich ein chemisch oder spektroskopisch analysierbares Chromatogramm.

583 Szent-Györgyi, Vitamin C, S. 852 f.

584 Micheel/Kraft, Eine Synthese; und Micheel, Zur Kenntnis.

585 Bericht an den Stiftungsverband der Dt. Forschungsgemeinschaft (unleserlich, vermutlich 6.11.1940), in: MPG-Archiv, I. Abt., Rep. 29, Nr. 360.

586 Wagner-Jauregg, Die Chemie, S. 373 f.; und Kuhn, Die Entdeckung, S. 310.

587 Kuhn, Carotin.

Besonders interessant war, dass Tswett dabei bereits die Absonderung des Carotins gelungen war. Die Chemie der Carotinoide wurde maßgeblich mit ständig verbesserten chromatografischen Methoden durchgeführt. Brockmann standardisierte dazu in Zusammenarbeit mit Merck 1934 Aluminiumoxyd als Chromatografie-material.⁵⁸⁸ Der Pflanzenfarbstoff Carotin, der sich chemisch durch die regelmäßige Aufeinanderfolge einfach und doppelt verknüpfter Kohlenstoffatome in offener Kette auszeichne, habe Vitamin A-Wirkung, so konnte Theodor Wagner-Jauregg diese Arbeiten kanonisieren, sei aber nicht das Vitamin selber, sondern ein Provitamin, welches im Organismus zerlegt werde.⁵⁸⁹

Wagner-Jauregg berichtete zudem 1933, dass die Verfütterung aller zu dieser Zeit bekannten Vitamine an Ratten für deren Wachstum gar nicht ausreiche. Zumindest ein obligatorisches Vitamin schien noch zu fehlen. Da sich neben dem Wachstumsstillstand bei einigen Tieren auch Symptome zeigten, die der menschlichen Hautkrankheit Pellagra ähnelten, die vor allem in jenen Regionen vorkam, wo Mais einen Hauptnahrungsbestandteil darstellte, wurde diese als eine Avitaminose, eine Mangelerkrankung, bestimmt und der fehlende leistungsstarke Vitaminfaktor als Vitamin B₂ bezeichnet. Kuhns Arbeitsgruppe, zu der Paul György und Wagner-Jauregg gehörten, identifizierte das Vitamin B₂ als eine vor allem in Hefe, Leber, Herz und Niere vorkommende wasserlösliche, gelbe, aber auch grün fluoreszierende Farbstoffgruppe, die sie als Flavine bezeichneten. Es gelang der Arbeitsgruppe schließlich einen in enger Beziehung zum Vitamin B₂ stehenden Farbstoff namens Laktoflavin aus 50.000 Liter Molke zu kristallisieren.⁵⁹⁰ Das Vitamin B₂ konnte in eine Reihe von Teilfaktoren zerlegt werden, die nach der Art des Mangels – Wachstumsstillstand, Pellagra, Blutarmut – unterschieden wurden. Als Wachstumsfaktor fungiert das Laktoflavin, das Vitamin B₂ im engeren Sinne. Pellagra stellte jedoch bei Mensch, Ratte und Huhn verschiedene Krankheitseinheiten dar und musste deshalb auch durch verschiedene Vitamine geheilt werden. Das Pellagra verhütende Vitamin beim Menschen war danach die Nicotinsäure. Aber auch das regelmäßig im tierischen Organismus als Bestandteil von bestimmten Fermenten vorkommende Amid der Nicotinsäure erwies sich als pellagrawirksam. Dass Warburg und Euler dieses Amid als einen Gerüstbestandteil der am Kohlenhydrateabbau wesentlich mitbeteiligten Cozymase und Codehydrase II identifizierten, verweist darauf, dass sich mit diesen Arbeiten der biochemische Fokus von der biologischen Kausalverbindung Mangel-Leistung auf stoffwechselchemische Prozesse verschob.⁵⁹¹ Mit einer weiteren, maßgeblich aus Gerhard Wendt und Kurt Westphal bestehenden Arbeitsgruppe und in Kooperation mit den wissenschaftlich-chemischen Laboratorien der IG Farben arbeitete Kuhn Ende

588 Brockmann an DFG (13.3.1941), in: BA Koblenz, R 73/10485. Zechmeister/Cholnoky, Dreißig Jahre, S. 68 f., 75 f. Zur Chromatografie: Ettre, Chapters; Gehrke/Wixom/Bayer, Chromatography; und Cerruti, The Impact.

589 Wagner-Jauregg, Die Chemie, S. 374.

590 Kuhn, Über die Wirkungsweise, S. 249; und Wagner-Jauregg, Die Chemie der Vitamine, S. 380.

591 Kühnau, Neue Vitamine.

der 1930er Jahre abschließend an der Reindarstellung und Synthetisierung des Vitamin B₆, ein Adermin genannter Hautwuchsstoff, dessen klinische Potenziale allerdings unklar waren. Kuhn orientierte Adermin in enger Kooperation mit dem Heereswaffenamt in Richtung eines Prophylaktikums und Therapeutikums bei Hautverletzungen, die durch Kampfstoffe herbeigeführt wurden. In diesem Zusammenhang stehen auch die berüchtigten Menschenversuche, die der Anatom August Hirt in Straßburg zum Einfluss von Vitamingaben auf Insektenstiche und Läusebisse an KZ-Häftlingen durchführte.⁵⁹²

Die Vielfältigkeit an Avitaminosen und wirksamen Nahrungsmitteln legten es nahe, nach noch mehr Vitaminen zu jagen. Von der langen Liste der in der Folge entdeckten Vitamine hatten jedoch nur die Vitamine E, H, K und P eine längere Lebensdauer. Die Indikation für das Vitamin P war noch zu Beginn der 1940er Jahre nicht geklärt. Paprikapräparate und Zitronensaft hatten bei Skorbut eine bessere Wirkung als das reine Vitamin C gezeigt. Szent-Györgyi vermutete, dass das dort enthaltene Vitamin C mit einer anderen Substanz zusammenwirke. Es gelang ihm diese Substanz, die er Vitamin P nannte, in kristallisierter Form darzustellen. Dieser blassgelbe Stoff gehörte in die Gruppe der Flavonfarbstoffe. Ob dem von Bayer als Permeabilitätsvitamin P (Citrin) hergestellten Farbstoff Vitamincharakter zukomme, so Hans-Joachim Bielig und Leonhard Birkofer vom KWI für Medizinische Forschung, sei allerdings nicht sicher entschieden, weshalb der Name „Vitamin P“ auch lieber vermieden werden sollte.⁵⁹³ Marktfähiger, staatswichtiger und therapeutisch nützlicher erschien das Vitamin K. 1929 hatte Henrik Dam vom Biochemischen Institut der Universität Kopenhagen experimentell erarbeitet, dass junge Hühner und Enten, die mit einem bestimmten fettfreien, jedoch A- und D-Vitamin enthaltenden Futter ernährt wurden, an Blutungen erkrankten und starben. Dams Arbeiten etablierten in der ersten Hälfte der 1930er Jahre ein fettlösliches Vitamin, das blutungsverhindernd wirkte und Vitamin K genannt wurde.⁵⁹⁴ Auf welche Weise Vitamin K dazu beitrug, Prothrombin zu bilden, war noch zu Beginn der 1940er Jahre nicht geklärt. Gleichwohl war die Option, mit Vitamin-K-Gaben die Blutgerinnung zu normalisieren, von klinischer Bedeutung bei der Behandlung von Gerinnungsanomalien. Indiziert wurde es auch bei der Hypothrombinämie der Neugeborenen.⁵⁹⁵ Die Reindarstellung, Konstitutionsaufklärung und Synthese des Vitamin K durch die Forschungsgruppen Doisy und Karrer fanden in den Jahren 1938 bis 1940 statt. 1943 erhielten sie für ihre Leistungen gemeinsam den Nobelpreis. Zwar waren Vitamin K-Forschungen durchaus kriegswichtig, wurden aber durch die bevölkerungspolitisch bedeutsamen Arbeiten zum Vitamin E in den Schatten gestellt. Windaus Mitarbeiter Walter John zog es jedenfalls vor, alle Anstrengungen auf den letztgenannten

592 Kuhn/Andersag/Westphal/Wendt, Vitamin B₆; und Kuhn/Wendt/Westphal, Die Konstitution. Schmaltz, Kampfstoff-Forschung, S. 391 f., 530–534; und Deichmann, Flüchten, S. 353 ff.

593 Kühnau, Neue Vitamine; Schäber, Das Permeabilitätsvitamin P; und Bielig/Birkofer, Blutungen, S. 265.

594 Kühnau, Neue Vitamine; Dam, Vitamin K; und Dam, The Antihæmorrhagic Vitamin.

595 John, Fettlösliche Vitamine, S. 212 f.

Wirkstoff zu konzentrieren.⁵⁹⁶ Das in den 1930er und 1940er Jahren vor allem im nationalsozialistischen Deutschland große Erwartungen weckende Vitamin E war bereits in den 1920er Jahren als geburtstragende Substanz mit Antisterilitätswirkung eingeführt worden. Herbert M. Evans, George O. Burr und Katherine S. Bishop hatten 1922 im Rahmen ihrer Fruchtbarkeitsforschungen bei Ratten Störungen der Fortpflanzungsfähigkeit experimentell durch die Fütterung mit grünen Blättern und Weizenkeimen behoben. Sie ermittelten schließlich in den Weizenkeimen einen spezifischen Faktor, den sie für den Effekt der Sterilitätsbehandlung verantwortlich machten. Zwei Jahre später taufte Bennett Sure diese auch in Hafer, Frischfleisch und Milchfett auffindbare Substanz auf den Namen Vitamin E. Evans wiederum fasste die Verbindungen aufgrund ihrer vermuteten Antisterilitätswirkung als Tokopherole, das heißt als geburtstragende Substanzen, zusammen.⁵⁹⁷ Tokopherole, so lautete die Forschungsmeinung der 1920er und 1930er Jahre, seien Vitamine in der Funktion von Hormonen. Als Kurt Wachholder auf der 26. Versammlung der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie einen ausführlichen Vortrag zur Rolle der Vitamine im menschlichen Organismus vor allem während der Schwangerschaft hielt, wies der Frankfurter Fritz Stähler darauf hin, dass Vitamin E in hohen Dosen Progesteron ersetzen und auch als „exogenes Schwangerschaftshormon“ bezeichnet werden könne: α -Tokopherolacetat erfülle eine doppelte Aufgabe, in kleinen Mengen wirke es als Vitamin, in großen als Hormonersatz.⁵⁹⁸ Angezeigt war es in den 1930er Jahren für die Sterilitätsbehandlung und in der Fortpflanzungsphysiologie. Es stellte damit für den nationalsozialistischen Staat eine höchst willkommene Alternative zu den Sexualhormonen dar.⁵⁹⁹ Der Göttinger Chemiker Erich Gierhake, ein früherer Volksschullehrer, der nach Chemiestudium und Verbandsexamen 1928 zu Heinrich Martius an die Universitätsfrauenklinik in Göttingen gelangt war, versprach, eine organisch-chemische Methode zu erarbeiten, vermittle es gelingen sollte, durch Abtrennung indifferenten Sterole eine geeignete Reinheitsstufe dieses Vitamins zu erlangen.⁶⁰⁰ Er wollte ein Verfahren etablieren, um Vitamin-E-reiche Fraktionen aus Weizenkeimfett zu erzielen und zur diätetischen Behandlung weiblicher Sterilitäten aber auch zur Regeneration der Spermiogenese einzusetzen.⁶⁰¹ Allerdings wurde er vom wissenschaftlichen Establishment, namentlich von Butenandt und Kühn, aufgrund seiner ihrer Meinung nach ungenügenden chemischen Ausbildung und der mangelhaften Ausstattung seines Laboratoriums nicht anerkannt. Dies hinderte die DFG allerdings nicht daran, die biopolitisch bedeutsamen Forschungsarbeiten langfristig

596 John, *Fettlösliche Vitamine*, S. 209–212.

597 Geer, *Die Tokopherole*, S. 1.

598 Stähler/Rabe/Hopp, *Experimentelle Untersuchungen*; und Wachholder, *Die Rolle der Vitamine*.

599 Schroeder, *Der Stand*, S. 447.

600 Martius an Notgemeinschaft (19.7.1934), in: BA Koblenz, R 73/11232.

601 Gierhake an DFG (25.9.1935), in: BA Koblenz, R 73/11231. Schäfer, *Weitere Erfahrungen*; und Rojahn, *Über die neuen Arzneimittel des Jahres 1936*, S. 209.

finanziell zu fördern.⁶⁰² 1936 meldete die Wissenschaftspresse, dass Gierhake es geschafft habe, ein hochkonzentriertes Vitamin E-Präparat zu gewinnen, das bereits in der Menge von wenigen Milligramm imstande sei, ein durch Vitamin E-Mangel unfruchtbar gemachtes Rattenweibchen wieder gebärfähig zu machen.⁶⁰³ Es war jedoch erneut Karrer, der 1936 die Konstitutionsaufklärung des Vitamin E erreichte. Erhard Fernholz stellte im selben Jahr die Strukturformel des chemisch zu den Tokopherolen α und β gehörenden Vitamins auf und wiederum Karrer gelang dann zwei Jahre später auf dieser Basis die, so John, „überraschend elegante Synthese“.⁶⁰⁴ Vor allem John sollte dann Anfang der 1940er Jahre höchst erfolgreich zur Synthese des Vitamin E forschen. Der DFG teilte er triumphierend mit, dem Vitamin E komme in der Human- und Veterinärmedizin eine bedeutende Rolle zu. Sterilitäten und Schwangerschaftsstörungen hätten sich in drei Viertel der Fälle durch Verabreichung von Vitamin E als heilbar erwiesen.⁶⁰⁵

Die große Welle der Reindarstellung und Konstitutionsermittlung ebte im Bereich der Hormone und Vitamine in den 1940er Jahren ab. Entweder war die Arbeit wie bei den Sexualhormonen getan, oder es taten sich zunächst unüberwindbare Schwierigkeiten wie beim Insulin auf. Bis 1935 veröffentlichte Karl Freudenberg vom Chemischen Institut der Universität Heidelberg mit wechselnden Mitarbeitern sowie in Kooperation mit Wegmann zahllose Mitteilungen über das Insulin. Bei ihren Versuchen ging es darum, „die maßgebende(n) Atomgruppierung des Insulins dadurch zu ermitteln, daß die Bedingungen verglichen werden, unter denen das Hormon seine Wirksamkeit verliert und wiedergewinnt“.⁶⁰⁶ Eine Konstitutionsaufklärung, so Robert Ammon und Wilhelm Dirscherl, erwies sich beim Insulinmolekül als unmöglich, „da man wegen der Größe des Moleküls nicht rein analytisch, wie bei den kleinen Molekülen des Adrenalins oder der Sexualhormone, die Funktion der einzelnen Gruppen aufklären kann“.⁶⁰⁷ Beim Insulin, so Freudenberg, handle es sich um einen Eiweißkörper, der sich von anderen seiner Art nicht zu unterscheiden scheine, „- bis auf seine merkwürdige Fähigkeit, den Zucker im Blute herabzusetzen“. Um die Konstitution dieses Stoffes zu erfassen, schrieb Freudenberg, betreibe er seit einiger Zeit am Insulin Strukturchemie.⁶⁰⁸ Finanziert von der Notgemeinschaft arbeitete Freudenbergs Arbeitsgruppe zu Beginn der 1930er Jahre an der Untersuchung der physiologisch wirksamen Atomgruppe. Problematisch war, dass jeder Versuch der Isolierung etwa durch Acetylierung mit Verlust an Wirksamkeit einherging. Freudenberg nahm im

602 E. Gierhake, „Das Fruchtbarkeitsvitamin E“ (Manuskript, 25.9.1935), in: BA Koblenz, R 73/11231. Gierhake an DFG (25.9.1935), in: BA Koblenz, R 73/11231.

603 -r-r., Das Fruchtbarkeitsvitamin.

604 John, Das Antisterilitätsvitamin E, S. 330.

605 Windaus an Deutschen Forschungsrat und DFG (18.1.1939), in: BA Koblenz, R 73/15730 sowie John an DFG (14.4.1939), John an DFG (15.12.1939) und John an DFG (23.12.1940), in: BA Koblenz, R 73/11967.

606 Freudenberg/Wegmann, Der Schwefel, S. 159. Das Insulin erschien zunächst als „Disulfidproblem“. Freudenberg/Wegmann, Der Schwefel, S. 160 f.

607 Ammon/Dirscherl, Fermente, S. 162.

608 Freudenberg, Die Chemie, S. 93.

Anschluss an die zeitgenössischen Enzymforschungen an, dass zwischen einem in seiner Gesamtheit notwendigen, in den Einzelheiten seines Aufbaus aber einigermaßen gleichgültigen proteinartigen Träger auf der einen Seite und einer speziellen, begrenzten, keine Veränderung ertragenden „wirksamen Gruppe“ auf der anderen Seite zu unterscheiden sei.⁶⁰⁹ Zur „Leitsubstanz für die Strukturaufklärung von Proteinen“ wurde das Insulin aber erst Mitte der 1940er Jahre. Freudenberg war an diesen Arbeiten nicht mehr beteiligt.⁶¹⁰

Die naturstoffchemischen Standardisierungsarbeiten erwiesen sich beim Vitamin D, dem Vitamin A, den Sexualhormonen sowie den B-Vitaminen als außerordentlich erfolgreich. Die Arbeitsgruppen von Butenandt, Kuhn und Windaus, finanziert von der DFG und der pharmazeutischen Industrie, hatten zahlreiche Wirkstoffpatente in Deutschland gesichert, industriell anwendbare Verfahren zur Hormon- und Vitaminproduktion etabliert und leistungsstarke Agentien für ökonomische, medizinische und kriegswichtige Zwecke aktiviert. Von einem Forschungsrückstand konnte angesichts dieser so erfolgreich mobilisierten Arbeitsgruppen keine Rede mehr sein. Das Versprechen außerordentlicher Leistungen kleinster chemischer Agentien bei der Behebung von Mangelzuständen war seit den 1930er Jahren in Molekülen und Arzneimitteln materialisiert. Problematisch für die *Aktivierung* der Substanz war neben der Bestimmung des Wirkstoffgehalts vor allem die möglichst günstige und von Rohstoffimporten unabhängige Gewinnung von wirksamen Präparaten. Die Synthese war genau dann eine logische Konsequenz, wenn sie die Überwindung dieser Schwierigkeiten ermöglichte.

3.2. SYNTHETISIERUNG: NATÜRLICHE ODER KÜNSTLICHE WIRKSTOFFE, 1934–1964

Die erste Synthese eines Wirkstoffs war bereits 1901 beim Adrenalin durchgeführt worden. Es dauerte weitere 26 Jahre bis Harington 1927 die Synthese des Thyroxins gelang.⁶¹¹ Biochemiker wie Ernst Chain sprachen von einem klassischen Dreischritt in der Hormonforschung: zuerst die Suche nach wirksamen Sekreten einzelner Organe, dann die Isolierung der Wirksubstanz und die Aufklärung der chemischen Struktur, schließlich die Halb- oder Totalsynthese.⁶¹² Als Totalsynthese galt nur der Aufbau der ganzen Molekülstruktur aus ihren Elementen. Andere Möglichkeiten der Synthese waren die Zerkleinerung einer komplizierten Verbindung oder die Anfügung von Teilen an einen einfachen Körper. Die Totalsynthese war lehrbuchhaft eine eingeübte Methode der Überprüfung der Molekülstruktur, der endgültige Beweis der chemischen Struktur. Die Teilsynthese diente hingegen nicht nur dem Nachweis der Struktur, sondern der Bereitstellung einfach zugänglicher und preiswerter Verbindungen; sie war von ökonomischer Bedeutung, eine

609 Freudenberg, Das Insulinproblem, S. 55; Glaesmer, Zur Entwicklung, S. 61 f.

610 Glaesmer, Zur Entwicklung, S. 99.

611 Barger, Neuere, S. 943.

612 Chain, Akademische und industrielle Beiträge, S. 833. Wimmer, Wir haben, S. 308 f.

Möglichkeit der relativ einfachen Produktion von wirksamen Isomeren, das heißt von Substanzen mit identischer Zusammensetzung, aber verschiedenen Eigenschaften.⁶¹³ Jedoch war gerade die Synthese von Naturstoffen als besondere Leistung der deutschen Organischen Chemie, wie sie Liebig und Baeyer erbracht hatten, zu Beginn des 20. Jahrhunderts keineswegs mehr das vorrangige Ziel wissenschaftlich-industrieller Produktivität. Die naturstoffchemischen Isolierungserfolge stellten in den 1920er und 1930er Jahren die Potenziale der synthetischen Organischen Chemie in den Schatten.⁶¹⁴ Erst Mitte der 1930er Jahre wurde die Synthese vor allem aus Kostengründen wieder zu einem attraktiven Ziel der wissenschaftlich-industriellen Kooperationen. Für die Schering AG etwa war gerade nicht die chemische Totalsynthese der Sexualsteroiden das Ziel, sondern die systematische Produktion von Analoga und deren Teilsynthese.⁶¹⁵ 1937 verhandelten Organon, Ciba und Schering über gemeinsame Anstrengungen, um eine Totalsynthese der Sexualhormone zu ermöglichen. Vonseiten Scherings, das anders als die IG Farben zunächst auf natürliche Hormone spezialisiert war, wurde jedoch ablehnend darauf hingewiesen, dass total synthetisierte Präparate preislich kaum Testosteron aus Cholesterin und Östron aus Stutenharn unterbieten könnten und es nicht unwahrscheinlich sei, dass die Synthese die spezifische Wirksamkeit nicht erreichen könne. Butenandt strebte ausgehend von der These, dass der chemische Stoffwechsel im Labor die physiologische Realität in den Zellen widerspiegeln müsste, eher danach, Zwischenstrukturen von Androsteron und Östradiol herzustellen.⁶¹⁶

Es vollzog sich also weniger ein Paradigmenwechsel von der Extraktion zur Synthese, vielmehr bestand ein Konkurrenzverhältnis bezüglich der Rohstoffbeschaffung, der technischen Verfahren und der innovativen Produktionsbedingungen.⁶¹⁷ Die Synthese der Wirkstoffe reüssierte vor allem als ein ökonomisches Problem der kostengünstigen und industriell realisierbaren Hormon- und Vitaminherstellung. Es war zu Beginn der 1930er Jahre keineswegs evident, dass die Synthese der Isolierung aus zugänglichen Rohstoffen überlegen sei.⁶¹⁸ Einschneidend war jedoch, dass es Tadeus Reichstein im Frühjahr 1933 gelang, Ascorbinsäure aus der Zuckerart Xylose zu synthetisieren. Das Syntheseprodukt, d-Ascorbinsäure, drehte allerdings anders als das Naturprodukt, l-Ascorbinsäure, nach rechts. Bei Hoffmann-La Roche wurde im Laufe des Jahres 1933 die physiologische Wirksamkeit der d-Ascorbinsäure mit enttäuschenden Ergebnissen an Meerschweinchen getestet. In der Folge konzentrierte Reichstein seine Arbeiten auf die Etablierung eines großtechnisch anwendbaren Verfahrens zur Umwandlung der kaum wirksamen d-Ascorbinsäure in hochwirksame l-Ascorbinsäure. Reichstein musste Hoffmann-La Roche erst noch von der Möglichkeit der Synthese überzeu-

613 Karlson, Adolf Butenandt, S. 79; Jacob, *Die Logik*, S. 246, 267.

614 Bud, *Wie wir*, S. 12–15.

615 Gaudillière, *Hormones at Risk*, S. 150 f.

616 Gaudillière, *Biochemie*, S. 207–210.

617 Walsh, *Paradigms*.

618 Bächli, *Natürliches oder künstliches Vitamin C*; und Bächli, *Precarious Matters*.

gen, zumal Szent-Györgyi und Karrer dem Baseler Unternehmen die Isolierung von Ascorbinsäure aus Paprika anboten. Im Oktober 1933 konnte Reichstein dann der wissenschaftlichen Abteilung von Hoffmann-La Roche die erfreuliche Mitteilung machen, dass ihm eine technisch brauchbare Synthese der Ascorbinsäure gelungen sei. Zeitgleich publizierten auch Norman Haworth und Edmund Hirst über die von ihnen erfolgreich durchgeführte Synthese der d- und l-Ascorbinsäure.⁶¹⁹

Auch bei der Vitaminsynthese waren es wieder die Laboratorien von Kuhn und Windaus, an denen DFG- und industriefinanziert die entscheidenden Arbeiten stattfanden. 1935 gelang es gleichzeitig Kuhn in Deutschland und Karrer in der Schweiz, Laktoflavin synthetisch herzustellen. Auch hier war es notwendig, ein industriell einfaches Herstellungsverfahren zu erarbeiten. In Kuhns KWI für Medizinische Forschung war damit der Südtiroler Chemiker Fritz Bär beschäftigt. Die für die Synthese erforderliche d-Ribose war mit einem Handelspreis von 240.000 RM je Kilogramm äußerst kostspielig und nur aufwendig zu gewinnen. Bär hatte nun einen neuen Weg zur Darstellung der d-Ribose gefunden, der nur zwei bis drei Zwischenstufen erforderte. Die Ausarbeitung dieses Verfahrens, so verwendete sich Kuhn für Bär gegenüber der DFG, sei von allergrößter Bedeutung für das Laktoflavin, ebenso wie für zahlreiche von der d-Ribose abgeleitete Nucleoside und Nucleotide.⁶²⁰ John arbeitete seit Mitte der 1930er Jahre in Göttingen an der Synthese tokopherol-ähnlicher Antisterilitätsfaktoren. Zusammen mit seiner technischen Assistentin Hella Herrmann gelang ihm schließlich die Synthese des α -Tokopherol. Mit dem Cumo-Tokopherol etablierte John neben den α -, β - und γ -Tokopherolen die Gewinnung eines weiteren Vitamin E-wirksamen Stoffes.⁶²¹ Das Forschungsziel Johns, an dem er seit 1939 mit Unterstützung der DFG arbeitete, war es, synthetische Produkte herzustellen, die leichter und billiger zugänglich waren als die Tokopherole.⁶²² Die biologische Prüfung der von John und Herrmann synthetisierten homologen α -Tokopherole fand im Laboratorium von Merck statt. Durch diese Verbindung mit Merck konnte das Verfahren auch rechtzeitig in den USA zum Patent angemeldet werden, um so die technisch-wirtschaftliche Priorität zu sichern.⁶²³

Karl Dimroth wiederum, der 1936 bei Windaus promoviert hatte, arbeitete seit 1937 DFG-gefördert mit Kondensationsketonen als Ausgangsprodukten zur Synthese Vitamin-D-ähnlicher Verbindungen.⁶²⁴ Nachdem er sich vor allem mit Sterinen befasst hatte, beschrieb er sein neues Forschungsvorhaben so, dass er durch Synthese Stoffe aufbauen wolle, die einen ähnlichen Bau und ähnliche

619 Bächi, *Natürliches oder künstliches Vitamin C*, S. 448–451.

620 Kuhn an DFG (14.11.1935), in: BA (Koblenz), R 73/16339.

621 Kühnau, *Neue Vitamine*.

622 John an DFG (14.4.1939) und John an DFG (6.8.1941), in: BA Koblenz, R 73/11967.

623 John an DFG (23.12.1940) und John an DFG (15.12.1939), in: BA Koblenz, R 73/11967.

624 Karl Dimroth, „Bericht über den Stand der Arbeiten: Synthetische Versuche zur Darstellung der antirachitischen Vitamine III (20.7.1939)“, in: BA Koblenz, R 73/10726. Seine Ergebnisse publizierte Dimroth in drei Mitteilungen in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Als letzter Bericht: Dimroth/Jonsson, *Synthetische Versuche*.

Eigenschaften wie das antirachitische Vitamin besäßen. Eine solche Synthese erlaube es möglicherweise, zu Produkten zu gelangen, durch die sich, durch Änderung an bestimmten Stellen des Moleküls, neue Beziehungen zwischen Konstitution und physiologischer Wirksamkeit der D-Vitamine finden ließen.⁶²⁵ Es sei gar nicht notwendig, das höchst komplizierte Molekül der D-Vitamine selbst aufzubauen, schrieb Dimroth an den Reichsforschungsrat, sondern es seien bereits wesentlich einfachere Körper imstande, die gleichen physiologischen Wirkungen hervorzurufen. Im Oktober 1939 wurden die Arbeiten als kriegs- und staatswichtig anerkannt.⁶²⁶ Auf der Festsitzung der Göttinger Chemischen Gesellschaft anlässlich Windaus' 65. Geburtstags am 19. Dezember 1941 berichtete Dimroth über Synthesen von Modellsubstanzen der antirachitischen Vitamine. Er wollte eine möglichst einfache Modellsubstanz der D-Vitamine herstellen. Der erste Schritt dazu war die Darstellung einer Verbindung, die das gleiche ungesättigte System mit den drei konjugierten, semizyklischen Doppelbindungen besitze. Nach einigen Schwierigkeiten schien dies dann in Zusammenarbeit mit Erich Stockstrom gelungen zu sein: Es konnte ein Sterin gewonnen werden, das in vielen seiner Eigenschaften den D-Vitaminen sehr ähnelte, da es dieselbe Ultraviolettabsorption wie das Vitamin D₂ besaß, chemisch ähnlich reagierte und vor allem auch sterisch den D-Vitaminen entsprach.⁶²⁷ Im Juli 1942 war Dimroth schließlich davon überzeugt, dass ihm die Partialsynthese gelungen und dass der Wettlauf mit den britischen und amerikanischen Forschern gewonnen sei.⁶²⁸ Aber knapp ein Jahr später kam es dann unerwartet zur wissenschaftlichen Katastrophe, als Dimroth bemerkte, dass Stockstrom die von Schering eingehenden Analysenzettel sowie Absorptionsspektren gefälscht hatte. Zudem hatte er an die mit den physiologischen Untersuchungen betraute IG Farben mit natürlichen Vitaminen versetzte Präparate verschickt. Aufgrund dieses, in einem Brief an Kuhn eindrucksvoll dargestellten, „bis ins kleinste ausgeklügelte(n) Betrugssystem(s)“ musste Dimroth seine Arbeiten revidieren und seine Publikationen zurückziehen.⁶²⁹ Dimroth kam danach über Versuche, den gangbaren Weg zur Vitamin-D-Partialsynthese herauszuarbeiten, nicht mehr hinaus.

Von größter Bedeutung war jedoch in den 1930er Jahren die synthetische Arbeit an den Sexualhormonen. Die naturstoffchemischen Experimentalsysteme waren in diesem Bereich zu Beginn der 1930er Jahre eingespielt, die Forschungs-

625 Dimroth an DFG (12.12.1937), in: BA Koblenz, R 73/10726.

626 Dimroth an Reichsforschungsrat (9.4.1943), in: BA Koblenz, R 73/10726.

627 Anonym, Göttinger Chemische Gesellschaft.

628 Karl Dimroth, „Arbeitsbericht über synthetische Versuche auf dem Gebiet der antirachitischen Vitamine (11.7.1942)“, in: BA Koblenz, R 73/10726. Dimroth/Stockstrom, Synthetische Versuche.

629 Karl Dimroth, „Arbeitsbericht über das Forschungsthema: Synthetische Versuche zur Darstellung der antirachitischen Vitamine und verwandter Verbindungen (13.4.1944)“, Karl Dimroth, „Arbeitsbericht über das Forschungsthema: Synthetische Versuche zur Darstellung der antirachitischen Vitamine und verwandter Verbindungen (16.5.1943)“, Dimroth an Reichsforschungsrat (16.5.1943), Dimroth an Kuhn (14.5.1943), und Dimroth an DFG (16.5.1943), in: BA Koblenz, R 73/10726. Deichmann, Flüchten, S. 305.

kredite zur Isolierung von Wirkstoffen liefen weiter. Im März 1934 bat Butenandt bei der DFG um die fortgesetzte Förderung seiner Arbeiten zu den Sexualhormonen mit der Begründung, dass zwar die Konstitution des Follikelhormons feststehe, jedoch die erst begonnenen synthetischen Versuche zur Darstellung von Stoffen mit östrogener Wirkung noch ausständen. Ebenso wichtig seien die Untersuchung der Beziehungen des Hormons zu den Sterinen, dessen Stellung im Sterinstoffwechsel und der Weg seiner Entstehung im Organismus. Gleiches galt für das Testikelhormon: „Bei der Kostbarkeit des Materials steht nunmehr die sicherlich lösbare Aufgabe der künstlichen Darstellung dieses Hormons aus leicht zugänglichen Sterinen im Vordergrund des chemischen und des medizinisch-klinischen Interesses.“⁶³⁰ Durch Veresterung der in den Keimdrüsen vorliegenden Hydroxylgruppe und durch Reduktion ihrer Carbonylgruppe zur sekundären Alkoholgruppe sei es möglich zu Hormonderivaten zu gelangen, die in ihrer Wirksamkeit die natürlichen Stoffe weit überträfen: „Auf diesem Wege ist eine für die pharmazeutische Technik und für die Anwendung der Hormone in der Therapie wichtige ‚Veredelung‘ der Keimdrüsenhormone erzielt worden.“⁶³¹ Mit der Partialsynthese war eine nicht quantitative, sondern qualitative Verbesserung der physiologischen Leistung in Aussicht gestellt. Biochemiker sollten in der Lage sein, die Leistungen der Natur zu übertrumpfen.⁶³² Das erste synthetische Steroid erarbeitete Ruzicka 1934 mit der Darstellung des Androsterons aus epi-Dihydrocholesterin. Im gleichen Jahr gewannen Butenandt und Westphal sowie zeitgleich Fernholz Progesteron aus dem Stigmaterin der Sojabohne. Und schon ein Jahr später bereiteten sowohl Butenandt und Günter Hanisch als auch Ruzicka und Wettstein Testosteron durch Abbau des Cholesterins. Bei der Synthese des Androsterons entstand das dem Testosteron entsprechende hochwirksame Androstendion.⁶³³ „Im Jahre 1935“, berichtete Butenandt in den *Naturwissenschaften*, „war mit dem Abschluß der Konstitutionsermittlung der Keimdrüsenhormone und den ersten erfolgreichen Versuchen zu ihrer künstlichen Herstellung aus Sterinen ein erster Abschnitt in der chemischen Bearbeitung dieser Wirkstoffe der Steroidgruppe vollendet.“⁶³⁴

In den 1930er Jahren war Wirkstoffsynthese vor allem Steroidsynthese, wie sie höchst produktiv in den Laboratorien von Windaus und Butenandt durchgeführt wurde. Die Synthese der Corticosteroide eröffnete höchst profitable Möglichkeiten. Molekulare Modifizierungen und Strukturmanipulationen konnten danach zu neuen Verbindungen führen, welche die natürlichen Stoffe in Bezug

630 Butenandt an die Notgemeinschaft, z. H. v. Schmidt-Ott (12.3.1934), in: BA Koblenz, R 73/10568.

631 Butenandt, *Neuere Erkenntnisse*, S. 277.

632 Hohlweg/Inhoffen, *Pregneninolon*, S. 77.

633 Ratmoko, *Zwischen Kooperation und Konkurrenz*; und Karlson, *Adolf Butenandt*, S. 57–61. Ratmoko akzentuiert auch den Prioritätenstreit zwischen Butenandt und Ruzicka bezüglich der Synthese des Androsterons.

634 Butenandt, *Entwicklungslinien*, S. 4.

auf die biologische Wirksamkeit um ein Vielfaches übertrafen.⁶³⁵ Die Verwandtschaft der Keimdrüsen- und der Nebennierenrindenhormone mit den weitverbreiteten und leicht zugänglichen Sterinen habe dazu geführt, fasste Butenandt 1942 zusammen, diese als Ausgangsmaterial zur künstlichen Darstellung der zumeist nur in kleinen Konzentrationen fassbaren physiologischen Wirkstoffe heranzuziehen.⁶³⁶ Der Butenandt-Schering-Arbeitskreis erwies sich auch in der Herstellung teilsynthetisierter Substanzen als äußerst effektiv. Gaudillière spricht in diesem Zusammenhang von einer biochemischen Ökonomie, der eine industrielle Ökonomie eingeschlossen gewesen sei. Mit dem Cholesterin als Rohstoff bei allen Synthesen von Sexualhormonen, so Gaudillière, folgte die natürliche Ökonomie denselben Kriterien wie die industrielle: „Auch hier spielten die Optimierung und Vereinfachung der Verfahren, die leichte Verfügbarkeit von Ausgangsstoffen und der einfache Zugang zu Materialien die entscheidenden Rollen.“⁶³⁷ An der Spitze einer von Butenandt verfassten Liste der im Bereich der Steroidhormonsynthese bearbeiteten Probleme stand die Darstellung von Progesteron aus Cholesterin. Dies sei nötig geworden, so Butenandt, da die Gewinnung des Progesterons aus Stigmaterin an ausländisches Ausgangsmaterial geknüpft gewesen sei. Dem folgten die künstlichen Herstellungen des physiologisch wirksamen Nebennierenrindenhormons Desoxycorticosteron, des Östradiols, der Steroidhormone unter Verwendung enzymatischer Reaktionen sowie als Letztes die Totalsynthese von Steroidhormonen. Von grundlegender Bedeutung war die Darstellung aller Steroidhormone aus ein und demselben Ausgangsmaterial. Als diese technisch leicht zugängliche Grundsubstanz diente das durch oxydative Entfernung der Seitenkette des Cholesterins zugänglich gemachte Dehydroandrosteron. Dieses fungierte, in Gaudillières Worten, zugleich als „industrielle“ und „molekulare Plattform“, als ein technisch-epistemologisches Objekt, das gleichzeitig einen metabolischen und einen industriellen Wert besaß. 1937 brachte Schering erstmals ein nicht aus Urin, sondern aus Cholesterin gewonnenes Testosteron auf den Markt.⁶³⁸

Im Februar 1937, also ein halbes Jahr nach seinem Wechsel von Danzig an das KWI für Biochemie in Dahlem, schrieb Butenandt an die DFG, dass er um eine weitere Unterstützung seiner Untersuchungen auf dem Gebiet der Keimdrüsenhormone bitte, die er nach Abschluss der Neueinrichtung des Instituts fortzusetzen gedenke und zum Abschluss bringen wolle. Allerdings ließen die Forschungsvorhaben, die Butenandt dann auflistete – die Synthese des Follikelhormons; Untersuchungen über die Spezifität der Keimdrüsenhormone und ihre stoffwechselphysiologischen Beziehungen – kaum an eine rasche Vollendung des Projektes glauben.⁶³⁹ Im selben Jahr gelang Reichstein mit dem Ausgangsmaterial Oxyätiocho-

635 Auch diese Periode renommiert in der facheigenen Historiografie als „goldenes Zeitalter der Naturstoff-Chemie“. Kalvoda, 60 Jahre, S. 2341 f.

636 Butenandt, Entwicklungslinien, S. 6.

637 Gaudillière, Biochemie, S. 207–210.

638 Butenandt, Entwicklungslinien, S. 6. Gaudillière, Professional or Industrial Order, S. 119; und Gaudillière, Biochemie, S. 209 f.

639 Butenandt an DFG (19.2.1937), in: BA Koblenz, R 73/10568.

lensäure eine Synthese des Desoxycorticosterons. Butenandt und Josef Schmidt-Thomé erreichten wiederum einen, so Butenandt, „nutzbringende(n) Fortschritt“ durch eine Vereinfachung der Bereitung der Oxyätiolensäure aus Dehydroandrosteron und damit auch die Darstellung des Desoxycorticosterons aus Dehydroandrosteron. Damit war auch die Androsterongruppe unmittelbar mit der Corticosterongruppe verknüpft.⁶⁴⁰ Ende der 1930er Jahre waren auf dieser Basis mehrere Verfahren zur Gewinnung von Progesteron aus Cholesterin eingeführt. Butenandt und Schmidt-Thomé arbeiteten weiter an einer Darstellung über Äthyl-androstendiol. Karl Miescher und Hans Kägi gewannen Progesteron kurz darauf über Glycidosäureester und wiederum Butenandt und Schmidt-Thomé synthetisierten Progesteron über das Cyanhydrin des Dehydroandrosterons.⁶⁴¹ Als erfolgreich erwies sich das progesteronwirksame Äthinyltestosteron. Inhoffen und Hohlweg erarbeiteten 1939 mit diesem von ihnen auch als Pregneninolon bezeichneten Testosteronderivat die erste synthetische Verbindung, die an die Wirksamkeit des Progesterons heranreichte. Sie hatten damit ein oral wirksames Corpus luteum-Hormon entwickelt, das unter dem Produktnamen Proluton C rasch klinische Anwendung fand.⁶⁴² Die Arbeiten von Inhoffen und Hohlweg sollten um 1950 auf transatlantischem Wege zur Entwicklung hormoneller Ovulationshemmer führen. Russell Marker – dessen Arbeitsgruppe Progesteron aus Diosgenin, ein aus der Süßkartoffel *Cabeza de negro* gewonnenes Steroidsaponin, produziert hatte – gründete 1944 zusammen mit Emeric Somlo und Frederick Lehmann in Mexiko das pharmazeutische Unternehmen Syntex zur Herstellung synthetischen Progesterons. Carl Djerassi und Luis E. Miramontes produzierten für Syntex schließlich 1951 ein oral verabreichbares Syntheseprodukt namens Norethindron, ein Derivat des Äthinyltestosterons. Das Norethindron-Isomer Norethynodrel, das die Forschungsgruppe um Djerassi für ihre Arbeiten zur Herstellung eines Ovulationshemmers verwendete, wurde 1960 zum Hauptbestandteil der von Gregory Pincus gestalteten Pille namens Enovid.⁶⁴³

Zu Beginn der 1940er Jahre waren auf verschiedene Weise alle bis dato bekannten Typen der Steroidhormone aus Cholesterin dargestellt und deren Herstellung technisch möglich. Testosteron, Progesteron und Desoxycorticosteron wurden allesamt aus Cholesterin gewonnen.⁶⁴⁴ Dem US-amerikanischen Chemiker Werner Emmanuel Bachmann war 1939 zudem der künstliche Aufbau eines dem Östrogen sehr nahestehenden, aus dem Harn trächtiger Stuten gewonnenen Naturstoffs namens Equilenin und damit auch die erste Totalsynthese eines Ste-

640 Butenandt, Entwicklungslinien, S. 5 und 8 f.

641 Butenandt, Entwicklungslinien, S. 6 ff.

642 Butenandt, Entwicklungslinien, S. 10 f.; und Hohlweg/Inhoffen, Pregneninolon. Frobenius, Siegeszug.

643 Davis/Dinatale/Rivera-Woll/Davison, Postmenopausal Hormone Therapy, S. 211; Butenandt, Entwicklungslinien, S. 13; und Inhoffen, Der Weg. Meyer, Etwa ein Molekül, S. 354; Bartmann, Zwischen Tradition, S. 390, 392–396; Marks, Sexual Chemistry, S. 48, 70–76; Djerassi, This Man's Pill, S. 44–50; Frobenius, Ein Siegeszug; und Rosenkranz, From Ruzicka's Terpenes.

644 Butenandt, Entwicklungslinien, S. 15.

roidhormons gelungen.⁶⁴⁵ Jedoch erwies sich ausgerechnet die Synthese der reproduktionsmedizinisch so bedeutsamen Östrogene selbst als große Herausforderung. Das zuerst isolierte Keimdrüsenhormon wurde als Letztes der bekannten Steroidhormone aus Cholesterin dargestellt. Der Grund lag darin, so Butenandt, dass zunächst Methoden zur partiellen Dehydrierung des Steranskeletts ausgearbeitet werden mussten, die eine Aromatisierung des ersten Ringes unter Abspaltung einer angulären Methylgruppe gestatteten. Dieser Weg war für die Arbeitsgruppen um Butenandt und Inhoffen höchst aufwendig und schwierig.⁶⁴⁶ Den Schering-Chemikern Erwin Schwenk und Friedrich Hildebrandt war es 1932 eher zufällig gelungen, Östradiol als hochgradig östrogen wirksame Substanz synthetisch darzustellen.⁶⁴⁷ Inhoffen schaffte wiederum in den Jahren 1937 und 1938 im Hauptlaboratorium von Schering auf der Basis des aus Cholesterin und durch Hydrierung von Testosteron zugänglichen Androstanolons die Überführung in Östradiol. Das von Inhoffen und Hohlweg aus Östradiol synthetisierte Ethinylöstradiol war oral applizierbar und versprach daher eine praktikable klinische Verwendung. Jedoch offenbarten klinische Versuche, die Clauberg in Königsberg und Kaufmann an der Charité durchführten, erhebliche Nebenwirkungen, die eine umfangreiche *Aktivierung* und Vermarktung des synthetischen Stoffes zunächst verhinderten. Erst als an der nach dem Kriegseintritt der USA enteigneten amerikanischen Schering-Niederlassung ein niedrig dosiertes Ethinylöstradiol entwickelt werden konnte, wurde dieses als Medikament für menopausale Symptome etabliert und 1949 von Schering auch in der Bundesrepublik als Progynon C auf den Markt gebracht. Ethinylöstradiol ist bis heute Bestandteil der meisten von Schering vertriebenen Ovulationshemmer. Bis 1945 blieb jedoch bei Schering weiterhin Stutenharn die Hauptquelle der Östradiol-Gewinnung.⁶⁴⁸ Statt Ethinylöstradiol setzte sich im Laufe der 1940er Jahre zunächst Diethylstilböstrol auf dem Markt durch, das sehr preisgünstig produziert werden konnte, da es nicht patentiert worden war. Mitte der 1930er Jahre hatten die Engländer Leon Goldberg und Edward C. Dodds in Stilben- und Tolan-Derivaten wirksame Stoffe identifiziert. Besondere, den natürlichen Östrogenen äquivalente, ja sogar überlegene Wirksamkeit sollte einem veränderten Stilböstrolmolekül, dem Diethylstilböstrol, zukommen, das schon zu Beginn der 1940er Jahre in den USA und in Großbritannien klinisch angewendet wurde.⁶⁴⁹

Ende der 1940er Jahre erstarkten vor allem in den USA Forschungsvorhaben zur Totalsynthese. Robert B. Woodward von der Harvard University, der auf exzeptionelle Weise klassische organische Chemie mit der Anwendung physikalischer Techniken zu verbinden wusste, totalsynthetisierte in den 1950er und 1960er Jahren gleich mehrere Naturstoffe, darunter Cholesterin, Cortison und Vitamin B₁₂. Die technische Entwicklung ermöglichte in den späten 1940er und 1950er

645 Butenandt, *Entwicklungslinien*, S. 15 f.

646 Butenandt, *Entwicklungslinien*, S. 11 f.

647 Meyer, *Etwa ein Molekül*, S. 354.

648 Hohlweg/Inhoffen, *Pregneninolon*, S. 78. Meyer, *Etwa ein Molekül*, S. 354 f.

649 Wessely, *Über synthetische Östrogene*, S. 198–201. Gaudillière, *Biochemie*, S. 220–232.

Jahren auch die Synthese der bis dato als nicht oder schwer synthetisierbar geltenden Wirkstoffe. In der Bundesrepublik erhielt Inhoffen, seit 1947 Direktor des Instituts für Organische Chemie an der Technischen Hochschule Braunschweig, schon 1949 von der Notgemeinschaft eine stattliche Sachbeihilfe von 11.000 DM und 19.000 DM für seine Forschungsarbeiten zur „Synthese pharmakologisch wichtiger Stoffe wie Vitamine u. Hormone“.⁶⁵⁰ Inhoffen, der mit einem Beckmann-Spektrofotometer (1949), einem Ultrarot-Spektrografen (1953) und einem Ultraviolet-Spektrografen (1956) technisch hervorragend ausgerüstet war, konnte seine Arbeiten zum Vitamin D₃ schließlich ein Jahr später mit der Totalsynthese vorläufig abschließen. Inhoffens Interesse war durchaus technischer Art, die Synthese fast nur ein Nebenprodukt seiner Arbeiten auf dem Gebiet der Fotochemie insgesamt. In der Folge wollte er seine Arbeiten dann auf andere Stoffe als die der Vitamin-D-Reihe ausweiten und die Fotochemie exakt auf eine „monochromatische Basis“ stellen.⁶⁵¹ An der Totalsynthese von Wirkstoffen sollten jedoch in den 1950er und 1960er Jahren keine weiteren deutschen Biochemiker entscheidend beteiligt sein, bis zwischen 1961 und 1965 dem eigentlich außerhalb der Naturstoffchemie arbeitenden Helmut Zahn, Direktor des Deutschen Wollforschungsinstituts der Technischen Hochschule Aachen, parallel zu Arbeitsgruppen in den USA, China und Kanada die allerdings hoch aufwendige und zunächst industriell nicht nutzbare Totalsynthese des Insulin gelang.⁶⁵²

Die industrielle Logik der Wirkstoffsynthese fand jedoch keineswegs ungeteilte Zustimmung. Problematisch erschien zunächst grundsätzlich das Verhältnis von Synthese und Kompetenz: War es möglich mit der Totalsynthese etwa die Asymmetrie der Kohlenstoffatome herzustellen? Verwies die gleiche physiologische Wirkung auf eine Identität der Substanzen? Konnten synthetische Stoffe wirklich die Potenzen der Naturstoffe erreichen? Für den Therapeuten, so 1932 der Gynäkologe Georg-August Wagner, sei es noch nicht endgültig erwiesen, dass gerade in der Synthese ein Vorteil zu sehen sei: „im Gegenteil scheint die Wirkung bei gleichzeitiger Darreichung bestimmter Begleitstoffe eine wesentlich bessere zu sein“.⁶⁵³ Ganz anders beurteilte dies im selben Jahr Laqueur: „Die Idee, die sogenannte natürliche Mischung ist die beste und jede Veränderung sei darum zu unterlassen, wird durch nichts gestützt.“⁶⁵⁴ Insbesondere die synthetischen Vitamine wurden um 1940 zum Anlass eines intensiv geführten Streits über *natürliche* und *künstliche* Stoffe. Die kriegswichtige industrielle Wirkstoffproduktion geriet in Konflikt mit jenen im Nationalsozialismus ebenso autorisierten Ernährungsforschern und Vitaminexperten, die ein eng an den Vorstellungen der Reformbewe-

650 Hans Herloff Inhoffen, „Untersuchungen zur Synthese pharmakologisch wichtiger Stoffe wie Vitamine u. Hormone“ (10.8.1950) und Hans Herloff Inhoffen, „Forschungsarbeiten mit Carotinoiden und Steroiden“ (20.12.1949), in: DFG-Archiv, Bonn, In 1/1. Zu Woodward: Benfey/Morris, Robert Burn Woodward.

651 Antrag Hans Herloff Inhoffen, „Untersuchungen über das Vitamin D₃“ (2.8.1958), in: DFG-Archiv, Bonn, In 1/12.

652 Zahn, Chemische Synthese.

653 Wagner, Bewertung, S. 967.

654 Laqueur, Bewertung, S. 961.

gungen angelehntes Konzept des körperlichen Funktionierens vertraten. Schon der von Funk konzipierte Begriff Vitamine war vielseitig bedeutbar und konnte die gesunde Lebensführung der Lebensreformer ebenso meinen wie die chemisch-analytische Substanz der Chemiker, das Therapeutikum der Mediziner und das verkaufbare Präparat der Pharmaindustrie.⁶⁵⁵ In den 1920er Jahren war eine natürliche Ordnung und Politik des Körpers bereits seit drei Jahrzehnten ausformuliert. Die Reformbewegungen – Vegetarismus, Nacktkultur, Naturheilkunde, um nur die bekanntesten zu nennen – hatten nicht nur eine spontane Ontologie des Natürlichen verfasst, sondern zugleich auch Techniken der Naturalisierung entwickelt: Gymnastische Körperübungen, hygienische Überwachung und Selbstkontrolle, Rituale der Reinigung und Dekontamination sowie schließlich rigoros einzuhaltende Ernährungsweisen.⁶⁵⁶ Die Ernährung war zentrales und verbindendes Element der Reformbewegungen, weil sie Selbsttechniken der Lebensführung direkt mit der belebten Natur verband. Vitamine waren wiederum ein Pars pro toto gesunder Ernährung, der Beweis der lebensfördernden Kompetenz der Natur. Sie verbanden, so Florentine Fritzen, Lebenskraft und Wissenschaft.⁶⁵⁷ In diesem Sinne waren die Vitamine untrennbar mit den vitaminhaltigen Lebensmitteln verbunden. Die chemische Kompetenz der Vitamine bestätigte die Notwendigkeit einer *natürlichen* Lebenspraxis; im Diskurs der Reformbewegungen konnten aber vitale Stoffe auch nur Naturdinge sein. Schon die Isolierung der Vitamine musste notwendigerweise die vitalen Stoffe von der Natur entfremden. Synthetische Vitamine konnten demnach trotz ihrer physiologischen Wirksamkeit überhaupt nicht in die Naturordnung eingegliedert werden. Seit den 1930er Jahren mussten radikale Ernährungsreformer die *natürlichen* Vitamine in Obst und Gemüse gegen deren *verkünstelnde* Synthetisierung in den industriell produzierten und staatlich geförderten Vitaminpräparaten verteidigen. Zugleich erwies sich auch die Vermarktung synthetischer Wirkstoffe Mitte der 1930er Jahre durchaus als problematisch. Auch die chemische Gleichheit konnte die geschäftsschädigende Unterscheidung zwischen einem natürlichen Vitamin C und der künstlichen Ascorbinsäure, die der Vitaminisierung von Lebensmitteln im Weg stand, nicht aufheben.⁶⁵⁸

Der prominenteste akademisch etablierte Ernährungsreformer der 1930er und 1940er Jahre war Werner Kollath vom Hygienischen Institut der Universität Rostock. Kollath hatte bereits in den 1920er Jahren durch Vitaminforschungen auf sich aufmerksam gemacht und zu Beginn der 1930er Jahre gängige Lehrmeinungen über die spezifische Bedeutung einzelner Vitamine für Mangelkrankheiten infrage gestellt. Er kritisierte ausgerechnet jene in Deutschland so erfolgreiche naturstoffchemische Reindarstellung und Synthetisierung der Wirkstoffe. Es bestehe die einwandfreie klinische Erfahrung, verkündete er, dass man mit wirklich hochwer-

655 Thoms, Vitaminfragen, S. 77.

656 Die Literatur zu den Reformbewegungen ist mittlerweile ausufernd. Für einen Überblick: Fritzen, *Gesünder leben*; Kerbs/Reulecke, *Handbuch*; und Barlösius, *Naturgemäße Lebensführung*.

657 Rubner, *Alte und neue Irrwege*, S. 25. Fritzen, *Gesünder leben*, S. 203 f.

658 Bächli, *Natürliches oder künstliches Vitamin C*, S. 451 ff.

tiger pflanzlicher Frischkost ganz andere und tief greifende Heilwirkungen erreichen könne, als mit der Summe der rein dargestellten Vitamine.⁶⁵⁹ Vitamine seien nicht zur „Übergesundheit“ da, sondern nur zur „Erreichung der erbmäßig möglichen Gesundheit“, klagte Kollath über das „Übermaß von Präparaten und deren Gebrauch“. Mangelkrankheiten kämen nämlich in der Natur gar nicht vor, sondern entstünden nur durch fehlerhafte Nahrungsgewinnung und -zubereitung. Vollwertig werde eine Nahrung indes nur, wenn neben den Vitaminen auch noch weitere akzessorische Stoffe enthalten seien, wie Aroma- und Duftstoffe, nahrungseigene Fermente und Vermehrungsstoffe. Für Aufsehen sorgte Kollath vor allem mit seiner These, dass die Rachitis nicht auf D-Vitaminmangel allein zurückzuführen sei, sondern dass für dieses Krankheitsbild die mangelhafte Zusammensetzung der Nahrung insgesamt verantwortlich sei.⁶⁶⁰ Sein rebellisches Vorgehen, das den Vitaminkonsens zu gefährden drohte, brachte ihm erbitterte Gegner ein. Emil Abderhalden und Carl-Arthur Scheunert waren sich 1942 einig, dass Kollaths Ideen, so Scheunert, als „fantastisch“ zu bezeichnen seien.⁶⁶¹ Einen entsprechenden Disput gab es auch zwischen Hans Rietschel, dem Direktor der Universitätskinderklinik Würzburg, einerseits sowie Scheunert, Wilhelm Stepp, Hermann Schroeder und Johannes Reschke andererseits. Rietschel, ansonsten durchaus auch ein Gegenspieler von Kollath, behauptete, natürliches Vitamin C sei wirksamer als Ascorbinsäure, da es einen Vitaminkomplex darstelle.⁶⁶² Kurative Vitaminwirkungen waren danach also synergistische Effekte und deshalb nicht durch Isolierung und Synthese zu erlangen.

Dieser Widerspruch zwischen naturalisierenden Reinheitskonzepten und chemischer Synthese durchzog die wissenschaftliche Debatte der frühen 1940er Jahre. Die kriegswichtige industrielle Wirkstoffproduktion geriet in Konflikt mit jenen im Nationalsozialismus ebenso autorisierten Ernährungsforschern, die ein eng an den Vorstellungen der Reformbewegungen und Neuen Ernährungslehre ausgerichtetes Konzept des körperlichen Funktionierens vertraten.⁶⁶³ In der *Münchener Medizinischen Wochenschrift* hatte Geheimrat Dr. Wilhelm Alter den synthetischen Vitaminen und Provitaminen schlichtweg biologische Eigenschaften abgesprochen. Alter führte mit der Unterscheidung zwischen „natürlichen Vitaminen“ und „künstlichen Vitaminoiden“ ein Ordnungskriterium ein, das diesen funda-

659 Kollath, *Natürliche Nahrung*, S. 7, 10–14.

660 Kollath, *Neue Befunde*; und Kollath, *Die Ordnung*. Zu Kollath: Spiekermann, *Der Naturwissenschaftler*.

661 Scheunert an Abderhalden (24.9.1942), in: *Akademiearchiv*, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 52; und Abderhalden an Scheunert (4.8.1942), in: *Akademiearchiv*, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 54.

662 Stepp/Schroeder, *C-Vitamin*; und Kuhn/Gerhard, *Zur Kenntnis*.

663 Als „Neue Ernährungslehre“ wurde in den 1920er Jahren jene namentlich von Mikkel Hindhede, Max Bircher-Benner, Elmer McCollum und Nina Simmonds vertretene, lebensreformerische Positionen verwissenschaftlichende und die Ernährungsforschung lebensreformerisch ausrichtende Auffassung zusammengefasst, welche dem Nährwert höhere Bedeutung zuwies als dem Kostmaß. Briesen, *Das gesunde Leben*, S. 141–163; Melzer, *Vollwerternährung*, S. 101–142; und Merta, *Wege*, S. 119–128.

mentalenen Widerspruch aufzuheben schien und die synthetischen Vitamine als wirkungslose Nachahmung entlarven sollte. Alter behauptete, dass die Wirksamkeit der Vitamine als lebendige Stoffe an ihre biologische Natur gebunden sei. Durch Synthese ließen sich nur vitaminähnliche Körper gewinnen, Vitaminoide, die in ihrer Wirkung niemals so komplex wären wie die natürlichen Vitamine, die mit ihrer Stützsubstanz, den Substraten sowie anderen Vitaminen interagierten.⁶⁶⁴ Es waren die Standesvertreter der Chemie, die besonders rigoros gegen Alter vorgehen. Dessen Behauptungen gingen weit über das rein ärztliche Interesse hinaus, monierte die Schriftleitung der *Chemiker-Zeitung*, sie bedeuteten geradezu eine Kampfansage gegen das, was bisher durch vorbildliche chemische Kleinarbeit im Laufe von Jahrzehnten von Chemikern geschaffen worden sei. Alters „journalistischer Angriff“, so wurde der Gegenschlag noch einmal mit einer betont gewählten Formulierung verschärft, sei eine Kampfansage an die deutsche synthetische Chemie, „die sich die Aufgabe stellt, natürliche lebenswichtige Stoffe in größtmöglicher Reinheit künstlich und wesensgleich herzustellen, um sie dann preiswert der Allgemeinheit zugänglich zu machen“.⁶⁶⁵ Stepp und Schroeder wiesen Alters Behauptungen zurück und betonten die Bedeutung synthetisch hergestellter Vitamine bei prophylaktischen Maßnahmen für die Volksgesundheit. Synthetisch hergestellte Vitamine seien genauso wirksam wie die aus Naturstoffen isolierten. Scheunert und Reschke ging es explizit darum, experimentell die Ansicht zu widerlegen, dass vitaminreiche Nahrungsmittel einen besseren Skorbutschutz darstellten als synthetisch hergestellte Ascorbinsäure.⁶⁶⁶ Auch Franz Wirz, der Ernährungsbeauftragte des Reichsgesundheitsführers, sah sich genötigt einzugreifen und warf Alter in einem Beitrag im *Deutschen Ärzteblatt* „undiszipliniertes Denken“ vor.⁶⁶⁷ Alters Kritik synthetischer Vitamine erfasste sogar das synthetisierte K-Vitamin, das er als minderwertig und wertlos brandmarkte. Karl Maier antwortete mit Nachdruck, dass synthetische K-Präparate Hunderte von Neugeborenen und Erwachsenen vor dem Verblutungstod gerettet hätten. Alters Attacke richtete sich, so Maier, nicht nur gegen die biologisch-chemische Forschung und Medizin, sondern auch gegen die pharmazeutische Industrie.⁶⁶⁸ Ungleich bedeutender war aber der Beitrag der anerkannten Autorität Abderhalden. Nach Alters Ansicht seien Cebionbonbons – das waren von Merck produzierte ascorbinsäurehaltige Tabletten – kaum mehr wert als starke saure Fruchtbonbons. Kein ernsthafter Naturforscher oder Arzt könne jedoch darüber im Zweifel sein, zog Abderhalden eine Demarkationslinie zwischen Wissenschaft und Journalismus, welche gewaltige Bedeutung die Vitaminforschung nach den verschiedensten Richtungen hin ha-

664 Alter, Zur Bewertung; und Alter, Vitamine. Zu Folgendem auch Bächli, Vitamin C, S. 102–125, 172–187; und Bächli, Natürliches oder künstliches Vitamin C. Bächli macht die Problematisierung von *künstlichen* und *natürlichen* Vitaminen zum Hauptansatzpunkt seiner Geschichte der Vitamin C-Produktion bei Hoffmann-La Roche.

665 Die Schriftleitung der *Chemiker-Zeitung*.

666 Stepp/Schroeder, Gibt es Vitaminoide; und Scheunert/Reschke, Über die Wirkung.

667 Wirz, Nationalsozialistische Forderung.

668 Maier, Natürliche oder synthetische Vitamine, S. 444 f.

be.⁶⁶⁹ Da Cebionbonbons auch an der Front an Soldaten verteilt wurden, war diese Replik Abderhaldens geradezu mit dem Vorwurf der Wehrkraftzersetzung versehen.

Geheimrat Alter bezog sich mit seinem Einwand auch auf eine biochemische Debatte über den Antagonismus und Synergismus der Wirkstoffe. Bedeutsam ist, dass auch Abderhalden und Stepp explizit Wechselwirkungen der Wirkstoffe betonten. Alters Kritik reagierte mit einer Krise der Spezifitäts- und Kausalitätsannahmen, die Ende der 1930er Jahre in den Fachzeitschriften debattiert wurde. Kein Vitamin wirke für sich, betonte auch Abderhalden, vielleicht hätten alle Vitamine Beziehungen zu Fermentsystemen, kein Stoff könne an sich Lebensvorgänge außerhalb der lebendigen Substanz ausüben. Die Wirkung sei gebunden an die Einschaltung in bestimmte Systeme innerhalb der Zellen: „Der springende Punkt ist aber, daß die betreffenden Stoffe in genau der gleichen Struktur und biologischen Wertigkeit dem Ort der Wirkung zugeführt werden, gleichgültig, ob die Stoffe aus der Nahrung stammen oder in Körperzellen bereitet werden oder aus dem Laboratorium hervorgehen.“ Jeder einzelne Zellinhaltsstoff sei an Lebensvorgängen beteiligt, so Abderhalden weiter, ihre Gesamtheit mache das Leben aus. Die Arbeitsprozesse, die im Organismus verrichtet werden, seien nicht nur allgemein, sondern wesentlich dieselben, wie sie der Chemiker leistet. Die Leber bilde im Prinzip in gleicher Weise wie der Chemiker aus bestimmten Karotinen durch hydrolytische Spaltung Vitamin A. In der Haut komme es zur Bildung von Vitamin D unter den gleichen Bedingungen wie im Laboratorium.⁶⁷⁰ Maier wiederum erinnerte an die überkommene Annahme einer rätselhaften Lebenskraft, der die organischen Stoffe ihre Entstehung zu verdanken hätten. Gerade die Synthese organischer Verbindungen sollte dieses Vorurteil des 19. Jahrhunderts und damit auch den Unterschied zwischen „natürlichem Vorbild“ und „künstlichem Erzeugnis“ beseitigt haben. Die Arbeitsweise des Biochemikers bei der Isolierung der Vitamine würde, so Maier, die Haltlosigkeit entsprechender, von Alter benutzter Behauptungen beweisen: „Jeder Schritt der Darstellung, jede weitere Reinigungsstufe muß sorgfältig im biologischen Test, der eben nur dann positiv verläuft, wenn physiologisch aktive Substanz vorhanden ist, geprüft werden.“ Und es seien eben genau der biologische Test und die physiologische Aktivität, die synthetisch gewonnene Stoffe mit den natürlich vorkommenden identisch machten. Es sei sinnlos, den in vitro erzeugten, wesensgleichen Verbindungen die biologischen Kräfte absprechen zu wollen, fasste Maier zusammen. Natürliche Vitamine als lebendige Lebensstoffe mit zusätzlichen biologischen Potenzen existierten nicht.⁶⁷¹ Hier standen also nicht nur die industrielle Synthese und die als kriegswichtig deklarierte Produktion synthetischer Wirkstoffe infrage, sondern die wissenschaftliche Epistemologie der Isomerität von in vivo- und in vitro-Systemen.

Der biochemische Diskurs war zu dieser Zeit von diesem Thema so dominiert, dass Wachholder in einem seiner Artikel zur Umsatztheorie extra darauf hinweisen

669 Abderhalden, *Natürliche und künstliche Vitamine*, S. 443

670 Abderhalden, *Natürliche und künstliche Vitamine*, S. 443.

671 Maier, *Natürliche oder synthetische Vitamine*.

musste, dass dies *kein* Beitrag zum Thema künstliches oder natürliches Vitamin C sei.⁶⁷² Das Hauptargument für synthetische Vitamine blieb dessen schiere Notwendigkeit im Ausnahmezustand des Kriegs. Denn es war keineswegs so, dass nicht auch die meisten der Vitaminexperten die prinzipielle, ja, nahezu moralische Überlegenheit der natürlichen Vitamine anerkannten. Sicherlich müsste vor einer uferlosen Empfehlung und Verwendung von Vitaminen außerhalb der Nahrung gewarnt werden, so Abderhalden, und bei natürlicher Ernährung und natürlichen Lebensbedingungen sei eine Zufuhr von Vitaminen außerhalb der Nahrung überflüssig, jedoch gebe es Fälle, in denen Vitaminzufuhr von allergrößter Bedeutung sei. Abderhaldens Verteidigung der chemischen Forschung sollte keineswegs eine Laudatio des Künstlichen sein. So verwandelte er nach getaner Arbeit der Verteidigung der chemischen Synthese seine Schrift geradezu in eine Anklage des Künstlichen, ohne allerdings synthetischen Vitaminen den prekären Status eines minderwertigen Ersatzproduktes zuzuweisen. Er sei kürzlich bereits gegen die kritiklose Propagierung beliebiger Vitaminzufuhr aufgetreten, positionierte sich Abderhalden. Entscheidend sei eben doch, sich mit der „natürlichen Nahrung“ ein Gemisch von allen möglichen wichtigen Nahrungsstoffen zuzuführen und sich nicht auf die künstliche Zufuhr von Vitaminen zu verlassen. Sonst könne man ja auch auf die Idee kommen, Weißbrot plus Vitamin B₁ aufzunehmen oder die Gemüsekost zu reduzieren und Vitamin-C-Pillen zu schlucken. Das wäre ein ganz großes Verhängnis: „An oberster Stelle steht und bleibt für alle Zeiten die naturgegebene Nahrung. Jede Künstelei führt auf Abwege.“⁶⁷³ Auch Maier betonte, dass selbstverständlich für eine möglichst vollwertige natürliche Nahrung gesorgt werden müsse. Die Vitaminergänzung sei eine zusätzliche Vorbeugungs- und Sicherungsmaßnahme in Zeiten besonders starker körperlicher Beanspruchung und vorübergehend ein Ausgleich bei ungünstigen Ernährungsbedingungen. Der Vorteil „reiner Vitamine“ – ein Begriff, den Maier einführte, sicherlich, um den abwertenden Gegensatz von künstlich und synthetisch zu vermeiden – war ihre leichte Dosierbarkeit, die Einfachheit ihrer Beschaffung, ihre allgemeine Anwendbarkeit.⁶⁷⁴

Die nationalsozialistische Ernährungspolitik war durch den Widerspruch zwischen einer biologisch-hygienischen Ernährungsphysiologie und chemisch-pharmaindustriellen Produktivkräften gekennzeichnet. Staatliche Unterstützung fanden beide Fraktionen, was sich auch in der Koexistenz von Synthese- und Naturprodukten in der Kriegswirtschaft zeigte. Die Vitaminisierung war sowohl ein ideologischer Kampf um die Stärkung des Volkskörpers als auch eine konzentrierte Anstrengung wissenschaftlich-industriell-staatlicher Gemeinschaftsarbeit im Krieg.⁶⁷⁵ In der Nachkriegszeit sollte sich der Gegensatz von natürlichen und

672 Wachholder, Umsatztheorie, S. 898 f.

673 Abderhalden, Natürliche und künstliche Vitamine, S. 443 f. Zur Assoziation von Synthese und Ersatz im Bezug auf die Vitamine: Bächli, Natürliches oder künstliches Vitamin C, S. 446 f.

674 Maier, natürliche oder synthetische Vitamine, S. 444 f.

675 Gaudillière, Hormones, S. 85 ff.

künstlichen Wirkstoffen im Streit um die Vital- und Fremdstoffe noch weiter verschärfen. Die Kritik des Künstlichen blieb ein Leitmotiv der modernen Zivilisationskritik, wenn sie auch im Kontext der *Prekarisierung* der Wirkstoffe in den 1950er und 1960er Jahren zunehmend durch das allgemeine Begriffspaar der Bedenklichkeit und Unbedenklichkeit ersetzt wurde.⁶⁷⁶

3.3. STOFFTRENNUNGEN: ENZYME ALS SYSTEME UND PROTEINE, 1926–1959

Fermente waren anders als die zunächst rein biophysiologicalen Hormone und Vitamine vor allem Substanzen mit chemischer Funktion. Die Debatte über die Fermente, provoziert durch das Phänomen der *fermentatio*, der zunächst alle mit einer Gasentwicklung einhergehenden Prozesse bezeichnenden Gärung, war zugleich auch ein Disput über die Chemisierung der Lebensvorgänge.⁶⁷⁷ Leistungen und Mängel der Milch- und Alkoholgärung waren sowohl für die industrielle Nahrungsmittelproduktion bedeutsam als auch Haupteinsatz in einem veritablen wissenschaftlichen Streit über die biologisch-vitalistische oder chemisch-mechanistische Deutung der Erscheinungen. In der Bier-, Wein- und Alkoholindustrie auftretende Schwierigkeiten, schreibt François Jacob, hätten die Praxis der Biologie mit der der Chemie eng vereinigt. Nicht nur die pathologische, sondern jede Art der Gärung sei nach Louis Pasteur durch die Anwesenheit von keineswegs spontan entstehenden, sondern am Ort der Gärung existierenden, chemisch aktiven Lebewesen bedingt.⁶⁷⁸ Pasteurs Feststellung, dass Milchsäurefermentation als lebender Organismus behandelt werden könne, so fasst dies wiederum Bruno Latour zusammen, habe ein völlig neues Zeitalter in den Beziehungen zwischen Wissenschaft, Industrie, Fermenten und Gesellschaft im 19. Jahrhundert eröffnet.⁶⁷⁹ Die Biochemie entwickelte sich in diesem Kontext als jene Disziplin, die das Lebende vom Nicht-Lebenden mit chemischer und physikalischer Methodik zu unterscheiden hatte.⁶⁸⁰

Da die schon seit 1833 aus Malzextrakten gewonnene Diastase (später: Amylase) durchaus in der Lage war, unabhängig von irgendeinem Organismus im Reagenzglas Polysaccharide zu Zucker zu zerkleinern, wurde im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts zwischen geformten, in der Zelle den Stoffumsatz besorgenden und ungeformten, zellunabhängigen Fermenten unterschieden. Im Jahr 1876 schlug der Physiologe Willy Kühne vor, zur besseren Unterscheidung die ungeformten Fermente als Enzyme zu bezeichnen. 1897 erbrachte dann Eduard Buchner mithilfe neuer Techniken zum Aufbrechen von Zellen den Nachweis, dass das

676 Zur Kritik des Künstlichen in der Bundesrepublik am Beispiel des PVC: Westermann, Plastik.

677 Ammon/Dirschlerl, Fermente, S. 1. Für eine gemeinsame Geschichte der Enzyme und der Gärung: Fruton, Fermentation; Fruton, Proteins, S. 117–160; und Dixon, The History.

678 Jacob, Die Logik, S. 250 ff.

679 Latour, Die Hoffnung, S. 173.

680 Gilbert, Intellectual Traditions, S. 152.

Gärungsferment Zymase, das als das „Urbild des Enzyms“ (Lehnartz) galt, sich aus der Hefezelle herauslösen lasse. Die Gärung war also nicht notwendigerweise an die Existenz von Hefezellen gebunden, sondern konnte als zellfreie Gärung immer auch durch ein lösliches Enzym geleistet werden. Die begriffliche Unterscheidung zwischen Fermenten und Enzymen wurde damit hinfällig. Beide Bezeichnungen Fermente und Enzyme waren in Deutschland noch bis in die 1960er Jahre grundsätzlich als Synonyme zu betrachten. Erst dann setzte sich im internationalen Austausch endgültig der Begriff Enzym durch.⁶⁸¹ Mit der Analyse zellfreier Systeme etablierte sich zugleich das weitreichende Axiom, dass chemische Reaktionen die experimentell reproduzierbare Grundlage des Lebens seien. Die Analyse der Bestandteile der Lebewesen und das Verständnis von deren Umwandlungen im Hinblick auf die Tätigkeit des Organismus, so Jacob, wurden zum Aufgabenfeld der neuen biologischen Chemie. Alle Fermente verhielten sich danach gleich katalytisch auch außerhalb des Organismus; alle Fermente waren gleicher Art, Substanzen und nicht Lebewesen. Auch hier taten sich neue Möglichkeiten des Experimentierens auf, weil es möglich wurde, mit den spezifisch aktiven Extrakten in Reaktionen einzugreifen. „Ohne zu übertreiben, kann behauptet werden“, stellt der nicht zur Emphase neigende Jacob fest, „dass seit diesem Zeitpunkt die Analyse von zellfreien Extrakten die wesentlichste Methode der sich mit der Erforschung der Lebewesen beschäftigenden Chemiker darstellt.“⁶⁸²

Während das Gefüge industrieller, staatlicher und wissenschaftlicher Interessen und Praktiken bei der *Standardisierung* der Hormone und Vitamine um 1930 auf produktive Weise eingespielt war, sah die Lage bei den Enzymen wesentlich schwieriger aus. Fermente waren zunächst vor allem technische Dinge in der im 19. Jahrhundert volkswirtschaftlich höchst bedeutungsvollen Brauereiindustrie sowie in der zunehmend verwissenschaftlichten und technologisierten Land- und Milchwirtschaft. Entsprechende Forschungsinstitute existierten seit den 1870er Jahren in Weihenstephan und in Berlin. 1897 entstand an der Technischen Universität Berlin dann auch ein interdisziplinär ausgerichtetes Institut für Gärungsgewerbe.⁶⁸³ Renommiertere Chemiker nahmen bei der Entwicklung der Gärungsindustrie seit den 1890er Jahren durchaus eine wichtige Rolle ein. Willstätter etwa ließ 1898 ein in der Bäckerei zu verwendendes diastatisches Malzextrakt patentieren, das darauf der Firma Diamalt ihren Namen gab. Heinrich Wieland wiederum hatte eine, so Elisabeth Vaupel, „nützliche Beziehung“ zu Boehringer, die schon seit den 1890er Jahren biotechnisch auf die industrielle Produktion von Milchsäure

681 Lehnartz, *Chemische Physiologie*, S. 245; und Ammon/Dirscherl, *Fermente*, S. 1; Latour, *Die Hoffnung*, S. 183; Jacob, *Die Logik*, S. 252; und Kohler, *The Enzyme Theory*, S. 188f. Für den Beweis der zellfreien Gärung/Fermentation erhielt Buchner 1907 den Nobelpreis. Fruton, *Proteins*, S. 149f.; Kohler, *The Enzyme Theory*, S. 191–196; und Kohler, *The Reception*.

682 Sinding, *Literary Genres*, S. 46; und Jacob, *Die Logik*, S. 252ff.

683 Bud, *Wie wir*, S. 18. Für einen Überblick über die zymotechnologischen Entwicklungen in der Landwirtschaft und im Brauereiwesen: Bud, *Wie wir*, S. 19–34. Eine bedeutsame Studie zu den landwirtschaftlichen Akademien in München und Weihenstephan stammt von Jonathan Harwood (*Harwood, Technology's Dilemma*).

ausgerichtet war.⁶⁸⁴ Um 1900 waren Gärungsenzyme von besonderer Bedeutung bei der Gewinnung von technisch verwendbaren Wirkstoffen. Die Pharmaindustrie hingegen war bis in die 1940er Jahre nicht im gleichen Maße an isolierten Enzymen wie an den leicht vermarktbareren Hormonen und Vitaminen interessiert, da ihr therapeutischer oder gar prophylaktischer Einsatz zunächst weder spezifische Heilerfolge noch eine profitabel weit gefasste Indikationsstellung versprach. Pharmazeutisch waren seit den 1890er Jahren bei Magen- und Darmkrankheiten eingesetzte enzymatische Pankreaspräparate und seit den späten 1920er Jahren pflanzliche Enzympräparate im Gebrauch.⁶⁸⁵ Aber weder die pharmazeutische Industrie noch die Gärungsindustrie spielten bis Mitte des 20. Jahrhunderts eine treibende Rolle bei der Etablierung von Enzymforschungen. Während in den 1920er Jahren Universitätsprofessoren und Institutsdirektoren wie Euler, Kuhn, Willstätter und Warburg anhand der Enzyme zentrale biochemische Lösungen für das Rätsel des „Gefüges des Lebens“ ausarbeiteten, war die gesundheitspolitische Bedeutung der Enzyme nicht annähernd so evident wie bei den Hormonen und Vitaminen. Nicht einmal bei der Aufklärung von Stoffwechselkrankheiten nahm die Enzymologie eine führende Stellung ein.⁶⁸⁶ Sicherlich arbeiteten Lebensmittelchemiker wie Josef Schormüller vom Reichsgesundheitsamt in den 1930er Jahren zur Kinetik der enzymatischen Verdauung, aber im Vergleich zu den volkspolitisch aktivierbaren Hormonen und Vitaminen schienen Enzyme von nachgeordneter Bedeutung. Dies änderte sich erst mit jenen Forschungsarbeiten zur *Aktivierung* der Enzyme, die durch die DFG und den Reichsforschungsrat organisiert wurden. Dazu zählen vor allem die Trypsinbehandlungen zur Stärkung der Leistungsfähigkeit der Soldaten, welche die Marburger Arbeitsgruppe um Kretschmer eifrig propagierte, sowie Dyckerhoffs aggressive Einführung der Enzyme in die staats- und kriegswichtige Ernährungspolitik. Herausragende Bedeutung in der Krebsfrüherkennung erhielten die Enzyme zu Beginn der 1940er Jahre durch die Arbeiten von Warburg, Euler und Ernst Waldschmidt-Leitz. Abderhalden wiederum richtete seine Fermentforschung auf die Beglaubigung der hypothetischen Abwehrfermente durch den chemischen Nachweis der Abwehrproteinase-Wirkung aus.⁶⁸⁷ Erst Mitte der 1960er Jahre wurde die biotechnologische Verwendung von Enzymen wieder im großen Maßstab aufgenommen. Die aus Hefe zubereitete Invertase von Bayer wurde so etwa zur „Weichhaltung von Süßwaren“ produziert; Merck stellte Invertin zur Invertierung von Saccharose in der Süßwarenindustrie her. Papain diente als Bierstabilisierungsmittel bei ausländischen Brauereien, Pepsin der Herstellung von Pepsinwein, und Diastasen wurden für ausländische Brauereien zur raschen Verzuckerung beim Maischen produziert. Oxidoreductasen wurden bei der Entfernung von Sauerstoff bei verpackten Lebensmitteln und

684 Vaupel, Heinrich Wieland. Wieland hatte von 1915 bis 1920, bevor er die Ordinarien für Chemie in Freiburg und München übernahm, eine wichtige Funktion bei Boehringer, wo er eine wissenschaftliche Abteilung aufbaute. Wieland/Hertkorn/Dunkel, Heinrich Wieland.

685 Waldschmidt-Leitz/Schäffner, Über den Enzymgehalt, S. 1176. Kuhlmann, Die Zauberstoffe.

686 Bertalanssy, Das Gefüge.

687 Abderhalden, Abwehrfermente, S. 15, 64. Frewer, Medizin, S. 40 ff.

abgefülltem Fruchtsaft eingesetzt; Hydrolasen fungierten bei der Aromaverstärkung durch Freisetzung von Fettsäuren vor allem bei italienischen Käsearten.⁶⁸⁸ Tierische Enzympräparate wie Lab, Pepsin, Pankreatin und Katalase wurden aus den entsprechenden Organen durch Extraktion isoliert und nach verschiedenen Reinigungsstufen getrocknet, gemahlen und mit den geeigneten Stoffen standardisiert. Bei den ähnlich gewonnenen pflanzlichen Enzympräparaten handelte es sich um Malz, Papain, Ficin und Bromelin.⁶⁸⁹

Noch in den 1920er Jahren bestand allerdings eine große Unsicherheit über die chemische Konstitution der Enzyme. Auch deren Identifizierung als Proteine durch Fischer und Buchner war keineswegs konsensfähig. Während in den USA William Bayliss die Hypothese der Proteinidentität der Enzyme grundsätzlich infrage stellte, war es in Deutschland Willstätter, der die Identität von Enzymen und Proteinen bezweifelte.⁶⁹⁰ Im Rückblick auf die bis 1927 durch die Notgemeinschaft geförderten Forschungen hieß es, dass trotz aller Bemühungen die für das Leben so wichtigen Enzyme noch immer rätselhaft seien. Heinrich Bechhold musste auch noch drei Jahre später, trotz der von James B. Sumner 1926 durchgeführten und 1928 auch in den *Naturwissenschaften* dargestellten Reinigung und Kristallisierung der Urease aus Jackbohnen, resignierend bekennen, dass von den Fermenten „nur ihre chemischen Wirkungen, ihre Fähigkeit zu lösen, zu oxydieren etc.“ bekannt sei.⁶⁹¹ Diese skeptische Haltung beruhte vor allem darauf, dass Sumners Identifizierung des Enzyms als Protein just von der Autorität Willstätter, der eine proteinfreie Katalyse behauptete, angezweifelt wurde. Willstätter galt, auch wenn er aus akademischen Funktionen vertrieben worden war und 1938 in die Schweiz emigrieren musste, bis in die 1940er Jahre hinein als der in Deutschland führende Enzymchemiker. Sein Postulat, dass Enzyme als katalytisch aktive kleine Moleküle an inaktive kolloide Träger gebunden seien, dominierte als unhintergebares Diktum die Debatte nicht nur im deutschsprachigen Raum.⁶⁹²

Ausgepresste oder mit Lösungsmitteln extrahierte Enzympräparate waren zu Beginn des 20. Jahrhunderts, da sie nur eine einzige Reaktion ausübten, zwar biologisch, aber keineswegs chemisch rein. Dass die chemische Reindarstellung der Enzyme noch nicht gelungen sei, führte Euler 1907 auf die Labilität der Enzyme, auf die geringe Konzentration, in der die Enzyme in der Natur stets vorzu-

688 „Invertase ‚Bayer‘. Zur Weichhaltung von Süßwaren, wie Marzipan, Persipan, Fondantmassen etc.“ (Broschüre ohne Datum) und E. Merck AG an DFG (27.6.1968), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60325, Stoffe A-F, 1963–1970; und H. D. Belitz, „Enzyme in der Lebensmitteltechnologie“, in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60324, Fremdstoff-Kommission, 1969–1970, Bd. 7. Marschall, Im Schatten, S. 295 ff.

689 Kuchinke/Buchta (Boehringer, Ingelheim), „Enzympräparate für die Lebensmittelindustrie“ (6.9.1968), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60324, Fremdstoff-Kommission, 1968–1969, Bd. 6.

690 Willstätter, Probleme, S. 590; und Ammon/Dirscherl, Fermente, S. 12. Fruton, A History, S. 132.

691 Bechhold, Ferment, S. 124; und Anonym, Rückblick (Chemie), S. 95.

692 Ammon/Dirscherl, Fermente, S. 12. Fruton, A History, S. 132 f.; Tanford/Reynolds, Nature's Robots, S. 164–175; Deichmann, Flüchten, S. 273 f.; Fruton, Proteins, S. 157–160; und Fruton, Molecules, S. 155–159.

kommen schienen, und auf die große Menge von Verunreinigungen der Extrakte vor allem durch kolloidale Stoffe zurück.⁶⁹³ Warburg drückte dies 1928 mit großer Klarheit aus: „Die Fermente gehen bei dem Versuch, sie zu isolieren, zugrunde, und es ist bisher nicht gelungen, ein Ferment rein darzustellen. Deshalb weiß man nicht, was die Fermente chemisch sind, und deshalb versteht man nicht, warum in der lebendigen Substanz chemische Reaktionen vor sich gehen.“⁶⁹⁴ Willstätter wiederum, der in den 1920er Jahren mit Erfolg die von Leonor Michaelis und M. Ehrenreich erarbeitete Methode der Adsorption wieder eingeführt hatte, berichtete im September 1926 auf der Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Düsseldorf von der schwierigen „möglichst vollkommene(n)“ Isolierung der Enzyme.⁶⁹⁵ Auch in seiner auf Deutsch gehaltenen Faraday-Vorlesung vor der Chemical Society 1927 in London resümierte er die problematische Bestimmung der chemischen Natur der Enzyme. Die Enzymwirkung sei bekannten organischen Stoffen oder Stoffgruppen zugeschrieben worden. Andor Fodor habe die Saccharese der Hefe mit Kohlenhydraten, Fischer Enzyme generell mit Proteinen identifiziert. Allerdings, merkte er kritisch an, hätten zur Analyse Enzyme in sehr unreinem Zustand gedient und es sei jeweils möglich gewesen, die Enzyme gänzlich von Kohlenhydrat- und Proteinreaktionen zu befreien, ohne dass sich die Aktivität änderte. Willstätter schloss, dass es sich bei Enzymen um durch sorgfältige Adsorption von Proteinen, Kohlehydraten und Salzen lösbar eigentümliche organische Verbindungen handle. Es sei möglich, zwischen Eigenschaften der Enzyme selbst und Einflüssen ihrer Begleitstoffe zu unterscheiden. Die Isolierung eines Enzyms bestand nach Willstätter darin, „die Masse von Substanz, die für eine gewisse Leistung unter bestimmten Bedingungen erforderlich ist, möglichst zu vermindern“.⁶⁹⁶ Wie Kurt G. Stern 1931 rückblickend zusammenfasste, waren die Erwartungen hoch gespannt, als Willstätter und seine Schule in groß angelegten Untersuchungen daran gingen, „die natürlichen Fermentsysteme in ihre einzelnen Komponenten zu zerlegen und diese mittels stufenweiser Reinigungsoperationen unter fortlaufender Kontrolle der präparativen Ausbeute als chemische Individuen zu isolieren“.⁶⁹⁷ Willstätter erzielte mit dem Verfahren einer spezifisch auswählenden Adsorption allerdings nur eine relative Reinheit, die bei fortgesetzter Reinigung zur Inaktivität der Enzyme führte. Seine patentierbaren Methoden der Adsorption und Elution konnten nicht zum Ziel zu führen, da die Steigerung des Reinheitsgrades mit dem Verlust an absoluter Masse der aktiven Substanz einherging.⁶⁹⁸ Willstätters These lautete deshalb, dass die Enzyme nicht nur durch ihre spezifischen Gruppen, sondern durch eher unspezifische Träger kolloider Struktur gekennzeichnet seien, die für die Erhaltung der enzymatischen Aktivität unerlässlich seien. Mit dem Postulat eines „kolloiden

693 Euler, Allgemeine Chemie, S. 195 f.

694 Warburg, Über die chemische Konstitution, S. 345.

695 Pincussen, 89. Versammlung.

696 Willstätter, Probleme, S. 589 f.

697 Stern, Über die Isolierung, S. 1226 f.

698 Stern, Über die Isolierung, S. 1227.

Komplexes“ ging Willstätter mit Euler und Fodor konform. Auch Warburg stimmte prinzipiell einer Kolloidtheorie der Enzyme zu.⁶⁹⁹ Bei den führenden Enzymchemikern Euler, Warburg und Willstätter fokussierte in den 1910er Jahren nach kolloidaler Logik die Zellstruktur und das Enzymsystem, aber nicht die chemische Konstitution des Enzyms die weitere Forschung zur biochemischen Funktion der Enzyme. Wie Stern feststellte, hätten die hierauf beruhenden Forschungen der Münchener Schule zwar die Kenntnisse über die Zusammensetzung natürlicher Enzymsysteme bereichert, aber nicht die chemische Natur der Enzyme aufgeklärt.⁷⁰⁰

Stern listete 1931 kontrastierend die Erfolge der amerikanischen Biochemiker auf, die vor allem auf einer gänzlich anderen und überraschend einfachen Methode beruhten: Sumner hatte das Harnstoff abbauende Enzym Urease mittels verdünnten Acetons in der Kälte kristallisiert. John H. Northrop, der mit Parke-Davis kooperierte, hatte 1929 ein konzentriertes Handelspräparat (Parke-Davis-Pepsin) durch Dialyse unter Druck sowie mittels Aussalzen mit Magnesium oder Ammonsulfat isoliert. Dieses Produkt verlor seine enzymatische Wirksamkeit auch nach siebenmaligem Umkristallisieren nicht, zudem ließen sich die Versuche reproduzieren, sodass Northrop schloss, das kristallisierte Protein sei mit dem Enzym identisch. Ein ähnlich einfaches Verfahren wandte Northrop auch beim Verdauungsenzym Trypsin an. Obwohl damit tatsächlich erstmals die chemische Reindarstellung eines Enzyms gelungen war, blieben, so Stern, die Grundfragen der Enzymforschung nach der Natur der Enzyme und dem Mechanismus ihrer Wirkung und Spezifität weiter unbeantwortet. Auch hier waren noch in Deutschland arbeitende Forscher im Rennen, und Stern setzte auf Warburgs Studien zur Zellatmung, Eulers Untersuchungen von Invertase sowie Waldschmidt-Leitz' und Arnold K. Balls Studien zur Peptidasewirkung.⁷⁰¹ Erst durch die Kristallisationen von Trypsin und Pepsin wurden in Deutschland auch Sumners Ergebnisse akzeptiert. Allerdings versuchte Willstätter sie im Sinne seiner in den Jahren 1922 bis 1927 ausgearbeiteten Trägertheorie zu relativieren, indem er zwischen verschiedenen Formen gleicher Enzyme unterschied, die vom Protoplasma der Zelle abtrennbar oder an dieses gebunden seien.⁷⁰² Für ihn standen entsprechend seiner Mitte der 1920er Jahre herausgearbeiteten These die „wirksamen Enzymsysteme“, die er in sukzessiver Distanzierung von der Kolloidtheorie als Symplex bezeichnete, im Forschungsmittelpunkt. Ein Symplex sei danach ein Komplex einer aktiven Gruppe (Agon) und eines Trägers (Pheron). Dies entsprach grundsätzlich dem von Euler während seiner Forschungsarbeiten zur Cozymase eingeführten Begriff eines aus wirkungsspezifischen Cofermenten und substratspezifischen Apofermenten bestehenden Holoferments. Euler hatte sich dabei auf die klassischen Arbeiten von Arthur Harden und William John Young aus dem Jahr 1904 bezogen, nach

699 Herrmann/Rohner, Zur Kolloidtheorie; Kohler, The Background, S. 174.

700 Stern, Über die Isolierung, S. 1227.

701 Warburg/Christian, Isolierung; Bücher, Isolierung; und Stern, Über die Isolierung, S. 1227 ff.

702 Lehnartz, Chemische Physiologie, S. 245; und Ammon/Dirscherl, Fermente, S. 12; Fruton, A History, S. 132 f.

denen einer sogenannten Cozymase die gärungsbeschleunigende Rolle zukomme. Es ließ sich danach von einem Enzymkomplex sprechen, der durch Entnahme und Zugabe des Coenzym auf experimentellem Wege katalytisch unwirksam und wieder wirksam gemacht werden konnte. Das Forschungsziel war nunmehr „die Isolierung der Cozymase, die Ermittlung ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrer Struktur und ihrer chemischen Eigenschaften“. ⁷⁰³ Es war ein wichtiger Baustein des Wirkstoffkonzeptes, dass Vitamine in den 1930er Jahren als Bestandteile von Enzymsystemen neu verfasst wurden. Als Coenzyme ermöglichten sie erst die katalytische Wirkung von Enzymen im Stoffwechsel: Das Vitamin B₆ fungiert als Coenzym im Stoffwechsel von Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen. Der Phosphorsäureester des Vitamins B₁, gebunden an einen bestimmten Eiweißkörper, stellt die Hefe-Carboxylase dar. Die prosthetische Gruppe des gelben Oxidationsferments ist das phosphorylierte Laktoflavin. Nicotinsäureamid bildet die wirksame Gruppierung der Cofermente der Atmung und der Gärung. ⁷⁰⁴

Seit den 1920er Jahren gibt es Enzyme als reine Proteine sowie als Enzymsysteme, als Holoenzyme und prosthetische Gruppen. Ammon und Dirscherl rangen sich 1938 zum Kompromiss durch, dass es sich bei den von Northrop isolierten Kristallen wohl um die „reinen Enzymsysteme“ handle. So seien Enzyme vom chemischen Standpunkt aus als „kolloidale Substanzen vom Charakter zusammengesetzter Proteine“ zu definieren. Vor allem musste es sich bei Enzymen, im Gegensatz zu Willstätters ursprünglicher Annahme, um „Körper von relativ großer Teilchengröße handeln“, das heißt um Makromoleküle. In ihrem Lehrbuch nahmen die Enzymsysteme schließlich weitaus mehr Raum ein als die Reindarstellung der Enzyme. ⁷⁰⁵ In Deutschland existierte seit den 1930er Jahren eine durchaus erfolgreich arbeitende Forschungsrichtung zu Enzymsystemen, die sich, namentlich durch Kuhn und Warburg, auch bei der Isolierung der Coenzyme hervortat. Jedoch bedeutete die gleichzeitige Vernachlässigung der Proteinforschung, dass ein ganzer Forschungsbereich, der sich spätestens seit den 1940er Jahren als höchst innovativ erweisen sollte, nicht etabliert wurde. In seinem Nachruf auf Willstätter resümierte Kuhn 1949, dass mittlerweile viele schön kristallisierende Enzyme als Proteine erkannt worden seien. Dazu zählte er vor allem die Urease durch Sumner, die Proteasen durch Northrop und die Gärungsfermente durch Warburg. ⁷⁰⁶ Letzterer war zunächst mehr an der Funktion der Enzyme und nicht an deren Strukturklärung interessiert. Erst anlässlich seiner Arbeiten zu den Atmungsfermenten Mitte der 1920er Jahre begann er seine Forschungen auf die chemische Reindarstellung der Enzyme zu konzentrieren. ⁷⁰⁷ Während des Nationalsozialismus war Warburg keineswegs so isoliert, wie es ob seiner prekären Lage anzunehmen

703 Euler, Die Cozymase, S. 3, 22; Abderhalden, Vitamine, S. 198 f.; und Ammon/Dirscherl, Fermente, S. 12 f. Kohler, The Background, S. 175 f.

704 Maier, Natürliche oder synthetische Vitamine, S. 445.

705 Ammon/Dirscherl, Fermente, S. 12, 14 f.

706 Kuhn, Richard Willstätter, S. 3.

707 Werner, Berichtswelten, S. 196; und Kohler, The Background, S. 192. Zur *Arisierung* Warburgs: Hachtmann, Wissenschaftsmanagement, S. 431–438.

wäre. Er hatte engen Kontakt zu Schering, Merck und Boehringer und korrespondierte intensiv mit Fachkollegen. Auch während des Kriegs konnte er über seine Forschungsarbeiten publizieren und wurde durchaus auch rezipiert und zitiert. Seine Forschungen wurden allerdings nicht durch DFG und Reichsforschungsrat, sondern durch die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft finanziert.⁷⁰⁸

Schon seit Ende der 1910er Jahre befasste sich Warburg mit der Zellatmung, einer chemischen Reaktion, welche, so Hans Krebs, „die treibende Kraft für die Leistungen des Lebendigen liefert“, indem es die Reaktion von Sauerstoff mit den Nährstoffen vermittelt. Zusammen mit Krebs und Erwin Negelein bestimmte Warburg die chemische Konstitution des Atmungsferments als eine Häminverbindung, eine komplexe Eisenverbindung. Während Hämoglobin Sauerstoff transportiert, katalysiert das Eisenatom des Atmungsferments die Sauerstoffübertragung. David Keilin hatte 1925 spektroskopisch ein Zelloxymyoglobin herausgearbeitet, das er als ein in allen Zellen identifizierbares Cytochrom bezeichnete. Dieses Cytochrom, intervenierte Warburg, sei jedoch keineswegs mit dem Atmungsferment identisch. Warburg ersann indessen eine physikalisch-chemische Methode der Spektrofotometrie, bei der er das Absorptionsspektrum des Atmungsferments bestimmte und vom Cytochrom differenzierte. Im Jahr 1934 verwiesen neueste Forschungen auf ein weiteres Cytochrom als eine Sauerstoff übertragende Häminverbindung. Obwohl Warburg diese Begriffsverwirrung ablehnte, stellt seitdem eben dieses „Cytochrom von 1934“ das Atmungsferment dar.⁷⁰⁹ Zu Beginn der 1930er Jahre arbeitete Warburg auch zu Wasserstoff übertragenden Enzymen. Bei den Versuchen, das katalytisch wirksame Enzym zu isolieren, kam es jedoch zum Verlust der Wirksamkeit, woraus Warburg entsprechend der Arbeiten von Euler und Willstätter schloss, dass das Enzym aus zwei Komponenten bestehen müsse. 1933 berichteten Warburg und Walter Christian dann davon, aus Hefe ein eisenfreies, gelb gefärbtes Atmungsferment isoliert zu haben, dessen an einen hochmolekularen Träger gebundene Farbstoffkomponente sie als ein mit dem Vitamin B₂ identisches Flavin identifizierten. Das gelbe Ferment bestehe aus einem Protein und einem Coenzym, bei dem es sich um Laktoflavin, das Vitamin B₂, handle.⁷¹⁰ Warburg war es gelungen, Oxidationsreaktionen in homogene Lösungen zu bringen und so die Fraktionen chemisch zu ermitteln. Der Phosphorsäureester des Laktoflavins war an einen eiweißartigen Träger als prothetische Gruppe gebunden; dieses gelbe Atmungsferment war wiederum an der Zellatmung beteiligt und vermochte eine ganze Reihe von Stoffwechselprodukten zu oxidieren.⁷¹¹ Die Etab-

708 Deichmann, *Flüchten*, S. 289. Die Rockefeller Foundation unterstützte schon in den 1920er Jahren Warburgs Krebsforschungen. Auch Warburgs KWI für Zellphysiologie wurde 1930 mit Geldern der Rockefeller Foundation eingerichtet. Sachse, *What Research*, S. 106; und Werner, *Ein Genie*, S. 186–193, 233–242.

709 Warburg/Negelein, *Cytochrom*, S. 207; Krebs, *Die chemische Konstitution*, S. 195; und Warburg, *Über die chemische Konstitution*, S. 345, 347f. Werner, *Otto Warburgs Beitrag*; Werner, *Ein Genie*, S. 162–179; und Kohler, *The Background*.

710 Kuhn, *Über die Wirkungsweise*, S. 249; und Wagner-Jauregg, *Die Chemie der Vitamine*, S. 381; Werner, *Ein Genie*, S. 256–268.

711 Werner, *Vitamine als kollektiver Mythos*, S. 154.

lierung des gelben Ferments vollzog sich als Zusammenführung von Farbstoff-, Enzym- und Vitaminforschung und verwischte weiterhin die ohnehin fragwürdige Abgrenzung zwischen den Wirkstoffen.⁷¹² 1934 fasste Kuhn zusammen, dass der Organismus der höheren Tiere anscheinend nicht befähigt sei, das gelbe Ferment von sich aus aufzubauen. Er sei darauf angewiesen die Farbstoffkomponente in Form des gelben Vitamins mit der Nahrung aufzunehmen. Das Vitamin B₂ sei dementsprechend die exogene Vorstufe eines Ferments, das in den Abbau der Kohlenhydrate eingreift.⁷¹³ Damit wurde auch eine differenzierte Lehre der Spezifität als Leistung eines Enzymsystems konstituiert. Das 1934 an Warburgs Institut herausgearbeitete Triphospho-Pyridin-Nukleotid wurde als ein konstanter Begleiter der biologisch wichtigen Cozymase identifiziert. Weitere Untersuchungen zeigten, dass es sich bei der Cozymase um ein Diphospho-Pyridin-Nukleotid handle. Die Isolierung des Nicotinsäureamids der Cozymase gelang dann 1936 in Dahlem. An den klinisch einsetzbaren Pyridin-Nukleotiden zeigte sich insbesondere Merck interessiert, gleichwohl war Warburg Schering loyal verbunden.⁷¹⁴ 1936 hatte Warburg bereits drei Klassen von Enzymen herausgearbeitet: Das in Häminen gebundene Eisen (Atmungsfermente), welches ihm den Nobelpreis für Medizin einbrachte, der Alloxazinring der gelben Fermente und die Pyridin-Nukleotid-Proteinverbindungen (Wasserstoff übertragende Fermente). Zu Beginn der 1940er Jahre gelang ihm zudem durch die Entwicklung eines optischen Testverfahrens der Infrarotspektrofotometrie die Isolierung mehrerer Gärungsfermente.⁷¹⁵

An der Isolierung von Enzymen waren in den 1930er Jahren in Deutschland außer Warburg nur wenige Chemiker beteiligt. Dazu zählten zunächst Eugen Bamann, Professor für Pharmazie an der Universität Tübingen, und Paul Laevenrenz vom Chemischen Laboratorium der Krause Medico-Gesellschaft in München, denen 1934 in Gemeinschaftsarbeit die Isolierung des Fett abbauenden Enzyms Lipase in kristalliner Form gelang. Daraus ließ sich wiederum ein klinisch aktivierbares Präparat namens Pankreas-Dispert herstellen.⁷¹⁶ Enzym- und Proteinforschung fand in Deutschland vor allem auch am KWI für Lederforschung unter Max Bergmann statt. Dieser musste jedoch sofort nach der Machtübergabe an die Nationalsozialisten im April 1933 seine Position als Institutsdirektor aufgeben und emigrierte noch im selben Jahr in die USA. Am Rockefeller Institute for Medical Research in New York begründete er, wie Deichmann pointiert, „die für Jahrzehnte führende Schule der Proteinchemie in den USA“.⁷¹⁷ Sein Nachfolger Wolfgang Grassmann arbeitete an der Isolierung Protein und Kohlenhydrat abbauender Enzyme sowie an der Herstellung möglichst reiner Peptide aus Kol-

712 Kuhn, Über die Wirkungsweise, S. 249. Werner, Vitamine als Mythos, S. 61; und Werner, Ein Genie, S. 256–268.

713 Kuhn, Über die Wirkungsweise, 249.

714 Warburg/Christian, Pyridin, S. E80-E83; Werner, Ein Genie, S. 275 ff.

715 Warburg/Christian, Pyridin, S. E85; Werner, Ein Genie, S. 278–281.

716 Vogel/Laevenrenz, Über ein neues Pankreassubstitutions-Präparat.

717 Deichmann, Proteinforschung, S. 10.

lagen.⁷¹⁸ Windaus lobte 1934 in seiner Rolle als DFG-Gutachter, der hervorragende Willstätterschüler Grassmann habe eine beträchtliche Menge wertvoller Arbeit über die Spezifität der Enzyme vorgelegt, und man könne mit Sicherheit weitere bemerkenswerte Leistungen von ihm erwarten.⁷¹⁹ Zu Beginn der 1930er Jahre befasste sich Grassmanns Mitarbeiterstab mit der Trennung und Kennzeichnung wesentlicher Typen der Peptidasen.⁷²⁰ Grassmann, der von der Notgemeinschaft schon in den 1920er Jahren gefördert worden war, dann aber seine maßgeblichen Gelder von der Universität München und der Industrie erhalten hatte, beantragte, da mit der Direktorenstelle am KWI für Lederforschung diese Finanzierungsmöglichkeiten fortfielen, im Juni 1934 bei der Notgemeinschaft die finanzielle Unterstützung seiner Untersuchungen über Konstitution und enzymatischen Abbau der Eiweißkörper und Kohlenhydrate.⁷²¹ Spätestens mit Kriegsbeginn waren jedoch Forschungsarbeiten zur Gerbereichemie und Lederfabrikation deutlich förderungswürdiger und das KWI für Lederforschung fügte sich in ein Gefüge von IG Farben, Lederindustrie und Reichsforschungsrat. Die Protein- und Enzymforschung am Institut war hingegen seit 1940 weitgehend marginalisiert.⁷²²

Während Grassmanns Erfolg versprechende Arbeiten der Kriegsforschung geopfert wurden, konnte Abderhalden sein Projekt zu den Abwehrfermenten in den frühen 1940er Jahren noch intensivieren. Im Jahr 1930 hatte er bereits im impliziten Anschluss an die Erfolge der neuesten Hormonforschung verkündet, auch Abwehrproteinasen im Harn entdeckt zu haben.⁷²³ Kretschmers Arbeitszusammenhang stellte wiederum die Schaffung neuer Verfahren zur Isolierung, Kristallisierung und *Aktivierung* der spezifischen Abwehrfermente sowie die Verwendung der Abwehrfermente zur Diagnose innersekretorischer Störungen und endokriner Schwankungen in Aussicht.⁷²⁴ Mall und Bersin verbreiteten 1941, dass es ihnen gelungen sei, Abwehrproteinasekristalle aus Harn zu gewinnen. In Anlehnung an diese Versuche arbeitete auch Abderhaldens Sohn Rudolf an deren Darstellung.⁷²⁵ Abderhalden sah hier durchaus eine Erfolgslinie, die von Sumners Kristallisierung der Urease über Northrops Isolierung des Trypsins bis zu den angeblichen Erfolgen von Mall und Bersin reichte.⁷²⁶ Die Abwehrfermente waren zu Beginn der 1940er Jahre ein Paradigma, das auf die Enzymforschung in Deutschland im Allgemeinen einwirkte. Abderhalden publizierte auch nach Kriegsende, als er wieder in die Schweiz zurückgekehrt war, weiter zu den ausdrücklich als Wirkstoffe definierten

718 Deichmann, Flüchten, S. 288.

719 Gutachten des Fachreferenten Windaus (25.6.1934), in: BA Koblenz, R 73/11317.

720 Grassmann an Notgemeinschaft (14.6.1934), in: BA Koblenz, R 73/11317.

721 Grassmann an Notgemeinschaft (14.6.1934), in: BA Koblenz, R 73/11317.

722 Deichmann, Proteinforschung, S. 11–16. Im Rahmen dieser Neuausrichtungen der Arbeiten am KWI für Lederforschung fanden auch die brutalen „Schuhtrageversuche“ im Konzentrationslager Sachsenhausen statt. Sudrow, Vom Leder.

723 Abderhalden, Abwehrfermente, S. 18.

724 Kretschmer an DFG (13.12.1941), in: BA Koblenz, R 73/12408. Grundmann, Kriegswichtige Forschung, S. 623 f.

725 Abderhalden, Die Darstellung; und Bersin/Mall, Die Darstellung.

726 Abderhalden, Abwehrfermente, S. 20, 24.

Abwehrfermenten und bezog sich – im Zirkelschluss – auch auf gewisse Erfolge des Arbeitskreises Kretschmer bei der Isolierung der Abwehrfermente. Deren Reindarstellung, berichtete er noch 1947 stolz, habe jeder Diskussion über die Existenz dieser Fermentgruppe ein Ende gesetzt.⁷²⁷ Nur wenige Jahre später sollte von Abwehrfermenten nicht mehr die Rede sein. Ihre Existenz war in den 1950er Jahren schlichtweg überflüssig geworden. Die industriell-staatlich organisierte Enzym- und Proteinforschung war während des Nationalsozialismus neben der Krebsforschung auf spezifische Forschungsbereiche wie Ernährung und Werkstoffe konzentriert. Dies musste aber nicht bedeuten, dass deshalb nur wissenschaftlich unergiebigere Zweckforschung betrieben wurde oder fiktive Dinge zum Nutzen des Nationalsozialismus wie die Abwehrfermente erfunden wurden. Burckhardt Helferich vom Chemischen Laboratorium der Universität Leipzig erhielt für seine Forschungen zur Carbohydrase während des Nationalsozialismus vergleichsweise hohe Fördersummen. Der enzymatische Abbau von Kohlenhydraten und die Reindarstellung der Carbohydrasen war ein aufgrund der Zuordnung zur Ernährungsforschung während des Krieges intensiv gefördertes Arbeitsgebiet. Helferichs Ziel war dabei der enzymatische Abbau von β -Glucosiden und die Reindarstellung eines glucosidspaltenden Ferments.⁷²⁸ Während zu Beginn der 1940er Jahre andere Fermente kristallin dargestellt waren und die Kenntnis über wirksame Gruppen ein klares Bild von der Wirkungsweise ergaben, stand dies für die Carbohydrasen noch weitgehend aus. Die Beherrschung des Auf- und Abbaues von zusammengesetzten Kohlenhydraten auf dem Gebiet der Nahrungsmittel, der Werk- und Faserstoffe und der medizinisch-pharmazeutisch wirkenden Substanzen ließ neue Möglichkeiten voraussehen. Schließlich, so Helferich, werde die vollständige chemische Beherrschung des Gebietes der Carbohydrasen neue Wege bei der katalytischen Beeinflussung chemischer Reaktionen eröffnen. In diesen Forschungsarbeiten war die Funktion der Enzyme als technische Dinge deutlich ausformuliert.⁷²⁹

Ein Kennzeichen der Forschung in den 1940er Jahren war jedoch die Ignoranz gegenüber den neuesten physikalisch-chemischen Techniken und Methoden zur Trennung von Stoffgemischen. Die Ausrichtung auf die rein chemischen Verfahren der Adsorption und Elution hatte vor allem auch zur Folge, dass die Chromatografiemethode, welche die Isolierung von Enzymen in den 1940er Jahren erheblich beschleunigte und mit der an Kuhns Institut höchst erfolgreich gearbeitet wurde, nicht allgemeine Anwendung fand.⁷³⁰ Die Leistungsfähigkeit bei der Isolierung von Enzymen – bis Ende der 1970er Jahre waren etwa tausend Enzyme identifiziert und hundert in Kristallform isoliert – war eng an die Etablierung von technischen Trennverfahren, namentlich der Chromatografie, Elektrophorese, Ultrazentrifu-

727 Abderhalden, Fortschritte, S. 6 f.

728 DFG an Helferich (26.2.1943) und DFG an Helferich (5.4.1945), in: BA Koblenz, R 73/11578; und Richard Kuhn, „Wissenschaftliches Gutachten (8.2.1943)“, in: BA Koblenz, R 73/11578.

729 Helferich an DFG (27.1.1943), in: BA Koblenz, R 73/11578. Zu Helferich auch Deichmann, Flüchten, S. 289. Zum Konzept der technischen Dinge: Rheinberger, Experimentalsysteme, S. 25 f.

730 Livengood, Why was; Deichmann, Flüchten, S. 174 f., 286 f.

gation und Spektrofotometrie, gebunden. Trennmethode waren ohnehin von grundlegender Bedeutung für das Arbeitsgebiet der Biochemie, so wie Separationstechniken seit den 1930er Jahren zu einer Technisierung der Biologie führten.⁷³¹ Dies habe bereits für die üblichen organischen Stoffe bekannter Struktur gegolten, bemerkte 1948 Arne Tiselius, Erfinder der Elektrophorese, in seiner Nobelpreisrede, gelte aber in wesentlich größerem Maße für komplizierte Substanzen mit hoher Molmasse, wie Proteine, Enzyme, Viren, Polysaccharide und Nucleinsäuren. Die Definition einer chemischen Erscheinungsform hänge dabei entscheidend von den die betreffende Substanz nicht verändernden Trennverfahren ab. Das Problem der Stofftrennung liefere wichtige Erkenntnisse bezüglich der Existenz biochemisch bedeutsamer Komplexbildungen.⁷³² Die parallel zur Elektrophorese von Theodor Svedberg entwickelte Ultrazentrifuge war selbst wiederum die Bedingung der Ersetzung des Paradigmas der Kolloidchemie durch das der makromolekularen Zusammensetzung des Protoplasmas. Eine Geschichte der Molekularbiologie und der makromolekularen Nucleinsäure könnte ohne eine Technikgeschichte dieser Apparate nicht verfasst werden.⁷³³ Grassmann schrieb im Jahr 1950, dass ein Rückblick auf die Entwicklung eines Jahrzehnts zeige, „dass die Eiweißforschung dabei um so erfolgreicher war, je weiter sie sich von den Methoden der klassischen Chemie entfernt hat“.⁷³⁴ Denn so sehr die Methoden der Biochemie zur Analyse verhältnismäßig einfacher Moleküle genügten, betont Jacob, so schlecht schienen sie für die Analyse der riesigen molekularen Strukturen geeignet zu sein. Zerbrechlich und unbeständig veränderten die aus Aminosäuren zusammengebauten Proteine sehr leicht ihre Natur. Es brauchte neue Methoden zu ihrer Darstellung, Isolierung und Reinigung, bis es möglich wurde, Enzyme zu kristallisieren. Erst Mitte des 20. Jahrhunderts entstanden im Zusammenspiel von Physik, Chemie der Hochpolymeren und Informationstheorie Techniken und Theorien, um ihre Struktur aufzuklären.⁷³⁵

Den wenigen jungen Enzymchemikern, die den Nationalsozialismus nicht nur überlebt, sondern sich auch ein eigenständiges und zeitgemäßes Arbeitsgebiet erarbeitet hatten, stand in der Nachkriegszeit eine glänzende Laufbahn offen. Dazu zählte neben dem Knoop-Assistenten Carl Martius und dem Warburg-Mitarbeiter Theodor Bücher vor allem der Wieland-Schüler Feodor Lynen. Bücher, der nach seiner Zeit an Warburgs KWI für Zellphysiologie am Chemischen Institut des Universitätskrankenhauses Eppendorf in Hamburg arbeitete, schrieb 1947 einen Brief an Lynen, in dem er eine Art Pakt vorschlug. Zwar gefalle es ihm an dem schönen, vom Krieg unzerstörten Institut sehr gut, nur gebe es keinen, der ihn wissenschaftlich verstehe. Deshalb würde er gern mit Lynen zusammenarbeiten oder zumindest über laufende Sachen diskutieren: „Wir beiden sind in Deutschland die einzigen, die auf zellphysiologischem Gebiet kollidieren könnten,

731 Rebentrost, *Das Labor*, S. 43–52; und Cerruti, *The Impact*.

732 Tiselius, *Elektrophorese*, S. 25. Zu Tiselius: Beneke, *Biographien*, S. 335–338.

733 Rheinberger, *Kurze Geschichte*, S. 5.

734 Grassmann, *Neue Verfahren*, S. 200.

735 Jacob, *Die Logik*, S. 259 f.

und es wäre besser, wenn wir am gleichen Strang ziehen oder in ganz freiem Feld arbeiten, ich auf jeden Fall würde es vorziehen, Ihnen nicht in die Quere zu kommen. Haben Sie zum Beispiel etwas auf dem Krebsgebiet vor? Vorbedingung ist natürlich unbedingtes Vertrauen. Ich gestehe offen, dass ich volles Vertrauen zu Ihnen habe. Ich glaube, dies kann auf Gegenseitigkeit beruhen, denn es mangelt mir nicht an Ideen, und ein gewisser Wohlstand erleichtert stets die Moral.“⁷³⁶ Tatsächlich diskutierten Bücher und Lynen in der Folge über das thermodynamische Problem der Reversibilität enzymatischer Reaktionen, kooperierten bei Versuchen zur Synthese des Acetyl-arsenats, diskutierten die Leistungsfähigkeit von Emulgiermaschinen und grübelten über ein angemessenes Testverfahren zum Nachweis von Coenzymen.⁷³⁷ Beide Enzymforscher sollten exzeptionelle Karrieren machen. Bücher wurde im Sommer 1963, nachdem er zwischenzeitlich in Marburg tätig war, Nachfolger Butenandts am Institut für Physiologische Chemie, Physikalische Biochemie und Zellbiologie an der Universität München. Lynen wiederum renommierte vor allem durch die Isolierung des Acetyl-Coenzym A, der sogenannten aktivierten Essigsäure, im Jahr 1951 als erfolgreichster deutscher Biochemiker der 1950er und 1960er Jahre. Lynen, so lobte ihn Butenandt, habe sich gegen starke Konkurrenz des Auslands durchgesetzt und den ersten entscheidenden Einblick in die Vorgänge der Essigsäurereaktion gewonnen.⁷³⁸ Auch Wolfram Block vom MPI für Hirnforschung gratulierte euphorisch: „Ich freue mich ganz besonders deshalb, weil ja nun wohl endlich das Ausland auf Ihre Arbeiten aufmerksam werden muß. Über solche absolut grundlegenden Resultate kann ja beim besten Willen nicht hinweggesehen werden. (...). Vielleicht kommt doch noch die Zeit, wo die Amerikaner nicht mit dieser nonchalanten Arroganz über die deutschen Arbeiten hinwegsehen werden.“⁷³⁹ Es ist nur eine kleine Übertreibung, der Strukturaufklärung aktivierter Essigsäure im Winter 1950/51 für die deutsche Biochemie eine ähnliche Bedeutung zuzuschreiben wie Helmut Rahns Tor drei Jahre später für das Wirtschaftswunderland. In der Tat wurde Lynen von US-amerikanischen und britischen Forschern fürderhin als gleichrangiger Kollege von Krebs, Ochoa und Lipmann anerkannt.⁷⁴⁰ Lynen erhielt 1964 schließlich den Nobelpreis für die Entdeckung und Strukturaufklärung der Fettsäuresynthetase sowie den Chemismus der Fettsäuresynthese. Der Erfolg Lynens, als der, so der Biochemiker Gerhard Pfeleiderer, einzige wirkliche deutsche Biochemiker nach dem Krieg, wenn nicht sogar „Star der modernen Biochemie“, wies Auswege aus dem Forschungsnotstand, war aber eben doch die Ausnahme, welche die Regel des Rückstands zu bestätigen schien.⁷⁴¹

736 Bücher an Lynen (19.11.1947, handschriftlich), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 46.

737 Bücher an Lynen (13.1.1951), Lynen an Bücher (29.10.1950), Lynen an Bücher (29.3.1949), Bücher an Lynen (21.3.1949), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 46.

738 Butenandt an DFG (29.3.1951), in: MPG Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 379.

739 Block an Lynen (28.1.1951), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 44.

740 Cantoni an Lynen (2.4.1953), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 47.

741 Deichmann, Flüchten, S. 145. Zum Leben Lynens: Will, Sei naiv.

Lynen hatte in den 1940er Jahren bereits mit Arbeiten zum Fermentsystem von Atmung und Gärung und zur Essigsäure als Zwischenprodukt des Zellstoffwechsels auf sich aufmerksam gemacht.⁷⁴² Er war in einem Forschungsgebiet zum Intermediärstoffwechsel tätig, in dem es im Nachkriegsdeutschland durch die Vertreibung jüdischer Wissenschaftler kaum Erfolg versprechende Nachwuchskräfte gab. Eine Enzymproteinforschung, die im molekularbiologischen Kontext der 1950er Jahre hohe Bedeutsamkeit erhalten sollte, fand im Nachkriegsdeutschland nicht statt. Lynen verband jedoch die Enzymchemie der Stoffwechsellvorgänge mit naturstoffchemischen Experimentalsystemen. Er nutzte Spektrofotometrie und Chromatografie ebenso zur Aufklärung von Stoffwechselzyklen wie zur Isolierung von Wirkstoffen. Damit versprach er der Notgemeinschaft international erfolgreiche Forschung und Boehringer ein vermarktbare Coenzympräparat. In den 1950er Jahren etablierte sich ein Gefüge, das an die Molekularbiologie anschlussfähig war, vor allem aber eine Biochemie der Reaktionsfolgen, also der zyklischen Stoffwechselwege ausarbeitete. Wie Werner betont, war die Kristallisation der Gärungsenzyme und Coenzyme ebenso wie die spektrofotometrische Methode nicht nur die Voraussetzung für die Aufklärung der Zwischenschritte der Gärung, sondern hatte auch Konsequenzen für den sich insbesondere nach dem Zweiten Weltkrieg entwickelnden Vertrieb reinen Enzymen, Coenzymen und Substraten und damit für eine biochemische Industrie. Bücher etwa hatte sich schon 1938 an Boehringer gewandt, um die Forschungsarbeiten der Warburgschen Arbeitsgruppe zu verwerten. Es ging dabei vor allem um Warburgs optischen Test als unerlässliche enzymatische Diagnostik.⁷⁴³ Dieses in den 1930er Jahren präformierte Gefüge erhielt in den 1950er Jahren als Netzwerk „Lynen, Boehringer, DFG“ wiederum eine innovative Dynamik bei der Entwicklung des Coenzym A. Nobelpreiswürdige Arbeiten zum Intermediärstoffwechsel und biotechnologische Potenziale fanden in diesen Forschungen zusammen.⁷⁴⁴

Die beim Abbau der Nahrungsstoffe durch Atmung und Gärung entbundene chemische Energie werde zur Erzeugung energiereicher Phosphatbindungen verwertet, deren Spaltung erst die Energie verbrauchenden Lebensvorgänge ermöglichen, so fasste Lynen 1957 die Arbeiten zur Biosynthese, an denen er maßgeblich beteiligt war und die ein funktionstüchtiges Modell des Stoffwechsels und der Energieversorgung der Organe aufgebaut hatten, anschaulich zusammen. Das Besondere an der Biosynthese sei, dass diese als Gruppenübertragung funktioniere. Es sei kein Energieaufwand erforderlich, wenn der Baustein, der bei der Synthese der komplexen Moleküle eingefügt werden solle, in gebundener Form vorliege und als Gruppe übertragen werde. Diese biologische Gruppenübertragung habe

742 Verein Deutscher Chemiker, Biochemische Vortragsveranstaltung, S. 198 f.

743 Werner, *Ein Genie*, S. 279.

744 In den Jahren 1946/47 unterstützte zunächst die Bayerische Akademie der Wissenschaften Lynens Arbeiten mit Geldmitteln von 300 bis 500 RM. Seit 1951 wurde Lynen, der bereits von 1937 bis 1942 Stipendiat der DFG gewesen war, bei seinen Arbeiten zum Coenzym A wieder dauerhaft durch die DFG finanziert. Akademie der Wissenschaften an Lynen (30.10.1946) und Lynen an Akademie der Wissenschaften (2.12.1947), in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 42. Decker, Feodor Lynen, S. 3.

sich als eines der Fundamente des chemischen Geschehens in der Zelle erwiesen.⁷⁴⁵ Acetat, ein Ester der Essigsäure, war an vielen Biosynthesen beteiligt und wurde in eine Verbindung übergeführt, die den Aktionsnamen aktivierte Essigsäure erhielt. Fritz Lipmann gelang es 1945, die enzymatischen Katalysatoren der Acetylierung von Aminen in der Leber zu extrahieren. Dabei isolierte er ein Coenzym, das sich als unentbehrlich bei allen biologischen Acetylierungen erwies und deshalb den Namen Coenzym der Acetylierung, kurz Coenzym A, erhielt. Als ein Element des Coenzym A erwies sich die Pantothersäure, das Vitamin B₅. Beim Fehlen der Pantothersäure, so Lynen, komme es zu einem Mangel an Coenzym A und deshalb zu schweren Stoffwechselstörungen. Für die biologische Aktivität, und hier schlossen Lynens eigene Arbeiten an, war aber nicht der Pantothersäureanteil, sondern die in Form von Cysteamin vorliegende Sulfhydrylgruppe (SH-Gruppe) zuständig. An dieser Gruppe konnten bei Stoffwechselreaktionen Carbonsäuren wie die Essigsäure gebunden und übertragen werden. Lynens Arbeitsgruppe arbeitete in der Folge an der Aufklärung der Acetylübertragung durch Coenzym A.⁷⁴⁶

Lynen ordnete seine Untersuchungen inhaltlich den verwandten Projekten der innovativen Arbeitskreise um Lipmann und Ochoa zu. Sie hätten, schrieb er im März 1951 an die DFG, „eines der aktuellsten Probleme des Intermediärstoffwechsels zum Inhalt“. Im chemischen Reaktionsgeschehen der Zelle nehme ein als aktivierte Essigsäure bezeichnetes Derivat der Essigsäure eine bevorzugte Stellung ein, indem es einerseits die endgültige Oxidation der Nahrungsstoffe im Zitronensäurezyklus einleite, andererseits auch als unentbehrlicher Baustein zur Synthese zahlreicher Naturstoffe diene. Lipmann und Ochoas hätten gezeigt, dass ein höchstwahrscheinlich nucleotidartiger Körper, das Coenzym A, beteiligt sei. Die Untersuchung der Rolle dieses Coenzymes beim Aufbau der aktivierten Essigsäure war das Forschungsziel Lynens.⁷⁴⁷ Der erste Schritt hierbei war die Ausarbeitung eines einfachen Verfahrens zur Herstellung von Coenzym A. Dazu trennte Lynens Forschungsgruppe das Coenzym von den Nucleotiden und stellte damit ein nahezu reines Präparat dar. In einem undatierten Bericht über den Stand der Forschungsarbeiten schrieb Lynen, dass sie damit beschäftigt seien, „die vorerst noch mässige Ausbeute unseres Isolierungsverfahrens zu verbessern“. Lynen hatte angekündigt, dass er innerhalb von zwei Jahren Ergebnisse präsentieren könnte, und hielt Wort. Zusammen mit Ernestine Reichert und Luistraud Rueff gelang ihm 1951 die Isolierung der aktivierten Essigsäure als Acetyl-Coenzym A (Acetyl-CoA), dem Thioester des Coenzym A, aus Hefekochsaft. Lynen kooperierte bei seinen Forschungsarbeiten mit seinem Schwager Theodor Wieland, der als Fachmann für Papier- und Verteilungschromatografie galt, und mit Ochoa, dem wiederum mit

745 Lynen, Coenzym A, S. 213 ff.

746 Lynen an Bücher (29.10.1950), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 46. Lynen, Coenzym A, S. 213 ff.; Fruton, Molecules, S. 383 ff.

747 Feodor Lynen, „Bericht über den Stand der Forschungsarbeiten“ (ohne Datum, ca. 1951) und Lynen an Notgemeinschaft (2.3.1951), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 185.

dem von Lynen gesandten Rohprodukt die Zitronensäuresynthese gelang.⁷⁴⁸ Seine eigenen Arbeiten nahmen rasch einen bedeutsamen Platz in der Stoffwechselchemie ein. Aber Lynen war auch durch jene naturstoffchemisch ausgerichtete statische Biochemie geprägt, die in den 1930er und 1940er Jahren in Deutschland so dominant gewesen war. Wie Duilio Arigoni Lynen im Jahr 1964 charakterisierte, hätten die früheren Kontakte mit der Naturstoffchemie bei ihm eine Vorliebe für chemisch eindeutig definierte Stoffe entwickelt, die seine Tätigkeit als Biochemiker in charakteristischer Weise gekennzeichnet hätten. In der Isolierung der aktivierten Formen der Essigsäure, der Kohlensäure und des Isoprens habe dies den besten Ausdruck gefunden.⁷⁴⁹ Lynens Arbeiten zum Coenzym A folgten der Logik der naturstoffchemischen Isolierungsarbeiten aktivierbarer Wirkstoffe. Neben der pharmazeutischen Industrie, vertreten durch Boehringer, unterstützten auch die führenden Essigunternehmen seine Arbeiten. Von Essig Kühne in Hamburg und Hengstenberg in Esslingen erhielt Lynen 1951 in größeren Mengen Bakteriensubstanz (Kühne) und Gärungsessig (Hengstenberg) für die Darstellung des Coenzym A aus Essigbakterien. Kurt Hengstenberg selbst interessierte sich sehr für Lynens Forschungen.⁷⁵⁰ Entscheidend war aber Lynens Kooperation mit der Firma Boehringer, die zu Beginn der 1950er Jahre Lynens chemisches Laboratorium in München mit ausrüstete.⁷⁵¹ Im Auftrag Boehringers arbeitete Lynen an der möglichst reinen Aufarbeitung der Coenzym A-Quecksilbersalze (Hg-Salz CoA) aus Hefe. In Lynens Laboratorium wurde das von Boehringer übersandte Quecksilbersalz zur Herstellung eines hochgradig gereinigten Coenzym A verwendet. Lynen versorgte Boehringer so wiederum mit relativ reinem Coenzym A. Dieses Präparat habe sich in allen Tests an Fermenten des Fettsäurezyklus als vollaktiv erwiesen. Boehringers Kunden könnten, so Lynen, endlich mit einem einigermaßen sauberen CoA versorgt werden.⁷⁵²

Boehringer stand in Konkurrenz zu den Pabst-Laboratories, einer Abteilung der amerikanischen Pabst Brewery in Milwaukee, welche die Hefe zur Bierherstellung mitverwertete. Lipmann schickte im Herbst 1954 an Lynen ein CoA-Präparat von Pabst, damit dieser es mit dem Boehringer-Präparat vergleichen konnte. Prinzipiell entsprachen sich die Präparate. Lynen glaubte sogar, dass „unser Präparat dem amerikanischen Präparat überlegen ist“.⁷⁵³ Auch Helmut Beinert vom Institute for Enzyme Research der University of Wisconsin, der mit Lynen über die

748 Lynen an Notgemeinschaft (2.3.1951) und Feodor Lynen, „Bericht über den Stand der Forschungsarbeiten“ (ohne Datum, ca. 1951), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 185. Lynen an Bücher (8.7.1951), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 46. Lynen, Fifty Years Ago.

749 Schanda/Dunitz/Arigoni, *Praemia*, S. 712.

750 Hengstenberg an Lynen (21.2.1951) und Essigküche, Zentrallabor, Kühne an Lynen (23.2.1951), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 48.

751 C. H. Boehringer und Sohn an Lynen (25.5.1950) und C. H. Boehringer an Lynen (2.10.1952), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 45.

752 Lynen an Zeile (24.11.1954), Lynen an Zeile (6.10.1954) und Lynen an Hauptmann, Boehringer (21.7.1954), in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 45.

753 Lynen an Zeile (24.11.1954), in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 45.

Bestimmungsmethode des Coenzym A korrespondierte, wurde von diesem um eine Expertise gebeten, die er prompt lieferte: Die CoA-Präparate von Pabst und Boehringer zeigten bezüglich der Reinheit keine großen Unterschiede.⁷⁵⁴ Coenzym A zirkulierte zwischen Wissenschaftlern und pharmazeutischen Industrien, es sollte sich im Wettbewerb bewähren und brauchte dringend aktivier- und verwertbare Stabilität. Denn Coenzym A sollte durchaus als ein erfolgreiches Produkt verkauft werden und versprach zugleich, wie alle neuen Wirkstoffe, schier Wunderbares. Karl Zeile von Boehringer leitete im Juli 1957 an Lynen weiter, ein gewisser M. Perrault habe auf einer Sitzung der Gesellschaft für Therapie und Pharmacodynamik in Nantes Erstaunliches von dem aus Bierhefe gewonnenen Coenzym A berichtet: Da es auf die Arteriitiden der unteren Gliedmaße wirke, hätten Kranke, die nicht mehr als drei Meter gehen konnten, ausgedehnte Spaziergänge unternommen; es helfe bei starker Migräne, stelle die normalen Funktionen der Nebennierenrinde wieder her und helfe bei der Raynaudschen Krankheit. Lynen fand es zwar erstaunlich, dass mit geringen Mengen Coenzym A solche Erfolge erzielt werden könnten, merkte aber begeistert an, dass der Sache unbedingt nachgegangen werden solle.⁷⁵⁵ Ein Dr. Lachenal berichtete dann an Boehringer, dass Perrault aus Hefe Coenzym A Pabst herstelle, das wiederum unter dem Namen Co-A vertrieben werde und gegen Herz- und Kreislauferkrankungen, Nierenerkrankungen und natürlich Krebs helfen solle.⁷⁵⁶ Lynen hatte sich schon im November 1954 in einem Brief an Zeile seine eigenen Gedanken gemacht: „Wie steht es eigentlich mit der Nachfrage nach dieser Substanz? Konnten Sie die Anfragen befriedigen? Wie haben Sie übrigens das Problem der Verpackung gelöst?“⁷⁵⁷ Zeile antwortete, dass Boehringer selbst daran denke, zunächst geschenkweise die deutschen Interessenten an wissenschaftlichen Instituten zu befriedigen. Das Unternehmen hatte im *Journal of Biological Chemistry* zwei Annoncen geschaltet, um internationale Interessenten für das Produkt zu gewinnen. Es hatten sich aber nur dreißig wissenschaftliche Institute und fünfzehn Händlerfirmen gemeldet.⁷⁵⁸ Problematisch war noch 1955 die Stabilisierung des Präparates. Boehringer plante im Spätsommer des Jahres mit dem CoA-Enzym auf den Markt zu gehen und musste deshalb einen einheitlichen Reinheitsgrad anbieten. Zudem sollte das Produkt auch preislich mit dem von Pabst produzierten CoA-Enzym mithalten können.⁷⁵⁹ Obwohl sich im Frühjahr 1956 das CoA-Präparat als konkurrenzfähig erwies, bat Boehringer noch im gleichen Monat Lynen, auf die weitere Übersendung von

754 Lynen an Beinert (11.11.1955) und Beinert an Lynen (20.11.1955), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 44.

755 „Auszug aus einem Bericht über die Sitzungsperiode der Gesellschaft für Therapie und Pharmacodynamik in Nantes am 26.5.1957“ und Lynen an Zeile (16.7.1957), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 46.

756 „Besuch bei den Laboratoires Rolilliant, Paris, am 9.7.1958 (23.7.1958)“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 46.

757 Lynen an Zeile (24.11.1954), in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 45.

758 Zeile an Lynen (12.1.1955), in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 45.

759 Lynen an Beinert (11.11.1955), Zeile an Lynen (29.10.1955), Zeile an Lynen (3.8.1955), Zeile an Lynen (12.1.1955), in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 45.

Coenzym A zu verzichten, da die Produktion in Ingelheim vorübergehend stillgelegt werden sollte. „Das eine haben wir ja ohnehin gemerkt“, fügte Zeile an, „daß wir im Handel damit auch nicht viel erben werden. Dagegen wären wir natürlich daran interessiert, wenn es Ihnen gelänge, das Präparat in eine wirklich stabile Dauerform zu bringen.“⁷⁶⁰ Eine sieben Jahre dauernde enge Zusammenarbeit endete so zwar nicht ergebnislos, doch in Anbetracht der erhofften Resultate enttäuschend. Denn auch wenn das Vorgehen in Frankreich unseriös war, so schrieb Zeile an Lynen, schien man dort immerhin damit Geld zu verdienen. Für Boehringer löste Coenzym A also nicht die großen Erwartungen ein. Es war anders als die Vitamine oder Hormone kein verwertbarer Wirkstoff.⁷⁶¹

Mit der Isolierung der aktivierten Essigsäure und den Forschungen zum Mechanismus der β -Oxydation der Fettsäuren war zumindest Lynens 1953 eingerichtetes Institut für Biochemie international konkurrenzfähig geworden. Lynens Mitarbeiter Werner Seubert stand bei der chemischen Synthese des Coenzym A im Wettstreit mit David Ezra Green und Beinert in Wisconsin. 1953 beschrieben Seubert und Lynen im *Journal of the American Chemical Society* als Erste die Existenz und Reaktionsweise der Acyl-CoA-Dehydrogenasen, das sind Flavoproteine, die den Abbau Coenzym-A aktivierender Fettsäuren einleiten. Seubert berichtete zwischen 1952 und 1955 auch zuerst von den spektralen Eigenschaften und der chemischen Synthese des einfachsten Gliedes dieser homologen Reihe, des Crotonyl-Coenzym A. Die darauf aufbauenden optischen Tests sorgten für die Reinigung des Enzyms.⁷⁶² Die Lynensche Arbeitsgruppe widmete sich zu diesem Zeitpunkt neben den Folgearbeiten zum Coenzym A aber vor allem der sukzessiven Isolierung der Enzyme des Fettsäurezyklus.⁷⁶³ Seit 1956 fungierte Lynen als Direktor des MPI für Zellchemie. Seine Arbeiten wurden ab diesem Zeitpunkt im neu eingerichteten DFG-Schwerpunktprogramm Biochemie gefördert. Dabei konzentrierte er sich auf den chemischen Mechanismus der Atmungskettenphosphorylierung und die Biosynthese der Polyisoprenoide. Ersteres, die Bildung von Adenosintriphosphat (ATP) bei der aeroben Oxidation des Wasserstoffs der Nahrungsstoffe über die Atmungskette, war für die Lebensvorgänge in atmenden Zellen von der allergrößten Bedeutung. Zweiteres schloss wieder an seine Coenzym A-Forschungen an.⁷⁶⁴ In einem Bericht vom Mai 1959 konnte Lynen schließlich stolz davon berichten, dass es unabhängig von amerikanischen Arbeitsgruppen gelungen sei, das erste Teilstück der Synthesekette des Squalens aus Acetyl-CoA aufzuklären und die beteiligten Enzyme mithilfe einfacher Tests nachzuweisen. Auch die Reinigung der Enzyme sei bearbeitet worden. Lynen hatte die Synthesekette des Squalens aus Acetyl-CoA in allen Einzelheiten festgestellt.

760 Boehringer an Lerch (21.3.1956) und Lynen an Zeile, Boehringer (10.4.1956), in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 45; und Zeile, Boehringer an Lynen (23.7.1957), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 46.

761 Zeile, Boehringer an Lynen (25.7.1958), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 46.

762 K. Decker, „Gedenkfeier für Prof. Dr. Werner Seubert, Göttingen 30.1.76“, in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 209.

763 Lynen an DFG (20.1.1954), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 185.

764 Lynen an DFG (31.3.1956), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 185.

Damit war schließlich auch aufgeklärt, wie die Zellen Cholesterin aus Acetyl-CoA synthetisieren.⁷⁶⁵

Marie Luise Zarnitz vermerkte, die Lynen-Schule habe am Münchener MPI für Zellchemie international führende Arbeiten über den Wirkungsmechanismus von Enzymen etabliert, die an die große Tradition der deutschen Biochemie, die mit den Namen Fischer, Willstätter, Wieland und Warburg verbunden sei, an-schließe.⁷⁶⁶ Lynens Arbeiten waren auf die Herausarbeitung von Stoffwechselzyklen ausgerichtet, aber die naturstoffchemische Reindarstellung und hervorgeho-bene Stellung eines Moleküls war unerlässlicher Movens der Forschungsarbeiten. Lynen, so könnte es ausgedrückt werden, suchte Zyklen und brauchte dafür Mo-leküle.⁷⁶⁷ In den 1950er und 1960er Jahren konnten dynamische und statische Biochemie, Substanz und zellulärer Stoffwechsel, Moleküle und Zyklen nicht als Gegensätze gedacht werden, sie bedingten einander. Wie Karl Decker 1979 in seinem Nachruf auf Lynen schrieb, war dessen Biochemie der Intermediärpro-dukte des Stoffwechsels und der Mechanismen der Enzymreaktionen schon zu Lebzeiten gegenüber dem Interesse an Regulationsphänomenen, der Biochemie der Zellstrukturen und der Molekularbiologie scheinbar in den Hintergrund ge-treten.⁷⁶⁸ Die Betonung muss dabei auf „scheinbar“ liegen, denn, wie Lynen selbst in seiner Münchener Universitätsrede aus dem Jahr 1966 betonte, die biosynthe-tischen Arbeiten schlossen an die Fragen zur Genexpression an. In diesem Gebiet sollten Lynenschüler in den 1960er Jahren eine durchaus bedeutsame Rolle spie-len.⁷⁶⁹

3.4. BESTIMMUNGEN: BIOLOGISCHE, CHEMISCHE UND PHYSIKALISCHE WIRKSTOFFSPUREN, 1934–1970

In den 1930er und 1940er Jahren wurden in großem Umfang biologische, chemi-sche und chemisch-physikalische Bestimmungsmethoden für Wirkstoffe entwi-ckelt, getestet und angewendet. Vitaminbestimmungsmethoden nahmen dabei während des Nationalsozialismus eine privilegierte Stellung ein, weil sie es erst ermöglichten, Bildungs- und Wirkorte der als kriegswichtig definierten Vitami-nisierung zu identifizieren. Ohne Vitaminbestimmung war nicht zu ermitteln, ob etwa Hagebutten eine reichhaltige C-Vitaminquelle darstellten oder die Münche-ner Bevölkerung in den dunklen Monaten an Vitaminmangelerscheinungen leide. Vereinfachte Bestimmungsmethoden gestatteten erst die umfangreichen Reihen-

765 Lynen an DFG (28.5.1959) und Bericht (undatiert), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 185. Decker, Feodor Lynen, S. 6.

766 Zarnitz, Molekulare und physikalische Biologie, S. 55.

767 Zur gleichen Zeit vertrat der Butenandtschüler Wolffhard Weidel ein genau gegensätzliches Konzept. Auf der Suche nach jenem Molekül, das als Gen fungiert, stellte er Überlegungen an, ob es sich beim Gen nicht vielmehr um ein dynamisches Gebilde, einen unablässig im Kreis verlaufenden chemischen Prozess handle. Brandt, Metapher, S. 114 ff., 119, 128.

768 Decker, Feodor Lynen, S. 9.

769 Lynen, Über chemische Baupläne.

untersuchungen, welche die Vitaminforschung im Nationalsozialismus kennzeichneten. Nachdem wiederum die Isolierung und industrielle Produktion der Sexualhormone überhaupt erst durch die Etablierung biologischer Testverfahren erreicht worden war, spielten chemisch-physikalische Bestimmungsmethoden eine entscheidende Rolle bei der Repräsentation hormoneller Funktionsweisen und bei reproduktionsmedizinischen Interventionen. Der in Kurven darstellbare Hormonspiegel, eine Objektivierung des homöostatischen Prinzips und der homöostatischen Regelung, etablierte nicht nur eine grafische Ordnung des Normalen und des Pathologischen, sondern ebenso auch neue Vorschriften der Hormontherapie. Mangel und Leistung schienen endlich einer exakten Messung und damit auch einer exakten Behandlung zugänglich. Lebensphasen, Normalzustände und Abweichungen waren durch den Hormonspiegel gekennzeichnet. Seit den 1930er Jahren ging es darum, endokrine Zustandsänderungen namentlich im weiblichen Organismus „kurvenmäßig zur Anschauung zu bringen“.⁷⁷⁰

Schnelle und einfache Bestimmungsmethoden wurden zum zentralen Problem der Wirkstoffforschung seit den 1930er Jahren. Praktisch bedeutete dies, dass die aufwendigen biologischen Verfahren durch chemisch-physikalische Methoden ersetzt werden sollten. In den 1950er Jahren wurde die Wirkstoffbestimmung schließlich zu einem umfangreichen Forschungsfeld. Neben die im Großen und Ganzen abgeschlossene Identifizierung der Steroidhormone trat die Trennung und Unterscheidung von Molekülen und Derivaten.⁷⁷¹ Die chemische oder physikalische Reaktion der Stoffanreicherung als Affinität zur Oberfläche feinteiliger Feststoffe, die Adsorption, und die Aufnahme von Strahlen, die Absorption, ermöglichten jene Verfahren der Spektrofotometrie, Chromatografie, Elektrophorese und Ultrazentrifugation, die Moleküle qualitativ und quantitativ trennten, isolierten, konzentrierten und identifizierten. Bei den Hormonen und Vitaminen war bis in die 1940er Jahre die spektrofotometrische Methode der Farbreaktionen führend, ehe nach Ende des Krieges chromatografische und elektrophoretische Verfahren konkurrierten. Mit der radioimmunologischen Bestimmung existierte schließlich in den 1960er Jahren ein labormedizinisch verwendbarer Schnelltest, der für lange Zeit die dominante Methode der Hormonbestimmung darstellte. Dennoch blieben auch in diesem Bereich zahllose biologische und chemisch-physikalische Methoden gängig.⁷⁷² Entsprechende elektrophoretische, titrimetrische und zentrifugative Methoden der Enzymbestimmung wurden schließlich im Laufe der 1960er Jahre entwickelt.

Problematisch an der biologischen Methode der Wirkstoffbestimmung war vor allem der große Aufwand, denn jede einzelne Reinigungsoperation musste im Tierversuch kontrolliert werden. Dazu war wiederum eine enge Kooperation zwischen Chemikern und Biologen notwendig. Der biologische Tierversuch zur Vitaminbestimmung sei kompliziert und zeitraubend, verkündete 1936 auch der Direktor der Abteilung Ernährungsphysiologie im Reichsgesundheitsamt Otto

770 Wehefritz, *Ultraspektroskopische Untersuchungen*, S. 42. Link, *Versuch*, S. 377 ff.

771 Tiselius, *Einige neue Trennungsmethoden*, S. 433.

772 Breuer/Hamel/Krüskenper, *Methoden*.

Flößner, die Vitaminbestimmung mithilfe chemischer und physikalischer Messungen mithin wichtig.⁷⁷³ Ein Jahr später resümierte eine Arbeitsgruppe um Franz Widenbauer erfreut, dass man mittlerweile über Bestimmungsmethoden verfüge, die den Vitaminstand des Menschen zahlenmäßig ermitteln ließen. Solange diese jedoch mit dem Test am Tier arbeiteten, seien sie nur in sehr beschränktem Umfang anwendbar. Ein Fortschritt sei erst dadurch erzielt worden, dass die quantitative chemische Bestimmung der einzelnen Vitamine in der Klinik durchgeführt werden konnte. Dies war nur möglich durch chemisch-physikalische Bestimmungsmethoden: „Heute kann man im Blut Vitamin A colorimetrisch, Vitamin C titrimetrisch und den Vitamin C-Stand des Menschen mit Belastungsprüfungen chemisch zahlenmäßig bestimmen. Dadurch wurden große Fortschritte in Ernährungslehre, Physiologie und Klinik erzielt.“⁷⁷⁴ In den 1930er und 1940er Jahren wurden in großem Umfang chemisch-physikalische Bestimmungsmethoden für alle Vitamine ausprobiert. Dazu zählten vor allem Farbreaktionen, wie sie Otto Rosenheim und Jack Cecil Drummond Mitte der 1920er Jahre zum Nachweis des Vitamin A eingeführt hatten.⁷⁷⁵ Einen ersten obligatorischen Test stellte die von Francis Howard Carr und Ernest Arthur Price 1926 entwickelte Farbreaktion mit Antimontrichlorid dar, die als Carr-Price-Test zum Nachweis von Vitamin A verbindlich wurde. Mit dem Carr-Price-Verfahren wurde nicht nur der A-Vitamingehalt von Lebertranprodukten, sondern in den 1940er Jahren vor allem auch im industriellen Maßstab Vitamin A zur Vitaminisierung von Lebensmitteln gewonnen. Die empfindliche Intensität der Blaufärbung ließ im Lovibond Tintometer exakte Rückschlüsse auf den Vitamingehalt zu.⁷⁷⁶ Jedoch war der Lovibond Tintometer schon Mitte der 1930er Jahre in Deutschland schwer erhältlich, weshalb zunehmend der seit 1923 verwendete Pulfrich-Photometer eingesetzt wurde, der kolorimetrische Bestimmungen ohne Vergleichslösungen ausführte.⁷⁷⁷

Arend Jansen und Willem F. Donath riefen 1926 mit kristallisiertem Vitamin B₁ und diazotierter Sulfanilsäure eine Rotfärbung hervor und etablierten damit zugleich einen Vitamin B₁-Nachweis, der ein Jahr später von Henry W. Kinnorsley und Rudolph A. Peters deutlich verbessert wurde. Trotzdem war dieses Verfahren zu empfindlich gegen Verunreinigungen. Als deutlich präziser erwies sich die ebenfalls von Jansen entwickelte quantitative Bestimmungsmethode, die darauf beruhte, dass bei der alkalischen Oxidation von Vitamin B₁ blau fluoreszierendes Thiochrom entsteht. Um 1940 arbeiteten und verbesserten wiederum Chemiker

773 Flößner, Aufgaben, S. 16. Zu diesem Abschnitt auch Stoff, Vitaminisierung.

774 Widenbauer/Huhn/Becker, Chemischer Nachweis, 178.

775 Rosenheim/Drummond, A Delicate Colour Reaction.

776 Carr/Price, Colour Reactions, S. 497f.; und Rudy, Chemie, S. 110f. Zur Vitamin A-Gewinnung nach dem Carr-Price-Verfahren: Bahrenfelder Margarinewerke an Rothe (13.12.1943), in: BA Berlin, R 86/3948.

777 Fresenius, Das Stufenphotometer; und Dost, Zur Methode der stufenphotometrischen Bestimmung, S. 275. Pulfrich, Über ein den Empfindungsstufen des Auges tunlichst angepasstes Photometer.

bei Merck und Madaus dieses Thiochromverfahren.⁷⁷⁸ Auch das Vitamin B₂ ließ sich kolorimetrisch erfassen. Nach Belichtung in schwach alkalischer Lösung unter Kühlung wurde das entstandene Lumi-lactoflavin aus saurer Lösung mit Chloroform ausgeschüttet und die Extinktion am Stufenfotometer bestimmt.⁷⁷⁹ Für das Vitamin D galt in den 1930er Jahren eine Farbreaktion, die sogenannte Salkowskische Probe, als spezifisch. Zudem waren weitere Farbreaktionen mit Aluminiumchlorid in Chloroform und erneut Antimontrichlorid gängig.⁷⁸⁰ Eine bedeutende Rolle bei der Einführung neuer Bestimmungsmethoden spielte Hans Brockmann, der zunächst bei Kuhn und dann bei Windaus arbeitete. Er verwendete die kolorimetrische Messung der blauen Antimontrichloridreaktion mit dem Pulfrich-Photometer bei Vitamin A und benutzte ebenso eine kolorimetrische Methode zur Bestimmung von D-Vitamin mit dem Gittermess-Spektroskop, welche erst die Gewinnung des Vitamin D₃ ermöglichte.⁷⁸¹ Josef Tillmans vom Frankfurter Universitätsinstitut für Nahrungsmittelchemie entwickelte wiederum ein Titrationsverfahren mit 2,6 Dichlorphenolindophenol, das zum einfach zu handhabenden Standardverfahren des Vitamin C-Nachweises wurde und als „Tillmans Reagenz“ bis heute Anwendung findet.⁷⁸² Desweiteren war vor allem die Titration mittels Methylenblau gängig, über deren Nützlichkeit allerdings Ende der 1930er Jahre ausdauernd gestritten wurde. In Deutschland arbeiteten Stepp und Schroeder für Merck an einer Titration mit Jodlösung zur Bestimmung von Vitamin C im Harn.⁷⁸³ Erst diese Methoden ermöglichten die genaue Erfassung der C-Vitaminmenge in Pflanzen, Früchten und Lebensmitteln im Allgemeinen. In den Jahren 1939 bis 1941 veröffentlichte der Pharmakologe Fritz Gstirner mit Unterstützung der DFG aufgrund der rasanten Entwicklung in drei Auflagen eine Zusammenfassung dieser Vitaminbestimmungsmethoden. Gstirner verband auf exzeptionelle Weise die Herausarbeitung physikalisch-chemischer Nachweisverfahren mit deren *Aktivierung* zur Identifizierung ebenso ergiebiger wie einheimischer Vitaminquellen. Nachdem er 1942 ans Institut für Pharmakognosie der Reichsuniversität Posen gewechselt war, versuchte er dort die wichtigsten Methoden nachzuprüfen. Gstirner überführte seine Fleißarbeit rasch in die Praxis und untersuchte bis dato nicht genutzte Pflanzen wie Gladiole und Iris auf ihren Vitamingehalt.⁷⁸⁴ Die chemi-

778 Kuhn/Gerhard, Zur Methodik; und Ritsert, Vereinfachte Bestimmung; Rudy, Chemie, S. 137. Widenbauer/Huhn/Becker, Chemischer Nachweis, S. 180; Otto/Rühmekorb, Zur quantitativen Bestimmung.

779 Rudy, Chemie, S. 143.

780 Rudy, Chemie, S. 119, 126.

781 Brockmann an DFG (26.10.1936), in: BA Koblenz, R 73/10485.

782 Diemair/Fresenius/Arnold, Grenzen.

783 Stepp/Schroeder, Ueber die Beziehungen, S. 614; Widenbauer/Salm, Über chemische Vitamin-C-Bestimmungsmethoden; Abelin, Chemische und biochemische Methoden; und Neuweiler, Über die Vitamin C-Bestimmungsmethode.

784 Gstirner, „Vitaminbestimmung“ (Stempel 8.7.1944) und Gstirner, „Ausarbeitung physikalisch-chemischer Vitaminbestimmungsmethoden“ (Stempel 28.4.1944), in: BA Koblenz, R 73/11366. Zum Pflanzenprojekt: F. Gstirner, „1. Bericht über den Forschungsauftrag S 491–5668(2306/6)II/44. Kennwort ‚Deutsche Heilpflanzen‘“ (Stempel 28.9.1944) und

schen Methoden hätten sich in der Praxis vielfach bewährt, berichtete Gstirner. Dies galt insbesondere für die Herstellung von Vitaminkonzentraten, die Kontrolle von reinen Vitaminpräparaten, die Orientierung in Nahrungsstoffen und die Unterstützung der Sortenauswahl. Sie zeigten sich bei physiologischen Arbeiten zur Prüfung von Nahrungsmitteln, tierischen Organen und Körperflüssigkeiten als nützlich, während bei der klinischen Prüfung in Blut und Harn überhaupt nicht auf Schnellverfahren zur Ermittlung des Vitamingehalts verzichtet werden könne.⁷⁸⁵

Die Entwicklung der Hormonbestimmung ging zunächst den kolorimetrischen Verfahren zur Vitaminbestimmung parallel. Es existierten in den 1920er Jahren fast ausschließlich biologische Testmethoden zur Wirkstoffbestimmung oder Wertbestimmung jener Präparate, die Hormone enthielten. Nur für Adrenalin und Thyroxin gab es Mitte der 1920er Jahre auch chemische Nachweisverfahren.⁷⁸⁶ Um 1930 wurden exaktere Erkenntnisse über die Funktionsweisen der Wirkstoffe und über Stoffwechselprozesse erwartet. Zondek etwa realisierte 1928 nach Bekanntwerden des Allen-Doisy-Tests postwendend die Potenziale biologischer Testmethoden für die Beantwortung bedeutender Fragen zur hormonellen Funktion des Ovariums. Dank des neuen Nachweisverfahrens war in kürzester Zeit gesichert, dass kein anderes Hormon den ovariellen Zyklus auslösen könne; dass spezifische Stoffe aus dem Ovarium in der Lage seien, den Zyklus auszulösen; dass es sich bei der Hormon absondernden Zelle um die Thecazelle handle; dass die Ovarialfunktion nicht in der Schwangerschaft ende; und dass das Ovarialhormon auch in der Plazenta zu finden sei. Vor allem aber sei es gelungen, so Zondek, das Hormon des Ovariums entgegen bisheriger Annahmen auch in wasserlöslicher Form darzustellen: „Wir können das Hormon biologisch – an der weißen Maus – quantitativ einstellen.“⁷⁸⁷ So ergaben sich für die 1930er Jahre neue Forschungsfragen, die nicht nur auf die Identifizierung der Produktionsstätte, sondern mehr auf die Wege abzielten, auf denen Wirkstoffe ihre Wirksamkeit entfalteten.⁷⁸⁸ Neben die klinisch-anatomische Erforschung des weiblichen Genitalzyklus und seiner Störungen, so umriss der Göttinger Gynäkologe Emil Wehefritz 1933 das neue Einsatzgebiet, trete in jüngster Zeit das Bestreben, durch Hormonbestimmungen das periodische Geschehen im weiblichen Organismus zu erfassen.⁷⁸⁹

Wilhelm Zimmermann vom Hygienischen Institut der Universität Breslau leitete schließlich 1938 einen Überblicksartikel über Farbreaktionen und chemische Bestimmungsmethoden von Keimdrüsenhormonen damit ein, dass mittler-

Gstirner, „Erschliessung heimischer natürlicher Vitamin C Quellen“ (Stempel 28.4.1944), in: BA Koblenz, R 73/11366.

785 Gstirner, Chemisch-physikalische Vitaminbestimmungsmethoden, S. 1 f.

786 Barger, *Neueres*, S. 943.

787 Zondek/Aschheim, Experimentelle Untersuchungen, S. 582–585.

788 F. Wadehn an Notgemeinschaft (ohne Datum, Frühjahr 1932), in: BA Koblenz, R 73/15432.

789 Wehefritz, Ultraspektroskopische Untersuchungen, S. 40. Wehefritz war im Nationalsozialismus stellvertretender Dozentenschaftsführer an der Universität Göttingen und damit auch für Zwangsentlassungen verantwortlich. Zudem war er zeitweise Vorsitzender der Ortsgruppe der Deutschen Gesellschaft für Rassenhygiene. Szabó, Vertreibung, S. 169 f.

weile qualitative und quantitative Reaktionen auf die Keimdrüsenhormone bekannt seien. Solche bestanden vor allem für die Bestimmung im Harn, sollten aber, forderte Zimmermann, auch für Blut und Serum ausgearbeitet werden.⁷⁹⁰ Heinrich Wieland, Walther Straub und Theodor Dorf Müller hatten 1929 eine qualitative Methode zum Östrinnachweis entwickelt, nach der sich durch die Lösung von Östron in konzentrierter Schwefelsäure eine grüngelbe Lösung mit blaugrüner Fluoreszenz ergebe. Der amerikanische Chemiker Philip A. Kober erarbeitete 1931 auf dieser Basis eine Farbreaktion mit den Reagenzien Phenol und Schwefelsäure, die Guy F. Marrian sowie Saul Louis Cohen 1934 anwendungsfreundlich verbesserten und auch zur Trennung von Östron und Östriol benutzten. Zimmermann wiederum führte 1935 Dinitrobenzolreagenz zur Identifizierung von Östron ein, während Gregory Pincus eine Cholesterinreaktion etablierte. In den 1930er Jahren entstanden zahlreiche entsprechende Methoden mit unterschiedlichen Reagenzien zur Differenzierung von Östron, Östrin, Östriol, Equilin und Equilenin. Mitte der 1930er Jahre publizierte Zimmermann zu einer spezifischen Farbreaktion für 17-Keto-Verbindungen der Sterinreihe wie Androsteron, Dehydroandrosteron und Östron. Auch für die 3-Keto-Verbindungen Testosteron und Progesteron sollte der Nachweis anwendbar sein.⁷⁹¹ Zimmermann selbst musste 1951 in einem Artikel in der *Klinischen Wochenschrift* darauf hinweisen, dass es sich bei der 17-Ketosteroidbestimmung nicht um eine aus den USA importierte Methode handle, sondern dass dieses Verfahren vom ihm bereits 1935 angegeben, mittlerweile jedoch zu einem Schnellverfahren ausgearbeitet worden sei.⁷⁹² In der Tat war Zimmermanns kolorimetrische Farbreaktion durch Pincus und William H. Pearlman in den USA noch während des Krieges aufmerksam registriert worden, war dort als „Zimmerman reaction“ bekannt und fungierte in den 1940er und 1950er Jahren als gängiges Verfahren zum Nachweis von Androgenen, während die „Kober reaction“ dieselbe Funktion für Östrogene einnahm. Zimmermann hatte ein neues Feld der endokrinologischen Forschung eröffnet.⁷⁹³ Der Vorteil chemisch-physikalischer Verfahren bestand in deren rascher Reproduzierbarkeit, aber auch in dem während des Krieges bedeutsamen Verzicht auf eine große Menge an Versuchstieren. Hellmuth Winkler berichtete im Winter 1942/43 der DFG, dass er an einer umgearbeiteten Koberschen Methode der quantitativen Follikelhormonbestimmung arbeite, die eine sehr geringe Fehlergrenze erlaube und jegliches Tiermaterial erspare.⁷⁹⁴ Dennoch wurde auch noch Mitte der 1940er Jahre nach der idealen Bestimmungsmethode für Wirkstoffe gefahndet. Der Reichsgesundheits-, Prüfungs- und Beratungsdienst schrieb zu Beginn des Jahres 1944 einen Preis von 5.000 RM für die beste Arbeit aus, die ein auch in kleineren

790 Zimmermann, Farbreaktionen, S. 1103.

791 Zimmermann, Farbreaktionen; Cohen/Marrian, The Application; und Dirscherl/Zilliken, Eine Farbreaktion.

792 Zimmermann, Die Ausscheidung.

793 Pontius/Beckmann/Voigt, Untersuchungen; Marlow, Groups, S. 167; und Pincus/Pearlman, Alcoholic.

794 Winkler an DFG (1.12.1942) und Winkler an DFG (10.2.1943), in: BA Koblenz, R 73/15738.

Laboratorien durchführbares, möglichst einfaches, aber genaues Verfahren zur Bestimmung von Vitamin B₁ beschreibe. Das Preisrichterkollegium bestand neben Kuhn, Scheunert, Schroeder und Stepp auch aus dem Ernährungsinspektor der SS und Polizei Ernst Günther Schenk. Wenig später kam noch ein eben solches Preisausschreiben für eine einfache, rasche und zuverlässige Bestimmungsmethode von Vitamin C hinzu. Diese wurde im Auftrag des Reichsgesundheitsführers vom Reichsausschuss für gärungslose Früchteverwertung veranstaltet. Einsendeschluss war hier der 1. April 1945 und es darf davon ausgegangen werden, dass die Preisgelder nie verteilt wurden.⁷⁹⁵ Nach Kriegsende war dieses intensive Interesse für die Vitamine obsolet. Wie Butenandt 1950 kategorisch feststellte, schien ihm die finanzielle Unterstützung der „Durchführung von Vitaminbestimmungsmethoden“ gegenwärtig überhaupt nicht Sache der Notgemeinschaft zu sein.⁷⁹⁶ Ganz anders sah die Situation bei der Entwicklung von Hormonbestimmungsmethoden aus. In diesem Gebiet expandierte die Forschung weltweit. Die Darstellung von Stoffwechselprozessen, die industrielle Produktion und klinische Anwendungen vor allem im Bereich der Steroide und des Insulins waren von der Entwicklung eines einfach anwendbaren, standardisierten Verfahrens abhängig.⁷⁹⁷ Zimmermann, mittlerweile Direktor des Staatlich Medizinischen Untersuchungsamtes Trier, errichtete 1950 eine private Endokrinologische Forschungsstelle, um sein in den 1930er Jahren entwickeltes Verfahren zur Bestimmung von Ketosteroiden fortzusetzen. Zwischen November 1951 und Oktober 1952 wurden dort mit finanzieller Unterstützung der DFG über 2.000 Hormonanalysen durchgeführt. Seit Errichtung des Laboratoriums, so hieß es dann im September 1955, wurden 5.400 Harnproben auf 17-Ketosteroide mit dem Ziel der Aufklärung von Infektionskrankheiten und Tumoren untersucht. Butenandt lobte das Institut und befürwortete weitergehende Unterstützung der Untersuchungen des Verhaltens der Steroidhormone bei Krebskranken.⁷⁹⁸ In den 1950er Jahren taten sich zahlreiche klinische Anwendungsmöglichkeiten für Hormonbestimmungen auf, um Abweichungen von der Norm, im Hormonspiegel sichtbar zu machende hormonelle Über- und Unterproduktionen, auf pathologische Erscheinungen zu beziehen. Diagnostik, Klinik und Therapie fanden in der gewaltigen Aufschwung nehmenden klinischen Endokrinologie zusammen.⁷⁹⁹

Zimmermanns Mitarbeiter Dieter Pontius befasste sich, finanziert durch Mittel der DFG, in den 1950er Jahren mit der Verbesserung der Koberschen und Zimmermannschen Methoden. 1955 fasste Pontius, der mittlerweile bei Arthur Jores an der II. Medizinischen Universitätsklinik in Hamburg-Eppendorf arbeitete,

795 Anonym, Mitteilungen, S. 80, 132.

796 So Butenandt anlässlich eines von ihm abgelehnten Antrages von Karl Heinz Wagner, „Die experimentelle Erzeugung des Tetanie-Stares bei Ratten durch eine Vitamin-Mangel-Kost“. Butenandt an die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft (6.9.1950), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 337.

797 Yalow/Berson, Immunoassay, S. 1157; und Brown, A Chemical Method, S. 185.

798 Zimmermann an DFG (29.10.1952), Latsch, DFG an Butenandt (16.9.1955) und Butenandt an Latsch, DFG (23.9.1955), in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 392.

799 Zimmermann, Die Ausscheidung.

zusammen, dass die summarische Bestimmung von Steroidmetaboliten im Harn zu einer Routineuntersuchung für die Klinik geworden sei. Die Isolierung einfacher Stoffwechselprodukte eröffne weitere Einblicke in das pathogenische Geschehen. Allerdings sei das Fraktionierungsverfahren immer noch relativ umständlich und nur Spezialfragestellungen vorbehalten.⁸⁰⁰ An eben diesem Hormonlabor, in den 1950er Jahren führend in der endokrinologischen Gynäkologie, arbeitete Mitte der 1950er Jahre Johann-Heinrich Napp an einer quantitativ-chemischen Bestimmung der Östrogenfraktionen aus dem Harn nicht-schwangerer Frauen. Die Fachgutachter der DFG bemängelten unisono, dass Napps Fragestellung nicht neu sei, begrüßten aber ebenso einstimmig „die in Aussicht genommene Methode (...) der Anwendung neuartiger Trennungsprinzipien und der Fluoreszenz Photometrie“, die exaktere Trennungen und quantitative Bestimmungen der drei Östrogene erwarten lasse.⁸⁰¹ Napps auf physiologische und pathologische Veränderungen verweisende Ausscheidungsanalyse basierte auf der neuen Methode zum Nachweis von Östrogenfraktionen, die James B. Brown 1955 publiziert hatte. Der einflussreiche Kieler Gynäkologe Ernst Philipp zeigte sich 1957 nach einem Vortrag von Napp auf dem Nordwestdeutschen Gynäkologenkongress von der Methodik und vor allem von deren Anwendbarkeit überzeugt.⁸⁰² Ulrich Westphal, Assistent von Kaufmann während dessen Zeit in Marburg in den Jahren 1946 bis 1954, entwickelte wiederum eine quantitative Methode zur Bestimmung von Pregnandiol im Harn. Hans H. Simmer und Josef Zander befassten sich mit dem Nachweis von Progesteron in Blut, Gelbkörpern und Plazenten zu bestimmten Schwangerschaftswochen und entwickelten dazu eine eigene Bestimmungsmethode.⁸⁰³ Philipp selbst tätigte an der Universitätsfrauenklinik Kiel bis zu seinem Tod im Jahr 1961 anhand quantitativer Bestimmungsmethoden von Androgenen Arbeiten zu gestörter Ovarialfunktion wie etwa Hirsutismus, das in den 1950er Jahren als gesteigerter Haarwuchs favorisierte Anzeichen der gefürchteten *Vermännlichung der Frau*. Hans-Joachim Staemmler setzte dieses langwierige Forschungsprojekt in den 1960er Jahren fort.⁸⁰⁴ All diese Vorhaben konnten in den 1950er Jahren auf die finanzielle Unterstützung durch die DFG bauen. Hormonforschung war zu die-

800 Pontius/Schroeder, Die klinische Verwertbarkeit, S. 1084; und Pontius, Neue Methode.

801 Antrag Johann-Heinrich Napp, „Einblicke in die fraktionierte Oestrogenausscheidung und in den Oestrogenstoffwechsel“ (10.2.1956), in: DFG-Archiv, Bonn, Na 24/1.

802 Stellungnahme des 1. Fachvertreters E. Philipp (21.6.1957) zum Antrag Johann-Heinrich Napp, „Fortführung v. Untersuchungen über die fraktionierte Oestrogenausscheidung, der Oestrogenstoffwechsel“, in: DFG-Archiv, Bonn, Na 24/3. Napp/Tonguç/Karaaliler, Die Oestrogen- und Pregnandiolausscheidung, S. 2; und Brown, A Chemical Method, S. 185 f., 193.

803 Zander/Münstermann, Weitere Untersuchungen. Ludwig, Das „Kaufmann-Schema“, S. 3.

804 Stellungnahme des 2. Fachvertreters Schubert (29.3.1963) zum Antrag Hans-Joachim Staemmlers „Androgen-Analysen“, in: DFG-Archiv, Bonn, Sta 15/15; Stellungnahme des Vorsitzenden des Fachausschusses H.E. Bock (28.3.1962) zum Antrag Hans-Joachim Staemmler, „Androgen-Analysen“, in: DFG-Archiv, Bonn, Sta 15/13; und Stellungnahme des 2. Fachvertreters G. Schubert (12.12.1960) zum Antrag Hans-Joachim Staemmlers „Androgen-Analysen“, in: DFG-Archiv, Bonn, Ph 3/13.

sem Zeitpunkt nahezu identisch mit der Ausarbeitung von Hormonbestimmungsmethoden.

Um 1950 etablierte sich aber vor allem die Chromatografie von Steroiden, Aminosäuren, Peptiden und Proteinen. Frederick Sangers Bestimmung der Aminosäuresequenz in Proteinmolekülen mit chromatografischen und elektrophoretischen Trennungsmethoden sollte die Arbeit mit Makromolekülen während der 1950er Jahre tiefgreifend verändern. Sanger bearbeitete Insulin mit 2,4-Dinitro-1-Fluorobenzol, hydrolysierte es und trennte die verbliebenen Farbkomponenten chromatografisch. Die Fraktion wurde quantitativ gesondert und das Material kolorimetrisch mit der reinen Dinitrophenylaminosäure als Standard eingeschätzt. Schließlich wurde das ganze Verfahren im großen Maßstab durchgeführt, sodass die Dinitrophenylaminosäure isoliert und charakterisiert werden konnte. Das Verfahren sollte für die Identifizierung und Bewertung der Endrückstände in allen Peptiden und Proteinen verwendet werden können.⁸⁰⁵ Schon im September 1949 hatte die Faraday Society eigens eine Tagung zur Chromatografie veranstaltet, an der mit Brockmann auch bereits wieder ein deutscher Wissenschaftler teilnahm.⁸⁰⁶ Die chromatografische Trennung von Östrogenen wurde namentlich durch Wilhelm Dirscherl, Heinz Breuer und Friedrich Zilliken sowie eine niederländische Arbeitsgruppe um Elisabeth Dingemans erprobt. Zur Chromatografie des Pregnandiols veröffentlichte neben Cohen und Zimmermann auch der Berliner Pathologe Karl Hinsberg.⁸⁰⁷ Im Chromatogramm von Corticoiden, so vermuteten Josef Karl und Jakob Bauer, ließen sich verschiedene endokrine Erkrankungen und Störungen mit gesunden Personen vergleichen.⁸⁰⁸ Eine Arbeitsgruppe um Staudinger befasste sich schließlich mit der Entwicklung eines papierchromatografischen Nachweises von Metaboliten der Nebennierenrindenhormone im Harn als Routineanalyse. Diese wurde vor allem zur Therapiekontrolle bei mit Cortison behandelten Rheumatikern genutzt.⁸⁰⁹

Die Chromatografie als Trenn- und Fraktionierungsmittel stand jedoch im Laufe der 1950er Jahre im Schatten der Elektrophorese. Tiselius hatte 1937 seine Arbeiten zum Blutserum vorläufig mit einem hochbefriedigenden Ergebnis, einer technischen Innovation, abschließen können. Ein Verfahren sei ausgearbeitet worden, bei dem Gemische, die verschiedene Bestandteile, Proteine und andere hochmolekulare Stoffe beinhalten, in Bezug auf die chemische Homogenität untersucht und vor allem auch durch einen verbesserten Elektrophoresisapparat in ihre Hauptbestandteile getrennt werden könnten.⁸¹⁰ Die Elektrophorese erwies sich ähnlich der Ultrazentrifugation als eine schonende und zugleich spezifische Methode zur Trennung der hochempfindlichen Proteine und Proteide, die sich, in ihrer Funktion als Enzyme und Substrate, charakterisieren ließen. Das Prinzip

805 Sanger, *The Free Amino Groups*, S. 508

806 Beyer, Bericht.

807 Hinsberg, *Über die Chromatographie*; und Breuer, Beitrag.

808 Bauer/Karl, *Die chromatographische Trennung*, S. 22.

809 Kersten, Hansjürgen Staudinger, S. 138.

810 Tiselius, *Electrophoresis*, S. 1476.

der Elektrophorese beruhte auf der Bewegung elektrisch geladener Teile in einem elektrischen Feld. Die Trennung vollzog sich bei der Elektrophorese ebenso wie bei der Ultrazentrifugierung durch die Wanderung der verschiedenen Komponenten einer Mischung in einem konstanten Medium. Die für quantitative Messungen ideale Methodik der Elektrophorese bestand in der optischen Verfolgung der Wanderung der Grenzflächen in einem U-Rohr, wobei die Komponenten eines Gemischs durch die Bestimmung der Beweglichkeit charakterisiert waren. Entwickelt wurden diese Verfahren zunächst für kolloidale und hochmolekulare Körper, die Elektrophorese ließ sich seit Ende der 1950er Jahre aber auch für niedrigmolekulare Substanzen wie Vitamine anwenden.⁸¹¹

Das Ziel der Konstruktion einer idealen Bestimmungsmethode verlockte zahlreiche Wissenschaftler zu entsprechenden Forschungsanträgen. 1960 hieß es in einem Gutachten, dass Dirscherl, der zuvor in einer eigenen Expertise Napps Bestimmungsmethoden noch mit großer Skepsis beurteilt hatte, mit der Untersuchung des Einflusses der Steroidhormone auf den respiratorischen Stoffwechsel von Organschnitten nicht recht weiter gekommen sei.⁸¹² Dirscherl wollte gleich mehrere offene Fragen zum Testosteron beantworten und auch neue Bestimmungsmethoden, namentlich die Isotopentechnik, durchtesten: Wie verteilt sich ¹⁴C-markiertes Testosteron nach In-vitro-Injektion auf verschiedene Organe? Kann man mit autoradiografischer Technik die Verteilung und Lokalisation markierten Testosterons in einzelnen Organen analysieren? Wie beeinflusst Testosteron die zelluläre Proteinsynthese? Gibt es eine fördernde Wirkung des Testosterons? Lässt sich dann der Hormonangriffspunkt stoffwechselchemisch lokalisieren?⁸¹³ 1962 beantragte Dirscherl, der bis dahin recht bescheidene Summen erhalten hatte, schließlich ungewöhnliche 87.644 DM. Mit neuer Technik sollten die ins Stocken geratenen Untersuchungen über die Metabolisierung von Steroidhormonen und die Verteilung der Hormone im Körper neu angeschoben werden. Trotz zunehmend skeptischer Gutachten wurde auch dieser Antrag genehmigt, allerdings reduziert auf die Fördersumme von 59.000 DM.⁸¹⁴ So blieb es auch im Folgenden: Es wurde konstatiert, Dirscherl habe zwar erfolgreich gearbeitet, aber ein Teil der Ergebnisse sei schon bekannt, es gebe Untersuchungen ähnlicher Art, selbst als Laie gewinne man das Gefühl, dass der Forschungsplan über den Stoffwechsel

811 Tiselius, Einige neue Trennungsmethoden, S. 434 f.; und Wiedemann, Electrophoresis.

812 Stellungnahme des 2. Fachvertreters Prof. Dr. Netter (15.3.1960) zum Antrag Wilhelm Dirscherl, „Die Bedeutung der Leber im Stoffwechsel der Nebennierenhormone und verwandte Steroide“, in: DFG-Archiv, Bonn, Di 4/16. Dirscherls Stellungnahme zu Napps Forschungsantrag befindet sich in Antrag Joh.-Heinrich Napp, „Einblicke in die fraktionierte Oestrogenausscheidung und in den Oestrogenstoffwechsel“ (10.2.1956), in: DFG-Archiv, Bonn, Na 24/1.

813 Stellungnahme des 2. Fachvertreters Prof. Dr. Netter (14.1.1961) zum Antrag Wilhelm Dirscherl, „Verteilung ¹⁴C-markierter Hormone und anderer biologisch aktiver Stoffe im Organismus“, in: DFG-Archiv, Bonn, Di 4/17.

814 Bewilligung des Antrags von Wilhelm Dirscherl, „Vergleichende Untersuchungen über Umfang und Art der Metabolisierung von Steroidhormonen in einem Organismus“ (26.11.1962), in: DFG-Archiv, Bonn, Di 4/20.

verschiedener Steroide nicht besonders originell sei. Dem folgte das Zugeständnis: „Aber vielleicht müsse man sich durch diesen Griesbreiberg von Einzelbeobachtungen hindurchessen, um zu neuen Konzeptionen zu gelangen.“⁸¹⁵ Trotz der zunehmend ablehnenden Haltung erhielt Dirscherl nach der Intervention des Sondergutachters Zander noch einmal eine Sachbeihilfe von 38.915 DM, schließlich 1966 auch noch einmal eine deutlich gekürzte Sachbeihilfe von 16.400 DM mit der sein Forschungsprojekt zur Steroidhormon-Metabolisierung dann auslief.⁸¹⁶

Auch ein Forschungsvorhaben von Karl Oberdisse, seit 1956 Direktor der II. Medizinischen Klinik in Düsseldorf, aus dem Jahr 1965 zum biologischen Nachweis von antidiuretischem Hormon (ADH) im Blutplasma wurde vom Fachgutachter Hans Erhard Bock mit großer Skepsis aufgenommen. Zwar sollte der Antrag gefördert, die Methode aber zunächst verbessert werden. Im Jahr darauf bemerkte Heinz Breuer von der Chirurgischen Universitätsklinik Bonn, später Autor eines Standardwerkes zur Hormonbestimmung, dass Testosteron offenbar im Urin bestimmt werden solle. Scharfzüngig fuhr er fort, dass der Antragsteller in diesem Zusammenhang auf einen Gaschromatografen verweise; ein solcher aber werde nicht für die Testosteronbestimmung im Urin, sondern im Blut benötigt. Außerdem sei dieses Analyseverfahren von Amerikanern unter allen möglichen Bedingungen untersucht worden. Die Testosteronbestimmung im Blut setze aber detaillierte methodische Kenntnisse voraus, mit der die vorgesehene technische Assistentin sicher bald überfordert sei.⁸¹⁷ Breuer musste ein halbes Jahr später allerdings zugeben, dass seine Kritik sachlich nicht richtig gewesen war. Es sei ihm aus eigener Erfahrung durchaus bekannt, dass zur Bestimmung von Testosteron im Urin auch die Gaschromatografie verwendet werden könne. Er wollte, beharrte er jedoch, nur den unsachgemäßen Umgang mit dem Gerät verhüten.⁸¹⁸ Der renommierte Mediziner Oberdisse war eben kein Chemiker, stellte aber die Entwicklung von chemisch-physikalischen Analysemethoden explizit in den Mittelpunkt seiner Forschungen. Oberdisse war Avantgarde, wenn er seine Forschungen zu Wirkung und Abbau der Schilddrüsenhormone, zum Diabetes oder zum männlichen Hypogonadismus konsequent an Diagnosetechniken knüpfte und Radioisotope für Untersuchungen über Wirkung und Abbau der Schilddrüse im Gewebe einsetzte.⁸¹⁹ Sein

815 Letztere Aussage stammt vom Fachausschussvorsitzenden Prof. Dr. Kuschinsky und wird zitiert in der Bewilligung des Antrags Wilhelm Dirscherl, „Initiale Metabolisierung von Testosteron-4-¹⁴C in den Zellfraktionen von Leber, Niere, Hoden und Muskel“ (16.2.1965), in: DFG-Archiv, Bonn, Di 4/23.

816 Beihilfenkarte Nr. Di 4, in: DFG-Archiv, Bonn.

817 Breuer an DFG (15.2.1966), in: DFG-Archiv, Bonn, Ob 4/30 und Stellungnahme H. E. Bock (14.4.1965) und Stellungnahme des 2. Fachvertreters H. Sarre (31.3.1965) zum Antrag Karl Oberdisse, „Physiologie und Pathologie der Niere“, in: DFG-Archiv, Bonn, Ob 4/29.

818 Stellungnahme des 1. Fachvertreters H. Breuer (18.7.1966) zum Antrag Karl Oberdisse, „Differenzierende Hormondiagnostik beim männlichen Hypogonadismus“, in: DFG-Archiv, Bonn, Ob 4/30.

819 Antrag Karl Oberdisse, „Untersuchungen über die Wirkung der Schilddrüsenhormone im Gewebe“ (16.1.1957), in: DFG-Archiv, Bonn, Ob 4/2.

Mitarbeiter H. G. Solbach erarbeitete sogar einen international anerkannten Late-xagglutinationshemm-Test zur immunologischen Bestimmung von ICSH (*Interstitial Cell Stimulating Hormone*). Der Münchener Internist Gustav Bodechtel pointierte in seiner Funktion als Fachgutachter im Schwerpunkt Endokrinologie, dass Solbachs Programm eine Reihe subtiler Analysemethoden zur genauen Diagnostik der Gonadenfunktion umfasse. Diese Verfahren stammten zumeist aus den USA und waren dort bereits zu Routinemethoden der endokrinologischen Diagnostik geworden.⁸²⁰ Mitte der 1960er Jahre galt Oberdisse als einer der „besten deutschen Diabeteskenner“ (Norbert Henning). Diesen Ruf hatte er sich vor allem auch durch die Verwendung isotopechnischer Methoden zur Analyse des Blut-Insulinspiegels erarbeitet.⁸²¹ Die erfolgreiche Arbeit mit den Bestimmungsmethoden, dies zeigt ein Vergleich Dirscherls mit Oberdisse, war weniger durch wissenschaftliche Erfahrung oder disziplinäres Wissen, als durch aufmerksame Teilnahme an der internationalen Debatte und eine klare Fragestellung bedingt.

Ende der 1950er Jahre konnte trotz der allgemeinen Klage über den schwachen Stand der Biochemie auf eine höchst erfolgreiche und im Großen und Ganzen abgeschlossene Zeit der „chemischen Untersuchung der einzelnen stofflichen Bestandteile der Organismenwelt“ zurückgeblickt werden. Das inzwischen erarbeitete Material sei riesengroß, bilanzierte die von der DFG herausgegebene *Denkschrift Chemie* des Jahres 1957, um mit ausdrücklicher Genugtuung anzuschließen, „daß einige deutsche Forscher in diesem gewaltigen Konzert gelegentlich vernehmlich mitspielen konnten“. Die mit dem Studium der chemischen Umwandlungen befasste dynamische Biochemie war hingegen im Nachkriegsdeutschland nur schwach vertreten. Gerade in diesem Gebiet taten sich aber bedeutsame Fragestellungen auf. Allein der Mangel an Isotopen, merkte Behrens in der *Denkschrift* besorgt an, wirke sich häufig hemmend aus.⁸²² Die so erfolgreichen Experimentalsysteme der klassischen Naturstoffchemie waren nicht dafür geschaffen, Biosynthesewege von Naturstoffen und ihre weiteren Reaktionen im Stoffwechsel aufzuklären. Dies leisteten wiederum mit Isotopen markierte Substanzen, wie sie die deutsch-jüdischen Emigranten in den USA und Großbritannien schon in den 1930er und 1940er Jahren verwendet hatten.⁸²³ Entscheidend war der Einsatz von Isotopen zum Studium des intermediären Stoffwechsels, etwa zur Lokalisierung des Schilddrüsenhormons, und zur Klärung der Bindungsart des Hormons im Gewebe. Diese Praxis war in den USA bereits seit Beginn der 1930er Jahre in der biochemischen Forschung etabliert. In Deutschland arbeiteten einzig Robert Sonderhoff und Heinz Thomas bei Wieland in München mit durch Isotopen (Deuterium) markierter Essigsäure. Sonderhoff nahm sich 1937 das Leben, womit auch

820 Stellungnahme des 2. Fachvertreters Gustav Bodechtel (31.5.1965) zum Antrag Karl Oberdisse, „Differenzierende Hormondiagnostik beim männlichen Hypogonadismus“, in: DFG-Archiv, Bonn, Ob 4/30.

821 Stellungnahme des 2. Fachvertreters N. Henning (12.1.1965) zum Antrag Karl Oberdisse „Isotopechnische Untersuchungen“, in: DFG-Archiv, Bonn, Ob 4/28.

822 Behrens, *Denkschrift Chemie*, S. 33.

823 Deichmann, *Flüchten*, S. 271. Für eine Geschichte der Isotopenforschung in Deutschland: Schwerin, *Strahlen*.

diese Forschungsmethode für fast zwei Jahrzehnte in der Biochemie keine Anwendung mehr fand.⁸²⁴ 1950 verwendete dann Martius radioaktiv markierte Isotope und eröffnete ein in der Bundesrepublik neues, auf einer spezifischen Bestimmungsmethode beruhendes Forschungsfeld. „Zweifellos ist Herr Prof. Martius derjenige in Deutschland, der in erster Linie imstande ist, diese neue Arbeitsrichtung zu fördern“, sprach Butenandt gegenüber der Notgemeinschaft sein Lob aus.⁸²⁵ Bereits drei Jahre später konnte Lynen dann feststellen, dass sich die Isotopentechnik in der biochemischen Forschung zu einer Routinemethode entwickelt habe, die dank des serienmäßigen Vertriebs von Massenspektrometern, Geigerzählern und Zählgeräten seitens der Industrie ohne Weiteres Anwendung finde. Es sei heute tatsächlich nicht mehr nötig, zeigte sich Lynen erleichtert, „zwecks Erlernung dieser Methode nach USA zu gehen“.⁸²⁶ In der ersten Hälfte der 1950er Jahre wurden Isotope bereits zur Bestimmung von Östrogenen und von Insulin benutzt. So befasste sich Anneliese Hillmann-Elies von der Medizinischen Klinik in Tübingen mit der Wirkungsspezifität der Östrogene und östrogenwirksamer synthetischer Verbindungen auf die weibliche Brust und den Uterus. Die hormonale Wirkung zeigte sich in der Entwicklung bestimmter Zellelemente zur Speicherung östrogenen Wirkstoffe, die sich wiederum mit radiomarkierten Östrogenen nach dem radioautografischen Verfahren nachweisen ließ.⁸²⁷

Um 1960 herum wurde die Testosteronbestimmung im Urin, die zuvor im Unterschied etwa zu Östradiol und Progesteron überhaupt nicht möglich war, gaschromatografisch und isotopentechnisch durchgeführt. Eine Arbeitsgruppe um Walter Futterweit an der von Pincus und Mahlon B. Hoagland eingerichteten Worcester Foundation for Experimental Biology in Shrewsbury, Massachusetts hatte diese Bestimmungsmethode 1963 eingeführt.⁸²⁸ Allerdings war die isotopentechnische Analyse durchaus aufwendig und nicht in jedem Labor durchführbar. Eine einfachere Methode der Testosteronbestimmung im Urin erarbeitete zu Beginn der 1960er Jahre eine Gruppe um Klaus-Dieter Voigt im Hormonlabor der Hamburger Universitätsklinik. Dieses Verfahren bestand zusammengefasst in fermentativer Hydrolyse, nachfolgender Äthyl-Ätherextraktion und nochmals folgender Säulen-, Dünnschicht- und Papierchromatografie. Die quantitative Bestimmung konnte dann fluorometrisch oder gaschromatografisch vorgenommen werden.⁸²⁹ Es war allerdings ein einschneidender Moment für die endokrinologische Forschung, als Rosalyn Yalow und Solomon Aaron Berson vom Radioisotope

824 Deichmann, Flüchten, S. 316.

825 Butenandt an die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft (6.8.1950), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 337.

826 Lynen an DFG (11.9.1953), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 188.

827 Anneliese Hillmann-Elies, „Zur Wirkungsspezifität der Östrogene“ (ohne Datum, ca. Winter 1953) und DFG an Hillmann-Elies (5.1.1954), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 430.

828 Futterweit/McNiven/Narcus/Lantos/Drosdowsky/Dorfman, Gas Chromatographic Determination.

829 Verlängerungsantrag Karl Oberdisse, „Differenzierende Hormondiagnostik beim männlichen Hypogonadismus“ (10.6.1966), in: DFG-Archiv, Bonn, Ob 4/30; und Voigt/Volkwein/Tamm, Eine Methode.

Service des Veterans Administration Hospital in New York 1960 ihre Grundsätze des *immunoassay* publizierten und damit die andauernde Suche nach der perfekten Bestimmungsmethode vorläufig beendeten.⁸³⁰ Die Grundlage des *immunoassay* bestand in der von Yalow und Berson konstatierten Fähigkeit menschlichen Insulins mit Insulin-bindenden Antikörpern zu reagieren. Das zu bestimmende Insulin verdrängte bei der Anbindung an die Antikörper sukzessive eine zuvor zur Lösung gegebene Menge von als Isotopenindikator (*tracer*) fungierenden Jod-markierten Insulins. Die Trennung des gebundenen und des nicht-gebundenen Insulins geschah durch Papierchromatografie. Schließlich ließ sich die exakte Konzentration des Insulins durch die Messung der Radioaktivität der Bindung von Jod-markiertem Insulin und Antikörper im Vergleich mit bekannten Insulinkonzentrationen, einer Standardkurve, berechnen.⁸³¹ Das Verfahren war so genau, dass damit die kleinste Menge einer Substanz in Blut, Harn oder anderen Flüssigkeiten exakt nachweisbar war.

Heinrich Karg, der 1966 bei seinen vergleichenden Untersuchungen über das Hypophysenhormon pro Woche einhundert Ratten verwendete, war der erste Biochemiker, der Mitte der 1960er Jahre in der Bundesrepublik mit der innovativen radioimmunologischen Methode zur LH-Bestimmung im Blutplasma des Rindes arbeitete. Diese Forschungen, die Karg in München in Zusammenarbeit mit der Isotopenabteilung der von seinem Mentor Johannes Brüggemann geleiteten Tierärztlichen Fakultät begann, setzte er in Weihenstephan hoch gefördert von der DFG und höchst erfolgreich fort.⁸³² Das radioimmunologische Testverfahren war in der US-amerikanischen Humanmedizin bereits zur Bestimmung von Insulin, Adrenocorticotropem Hormon (ACTH) und Wachstumshormonen gängig, als Karg, angeregt durch eine US-Reise, 1968 dann ein verwendbares LH-Radioimmuno-Testverfahren für Tiere etablierte, dem sich 1969 der weltweit erste Prolaktin-Radioimmuno-Test und wenige Jahre später die ersten Radioimmuno-Tests für Steroide (Progesteron, Östrogen) anschlossen.⁸³³ Im Oktober 1968 konnte ein Gutachter euphorisch verkünden, dass von Karg „die modernsten zur Zeit verfügbaren Methoden“ eingesetzt würden. Der radioimmunoassay (RIA) sollte dauerhaft eine wichtige Bestimmungsmethode für verschiedene Hormone bleiben.⁸³⁴

830 Yalow/Berson, *Immunoassay*; Kahn/Roth, Berson, S. 1051.

831 Yalow/Berson, *Immunoassay*, S. 1159.

832 Anmerkungen des Sondergutachters Breuer im Antrag Heinrich Karg, „Vergleichende Untersuchungen über das Hypophysenhormon“ (28.12.1966), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/15; und Antrag Heinrich Karg, „Einrichtung eines Radioimmuno-Tests zur Proteohormon-Bestimmung“ (8.8.1966), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/16.

833 Stellungnahme des 1. Fachvertreters Heinrich Karg (6.5.1969) zum Antrag Annemarie König, „Der Wirkungsmechanismus des Epiphysenhormons Melatonin in Bezug auf die Gonadenreifung bei männlichen und weiblichen Säugetieren“, in: DFG-Archiv, Bonn, Ko 261/6; und Antrag Heinrich Karg, „Bestimmungen von Steroidhormonen im Rinderblut“ (28.6.1967), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/18; Alsing, Heinrich Karg.

834 Stellungnahme des 1. Fachvertreters Dr. F. Neumann zum Antrag Heinrich Karg, „Hormonale Kontrolle der willkürlichen Steuerung der Ovarfunktion beim Rind“ (16.10.1968), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/22; Faber/Haid, *Endokrinologie*, S. 174–177.

Karg verwendete den RIA vor allem zum Nachweis von Östrogenen im Fleisch. Im Laufe der 1960er Jahre etablierten sich chemisch-physikalische Bestimmungsmethoden im Bereich der Hormone, bei Steroiden und DES als Mittel zur Aufspürung prekärer Stoffe in Nahrungsmitteln und im menschlichen Organismus. Auch die seit den 1950er Jahren immer bedeutsamere Identifizierung verbotener Substanzen im Tierfleisch und beim Doping sowie von Fehlangaben bei Vitaminpräparaten beruhte auf immer schnelleren Bestimmungsmethoden.



4. REGULIERUNG

Im Forschungsrückblick der Notgemeinschaft aus dem Jahr 1928 hieß es, ganz allgemein habe sich das Interesse der Forschung von der Betrachtung des ganzen Organismus abgewandt und sich den Stoffwechselfvorgängen in den Geweben und einzelnen Zellen zugewandt. Dieses Gebiet sei es, „auf dem wir die vielleicht wichtigsten physiologischen Forschungsergebnisse der letzten Jahre zu verzeichnen haben“.⁸³⁵ Dies umfasste die seit den 1910er Jahren als regelhaft aufeinander abgestimmte chemische Reaktionen herausgearbeiteten Prozesse des Stoff- und Energieumsatzes ebenso wie die zunehmend als antagonistisch und synergistisch verstandenen Prozesse des durch Wirkstoffe regulierten inneren Milieus. In den 1930er Jahren geriet das pharmakologische Konzept kausaler Ableitungen von Mangel und Leistung in Reaktion mit den stoffwechselchemischen Umwandlungen und Reaktionen. Die Leistungen standardisierter Wirkstoffe fügten sich in Stoffwechselprozesse; biophysiologische Wirksamkeiten standen in einem prekären Verhältnis zum chemischen Metabolismus.

Seit Mitte der 1930er Jahre war der funktionierende Organismus das Produkt chemischer Wirkstoffkomplexe und Stoffwechselprozesse. Butenandt vermerkte, die Chemie gewänne in steigendem Maße an Bedeutung bei der Lösung grundsätzlicher Probleme der Biologie. Der Biochemie komme die Aufgabe zu, die chemischen Umwandlungen zu bestimmen, welche die „Körperbausteine im Bau-, Erhaltungs- und Betriebsstoffwechsel der Organismen erleiden“. Diesem Stoffwechsel sei ein „Stoffwechsel höherer Ordnung“ überlagert, der sich an Substraten abspiele, die nur in geringster Konzentration im Organismus vorhanden seien, aber höchste biologische Aktivität entfalten. Es sei eine wichtige Aufgabe der Biochemie geworden, diese Wirkstoffe oder Biokatalysatoren zu isolieren, rein darzustellen und in ihrer chemischen Konstitution zu klären. Aus dieser Kenntnis habe sich jedoch eine ganz neue Problemstellung entwickelt: „Die Frage nach den strukturellen, chemischen und physiologischen Zusammenhängen und Beziehungen, die zwischen den bisher einzeln untersuchten Wirkstoffen bestehen.“⁸³⁶

In den 1930er Jahren waren Enzyme, Hormone und Vitamine in einem komplexen System antagonistischer und synergistischer Reaktionen verwickelt, ihre chemische Struktur wurde funktionaler Bestandteil von stoffwechselchemischen Zyklen und Ketten. Auch wenn das spezifische Verhältnis von Wirkstoffmangel und deformierender Krankheitserscheinung für Klinik und Vermarktung maßgeblich blieb, erwies sich diese kausale Spezifität zunehmend als krisenhaft. Die effektiven Bestimmungsmethoden der 1930er Jahre, die ein intensives Experimentieren mit verschiedenen chemischen Substanzen und Molekülen provozierten, verwiesen darauf, dass gleiche chemische Strukturen verschiedene physiologische

835 Anonym, Rückblick (Medizin), S. 107.

836 Butenandt, Neue Probleme, S. 617.

Leistungen hervorbringen konnten. Ebenso waren gleiche physiologische Leistungen auf unterschiedliche chemische Strukturen zurückführbar. Der Chemismus der Regulierungsfunktionen und Stoffwechselprozesse verlangte nach immer verfeinerteren Formen von Repräsentation und Intervention.⁸³⁷ Wie François Jacob es markant ausdrückt, verfügten die komplexen Organismen des frühen 20. Jahrhunderts über eine besondere Maschinerie, um die Aktivität der Organe und der Gewebe aufeinander abzustimmen: „Nerven und Hormone errichteten durch den ganzen Körper hindurch ein Netz von Wechselwirkungen, durch die die entferntesten Elemente des Körpers miteinander verbunden waren. Die Einheit der Organisation beruhte auf dem Vorhandensein von speziellen Mechanismen für die Regulierung der Funktionen.“ Damit aber entwickelte sich auch ein Gefüge neuer Techniken, neuer Dinge, neuer Fragestellungen und neuer Probleme.⁸³⁸ In Deutschland waren diese Erneuerungen just in der Zeit nationalsozialistischer Kriegsvorbereitung und –führung situiert und befanden sich im Konflikt mit der gesteigerten Nachfrage nach schnellen und einfachen Lösungen, nach einer dynamischen *Aktivierung* der Wirkstoffe.

Die regulierende Kompetenz der Wirkstoffe war bereits im 19. Jahrhundert als katalytische Spezifität der Fermente entwickelt worden.⁸³⁹ Jöns Jakob Berzelius hatte in seinem 1836 von Friedrich Wöhler ins Deutsche übersetzten *Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften* die zu seiner Zeit bekannten organischen und anorganischen Kontaktwirkungen unter dem Begriff der Katalyse geordnet.⁸⁴⁰ Louis Pasteur sollte auf bedeutungsvolle Weise dem Konzept der Katalyse das der Spezifität als Prinzip von Ursache und Wirkung hinzufügen. Bei jeder Gärung finde sich ein bestimmter Typus eines isolierbaren Mikroorganismus, dessen Spezifität beim Substrat die chemische Reaktion bestimme.⁸⁴¹ Mit der Katalyse wurden anorganische Kontaktstoffe und Fermente funktionell vergleichbar, jedoch, so rekapitulierte dies Willstätter Jahrzehnte später, „(d)ie Enzyme sind in ihrer strengen Spezifität, zugleich auch in ihrem großen Leistungsvermögen bei engem Reaktionsbereich, den altbekannten anorganischen Kontaktstoffen überlegen“. Sie waren, da selektiver und wirksamer, schließlich sogar Vorbilder für die anorganische Katalyse in der chemischen Großindustrie.⁸⁴² Katalyse, die Spezifität und Leistungsvermögen vereinende Kompetenz der Fermente, war in Wilhelm Ostwalds Definition aus dem Jahr 1894 die Beschleunigung eines langsam verlaufenden chemischen Vorganges durch die Gegenwart eines fremden Stoffes. Nach Willstätter gebe es in der Enzymchemie keine Theorie, die so fruchtbar und befriedigend sei wie die Annahme von Zwischenverbindungen aus Katalysator und Substrat, „also die spezifisch chemische Auffassung des Primärvorganges der Enzymreaktion (...)“.⁸⁴³

837 Jacob, *Die Logik*, S. 104–109, 244–249.

838 Stengers, *The Challenge*, S. 97 und Jacob, *Die Logik*, S. 265 f.

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

840 Berzelius, *Jahresbericht*, S. 243 f.

841 Jacob, *Die Logik*, S. 251 f.

842 Willstätter, *Probleme*, S. 585.

843 Mittasch, *Katalyse*; und Willstätter, *Probleme*, S. 586 f.

Es war Emil Fischer, der 1894 den Konnex von Katalyse und Spezifität als eine chemische Reaktion fixierte. Das von ihm explizit als Metapher eingeführte Gleichnis, nachdem zwischen Enzym und Substrat ein Verhältnis wie zwischen Schlüssel und Schloss bestehe, etablierte das Prinzip der Komplementarität als ein höchst produktives Modell für enzymatische Katalysen und Reaktionen.⁸⁴⁴ Durch das Bild von dem zum Schloss passenden Schlüssel seien die Enzyme enger mit den übrigen Katalysatoren verknüpft worden, schrieb Euler 1907, der Ausbau dieser Hypothese sei zweifellos eines der wichtigsten Ziele der Chemie der Enzyme.⁸⁴⁵ „Der klare Begriff der Spezifität, der spezifischen Wirkung“, huldigte wiederum Emil Abderhalden seinem Lehrer Fischer, „ist erst durch seine fundamentalen Arbeiten über die Beziehungen zwischen der Struktur und Konfiguration des Substrates und bestimmten Fermentwirkungen möglich geworden.“⁸⁴⁶ Spezifität und Selektivität, so Alwin Mittasch, das ist die „Beschränkung eines bestimmten Stoffes auf bestimmte Leistungen“. Ein herausragendes Beispiel dieser spezifischen Katalyse stelle die „großartige Arbeitsteilung der zahllosen Enzyme als schaffende(r) Spezialisten im Stoffwechsel“ dar. Die extremste Äußerung der Spezifität sei eben jene optische Konfigurationsspezifität, die Fischer mit seinem Gleichnis vom Schlüssel und Schloss bezeichnet habe.⁸⁴⁷ In der seit den 1890er Jahren gängigen Definition waren Enzyme also intrazelluläre Katalysatoren, die chemische Reaktionen in lebenden Organismen beschleunigten und dabei spezifisch auf jeweils ganz bestimmte Stoffe, die Substrate, wirkten.⁸⁴⁸ Die Originalität der Chemie der Lebewesen, so Jacob, beruhe hauptsächlich auf den Enzymen. Dank der Spezifität der enzymatischen Katalyse, dank ihrer Genauigkeit und Leistungsfähigkeit könnten sich sämtliche chemische Operationen in dem winzigen Zellraum verflechten.⁸⁴⁹ Wie Lily E. Kay betont, war die biologische Spezifität mit anderen soziotechnischen Konstruktionen der Moderne verwoben: „Organisation, Differenzierung, Spezialisierung, Kooperation, Stabilität und Kontrolle“. In ihrer gemeinsamen Konfiguration hätten diese Begriffe das Versprechen der Erkennbarkeit und Kontrolle des großen Bauplans der Natur und der Gesellschaft eingefangen.⁸⁵⁰ Das Axiom der katalytischen Spezifität verband Struktur und Leistung und wirkte sich in diesem Sinne auch auf die Hormone und Vitamine aus. Jedoch kam diesen zusätzlich die formative Aufgabe der Beeinflussung weiterer Funktionen zu. Der Zoologe Curt Herbst sprach von „formativen Reizen“ als bestimmten Auslösungsursachen, die in qualitativer Hinsicht bestimmte charakteristische Gestaltungsprozesse einleiten.⁸⁵¹ Alfred Kühn drückte dies noch 1939 im entwicklungsphysiologischen Denkstil aus: „Die Grundlage jeder Entwicklung ist das Wachstum, die Vermehrung der lebendigen Substanz, die Vergrö-

844 Cramer, *Biochemical Correctness*, S. 195; Kay, *Das Buch*, S. 72–80.

845 Euler, *Allgemeine Chemie*, S. 243.

846 Abderhalden, *Die Bedeutung*, S. 862.

847 Mittasch, *Über Katalyse*, S. 773 f.

848 Jacob, *Die Logik*, S. 256. Zur Namensgebung der Enzyme: Dillmann, *Enzym-Nomenklatur*.

849 Jacob, *Die Logik*, S. 259.

850 Kay, *Das Buch*, S. 79.

851 Dohrn, *Über Hormone*, S. 61; und Herbst, *Formative Reize*.

ßerung der Einzelzellen und ihre Vermehrung durch Teilung. Immer ist Formbildung mit dem Wachstum verknüpft oder schließt sich daran an. Das Wachstum ist Mittel und Widerspiel der Formbildung.“⁸⁵² Das entwicklungsphysiologische Konzept der Gestaltung prägte bis weit in die 1930er Jahre hinein die Vorstellung von einem Organismus, der durch Wirkstoffe reguliert sei. Spezifität, Gestaltung und Regulation waren die Kernbegriffe, die in den Biokatalysatoren vereint waren.

Georges Canguilhem hat darauf hingewiesen, dass jene Eigenschaft der *Regulierung*, die Claude Bernard Mitte des 19. Jahrhunderts in das Zentrum seines Konzepts des inneren Milieus gestellt hatte, selbst von der Bedeutung des Begriffs Regler ab- und angeleitet war. „Die Geschichte der ‚Regulation‘“, so Canguilhem, „lässt sich also nur schreiben, wenn man mit der Geschichte des ‚Reglers‘ beginnt, einer Geschichte, die aus Theologie, Astronomie, Technologie, Medizin und sogar aus der gerade erst entstehenden Soziologie zusammengesetzt ist und in die Newton und Leibniz nicht weniger verwickelt sind als Watt und Lavoisier, Malthus und Auguste Comte.“ Der metaphorische Prozess, der die Bezeichnung „Regulation“ anleitete und begleitete, habe sich aus der „Physiko-Theologie der Regulation“ des späten 17. und 18. Jahrhunderts, dem theologischen Diskurs über die „Regulierung aller Dinge“ und dem politischen Diskurs über Regierung, Lenkung und Verwaltung gespeist. Der physiologische Begriff der Regulation bezeichne wiederum Funktionen, die andere Funktionen kontrollieren und es dem Organismus durch die Einhaltung bestimmter Konstanten ermöglichen, sich als ein Ganzes zu verhalten.⁸⁵³ Mit Hans Drieschs *Die organischen Regulationen* von 1901, so Hans-Jörg Rheinberger im Anschluss an Canguilhem, sei die entscheidende Wende eingetreten, an der sich ein „autokritischer biologischer Regulations-Diskurs“ Bahn brach: „Von nun an gelten regulatorische Netzwerke als Schlüssel zum Verständnis biologischer Funktionen.“ Bernards Einführung des inneren Milieus könne auch als lokaler epistemologischer Bruch bezeichnet werden, das Regulationskonzept aber sei geradezu ubiquitär.⁸⁵⁴ Leben war nunmehr das dynamische Gleichgewicht eines Systems katalytischer Reaktionen. Jede Abweichung war notwendigerweise ein pathologischer Zustand, während ein stabiles Regulationssystem idealerweise Normalzustände der Gesundheit sicherte.⁸⁵⁵ Walter B. Cannon hatte in der zweiten Hälfte der 1920er Jahre Begriffe für physiologische Körper gefunden, die diese entsprechend als selbstregulierende Systeme beschrieben. Danach sei es der Zustand konstant zirkulierender Flüssigkeiten, namentlich des Bluts, der das stabile Funktionieren des Körpers garantiere. Lebewesen existierten nicht in der sie umgebenden Luft, sondern sie seien von dieser durch eine Schicht trägen Materials abgesondert. So lange diese innere Umgebung von nennenswerten Schwankungen frei sei, seien auch keine internen Anpassungen nötig. Die inneren Organe könnten ihre Funktionen ungestört von den äußeren Bedingungen oder den möglichen Konsequenzen eigener anstrengender Aktivitäten ausführen. Regulatorische Pro-

852 Kühn, *Die Auslösung*, S. 309.

853 Canguilhem, *Die Herausbildung*, S. 89 ff., 91–94.

854 Rheinberger, *Epistemologie*, S. 69.

855 Link, *Versuch*, S. 302; Link, *Normativ*; und Kohler, *The Enzyme Theory*, S. 185.

zesse sicherten der flüssigen Matrix danach einen relativ konstanten Zustand. Diese Beständigkeit der Regulationsprozesse erschien so charakteristisch, dass Cannon ihr den Namen „homeostasis“ gab.⁸⁵⁶ Cannons homöostatisches Konzept postulierte eine durch funktionale chemische Agenten und dynamische Prozesse stabilisierte und regulierte Organisation des physiologischen Körpers.⁸⁵⁷

In Cannons Konzept erhalten dezentrale und kooperative Regulations- und Sicherungssysteme, „general principles of stabilization“, Lebewesen am Leben. Er sprach auch von „organisierter Selbstregierung“.⁸⁵⁸ Nur deshalb vermöge ein Organismus seine Homöostase zu erhalten, so wiederum Jacob, weil er dank unzähliger Regulationsmechanismen die besten Bedingungen für seine Existenz selber bestimme.⁸⁵⁹ Die Funktion der Stabilisierung des Organismus übernahmen vor allem auch homöostatische Wirkstoffe (*homeostatic agents*), die sich wiederum im Regulationssystem gegenseitig beeinflussten und kontrollierten.⁸⁶⁰ In diesem Sinn ist Leben immer homöostatisch; wo es nicht homöostatisch ist, ist Leben radikal gefährdet. Auf Zustände gefährdeter Homöostasis reagierten „Notfallsfunktionen“ (*emergency functions*). Ob das sympathico-adrenale System, das Zusammenspiel von Nebennierenfunktionen und sympathischen Impulsen, durch Schmerz, Erregung, Muskularbeit, Asphyxie, niedrigem Blutdruck, Kälte oder Infektion erregt werde, so Cannon, immer sei die Tätigkeit des Systems so, dass es das Wohlergehen des Organismus begünstige.⁸⁶¹ Cannon implizierte, wie vor allem Jakob Tanner hervorhebt, ein nicht-hierarchisches Modell der *Regulierung*, dem in der Übersetzung vom physiologischen zum politischen Körper entsprechende demokratische Regierungsweisen korrespondierten. Zugleich war dem Konzept der Homöostasis aber auch die seit dem späten 19. Jahrhundert namentlich in der Bakteriologie exemplifizierte Denkweise implizit, nach der sich ein Körper vor Angriffen von außen schützen müsse.⁸⁶²

Cannon legte in seinem Hauptwerk *The Wisdom of the Body* deutlich mehr Gewicht auf die Regulationsweisen selbst, als auf die möglichen Bedrohungen durch die Umwelt. Es fügt sich in den deutschen Diskurs der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, dass seine Schrift *Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear and Rage* und der Aufsatz zur „Notfallsfunktion“ anders als *The Wisdom of the Body* ins Deutsche übersetzt wurden. Die experimentellen Arbeiten, wie sie durch die DFG in den 1920er, 1930er und 1940er Jahren finanziert wurden, waren dominant auf die prekäre Lage des Organismus durch äußere Angriffe, die Schwächung und Irritierung des Regulationssystems, ausgerichtet. Hier hatte sich eine Rhetorik äußerer Bedrohungen und der notwendigen Wehrhaftmachung des Körpers schon in den 1920er Jahren durchgesetzt. Nach Abderhalden beruhte das, was in den Zellen vor

856 Cannon, *The Body Physiologic*, S. 2 f.

857 Cannon, *The Body Physiologic*, S. 3. Tanner, *Fluide Matrix*, S. 17, 23.

858 Cannon, *Der Weg*, S. 121; und Cannon, *The Body Physiologic*, S. 1 ff. Tanner, *Fluide Matrix*, S. 14; und Tanner, *Weisheit*.

859 Jacob, *Die Logik*, S. 270.

860 Fruton, *Proteins*, S. 479–483.

861 Cannon, *Die Notfallsfunktionen*, S. 406.

862 Cannon, *The Body Physiologic*, S. 3 f.

sich ging, auf einer unfassbar feinen Harmonie ungezählter, aufeinander in feinsten Weise abgestimmter Vorgänge. Jede Zelle stelle eine biologische Einheit dar, die jedoch nicht nur in sich gesteuert, sondern vielmehr abhängig von Nerveninflüssen und von Wirkungen bestimmter Sendboten sei. Es vollziehe sich unausgesetzt ein Kampf um Gleichgewichte, deren Schwankungsbreite bestimmte Größen nicht überschreite.⁸⁶³ Die von Abderhalden verwendeten Begriffe verweisen auf den großen Einfluss, den Cannon in den 1930er und 1940er Jahren auf die Epistemologie des chemischen Lebens ausübte. Allein, das homöostatische Regulationsmodell war in den 1920er Jahren bereits weitgehend ausformuliert. Max Dohrn hielt im November 1928 einen entsprechenden Vortrag „Über Hormone“, in dem er diese Sicht des Organismus deutlich formulierte. Danach seien alle Vorgänge im tierischen Organismus das Ergebnis einer Kette von Anpassungen an die Außenwelt und eines beständigen Wechselspiels der Organe im Organismus selbst. Ein ewiges Sichhemmen und Fördern reguliere die Lebensfunktionen beim Aufbau und der Erhaltung des Organismus. Es müsse normalerweise ein harmonisches Gleichgewicht aller Kräfte und Vorgänge vorhanden sein, das nicht auf lange gestört sein dürfe, ohne mehr oder minder schwere pathologische Zustände hervorzurufen: „Dieser fein regulierte physiologische Prozeß auf so weit verzweigten Bahnen muß als eines der interessantesten Gebiete biologischer Forschung gelten.“⁸⁶⁴

Im September 1938 konnte Hermann Druckrey in diesem Sinne ein komplexes Wirkstoffsystem des tierischen Organismus darstellen: Wirkstoffe ließen sich zunächst in körperfremde und körpereigene Substanzen unterscheiden. Körperfremd seien Pharmaka und Gifte sowie Vitamine; körpereigen hingegen die mit den Vitaminen interagierenden rein katalytischen Fermente sowie gewisse Regulationsstoffe allgemeiner und spezifischer Natur. Neben dieses Wirkstoffschema platzierte Druckrey ein vom Chemischen aufs Physikalische wirkendes, mit dem Humoralen und Nervösen interagierendes Regulationssystem. Eine besondere Rolle kam den Hormonen zu, die zwischen den übrigen Wirkstoffen und diesem Regulationssystem vermittelten. Das endokrine und das nervöse System wirkten wiederum gemeinsam auf Neurohormone wie das Adrenalin.⁸⁶⁵ Die *Aktivierung* der Wirkstoffe war damit abhängig von den Funktionen der Regulierungssysteme. Der Regulierungsdiskurs stand zugleich in enger Beziehung zum Körperdiskurs der langen Jahrhundertwende, der einen reinen Naturkörper als von schädlichen Umwelteinflüssen, Zivilisationsschäden, Keimen und Giften bedroht sah.⁸⁶⁶ Sozialhygienische *Problematisierungen* waren seitdem mit biochemischen Fragen verbunden, der physiologische und der politische Körper standen selbst in einem metaphorischen Austauschverhältnis.⁸⁶⁷ Bei der Verfung von Chemismus und Biopolitik durch das Lebenskonzept der Homöostasis ging es weniger um thera-

863 Abderhalden, *Natürliche und künstliche Vitamine*, S. 444.

864 Dohrn, *Über Hormone*, S. 60f.

865 Druckrey an Butenandt (21.9.1938), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/2, Nr. 1359.

866 Roelcke, *Gesund*; Jansen, *Schädlinge*; und Haas/Nägele/Rheinberger, *Kontamination*.

867 Cannon, *The Body Physiologic*.

peutische Anwendungen als um die Verfügbarmachung körperlicher Funktionen für regulierende *Aktivierungen*. Das chemische Regulationssystem entsprach den Potenzialen der Kontrolle und Steuerung des Körpers, einer Ausrichtung des Organismus an der Norm, einer normalisierenden Körperpolitik.⁸⁶⁸

Die Liste der äußeren Bedrohungen für das hormonal-neurale Regulationssystem war zunächst geprägt durch die Ereignisse und Diskurse der 1910er Jahre. Bedrohlich waren vor allem jene Mangelereignisse des Krieges und des Hungers sowie jene als Fehlentwicklung gedeutete moderne Lebensweise, welche die natürlichen Lebensprozesse in den 1920er Jahren nachhaltig irritierten. Der Kölner Gynäkologe Heinrich Offergeld hatte 1922 sogar die These aufgestellt, dass langdauernder Hunger und Unterernährung die deutschen Hormonpräparate nach dem Krieg so geschädigt hätten, dass diese deshalb gegenüber den Schweizer Präparaten minderwertig seien.⁸⁶⁹ Namentlich der Hallenser Anatom Hermann Stieve forschte seit den 1910er Jahren zur „Abhängigkeit der Keimdrüsen vom Zustand des Gesamtkörpers und von der Umgebung“. Hoden und Ovarien, so Stieve 1927, seien abhängig von der Ernährung des Gesamtkörpers. Mäßige, aber vitaminreiche Ernährung befördere die Keimdrüsentätigkeit; Giftstoffe wie Alkohol und Koffein schädigten sie hingegen. Stieve behauptete, dass die durch Käfighaltung und Gefangenschaft hervorgerufenen Angstzustände bei Versuchstieren dazu führten, dass deren Keimdrüsen ihre Tätigkeit einstellten. Die sogenannte Kriegsamorrhoe, bei der sich die Frau um den Gatten oder Geliebten im Felde so Sorge, dass ihre Menstruation ausbleibe, gab hierfür ein einleuchtendes Beispiel beim Menschen ab. Die Unfruchtbarkeit der Frau, so Stieve, sei durch äußere Schädigungen, Krankheiten, Genussgifte oder andere Kultureinflüsse bedingt. Unfruchtbarkeit sei die Folge einer unnatürlichen Lebensweise.⁸⁷⁰ Das Versuchsfeld umfasste in den Jahren 1922 bis 1942 Untersuchung über die negativen Einflüsse von Alkohol, Kaffee, Lufttemperatur, das nervöse Großstadtleben, Aufregung und sogar Todesangst. Stieves verbissen fortgeführtes Programm war schon in den 1920er Jahren kaum durch Forschungsergebnisse gedeckt und wurde hauptsächlich durch seine anerkannte Position als Wissenschaftspolitiker getragen.⁸⁷¹ Bei seinen Untersuchungen zum Einfluss des Koffeins auf die Keimdrüse aus dem Jahr 1934 hob Stieve schließlich gegenüber der DFG die rassenhygienische Bedeutung seines Vorhabens deutlich hervor. Dass die Gutachter ihm trotzdem nicht folgen mochten und den von ihm beantragten Kredit von 4.000 RM um die Hälfte kürzten, verweist darauf, dass Fachreferenten und Fachausschüsse in den ersten Jahren der nationalsozialistischen Herrschaft nicht nur volkspolitisch, sondern immer noch als Wissenschaftler angesprochen werden wollten.⁸⁷² Stieve setzte jedoch sein

868 Selye, *Stress*, S. 17f.; Link, *Normativ*; und Foucault, *Sexualität*, S. 172.

869 Offergeld, *Der Einfluß*, S. 263.

870 Stieve, *Der Einfluß*, S. 329; Stieve, *Abhängigkeit*; und Stieve, *Unfruchtbarkeit*.

871 Marx, *Der Wille zum Kind*, S. 153–159.

872 DFG an Stieve (14.5.1934), „Gutachten des Fachreferenten. Bemerkungen des Vorsitzenden des Fachausschusses (16.3.1934) und Stieve an Notgemeinschaft (20.2.1934), in: BA Koblenz, R 73/14978.

Forschungsprojekt unbeirrt fort. 1942 sammelte und verwendete er präparierte Ovarien hingerichteter Frauen, die er als „Werkstoffe“ bezeichnete, um seine These des Einflusses der Umwelt und des Nervensystems auf die Keimdrüsen am Beispiel sogenannter „Schreckblutungen“ zu beweisen.⁸⁷³ Ähnliche Ziele wie Stieve mit allerdings anderen Mitteln verfolgten zu Beginn der 1940er Jahre auch Arnold Loeser und Paul Grumbrecht vom Pharmakologischen Institut der Universität Freiburg, die über die erbpathologischen Folgen des Nikotins räsonierten und dessen Einfluss auf die innere Sekretion zu ihrem Forschungsthema machten.⁸⁷⁴ Auch Martin Staemmler vom Pathologischen Institut der Universität Breslau fragte, ob Störungen des Organismus zu morphologisch nachweisbaren Schädigungen an den Keimdrüsen führten. Staemmler hatte schon zu Beginn der 1930er Jahre über den Zusammenhang der toxischen Wirkung des Nikotins und der Ausschüttung des Adrenalins in den Nebennieren geforscht.⁸⁷⁵ Ebenso befasste sich Otto Kuhn, Direktor des Zoologischen Instituts der Universität Köln, mit der Abhängigkeit gewisser Hormonwirkungen von jahreszeitlichen, klimatischen und ernährungsphysiologischen Faktoren.⁸⁷⁶

Es war Hans Selye, ein Schüler von Arthur Biedl, der im Anschluss an Cannon ein weitreichendes und einflussreiches wissenschaftliches Konzept der Interaktion von äußerem und innerem Milieu erschuf. Selye, zu dieser Zeit bereits an der McGill University in Montreal, setzte 1936 unspezifische Krankheitsursachen sowie körperliche und seelische Belastungen mit Reaktionen des Organismus in einen Zusammenhang, den er als „stress“ bezeichnete. Der Körper, so Selye, versuche sich an diese Zustände zu adaptieren. Verantwortlich für eine solche Anpassungsleistung sei ein hormoneller Regelmechanismus zwischen Nebennierenrinde und Hypophyse unter Steuerung des ACTH.⁸⁷⁷ Hyper- und Hypofunktionen ließen sich seit den 1940er Jahren mit der Selyeschen Theorie vom Adaptationsyndrom erklären. Danach, fasste Zimmermann *en passant* die Bedeutung seines Nachweisverfahrens für 17-Ketosteroide hervorhebend zusammen, scheine jede körperliche und seelische Erregung – *stress*-Trauma, Operationen, Geburt, Infektionen, körperliche Anstrengungen, Bestrahlungen – die Nebennierenrinde und damit auch die Ausscheidung von 17-Ketosteroiden und Cortinen zu beeinflussen. Müsse sich die Nebennierenrinde einer Belastung des Organismus anpassen und werde sie dadurch zu erhöhter funktioneller Tätigkeit gezwungen, so nehme auch die Ausscheidung an 17-Ketosteroiden und Corticoiden im Harn zu; erschöpften sich die Reserven der Nebennierenrinde bei chronischen, auszehrenden Krankhei-

873 Zimmermann, ...er lebt weiter; Noack, Begehrte Leichen; Schagen, Die Forschung; Marx, Der Wille zum Kind, S. 153–159; und Oleschinski, Der Anatom, S. 216.

874 Grumbrecht/Loeser, Nikotin.

875 Staemmler, Keimdrüsen; und Staemmler, Nikotin.

876 Kuhn an Reichsforschungsrat (19.12.1942), in: BA Koblenz, R 73/12505. Kuhn, Entwicklungsphysiologische Untersuchungen.

877 Kaiser/Klinkenberg, Cortison, S. 40–44. Die Schweizer Historikerin Lea Haller zeigt eindrucksvoll, wie mit dem Nebennierenrindenhormon in den 1930er Jahren das Konzept des Stress ausgearbeitet wird, um sich dann in den 1950er Jahren im Zuge der rheumatologischen Verwendung der Corticosteroide wieder von diesem zu lösen. Haller, Cortison; Haller, Stress.

ten und im Hunger, so sei die Ausscheidung erniedrigt.⁸⁷⁸ In den 1940er Jahren wurde der physiologische Körper zu einem ebenso sensiblen wie zur Selbstregulation fähigen System chemischer Reaktionen. Die kurativ-substituierende Leistung der Wirkstoffe hatte sich in höchst komplexe Funktionen der Stabilisierung und Anpassung verwandelt. Die synchronisierte *Regulierung* von Umweltfaktoren, Lebensweisen und chemischen Prozessen wurde zur Bedingung der Gesundheit.

Die Biometaphorik der *Regulierung* lässt sich mit Joseph S. Fruton in drei Phasen unterteilen: Um 1850 dominierte eine Maschinen- oder Elektronikmetaphorik physiologischer Prozesse. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden dann chemische Substanzen als Botenstoffe bezeichnet, die Stoffwechselprozesse kontrollieren und die Konstanz des inneren Milieus als Homöostasis sichern. Seit 1945 wurde schließlich die biologische Regulation zunehmend als chemische Interaktion von Hormonen und Proteinrezeptoren und mit Analogien wie Rückkopplungshemmung in elektrischen Stromkreisen sowie neuen Konzepten wie Allosterie beschrieben.⁸⁷⁹ Die Geschichte der Lebenswissenschaften im 20. Jahrhundert ist als Genealogie von Regulationskonzepten, die vom inneren Milieu über die Homöostasis bis zur Kybernetik führen, geschrieben worden. Die dabei bereitgestellten Metaphern, schloss Canguilhem, hätten jene rigorose Rationalisierung inspiriert, aus denen die Kybernetik hervorgehen sollte: „Claude Bernard qui genuit Cannon qui genuit Rosenblueth apud Wiener.“ Bernards Konzept des inneren Milieus, Cannons Begriff der Homöostasis, Arturo Rosenblueths Verwendung der Rückkoppelung und Norbert Wieners Kybernetik verfassten danach in genealogischer Abfolge die Regulierungen des Körpers im 20. Jahrhundert.⁸⁸⁰ Auch wenn Cannon sich selbst später als Vordenker der Kybernetik stilisierte und er entsprechend durchaus rezipiert wurde, verwies das Konzept der *Regulierung* jedoch keineswegs teleologisch auf die Kybernetik, sondern war in den 1920er und 1930er Jahren mit eigenen Begriffen bereits voll ausformuliert und in vielerlei Hinsicht entwicklungsfähig. Mit eben solchem Recht könnte die bei Bernard beginnende Genealogie auch bei Selye und seinem Stresskonzept enden.⁸⁸¹ Gerade die Geschichte der Wirkstoffe als regulierende und regulierbare, als steuernde und steuerbare Agentien kann deshalb nicht von der Kybernetik her geschrieben werden, sondern muss den bereits entwickelten, sich aber in der Praxis verändernden Begriffen wie Spezifität, Leistung, Zyklus oder Ketten folgen, die das Forschungsfeld bereits bezeichneten ehe die nachrichtentechnische Sprache gebräuchlich wurde.⁸⁸² Dass in den 1950er Jahren selbstverständlich von „Lebewesen als Nachrichtensysteme“ (Wolfgang Wieser) gesprochen werden konnte und das „Funktionieren eines Organismus“ mit der „Harmonie einer überindividuellen Gemeinschaft“ parallelisiert wurde, war keineswegs nur auf den Einfluss einer kybernetischen Meta-

878 Zimmermann, Die Ausscheidung, S. 371.

879 Fruton, Proteins, S. 474; und Rothschild, Historische Wurzeln. Zum Regulationsbegriff auch: Bühler, Lebende Körper, S. 23–46.

880 Bühler, Lebende Körper, S. 23–27; und Canguilhem, Die Herausbildung, S. 90.

881 Tanner, Fluide Matrix, S. 20 ff.; und Brooks, Homeostasis, S. 86.

882 Brandt, Metapher, S. 25, 73 f., 143. Auch: Sinding, Vitalismus.

phorik zurückzuführen, sondern dem biochemischen Denken seit den 1920er Jahren immanent.⁸⁸³

4.1. DAS WIRKSTOFFSYSTEM: FUNKTIONEN UND REGLERMECHANISMEN, 1927–1944

Der Wirkstoffbegriff konstituierte sich durch eine Auflösung der kategoriellen Unterscheidung der Stoffarten. Als in den 1930er Jahren die Hormone und Vitamine auch über ihre verwandten chemischen Funktionen und Strukturen und weniger über ihre im biologischen Test erarbeitete Kompetenz bestimmt wurden, begann sich auch der Wirkstoffbegriff selbst zu verändern. „In jeglicher Beziehung fangen die Grenzen an, sich zu verwischen“, umriss Carl Oppenheimer 1932 die neue Ordnung des inneren Milieus, auch die bisherige Trennung von tierischen Hormonen und pflanzlichen Vitaminen sei eine völlig künstliche. Vitamine seien nichts anderes als pflanzliche Hormone.⁸⁸⁴ Nicht alle Tiere benötigten Vitamin C, manche synthetisierten es aber durchaus selbst. Man könne also bei diesen Tieren sagen, so Fritz Micheel, dass das Vitamin C die Rolle eines Hormons spiele, „und damit wird die strenge Unterscheidung zwischen Vitaminen und Hormonen in diesem Fall wesentlich abgeschwächt“.⁸⁸⁵ Ammon und Dirscherl leiteten ihr Lehrbuch mit den Worten ein, dass früher die Fermente, Hormone und Vitamine als Vertreter einzelner Wirkstoffe einander gegenübergestellt worden seien. Ihre immer mehr zunehmende Bearbeitung habe jedoch zu einer Verwischung der Grenzen geführt: „Das Gemeinsame und auch die Beziehungen zwischen den einzelnen Gruppen treten immer stärker in den Vordergrund und fordern zu einer zusammenfassenden Darstellung auf.“⁸⁸⁶

Zeitgleich war das Wirkstoffkonzept auch auf das Pflanzenwachstum ausgeweitet worden. 1901 hatte Eugene Wildiers einen für das Wachstum der Hefe notwendigerweise zuzuführenden Stoff als „Bios“ bezeichnet. Die Existenz von Bios war allerdings noch bis in die 1920er Jahre umstritten. Erst George H. W. Lucas und Edna V. Eastcott in Toronto gaben dem Bios Konsistenz, indem sie es in die Fraktionen Bios 1 und Bios 2 differenzierten, Bios 1 rein darstellten und es als identisch mit meso-Inosit bestimmten. Das Bios 2, das seit den 1930er Jahren als Biotin firmierte, wurde wiederum 1936 an der Universität Utrecht von Fritz Kögl und Benno Tönnes isoliert und ein Jahr später von Kögl als kristallisierter Methylester dargestellt.⁸⁸⁷ In den 1930er Jahren wurde schließlich zwischen zwei Arten pflanzlicher Wuchsstoffe unterschieden, die das Längenwachstum der Pflanzen steuerten. Die eine war die Biosgruppe, bestehend aus Wirkstoffen, welche die Zellteilung beeinflussen. Die andere umfasste die Stoffe der Auxingruppe, welche die Zellstre-

883 Wieser, Organismen, S. 128.

884 Oppenheimer, Neue Gebiete, S. 1691.

885 Micheel, Das antiskorbutische Vitamin, S. 186.

886 Zitiert nach Werner, Vitamine, S. 151.

887 Ammon/Dirscherl, Fermente, S. 399f.

ckung fördern. Letztere waren in den 1910er Jahren in Experimenten des dänischen Botanikers Peter Boysen-Jensen mit Haferkoleoptilen erarbeitet worden. Für die Auxine wurde von Kögl und dem holländischen Botaniker Fritz W. Went die Bezeichnung „Phytohormone“ eingeführt. Auch der Begriff „pflanzliche Wuchshormone“ war gängig. In den 1930er und 1940er Jahren wurde an zahlreichen biologischen und botanischen Instituten mit Mitteln der DFG zu den Phytohormonen geforscht.⁸⁸⁸ „Die Erkenntnis, daß stoffliche Faktoren als entscheidende Regler aller Lebensvorgänge eine Rolle spielen“, schlussfolgerte Butenandt, „hat in den letzten Jahren eine große experimentelle Erweiterung erfahren durch die Feststellung, dass auch im Reich der wirbellosen Tiere und der Pflanzen hormonale Vorgänge dieselbe Bedeutung haben wie bei den Wirbeltieren.“⁸⁸⁹ Ammon und Dirscherl mahnten jedoch, dass die Übertragung dieser Begriffe der Tierphysiologie auf die Pflanzenphysiologie nicht zu weit getrieben werden sollte. Die Grenzen auflösende Chemisierung des Lebens erhielt jedoch weiteren Auftrieb, als Auxin zudem im Warmblüterorganismus gefunden wurde.⁸⁹⁰

Der seltsame Befund, dass sich Östrogene auch in Palmkernen nachweisen ließen, stand wiederum im Kontext einer höchst erstaunlichen Neufassung der Landkarte der Wirkstoffe seit Ende der 1920er Jahre. Loewe, Dohrn und Faure zeigten 1927, dass das Follikelhormon auch in bituminösen Substanzen, in Braunkohlen und Mineralölen vorkomme. Aschheim und Hohlweg gelang 1932 die Darstellung follikelhormonhaltiger Öle aus Torf, Braunkohle, Steinkohle und Petroleum. Schoeller bemerkte mit Staunen, dass aus Material, das 120 Millionen Jahre alt sei, immer noch 3000 Mäuseeinheiten Follikelhormonöl isoliert werden konnte.⁸⁹¹ Mitte der 1930er Jahre war keineswegs geklärt, ob das Follikelhormon auch ein pflanzlicher Wirkstoff sei, ob die von vielen Seiten betonte Bedeutung dieses Hormons für die natürliche Düngung und für die Ertragssteigerung in der Feldbearbeitung zu Recht bestehe und ob die aus dem Vorkommen östrogenen Wirkstoffe im Bitumen für die Entstehung des Gesteins gezogenen Schlussfolgerungen gerechtfertigt seien.⁸⁹² Während in den 1920er Jahren Wirkstoffe über ihre Kompetenz im biologischen Test definiert wurden, zeigte sich nunmehr, dass für diese Leistungen ganz unterschiedliche chemische Strukturen verantwortlich sein

888 Die Koleoptile ist ein Hohlorgan, das bei der Keimung des Samenkornes heranwächst. Went entwickelte zum Nachweis des Auxins eine Bestimmungsmethode namens „Koleoptilenkrümmungstest“. Ammon/Dirscherl, *Fermente*, S. 402–405; Amlong, *Neue Forschungen*, S. 402; und Went, *Pflanzenwachstum*, S. 371. Als Beispiele für Phytohormonforschungen: Antrag, Dozent Dr. Ulrich Ruge (7.9.1944) und Metzner an DFG (22.2.1937), in: BA Koblenz, R 73/14101; Hans Söding, „Bericht über die im Jahre 1943 erzielten Ergebnisse“, in: BA Koblenz, R 73/14797; Anonym, *Versammlungsberichte, Allgemeine Biologie*, S. 31; und Melchers, *Die Blühormonforschung*, S. 244.

889 Butenandt, *Neue Probleme*, S. 619.

890 Ammon/Dirscherl, *Fermente*, S. 398 f.; und Schoeller, *Neuere Arbeiten*, S. 1532.

891 Anonym, *Sexualhormone*; Aschheim, *Über das Vorkommen*, S. 83; und Schoeller, *Neuere Arbeiten*, S. 1532.

892 Butenandt an DFG (19.2.1937), in: BA Koblenz, R 73/10568; Gierhake, *Über die Oestrin-komponente*.

konnten. Östrogene Stoffe waren irgendwelche Substanzen, die den Allen-Doisy-Test bestanden, also verhornte Epithelzellen im Scheidenabstrich erzeugten.⁸⁹³ Wie der Tierphysiologe und Endokrinologe Heinrich Karg noch in den 1960er Jahren betonte, entspreche der Begriff Östrogene einer Wirkungsdefinition: „Damit sind Verbindungen unterschiedlicher Herkunft und chemischer Struktur zusammengefaßt, denen gemeinsam ist, daß sie – gemessen etwa an Kriterien des Allen-Doisy-Testes – Brunstsymptome erzeugen können.“⁸⁹⁴ 1968 fassten Klaus-Dieter Voigt und Helmuth Schmidt zusammen, dass viele neue Verbindungen, die in der Lage seien, eine Brunst bei Tieren auszulösen, und von der Industrie synthetisch dargestellt würden, einen ganz anderen chemischen Aufbau zeigten. Und nicht alle Substanzen, die nach chemischen Kriterien als Östrogene anzusprechen wären, seien wiederum im Tierexperiment biologisch wirksam. Im Anschluss an Egon Diczfalusy und Christian Lauritzen unterschieden sie zwischen natürlicherweise im Organismus vorkommenden Östrogenhormonen, östrogenwirksamen Naturstoffen, wie sie zum Beispiel in Pflanzen vorliegen, und Östrogenverbindungen anderer Art.⁸⁹⁵ Zugleich bewiesen die neuen Nachweisverfahren, dass sich Wirkstoffe auch an Orten aufhalten konnten, die mit ihrer eigentlichen Identität im Widerspruch standen. Mit dem Allen-Doisy-Test wurde das Follikelhormon in Blut und Harn geschlechtsreifer Frauen verortet und während der Schwangerschaft in der Plazenta, im Schwangerenharn, im Harn trächtiger Stuten aufgefunden. Aber erstaunlicherweise ließ sich auch ein reichhaltiges Vorkommen männlicher Sexualhormone im Frauen- und weiblicher Sexualhormone im Männerkörper nachweisen: E. B. Womack und Frederick C. Koch fanden im Harn normaler und schwangerer Frauen männliches Hormon, Elisabeth Dingemans und Ernst Laqueur isolierten Follikelhormon aus Männerharn, und Bernhard Zondek zeigte, dass ausgerechnet Hengsturin eine ergiebige Quelle für Östrogen darstelle.⁸⁹⁶

Die Sexualhormone wurden im Kontext der lang andauernden Debatte über die Alterität der Geschlechter in den 1910er Jahren zunächst als hochgradig spezifisch und damit zugleich antagonistisch konstituiert. In einer Logik gegenseitiger Entsprechung förderten die geschlechtsspezifischen Wirkstoffe danach immer homologe Eigenschaften und unterdrückten heterologe. Der zur Jahrhundertwende angesichts der tendenziellen Auflösung von fixen Geschlechterrollen intensiv beschworene Kampf der Geschlechter war als „Kampf der Gonaden“ in die Körper verpflanzt.⁸⁹⁷ Dies war das zentrale Dogma der von Eugen Steinach an der Biologischen Versuchsanstalt in Wien durchgeführten Experimente zur Verweiblichung und Vermännlichung. Steinachs Ziel war es, die Geschlechtsausbildung als einen von den Nerven unabhängigen innersekretorischen Vorgang zu bestimm-

893 Aschheim, Über das Vorkommen, S. 82.

894 H. Karg, „Probleme bei der Anwendung von östrogenen Hormonen bei Masttieren“, in: Archiv für Lebensmittelhygiene 15 (1964) (in: BA Koblenz B 227/050500).

895 Voigt/Schmidt, Sexualhormone, S. 27.

896 Butenandt, Neuere Erkenntnisse, S. 267; und Steinach/Kun, Luteingewebe, S. 267–277.

897 Sadoff, Sciences, S. 192–199; und Sengoopta, Glandular Politics, S. 464.

men und die potenzielle Wandelbarkeit der Geschlechtsmerkmale durch den Austausch der Keimdrüsen zu beweisen. Die imponierenden Verwandlungen, die ihm gelangen, etwa die Entwicklung von Brustdrüsen bei feminisierten Männchen und das Wachstum eines Penis aus der Klitoris bei maskulinisierten Weibchen, verwiesen auf die erstaunliche Leistungsfähigkeit der unsichtbaren Agenten der Geschlechtlichkeit. Steinach ging es vor allem auch darum, sein Postulat des Antagonismus der Keimdrüsen mit dem „Rätsel der Homosexualität“ in Einklang zu bringen. Er behauptete, experimentell zeigen zu können, dass der Antagonismus abgeschwächt sei, wenn die Keimdrüsen beiderlei Geschlechts gleichzeitig in einen zuvor neutralisierten Organismus verpflanzt würden. Es sei so möglich, eine ganze Stufenleiter der somatischen und funktionellen Geschlechtscharaktere herauszuarbeiten, wie es ebenso auch möglich sei, diese wieder zur Rückbildung zu bringen. Die willkürliche Produktion von Geschlechtskörpern unterstützte die sexualwissenschaftlichen Thesen über die Existenz von sexuellen Zwischenstufen. Steinach hatte damit zugleich eine Praxis zur operativen Herstellung des wahren Geschlechts etabliert. 1916 ließ er dann auch konsequent in Kooperation mit Magnus Hirschfeld Operationen zur Heterosexualisierung Homosexueller mittels Hodenüberpflanzungen durchführen.⁸⁹⁸ Als Max Hirsch und Ernst Laqueur mittels des Allen-Doisy-Tests Follikelhormone in großen Mengen im männlichen Harn und Blut nachwiesen, mussten sie deshalb zunächst noch darauf insistieren, dass es sich bei diesen Probanden nicht um Homosexuelle gehandelt habe. Neu war allerdings der Wille, allen Wirkstoffen unabhängig von ihrer geschlechtsspezifischen Kompetenz Funktionalität zuzusprechen. Das weibliche Hormon, so Laqueur, scheine auch im männlichen Individuum eine Bedeutung zu haben. Jeder Mann scheide täglich davon Mengen aus, die kaum geringer seien als die bei nichtgraviden Frauen. Laqueurs Assistent John Freud schloss auf einen gewissen Synergismus männlicher und weiblicher Sexualhormone.⁸⁹⁹

Schon vor der Reindarstellung der Sexualhormone war über deren chemische Identität spekuliert worden. Fritz Wadehn formulierte 1926 mit aller wissenschaftlichen Vorsicht, dass bei der großen Sparsamkeit, mit der es der Natur gelinge, ihre großen Aufgaben zu bewältigen, man die Vermutung aussprechen dürfe, „daß das weibliche und männliche Sexualhormon chemisch in naher Beziehung zueinander stehen mögen“.⁹⁰⁰ Dohrn mutmaßte ein Jahr später, dass Hoden- und Ovarien-substanzen möglicherweise chemisch gleich oder zumindest verwandt seien.⁹⁰¹ Dies galt dann insbesondere für Androsteron und Östron. Bei beiden handelte es sich um tetrazyklische Oxyketone, deren Zusammensetzung $C_{19}H_{30}O_2$ (Androsteron) und $C_{18}H_{22}O_2$ (Östron) sich nur dadurch unterschied, dass, so Butenandt,

898 Steinach, Künstliche und natürliche Zwitterdrüsen, S. 19. Sengoopta, *The Most Secret Quintessence*, S. 55–67; Fausto-Sterling, *Sexing the Body*, S. 155–169; Mildenberger, *Verjüngung; Stoff, Vermännlichung; und Sengoopta, Glandular Politics*.

899 Laqueur, *Bewertung*, S. 963; Zondek, *Weibliche Sexualhormone*, S. 948; Dohrn, *Ist der Allen-Doisy-Test spezifisch*, S. 359 f.; und Loewe, *Ist der Allen-Doisy-Test spezifisch*, S. 500.

900 Wadehn, *Über Sexualhormone*, S. 472.

901 Dohrn, *Ist der Allen-Doisy-Test spezifisch*, S. 359 f.

das Follikelhormon durch Wasserstoffentzug unter gleichzeitiger Abspaltung eines Kohlenstoffatoms aus dem Androsteron „entstanden gedacht werden kann“. Die enge chemische Beziehung legte es nahe, dass sie Produkte ein und desselben Stoffwechsels seien.⁹⁰² 1937 verwandelte Butenandt schließlich einen Forschungsbericht für die DFG in einen neuen Antrag, indem er schrieb, dass der Kliniker Gewissheit über die Frage verlange, ob im männlichen Organismus weibliches Hormon als notwendiger Wirkstoff gebildet werde. Das überraschende Ergebnis seiner Forschungen lautete, „daß die hormonale Wirksamkeit der geschlechtsspezifischen Hormone sich durch geringfügige Veränderungen ihrer Molekülstruktur umkehren kann, und daß Überschneidungen der physiologischen Wirkungen an ein und demselben Stoff vorkommen können“.⁹⁰³ Auf der Basis der Synthese von Androsteron kam Butenandt zu dem Schluss, dass die Biosynthese der Keimdrüsenhormone ihren Ausgang vom Cholesterin nehme und über Dehydroandrosteron und Androstendion zum Östron führe. Dehydroandrosteron nahm, nach Butenandt, die Rolle eines Hormons ein, das in seinem Sättigungsgrad zwischen Androsteron und Follikelhormon stehe und deshalb vielleicht eine Bedeutung für die Genese dieser Stoffe beanspruche.⁹⁰⁴ Dehydroandrosteron ebenso wie Androstendiol wurden von Butenandt dann auch mit innerer Logik als bisexuelle Prägestoffe bezeichnet, die sowohl den Hahnenkammtest als auch den Allen-Doisy-Test bestanden, mithin sowohl als vermännlichend als auch verweiblichend definiert wurden. Zwischen Männlichkeit und Weiblichkeit gab es nur stufenweise Unterschiede. Die Biochemie der Sexualsteroiden erschien als Lösung für das Problem der Geschlechtsausbildung. Butenandt verfasste damit allerdings keine chemische Version der auch als „Steinach-Hirschfeldsche Lehre“ bezeichneten Zwischenstufentheorie, welche die Existenz einer Unzahl von hormonell gestalteten männlich-weiblichen Mischformen behauptete. Gleichwohl bot er Lösungsangebote für die Pathologie der Geschlechtsumwandlung an.⁹⁰⁵ Ende 1941 berichtete Butenandt dann mit großer Überzeugung von seinen Experimenten zur bisexuellen Wirksamkeit des Androstendiols: „Es gelang der Nachweis, daß dieser Stoff in einem Organismus gleichzeitig männliche und weibliche Merkmale zur Ausprägung bringen kann. In einem Kapaun der rebhuhnfarbigen Italiener wurde Hennenfiedrigkeit unter gleichzeitiger Wachstumswirkung auf Kamm und Bartlappen hervorgerufen. Dieser experimentelle Befund hat Bedeutung für die hormonale Entstehung gynandromorpher Modifikationen.“⁹⁰⁶ Eindringlich betonte Butenandt die auffallend geringfügigen chemischen Unterschiede, die in den Strukturen der drei Keimdrüsenhormone zur Ursache für so verschiedenartige physiologische Wirkungen wurden: Ersetze man im weiblichen Keimdrüsenhormon Progesteron die $-\text{COCH}_3$ -Gruppe am Fünfring durch eine Hydroxylgruppe,

902 Butenandt, Neuere Erkenntnisse, S. 277.

903 Butenandt an DFG (19.2.1937), in: BA Koblenz, R 73/10568.

904 Gaudillière, Biochemie, S. 208; und Karlson, Adolf Butenandt, S. 61.

905 Butenandt, Chemische Konstitution. Gaudillière, Biochemie, S. 211 ff.; und Stoff, Ewige Jugend, S. 435–469.

906 Butenandt an DFG (16.12.1941), in: BA Koblenz, R 73/10569.

so erhalte man das männliche Sexualhormon Testosteron; und lediglich eine Abspaltung von CH_4 aus dem Molekül des Testosterons führe formal zum Follikelhormon Östradiol.⁹⁰⁷ Vor allem Tadeus Reichsteins Isolierungsarbeiten zu den Nebennierenrindenhormonen eröffneten eine chemische Ordnung der Verwandtschaft von in ihrer physiologischen Wirkung höchst unterschiedlichen Steroidhormonen. Sämtliche Steroide leiteten sich vom Grundkohlenwasserstoff Pregnan ($\text{C}_{21}\text{H}_{26}$) ab, der aus dem Steran durch den Eintritt von zwei Methylgruppen und einer Äthylgruppe hervorging. Es entscheide allein die Zahl der Hydroxylgruppen im Molekül, so Butenandt, ob eine Verbindung als stoffwechselsteuernder Wirkstoff der Erhaltung des Individuums (Corticosteron, Desoxy-corticosteron) oder als ein die Schwangerschaft vorbereitendes oder schützendes Hormon der Erhaltung der Art (Progesteron) zu dienen habe.⁹⁰⁸

Die chemische Verwandtschaft inaugurierte dabei ebenso wenig wie die seit den späten 1920er Jahren normale Anwesenheit *männlicher* Hormone im weiblichen Körper und *weiblicher* Hormone im männlichen Körper eine veränderte Geschlechterordnung. Die Nichtexistenz eines sexualhormonellen Antagonismus blieb in einer auf dualistischer Zweigeschlechtlichkeit aufbauenden Gesellschaft ein Rätsel, das mit einer funktionalistischen Auffassung der Wirkstoffe entdramatisiert werden konnte.⁹⁰⁹ Nach 1935 konnten Sexualhormone nicht länger als antagonistisch verstanden werden, sondern als chemische Substanzen, die für synergetische Effekte sowohl im männlichen als auch im weiblichen Körper verantwortlich sind. Sie waren nicht mehr absolut, sondern nur noch relativ geschlechtsspezifisch. Allerdings erhielten die weiblichen Sexualhormone auf entscheidende Weise eine zusätzliche Funktion für die weibliche Reproduktion.⁹¹⁰ Ernst Huf vom Physiologischen Laboratorium der IG Farben stellte 1942 ebenso beruhigend wie kategorisch fest, dass östrogene Substanzen für den Mann nicht unnatürlich seien. Fördernde Wirkungen auf männliche Geschlechtsdrüsen seien nicht paradox, sondern Teil allgemein auf die Muskeln und auf die Schleimhaut einwirkender Leistungen. Antimaskuline Wirkungen gebe es nur bei sehr hohen Dosen und führten nie zur Funktionsuntüchtigkeit des Hodens.⁹¹¹ Ob sich *männliche* oder *weibliche* Sexualhormone auch therapeutisch im andersgeschlechtlichen Körper einsetzen ließen, war seit Ende der 1920er Jahre umstritten. Hellmuth Winkler von der Marburger Universitätsfrauenklinik verwies bei seinen Kaninchenexperimenten auf den fatalen Einfluss des Testosterons auf die morphologische Struktur des Ovars und die Fertilität des Versuchstieres.⁹¹² Die von Winkler dessen ungeachtet empfohlene Testosterontherapie bei Frauen basierte auf dem Konzept einer funktionalen Rolle der Sexualhormone in einem Regulierungssys-

907 Butenandt, *Entwicklungslinien*, S. 5.

908 Butenandt, *Entwicklungslinien*, S. 5 f.

909 Sengoopta, *The Most Secret Quintessence*, S. 136–141; Ebeling, *Wenn ich*; Stoff, *Ewige Jugend*, S. 425–469; und Fausto-Sterling, *Sexing the Body*, S. 146–194.

910 Oudshoorn, *Beyond the Natural Body*, S. 34.

911 Huf, *Die Anwendung*.

912 Winkler an DFG (1.12.1942), in: BA Koblenz, R 73/15738.

tem: „Die therapeutische Anwendung männlicher Wirkstoffe bei der Frau beruht auf der schon erwähnten Erkenntnis, daß diese die Produktion oder Abgabe der die Keimdrüsen stimulierenden gonadotropen Hormone in der Hypophyse hemmen und dadurch die Funktion des Ovariums herabsetzen. Dadurch wird verständlich, daß sich Störungen der Regel bessern, präklimakterische und andere inkretorische Beschwerden beheben lassen.“⁹¹³ Hier ergab sich über einen langen Zeitraum ein Kontinuum nicht gelöster Fragestellungen und *Problematisierungen*. 1956 befürwortete Butenandt einen Antrag von Hans H. Simmer zur Rolle des Testosterons im weiblichen Organismus als ein wichtiges und aktuelles Thema, das Simmer auf seinen Rat hin aufgegriffen habe. Simmer und Voss verwiesen noch 1960 auf das erklärungsbedürftige Phänomen der Produktion von Androgenen in den Ovarien.⁹¹⁴ Die Neuverfassung der Sexualhormone als funktionale Agentien im Regulierungssystem des Körpers ermöglichte es, diese Phänomene zu konstatieren, ohne die Ordnung der Geschlechter, wie sie die Lebenswissenschaften seit Beginn des 19. Jahrhunderts verfasst hatten, zu riskieren.⁹¹⁵ Mit der 1959 von Charles Phoenix, Robert Goy, Arnold Gerall und William Young formulierten *organization theory*, die einen pränatalen maskulinisierenden Einfluss des Testosterons auf den Hypothalamus behauptete, wurde die in den 1920er und 1930er Jahren prekarisierte Geschlechtsspezifität schließlich wieder aufgehoben. Männliches Verhalten resultiere danach aus dem prägenden Einfluss des Testosterons, weibliches Verhalten aus dessen Abwesenheit. Weiblichkeit sei der unspezifische, Männlichkeit der durch den organisierenden Einfluss hervorgerufene differenzierte Zustand.⁹¹⁶

Es war ein Ereignis von großer Bedeutung für die Ausbildung eines Regulationssystems des weiblichen Reproduktionskörpers als Joseph A. Long und Herbert M. Evans 1921 zeigten, dass Vorgänge im reifen Ovar von der innersekretorischen Tätigkeit des Hypophysenvorderlappens abhängig seien. Das Ovarialhormon, dies stellte wiederum Bernhard Zondek zu seiner eigenen Überraschung fest, könne selbst gar nicht die spezifische Funktion des Ovariums, die Eireifung, in Gang bringen. Zondek vermutete, dass eine der anderen innersekretorischen Drüsen hier möglicherweise einflussreich wirke, und testete diese in den Jahren 1924 und 1925 durch. Allein 0,01 Gramm der Hypophyse, berichtete er im Januar 1926 vor der Berliner Gesellschaft für Geburtshilfe und Gynäkologie, regten bei einer infantilen Maus funktionelle und morphologische Veränderungen im Ovarium an. Das Hypophysenvorderlappenhormon wirke allerdings nur auf dem Weg über das Ovarium selbst; es bringe den folliculären Apparat zur Reife und mobilisiere das Follikelhormon, das dann an Uterus und Scheide die Brunst auslöse. Aschheim und Zondek fixierten experimentell eine „Trias von morphologischen und funktionellen Wirkungen“: Die erste Hypophysenreaktion mit Follikelreifung, Ovula-

913 Loeser, *Hormone*, S. 218, 220.

914 Butenandt an DFG (19.9.1956), in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 386. Simmer/Voss, *Androgene*, S. 819.

915 Honegger, *Die Ordnung*.

916 Wijngaard, *Reinventing the Sexes*, S. 27–30, 49.

tion, Brunstauslösung; die zweite Hypophysenreaktion mit Massenblutungen in erweiterte Follikel; und die dritte Hypophysenreaktion mit Luteinisierung. Das Hypophysenvorderlappenhormon sei der Motor der Sexualfunktion, das Übergeordnete, das allgemeine und geschlechtsunspezifische Sexualhormon. Ein Jahr später freuten sich die beiden Forscher, dass ihnen mit einem einfachen Versuch der exakte experimentelle Beweis der direkten funktionellen Abhängigkeit der beiden endokrinen Drüsen von der regulierenden Funktion des Hypophysenvorderlappens auf das Ovarium geglückt sei.⁹¹⁷ Damit aber ließ sich auch das Problem der Entstehung und Erhaltung von Geschlechtsmerkmalen neu erklären. Dorothy Price und Carl Moore, die sich schon in den 1920er Jahren gegen die Antagonismusthese Steinachs ausgesprochen hatten, entwickelten schließlich die Hypothese eines endokrinen Feedbacks zwischen Keimdrüsen und Hypophyse. Der hemmende Effekt weiblicher Sexualhormone auf männliche Geschlechtscharakteristika sei demnach durch die einschränkende Einwirkung weiblicher Sexualhormone auf die Hypophyse und der damit zusammenhängenden schwindenden Produktion von männlichen Sexualhormonen in den Keimdrüsen bedingt.⁹¹⁸ Der Rückkopplungsmechanismus zwischen Hypophyse und Ovar sowie der enge und entgegengesetzte Zusammenhang zwischen der Menge des ausgeschütteten Gonadotropins und dem Spiegel der ovariellen Steroidhormone – „das einfache und sichere Grundkonzept des Gleichgewichtszustandes zwischen Hypophyse und Ovar“ (M.N. Graham Dukes) – wurden zu einer wissenschaftlichen Tatsache.⁹¹⁹ Dieses chemische Steuerungssystem, bei dem auch der Nebennierenrinde eine immer bedeutsamere Rolle zukam, seit Womack und Koch gezeigt hatten, dass diese sowohl im männlichen als auch im weiblichen Körper männliche Geschlechtshormone produziere, erwies sich als höchst komplex und einer Kausaltherapie nur schwer zugänglich, was jedoch keineswegs etwas an der pharmaindustriellen Produktivität und klinischen *Aktivierung* änderte.⁹²⁰

Aschheim und Zondek isolierten schließlich aus Schwangerenurin eine gonadotrope Substanz, die sie auf den Namen Prolan taufte. Ihre Hypothese, dass zwei verschiedene Komponenten bei der Steuerung der zyklischen Funktion des Ovars aktiv seien, wurde allerdings von biochemischen und gynäkologischen Experten wie Butenandt und Philipp angezweifelt. Dennoch war um 1930 ein funktioneller Mechanismus der Steuerung der Sexualhormone durch die gonadotropen Hormone des Hypophysenvorderlappens sowie der Rückwirkung der Keimdrüse auf die Hypophyse etabliert.⁹²¹ Hohlweg und Dohrn erklärten 1932, dass die gonadotrope Funktion des Hypophysenvorderlappens durch die Rück-

917 Zondek/Aschheim, Hypophysenvorderlappen, S. 44; Zondek, Weibliche Sexualhormone, S. 949 f.; und Schoeller, Neuere Arbeiten, S. 1531. Sengoopta, *The Most Secret Quintessence*, S. 126–132; und Bettendorf, *Zur Geschichte*, S. 37–43.

918 Moore, *A Critique*; Sengoopta, *The Most Secret Quintessence*, S. 119–124, 132–136; Fausto-Sterling, *Sexing the Body*, S. 164–169; und Clarke, *Disciplining Reproduction*, S. 126 ff.

919 Dukes, *Physiologische Betrachtungen*, S. 495 f.

920 Bauer/Medvei, *Über Interrenalismus*; Porter/Hall, *The Facts of Life*, S. 173 f.

921 Loeser, *Hormone*, S. 207; Schoeller, *Neuere Arbeiten*, S. 1533; Butenandt, *Neuere Erkenntnisse*, S. 266 f.; und Zondek, *Über die Hormone*

wirkung der Keimdrüsenhormone in physiologischen Grenzen gehalten werde. Dieser „Hohlweg-Effekt“ bestand aus der Hemmung der auf die Follikelhormone abzielenden Prolanproduktion des Hypophysenvorderlappens durch zugeführtes Follikelhormon und der gleichzeitigen Bildung und Abgabe von Corpus luteum-Hormon. Arnold Loeser wiederum bezeichnete den Zyklus des Ovariums prägnant als ein „Selbststeuerungssystem“. In der periodischen Anregung der Schilddrüsen-tätigkeit sei eine Art Selbststeuerung des Ovariums durch seine eigenen Hormone zu erblicken, wobei den Schilddrüsenstoffen die Aufgabe zufalle, die Ansprechbarkeit des Ovariums für die gonatotropen Wirkstoffe der Hypophyse zu regulieren.⁹²² Schoeller fasste 1932 schließlich den neuesten Stand dieses komplizierten Befehls- und Funktionszusammenhangs der hormonellen Selbstregulation übersichtlich zusammen: „Der Hypophysenvorderlappen regt mit Hilfe seines gonatotropen Hormons die Keimdrüsen zur Produktion der spezifischen Keimdrüsenhormone an, deren Aufgabe es ist, die sekundären Geschlechtsmerkmale zu entwickeln und zu erhalten. Die in der Zirkulation befindlichen Keimdrüsenhormone treffen aber ihrerseits auf das Sexualzentrum, welches beim Absinken des Hormonspiegels auf nervösem Wege den Hypophysenvorderlappen zur Mehrproduktion des gonatotropen Faktors anregt bzw. bei Überproduktion diese auf nervösem Wege hemmt.“⁹²³ Die Wechselbeziehung zwischen Hypophysenvorderlappen und Keimdrüsen vollzog sich zugleich aktivierend und bremsend, zugleich qualitativ und quantitativ. Der Menstruationszyklus der Frau, so Butenandt, werde also hervorgerufen durch das Zusammenwirken von Mittelhirn, Hypophysenvorderlappen, Ovarium und Uterus. Angeregt durch nervösen Reiz vom Sexualzentrum im Hypophysenvorderlappen werde gonatotropes Hormon erzeugt, das im Eierstock die Ausbildung eines Follikels bewirke. In diesem werde dann Follikelhormon produziert, das einerseits die weitere Bildung von gonatotropem Wirkstoff verhindere, andererseits die Gebärmutter Schleimhaut zum Wachsen bringe. Nach der Eireife wandle sich der Follikel in ein Corpus luteum um. Das Hormon des Corpus luteum bewirke schließlich die Umänderung der Uterusschleimhaut in Sekretionsschleimhaut, die der Einbettung eines befruchteten Eies dienen solle. Finde keine Befruchtung statt, so sterbe das Ei, der Gelbkörper breche zusammen, und die aufgebaute Uterusschleimhaut werde im Vorgang der Menstruationsblutung abgestoßen.⁹²⁴ Das Wirkstoffsystem, so verallgemeinerte Hermann Giersberg, Direktor des Zoologischen Instituts der Universität Frankfurt am Main, dieses antagonistisch-synergistische Zusammenspiel, müsse nach einer bestimmten Ordnung funktionieren: „Die einzelnen innersekretorischen Drüsen arbeiten naturgemäß nicht völlig unabhängig voneinander, sie beeinflussen sich gegenseitig, hemmen und fördern einander und bilden in ihrer Gesamtheit ein harmonisches System höherer Ordnung, eine höhere Einheit.“⁹²⁵ Jedes hormonale Organ sei

922 Zusammenfassend in Loeser, Hormone, S. 206 f.; Schoeller, Neuere Arbeiten, S. 1531; und Hohlweg/Dohrn, Über die Beziehungen, S. 234. Simmer, Der Hohlweg-Effekt.

923 Schoeller, Neuere Arbeiten, S. 1533.

924 Loeser, Hormone, S. 204 und Butenandt, Neuere Erkenntnisse, S. 267 f.

925 Giersberg, Regelung, S. 975.

Teil eines Systems, innerhalb dessen ein Gleichgewichtszustand bestehen müsse, damit es richtig arbeiten könne: „Jede Störung eines Partners führt zu einer Störung dieser Gleichgewichtslage, die wiederhergestellt werden muß und wiederhergestellt wird dadurch, daß sich die einzelnen innersekretorischen Drüsen der neuen Gesamtlage anzupassen suchen. Die Beziehung der innersekretorischen Drüsen zueinander stellt also ein harmonisches System dar, innerhalb dessen es Anpassungs- und Regulationserscheinungen gibt.“⁹²⁶

Das Konzept von Antagonismen und Synergismen war bereits in den 1920er Jahren in der Insulinforschung ausgearbeitet worden. Die Arbeitsgruppe um Else Dammann am Hygienischen Institut der Universität Berlin resümierte 1937 entsprechend, dass die Forschungsergebnisse auf dem Gebiet des enzymatischen Zuckerabbaues immer mehr zu der Erkenntnis führten, dass die Wirkungsweise eines Enzyms sich nicht damit erschöpfe, eine bestimmte Reaktion zu ermöglichen, sondern ein Enzym könne überhaupt erst im Rahmen eines Reaktionssystems seine Tätigkeit voll entfalten, in dem Energieerzeugung und Energieverbrauch aufeinander abgestimmt seien.⁹²⁷ Solche Reaktionssysteme waren immer auch Regulations- und Kontrollsysteme. Die Störung eines Bereiches hatte notwendigerweise Folgewirkungen bei nicht unmittelbar verbundenen Funktionen. Besonders deutlich wurde dies beim Reaktionszusammenhang von Adrenalin und Insulin. Anfang der 1920er Jahre wurde eine „gegenseitige Beeinflussung von Blutzucker- und Adrenalinsekretion“ vermutet. Wenn der Zuckergehalt des Blutes sinke, fassten Ammon und Dirscherl zusammen, finde eine Ausschüttung von Adrenalin statt, die zu einer Blutzuckererhöhung führe.⁹²⁸ Für Carl Harko von Noorden interagierten Wirkstoffe ganz einfach reizend und dämpfend: „Nachdem man im Suprarenin (Produkt der Nebennieren) den Reizkörper entdeckt hatte, welcher die der Zuckerproduktion dienenden Funktionen der Leber aufstachelt, musste im Produkt des pankreatischen Inselsystems der dämpfende Körper als Antagonist vermutet werden.“⁹²⁹ Adrenalin und Insulin regulierten sich gegenseitig. Das Adrenalin nahm nicht nur eine „Notfallsfunktion“ im Sinne Cannons, sondern auch eine Sicherungsfunktion ein. Es funktionierte als Antagonist des Insulins, beide Hormone zusammen regulierten den Kohlenhydratstoffwechsel.⁹³⁰ Max Bürger forschte seit Anfang der 1930er Jahre mit kristallisiertem Insulin und kam auf zufälligem Wege zu entsprechenden Ergebnissen. Er diagnostizierte, dass die oft registrierte kurze Erhöhung des Blutzuckers nach der Einspritzung von Insulin nicht vom reinen Insulin selbst ausgelöst werde, sondern nur die Folge von unreinen Insulinpräparaten sei, denen noch andere Wirkstoffe aus der Bauchspeicheldrüse beigemischt seien. Eben diese Begleitstoffe würden die paradoxe Wirkung verursachen. Danach fungiere der Bauchspeicheldrüsenstoff

926 Giersberg, *Regelung*, S. 976 f.

927 Nord/Hofstetter/Dammann, *Enzymatische Umsetzungen*, S. 250.

928 Ammon/Dirscherl, *Fermente*, S. 164.

929 Noorden, *Insulinkuren*, S. 705 f.

930 Ammon/Dirscherl, *Fermente*, S. 164.

Glukagon als Gegenspieler des Insulin. Die Bauchspeicheldrüse erzeuge also zwei Hormone von gerade entgegengesetzter Wirkung.⁹³¹

Reize, Rückwirkungen, Kontrollmechanismen – es brauchte in den 1920er und 1930er Jahren keine Kybernetik für eine kybernetische Metaphorik! Zwanzig Jahre später waren es dann *rebound-effects*, welche die Steuerung der Keimdrüsentätigkeit mit dem Hypophysenvorderlappen verbanden. Sexualität und Reproduktion wurden nunmehr durch hormonelle Regelkreisläufe gesteuert.⁹³² Die reproduktionsmedizinisch so bedeutsamen sexualhormonellen Leistungen waren in den 1950er und 1960er Jahren unzweifelhaft antagonistisch-synergistischer Art. Hans-Joachim Staemmler von der Universitätsfrauenklinik in Kiel konstatierte um 1960 Wechselwirkungen zwischen Gonadotropinen auf der einen und Äthinylnortestosteron-Acetat, ACTH und Oxytocin auf der anderen Seite.⁹³³ Noch Anfang der 1960er Jahre wurde darüber gestritten, ob FSH oder Luteinisierendes Hormon (LH) die Ovulation auslösten. Gleichwohl war ein Mechanismus etabliert, der es seit den 1950er Jahren möglich machte, eine hormonell hervorgerufene Ovulationshemmung zu erreichen, indem die gonadotrope Aktivität durch hohe Östrogengaben, aber noch wesentlich effektiver und stabiler von oral höchst wirksamen Derivaten des Progesterons, den Gestagenen, unterdrückt wird. Es war die Diagnose Schwangerschaft, die über das Funktionieren oder Nicht-Funktionieren des Hormonsystems entschied. Die Pille wurde damit als ein Prägestagen erarbeitet, das, wie das Progesteron, mit der Beigabe von geringen Östrogenmengen stabil ein Endometrium aufbaut.⁹³⁴ Oberdisse fasste 1966 die Lehrmeinung so zusammen, „dass sich die Wechselbeziehungen zwischen den Gonaden und ihren hypophysären Steuerungshormonen ICSH und Follikelstimulierendes Hormon (FSH) im Funktionskreis eines homöostatischen Reglermechanismus vollziehen“. Mittlerweile wurden aber auch die Reproduktionsfunktionen des männlichen Körpers als Regulationssystem erfasst. Dem stärkeren Anstieg der Testosteronproduktion folge eine verminderte Bildung und Abgabe der Gonadotropine, während ein Rückgang der Testosteronsekretion die vermehrte Freisetzung von gonadotropen Aktivitäten bewirke. Oberdisse vermutete zudem einen Feedback-Mechanismus zwischen Testosteron und ICSH einerseits sowie dem spermatogenetischen System und FSH andererseits.⁹³⁵

Die Arbeit an den durch Wirkstoffe angeleiteten Regulierungsprozessen war in den 1930er und 1940er Jahren durch das Problem von Antagonismus und Sy-

931 Ammon/Dirscherl, *Fermente*, S. 172; und F., *Neues Hormon, Hervorhebungen von F.*

932 Antrag Ernst Philipp, „Fortführung von Untersuchungen über gonadotrope Hormone“ (31.8.1954), in: DFG-Archiv, Bonn, Ph 3/5.

933 Schubert an DFG (21.12.1961) und Stellungnahme des 1. Fachvertreters G. Schubert (18.7.1960) zum Antrag Hans Staemmler, „Untersuchungen über den Freigabemechanismus der hypophysären Gonadotropine“, in: DFG-Archiv, Bonn, Sta 15/11.

934 Dukes, *Physiologische Betrachtungen*, S. 498; und Beier/Beier-Hellwig, *Chlormadinonacetat*, S. 309. Zu den Gestagenen: Voigt/Schmidt, *Sexualhormone*, S. 147–153; und Dukes, *Physiologische Betrachtungen*, S. 495, 498–502.

935 Verlängerungsantrag Karl Oberdisse, „Differenzierende Hormondiagnostik beim männlichen Hypogonadismus“ (10.6.1966), in: DFG-Archiv, Bonn, Ob 4/30.

nergismus dominiert. Euler verwies bereits 1928 auf einen entsprechenden wechselwirksamen Zusammenhang von Enzymen und Vitaminen. Die Wirkung des Vitamin A sei grundsätzlich von der Gegenwart anderer Substanzen abhängig. Es gebe notwendige Wechselwirkungen mit anderen Vitaminen. Die antiskorbutische Wirkung des Vitamin C verstärke sich in Verbindung mit Vitamin A und Carotin. Die Wirkung des Vitamin A, so Euler weiter, werde aber vor allem auch durch das Schilddrüsenhormon Thyroxin beeinflusst.⁹³⁶ Helmut J. Jusatz vom Hygienischen Institut der Universität Marburg prononcierte 1932 eine Unterscheidung zwischen der spezifischen Avitaminose, den Vitaminmangelerscheinungen, und der antagonistisch-synergistischen Hypervitaminose, den Vergiftungsercheinungen durch übermäßige Vitaminzufuhr. Sein Vorgesetzter Wilhelm Pfannenstiel hatte alarmierend herausgearbeitet, dass das Regulationssystem gestört werde, wenn irgendein einzelnes Vitamin im Übermaß dem Körper zugeführt werde. Hypervitaminoseerscheinungen waren nichts anderes als Störungen des Vitamingleichgewichts.⁹³⁷ Seine eigenen Experimente zur D-Hypervitaminose ließ Jusatz in den verbindlichen Merksatz münden, das bei der Beurteilung der Wirkung eines Vitamins stets die Mitbeteiligung anderer Vitamine wegen ihres synergistischen und antagonistischen Verhaltens in Betracht zu ziehen sei.⁹³⁸ Wilhelm Stepp stellte 1935 fest, dass man bis vor kurzem die Bedeutung der Vitamine allzu einseitig nach den Störungen beurteilt habe, die bei der Ausschaltung eines Vitamins aus der Nahrung im Tierversuch zur Beobachtung gekommen seien. Man habe vor allem übersehen, dass jedes einzelne Vitamin neben seinen besonderen Wirkungen in den Aufgabenkreis auch der anderen Vitamine eingreife, dergestalt, dass sich bald ein Synergismus, bald ein Antagonismus zwischen den einzelnen fettlöslichen und wasserlöslichen Vitaminen ergebe.⁹³⁹ Untersuchungen über den Antagonismus und Synergismus der Vitamine seien sehr erwünscht, bemerkte 1935 ein Gutachter zu einem diesbezüglichen Antrag Stepps, „weil sie zweifellos über die heute noch übliche Einzelbetrachtung in der Lehre der Ergänzungsstoffe hinauszuführen vermögen“.⁹⁴⁰

Zu den Wechselwirkungen der Vitamine forschte unter dem Stichwort „Synergismus“ von 1936 bis 1939 auch Carl-Arthur Scheunert. Neueste Forschungen, so wandte er sich an die DFG, hätten Belege dafür erbracht, dass Beeinflussungen des Bedarfs und Verbrauchs von Vitaminen von der Menge anderer Vitamine abhängig seien. Bei Mängeln an dem einen Vitamin könnten Schädigungen durch andere Vitamine eintreten. Es existiere also eine gegenseitige Abhängigkeit der Vitamine. Allerdings waren die Ergebnisse enttäuschend. Scheunerts Arbeitsgruppe konnte keinen entscheidenden Einfluss von Vitamin A auf den Bedarf von

936 Werner, Vitamine als Mythos, S. 25 f.

937 Jusatz, Experimentelle Untersuchungen, S. 529.

938 Jusatz, Experimentelle Untersuchungen, S. 542.

939 Stepp, Über Synergismus, S. 28, 30 f.; und Stepp, Über einige neuere Forschungsergebnisse, S. 117.

940 „Gutachten des Fachreferenten (gestempelt 11.9.1935)“, in: BA Koblenz, R 73/14954.

Vitamin B₁ nachweisen.⁹⁴¹ Der immer wachsam auf lukrative Themen lauende Abderhalden forschte in der zweiten Hälfte der 1930er Jahre zu Wechselwirkungen zwischen Vitaminen und Hormonen. Scheunert, der einen diesbezüglich an die DFG gerichteten Antrag auf Erstattung eines Fotometers begutachtete, betonte, dass gerade die Fragen der Wechselwirkung zwischen Vitaminen, Hormonen und Stoffwechselfvorgängen noch sehr wenig geklärt, aber von großer Wichtigkeit für physiologische und medizinische Fragen seien.⁹⁴² Eine Vitamin A-freie Ernährung mache Ratten atrophisch, wusste wiederum Loeser, der Gehalt des Hypophysenvorderlappens an gonadotropem Hormon werde bei Vitamin B₁-Mangel vermindert. Und auch der Mangel an Vitamin C beeinträchtigte Follikel- und Hypophysenvorderlappenhormone.⁹⁴³ Erich Gierhake ging bei seinen Vitamin E-Forschungen in der zweiten Hälfte der 1930er Jahre schlichtweg von „genetischen, synergistischen und antagonistischen Beziehung(en) der Vitamine und Hormone“ aus.⁹⁴⁴ Die jüngsten Entdeckungen der Strukturchemie, so Gierhake, zeigten, wie nahe gerade die fettlöslichen Vitamine mit den Keimdrüsenhormonen beider Geschlechter in ihrem molekularen Aufbauprinzip verwandt seien.⁹⁴⁵ Auch Hellmuth Winkler vermutete, dass Vitamin E Einfluss auf die Bildung von Gelbkörperhormonen habe. Dementsprechend sei auch eine therapeutische *Aktivierung* der Progesteronbildung möglich, da auch, wie Winkler experimentell festgestellt haben wollte, die hormonale Funktion durch Entzug von Vitaminen beeinflussbar sei.⁹⁴⁶

Zwar konnten Gierhake und Georg August Wagner im Fall des Vitamin E synergistische Effekte für bevölkerungspolitische Ziele mobilisieren, aber grundsätzlich stand diese Forschungsdebatte im Widerspruch zum staatlichen Bedürfnis nach instruktiven und direkt anwendbaren Forschungsarbeiten. Die in den ersten drei Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts dominante kausale Konzeptualisierung der Wirkstoffe als Substanzen, die in einer bestimmten Zelle produziert werden und an einem bestimmten Ort eine spezifische Reaktion auslösen, wurde krisenhaft und, wie Kühn es formulierte, kontextabhängig.⁹⁴⁷ „Es ist gut, wenn man klar erkennt, daß im Organismus überhaupt nur Zusammenwirkungen möglich sind, und niemals ein isoliertes Geschehnis“, artikulierte dies Laqueur, „erst aus dem Synergismus vieler solcher Ereignisse kommt ein bestimmter, scheinbar einfacher, nur von wenigen Faktoren abhängiger Effekt zustande, den wir gerade der Beach-

941 Scheunert an DFG (31.12.1936) und Scheunert an den Präsidenten des Reichsforschungsrats, Fachgliederung Landbauwissenschaft und allgemeine Biologie (6.4.1939), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 86; Scheunert an DFG (gestempelt 5.2.1936), in: BA Koblenz, R 73/14278; Scheunert/Wagner, Weitere Untersuchungen.

942 Scheunert an DFG (21.9.1936), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 86.

943 Loeser, Sexualhormone, S. 220f.

944 E. Gierhake, „Das Fruchtbarkeitsvitamin E“ (Manuskript, 25.9.1935), in: BA Koblenz, R 73/11231.

945 Gierhake, Das Fruchtbarkeitsvitamin E, S. 220.

946 Winkler an DFG (8.11.1941), in: BA Koblenz, R 73/15738.

947 Gausemeier, Natürliche Ordnungen, S. 104.

tung wert finden. Man sei sich auch bewusst, daß überhaupt niemals im Körper eine isolierte Substanz oder ein reines Hormon sich befindet, auch keine isolierten endokrinen Drüsen usw.; das sind alles vorläufige chemische, anatomische, aber völlig unbiologische Ordnungen.“⁹⁴⁸ Auf paradox anmutende Weise unterstützte der synergistische Diskurs jene Kritik synthetisierter Wirkstoffe, die zu Beginn der 1940er Jahre die Linien der Ernährungsexperten durchzog. Kollath hatte 1934 postuliert, dass sich in seinen Versuchen ergeben habe, dass das Fehlen eines Vitamins immer nur die spezifische Voraussetzung dafür sei, dass eine Mangelkrankheit auftreten könne. Die Ausbildung der jeweiligen Mangelkrankheit werde aber immer nur durch die Art der anwesenden Substanzen in der Nahrung bestimmt.⁹⁴⁹ Er entwickelte in den 1930er Jahren eine eigene Theorie der Avitaminosen. Jedes Vitamin habe bestimmte Aufgaben zu erfüllen, falle nun ein Vitamin aus, so erliche auch seine physiologische Funktion, an deren Stelle andere, von anderen Vitaminen beherrschte physiologische Prozesse träten, die sich als pathologisch erwiesen. Avitaminosen seien deshalb Folgen einer einseitig ablaufenden Physiologie. Dies habe auch Auswirkungen auf die Bestimmung der Vitamine selbst, die nicht mehr über ihre substituierende, eine Krankheit verhütende Funktion, sondern über ihre Wirkung erfolgen müsse. Kollath konstruierte schließlich eine „Reihe der Hilfsinstrumente des Stoffwechsels“ mit der Reihenfolge seltene Erden, Metalle, Vitamine, Fermente und Hormone. Das Vorhergehende beherrsche immer das Folgende und das Fehlen des früheren Stoffes, so Kollath, führe zu einer übertriebenen oder gehemmten Wirkung des späteren Stoffes.⁹⁵⁰ Seine in den 1930er und 1940er Jahren ausgebaute „dauerhafte Ernährungslehre“ basierte auf dem vermuteten Zusammenwirken von Aroma- und Duftstoffen, Fermenten und Wuchsstoffen mit den bekannten Nahrungsbestandteilen wie Zucker, Fett, Eiweiß, Lipide, Mineralien und Vitamine. Sämtliche zum Aufbau notwendigen Stoffe müssten in optimaler Mischung vorhanden sein, so komme es dann „zum Werden der höchsten Gesundheit auf der Wirkungsbasis der Erbanlagen“.⁹⁵¹ Stepp unterstützte in einem Fachgutachten einen entsprechenden Antrag Kollaths. Dessen Arbeiten auf dem Gebiet der Vitaminlehre hätten zu wichtigen neuen Fortschritten geführt. Vor allem müsse neben dem Ausfall der Vitaminfunktion auch mit einer Kollektivwirkung der in der Nahrung zurückgebliebenen Diätfaktoren gerechnet werden.⁹⁵² Auch der Düsseldorfer Geheimrat Alter, Hauptkritiker synthetisierter Vitamine, griff das synergistische Thema auf, als er behauptete, dass Vitamin A grundsätzlich an die Anwesenheit von Vitamin D gebunden sei. Karl Maier bezweifelte im Anschluss an Scheunert, ob solche Wechselbeziehungen tatsächlich beständen, und sprach stattdessen von einer Komplexität der Wirkun-

948 Laqueur, Bewertung, S. 963.

949 Werner Kollath, Antrag an die Notgemeinschaft (8.8.1934), in: BA Koblenz, R 73/12308.

950 Werner Kollath, Antrag an die Notgemeinschaft (8.8.1934), in: BA Koblenz, R 73/12308.

951 Kollath, Natürliche Nahrung, S. 7, 10–14.

952 Gutachten des Fachreferenten Stepp (ohne Datum, ca. September 1934), in: BA Koblenz, R 73/12308.

gen natürlicher Vitamine als Summe der bekannten Einzelvitamine.⁹⁵³ Auch Hermann Schroeder betonte zu Beginn der 1940er Jahre die Problematik einer allzu einseitigen Betrachtung der Wirkung von Vitaminen. Die einzelnen Vitamine hätten viele biochemische Fähigkeiten und könnten vor allem Gemeinschaftswirkungen entfalten. Vitaminforschung bewiese die Notwendigkeit, die Nahrung als Ganzes zu betrachten.⁹⁵⁴ Kurt Wachholder vom Physiologischen Institut der Universität Rostock nahm in diesem Sinne an, dass es nicht nur auf die Gegenwart einer bestimmten Menge von Vitamin C ankomme, sondern auf die Größe des reversiblen Umsatzes von Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure. Bestimmte Stoffe in Speichel, Magensaft und Duodenalsaft sonderten Stoffe ab, die verhinderten, dass die bei der Verdauung frei werdenden, in der Nahrung enthaltenen Vitamin C-Oxidatoren das Vitamin C im Magen-Darm-Kanal irreversibel zerstörten. Diese in allen Gewürzkräutern und vielen Gemüse- und Obstsorten enthaltenen Oxidatoren würden resorbiert und griffen in den Vitamin C-Haushalt der Organe ein. Die Zufuhr selbst reichlicher Mengen von Vitamin C allein würde nicht genügen, wenn nicht gleichzeitig genügend Oxidatoren in der Nahrung zugefügt würden.⁹⁵⁵

Während die gynäkologische Klinik vom Zusammenspiel pharmaindustrieller Hormonproduktion und biochemisch erarbeiteter Regulierungssysteme profitierte, wurde die *Problemtisierung* der antagonistischen und synergistischen Reaktionen von Wirkstoffen an den synthetisierten Vitaminen zivilisationskritisch ausgerichtet. Dabei zeigte sich erneut der innere Widerspruch des nationalsozialistischen Staates, einerseits zur Fabrikation leistungsstarker Körper chemische Kapazitäten zu mobilisieren und andererseits eine Ideologie der Reinheit und Natürlichkeit zu vertreten. Geschickte Protagonisten der Wechselwirkungen von Wirkstoffen wie Stepp und Scheunert verfahren zweigleisig, forschten zum Synergismus und boten zugleich Forschungsvorhaben zur *Aktivierung* von Vitaminen an. „Synergismus“ blieb in Deutschland bis in die 1960er Jahre hinein vor allem auch ein gegen die industrielle Fertigung von Wirkstoffen gerichteter Kampfbegriff. In diesem Kontext fanden seit den 1930er Jahren keine bedeutenden Forschungen mehr statt, dafür etablierten Wirkstoffregulationssysteme im Zwischenbereich von Stoffwechselchemie und Genetik neues Wissen über die Realisierung körperlicher Eigenschaften.

4.2. GEN-WIRKSTOFF-SYSTEME UND BIOSYNTHESEN: DIE ASSOZIATION VON SUBSTANZEN, 1932–1970

Wenn chemische Reaktionen die Bedingung des Lebendigen darstellen, dann musste die Biochemie auch von zentraler Bedeutung für die Aufklärung jener Prozesse sein, die genetisch vorbestimmte Merkmale verwirklichen. In Deutsch-

953 Maier, *Natürliche oder synthetische Vitamine*, S. 445; Bächli, *Natürliches oder künstliches Vitamin C*.

954 Schroeder, *Kritische Bewertung*.

955 Glatzel, *Physiologie*, S. 136; und Wachholder, *Der Gehalt*.

land fanden in den 1930er und 1940er Jahren hierzu durchaus innovative Forschungen statt, die Wirkstoffforschung, Entwicklungsphysiologie, Stoffwechselchemie und Genetik zu vereinen wussten. Um 1930 kam eine Göttinger Arbeitsgruppe um Alfred Kühn, zu der namentlich Erich Becker, Hans Piepho, Ernst Plagge und bis zu seiner Emigration Ernst Caspari gehörten, bei Experimenten mit der Mehlmotte *Ephestia Kühniella* Z zum Ergebnis, dass die in den Chromosomen enthaltenen Gene die Ursache des Ablaufs von Wirkstoffketten seien, die schließlich die äußeren Merkmale hervorriefen.⁹⁵⁶ Insekten erwiesen sich dabei als günstige Versuchstiere für die Analyse eines durch Hormone kontrollierten Entwicklungsablaufs und für die Verknüpfung von Vererbungslehre, Entwicklungsphysiologie und Hormonforschung. Die nähere Charakterisierung genbedingter Wirkstoffe, so Adolf Butenandt, der auf diesem Gebiet eng mit Kühn zusammenarbeitete, erweitere nicht nur die Kenntnis vom Wesen und Bau der Hormone, sondern liefere zugleich einen Beitrag zur Frage nach der Wirkung der Erbfaktoren, „denn in denjenigen Wirkstoffen, die bestimmten Genen zugeordnet werden können, müssen wir Glieder einer Reaktionskette erblicken, die das Gen mit dem Außenmerkmal verknüpft“.⁹⁵⁷

Das Jahr 1932, so erinnerte sich Kühn 1941 auf einer Arbeitstagung des Reichsforschungsrats, habe einen entscheidenden Einschnitt in der Geschichte der Entdeckung chemisch gesteuerter Entwicklungsvorgänge bedeutet. In diesem Jahr hätten Caspari sowie er selbst entdeckt, dass die Wirkung eines bestimmten Gens auf die Augenausfärbung bei Mehlmotten durch die Implantation von Hoden aus Mehlmotten, die dieses Gen besäßen, in solche Larven, die ihrer genetischen Konstitution nach kein Augenpigment hätten, ersetzt werden könne. Damit war ein Zusammenhang zwischen Hoden, Genen und phänotypischen Merkmalen konstituiert, der experimentell manipuliert werden konnte.⁹⁵⁸ Becker sah es 1938 als Ziel dieser Arbeiten an, den Mechanismus der Genwirkung herauszuarbeiten, das heißt vor allem auch die verbindenden Glieder zwischen Gen und Merkmal zu identifizieren. Er vermutete dabei, dass ein bestimmtes Hormon als Überträger der Genwirkung fungiere. Was mit diesen Arbeiten ermöglicht werden sollte, war, so Becker, „die vollständige Analyse eines klaren Modellbeispiels für die Wirkungsweise der einzelnen Erbanlagen“.⁹⁵⁹ Ebenso wie Kühn anhand der Mehlmotte *Ephestia* hatten auch George W. Beadle in Stanford und Boris Ephrussi in Paris mittels der Taufliege *Drosophila melanogaster* gezeigt, dass für die dunkle Ausfär-

956 Anonym, Versammlungsberichte, Göttinger Chemische Gesellschaft, 279. Sitzung, S. 89.

957 Butenandt, *Neue Probleme*, S. 619; Plagge, *Das Verpuppungshormon*, S. 175; und Kühn, *Hormonale Wirkungen*, S. 50.

958 Anonym, Versammlungsberichte, *Allgemeine Biologie*, S. 30; Anonym, Versammlungsberichte, Göttinger Chemische Gesellschaft, 279. Sitzung, S. 89; Kühn, *Hormonale Wirkungen*, S. 49; und Kühn, *Entwicklungsphysiologische Wirkungen*, S. 976 f.; Gausemeier, *Natürliche Ordnungen*, S. 97–110; Rheinberger, *Epistemologie*, S. 131–184. Bei Gausemeier finden sich auch genauere Angaben zur Entwicklung dieser Experimentalsysteme.

959 Becker, *Die Gen-Wirkstoff-Systeme*, S. 433 f., 441. Gausemeier, *Natürliche Ordnungen*, S. 111 und Rheinberger, *Die Zusammenarbeit*, S. 182 f.

bung der Augen hormonartige Wirkstoffe notwendig seien.⁹⁶⁰ Die Isolierung des Pigmente bildenden Stoffes war ein vorrangiges Forschungsziel. Durchgeführt wurde diese naturstoffchemische Arbeit an den Puppen der leicht zu züchtenden Schmeißfliege *Calliphora erythrocephala* in Butenandts Dahlemer Institut. Nachdem Beadle zusammen mit Edward L. Tatum festgestellt hatte, dass bestimmte Bakterien bei Gegenwart von Tryptophan im Nährboden eine Substanz erzeugen, welche die Augenausfärbung von *Drosophila* bewirken kann, vermuteten Butenandt und sein Doktorand Wolfhard Weidel, dass es sich bei dem Pigment bildenden Stoff um ein Tryptophanderivat, das Kynurenin, handeln müsse. 1940 ermittelten Butenandt und Weidel dann die Konstitution des Wirkstoffs, zwei Jahre später gelang dessen Synthese. Becker identifizierte zudem die Endprodukte der Genwirkung, die Augenpigmente der Insekten, als zum Teil kristallisierte Farbstoffe (Ommochrome). Die Genwirkungskette stelle sich dann so dar, dass aus dem im Körper vorhandenen Tryptophan das für die Pigmentbildungskette essenzielle Kynurenin gebildet werde, das als Vorstufe für die Ommochrome zu betrachten sei.⁹⁶¹ Aber Tryptophan und Kynurenin, betonte Butenandt 1941 auf der Arbeitstagung des Reichsforschungsrats, seien nur das Substrat, an dem die Genwirkstoffe angriffen. Und auch Kühn hob hervor, dass von der Anwendung des Hormonbegriffs auf die Induktionsstoffe abzuraten sei, bevor man mehr über diese Vorgänge wisse.⁹⁶² Kühns ursprüngliche Überlegung, dass es sich beim Genwirkstoff um ein Hormon handle, das zwischen Gen und Merkmalen vermittele, wurde aufgegeben zugunsten des Konzepts der über chemische Zwischenprodukte funktionierenden Genwirkketten.⁹⁶³ Damit war die Idee der Genhormone bereits wieder ad acta gelegt, wurde aber durch die elegantere Annahme der Genfermente ersetzt. Parallel zu Beadle und Tatum formulierten die Arbeitsgruppen von Butenandt und Kühn jene Ein-Gen-ein-Enzym-Regel aus, die in der Historiografie der Molekularbiologie eine so bedeutsame Rolle einnimmt: Gene aktivieren Enzyme, die einzelne Schritte in einer Stoffwechselsubstratkette katalysieren. In den Kühn-Butenandtschen Experimentalsystemen wurde zudem aus der Genwirkkette der Augenpigmentierung eine Reaktionskette, die dem Tryptophanstoffwechsel entsprach. Dies fügte sich in die Logik der Stoffwechselchemie und betonte zugleich die regulierende Funktion der Enzyme.⁹⁶⁴

Keine dreißig Jahre später wurde ein Narrativ ausformuliert, nachdem bereits die Wahl des Forschungsobjektes diese bedeutsamen Forschungen vom moleku-

960 Becker/Plagge, Vergleich.

961 DFG an Butenandt (4.6.1940), in: BA Koblenz, R 73/10568; Anonym, Versammlungsberichte, Göttinger Chemische Gesellschaft, 279. Sitzung, S. 89; Anonym, Versammlungsberichte, Allgemeine Biologie, S. 30; Beitrag Butenandt, „Über die biochemische Analyse einer Genwirkkette der Pigmentbildung bei Insekten“ in Verein Deutscher Chemiker, Bezirksverband Danzig. Gausemeier, Natürliche Ordnungen, S. 113 ff., 117, 119; und Rheinberger, Die Zusammenarbeit, S. 177 f.

962 Anonym, Versammlungsberichte, Göttinger Chemische Gesellschaft, 279. Sitzung, S. 89.

963 Brandt, Metapher, S. 119.

964 Gausemeier, Natürliche Ordnungen, S. 119; Rheinberger, Die Zusammenarbeit, S. 178; Hilschmann/Barnikol, Butenandt; und Morange, A History, S. 21–26.

larbiologischen Pfad entfernt habe. Marie Luise Zarnitz erzählte Ende der 1960er Jahre die Erfolgsgeschichte der Molekularbiologie so, dass die Genetik 1944 durch einen bahnbrechenden Erfolg erneut in den Vordergrund des biologischen Interesses gerückt sei, als Oswald Avery zeigen konnte, dass die Erbsubstanz chemisch charakterisierbar und mit der Desoxyribonukleinsäure identisch sei. Bis dahin sei die Vererbungslehre eine hauptsächlich formalistische Wissenschaft gewesen, die von äußeren Merkmalen auf das Vorhandensein bestimmter Vererbungsstrukturen geschlossen habe. Nunmehr interessierten mehr die funktionellen Zusammenhänge zwischen Gen und Material, die Genwirkketten. Erste derartige Untersuchungen seien bereits in den 1930er Jahren an den Kaiser-Wilhelm-Instituten in Berlin durch Kühn und Butenandt eingeleitet worden. Der eigentliche Durchbruch auf diesem Gebiet, der mit dem Nobelpreis 1958 gewürdigt wurde, sei jedoch amerikanischen Forschern gelungen, die sich im Gegensatz zu den deutschen Wissenschaftlern anstelle von Insekten eines methodisch günstigeren Objekts in Form bestimmter Pilze bedient hätten.⁹⁶⁵ Bernd Gausemeier und Hans-Jörg Rheinberger haben sich ausführlich mit den Forschungen der Arbeitsgruppen um Kühn und Butenandt befasst. Gausemeier hat dabei die von Zarnitz und anderen vertretene Sichtweise zu Recht als Teleologie kritisiert. Kühns Konzept sei in den 1930er Jahren keine Außenseiterposition gewesen und müsse als Teil jenes internationalen Diskurses betrachtet werden, der zur Molekularisierung der Biologie geführt habe.⁹⁶⁶ Wie wiederum Rheinberger hervorhebt, war es nicht nur den Auflösungserscheinungen und dem Kriegsende geschuldet, dass die Forschungen sich nicht weiter in Richtung des Genfermentsystems bewegten und damit anschlussfähig an die in den Jahren 1945 bis 1955 entstehende Molekularbiologie wurden. Während Kühns Experimentalsystem an den lebenden Organismus gebunden geblieben sei, sei Butenandts Interesse auf die Strukturaufklärung von Stoffwechselprodukten gerichtet gewesen. Kühn war Entwicklungsbiologe, der sich für das Netzwerk von Wirkketten, für Steuerung und Entwicklung, interessierte; für Butenandt zählte die Reindarstellung und Strukturaufklärung. Die Forschungsarbeit war, so Rheinberger, parasitär und komplementär, aber nicht symbiotisch. So sei es kein Zufall, „daß bei der Kühn-Butenandtschen Pigmentforschung die Substratkette ins Zentrum rückte und die angenommenen Gen-Fermentsysteme unanalysiert blieben – eben jener Bereich, aus dem schließlich die molekulare Genetik hervorging“.⁹⁶⁷

In der Tat waren schon in den 1930er Jahren die naturstoffchemischen Arbeiten zur Reindarstellung der Ommochrome und des die Metamorphose von der Puppe zum Insekt regelnden Hormons gegenüber den Wirkketten in den Vordergrund getreten und wurden von der DFG mit einzigartiger Konstanz bis in die 1970er Jahre gefördert. Insektenhormonforschung renommierte als ein deutsches Spezial-

965 Zarnitz, *Molekulare und physikalische Biologie*, S. 59.

966 Rheinberger, *Epistemologie*, S. 131–184; Gausemeier, *Natürliche Ordnungen*, S. 94–122; Rheinberger, *Die Zusammenarbeit*; und Rheinberger, *Über die Wirkungsweise*.

967 Rheinberger, *Die Zusammenarbeit*, S. 182, 190f.; Gausemeier, *Natürliche Ordnungen*, S. 120; und Harwood, *Styles*, S. 85–96.

gebiet.⁹⁶⁸ Mit Durchschnürungen bei verpuppungsreifen Raupen lokalisierten Caspari, Plagge und Piepho zunächst den Herstellungsort des Metamorphosehormons. Eine durch Abschnürung an der Verpuppung gehinderte Raupe diente dann als Testobjekt für implantiertes Gewebe und injektiertes Gewebeextrakt. Becker, Piepho und Plagge arbeiteten in den 1930er und frühen 1940er Jahren ausdauernd an der Isolierung des Metamorphosehormons und der Rekonstruktion des Wirkstoffsystems.⁹⁶⁹ Die Arbeiten brachen kurzfristig ab, als Becker eingezogen wurde und 1941 an der Front starb. Zeitgleich wurde auch Weidel abkommandiert. Ende 1943 begann dann Peter Karlson an Butenandts Institut mit aufwendigen Isolierungsarbeiten zunächst an den Puppen der Calliphora und seit Kriegsende an denen des Seidenspinners (*Bombyx mori*). Butenandt selbst hatte bereits seit 1939 mit Unterbrechungen an der Reindarstellung des Sexuallockstoffes des Seidenspinners gearbeitet. Von diesem Forschungsmaterial waren in den 1950er Jahren die meisten der Forschungsprojekte am Institut abhängig.⁹⁷⁰ In einer von der Bundesanstalt für Kleintierzucht in Celle organisierten und von der DFG finanzierten Großaktion konnten 1953 schließlich 500 Kilogramm Puppen der *Bombyx* aufgearbeitet werden. Im März 1954, nach etwa 2.000 biologischen Tests, isolierten Karlson und seine Assistentin Ingeborg Brachmann endlich biologisch wirksame Kristalle in einer Fraktion. Butenandt und Karlson taufte dieses Häutungs- und Metamorphosehormon auf den Namen Ecdyson. Eine Strukturermittlung war erst 1962 erfolgreich, als feststand, dass es sich beim Ecdyson ebenfalls um einen Abkömmling des Cholesterins handle.⁹⁷¹ Die Forschungen zu Ommochromen und Metamorphosehormonen, welche die Tübinger Biochemiker Butenandt und Karlson ebenso wie die Göttinger Entwicklungsphysiologen Piepho und Detlef Bückmann durchführten, fanden im Grenzbereich von Biologie, Biochemie und Zoologie statt. Zu Beginn der 1950er Jahre erweiterte sich das Interesse auf die Gesamtheit der Arthropoden, da sich sowohl bei Insekten als auch Krebsen Metamorphosehormone als wirksam erwiesen.⁹⁷² Namentlich Piepho und Bückmann unternahmen unermüdlich Schnürungs- und Injektionsexperimente zur Ermittlung der Steuerung von Verpuppungsvorgängen durch Metamorphosehormone. Bückmann hatte sich Mitte der 1960er Jahre als einer der „weltweit führenden Endokrinologen auf dem Gebiet der wirbellosen Tiere“ (Werner Funke) etabliert.⁹⁷³

968 Kühn, Hormonale Wirkungen, S. 49; Gausemeier, Natürliche Ordnungen, S. 98; und Rheinberger, Die Zusammenarbeit, S. 173.

969 Plagge, Das Verpuppungshormon, S. 175 f. Gausemeier, Natürliche Ordnungen, 111 f.

970 Rheinberger, Die Zusammenarbeit, S. 187; und Karlson, Adolf Butenandt, S. 186–191, 196 ff.

971 Antrag Peter Karlson, „Untersuchungen über die Hormone der Arthropoden (Versuche zur Isolierung des Häutungshormons der Krebse und des Juvenilhormons der Insekten)“ (28.3.1956), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 91/1. Rheinberger, Die Zusammenarbeit, S. 188 f.; Karlson, On the Hormonal Control, S. 95; und Karlson, Adolf Butenandt, S. 188 ff., 198 f.

972 Karlson, Adolf Butenandt, S. 190; Antrag „Untersuchungen über die Hormone der Arthropoden“ (28.3.1956), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 91/1.

973 Bückmann an DFG (11.4.1961) und „Bericht über die in der Zeit vom 1.5.1960 bis zum 1.4.1961 durchgeführten Untersuchungen über die Wirkungsweise der Metamorphosehormone“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 367; Funke, Mit Hingabe.

Die Forschungsprogramme von Bückmann, Piepho und Karlson, so sehr sie auch auf entwicklungsphysiologischen und naturstoffchemischen Experimentalsystemen beruhten, besaßen dabei durchaus das Potenzial für molekulargenetische Überraschungen. Anfang der 1960er Jahre arbeitete Ulrich Clever am MPI für Biologie zur Beziehung von Genaktivität und Entwicklung mithilfe von Ecdysoninjektionen und näherte die Ecdysonforschung am Modell der Mücke *Chironomus tentans* der molekularen Genetik an. Ecdyson löste nach Injektion in die Larve von *Chironomus* die Aktivierung spezifischer *Puffs* als Orte intensiver RNA-Synthese aus. Clever vermutete, dass die primäre Wirkung des Hormons in eben dieser Funktion bestehe.⁹⁷⁴ Clever starb bereits 1973, aber Karlson, der mit ihm zusammengearbeitet hatte, setzte die Forschungen fort. Karlsons Arbeiten, resümierte Heinz Dannenberg, zeigten bei *Chironomus tentans*, dass Ecdyson ein bestimmtes Gen aktiviere. Eine inaktive DNA sei innerhalb von zwei Stunden in eine aktive umgewandelt worden, an der Ribonukleinsäure und durch diese wiederum ein Enzym synthetisiert worden seien. Offen blieb allerdings, wie diese Hormone die Aktivierung der DNA in den Genen bewirkten.⁹⁷⁵ Clever und Karlson hatten dieses spezifische Hormon in der Genwirkkette neu platziert. Ihre Arbeiten wurden in der Folge häufig aufgegriffen. Im November 1963 widmete sich sogar das *Time Magazine* den Experimenten der beiden deutschen Forscher. Zwar seien sich die Genetiker einig, dass die DNA die codierte Information enthalte, welche die Entwicklung lebender Organismen kontrolliere, aber die Botschaft selbst müsse noch von hartnäckigen wissenschaftlichen Kryptologen entziffert werden. Dass sich in den Chromosomen der Mückenlarve innerhalb von zwanzig Minuten nach der Ecdysongabe *Puffs* bildeten, war ein beeindruckendes Ereignis. Vor allem aber entwickelte Karlson hieraus seine Theorie, nach der bestimmte DNA-Informationen nur graduell abgerufen würden. Wenn sich die Larve zu verpuppen habe, werde Ecdyson sekretiert, um an der DNA jene chemischen Befehle auszulösen, die für die Metamorphose nötig seien. Die aktivierten DNA-Teile, so erzählte der *Time*-Artikel die moderne Geschichte der Vererbung, übermittelten dann die Information an die messenger-RNA, die Enzyme herstelle, die wiederum die Metamorphose umsetzten.⁹⁷⁶ Das molekularbiologische Projekt war Anfang der 1960er Jahre zu den Metamorphosehormonen zurückgekehrt. Das Verdikt des falschen Modells kann also immer nur für eine spezifische Fragestellung Gültigkeit haben. Clever und Karlson mussten nicht notwendigerweise den als klassisch historisierten Weg der molekularbiologischen Erkenntnis gehen, um ein molekulargenetisch bedeutsames Experiment zur Kontrolle der Genexpression durch Steroidhormone durchzuführen.

Auch die zunächst ganz andere Fragestellungen bearbeitende Stoffwechselchemie gelangte auf Umwegen zum Problem der Genexpression. In den 1950er Jahren kam es zu einer durchschlagenden Molekularisierung der biologischen und medizinischen Disziplinen, nicht nur als chemische Biosynthese, sondern auch als

974 Clever, Genaktivitäten; Grossbach, Ulrich Clever.

975 Dannenberg an DFG (22.1.1963), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 369.

976 Anonym, How Nature Reads the Code.

„Biochemie der Genwirkung“.⁹⁷⁷ Die Mannigfaltigkeit von Stoffen, welche die chemische Analyse in den 1930er und 1940er Jahren etabliert hatte, und die Komplexität der biosynthetischen Reaktionen schienen eine kaum zu lösende Aufgabe für die organischen Chemiker darzustellen. Je tiefer man aber in den letzten zwei Jahrzehnten beim Studium der lebendigen Substanz in die Geheimnisse ihres Stoffwechsels eingedrungen sei, triumphierte Feodor Lynen 1957, umso einfacher und übersichtlicher sei das Bild geworden.⁹⁷⁸ Keine zehn Jahre später fasste er die erstaunliche Entwicklung der biochemischen Forschungen der letzten zwanzig Jahre prägnant zusammen: Alle Lebewesen stimmten in den gleichen chemischen Verbindungsklassen überein. Dabei seien es nur etwa hundert niedrigmolekulare, aber weitaus häufiger in Fettstoffen, Kohlenhydraten, Proteinen oder Nukleinsäuren existente Kohlenstoffverbindungen, die in allen lebenden Organismen vorkämen. Die entscheidenden Fragen richteten sich darauf, wie diese chemischen Baupläne einst entstanden sein könnten, wie sie in den Organismen festgelegt seien und wie sie an die Nachkommen weitervererbt würden. Die gleichen Vererbungsgesetze seien für alle Lebewesen gültig und beruhten auf der Weitergabe von Instruktionen von der Mutterzelle an die Tochterzelle. Diese Gene aber seien ihrer stofflichen Natur nach Nukleinsäuren, in deren chemischen Strukturen die chemischen Baupläne des lebenden Organismus festgelegt seien.⁹⁷⁹ Arbeiten zum molekularen Aufbau und zur identischen Verdoppelung der DNA wurden in den 1950er Jahren vor allem in den USA durchgeführt. In der Bundesrepublik konzentrierte sich die Forschung seit Ende der 1950er Jahre auf die Realisierung dieser in ihrer chemischen Struktur verschlüsselten „Baupläne des Lebendigen“. Indem Lynen erklärte, dass die Basensequenz der DNA einen Code darstelle, der Syntheseanweisungen für die Zelle enthalte und diese Anweisungen über den spezifischen Eiweißkörper ausführe, verwendete er explizit die Begriffe der modernen Nachrichtenübermittlung. Damit aber stellte sich zugleich ein Zusammenhang zwischen Molekulargenetik und jener Enzymologie her, die Forscher wie Carl Martius und Lynen selbst seit den 1940er Jahren betrieben. Es war das Problem der Biosynthese, das in den 1960er Jahren zahllose Forschungsvorhaben in der Bundesrepublik generierte. Bei diesen Biosynthesen, explizierte Lynen ein entsprechendes Forschungsprogramm, würden Kohlenstoffverbindungen von komplizierter Struktur aus einfachen Bausteinen zusammengesetzt. Da die Bausteine im Verband der komplexen Moleküle sich auf einem höheren Energieniveau befänden, sei ein von Adenosintriphosphat gedeckter Arbeitsaufwand erforderlich, um etwa Protein aus den Aminosäuren oder Nukleinsäure aus den Nukleotiden aufzubauen. Proteine bestehen aus Aminosäureketten, deren Art und Reihenfolge wiederum die Spezifität der Proteine etwa als Enzym bestimmt. Diese Biosynthese der Enzyme ist jedoch durch die Kombination von drei Nukleinsäure-Basen ge-

977 So der Titel eines von der DFG geförderten Forschungsvorhabens von Franz Lingens, „Biochemie der Genwirkung“ (19.6.1959), in: DFG-Archiv, Li 78/1; Holmes, *Between Biology and Medicine*, S. 77–101.

978 Lynen, *Coenzym A*, S. 213.

979 Lynen, *Über chemische Baupläne*, S. 3 f., 10.

netisch bestimmt. Den biochemischen Prozess der Übertragung eines spezifischen Basenmusters in der DNA auf ein ganz bestimmtes Aminosäuremuster des synthetisierten Proteins durch Boten- und Transfer-RNA, der im Stoffwechsel der Zelle eine spezifische chemische Reaktion katalysiert, arbeiteten Jacques Monod und François Jacob 1958 als Konzept der Genregulation heraus.⁹⁸⁰ In diesem Milieu reagierten Stoffwechselchemie und Genetik miteinander.

Forschungsarbeiten zum intermediären Stoffwechsel waren seit den 1930er Jahren programmatisch ausformuliert. Es war das Ziel dieser biochemischen Untersuchungen, die Funktion der Zwischenstoffe bei der Umwandlung von Zucker, Fettsäuren und Proteinen zu bestimmen. Der Stoffwechsel wurde als eine koordinierte Reihe von Abläufen enzymatischer Reaktionen analysiert, die es erlaubten, Ausgangsprodukte vermittels intermediärer Produkte fortschreitend in Endprodukte umzuwandeln. Bei diesen Stoffwechselwegen verbrauchten anabolische Reaktionen Energien, während katabolische Reaktionen Energien freisetzten. Enzyme und Energien waren, so Christiane Sinding, Schlüsselwörter dieses disziplinären Diskurses.⁹⁸¹ In der Bundesrepublik entwickelte sich dieses Forschungsgebiet durch die erzwungene Emigration zahlreicher Biochemiker im Nationalsozialismus nur marginal. Ute Deichmann hat nachdrücklich gezeigt, dass die Vertreibung jüdischer Wissenschaftler während der nationalsozialistischen Herrschaft die gesamte Forschungsrichtung der von David Nachmansohn so bezeichneten dynamischen Biochemie beinahe beendigte und dass dieser Forschungsbereich nahezu kollektiv in die USA emigrierte: Gustav Embden starb im Sommer 1933, als bereits antisemitische Kampagnen gegen ihn liefen. Er hatte am Institut für physiologische Chemie in Frankfurt am Main zu Beginn der 1930er Jahre ein Prinzip der Glykolyse erarbeitet, das wiederum Otto Meyerhof weiterentwickelte. Rudolf Schönheimer forschte an der Columbia University im Anschluss an Aschoff und Windaus zum Metabolismus der Sterine. Bei der Analyse des intermediären Stoffwechsels von Cholesterin ging er allerdings eigene Wege, unter anderem weil er Isotope als Marker für die Untersuchung verwendete. Cholesterin, so Schönheimers innovative These des „dynamischen Zustands der Körperbausteine“, werde im Säugetiergewebe ständig neu gebildet und abgebaut. Konrad Bloch vom Department of Chemistry der Harvard University, der 1936 in die USA emigriert war und 1938 bei Schönheimer promoviert wurde, klärte dann mit Deuterium-markierter Essigsäure die intermediären Reaktionen bei der Synthese von Cholesterin auf. Mit den Arbeiten Schönheimers und Blochs war der Schwerpunkt der biochemischen Sterinforschung von Deutschland in die USA verlagert worden.⁹⁸² Als „Hitlers Geschenk“ etablierten Biochemiker wie Fritz Lipmann, Schönheimer und Bloch überhaupt erst biosynthetische Forschung in den USA. Vier der emigrierten Biochemiker – Hans Adolf Krebs, Bloch, Chain und Lipmann

980 Lynen, Über chemische Baupläne, S. 13–16; Rheinberger, Experimentalsysteme, S. 223–227. Zur „französischen Schule“: Burian/Gayon, The French School; und Morange, The History, S. 150–167.

981 Sinding, Literary Genres, S. 45 f.

982 Deichmann, Flüchtlinge, S. 176–180; und Kohler, Rudolf Schoenheimer.

– erhielten später für ihre Forschungen zu den Mechanismen des intermediären Stoffwechsels Nobelpreise. Arbeiten zum Citronensäurezyklus hatte Krebs noch in Freiburg durchgeführt und auch zum Harnstoffzyklus hatte er 1932 noch auf Deutsch publiziert. 1937 aber, nachdem er bereits mit von der Notgemeinschaft beschafften Laboratoriumsteilen nach Cambridge entkommen war, erschien sein Aufsatz zum Citronensäurezyklus auf Englisch. Dieser prägte auf einschneidende Weise die biochemische Stoffwechselforschung im weiteren Verlauf des 20. Jahrhunderts und nahm einen dominanten Platz in den Schul- und Lehrbüchern ein.⁹⁸³ Chain, der im Sommer 1932 am Pathologischen Institut der Charité bei Peter Rona zur enzymatischen Esterbildung promoviert wurde, erhielt noch im selben Jahr ein Stipendium der DFG. Allerdings verzögerte sich die Erstbewilligung bis zum Januar 1933. Im April 1933 wurde er „beurlaubt“ und die Zahlungen seitens der DFG eingestellt. Chain hatte aber bereits den sicheren Weg nach England gefunden.⁹⁸⁴

Dass eine Stoffwechselregulationen bearbeitende dynamische Biochemie in Deutschland nicht gänzlich erledigt war, lag am Verbleib von Otto Warburg am KWI für Zellphysiologie und an den Arbeiten Franz Knoop am Physiologisch-Chemischen Institut der Universität Tübingen.⁹⁸⁵ Durch den „Teufelspakt“, den der als halbjüdisch zwangskategorisierte, aber als Krebsforscher geduldete Warburg mit den Nationalsozialisten schließen musste und der es ihm ermöglichte, in Deutschland zu bleiben, fand am KWI für Zellphysiologie auch im Nationalsozialismus stoffwechselphysiologische Forschung statt.⁹⁸⁶ Auch Knoop orientierte sich weiter an der internationalen Debatte und den Publikationen seiner vertriebenen jüdischen Kollegen. So schloss er bei seinen Arbeiten zur Prostata-Phosphatase direkt an Arbeiten Meyerhofs an. Er hatte auch keine Probleme, sich noch 1944 in einem Tätigkeitsbericht für die DFG auf Arbeiten Blochs zu beziehen.⁹⁸⁷ Kuhn sprach ein mit der Autorität des Fachspartenleiters versehenes Machtwort, wenn er 1940 kategorisch feststellte, dass alle Arbeiten über Eiweißstoffwechsel sowie Abbau und Synthese von Aminosäuren als staatswichtig gelten sollten, wenn sie von einem so hervorragenden Forscher wie Knoop geleitet würden.⁹⁸⁸ Bei Knoop arbeiteten mit Carl Martius und Paul Ohlmeyer zwei der besten Nach-

983 Krebs, *Wie ich aus Deutschland vertrieben wurde*; und Fruton, *Molecules*, S. 382. Bedeutsam waren diese Arbeiten vor allem auch, weil sie eine Antwort auf das alte Problem der chemischen Verbindung von Gärung und Atmung lieferten. Krebs/Johnson, *The Role of Citric Acid*; und Krebs/Henseleit, *Untersuchungen*, S. 759; Fruton, *Molecules*, S. 379–386.

984 Chain an Notgemeinschaft (24.8.1932), Schmidt-Ott an Chain (12.12.1932), Rona an Notgemeinschaft (29.4.1933), Schworer an Rona (10.5.1933), in: BA Koblenz, R 73/16366; Medawar/Pyke, *Hitler's Gift*; Deichmann, *Flüchten*, S. 139; und Kennedy, *Hitler's Gift*. Zum Schicksal Ronas: Deichmann, *Flüchten*, S. 127.

985 Deichmann, *Flüchten*, S. 111 f., 141 f., 318–321; und Holmes, *Between Biology and Medicine*, S. 90 f.

986 Den Ausdruck „Teufelspakt“ verwendete Warburg 1938 selbst in einem Brief an seine Schwester. Nickelsen, *Ein bisher unbekanntes Zeitzeugnis*, S. 105 ff.

987 Fr. Knoop, *Tätigkeitsbericht* (4.5.1944), in: BA Koblenz, R 73/12222.

988 Richard Kuhn, *Wissenschaftliches Gutachten* (13.7.1940), in: BA Koblenz, R 73/12222.

wuchsbiochemiker, die im nationalsozialistischen Deutschland verblieben waren. Ohlmeyer, ein Meyerhofschüler, befasste sich mit der Art und Wirkungsweise von Coenzymen; Martius hatte in den 1930er Jahren vielversprechende Forschungen zum Abbau der Citronensäure geleistet und konzentrierte sich in den 1940er Jahren auf den Eiweißstoffwechsel.⁹⁸⁹ Lynen hingegen publizierte 1939 zum Abbau von Bernsteinsäure, Apfelsäure und Citronensäure durch Hefe. Er folgte den Forschungsansätzen von Robert Sonderhoff und Heinz Thomas und war, wie auch Lipmann, vor allem durch Heinrich Wielands These zur aktivierten Essigsäure in der Zelle beeinflusst. Lipmann hatte zudem 1945 jenes Coenzym A in die Stoffwechselforschung eingeführt, das schon bei den Arbeiten zum Citronensäurezyklus eine bedeutsame Rolle spielte. Das Acetyl-CoA, das Lynen 1951 als aktivierte Essigsäure isolierte, inthronisierte er zugleich als „Zentrale des Stoffwechsels“. Zu jenen Stoffwechselfvorgängen, die Acetyl CoA bildeten, gehörte im von Lynen erarbeiteten System auch die Citronensäuresynthese. Das Coenzym A ermöglichte erst die Verknüpfung zwischen Energie liefernder Dehydrierung der Brenztraubensäure und der Energie verbrauchenden Citronensäuresynthese.⁹⁹⁰

Martius, Lynen und Theodor Bücher machten in den 1950er Jahren in Marburg, Tübingen und München die Stoffwechselchemie stark. Dass Lynen Ende der 1950er Jahre auch international eine exzeptionelle Stellung in der Biochemie einnahm, würdigte der Biophysiker Britton Chance 1958 in einem an Lynen gerichteten Brief auf ironisch-anerkennde Weise: „Reports from Tokyo tell me that we’ve missed a dramatic presentation at the closing session of the Enzyme Congress and that all theories of intracellular control need completely to be revised on the basis of your new discoveries. However we feel it is worth while continuing our work here and not giving up research entirely.“⁹⁹¹ Auch Martius war hoch anerkannt. Ein Gutachter bemerkte zu dessen erstem Antrag nach Kriegsende, dass im Hinblick auf die wissenschaftliche Persönlichkeit des Antragstellers dessen Arbeiten jede Förderung verdienen. Und auch beim nächsten Antrag häuften sich die in den DFG-Gutachten nicht alltäglichen Lobeshymnen: „Der Antragsteller habe sich durch seine Arbeiten einen weit über die Grenzen von Deutschland hinausgehenden Namen geschaffen und gelte zu Recht als Spitzenkraft. Er sei einer unserer besten Enzymchemiker, der eigene Gedanken habe und noch mit den empfindlichsten, reaktionsfähigsten Substanzen saubere Reaktionen durchführen könne.“⁹⁹² Die wenigen biosynthetischen Forschungsprojekte wurden

989 Knoop an DFG (6.6.1940), in: BA Koblenz, R 73/12222. Zu Martius: Deichmann, Flüchten, S. 319f.

990 Lynen, Coenzym A, S. 215f. Deichmann, Flüchten, S. 316–321.

991 Chance an Lynen (6.5.1958), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 47.

992 Antrag Carl Martius, „Fortführung von Untersuchungen über die Rolle des Thyroxins im intermediären Stoffwechsel“ (25.10.1952), in: DFG-Archiv, Bonn, Ma 17/7; Antrag Carl Martius, „Fortführung von Untersuchungen über die Rolle des Thyroxins“ (12.3.1952), in: DFG-Archiv, Bonn, Ma 17/6; Antrag Carl Martius, „Fortführung von Untersuchungen über die Rolle des Thyroxins im intermediären Stoffwechsel“ (2.4.1951), in: DFG-Archiv, Bonn, Ma 17/4; und Antrag Carl Martius, „Arbeiten über den Wirkungsmechanismus des Schilddrüsenhormons“ (17.11.1950), in: DFG-Archiv, Bonn, Ma 17/3.

kontinuierlich aus den 1940er Jahren in die 1950er Jahre übernommen. Konrad Bernhauer, ein überzeugter Nationalsozialist und Antisemit, der 1939 maßgeblich an der Gleichschaltung der deutschen Universität in Prag mitgewirkt und im Krieg zur Gewinnung von Penicillin auf mikrobiologischem Weg geforscht hatte, arbeitete nach 1945, entlastet durch ein Gutachten Butenandts, zur oxidativen Gärung und zur Biosynthese des von Mikroorganismen produzierten Vitamin B₁₂. 1959 wechselte Bernhauer dann an den Lehrstuhl für Biochemie der Technischen Hochschule Stuttgart. Nach Lynens Urteil war Bernhauer einer der wenigen Biochemiker mit mikrobiologischen Kenntnissen.⁹⁹³ Mit Untersuchungen über die Strukturspezifität des Vitamin B₁₂ und dessen Verteilung im Organismus war vor allem auch Joachim Kühnau befasst, zu dem ein anonymer Gutachter 1956 feststellte, dass er als „erfahrener und erfolgreicher Forscher auf dem Gebiet des B₁₂-Vitamins international bekannt“ sei.⁹⁹⁴ Der Lynen-Schüler Hermann Eggerer renommierte Ende der 1960er Jahre mit der Aufklärung der Mechanismen von Citrat- und Malat-Synthese. Im Zentrum der Arbeiten von Ulf Henning, einem weiteren Lynen-Schüler, stand Mitte der 1960er Jahre der für den Citronensäurezyklus bedeutsame Pyruvat-Dehydrogenase-Komplex. Dieter Oesterhelt wiederum bearbeitete im Arbeitskreis Lynen, zu dem er 1964 stieß, den Multienzymkomplex der Fettsäuresynthese.⁹⁹⁵

Es existierten also in der Bundesrepublik zwar wenige, aber durchaus lebendige Schulen der Stoffwechselchemie, als deren Experimentalsysteme auch für die Fragestellungen der Molekulargenetik nützlich wurden.⁹⁹⁶ Gerard Pfeleiderer, der Biochemie und Molekularbiologie gleichsetzte, konstatierte 1974 rückblickend, dass es eine speziell deutsche Entwicklung in der Biochemie mit wenigen Ausnahmen wohl nicht gegeben habe. Die sowohl stoffwechsel- als auch naturstoffchemische Ausrichtung der Molekularbiologie in der Bundesrepublik fokussierte in den 1960er Jahren die Forschung auf Probleme der Enzymregulation, Proteinsynthese und Genexpression, nicht aber auf den genetischen Code.⁹⁹⁷ In der Tat wies Pfeleiderer darauf hin, dass die Arbeiten zur Primär- und Tertiärstruktur von Proteinen zwar volle internationale Anerkennung gefunden hätten, die Forschung bezüglich der Aufklärung von DNS- und RNS-Sequenzen jedoch weit hinter der des

993 Lynen an Brederick, TH Stuttgart, Fakultät für Natur- und Geisteswissenschaften (18.3.1957), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 46. Stoff, Adolf Butenandt, S. 380, Fn. 36. Zu Bernhauers Rolle im Nationalsozialismus: Mišková, Die Deutsche Universität, S. 181 f.

994 Antrag Joachim Kühnau, „Therapeutische Wirkung von Antivitaminen“ (5.12.1963), in: DFG-Archiv, Bonn, Ku 37/20; und Antrag Joachim Kühnau, „Untersuchungen zum Intermediärstoffwechsel und zum biochemischen Wirkungsmechanismus der B₁₂-Vitamine mittels der Radioisotopentechnik und mikrobiolog. Methoden“ (29.6.1956), in: DFG-Archiv, Bonn, Ku 37/5. Kühnaus Institut war Anfang der 1960er Jahre mit einem Großraumszintillationsdetektor hervorragend ausgerüstet. Zu den Szintillationsmaschinen: Rheinberger, Spuren.

995 Lynen an DFG (5.4.1969), in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 211; und Henning/Herz, Ein Strukturgen-Komplex; Feodor Lynen, „Laudatio für Professor Hermann Eggerer“, in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 209. Zu Eggerer: Buckel/Jaenicke, Hermann Eggerer.

996 Kay, Das Buch, S. 316 f.

997 Pfeleiderer, Biochemie, S. 377.

Auslandes zurückliege. Im Ausland – Pfeleiderer erinnerte vor allem an die Forschungsarbeiten von Sanger – habe man sich intensiver und erfolgreicher mit der sehr viel schwierigeren Sequenzaufklärung von Genabschnitten (DNA), ribosomaler RNA oder auch Messenger-RNA beschäftigt.⁹⁹⁸ Die Treffertheorie, die Nikolai Timofeeff-Ressovsky, Karl G. Zimmer und Max Delbrück zu einer ebensolchen Theorie über die Genstruktur ausgearbeitet hatten, erlaubte es Ende der 1930er Jahre, Gene als Moleküle zu denken. Die Auffassung, dass ein Gen ein Molekül sei, konstatierte 1943 Erwin Schrödinger, sei heute wohl Allgemeingut.⁹⁹⁹ Welcher Art aber diese Moleküle seien, ob es sich dabei etwa um Proteine handle, war zu diesem Zeitpunkt noch rätselhaft. Torbjörn Casperssons Arbeiten zum makromolekularen Charakter der Nukleinsäure etablierten jedoch neue Potenziale, die vor allem durch William Astburys röntgenstrukturanalytische Forschungen in den 1930er Jahren, aber mehr noch durch Linus Paulings chemische Basteleien der 1940er Jahre Modellcharakter erhielten. Mit Wendell M. Stanleys Kristallisierung des Tabakmosaikvirus und dessen Deutung als autokatalytisches Protein Mitte der 1930er Jahre, so Lily E. Kay, wurden Proteine, Viren, Enzyme, Gene und Antikörper funktionell und stofflich äquivalent. Auch wenn das Problem der Materialität des Gens nicht anhand des Tabakmosaikvirus gelöst wurde und sich Stanleys Annahmen, auf die sich auch die Dahlemer Arbeitsgruppe um Gerhard Schramm beziehen sollte, als falsch erwiesen, waren damit Modelle etabliert, die in den folgenden Jahren die Forschung erheblich beschleunigen sollten. Mit der Ein-Gen-ein-Enzym-Hypothese erhielten die Enzyme bei der Organisation der Vererbung um 1940 eine neue Funktion.¹⁰⁰⁰ Kurz darauf erarbeitete eine Gruppe um Avery am New Yorker Rockefeller-Institute bei ihren Pneumokokkenforschungen schließlich die genetische Funktion der DNA. Proteine konnten nicht mehr als Genmaterial angesehen werden. Die neu etablierte Bakteriengenetik sollte in den folgenden Jahren neues Wissen über die Biochemie der Vererbung generieren. Von großer Bedeutung waren vor allem Erwin Chargaffs an der New Yorker Columbia University durchgeführte papierchromatografischen Experimente, die auf der These beruhten, dass der DNA als Erbmaterial biologische Spezifität und bei verschiedenen Organismen notwendigerweise eine variierende Basenzusammensetzung zukomme.¹⁰⁰¹ Die Aufklärung der chemischen Struktur der DNA als, so Lynen, „Baumaterial der Gene“, leisteten dann 1953 bekanntermaßen James D. Watson und Francis Crick.¹⁰⁰²

In der Bundesrepublik konzentrierte sich die Forschung Ende der 1950er Jahre auf die Beziehung zwischen Struktur und Funktion von Makromolekülen sowie die Mechanismen der Proteinsynthese. Strukturforschungen fanden vor allem an den Max-Planck-Instituten statt. Namentlich die von Gerhard Braunitzer am MPI für Biochemie in München durchgeführten Arbeiten über die Primärstruktur des

998 Pfeleiderer, *Biochemie*, S. 379.

999 Schrödinger, *Was ist Leben*, S. 81.

1000 Rheinberger, *Epistemologie*, S. 206–211 und Kay, *Das Buch*, S. 80f.

1001 Rheinberger, *Kurze Geschichte*, S. 5–8, 13–17; und Kay, *Das Buch*, S. 80–94.

1002 Lynen, *Über chemische Baupläne*, S. 12f.

Humanglobins A etablierten gut funktionierende Experimentalsysteme. Allerdings existierten noch Anfang der 1970er Jahre nur an den Max-Planck-Instituten in München und Göttingen Röntgenstrukturarbeitsgruppen.¹⁰⁰³ Zur Nukleotidchemie arbeitete vor allem das Forschungsteam um Friedrich Cramer an der TH Darmstadt. Cramer bearbeitete dabei den präparativen und organisch-chemischen Aspekt der Synthese der Polynukleotide und nicht jene Biosynthese der Nucleinsäure, die in den Jahren zuvor so bedeutungsvoll für die Molekulargenetik geworden war. Die schwierige Synthese der Nucleinsäuren DNA und RNA sowie von Nucleinsäureteilen war aber genau deshalb so wichtig, dies wusste Cramer zu betonen, „als die Reihenfolge der Nucleotide in der Nucleinsäure besondere biologische Bedeutung hat“. Denn schließlich hatte Arthur Kornberg kurz zuvor gezeigt, dass die Aneinanderreihung der Nucleobasen im Makromolekül die genetische Information trägt.¹⁰⁰⁴ Cramer stellte 1961 so auch das Credo der Molekulargenetik seinen eigenen Forschungen voran: „In die Reihenfolge der vier Bausteine II, III, IV und V ist ein bestimmter Code eingeschrieben, durch welchen das Gen eindeutig definiert sein muß. Mit Hilfe dieses Codesystems wird die Synthese der übrigen Zellbestandteile gesteuert, werden die Proteine und Enzyme synthetisiert. Es sei nur erinnert an das berühmte Watson-Crick-Modell, welches sich mehrfach bestätigen ließ und die derzeit beste Erklärung für den chemischen Mechanismus der Vererbung gibt.“ Die Rolle der RNA sei noch weit weniger klar, man wisse nur, so Cramer, dass sie für die Synthese der Proteine verantwortlich sei, indem sie die Proteinsynthese steuere.¹⁰⁰⁵ Severo Ochoa hatte Ende der 1950er Jahre an Bakterien die Biosynthese der RNA aufgeklärt und als deren Ausgangsmaterial das entsprechende Nucleosiddiphosphat (ADP) bestimmt, mit dem das Enzym Polynukleotid-Phosphorylase unter Freisetzen von anorganischem Phosphat zu Polynukleotiden reagiere. Kornberg hatte für die DNA einen ähnlichen Vorgang dargestellt.¹⁰⁰⁶ Die Polynukleotidsynthese war zu Beginn der 1960er Jahre also ein äußerst attraktives, aber schwieriges Feld. Versuche dazu hatte bis dahin namentlich die Arbeitsgruppe um Alexander Todd unternommen. Cramer positionierte sich durchaus als deutscher Molekularbiologe, der in diesen internationalen Wettbewerb eingriff. Im Anschluss an Kornbergs Annahme, dass die Synthese der DNA von einer Matrize gesteuert werde und auch die RNA-Synthese höchst spezifisch verlaufe, vermutete er schließlich eine Cyclodextrin-Reaktion, nach der das Enzym Polynukleotid-Phosphorylase aus dem Vorrat der vier Nucleotide das geeignete auswähle und einbaue.¹⁰⁰⁷ Lynen jedoch zeigte sich im März 1962 gegenüber Cramers Arbeiten zur Nucleinsäuresynthese äußerst skeptisch. Im Vergleich zum „Nirenberg und Matthaei Experiment“, das mit der zellfreien

1003 Pfeleiderer, *Biochemie*, S. 379.

1004 Cramer an Hess (12.9.1961), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 188; und Cramer, *Probleme*, S. 49. Pfeleiderer, *Biochemie*, S. 380f.

1005 Cramer, *Probleme*, S. 49f.

1006 Cramer, *Probleme*, S. 50.

1007 Cramer, *Probleme*, S. 56.

Proteinsynthese eine einfache biochemische Lösung des genetischen Codes anbot, erschienen ihm Cramers Problemstellungen nicht sonderlich originell.¹⁰⁰⁸

Unabhängig von der institutionellen Dynamisierung der molekularen Biologie in der Bundesrepublik durch die VW-Stiftung und die DFG-Schwerpunkte häuften sich namentlich durch Butenandt- und Lynen-Schüler molekulargenetische Forschungen, die an die internationale Debatte anschlossen. Insbesondere Wolfram Zillig vom MPI für Biochemie arbeitete Erfolg versprechend über den Mechanismus und die Regulation der Genwirkungen bei Bakteriophagen.¹⁰⁰⁹ Zillig war ein Protagonist der Butenandtschen Arbeitsgruppe zu den Genwirkstoffen und reüssierte als ein Biochemiker, der in der Lage schien, auch in der Bundesrepublik Molekular- und Mikrobiologie zu verbinden. 1952 war er mit einer Dissertation über das Verpuppungshormon des Seidenspinners in Tübingen promoviert worden. Nach einer Zwischenzeit am benachbarten MPI für Virusforschung wechselte er 1956 wieder an das mittlerweile nach München umgezogene MPI für Biochemie. Nach seinem Tod im Jahr 2005 erhielt Zillig von der Max-Planck-Gesellschaft einen Nachruf als ein „Vater der molekularen Genetik“. Bedeutsam war, dass er neue Standardverfahren wie die Phenolmethode zur Reindarstellung von Nukleinsäuren entwickelte. Er war aber vor allem einer der wenigen deutschen Forscher, die innovativ zur Genexpression arbeiteten, auch wenn oder gerade weil er eine naturstoffchemisch-entwicklungsphysiologische Ausbildung erhalten hatte.¹⁰¹⁰ Das MPI für Biochemie hatte die Arbeiten der „Gruppe Dr. Zillig“ von 1956 bis 1959 finanziell unterstützt, aber der hohe Kostenaufwand machte es 1960 notwendig, die Forschungen im DFG-Schwerpunktprogramm Biochemie anzusiedeln.¹⁰¹¹ Zillig arbeitete seit 1958 mit einem zellfreien System aus *Escherichia coli*, in dem markierte Aminosäuren als Maß für die Eiweißbiosynthese ins Protein eingebaut wurden. Da dieser Vorgang jedoch von Desoxyribonuklease gehemmt wurde, schloss er, dass DNA an der Bereitstellung einer essenziellen Komponente des Systems beteiligt sei. Neben der löslichen Aminosäuretransport-RNA und der in den Ribosomen gebundenen hochmolekularen RNA sei eine kleine RNA-Fraktion für den Einbau notwendig, die in Arbeiten anderer Autoren – Zillig spielte damit vor allem auf Jacob und Monod an – als *Messenger RNA* bezeichnet und in der die Matrize für die Synthese spezifischer Proteine vermutet werde. In Überkreuzversuchen mit dem Normalsystem aus nicht-infizierten Bakterien wollte Zillig zeigen, dass die RNA-Fraktion Träger der Spezifität sei. Das Entscheidende dieses Forschungsvorhabens war die Aufklärung der Transferschritte, „in denen die spezifische Verknüpfung der Aminosäuren zu Polypeptidketten, vermutlich unter Beteiligung der Matrize, erfolgt, und der nachfolgen-

1008 Stellungnahme des 2. Fachvertreters Feodor Lynen (16.3.1962), in: DFG-Archiv, Bonn, Cr 8/27. Zum „Nirenberg und Matthaei Experiment“: Rheinberger, *Experimentalsysteme*, S. 227–234; und Kay, *Das Buch*, S. 309–360.

1009 Zillig an Hess (11.5.1964), in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 392.

1010 MPG, Presseinformation. Für einen Überblick zur Butenandt-Schule: Kinas, Adolf Butenandt.

1011 Butenandt an DFG (26.7.1961), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 392.

den zu fertigem, löslichem Protein führenden Schritte (Ablösung von den Ribosomen, Prägung der Tertiärstruktur)“. Erst zusätzlich interessierten ihn die Struktur und Biosynthese der essenziellen Komponenten des Systems.¹⁰¹² Im Arbeitsbericht der Jahre 1961/62 konnte Zillig bereits allgemein formulieren, dass die Biosynthese von Proteinen im zellfreien System zum Teil RNA- zum Teil DNA-abhängig sei. Nach den Arbeiten von Nirenberg, Matthaei, Ochoa und Crick zur Lösung des „Code-Problems“ bei der Übersetzung von Nukleinsäure in Proteinstruktur stellte sich schließlich die Frage, was überhaupt noch relevante Forschungsziele wären. Für Zillig bestanden diese vor allem in der Aufklärung der Sequenz der Codewörter für die einzelnen Aminosäuren selbst und in der Klärung der Frage, ob es sich um Nukleotidtripletts handle. Am zellfreien System sollte es zudem möglich sein, Regulationsvorgänge, die am genetischen Material angriffen, exklusiv im „System DNA + RNA-Polymerase“ zu studieren. Damit, so Zillig, sei dann auch anhand lysogener Bakteriophagen als Modell für reguliertes genetisches Material eine biochemische Überprüfung der Regulationshypothese von Jacob, Monod und Elie Wollmann möglich.¹⁰¹³ Ein ähnliches Ziel hatte sich 1965 der Kuhnschüler Kurt Wallenfels für ein Forschungsvorhaben im Schwerpunkt Molekulare Biologie gesetzt, bei dem er das von Monod und Jacob aufgestellte Operon-Modell der Genregulation an anderen Systemen, nämlich den *Pseudomonas*-Bakterien, nachprüfen wollte.¹⁰¹⁴ Im Jahr 1964 war in Zilligs Worten der Mechanismus der Proteinsynthese „in den Grundzügen einigermaßen klar“. Mittlerweile existierte für das Konzept der Regulation der Genwirkungen eine internationale Sprache, die Zillig zuvor nur vorsichtig verwendet hatte. Im zellfreien System liefen nunmehr Teilprozesse der genabhängigen Eiweißbiosynthese ab, insbesondere *Transcription* und *Translation*. Zillig wollte mit einem Antrag im neuen Schwerpunktprogramm Molekulare Biologie Regulationsmechanismen im weitesten Sinne untersuchen. Diese Arbeiten sollten zu einem System führen, in dem beliebige DNA oder Desoxyribonukleoproteide als Präger für die Biosynthese von aktiver Messenger-RNA wirksam seien.¹⁰¹⁵ Mitte der 1960er Jahre – dies war das Ergebnis auch der Arbeiten der Gruppe um Zillig – waren Enzyme als spezifische Proteine unzweifelhaft Genprodukte.¹⁰¹⁶ Wie Lily E. Kay es markant ausdrückte, war die halbdurchlässige Grenze zwischen Biochemie und Molekularbiologie nahezu porös geworden. Molekulargenetik und Stoffwechselchemie arbeiteten gleichermaßen mit dem Informationsbegriff.¹⁰¹⁷

1012 Zillig, „Arbeitsbericht April 1961 – April 1962“ (3.4.1962) und Zillig an DFG (18.4.1961), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 392. Zur Messenger-RNA: Rheinberger, Experimentalsysteme, S. 223–242; und Morange, A History, S. 139–149.

1013 Zillig, „Arbeitsbericht April 1961 – April 1962“ (3.4.1962), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 392; Rheinberger, Kurze Geschichte, S. 30.

1014 Antrag Kurt Wallenfels, „Induktions- und Substratspezifität bei induzierbaren Enzymen von Mikroorganismen“ (9.9.1965), in: DFG-Archiv, Bonn, Wa 54/22.

1015 Zillig an DFG (11.5.1964), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 392.

1016 Zillig, „Arbeitsbericht für den Zeitraum vom April 1964 bis zum April 1965“ (27.4.1965), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 392.

1017 Kay, Das Buch, S. 355.

Mit der *Institutionalisierung* der molekularbiologischen Forschung in den 1960er Jahren wurde die Stoffwechselchemie in zahlreichen Forschungsvorhaben molekulargenetisch ausgerichtet. Peter Starlinger, der 1958/59 bei Delbrück am Caltech in Pasadena geforscht hatte, konzentrierte demgemäß seine Forschungen am Kölner Institut für Genetik auf Enzymsysteme und die genetische Regulation der Enzymsynthese.¹⁰¹⁸ Es waren erneut Lynen-Schüler, die in den 1960er Jahren eine solche enzymchemische Genetik praktizierten. Henning befasste sich zu Beginn des Jahrzehnts explizit mit der genetischen Kontrolle der Synthese eines multifunktionalen Enzymkomplexes. Sein Forschungsprogramm umfasste die genetische Analyse von Acetat-Mangelmütanten sowie, dies hatte er in den USA gelernt, die Kolinearität von Gen- und Proteinstruktur.¹⁰¹⁹ Kasper Kirschner vom Göttinger MPI für Physikalische Chemie, der 1961 bei Lynen promoviert hatte, befasste sich mit der allosterischen Steuerung der Enzymaktivität. Für Manfred Eigen stellten Kirschners Arbeiten über den Molekularmechanismus der enzymatischen Steuerung überaus wertvolle Beiträge zu einem wichtigen und zentralen Problem der Molekularbiologie dar. Kirschner habe die ersten sicheren Unterlagen zur vollständigen Aufklärung eines molekularen Steuerungsmechanismus eines Enzyms geliefert und damit internationales Aufsehen erregt.¹⁰²⁰ Es gelang Kirschner, naturstoffchemische Experimentalsysteme in die neue molekulargenetische Stoffwechselchemie zu übersetzen. Enzyme seien Katalysatoren biochemischer Reaktionen, erinnerte er 1969, Letztere seien gewissermaßen die Elementarschritte des Stoffwechsels, in dem die einzelnen Reaktionen zu einem komplizierten, koordinierten Netzwerk zusammengefügt seien. Kirschner war optimistisch, dass bereits zu dieser Zeit der Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion der Enzyme, dank der Aussagekraft neuerer physikalisch-chemischer Methoden, im Prinzip verstanden werden könne. Die neuen Methoden, auf die Kirschner anspielte, waren die Kristallografie, die erst die Aufklärung der Topografie der Enzyme ermöglichte, sowie kinetische Messtechniken. Im Fokus seiner Arbeiten stand die „strukturelle Flexibilität der Enzyme“, die auf einer Präzisierung des Schlüssel-Schloss-Prinzips beruhte. Daniel E. Koshland hatte 1958 eine Hypothese zum *induced fit* aufgestellt, nach der die Bindung des Substrats an das aktive Zentrum des Enzyms durch eine gezielte Lageveränderung der einzelnen Wirkgruppen des Enzyms begleitet werde, was erst eine optimale Bindung des Substrats und eine effiziente Katalyse ermögliche. Die durch das Substrat induzierte Strukturumwandlung umfasste das gesamte Enzymmolekül, was, so Kirschner, indirekte Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Bindungsstellen an ein und demselben Enzym ermöglichte. Eine solche kooperative Bindung war wiederum typisch für

1018 Antrag Peter Starlinger, „Enzymsysteme unter der Kontrolle von neu in die Zelle eingeführten Genen“ (29.7.1961), in: DFG-Archiv, Bonn, Sta 32/3.

1019 „Beihilfenkarte Nr. He 325“, in: DFG-Archiv, Bonn, He 325. Henning, Multienzym-Komplexe.

1020 Antrag Kasper Kirschner, „Untersuchungen über die allosterische Steuerung der Enzymaktivität“ (23.11.1967), Stellungnahme des 2. Fachvertreters G. Schramm (28.10.1967) und Stellungnahme des 1. Fachvertreters Helmut Holzer (18.9.1967), in: DFG-Archiv, Bonn, Ki 134/1.

jene allosterischen Enzyme, die sich an strategisch wichtigen Knotenpunkten im Stoffwechsel befanden und deshalb für seine Regulation besonders geeignet sind. Die Steuerung ihrer Aktivität, fasste Kirschner zusammen, geschehe durch stereochemisch vom Substrat unterschiedene Stoffwechselprodukte und müsse deshalb auf indirekten Wechselwirkungen beruhen.¹⁰²¹ Diese in den 1960er Jahren erarbeitete Kybernetik von Netzen, Knoten, Wechselwirkungen und Selbststeuerungen machte Stoffwechselprozesse und Enzymregulationen anschaulich und regulierbar. Es war das Biochemie und Molekulargenetik vereinende Thema der Regulationsprobleme, das auch die verschiedenen Forschungsbereiche am Institut für Genetik in Köln vereinte. Der dort zum Lipidstoffwechsel der Bakterienzelle forschende Peter Overath zählte schließlich 1969 nach den Gutachten von Starlinger, Benno Müller-Hill und Walter Vielmetter zu den wenigen ausgezeichneten Biochemikern, „die auch das ganze Instrumentarium und Denken der modernen Genetik beherrschen“.¹⁰²² Overath übernahm am Institut für Genetik eine durch die DFG finanzierte Arbeitsgruppe für Genetik und Biochemie von Zellstrukturen und bearbeitete als einer der ersten Biochemiker ein Gebiet, welches das rasch anwachsende Interesse anderer namhafter Arbeitsgruppen auf sich zog. Durch Studien der einfach organisierten Bakterienzelle versuchte Overath, Einblick in die Rolle der Lipide für die Membranstruktur und -funktion zu gewinnen.¹⁰²³ In Overaths Worten bahnte sich dabei Ende der 1960er Jahre bereits wieder ein Wechsel in Bezug auf den Forschungsschwerpunkt weg von den löslichen Enzymsystemen hin zu strukturgebundenen Proteinen an.¹⁰²⁴

Stoffwechselchemie und Molekulargenetik waren in der Bundesrepublik immer auch auf die therapeutische *Aktivierung* ausgerichtet. Vor allem die Assoziation von Proteinsynthese und Molekulargenetik, die in den USA Ende der 1950er Jahre etabliert worden war, sollte sich im Gefüge der Krebsforschung seit den 1960er Jahren als von durchschlagender Bedeutung erweisen. Im Unterschied zur anglo-amerikanischen Debatte der 1950er und 1960er Jahre waren die molekularbiologischen Potenziale jedoch nicht auf eine Utopie der Menschenverbesserung ausgerichtet, wie sie etwa 1962 auf dem Ciba-Symposium „Man and his Future“ von angesehenen britischen und amerikanischen Wissenschaftlern diskutiert wurde. Dies lag sicherlich auch daran, dass es in der Bundesrepublik kaum Forschungen zum genetischen Code gab. Vor allem aber waren nach 1945 eugenische Träume so obsolet, dass sich sogar die Vertreter der Humangenetik, von denen ja viele im Namen der Eugenik und Rassenhygiene schuldig geworden waren, von ihnen

1021 Kirschner, Strukturelle Flexibilität, S. 232 ff.

1022 Müller-Hill/Starlinger/Vielmetter, „Antrag an die Deutsche Forschungsgemeinschaft zur Einrichtung einer Forschergruppe ‚Genetik und Biochemie in Zellstrukturen‘“ (8.5.1969), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 188.

1023 Müller-Hill/Starlinger/Vielmetter, „Antrag an die Deutsche Forschungsgemeinschaft zur Einrichtung einer Forschergruppe ‚Genetik und Biochemie in Zellstrukturen‘“ (8.5.1969), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 188.

1024 Peter Overath, „Antrag zur Errichtung einer Forschergruppe zum Thema: Biochemie und Genetik von Zellstrukturen“ (9.5.1969), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 31b, Nr. 188.

distanzierten.¹⁰²⁵ Die in kürzester Zeit erarbeitete und in zahllosen Versuchen und Texten einprägsam wiederholte Regulation des chemischen Geschehens war in der Bundesrepublik keine utopische, wohl aber eine klinische Instruktion. Die Leistungen der Enzymsysteme garantierten erst den Ablauf zahlreicher lebenswichtiger Funktionen und Prozesse. Defekte der Synthese oder ein Überangebot der an der Synthese beteiligten Stoffe, etwa des Cholesterins, wurden in diesem Zeitraum zu bedeutenden Krankheitsursachen ausgeschrieben, die nach neuen Therapieformen, aber durchaus auch veränderten Lebensweisen verlangten. Die Steuerung im lebenden Organismus, so Lynen 1966, greife auf verschiedenen Niveaus ein, auf der Stufe der Gene, aber auch auf der Stufe der fertigen Enzyme selbst. Deshalb stehe das Studium der biologischen Regulationsmechanismen im Brennpunkt der biochemischen Forschung und könne in seiner Bedeutung für die Medizin kaum überschätzt werden.¹⁰²⁶ Eine reine Medizingeschichte der Wirkstoffe griffe aber zu kurz; die *Aktivierung* der Enzyme, Hormone und Vitamine zur Leistungssteigerung des Mangelkörpers prägte die lebenswissenschaftliche Forschung insgesamt und kontinuierlich von den 1920ern bis in die 1960er Jahre.



1025 Wolstenholme, Man; Heumann, Wissenschaftliche Phantasmagorien; Petermann, Die biologische Zukunft; Rheinberger, Experimentalsysteme, S. 156–192; und Weingart/Kroll/Bayertz, Rasse, S. 646–652.

1026 Lynen, Über chemische Baupläne, S. 19 f.

5. AKTIVIERUNG

Als ausgesprochen moderne Substanzen waren die Wirkstoffe auch an alle modernen Diskurse zur Verbesserung des Menschen angeschlossen. Konstitutiv waren sie mit jenen biopolitischen Notständen der differentiellen Geburtenrate, der *Degeneration* und der nachlassenden Leistungsfähigkeit verbunden, die in den 1920er Jahren intensiv debattiert wurden. Die Hormonisierung des weiblichen Reproduktionskörpers, dessen Medikalisierung und Unterwerfung unter die eugenische Ordnung der Sterilitätsbehandlung und Sterilisierung, wie sie in der Nähe von Gynäkologie und Tierzuchtforschung so augenfällig wird, wurde zu einem der bedeutendsten Projekte nationalsozialistischer Biopolitik, der Macht, Leben zu machen und Sterben zu lassen.¹⁰²⁷ Vitamine wiederum waren nicht nur Agentien des gesunden und leistungsstarken Körpers, sondern auch Medien zur Überwindung des sich in Fehlernährung und -entwicklung offenbarenden anarchischen Kapitalismus. Staatliche Vitaminpropaganda und individuelle Selbstverantwortung für eine vitaminreiche Ernährung wurden in allen transatlantischen Gesellschaften zu Methoden körperlicher Optimierung. Schließlich war die im Ersten Weltkrieg gemachte Erfahrung der Mangelernährung ein zentraler Anknüpfungspunkt für die Kriegsvorbereitung und -führung des nationalsozialistischen Staates. Dabei erhielt die Ernährungsforschung im Allgemeinen und die Vitaminforschung im Besonderen eine privilegierte Stellung. Die Geschichte der Wirkstoffe in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts ist ein geradezu klassisches Beispiel der individuell disziplinierenden und kollektiv regulierenden Biomacht, wie sie Foucault verfasst hat.¹⁰²⁸ Es ist deshalb nur schlüssig, wenn Giorgio Agamben in seiner Interpretation der Biopolitik gerade auch Hans Reiter, Präsident des Reichsgesundheitsamtes und einer der Hauptprotagonisten der leistungsbezogenen Vitaminisierung, zu seinem Kronzeugen für die Politisierung des biologischen Lebens macht.¹⁰²⁹

Die *Aktivierung* von Wirkstoffen beruht darauf, dass zwischen Entwicklung und Leistung eines Lebewesens und den Wechselwirkungen seiner Bestandteile ein inniges Verhältnis besteht.¹⁰³⁰ Dieser Lehrsatz hatte sich auf exzeptionelle und folgenreiche Weise in Brown-Séquards Selbstexperimenten von 1889 aktualisiert. Sein Bericht vor der Société de Biologie verwies zwar verblümt, aber doch unmissverständlich darauf, dass die angereicherte Hodensubstanz sowohl als Impotenz-

1027 U. v. a. Marx, *Der Wille zum Kind*; Czarnowski, *Hereditary and Racial Welfare*, S. 116–119; Hahn, *Modernisierung*, S. 12–48; und Bock, *Zwangssterilisation*; Foucault, *Vorlesung*.

1028 Foucault, *Die Gouvernementalität*; und Foucault, *Vorlesung*.

1029 Agamben, *Homo sacer*, S. 153 f. In der Tat war es ja auch Reiter, der die Biopolitik als Weltanschauung des Nationalsozialismus bezeichnete. Hüntelmann, *Hygiene*, S. 294–301; und Lemke, *Biopolitik*, S. 22 f.

1030 Jacob, *Die Logik*, S. 266.

mittel als auch zur unerhörten Vitalisierung des männlichen Körpers verwendet werden könnte. Das Verjüngungsversprechen der 1920er Jahre wurde in diesem Sinne als *Aktivierung* der inneren Sekretion der Sexualhormone zur Konstituierung leistungs- und willensstarker Subjekte in einer produktiven Gesellschaft diskutiert.¹⁰³¹ Zugleich verhiessen Organo- und Hormontherapie eine kompetente sexualtherapeutische Behandlung der Impotenz just zu einer Zeit, in der das Recht auf Lustbefriedigung im Rahmen der Sexualwissenschaft und -reform als ein Menschenrecht konstituiert wurde. Der männliche Körper war in hormonisierende Verfahren eingespannt. Potenz- und Leistungssteigerung und zunehmend auch Sterilitätsbehandlungen waren etablierte Praktiken der Hormonisierung des Mannes.¹⁰³²

Die Indikation zur Leistungs- und Luststeigerung galt hingegen nicht für den weiblichen Körper; gleichwohl setzte auch eine Hormonisierung des Frauenkörpers schon in den 1890er Jahren ein. Die Ovarien begeisterten die Gynäkologen mit ihrer Fähigkeit, nicht nur Wachstum und Gestaltung des Geschlechts selbst, sondern auch spezifische Funktionen des weiblichen Reproduktionskörpers – Menstruation, Gravidität, Klimakterium – zu steuern.¹⁰³³ Der Wiener Gynäkologe Rudolf Chrobak hatte bereits 1896 im *Centrallblatt für Gynäkologie* über die „Einverleibung von Eierstockgewebe“ zur Behandlung menopausaler Ausfallerscheinungen publiziert. In der Folge experimentierten zahlreiche Gynäkologen, namentlich Otfried Fellner und Ludwig Fraenkel, mit der Kastration und Reimplantation von Ovarien sowie mit der Injektion von Ovarienpräparaten. In den 1910er Jahren war die Indikationsstellung für eine solche Organotherapie bereits festgeschrieben. Diese umfasste Infantilismus, Unfruchtbarkeit, Eisenmangel (Chlorose), Anämie, Menstruationsbeschwerden (Dysmenorrhoe) und das Ausbleiben der Menstruation (Amenorrhoe), Formen starker und langer Menstruationsblutungen (Menorrhagien), genitale Neurasthenien, Epilepsie sowie Morbus Basedow.¹⁰³⁴ Die bedenklichste Mangelerscheinung war jedoch die Sterilität. Während die Unfruchtbarkeit des Mannes als eine Krankheit sui generis bestimmt wurde, galt die der Frau als ein Symptom, dessen Ätiologie auf eine große Reihe von Erkrankungen, zu Beginn des 20. Jahrhunderts aber zunehmend auf innersekretorische Fehlfunktionen zurückgeführt wurde.¹⁰³⁵ Die Gynäkologie veränderte sich in den beiden Jahrzehnten vor und nach 1900 auf dramatische Weise. Die Hormonisierung von Fortpflanzung und Sexualität verwandelte sowohl den Frauenkörper als auch die therapeutischen und normierenden Praktiken in den Frauenarztpraxen, in den Kliniken, im Kreißaal und auf den Wochenbettstationen.¹⁰³⁶ Das Konzept

1031 Stoff, *Ewige Jugend*, S. 88–98.

1032 Stoff, *Identität; und Vienne, Der Mann*.

1033 Sengoopta, *The Modern Ovary*, S. 429 ff.; und Schlich, *Die Erfindung*, S. 132–153.

1034 Okintschitz, *Ueber die gegenseitigen Beziehungen*, S. 381; Knauer, *Über Ovarientransplantation*; und Halban, *Über Ovarientransplantation*; Sengoopta, *The Most Secret Quintessence*, S. 39–45; und Sengoopta, *The Modern Ovary*, S. 441–446.

1035 Kosminski, *Ursachen. Zur Problematisierung der Unfruchtbarkeit des Mannes* Benninghaus, *Leider*.

1036 Gaudillière, *Genesis*, S. 527.

der inneren Sekretion renommierte als Modell des störungsanfälligen Frauenkörpers, eines Organismus, der nicht länger neural, sondern hormonal bestimmt wurde, der immer riskant und niemals stabil war, aber im Gegensatz zum rätselhaften nervösen Frauenkörper des 19. Jahrhunderts auch einer direkten Therapie zugänglich schien.¹⁰³⁷ Das Gefüge von Pharmaindustrie, Gynäkologie, Biochemie und Forschungsförderung schuf seit den 1920er Jahren in intensiver Kooperation den hormonisierten und hormonisierbaren weiblichen Reproduktionskörper, dessen Gebärfähigkeit ständig durch Sterilität bedroht schien, dessen mangelhaftes Funktionieren durch Menstruationsstörungen gekennzeichnet war und dessen klimakterische Dysfunktionen behandelt werden mussten. Die bevölkerungspolitische Konstruktion war eng mit dem Versprechen einer fürsorglich von Gynäkologen gestalteten Verbesserung des weiblichen *Mangelkörpers* verbunden.¹⁰³⁸ Eindringlich zeigt sich dies in der Kooperation, welche die Schering AG in den 1930er Jahren sowohl mit Carl Clauberg zur Sterilitätsbehandlung als auch Carl Kaufmann zur Behebung der Amenorrhoe einging. Beide wurden ob der reproduktionsmedizinischen Bedeutung ihrer Arbeiten wiederum von der DFG finanziert.¹⁰³⁹ Der hormonelle Zusammenhang von genitalen Hypoplasien und Amenorrhoe wurde zu einem Hauptthema der endokrinologischen Gynäkologie im Nationalsozialismus, das namentlich Hans Runge an der Heidelberger Frauenklinik bearbeitete. In einer „Arbeitsgemeinschaft zur Amenorrhoe“ waren während des Krieges alle führenden Gynäkologen vereint.¹⁰⁴⁰

Die experimentell und klinisch bewiesene Kompetenz der Wirkstoffe implizierte grundsätzlich eine tendenziell endlose und geschlechtsunabhängige Liste an Aktivierungsmöglichkeiten, die von zahllosen Forschungsgruppen durchgetestet werden konnten. Das Verzeichnis der durch bestimmte innersekretorische Substanzen oder durch Vitamine heilbaren Krankheiten war in den ersten beiden Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts umfassend, in den 1920er Jahren komplett unübersichtlich. 1922 listete der Wiener Biochemiker Otto Fürth bereits ein ganzes Arsenal an hormontherapeutischen Möglichkeiten auf: Die Zufuhr von innersekretorischen Schilddrüsensubstanzen sollte bei der Heilung von Knochenbrüchen wirksam sein, chronische Geisteskrankheiten beheben und bei Entfettungskuren Anwendung finden. Die hormonellen Wirkstoffe der Hypophyse galten als Wehen erregende Mittel und sollten der abnormen Erschlaffung der Harnblase und des Darmes vorbeugen sowie bei Diabetes insipidus, Asthma und Kollaps helfen. Das Adrenalin der Nebennieren schließlich wurde im Zusammenhang mit Kokain eingesetzt, um bei Operationen ein Organ blutleer zu machen. Es wurde zudem als Mittel zur Bekämpfung von Herzschwäche verwendet, wirkte blutdrucksenkend als Analepticum und wurde gegen Bronchialasthma, Erbrechen der Schwangeren

1037 Kaufmann, Die Behandlung; Sengoopta, *The Most Secret Quintessence*, S. 15–28; Gaudillière, *Biochemie*, S. 216–219; und Stoff, *Degenerierte Nervenkörper*.

1038 Zur dabei konstituierten Vielfältigkeit und Differenz von Frauenkörpern: Stoff, *Janine*.

1039 Gaudillière, *Hormones at Risk*, S. 151.

1040 Bröer, *Genitalhypoplasie*; und Gaudillière, *Biochemie*, S. 233, Fn. 76.

und Seekrankheit empfohlen.¹⁰⁴¹ Pfannenstiel pointierte 1933 in Bezug auf die Vitamine, dass man lange Zeit die Bedeutung der Vitamine nur in der Verhütung von Mangelkrankheiten und Ausfallserscheinungen gesehen habe. Von der neuesten Forschung seien aber nun ganz andere Beziehungen der Vitamine zum menschlichen Organismus entdeckt worden, die von ungeahnt weittragender Bedeutung seien.¹⁰⁴² Die enorme Produktivität bei der Herstellung pharmazeutischer Waren bezog sich vor allem auf dieses breit gefächerte Spektrum von Einsatzmöglichkeiten. „Die B₁-Therapie hat eine bemerkenswerte Entwicklung durchgemacht“, blickte Hans Glatzel 1960 mit einiger Ironie auf die Biografie des Aneurin zurück, „zu Beginn, in den 30iger Jahren, gibt es kaum eine Krankheit, die nicht einmal von irgendjemand mit B₁ behandelt worden wäre: von der Neuritis und der multiplen Sklerose über das Magengeschwür und den Herzblock bis zum Diabetes und der Gicht. Mangels überzeugender Heilerfolge sind die Indikationslisten von Jahr zu Jahr kleiner und die geforderten therapeutischen Dosen von Jahr zu Jahr grösser geworden.“¹⁰⁴³ Dass vor allem Vitamin C als Ursache und Therapie für alles angepriesen wurde, versuchte Ende der 1930er Jahre der Pädiater Hans Rietschel ausdauernd zu widerlegen. Die „Vitaminangst“ sei völlig unbegründet, eine echte C-Avitaminose äußerst selten. Der renommierte Kinderarzt versuchte emsig als Geschäftemacherei bloßzustellen, dass auch Karies auf Vitaminmangel zurückgeführt wurde und die Industrie deshalb schon C-Vitamin enthaltende Zahnpasten feilbot. Aber Rietschel fand unter den Wissenschaftlern und Medizinern keine Verbündeten.¹⁰⁴⁴

Im Nationalsozialismus war die *Aktivierung* der Wirkstoffe immer auch eine *Aktivierung* im Ausnahmezustand der Kriegsvorbereitung und -führung, der bevölkerungspolitischen Selektion sowie der Herstellung eines leistungsstarken Volkskörpers. Exemplarische Experimente wurden an der Universität Marburg etabliert, wo Ernst Kretschmer mit einer Arbeitsgruppe von Chemikern, Gynäkologen, Chirurgen, Hygienikern und Psychiatern, bestehend aus Mall, Winkler, Bersin, Lauber und Pfannenstiel, die Konstituierung des modernen Leistungsmenschen durchzuführen versuchte. Ein Zusammenhang von Hormonen und Konstitution war schon in den 1910er Jahren geläufig. Die Lehre vom Stoffwechsel und von der inneren Sekretion hätten die Medizin von der Zellenlehre wieder in Richtung der Säftelehre geführt, resümierte der Wiener Gynäkologe Bernhard Aschner, sie hätten geradezu eine „Renaissance der Humoralpathologie“ ermöglicht.¹⁰⁴⁵ Die Konstitutionslehre wurde schon in den 1910er Jahren in Reaktion mit der

1041 Fürth, Hormontherapie.

1042 Kunze, Die Bedeutung.

1043 H. Glatzel, „Diskussionsbemerkung zu dem Referat von Lang: Die Vitaminierung von Mehl und Brot mit B-Vitaminen. Physiologische Grundlage“ als Anlage 3 der „Niederschrift über die Sitzung der Kommission für Ernährungsforschung der Deutschen Forschungsgemeinschaft am 2. und 3. Juni 1960 in Bad Godesberg“, in: BA Koblenz, B 227/050489.

1044 Rietschel, Vitamine, S. 174, 176; und Rietschel, Wie groß ist der C-Vitaminmangel; Werner, Vitamine als Mythos, S. 28.

1045 Aschner, Moderne gynäkologische Therapie, S. 33; Timmermann, Constituional Medicine, S. 721, 732–737.

Lehre von der inneren Sekretion zu einem Modell der „konstitutionellen Disposition“ ausgearbeitet. Auf diese Weise schien sich der segmentierte Körper der modernen Medizin wieder in einer psychophysischen Einheit zusammenfassen zu lassen.¹⁰⁴⁶ Generell sollten nunmehr alle Formen der Normabweichung und der körperlichen Differenz auch in einer hormonellen Typenlehre fixiert werden. Bei negativ kategorisierten Konstitutionstypen handelte es sich dann auch, so der 1938 aus Österreich vertriebene Julius Bauer, um „endokrin Stigmatisierte“. Mitte der 1920er Jahre erlangte die Konstitutionsforschung eine erstaunliche Popularität unter der deutschen Ärzteschaft, aber auch in den Reformbewegungen. Sexualwissenschaftler wie Arthur Kronfeld und Artur Weil verwendeten sie als Diagnoseverfahren zur unzweideutigen Identifizierung von Homosexualität.¹⁰⁴⁷ Die Konstitutionsforschung verband Erbanlage, Umwelteinflüsse und endokrine Zustände zu einer Einheit der Persönlichkeit und verlangte zugleich nach einer Konstitutionsumwandlung, einer Änderung der Konstitutionstypen. In der Verkoppelung sichtbarer Anormalitäten mit einer innersekretorisch bestimmten Disposition ließen sich klare Indikationsstellungen und Therapien aufbieten. Und nicht zuletzt versprach die „konstitutionelle Disposition“ eine für die Versicherungswissenschaft und Lebensversicherungsmedizin nützliche Prognostizierbarkeit der Krankheitsanfälligkeit.¹⁰⁴⁸

Das nationalsozialistische Wirkstoffprogramm kulminierte in der von Kretschmers Arbeitskreis offensiv propagierten Trypsinbehandlung. Kretschmer und Mall versicherten dem Reichsforschungsrat, die Anstrengungen des Krieges hätten ein stoffwechselgestörtes Volk zur Folge, das jedoch mit dem Verdauungsenzym Trypsin von den dekompensierenden Folgen des totalen Krieges geheilt werden könne.¹⁰⁴⁹ Trypsin wurde in den 1930er und 1940er Jahren den Hormonen und Vitaminen als leistungsmedizinisch aktivierbarer Wirkstoff gleichgestellt. Hauptklientel dieser Therapie sollten Soldaten mit Erschöpfungszuständen sein. Die Wirksamkeit der Trypsintherapie wollte Kretschmer auch in seiner Funktion als beratender Psychiater im Wehrkreis IX in einem SS-Lazarett an Patienten überprüfen lassen.¹⁰⁵⁰ Auch die von Frontsoldaten beklagten Libido- und Potenzprobleme sollten durch eine kombinierte Trypsin- und E-Vitamin-Behandlung geheilt werden. Und selbst die, laut Kretschmer, durch körperliche Belastung bei verhältnismäßig niedrigem Eiweißangebot zunehmende Amenorrhoe schien durch

1046 Verschuer, Die Konstitutionsforschung, S. 769.

1047 Bauer, Die endokrin Stigmatisierten. Kretschmer konstituierte einen direkten Zusammenhang zwischen Keimdrüsenfunktion und Seelenstörung. Kretschmer, Keimdrüsenfunktion. Hau, *The Holistic Gaze*, S. 515–520; und Medvei, *The History*, S. 258 ff.

1048 Hans Ullmann in: Anonym, Verhandlungsbericht, S. 278.

1049 Kretschmer an DFG (11.12.1943) und Kretschmer an DFG (24.11.1944), in: BA Koblenz, R 73/12408.

1050 Kretschmer an DFG (24.11.1944) und Arbeitsbericht (24.4.1944), in: BA Koblenz, R 73/12408. Zur Leistungsmedizin im Nationalsozialismus: Höfler-Waag, *Die Arbeits- und Leistungsmedizin*; Knödler, *Von der Reform*, S. 117–122; und Graessner, *Leistungsmedizin*. Diese zielgerichtete Leistungsmedizin war bereits während der Weimarer Republik am KWI für Arbeitsphysiologie etabliert. Schottdorf, *Arbeits- und Leistungsmedizin*.

Trypsinbehandlung ebenso verhinderbar wie Frühgeburten und die erhöhte Empfindlichkeit der Säuglinge.¹⁰⁵¹ In diesem umfangreich geförderten Vorhaben waren nahezu sämtliche Themen zur *Aktivierung* der Wirkstoffe im Nationalsozialismus vereint. Der Hygieniker und Vitaminexperte Pfannenstiel konzentrierte sich dabei auf das „Keimvernichtungsvermögen des Blutes“. Vitamin C, Kalzium und Magnesium, behauptete er, würden „die keimfeindliche Kraft des Blutes“ fördern. Seine Untersuchungen führte Pfannenstiel nicht nur im Tierexperiment, sondern auch bei Patienten in Kur- und Erholungsorten wie Bad Salzschliff und im SS-Lazarett Seiffhennersdorf durch. Er projektierte die Herstellung eines regulierbaren Körpers, bei dem die Kriegsbelastung durch „Bestimmung der antibakteriellen Resistenz der Körpersäfte“ ausgeglichen werden könne.¹⁰⁵² Der SS-Obersturmbannführer Pfannenstiel war einer der wenigen Wissenschaftler, die nach 1945 zugeben mussten, zu wissen was in den Konzentrationslagern geschehen war. Am 6. Juni 1950 berichtete er in seiner Gerichtsaussage zum Belzec-Fall in Darmstadt, dass er im Sommer 1942 nach Lublin beordert worden sei, um als wissenschaftlicher Berater für Fragen der städtischen Abwasserentsorgung zu fungieren. Er reiste zusammen mit Kurt Gerstein, wie er selbst von der Abteilung Hygiene des Sanitätswesens der Waffen-SS. In Lublin erfuhr Pfannenstiel von der Existenz des Lagers Belzec und verlangte, das Konzentrationslager zu besichtigen. Zusammen mit Gerstein und dem SS-Obergruppenführer Odilo Globocnik, der die Vernichtung der Juden im *Generalgouvernement* organisierte, nahm er am 17. August 1942 als Zeuge an der Ermordung von Juden aus Lvov durch Vergasung teil. Pfannenstiel schilderte in Darmstadt ausführlich den mörderischen und quälerischen Vorgang. Nach Gersteins Bericht soll Pfannenstiel, während sie das Weinen der todesgeweihten Menschen mitanhörten und Pfannenstiel durch ein Guckloch in die Gaskammer hineinsah, ausgerufen haben, „wie in der Synagoge“, was Pfannenstiel später jedoch abstreift. Pfannenstiel wurde nie belangt, musste aber die Universität Marburg verlassen.¹⁰⁵³ Leben machen und Sterben lassen waren aufs engste miteinander verbunden.

Seit den 1920er Jahren waren staatliches Interesse an einer effizienten Menschenökonomie, biotechnologische Potenziale der Lebenswissenschaften, pharmaindustrielle Profitmöglichkeiten sowie Selbsttechniken eines gesunden und erfolgreichen Körpers in den Wirkstoffen materialisiert. Die organisierten Maßnahmen der Hormonisierung und Vitaminisierung im Nationalsozialismus dynamisierten diese Verdinglichung im Ausnahmezustand des Krieges und der Volkspolitik. Industrielle Produktion, staatliche Maßnahmen und die vom Reichsforschungsrat geförderten Forschungen machten Wirkstoffe zu geeigneten Agentien physiologisch-pharmakologischer Leistungsoptimierung. Das Kriegsende markierte deshalb auch nicht das abrupte Ende dieser *Aktivierungen*, wohl aber eine sukzessive Neu-

1051 Kretschmer an DFG (24.11.1944), in: BA Koblenz, R 73/12408.

1052 Pfannenstiel an DFG (18.8.1944), in: BA Koblenz, R 73/13599; Grundmann, Die medizinische Forschung, S. 406 ff.

1053 Pfannenstiels Bericht ist ausführlich dargestellt in Klee/Dressen/Riess, *Schöne Zeiten*, S. 216–220; und Friedländer, *Counterfeit Nazi*, S. 116–120.

ausschreibung staatlicher Kontrollverfahren, wissenschaftlicher Regulierungsmethoden und individueller Bedürfnisse, die durch die neuen Möglichkeiten der Wirkstoffanalyse immer exakter den spezifischen Problematisierungen der Reproduktionsmedizin, Psychoendokrinologie, Veterinärmedizin oder Ernährungsphysiologie angepasst waren.

5.1. HORMONISIERUNG: TECHNIKEN DER REPRODUKTIONSKÖRPER, 1922–1969

Ovarialpräparate, so definierte 1926 der Stettiner Frauenarzt Paul Braun deren kurativ-substituierende Identität, fänden überall da Verwendung, wo eine hormonale Störung der Eierstöcke im Sinne eines Minus supponiert werde. Ein als tendenziell defizitär definierter Frauenkörper musste überhaupt erst zum Funktionieren gebracht werden. Menstruation und Klimakterium erschienen als Ereignisse eines pathologischen Mangels.¹⁰⁵⁴ Seit den 1920er Jahren wurden Follikelhormone als zuständig für Wachstum und Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane, für die Ausbildung der sekundären Geschlechtsmerkmale, für Vorgänge der periodischen Eireifung und für die Anforderungen der Schwangerschaft erklärt.¹⁰⁵⁵ Nach ihrer *Standardisierung* war der Leistungskatalog der weiblichen Sexualhormone übersichtlich darstellbar: Östrogene bewirkten das Wachstum von Uterus, Vagina und Brustdrüse. Sie hätten vielfältige Aufgaben in der Schwangerschaft, schließlich seien sie verantwortlich für den Aufbau der Uterusschleimhaut während der ersten Hälfte des mensuellen Zyklus. Das im Corpus luteum gebildete Hormon wiederum wirke, wenn am Ovarium nach der Eireife der Follikel zu einem Gelbkörper umgewandelt worden sei, auf die proliferierte Gebärmutter Schleimhaut. Es verwandle die durch Follikelhormonwirkung aufgebaute Schleimhaut in eine funktionstüchtige Sekretionsschleimhaut. Hormone besetzten im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts alle Bereiche der Frauenheilkunde und der Geburtshilfe, sie beeinflussten die Laktation und funktionierten als Wehenmittel.¹⁰⁵⁶ An den Frauenkliniken der Universitätskrankenhäuser wurde seit den 1920er Jahren, finanziert unter anderem durch die Notgemeinschaft, endokrinologisch geforscht. Dabei ging es vor allem um die Ermittlung des hormontherapeutischen Einsatzgebietes. Ernst Philipp arbeitete an der Kieler Frauenklinik zum Problem pathologischer Schwangerschaften und zum Hormonstoffwechsel. Heinrich Martius und seine Schüler Werner Bickenbach und Erich Gierhake ermittelten an der Göttinger Frauenklinik die endokrinen Ursachen von Fehlgebur-

1054 Braun, Ovarialpräparate; und Seitz, Die pathologischen Vorgänge, S. 552–557; Ratmoko, Damit die Chemie stimmt, S. 128 f.

1055 Butenandt, Ueber das „Progynon“; und Zondek, Das Ovarialhormon und seine klinische Anwendung, S. 1222.

1056 Butenandt, Neuere Erkenntnisse, S. 267. Zur Laktation: Leinzinger, Zur Frage; Fauvet, Über die Beeinflussung; Friedrich, Über die perlinguale Anwendung; und Manstein, Der Einfluß. Zur Funktion von Hormonen als Wehenmittel: Conrad, Die Behandlung; Küstner, Die Dosierung; Biekel, Wehenschwäche; und Podletschka, Die Stellung.

ten, forschten zum Ovulationstermin und zum Vitamin E als Sexualhormonersatz. In Marburg befasste sich Hellmuth Winkler mit dem Zusammenhang von Sexualhormoninsuffizienz und sexuellen Pathologien. Die fundamentale Frage der hormontherapeutischen Dosierung bearbeitete vor allem Carl Kaufmann an der Berliner Charité.

Zu einem führenden Zentrum der Sexualhormonforschung und -behandlung avancierte in den Jahren 1922 bis 1936 die Kieler Universitätsfrauenklinik unter Robert Schröder. Zu seinen Schülern gehörten Hans Runge und Carl Clauberg, die auf unterschiedliche Weise im Nationalsozialismus Karriere machen sollten. Seit 1937 stand die Klinik unter der Leitung von Ernst Philipp, der dort bis 1961 als Direktor tätig blieb. Philipp hatte seine Laufbahn bei Ernst Bumm und Walter Stoeckel an der Universitätsfrauenklinik in Berlin begonnen, wo er mit Unterstützung der Notgemeinschaft zur „hormonalen Wirkung der Plazenta“ geforscht und zum sexuellen Infantilismus experimentiert hatte. Er erhoffte sich durch die Aufklärung des Hormonstoffwechsels Erkenntnisse über pathologische Schwangerschaften.¹⁰⁵⁷ Nach kurzen Zwischenstationen mit einem Rockefeller-Stipendium an der Johns-Hopkins-University und von 1934 bis 1937 als Ordinarius für Geburtshilfe und Gynäkologie in Greifswald übernahm Philipp schließlich die Leitung der Kieler Frauenklinik. Er wolle seine Arbeiten auf dem Gebiet der Sexualhormone in Kiel „mit Hochdruck“ fortsetzen, begründete Philipp bei der DFG einen Antrag auf Einrichtung eines Hormonlaboratoriums. Bei seinem ersten Kieler Forschungsprojekt ging es um die Veränderungen, „die die Frucht im Mutterleib unter der Einwirkung der Schwangerschaftshormone der Mutter erfährt“. Zudem versuchte er, den möglichen Zusammenhang von Sexualhormoninsuffizienz und Endometriose experimentell zu klären.¹⁰⁵⁸ Werner Bickenbach forschte in Göttingen seit 1938 über die Plazenta als innersekretorisches Steuerungsorgan und deren Rolle bei endogenen Abortursachen. Von ihm untersuchte „Abortplazenten“ enthielten sehr wenig gonadotropes Hormon, sodass er im Sommer 1941 vermutete, dass dessen verminderte Bildung in der Plazenta durch eine mangelhafte Stimulierung des Corpus luteum bedingt sei und eine der Ursachen von Spontanaborten darstelle. Bickenbachs Arbeiten hatten, Martius hob dies gegenüber der DFG hervor, eine bevölkerungspolitische Bedeutung.¹⁰⁵⁹ Ein weiteres seiner Forschungsvorhaben bezog sich auf die Ermittlung des Ovulationstermins durch die quantitative chemische Bestimmung von Follikelhormon und Pregnandiol, ein von Butenandt 1931 aufgeklärtes, physiologisch unwirksames Abbauprodukt des Progesterons, das aus Schwangerenurin isoliert werden konnte. Er schloss damit an die eindringlich geführte bevölkerungspolitische Debatte an, die zu

1057 Philipp, Die hormonale Wirkung, S. 217 ff.

1058 Philipp an DFG (30.11.1937) und Philipp an DFG (30.9.1937), in: BA Koblenz, R 73/13620; Schoeller, Neuere Arbeiten, S. 1533. Biografische Hinweise zu Philipp finden sich bei Jonat/Andree/Schollmeyer, Universitäts-Frauenklinik Kiel, S. 43 ff.

1059 W. Bickenbach, „Arbeitsbericht über ‚Untersuchungen über die Plazenta als innersekretorisches Steuerungsorgan und ihre Rolle bei endogenen Abortursachen“ (Stempel 23.3.1942); Martius an DFG (30.9.1941); und Bickenbach an DFG (30.9.1941), in: BA Koblenz, R 73/10310.

diesem Zeitpunkt zwischen Hermann Stieve und Hermann Knaus über die Berechenbarkeit, so Knaus, oder Plötzlichkeit, so Stieve, des Eisprungs und der damit verbundenen Steuerung des weiblichen Zyklus geführt wurde. Dabei ergaben sich Möglichkeiten, den idealen Konzeptionstermin zu ermitteln. Die Berechnung fruchtbarer und unfruchtbarer Tage, wie sie Knaus und zeitgleich auch Kyndaku Ogino etablierten, wurde allerdings in der Praxis viel lieber als Verhütungsmethode verwendet.¹⁰⁶⁰

Die Bedeutung der Steuerung des Reproduktionskörpers zeigte sich prägnant an den Einsatzversuchen mit dem sogenannten Fruchtbarkeitsvitamin E, dem in den 1930er Jahren die Funktion eines kostengünstigen Sexualhormonsurrogats zukam. Mitte der 1930er Jahre bezeichnete Albert Bauer in einer Aufsatzreihe über Möglichkeiten der Ernährungsbehandlung in der Gynäkologie und Geburtshilfe den Krieg als großes Experiment, das gezeigt habe, dass Unterernährung und Vitaminmangel zur „Kriegsamennorrhoe“ führten. Die Mädchengeneration der Kriegsjahre leide auffallend häufig an mangelhafter Ausbildung der Genitalien (Hypoplasien), Menstruationsstörungen sowie Sterilitäten. Hier waren Möglichkeiten und Notwendigkeiten der *Aktivierung* aufgeführt, denen unzweideutig eine volkspolitische Bedeutung zukam.¹⁰⁶¹ Vitamin E verband, so Erich Gierhake, die beiden fundamentalen Lebenseinrichtungen der Ernährung und der Fortpflanzung. Sein Mangel führe bei männlichen Versuchstieren zur Degeneration im Samenepithel und zur Azoospermie; beim weiblichen Versuchstier hingegen zum Absterben der Föten, der sogenannten Resorptionssterilität. Die Zugabe von an Vitamin E reichem Weizenkeimöl würde jedoch schon bei der nächsten Befruchtung für gesunden Nachwuchs sorgen.¹⁰⁶² Walter John aus dem Windausschen Institut erinnerte an die Unfruchtbarkeitserscheinungen bei Frauen im Ersten Weltkrieg infolge der englischen Hungerblockade. Er plante schließlich eine kriegswichtige Zusammenarbeit mit Bickenbach sowie Friedrich Duensing von der Universitätsnervenklinik, um den klinischen Einsatz von Vitamin E zu eruieren.¹⁰⁶³ Zumindest die Arbeiten Gierhakes konnten die Erwartungen allerdings nicht erfüllen. Kühn intervenierte schon im November 1935 und betonte, dass er von einer erneuten Bewilligung eines Stipendiums ganz entschieden abrate. Gierhake, so Kühn, betreibe zwar in unregelmäßiger Weise sein medizinisches Studium, habe es aber trotz der langen Dauer zu keinem Abschluss gebracht. Er besitze anscheinend gewisse Begabungen, doch der Grad seiner Leistungsfähigkeit

1060 Bickenbach an DFG (28.6.1940), in: BA Koblenz, R 73/10310. Schlünder, Die Herren; und Marx, Der Wille zum Kind, S. 142–159.

1061 Stähler, Das Vitamin E; E. Gierhake, „Das Fruchtbarkeitsvitamin E“ (Manuskript, 25.9.1935), in: BA Koblenz, R 73/11231; Bauer, Ernährungsbehandlung. Zur Kriegsamennorrhoe: Stukenbrock, Der Krieg.

1062 Gierhake, Das Fruchtbarkeitsvitamin E, S. 221; E. Gierhake, „Das Fruchtbarkeitsvitamin E“ (Manuskript, 25.9.1935), in: BA Koblenz, R 73/11231. Zu Vitamin E-Präparaten: Rojahn, Über die neuen Arzneimittel des Jahres 1935, S. 212; und Rojahn, Über die neuen Arzneimittel des Jahres 1934, S. 186.

1063 John, Das Antisterilitätsvitamin E, S. 330; und John an DFG (18.11.1942), in: BA Koblenz, R 73/11967.

und die Art seiner Persönlichkeit rechtfertigten nicht, ihn als ein wünschenswertes Glied des akademischen Nachwuchses zu fördern.¹⁰⁶⁴ Auch Butenandt stellte fest, dass Gierhake in den langen Jahren, in denen er sich mit dem Vitamin E Problem beschäftigt habe, lediglich zur Bestätigung von Ergebnissen gelangt sei, die in der Literatur bereits eingehend beschrieben worden seien. Da die biologische Fragestellung so weit geklärt sei, stehe nur die Reindarstellung, chemische Charakterisierung und Konstitutionsermittlung des Vitamin E aus. Dazu aber sei Gierhake nicht in der Lage.¹⁰⁶⁵ Es ist erstaunlich, dass Gierhake trotz strikt ablehnender Gutachten der Koryphäen Butenandt und Kühn mit einem zwar umformulierten, aber ähnlichen Forschungsvorhaben dennoch weitergefördert wurde. Es obsiegte offenbar die Dringlichkeit von geburtenpolitisch verwendbaren Forschungsergebnissen über die innere Logik der naturstofflichen Experimentalsysteme und die akademischen Gepflogenheiten. Martius drückte dies deutlich aus: „Ich würde es außerordentlich bedauern, wenn die von Gierhake begonnenen Arbeiten über das Fruchtbarkeitsvitamin eine Unterbrechung erfahren müssten, umso mehr, als die Ergebnisse seiner experimentellen Arbeiten dazu führen können, in der Behandlung der Kinderlosigkeit zu wichtigen, praktisch brauchbaren Ergebnissen zu gelangen.“¹⁰⁶⁶ Noch während des Krieges arbeitete auch der Marburger Gynäkologe Hellmuth Winkler zum Vitamin E. Die Therapie mit diesem Vitamin habe in der Human- und Veterinärmedizin weitgehenden Eingang gefunden, schrieb er im November 1941 in seinem Halbjahresbericht für die DFG, ohne dass aber der Wirkungsmechanismus bis jetzt habe geklärt werden können. Winkler untersuchte die Pregnan diol-Ausscheidung bei unbehandelten und mit Vitamin E behandelten Frauen mit wiederholten Fehlgeburten.¹⁰⁶⁷ Die therapeutische Bedeutung des Vitamin E als Antisterilitätspräparat wurde jedoch zunehmend angezweifelt. Fraglos sei das Vitamin E wie andere Vitamine auch wichtig für die Fortpflanzung, resümierte Scheunert, ob es jedoch eine hervorgehobene Position als „Fortpflanzungsvitamin“ besitze, sei zweifelhaft.¹⁰⁶⁸ Gerhard Gaehtgens von der Leipziger Frauenklinik bestritt schließlich generell die behauptete Beziehung zwischen Vitamin E und Sexualhormonen.¹⁰⁶⁹ Und auch Winkler wandte sich 1943 von der E-Vitaminforschung ab, um sich auf Untersuchungen über die Funktion des Corpus luteum bei spezifischen Pathologien zu konzentrieren.¹⁰⁷⁰ Sexualhormone behielten das Monopol auf die Kontrolle der reproduktiven Funktionen des Frauenkörpers.

1064 Kühn an DFG (4.11.1935), in: BA Koblenz, R 73/11231.

1065 Butenandt an DFG (15.10.1935), in: BA Koblenz, R 73/11231.

1066 Martius an DFG (26.9.1935), in: BA Koblenz, R 73/11231.

1067 Winkler an DFG (14.2.1940), Winkler an DFG (18.2.1941), Winkler an DFG (8.11.1941) und Winkler an DFG (1.12.1942), in: BA Koblenz, R 73/15738; Winkler, Welches ist die optimale Vitamin E-Dosis.

1068 Scheunert an Kadaster (31.5.1943), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 53.

1069 Gaehtgens, Vitamin E; und Glatzel, Physiologie der Ernährung, S. 137.

1070 DFG an Winkler (11.5.1943) und Winkler an DFG (23.12.1943), in: BA Koblenz, R 73/15738.

Das zentrale Problem der Hormontherapie in den 1930er und 1940er Jahren war die Dosierung. Carl Kaufmann arbeitete an der Charité schon seit Beginn der 1930er Jahre mit Scheringpräparaten zur Etablierung einer standardisierten Dosis in Bezug auf Menstruation und Menopause. Sein Ziel war die gleichzeitige Klärung der physiologischen und therapeutischen Hormonmenge.¹⁰⁷¹ Die Frage der Dosierung war auch mit dem Allen-Doisy-Test längst nicht geklärt. Zondek mahnte, dass sich nicht proportional von Nagetieren auf Menschen schließen ließe. Eine Fehlberechnung könne leicht tödlich enden. Auch Georg-August Wagner wies darauf hin, dass die Annahme, der therapeutische Erfolg sei nur eine Frage der Dosis, zwar theoretisch richtig, aber klinisch zu bezweifeln sei.¹⁰⁷² Arnold Loeser berichtete in der Aussprache zu Wagners Vortrag vor der Berliner Medizinischen Gesellschaft im März 1932 von eigenen Dosierungsversuchen. Er habe Frauen mit schwerer primärer Amenorrhoe monatelang mit einer Tagesdosis von 9.000 Einheiten behandelt, ohne dass es zu einem Erfolg gekommen sei. Die Dosierungsfrage, so schloss er, sollte dem klinischen Empfinden des Arztes überlassen sein.¹⁰⁷³ Nach Ansicht Butenandts hatte Kaufmann dieses Problem jedoch mit der Übertragung von Tierversuchen auf den Menschen bereits geklärt. Mit Progynon führte Kaufmann 1932 eine bis dato nie gelungene erfolgreiche Behandlung eines Falles von sekundärer Amenorrhoe durch. Das Geheimnis dieses Erfolgs lag in der enormen Dosissteigerung von 20.000 auf 500.000 Mäuseeinheiten. Auch dies war nur möglich, weil Schering außerordentliche Mengen an Progynon bereitstellen konnte. Nach Gaudillière begann sich damit eine Behandlungsweise durchzusetzen, „die an das Konzept einer ‚molekularen‘ Unregelmäßigkeit angebunden war und direkt mit der industriellen Logik der Massenproduktion einherging“.¹⁰⁷⁴

Die physiologische Dosis war eine Leistung, die sich in der Aufhebung des klinischen Mangels durch die Gabe von Progynon und Proluton als quantifizierbare Menge von Mäuseeinheiten aktualisierte. Hormonforschung und Klinik standen in Deutschland in einem engen Erfahrungs- und Interessenaustausch. Für die Proliferation ihrer Uterusschleimhaut benötigte eine Frau 250.000 bis 300.000 Mäuseeinheiten, fixierte Butenandt im Anschluss an Kaufmann die normale physiologische Leistung der Sexualhormone im weiblichen Reproduktionskörper, für die Umwandlung in die Sekretionsschleimhaut brauche sie etwa 30 Kaninchen-einheiten Corpus luteum-Hormon während eines 28-tägigen Zyklus. Die Wahrheit über den Menstruationszyklus war zugleich die Logik der klinischen Verfügbarmachung. Sexualhormone sollten seit Kaufmanns initiierenden Experimenten, ausgerichtet an einer bestimmten Dosierungsnorm, bei weitgefaster Indikationsstellung zyklusgerecht eingesetzt werden. Das Kaufmann-Schema, die Substitutionsbehandlung mit Östrogenen und Progesteron bei vorheriger Amenorrhoe,

1071 Gaudillière, *Hormones at Risk*, S. 151.

1072 Wagner, *Bewertung*, S. 967; und Zondek, *Das Ovarialhormon*, S. 1220 f.

1073 Roedelius, *Berliner Medizinische Gesellschaft*.

1074 Butenandt, *Neuere Erkenntnisse*, S. 268; Gaudillière, *Biochemie*, S. 216 f.

wurde in der Folge zu einer führenden gynäkologischen Therapieform.¹⁰⁷⁵ Trotz all dieser Aktivitäten und therapeutischen Versprechen, trotz der Selbstverständlichkeit, mit der vor allem Gynäkologen von der therapeutischen Effektivität der Hormontherapie ausgingen, waren die klinischen Erfolge in den 1930er Jahren nicht gesichert. Die Tierversuche, mit denen gerade auch die Biochemiker renommierten, waren nicht unbedingt therapeutisch umsetzbar. Die in der Klinik notwendige Hochdosierung konnte wiederum höchst prekäre Folgen für die Patientinnen zeitigen. Der kurativ-substituierende Charakter der Steroidhormone bedingte keineswegs gynäkologische Heilerfolge bei Menstruations- und Klimakteriumsbeschwerden oder der Sterilitätsbehandlung. Gerade die Arbeiten zum Synergismus hatten gezeigt, dass eine Substitutionstherapie kaum einen komplexen Prozess wie den Menstruationszyklus reetablieren konnte. Ganz abgesehen davon, dass sich diese Vorgänge nicht auf endokrine Effekte reduzieren ließen.¹⁰⁷⁶

Die Forschungsvorhaben in Göttingen, Kiel, Marburg und an der Charité waren im Nationalsozialismus vor allem auf bevölkerungspolitische Ziele, auf eine positive Eugenik der Produktion leistungsfähiger Reproduktions- und Arbeitskörper ausgerichtet. Es sei darum gegangen, fasst Jörg Marx die nationalsozialistische Geburtenpolitik zusammen, die reproduktionsbiologische Wahrheit des Wachstums durch Vermehrung ins völkische Recht zu setzen und alles, was diese Wahrheit behindere, abzubauen. Mit der Machtübernahme waren Gynäkologen, Physiologen, Biologen und Biochemiker mobilisiert, den weiblichen Reproduktionskörper effizient zu gestalten. Diese hormonisierende Zurichtung war allerdings kein totaler Zugriff auf den Frauenkörper und bestand neben anderen Existenzmöglichkeiten, die Frauen in der *Volksgemeinschaft* durchaus ein sexuelles Leben und eine politische Rolle erlaubten.¹⁰⁷⁷ Die zurichtende Hormonisierung als menschenökonomische Reduktion der Fortpflanzung auf den verwertbaren Ertrag zeigte sich jedoch imponierend in der Gleichsetzung von reproduktiven Frauen- und Tierkörpern. Seit den 1930er Jahren wurde die Hormonbehandlung nicht nur bei Frauen und Männern, sondern auch bei Nutztieren angewendet. Seitdem entwickelten sich namentlich die Disziplinen der Gynäkologie und Veterinärmedizin im engen Austausch. Die Ergebnisse der Tierzuchtbiologie seien nicht nur von grundlegender Bedeutung für die Förderung der landwirtschaftlichen Tierzucht und Tierhaltung, berichte 1934 Wilhelm Zorn, Direktor des Breslauer Tierzuchtinstituts, im Auftrag der DFG, sondern diese seien auch von ganz besonderer Bedeutung für die Biologie des Menschen selbst.¹⁰⁷⁸ Die Tierzucht stand in eigenem ökonomischem Recht, aber sie erlaubte immer zugleich Rückschlüsse auf die Reproduktionsmedizin. Dies drückte sich in der nationalsozialistischen Sprache von „Zucht“ und „Leistung“ besonders eindringlich aus. Dabei wurde zugleich das Verhältnis von Medizin und Ökonomie, von Heilung und Ertrag neu verhandelt.

1075 Wagner an DFG (24.10.1935), in: BA Koblenz, R 73/11231; und Butenandt, Neuere Erkenntnisse, S. 268; Gaudillière, Genesis, S. 530; und Ludwig, Das „Kaufmann-Schema“.

1076 Sengoopta, The Most Secret Quintessence, S. 158–170.

1077 Herzog, Sex, S. 10–63; und Marx, Der Wille zum Kind, S. 121.

1078 Zorn, Ausblick, S. 103.

Die Züchtungsforschung trete mit ganz anderen Gesichtspunkten und Fragestellungen heran als die Medizin, bemerkte dazu Walter Koch, von 1932 bis 1939 Privatdozent am Institut für Tierzucht der Münchener Ludwig-Maximilians-Universität, die Tierzucht habe sich von vorneherein auf die Anwendungsgebiete zu beschränken, die eine wirtschaftliche Anwendung gestatten.¹⁰⁷⁹

Zorn wiederum propagierte explizit die endokrinologische Ausrichtung einer als Konstitutionsforschung praktizierten Tierzuchtforschung, einer „Zucht nach Leistung“. Zu den Arbeitsbereichen dieser Konstitutionsforschung gehörten die Erfassung und Beurteilung der Körpergestalt, der Nerventätigkeit, des Blutbildes und zunehmend auch des Hormonspiegels. Die sexualbiologischen Verhältnisse, so Zorn weiter, seien für jede Art von Haustierzüchtung von grundlegendem Wert: „Zucht ohne Fruchtbarkeit ist unmöglich. Erhöhte Fruchtbarkeit bedeutet einen rascheren Umsatz der Werte. (...). Da die sexualbiologischen Vorgänge als ein Teil der innersekretorischen Vorgänge zugleich an der Leistungsfähigkeit des Tieres überhaupt mitbeteiligt sind, muß auch nach dieser Hinsicht dem Studium der Sexualbiologie unserer Haustiere großes Augenmerk zugewendet werden“. Entsprechende Forschungen sollten mit Mitteln der Notgemeinschaft unbedingt gefördert werden.¹⁰⁸⁰ In der Fachsparte Landbauwissenschaft und Biologie wurden seit 1937 vom Reichsforschungsrat zahlreiche Arbeiten zur Hormonisierung von Nutz- und Masttieren gefördert, die neben dem Fortpflanzungsaspekt vor allem auch die hormonale Beeinflussung der Mastleistungen zum Thema hatten. Max Nitsche vom Institut für Tierzucht und Fütterungslehre an der Landwirtschaftlichen Schule in Tetschen führte fünf Jahre lang von der DFG geförderte „Versuche zur hormonalen Wachstumssteigerung bei Schweinen“ durch. Mittels der hormonalen Beeinflussung von Eberkastraten wollte Nitsche mehrere Arten der Hormonapplikation und die Herstellung eines Dauerpräparates des Hypophysenhormons prüfen.¹⁰⁸¹ Koch arbeitete mit DFG-Finanzierung zu Störungen der Fortpflanzung und deren hormontherapeutischer Behebung bei Rindern, Schweinen, Hühnern und Schafen ebenso wie zur Steigerung der Mastleistung weiblicher Schweine durch hormonale Sterilisierung. Weitere Vorhaben waren die hormonelle Beeinflussung der Laktation bei Mastrindern, die Erhöhung der Legetätigkeit durch Prolaneinspritzungen bei Hühnern und die Steigerung der Fruchtbarkeit bei viel gebärenden Tieren mit Östrogenen.¹⁰⁸²

Dieser hormonellen Leistungsintensivierung, wie sie in aller Konsequenz veterinärmedizinisch ausgedrückt wurde, korrespondierte die Ausschaltung unerwünschter Fortpflanzungen, die Geburtenkontrolle. In der Weimarer Republik war die eugenisch indizierte Sterilisierung noch Gegenstand einer öffentlichen Debatte. 1934 wurde mit dem Gesetz zur Verhütung erbkranken Nachwuchses die Zwangssterilisierung jedoch zu einem bevölkerungspolitischen Instrument des

1079 Koch, Anwendung, S. 829.

1080 Zorn, Ausblick, S. 105 f., 108. Zur Tierzuchtforschung im Nationalsozialismus: Vogelsang, Die Tierzucht.

1081 Antrag, M. Nitsche (15.10.1940), in: BA Koblenz, R 73/13409.

1082 Koch, Anwendung, S. 830. Zu Koch: Weidenhöfer, Die Münchener Tierärztliche Fakultät.

nationalsozialistischen Staates.¹⁰⁸³ Arbeiten zur Sterilisierung auf hormonalem Weg gab es bereits zu Beginn der 1920er Jahre, als der Innsbrucker Physiologe Ludwig Haberlandt zu beweisen versuchte, dass die innere Sekretion des Corpus luteum eine weitere Eireifung während der Schwangerschaft hemme. Dies brachte ihn auf eine sensationelle und innovative Anwendungsmöglichkeit. Denn er hielt es für möglich, „durch Ueberpflanzung von Eierstöcken trächtiger Tiere in nichtschwängere Weibchen eine zeitweilige Sterilisierung durch Hormone gleichsam in Nachahmung des in der Natur vor sich gehenden Geschehens experimentell hervorzurufen“. Haberlandt berichtete davon, dass ihm die Ovulationshemmung bereits 1919 im Tierversuch gelungen sei.¹⁰⁸⁴ In weiteren Versuchsreihen mit Nagetieren setzte er dann seine Experimente auch als Injektions- und Fütterungsversuche mit von Merck hergestellten Eierstock- und Plazentapräparaten fort. Zu Beginn der 1930er Jahre existierten Pläne, ein temporär sterilisierendes Hormonpräparat unter dem Namen Infecundin auf den Markt zu bringen. Haberlandt starb bereits 1932 und konnte sein Projekt nicht weiter verfolgen, aber seine Experimente, die sich an der Schnittstelle von Eugenik, Geburtenkontrolle und endokrinologischer Gynäkologie bewegten, fanden zahlreiche Nachahmer.¹⁰⁸⁵

Rudolf Naujoks von der Königsberger Universitätsfrauenklinik unterschied 1926 grundsätzlich zwischen operativen Maßnahmen und strahlentherapeutischen Eingriffen zur temporären Sterilisierung. Allein aus der deutschen Literatur listete er 25 verschiedene Operationsverfahren auf. Allerdings schienen die Erfolge gering, da die Methoden technisch zu kompliziert, von unzuverlässigem Effekt und mit Gefahren verbunden waren. Naujoks zeigte sich darüber entsetzt, dass junge Frauen aus „bisweilen recht vager Indikation heraus“ bestrahlt worden seien und ihnen mitgeteilt worden sei, dass sie nun für zwei bis drei Jahre vor jeder Schwangerschaft sicher seien.¹⁰⁸⁶ Zondek wiederum experimentierte Ende der 1920er Jahre mit Prolan. Injiziert man dieses Hormon chronisch infantilen Tieren, berichtete er, so erhalte man ganz ungeheure Wirkungen. Die Uteri sähen aus, als ob die Tiere trächtig seien, die Ovarien seien in geradezu monströse Gebilde umgewandelt. Durch die überstürzte Luteinisierung der chronischen Darreichung könne die Ovulation geradezu verhindert werden. Es sei also möglich, eine hormonale Sterilisierung im Sinne Haberlandts zu erreichen.¹⁰⁸⁷ Auch Philipp forschte seit 1931 mit finanzieller Unterstützung der Notgemeinschaft zur hormonalen Sterilisierung. Seine Versuche über die „hormonalen Kräfte der Plazenta“ legten es seiner Meinung nach nahe, diese als Verhütungsmittel zu benutzen, denn „in der

1083 Grossmann, *Reforming Sex*, S. 70–75; Weindling, *Health*, S. 388–393, 441–457; und Bock, *Zwangssterilisation*.

1084 Haberlandt, *Die vorübergehende Sterilisierung*, S. 801; und Haberlandt, *Über hormonale Sterilisierung (Vorläufige Mitteilung)*; Köstering, *Etwas Besseres*; und Simmer, *On the History*.

1085 Junkmann, *Über hormonale Sterilisierung*; Haberlandt, *Hormonale Sterilisierung*, S. 47; Haberlandt, *Die hormonale Sterilisierung*, S. 220 f.; und Haberlandt, *Über hormonale Sterilisierung*, S. 55 f.

1086 Naujoks, *Die praktische Bedeutung*, S. 133.

1087 Zondek, *Weibliche Sexualhormone*, S. 951.

Schwangerschaft haben wir ja eine nicht oder schwer zu durchbrechende temporäre Sterilität“. Entweder müssten dem Organismus Hormone zugeführt werden, die eine Eireifung und Ausstoßung verhinderten oder es würden Hormone verwendet, deren Wirkung die Abgabe solcher Hormone auslöse. Problematisch war, dass für die erste Methode dauerhaft große Hormonmengen gebraucht wurden und die zweite Methode nur kurzdauernd wirksam war. Philipp experimentierte mit Kaninchenreihen, ohne allerdings zu erfreulichen Ergebnissen zu kommen. Im Gegenteil zeigte er sich im Februar 1932 äußerst pessimistisch: „Die hormonale Sterilisierung hat die Erwartungen, die man auf sie setzen durfte, nicht erfüllt; eine praktisch verwendbare oder gar sichere Methodik besitzen wir vorläufig nicht, selbst nicht einmal im Tierversuch, wo wir alle Bedingungen beliebig herstellen können.“¹⁰⁸⁸ Der Tierzuchtforscher Koch, der sich durchaus in diese gynäkologisch-bevölkerungspolitischen Belange einmischte, testete 1934 Prolaneinspritzungen, um letztlich zu ähnlichen Ergebnissen zu kommen wie Philipp: Bei Menschen seien größere Hormonmengen notwendig, was diesen Eingriff unerschwinglich mache.¹⁰⁸⁹

Carl Clauberg, von 1934 bis 1937 Oberarzt und von 1937 bis 1940 außerplanmäßiger Professor an der Königsberger Universitätsfrauenklinik, hatte sich in den frühen 1930er Jahren einen hervorragenden Ruf als Urheber einer innovativen Bestimmungsmethode des Corpus luteum-Hormons erarbeitet. Aufgrund seiner anerkannten Position konnte er 1935 bei der DFG ein Forschungsvorhaben sowohl zur hormonalen Sterilitätsbehandlung als auch zur Sterilisierung offensiv anbieten und sogar darauf dringen, dass es zu einer recht baldigen Entscheidung über seinen Antrag komme, da dieser von volkspolitischer Bedeutung sei. Clauberg bewarb seinen Antrag damit, dass seine früheren experimentellen Arbeiten zur Ausarbeitung von Testverfahren für das Hormon des Corpus luteum durch die Industrie finanziert worden seien. Die Aktivierung weiblicher Sexualhormone zur Behandlung weiblicher Sterilität verweise jedoch auf Fragestellungen, „bei deren Ausarbeitung dem Antragsteller als Oberarzt einer Universitäts-Frauenklinik die Zusammenarbeit mit Mitteln der Industrie nicht immer gewünscht oder geeignet erscheint“. Sein Vorhaben zum „Problem der Regulierung der Hypophyse durch zugeführte Ovarialhormone (unter anderem auch der Frage der temporären hormonalen Sterilisierung, der richtigen abgestuften Beeinflussung steriler Frauen durch zugeführtes Sexualhormon)“ sei also von staatswichtiger Bedeutung und verlangte nach Geheimhaltung.¹⁰⁹⁰ Claubergs Königsberger Chef Felix von Mikulicz-Radecki lobte Clauberg in höchsten Tönen für eine Forschungsfinanzierung durch die DFG aus. Butenandt bescheinigte Clauberg, dass seine Arbeiten zu den besten Hormonstudien gehörten, die in Deutschland durchgeführt worden seien. Knoop würdigte Clauberg als einen im Gebiet der Sexualhormone sehr erfolgrei-

1088 Philipp an Notgemeinschaft (25.4.1931), in: BA Koblenz, R 73/13620; Philipp, Die hormonale Wirkung, S. 218 f.

1089 Koch, Anwendung, S. 830 f.

1090 Clauberg an Mitscherlich, Vertrauensmann der DFG in Königsberg (15.11.1935), in: BA Koblenz, R 73/10599.

chen jungen Kollegen, bewilligte Mittel seien bei Clauberg in guten Händen. Kaufmann bestätigte in seiner Funktion als klinischer Vertrauensmann Clauberg sogar das Recht auf unkontrollierte finanzielle Unterstützung: „Aus dem umfangreichen Arbeitsprogramm geht nur die Arbeitsrichtung des Herrn Clauberg hervor, ohne dass man aus dieser allgemeinen Darstellung den Wert der Einzeluntersuchungen ermessen könnte. Das würde mich aber nicht stören, da wie gesagt, die bisherigen Arbeiten des Herrn Clauberg Gewähr für zweckmässige Verwendung bieten.“¹⁰⁹¹

Das besondere an Claubergs Projekt war die Einführung von Sterilitätsbehandlung und Sterilisierung.¹⁰⁹² Ende der 1930er Jahre hatte er ein ausführliches und langfristiges Forschungsprogramm zur Sterilitätsbehandlung ausformuliert, das von großer Bedeutung für die nationalsozialistische Bevölkerungspolitik war, von der DFG gefördert und von den Kollegen wohlwollend begleitet wurde. Trotzdem verschob er den Akzent seiner Forschungen zu Beginn der 1940er Jahre zum bereits wissenschaftlich ad acta gelegten Problem der hormonalen Sterilisierung. Dieser von ihm selbst initiierte Wechsel war ein Akt der politischen Radikalisierung, die ihn von der endokrinologisch-gynäkologischen Forschung zur rassenhygienischen Anwendung, von der positiven zur negativen Bevölkerungspolitik, von der DFG zur SS führte. Die temporäre Sterilisierung war unter den Bedingungen der nationalsozialistischen Gesetzgebung eine drastische Forcierung hin zur Aktivierung der Hormone unter den Bedingungen der rassenhygienischen Selektionspolitik. Im nationalsozialistischen Ausnahmezustand ging es Clauberg kaum mehr um die Möglichkeiten entfesselter Menschenexperimente, sondern um aktive Teilnahme am nationalsozialistischen Projekt. Dies beweist sich vor allem darin, dass er, als sich sein Vorschlag der hormonalen Sterilisierung nicht realisieren ließ, in Konzentrationslagern chemische Substanzen verwendete, um jüdische Frauen unter grausamen Umständen für immer zu sterilisieren. Claubergs Mitte der 1930er Jahre ausgearbeitetes Konzept der temporären Sterilisierung basierte auf der Wechselwirkung von Hirnanhang- und Keimdrüsenhormonen. Ein Überschuss an Keimdrüsenhormonen würde den Hirnanhang und die Absonderung der auf die Keimdrüse gerichteten Hormone hemmen. Also spritzte Clauberg Versuchstieren zur Hemmung des Hirnanhangs Follikelhormone ein, woraufhin, so hieß es in den publizierten Ergebnissen, die Keimdrüsen vorübergehend ihre Tätigkeit einstellten und die Versuchstiere zeitweise steril wurden.¹⁰⁹³ 1941 griff Clauberg diese Experimente, die noch im Anschluss an die Debatte der 1920er Jahre entwickelt worden waren, energisch wieder auf. Die Akteure, mit denen er

1091 Kaufmann an Greite (5.2.1937), Knoop an Greite (27.1.1937), Butenandt an DFG (3.12.1935), Mikulicz-Radecki an Mitscherlich, Vertrauensmann der DFG in Königsberg (22.11.1935), in: BA Koblenz, R 73/10599. Zu Clauberg: Benedict/Georges, Nurses; Schübelin, Expansionspolitik; und Fejkiel, Ethisch-Rechtliche Grenzen. Zu Mikulicz-Radecki: Czarnowski, Die restlose Beherrschung. Zu Claubergs Verbrechen: Mitscherlich/Mielke, Das Diktat, S. 159–162.

1092 Clauberg an Mitscherlich, Vertrauensmann der DFG in Königsberg (15.11.1935), in: BA Koblenz, R 73/10599; Finkler, Heilung, S. 791.

1093 Anonym, Zeitweise Unfruchtbarkeit, S. 974.

kooperierte, waren nun nicht mehr DFG-Gutachter, sondern hießen Reichsarzt-SS Ernst-Robert Grawitz und Reichsführer-SS Heinrich Himmler. Am 27. Mai 1941 durfte er sein Vorhaben als eine „neue Methode zur operationslosen Unfruchtbarmachung minderwertiger Frauen“ bei Himmler vortragen. Grawitz schrieb zwei Tage nach Claubergs Referat an Himmler und stellte detailliert dar, was die Bedingungen für Claubergs Experimente seien. Danach wünsche Clauberg zunächst, dass jene zur experimentellen Zwangssterilisation vorgesehenen Frauen in die Nähe seiner eigenen Klinik in Königshütte gebracht würden. Der wohl vorgebrachte Vorschlag von „Versuchsarbeiten“ im Frauen-KZ Ravensbrück wurde von Clauberg zunächst zurückgewiesen. Er benötige seine klinischen Apparate an Ort und Stelle und müsse bei Zwischenfällen jederzeit zu Operationen persönlich zur Verfügung stehen. Grawitz unterbreitete daher im Angesicht der „unerhörten Bedeutung, die ein solches Verfahren im Sinne einer negativen Bevölkerungspolitik haben würde“ Himmler den Vorschlag, ein entsprechendes Forschungsinstitut in oder bei Königshütte einzurichten, dem ein Frauenkonzentrationslager für etwa zehn Personen angegliedert werden sollte.¹⁰⁹⁴ Die Verwirklichung dieses Projektes lief zügig an. Schon am 30. Mai schrieb SS-Brigadeführer Richard Glücks an Himmler, dass Clauberg selbst in Kooperation mit Ärzten mit der Behandlung „weiblicher Unfruchtbarkeit“ beauftragt sei, was euphemistisch für die hormonelle Sterilisierung stand.¹⁰⁹⁵

Dass Clauberg nicht alleine war und auch konkurrierende Sterilisationsmethoden, wie die von Gerhard Madaus entwickelte medikamentöse Sterilisierung mit oral verabreichtem Saft des Schweigrohrs und Viktor Bracks teuflischer Plan der heimlichen Röntgensterilisation, in Betracht gezogen wurden, haben Alexander Mitscherlich und Fred Mielke in ihrer Dokumentation der Nürnberger Ärzteprozesse sowie Raul Hilberg in seinem Standardwerk zur Shoah bereits ausführlich dargestellt.¹⁰⁹⁶ Brack, Oberdienstleiter der Führerkanzlei, stand in engem Kontakt zu Globocnik, dem er für seine „Sonderaufgaben“ Personal abstellte. Globocnik drängte im Juni 1942, also ein halbes Jahr nach der Wannsee-Konferenz, zu einer Beschleunigung der „Judenaktion“, „damit man nicht eines Tages mitten drin steckenbliebe.“ Auch Himmler plädierte „schon aus Gründen der Tarnung“ für ein schnelles Arbeiten. Dass es hierbei um die Ermordung der Juden ging, machte Brack dadurch deutlich, dass er Himmler darum bat, doch von den zehn Millionen Juden, zwei bis drei Millionen sehr gut arbeitsfähige Männer und Frauen auszunehmen, diese allerdings fortpflanzungsunfähig zu machen. Die Lage hatte sich verändert: Im Juni 1942 waren Sterilisationen nur noch ein zusätzlicher Einsatz, dem die wenigen ausgesetzt werden sollten, die nicht ermordet und stattdessen zur Zwangsarbeit gebraucht werden sollten. Nach Brack blieb die von ihm so bezeichnete „Röntgenkastration“ das Mittel der Wahl, weil die bei Erbkranken

1094 Grawitz an Himmler (29.5.1941), in: BA Berlin, NS 19/1583.

1095 Glücks an Himmler (30.5.1941) und Unbekannt an Brandt (4.6.1941), in: BA Berlin, NS 19/1583.

1096 Hilberg, *Die Vernichtung*, S. 1001–1013; und Mitscherlich/Mielke, *Das Diktat*, S. 149–163. Kamphuis, *Sonnenhut*; und Klee, *Auschwitz*, S. 437 f.

erprobte Sterilisation zu zeitaufwendig sei. Und schließlich, merkte Brack zynisch an, sei es im Augenblick schon unerheblich geworden, „ob die Betroffenen dann nach einigen Wochen bzw. Monaten an den Auswirkungen merken, daß sie kastriert sind“.¹⁰⁹⁷

Im Sommer 1942 war auch Clauberg wieder im Rennen. Zunächst wandte er sich Ende Mai 1942 mit der vorsichtig formulierten Klage an Himmler, dass das im Juni 1941 diskutierte Projekt wohl durch die „darauf einsetzenden weit wichtigeren Kriegsgeschehnisse“ nicht zustande gekommen sei. Das Weiterkommen in seiner Arbeit, so Clauberg, sei zunächst an der Frage gescheitert, „wie die Zurverfügungstellung von K.Z.-Insassinnen vor sich gehen solle“. Er bat Himmler darum, ihm „hier in Oberschlesien, die Möglichkeit zu geben, die Arbeiten durchführen zu können“. Clauberg eröffnete dabei Planspiele eines „Forschungsinstituts für Fortpflanzungsbiologie des RFSS“, das Fragen der positiven und negativen Eugenik, Sterilitätsbehandlung und Zwangssterilisation vereinen sollte. Im Zentrum dieses dem Konzentrationslager angegliederten Instituts sollte die vor allem geburtshilflich ausgerichtete Klinik stehen. Es sollten „bisher unfruchtbare, fortpflanzungserwünschte Frauen“ behandelt werden, während fortpflanzungsunwürdige Frauen operationslos sterilisiert würden.¹⁰⁹⁸ Sein Entwurf machte Eindruck, und am 7. Juli 1942 trafen sich Clauberg und Himmler mit Glücks sowie dem Orthopäden Karl Gebhardt zur Besprechung der „Sterilisierung von Jüdinnen“. Das Lager Auschwitz sollte Clauberg als „Versuchsstation“ zur Verfügung gestellt werden, um Verfahren zu ermitteln, welche die Sterilisierung bewirken, ohne dass die Betroffenen etwas davon merken.¹⁰⁹⁹ Drei Tage später schrieb SS-Sturmbannführer Rudolf Brandt an Clauberg, dass dieser nach Ravensbrück fahren solle, „um dort die Sterilisierung von Jüdinnen nach Ihrem Verfahren durchzuführen“. Himmler wollte diesbezüglich noch wissen, wieviel Zeit eigentlich die heimlich durchzuführende Sterilisierung von tausend Jüdinnen brauche.¹¹⁰⁰ Clauberg machte sich ans Werk. Dabei hatte er sich bereits dem SS-System angepasst und führte seine mittlerweile brutal modifizierte Methode der chemischen Sterilisierung in Auschwitz in den Blöcken 1 und 10 durch. Mit Stolz meldete er Himmler, dass er nur vier Monate gebraucht habe, um die Methode der operationslosen Sterilisierung so gut wie fertig auszuarbeiten: „Sie erfolgt durch eine einzige Einspritzung vom Eingang der Gebärmutter her und kann bei der üblichen jedem Arzt bekannten gynäkologischen Untersuchung vorgenommen werden.“ Clauberg glaubte nun auch, Himmlers Frage vom Juli 1942 beantworten zu können. Es sei der Augenblick nicht fern, wo ein eingeübter Arzt mit vielleicht zehn Mann Hilfspersonal mehrere hundert, wenn nicht tausend Frauen an einem Tag sterilisieren könne.¹¹⁰¹ Im November und Dezember 1942 wandte sich Rust mit einem gehei-

1097 Brack an Himmler (23.6.1942), in: BA Berlin, NS 19/1583.

1098 Clauberg an Himmler (30.5.1942), in: BA Berlin, NS 19/1583.

1099 Brandt, Geheime Reichssache! 1. Ausfertigung (Juli 1942) und Brandt, Aktenvermerk (11.7.1942), in: BA Berlin, NS 19/1583; Bastian, Furchtbare Ärzte, S. 84–87.

1100 Brandt an Clauberg (10.7.1942), in: BA Berlin, NS 19/1583.

1101 Clauberg an Himmler (7.6.1943), in: BA Berlin, NS 19/1583.

men Fernschreiben an Himmler und Reichsgesundheitsführer Leonardo Conti, um zu hören, wie es um die „frage der herstellung von empfaengnisverhuetenden chemischen praeparaten und ihrer masseneinfuehrung in den besetzten ostgebieten“ bestellt sei. Es scheint so, als wenn für Himmler diese Methode nicht mehr zentral war, jedenfalls hatte er Dringenderes zu tun und wollte sich erst im Laufe des Januars 1943 wieder bei Rust melden.¹¹⁰² Clauberg setzte seine fürchterlichen Taten in Auschwitz und Ravensbrück fort, aber die Massensterilisierung war seit Ende 1942 nicht mehr das vorrangige und wohl auch nicht mehr das supplementäre nationalsozialistische Ziel. Himmler interessierte sich seit 1943 ausschließlich für den Massenmord und brauchte Experten des Tötens. Clauberg wurde nach Kriegsende von einem sowjetischen Gericht zu einer 25-jährigen Gefängnisstrafe verurteilt. Im Zuge des Adenauer-Bulgarein-Abkommens wurde er amnestiert und kehrte am 11. Oktober 1955 nach Kiel zurück. Der Zentralrat der Juden machte jedoch auf ihn aufmerksam, was Ende November tatsächlich zu seiner Verhaftung führte. Clauberg starb noch vor Prozessbeginn am 9. August 1957.¹¹⁰³

Der biopolitische Konnex von Sterilitätsbehandlung und Sterilisierung, wie er in Claubergs Vision einer fortpflanzungsbiologischen Klinik ausgedrückt war, verweist auf den Kern der nationalsozialistischen Bevölkerungspolitik, die Verbindung des Lebens der einen mit dem Sterben der anderen.¹¹⁰⁴ Das rassenhygienische Projekt der negativen Eugenik war in konsequenter Durchführung an die SS angeschlossen; Forschung und Klinik der positiven Eugenik gehörten hingegen zum Bereich der DFG. In seiner skrupellosen Radikalität war Claubergs Projekt einzigartig, aber auch an Universitätsfrauenkliniken wie in Berlin und Heidelberg koexistierte eine auf die positive Eugenik orientierte Forschung mit der Praxis der Zwangssterilisierung. Nur erschienen die Heilung der einen und die Körperverletzung der anderen von einander dissoziierbar. Dies ist bedeutsam für den Übergang vom nationalsozialistischen Deutschland zur Bundesrepublik. Negative Eugenik war in den 1950er und 1960er Jahren kein geförderter Forschungsbereich mehr, wenn auch juristisch eine eugenisch begründete Sterilisierung keineswegs aufgehoben war. Die Hormonbehandlung des potenziell sterilen, jedenfalls menstruierenden und klimakterischen Frauenkörpers schien hingegen unproblematisch. Untersuchungen über die Wirkung der Hormone im gesunden und kranken Organismus, insbesondere auf dem Gebiet der endokrin bedingten Sexualstörungen, gehörten zu den 1951 erstrangig genannten Forschungsgebieten, die mit „Rücksicht auf den Vorsprung des Auslands“ besondere Förderung durch die Notgemeinschaft erhielten.¹¹⁰⁵ Auch hier zeigte sich im Laufe der 1950er Jahre ein mehr se-

1102 Brandt an Conti (19.12.1942) und Rust an Conti, Himmler (15.12.1942), in: BA Koblenz, NS 19/288.

1103 Jürgen Peter hat die der Verhaftung Claubergs nachfolgende Debatte aufgezeichnet. Die Ärztekammer weigerte sich dabei, sich von dem Gynäkologen, dessen Taten in den Konzentrationslagern keine Neuigkeiten waren, noch vor dem Prozess zu distanzieren. Peter, Der Nürnberger Ärzteprozess, S. 236–244.

1104 So auch Czarnowski, Die restlose Beherrschung; Foucault, Vorlesung, S. 301–306.

1105 Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, Bericht (1. April 1950 bis zum 31. März 1951), S. 44; Doetz, Alltag; Bröer, Geburtshilfe; und Hahn, Modernisierung, S. 49–138.

mantischer denn inhaltlicher Wechsel. Es verschwanden sukzessive die zuvor gängigen biologischen Begriffe wie „Keimdrüse“ und „Follikelhormon“, um durch eine chemische Nomenklatur ersetzt zu werden. Der Terminus Gonadotropine war bereits 1938 seit der 3. Internationalen Konferenz für Standardisierung der Hormone in Genf verbindlich. Seit Ende der 1950er Jahre waren die Abkürzungen FSH und LH für gonadotropine Hormone allgemein üblich. Seit den 1960er Jahren sind fast ausschließlich die aus dem Amerikanischen stammenden Kürzel für Hormone gängig.¹¹⁰⁶ Die Chemisierung der Lebenswissenschaften wurde mit der ersten biochemisch ausgebildeten Generation in den 1960er Jahren durchschlagend. Die Zentren der endokrinologischen Reproduktionsmedizin waren dabei nach 1945 weiterhin mit jenen endokrinologisch ausgebildeten Gynäkologen verbunden, die schon seit den 1930er Jahren dieses Forschungsgebiet dominiert hatten: Philipp in Kiel, Kaufmann in Köln, Bickenbach in München. Neu hinzu kam das Universitätskrankenhaus Eppendorf in Hamburg unter Arthur Jores.

Bickenbach wurde in den 1950er Jahren in Münster, Tübingen und der Universitätsfrauenklinik in München zum führenden Vertreter einer Hormonkontrolle als integriertem Bestandteil der Frauenheilkunde.¹¹⁰⁷ Von der DFG erhielt er nur bescheidene Summen und wurde ansonsten universitär finanziert. Eine Ausnahme bildete seine Forschungsarbeit im 1964 eingerichteten Schwerpunkt Schwangerschaftsverlauf und Kindesentwicklung, einem wichtigen Nukleus der Pränataldiagnostik in der Bundesrepublik. Die Kieler Universitätsfrauenklinik hingegen reüssierte in den 1950er Jahren als ein Ort, an dem Forschung und Klinik, die Entwicklung von Analyseverfahren und deren therapeutische Anwendung besonders eng verbunden waren. Sie wurde zu Beginn der 1950er Jahre so reichhaltig von der DFG finanziert, dass ein Gutachter 1954 anmahnte, in der Zukunft „eine gerechte Angleichung in der Zuwendung an die verschiedenen Institute vorzunehmen“.¹¹⁰⁸ Ein Jahr später schrieb ein ähnlich denkender Gynäkologe, dass die Kieler Klinik ausgezeichnete wissenschaftliche Arbeit geleistet, aber für wissenschaftliche Mitarbeiter auch erhebliche Mittel erhalten habe. Bei einer weiteren Förderung von Kieler Anträgen müsse man im Interesse einer stärkeren Berücksichtigung auch anderer Kliniken der Gerechtigkeit wegen wohl zurückhaltend sein.¹¹⁰⁹ Philipp selbst war neben Harald Siebke von der Bonner Universitätsfrauenklinik und Karl Matthes von der Ludolf-Krehl-Klinik der Universität Heidelberg in diesem Bereich einer der am häufigsten für DFG-Gutachten angefragten Fachvertreter. 1958 betonte eben Siebke, dass die endokrinologischen

1106 Bettendorf, Zur Geschichte, S. 9.

1107 So die Charakterisierung in der Stellungnahme des 2. Fachvertreters Prof. Dr. K. Thomas (13.7.1955) zum Antrag Werner Bickenbach, „In welchen Bereichen liegt das Verhältnis von Oestrogenen zum Progesteron beim normalen und pathologischen Cycclus?“, in: DFG-Archiv, Bonn, Bi 1/10.

1108 Antrag Ernst Philipp, „Fortführung von Untersuchungen über gonadotrope Hormone“ (31.8.1954), in: DFG-Archiv, Bonn, Ph 3/5.

1109 Antrag Hans-Joachim Staemmler, „Die Funktion des hypophysär-adrenalen Systems bei bestimmten gynäkologischen und geburtshilflichen Krankheiten“ (21.9.1955), in: DFG-Archiv, Bonn, Sta 15/5.

Untersuchungen eine Domäne der Kieler Klinik sei, „auf der sie von keiner anderen Forschungsstelle erreicht wird“.¹¹¹⁰ In Kiel wurde die gesamte Bandbreite endokrinologisch-gynäkologischer Forschung abgedeckt. Der Hauptakzent lag auf den gonadotropen Hormonen des Hypophysenvorderlappens. Die Behandlung der Zyklusstörungen und das klassische Thema der Amenorrhoe standen im Mittelpunkt therapeutischen Interesses.¹¹¹¹

Auch Christian Lauritzen erhielt seine Ausbildung bei Philipp in Kiel, ging dann nach Stockholm, um dort von 1959 bis 1961 als Assistent von Egon Diczfalusy zu arbeiten. 1969 wurde er schließlich Professor für Geburtshilfe und Gynäkologie in Ulm. Er arbeitete sowohl im Bereich der endokrinologischen Geburtshilfe als auch Gynäkologie und war einer der wichtigsten Protagonisten der Östrogenbehandlung des Klimakteriums. Die Praxis der Östrogenisierung bei Menstruations- und Klimakteriumsbeschwerden, die im Nationalsozialismus gegenüber den eugenischen Zielen der Sterilitätsbehandlung und Sterilisierung in den Hintergrund geraten war, wurde im Laufe der 1950er Jahre im internationalen Austausch zu einem zentralen Thema der endokrinologisch-gynäkologischen Forschung und Therapie. Schon zu Beginn des Jahrhunderts waren organotherapeutische Präparate zur Milderung von Klimakteriumserscheinungen indiziert worden, erst in den 1950er Jahren aber wurden Östrogene wie das in den 1940er Jahren als erstes oral aktive Präparat produzierte Premarin der Ayerst Laboratories offensiv als Mittel zur Behebung klimakterischer und postmenopausaler Erscheinungen vermarktet.¹¹¹² Die Wechseljahre der Frau wurden in den 1960er Jahren, etwa in Heinrich Martius' populärem *Kleinen Frauenbuch*, als „Übergang von einem Regulationsgleichgewicht in ein anderes Gleichgewicht“ geschildert. Diese Umstellung unter Beteiligung sämtlicher neurohormonaler Funktionen müsse notwendigerweise zu Störungen führen, „da die feinen Regulationen und Gegenregulationen nach der einen oder anderen Seite hin über die Grenzen des Normalen hinausschwingen“.¹¹¹³ Das Klimakterium wurde als eine zu Beginn des fünften Lebensjahrzehntes einsetzende Abnahme der Ovarialhormonproduktion definiert. Die Eierstöcke verlören ihre Ansprechbarkeit auf FSH-Gaben, dieser Funktionsverlust der Ovarien bedeute gleichzeitig den Wegfall der Bremse für das HVL-Zwischenhirnsystem. Aufgrund des Reglerprinzips, auch bekannt als Hohlweg-Effekt, setze danach eine vermehrte gonadotrope Aktivität ein.¹¹¹⁴ 1966 sorgte

1110 Stellungnahme des 2. Fachvertreters Siebke (2.8.1958), in: DFG-Archiv, Bonn, Ph 3/11. Zu Siebke: Forsbach, Die medizinische Fakultät, S. 238–247. Siebke hatte sich 1930 in Kiel habilitiert, bevor er ein Jahr später nach Bonn ging, um dort 1935 außerordentlicher Professor zu werden.

1111 Beihilfenkarte Nr. Ph 3, in: DFG-Archiv, Bonn, Ph 3. Antrag Hans-Herbert Stange, „histologische und histochemische Untersuchungen über die Wirkung gonadotroper Hormone auf die Keimdrüsen“ (12.2.1957), in: DFG-Archiv, Bonn, Sta 21/3; und Antrag Herbert Stange, „Untersuchung menschlicher Ovarien bei primärer und sekundärer Amenorrhoe“ (21.5.1953), in: DFG-Archiv, Bonn, Sta 21/1.

1112 Davis/Dinatale/Rivera-Woll/Davison, Postmenopausal Hormone Therapy, S. 210.

1113 Martius, Das kleine Frauenbuch, S. 106 f.

1114 Dapunt, Das klimakterische Syndrom, S. 301.

die Übersetzung des Bestsellers *Feminine forever* des amerikanischen Frauenarztes Robert A. Wilson mit dem sensationellen Titel *Die vollkommene Frau* in der Bundesrepublik für große Aufregung. Nach dem Vorabdruck in der Zeitschrift *Quick*, so leitete der *Spiegel* ein Interview zum Thema mit dem Gynäkologen Josef Zander ein, sei es in der deutschen Presse zu einer Art „Hormon-Krieg“ gekommen. Wilson wolle mit Östrogen die Wechseljahre abschaffen, lautete die ebenso skandalträchtige wie viel versprechende Schlagzeile. Der Krieg gehe darum, fasste der *Spiegel* zusammen, ob das Klimakterium etwas Naturgewolltes sei oder eine behbbare Krankheit. Eine mindestens vierzig Jahre alte Debatte erschien ganz neu. Vom *Spiegel* wurde Zander, der zusammen mit Karl Günther Ober und Helmut Meinrenken zur „Kaufmann-Schule“ gehörte, als ein Wissenschaftler eingeführt, der seine entscheidende Ausbildung in den USA erhalten habe und einen dementsprechend modernen Stil pflege. Im Interview propagierte er einen überlegten Einsatz der Östrogene zur Linderung von Klimakteriumsbeschwerden, da es sich bei den Wechseljahren um eine Mangelerkrankung handle. Einer der Faktoren dieses Mangels sei die Osteoporose sowie Herz- und Kreislaufleiden hervorrufende verminderte Östrogenbildung. Zander offenbarte, dass er bereits seit zwei Jahrzehnten „und zwar mit sehr guten Erfolgen“ mit Östrogenen therapiere: „Ich glaube, es gibt kein besseres Mittel bei der Behandlung klimakterischer Beschwerden als Östrogene oder Substanzen mit ähnlichen Wirkungen.“ Im *Spiegel*-Gespräch sprach sich Zander für eine Langzeitbehandlung mit Östrogenen aus, denn diese seien hochwirksame Substanzen mit außerordentlichen Heilwirkungen bei einer Reihe von Krankheitszuständen.¹¹¹⁵ Der Bremer Gynäkologe Gerhard F. Winter distanzierte sich 1965 ostentativ von jenen konservativen Medizinerinnen, die der Ansicht seien, die Beschwerden der Wechseljahre und der Menopause seien keiner Therapie bedürftig. Er selbst positionierte sich hingegen zu jener anderen Gruppe von modernen amerikanischen Ärzten, „die vielmehr eine hormonelle Substitution in jeder Hinsicht fordert und die diese Substitution bis in das hohe Alter hinein fortsetzt“. Winter behandelte klimakterische Beschwerden als „Östrogenmangelzustand“ mit aus Stutenharn oder Pflanzen gewonnenen „natürlichen konjugierten Östrogenen“, während ansonsten androgen-östrogene oder östrogen-gestagene Präparate verwendet wurden. Ob allerdings eine akute oder prophylaktische Hormontherapie angeraten sei, war ein ausdauernder Streitpunkt der gynäkologischen und endokrinologischen Debatte der späten 1960er Jahre. Eine hormonelle Präventivtherapie erschien dabei jedoch als die sowohl modernere als auch lukrativere Methodik.¹¹¹⁶

Für deutlich weniger öffentliches Aufsehen sorgte die von der endokrinologischen Gynäkologie, Pädiatrie, Psychiatrie und Sexualwissenschaft durchgeführte

1115 Müller/Petermann, Östrogen, S. 140, 145, 149; und Zander, Die Hormonbildung; Zur Kaufmann-Schule: Ludwig, Das Kaufmann-Schema, S. 3; und Ludwig, Navratil, S. 925 f. Zu Wilson und zur hormone replacement therapy: Roberts, Messengers, S. 120–128, 139; Sengupta, The Most Secret Quintessence, S. 169 f.; Houck, What Do These Women Want; und Watkins, Dispensing with Aging.

1116 Winter, Natürliche konjugierte Östrogene, S. 297 f.; Bettendorf, Das Klimakterium.

Identifizierung und Normalisierung als pathologisch bestimmter geschlechtlicher und sexueller Differenzierungen, wie sie vor allem in Hamburg und Kiel durchgeführt wurde. Philipp befasste sich seit Mitte der 1950er Jahre ausdauernd mit der Frage *normaler* Geschlechtlichkeit und hormonell bedingter geschlechtlicher Unbestimmtheiten, der Hormonbestimmung bei „Scheinzwittertum“. ¹¹¹⁷ 1960 arbeitete er mit dem Biochemiker Lothar Sachs vom Kieler Physiologisch-Chemischen Institut zusammen, um mit einer speziell entwickelten Methode Androgenfraktionen beim Hirsutismus und Virilismus je nach ihrer ovariellen oder adrenalen Herkunft getrennt zu bestimmen. ¹¹¹⁸ Im Dezember 1961 starb Philipp, seine Arbeiten zur Androgenbestimmung bei Hirsutismus wurden von Staemmler in Kooperation mit Sachs, der dazu ein neues papierchromatografisches Nachweisverfahren für C₁₇-Ketosteroide entwickelt hatte, fortgesetzt. Diese Arbeiten beruhten auf anthropometrischen Annahmen über den sexualhormonell in der Pubertät gestalteten Körperbau. Abweichungen der Körpermaße und -proportionen wiesen wiederum auf endokrine Dysfunktionen. Diese Pathologie der Fehlentwicklung, eines der zentralen Themen schon der sexualwissenschaftlichen Hormonforschung der 1920er Jahre, wurde in den 1960er Jahren wieder zu einem gewichtigen Bereich der Hormontherapie. Staemmler und Sachs kooperierten dabei mit dem Kieler Humangenetiker Wolfgang Lehmann sowie den Anthropologen Hans-Wilhelm Jürgens und Johann Schäuble. Dass sich eine Bestimmungsmethode wie die Papierchromatografie mit dem vertrauten Programm der endokrinen Konstitutionsforschung verband, relativiert die Vorstellung, dass neue technische Verfahren notwendigerweise innovative Forschungen generieren. ¹¹¹⁹

Hormonbestimmung und Diagnostik waren seit den späten 1950er Jahren Techniken der Psychoendokrinologie. Zu einem Zentrum der diagnostischen Hormonforschung wurde die II. Medizinische Universitäts-Klinik Hamburg-Eppendorf unter dem seit 1950 auch als Rektor der Universität Hamburg fungierenden Arthur Jores, der sich in den 1950er Jahren vor allem mit Klinik und Therapie endokrin-bedingter Sexualstörungen befasste. ¹¹²⁰ Jores reüssierte nicht nur 1953 als Gründer der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie, sondern sorgte auch für die Institutionalisierung endokrinologischer Forschung und Klinik an den entsprechenden Abteilungen des Hamburger Universitätskrankenhauses. Gerhard

1117 Antrag Ernst Philipp, „Ovarielle Fehlbildungen, Scheinzwittertum (Durchführung von Hormonbestimmungen)“ (10.8.1956), in: DFG-Archiv, Bonn, Ph 3/8.

1118 Stellungnahme des 2. Fachvertreters G. Schubert (12.12.1960), in: DFG-Archiv, Bonn, Ph 3/13.

1119 Staemmler/Sachs, Papierchromatographische Fraktionierung; und Staemmler/Sachs/Brehm, Anthropometrische Untersuchungen, S. 610; Vermerk Latsch (18.4.1962), in: DFG-Archiv, Bonn, Ph 3/1, 2, 3; und Stellungnahme des Vorsitzendes Fachausschusses H. E. Bock (28.3.1962) zum Antrag Hans-Joachim Staemmler, „Androgen-Analysen im Blut und Harn“, in: DFG-Archiv, Bonn, Sta 15/13. Zu dem völkisch argumentierenden Jürgens: Weiß, Jürgens.

1120 Antrag Arthur Jores, „Untersuchungen über Klinik und Therapie der endokrin bedingten Sexualstörungen“ (9.12.1950), in: DFG-Archiv, Bonn, Jo 1; und Antrag Arthur Jores, „Erforschung der psychosomatischen und somatopsychologischen Zusammenhänge bei innersekretorischen Erkrankungen“ (19.6.1957), in: DFG-Archiv, Bonn, Jo 1/19.

Bettendorf wiederum, der sich 1961 in Hamburg zu Gonadotropinen habilitierte und unter dessen Leitung 1962 eine Abteilung für klinische und experimentelle Endokrinologie gegründet wurde, avancierte 1968 zum außerplanmäßigen Professor an der dortigen Universitätsfrauenklinik und förderte deren endokrinologisch-reproduktionsmedizinische Ausrichtung. Klaus-Dieter Voigt, der intensiv zum chromatografischen Nachweis von Sexualhormonen gearbeitet hatte und das Hormonlabor sowie seit 1973 die Abteilung für klinische Chemie des Hamburger Universitätskrankenhauses leitete, setzte sich zudem persönlich für die Einrichtung des DFG-Sonderforschungsbereichs Endokrinologie in Hamburg ein. Die Entwicklung von hormonanalytischen Verfahren war insbesondere in Hamburg mit der klinischen Anwendung verzahnt. Neben Pontius und Voigt war es vor allem Napp, den Diczfalusy als einen der „Jungtürken der Reproduktionsendokrinologie in Europa“ bezeichnete, der in Hamburg Mitte der 1950er Jahre bei Gerhard Schubert zur Östrogenausscheidung und zum Östrogenstoffwechsel unter physiologischen und pathologischen Bedingungen arbeitete. Wenn bedeutsame Veränderungen des Hormonspiegels in den Urinwerten der Ausscheidungsprodukte nachweisbar waren, dann waren damit zugleich auch Instruktionen zu einer Hormontherapie gegeben.¹¹²¹ Eine bemerkenswerte Rolle bei der Hormontherapie morphologischer Veränderungen und funktioneller Abweichungen spielte der Endokrinologe Jürgen R. Bierich. Unter dem Einfluss von Jores spezialisierte sich Bierich auf die pädiatrische Endokrinologie und habilitierte sich 1956 zur „Funktion der Nebenniere in der Kindheit und Pubertät“. Seit Mitte der 1950er Jahre arbeitete Bierich zur Therapie des kaum als einheitliches Syndrom zu fassenden „hypophysären Zwergwuchs“, später umbenannt in „menschliche Minderwuchsformen“, den er auf verminderte thyreotrope Stimulation zurückführte. 1962 wurde Bierich außerplanmäßiger Professor an der Universitätskinderklinik in Hamburg; 1968 erhielt er dann einen Ruf auf den Lehrstuhl für Kinderheilkunde an der Universität Tübingen. Sein Spezialgebiet war der Komplex von Nebenniere, Pubertät und Wachstum. Einem Fachgutachter galt Bierich 1969 als einer der ganz wenigen qualifizierten „Pädo-Endocrinologen“ im Bundesgebiet.¹¹²² Zu Bierichs einflussreichem Forschungsprojekt gehörte ein entwicklungsphysiologisches Konzept der hormontherapeutisch regulierbaren Fehlentwicklung. Der in Zusammenarbeit mit der Psychiaterin Hedwig Wallis etablierte Forschungszusammenhang war zudem eines der Zentren der Intersexuellenforschung in der Bundesrepublik. Seit 1962 wurde Bierich im DFG-Schwerpunkt Endokrinologie mit Forschungen

1121 Napp/Tonguç/Karaaliler, Die Oestrogen- und Pregnandiolausscheidung, S. 2; sowie Antrag Dr. Napp, „Fortführung von Untersuchungen über die fraktionierte Oestrogenausscheidung, und in den Oestrogenstoffwechsel“ (22.7.1958), in: DFG-Archiv, Bonn, Na 24/3; und Antrag Johann-Heinrich Napp, „Einblicke in die fraktionierte Oestrogenausscheidung und in den Oestrogenstoffwechsel“ (10.2.1956), in: DFG-Archiv, Bonn, Na 24/1. Diczfalusy, *The Contraceptive Revolution*, S. xvi.

1122 Stellungnahme des 2. Fachgutachters Prof. H.-R. Wiedemann (17.4.1969) zum Antrag Jürgen R. Bierich, „Untersuchungen zur Physiologie und Pathophysiologie des menschlichen Wachstumshormons“, in: DFG-Archiv, Bonn, Bi 77/7; und Harnack/Bierich, *Hypophysärer Zwergwuchs*.

zur Physiologie und Pathologie des Wachstums und den physiologischen Vorgängen der sogenannten Adrenarche – dem Beginn der Produktion von Androgenen in der Nebennierenrinde vor Beginn der Pubertät – sowie seit 1969 im DFG-Schwerpunkt Schwangerschaftsverlauf und Kindesentwicklung zur Physiologie und Pathophysiologie des menschlichen Wachstumshormons gefördert.¹¹²³ Im Feld der Psychoendokrinologie kamen Konstitutionsforschung, Sexualpathologie und Endokrinologie als instruktiver Zusammenhang der hormonanalytischen und anamnetischen Repräsentation sowie der hormon- und psychotherapeutischen Intervention zusammen. Der beim ehemaligen Kretschmermitarbeiter Gerhard Mall an der Pfälzischen Landeslinik Landeck arbeitende Psychiater Kurt Dengler formulierte dies 1960 in seinem Aufsatz zur „Psychoendokrinologie des Klinefelter-Syndroms“ deutlich aus: Es sei notwendig, dass bei der Behandlung endokrin bedingter psychopathologischer Syndrome „nicht allein eine ganzheitlich orientierte endokrinologische Konstitutionsanalyse sich mit einer subtilen psychopathologischen Diagnostik vereint, sondern daß auch bei der Behandlung der Psychotherapeut aufs engste mit dem Endokrinologen zusammenarbeiten muß“.¹¹²⁴ Die Entwicklung neuester Verfahren zum Hormonnachweis, die Interpretation der Daten in Bezug auf adjustierbare somatopsychologische Zustände und die therapeutisch-normalisierende Anwendung bedingten einander.

Während also in der Gynäkologie, Psychologie und Sexologie eine Readjustierung endokrinologischer Repräsentation und Intervention stattfand, setzte die tierzüchterische Hormonforschung ungebrochen die Programmatik der Leistungssteigerung und Wachstumsstimulierung, der hormonellen Kontrolle und Steuerung, der Fertilitätssteigerung und Sterilitätsbehandlung als evidente Ziele einer effektiven Masttierzucht fort. Personell gesichert wurde eine Kontinuität über das Kriegsende hinaus namentlich durch Walter Koch, mittlerweile Direktor der Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht in Celle, und Johannes Brüggemann, der seit 1950 den Lehrstuhl für Physiologie, physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie der tierärztlichen Fakultät der Universität München innehatte.¹¹²⁵ Koch beantragte 1952 bei der DFG im Fach Landwirtschaft und Gartenbau Forschungsgelder zu seinem alten Thema der Wirkung von Hormonen auf den tierischen Organismus. Seine Arbeiten waren ausdrücklich mit der „Ermittlung der konstitutionellen Leistungsfähigkeit“ verbunden, ebenso forschte er aber auch zum Einfluss östrogenen Hormone auf die Fleischqualität. Ein anonymer Fachgutachter bemerkte in Kochs Anträgen zugleich eingeübte Thematiken und eine durchaus selbstreflektive Neuausrichtung der tierphysiologischen Endokrinologie: „Die Hormonforschung habe für die tierische Erzeugung seit Jahren eine grosse

1123 Beihilfenkarte Nr. Bi 77, in: DFG-Archiv, Bonn. Klöppel, XX0XY ungelöst, S. 337–373; und Klöppel, Die Formierung, S. 236.

1124 Dengler, Beitrag zur Psychoendokrinologie, S. 637.

1125 Brüggemann erhielt von der DFG zwischen 1951 und 1956 151.483 DM, davon allein 92.140 DM im Rahmen des Schwerpunkts Tierernährung. Antrag Johannes Brüggemann, „Histometrische Untersuchungen über die Wirkung von wachstumsstimulierenden Substanzen auf endokrine Organe“ (5.9.1956), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/1a.

Bedeutung erlangt. Die Zusammenhänge zwischen Hormonen und Leistungssteigerung seien nur zum Teil bekannt. Das Forschungsvorhaben sei von ausserordentlicher Bedeutung, zumal die Meinungen über die Zweckmässigkeit der Anwendung von Hormonen in der tierischen Ernährung durchaus geteilt seien. Eine Klärung sei umso dringender, als der Antragsteller zugleich die Frage der Unbedenklichkeit des Genusses von Fleisch hormonal behandelte Tiere durch den Menschen klären wolle.¹¹²⁶ Brüggemanns erfolgreichster Schüler war der 1928 geborene Heinrich Karg, der 1953 in München promoviert wurde und dann als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der tierärztlichen Fakultät arbeitete, um dort 1958 zu habilitieren. 1967 erhielt er schließlich den Ruf zum Direktor des Instituts für Milcherzeugung in Weihenstephan, welches alsbald in Institut für Physiologie der Süddeutschen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft umbenannt wurde. Karg war der einflussreichste Tierphysiologe der 1960er Jahre. Er etablierte nicht nur den Radioimmunotest in der Bundesrepublik, sondern setzte auch endgültig die Endokrinologie in der veterinärmedizinischen Physiologie durch.¹¹²⁷ Seine Arbeiten waren als „Wachstumsstimulierung“, „willkürliche Steuerung der Ovarfunktion beim Rind“ oder „Steuerung der Ovarfunktion beim Rind durch Gestagenbehandlung“ dezidiert auf die Nutz- und Schlachttiere optimierende und regulierende Hormonisierung ausgerichtet. Innovative Hormonbestimmungsmethoden lagen diesem Vorhaben zugrunde. Virtuos verband Karg *Regulierung*, *Standardisierung* und *Aktivierung* und wurde dafür großzügig von der DFG unterstützt. Sein erstes größeres Forschungsprojekt entstand 1956 und finanzierte ihn als wissenschaftlichen Mitarbeiter in einem von Brüggemann gestellten Antrag über die Wirkung von wachstumsstimulierenden Substanzen auf endokrine Organe. Im Folgeantrag trat Karg bereits selbst als Antragsteller auf.¹¹²⁸ 1958 formulierte Karg dann seine Erfolg versprechende Forschungsrichtung als „Hormone und Hormonwirkungen in der Nutztiermast“. Die Prüfungsgruppe für diesen DFG-Antrag betonte 1962 den praktischen Aspekt von Kargs Forschungen, weil sich nämlich mit der endokrinologischen Tierphysiologie ein weiteres innovatives und wirtschaftlich höchst bedeutsames Forschungsfeld aufteue. Im 1968 eingerichteten Schwerpunkt Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung arbeitete Karg dann auch seit 1969 hoch gefördert zur „Hormonale(n) Kontrolle der willkürlichen Steuerung der Ovarfunktion beim Rind“. Kargs Endokrinologie war in Brüggemanns Worten „ein sehr guter Beitrag zum Verständnis endokriner Regulationen,

1126 Sachbeihilfe Walter Koch, „Fortsetzung von Untersuchungen zur Gewinnung einer objektiven Methode zur Beurteilung der Fleischqualität“ (ohne Datum, ca. Ende 1953), in: DFG-Archiv, Bonn, Ko 69/4; und Antrag Walter Koch, „Untersuchungen über die Wirkung von Hormonen auf den tierischen Organismus mit dem Ziel der Ermittlung der konstitutionellen Leistungsfähigkeit“ (26.4.1952), in: DFG-Archiv, Bonn, Ko 69/1.

1127 Alsing, Heinrich Karg.

1128 Antrag Johannes Brüggemann, „Histometrische Untersuchungen über die Wirkung von wachstumsstimulierenden Substanzen auf endokrine Organe“ (5.9.1956), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/1a; und Antrag Heinrich Karg, „Histometrische Untersuchungen über die Wirkung von wachstumsstimulierenden Substanzen auf endokrine Organe“ (9.9.1957), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/2a.

die bei den zentralen Lebensvorgängen wie Anpassung, Fortpflanzung und Wachstum eine Rolle spielen“.¹¹²⁹ Dabei behandelte Karg schon seit Ende der 1950er Jahre auch Fragen, die neben dem wissenschaftlichen und wirtschaftlichen auch von großem öffentlichen Interesse waren, da die in den USA gängigen Praktiken der Hormonzugabe zum Tierfutter auch in der Bundesrepublik zunehmend diskutiert wurden. Mit der Novelle des Lebensmittelgesetzes vom Dezember 1958 war die Östrogenbehandlung zur Beeinflussung der Fleischbeschaffenheit in der Bundesrepublik verboten. Die Futtermittelverordnung von 1951 schloss allerdings eine Zufuhr von hormonhaltigem Futter keineswegs grundsätzlich aus. Die östrogene Mast von Schlachttieren wurde in den 1950er Jahren weltweit unterschiedlich gehandhabt und war auch innerhalb der Staaten nicht widerspruchsfrei geregelt. In der Bundesrepublik wurde deshalb zu diesem Thema intensiv weitergeforcht.¹¹³⁰ Nutztierzüchtung im Allgemeinen und Schlachtviehaufzucht im Besonderen bildeten ein hochgradig ökonomisiertes, auf Leistung, Effizienz und Profitmaximierung ausgerichtetes Gefüge, in dem Forschung und Landwirtschaftsindustrie eng kooperierten.¹¹³¹ Der Blick richtete sich vornehmlich auf die USA, wo die Hormonbehandlung von Nutztieren zu Mastzwecken nicht wie in der Bundesrepublik verboten war. In der Mastzucht wurden dabei aus Kostengründen Stilbene eingesetzt, die zudem oral stark wirksam waren. Zur Verwendung kamen außerdem Steroidöstrogene enthaltende Kombinationspräparate. Zwar hatte Östradiol eine geringere orale Wirkung, dafür gab es weniger Bedenken im Bezug auf die Rückstände. Einen großen Einsatz fanden Hormone in den USA zu Beginn der 1960er Jahre in der Rindermast, namentlich bei Jungochsen, die später die in den USA so begehrten Steaks liefern sollten. In der Bundesrepublik, so Karg, war eher Jungbullenfleisch für Würste gefragt, weshalb die Östrogenmast ohnehin weniger bedeutungsvoll erschien.¹¹³² Der zweite bedeutsame Aspekt des Kargschen Forschungsprogramms war der hormonelle Einfluss auf die Fertilität und die Sterilität der Nutztiere. Im Laufe der 1960er Jahre konzentrierte sich Karg in diesem Sinne auf die Untersuchung einzelner Hormone und deren Bestimmung im Plas-

1129 Antrag Heinrich Karg, „Vergleichende Untersuchungen über das Hypophysenhormon“ (28.12.1966), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/15; Stellungnahme des 1. Fachvertreters Hans Schellner im Antrag Heinrich Karg, „Untersuchungen am Gonaden, Nebennieren und Thyemen über einige endokrine Korrelationen sowie deren Beziehungen zum Wachstum“ (10.10.1962), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/7; und „Niederschrift über die Sitzung der Prüfungsgruppe zum Schwerpunkt ‚Ernährungsforschung‘ der Deutschen Forschungsgemeinschaft am 3. Oktober 1962 in Bad Godesberg“, in: BA Koblenz, B 227/050498.

1130 Stellungnahme der Prüfungsgruppe im Antrag Heinrich Karg, „Hormone und Hormonwirkungen in der Nutztiermast“ (29.8.1958), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/3a; Engel/Säuberlich, Lebensmittelhygienische Betrachtungen.

1131 Beispielhaft: Antrag Joachim Kliesch, „Untersuchungen über die Verwendung von Hormonen in der Kleintierzucht zwecks Verbesserung der Fleischleistung und Fleischqualität“ (11.6.1953), in: DFG-Archiv, Bonn, Kl 52/7; und Antrag Joachim Kliesch, „Hormonale Beeinflussung der Fruchtbarkeit, der Schlachtqualität u. der Legeleistung von verschiedenen Kleintieren“ (bewilligt am 4.7.1952), in: DFG-Archiv, Bonn, Kl 52/2.

1132 H. Karg, „Probleme bei der Anwendung von östrogenen Hormonen bei Masttieren“, in: Archiv für Lebensmittelhygiene 15 (1964) (in: BA Koblenz B 227/050500).

ma.¹¹³³ Hormonanalyse und Hormonanwendung gehörten bei Karg zusammen, was seine Forschungen immer auch zugleich „theoretisch hoch interessant“ und „von großer Bedeutung für die Praxis“ machten.¹¹³⁴

Techniken und Praktiken der *Aktivierung* von Steroidhormonen in der Tierzucht, Gynäkologie, Psychiatrie oder Pädiatrie waren austausch- und übersetzbar. Während in der Tiermast die Gewichtszunahme zur optimalen und profitablen Verwertung der Tierkörper jedoch das evidente Ziel der Hormonbehandlung war, standen Wuchsleistungen beim Menschen in den späten 1960er Jahren bereits unter dem Verdacht des Dopings. Gleichwohl waren Hormonisierungen von Frauen und Nutztieren immer auch synchronisiert und in Bezug auf die jeweiligen Ziele der endokrinen Regulation von Sterilität und Fertilität, auf Physiologie und Pathologie austauschbar. Noch 1968 bemerkte ein DFG-Gutachter anerkennend, die Erforschung der Gelbkörperhormone zu hormonalen Regulationsmechanismen beim Rind ließe sich auch in der Humanmedizin, das heißt bei Frauen, anwenden.¹¹³⁵ Die Praxis der Hormonisierung offenbart, dass die Schicksale von Schlachttieren nicht so weit von denen der Menschen entfernt sind.

5.2. VITAMINISIERUNG: VOLLWERTIGE ERNÄHRUNG UND DAS LEISTUNGSOPTIMUM, 1934–1962

Heinrich Kraut, Leiter der physiologisch-chemischen Abteilung des KWI für Arbeitsphysiologie in Dortmund, sprach sicherlich pro domo, wenn er 1941 die Genealogie der so außerordentlich expandierenden Disziplin der Ernährungsforschung ausdrücklich auch chemisch mit dem Begriff der Leistungsfähigkeit verband. Der Zusammenhang zwischen Ernährung und Leistung sei ein besonders wichtiger Zweig arbeitsphysiologischer Forschung.¹¹³⁶ Die Ernährungsphysiologie müsse alle Schritte des intermediären Stoffwechsels als Stoffwechselbilanz nachverfolgen, rekonstruierte Kraut eine von Justus von Liebig bis zu Max Rubner reichende Genealogie der Ernährungsforschung. Der Körper benötige ausreichend Gehalt an Kalorien für den Energiebedarf und genügend Eiweiß zur Erhaltung und Ergänzung des Körpereiwisses. Aber nach der neuen Ernährungslehre des

1133 Antrag Heinrich Karg „Vergleichende Untersuchungen über das Hypophysenhormon ISCH“ (17.9.1963) und Antrag Heinrich Karg „Vergleichende Untersuchungen über das Hypophysenhormon“ (25.5.1964), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101.

1134 Stellungnahme des 1. Fachvertreters Dr. F. Neumann zum Antrag Heinrich Karg, „Hormonale Kontrolle der willkürlichen Steuerung der Ovarfunktion beim Rind“ (16.10.1968), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/22; und Stellungnahme des 2. Fachgutachters Hans Schellner im Antrag Heinrich Karg, „Vergleichende Untersuchungen über das Hypophysenhormon“ (15.6.1964), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/11.

1135 Stellungnahme des 1. Fachvertreters Dr. F. Neumann zum Antrag Heinrich Karg, „Hormonale Kontrolle der willkürlichen Steuerung der Ovarfunktion beim Rind“ (16.10.1968), in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/22.

1136 Kraut/Droese, Ernährung, S. 3f. Zu Kraut: Raehlmann, Arbeitswissenschaft, S. 98–122; Thoms, Einbruch, S. 120–125; Heim, Kalorien, S. 102–120; und Eicholtz, Die Krautaktion.

20. Jahrhunderts brauche er vor allem auch genügend Vitamine und Mineralsalze zur Inanghaltung der Körperfunktionen.¹¹³⁷ Das Ziel der Arbeitsphysiologie war nicht die tayloristische Leistungsmaximierung, sondern die Ermittlung und Erreichung eines Leistungsoptimums. Als Maß einer vollwertigen Ernährung dürfe nicht nur das Fehlen von äußerlich feststellbaren Mangelsymptomen gelten, differenzierte Kraut, man müsse von der Ernährung verlangen, „daß sie uns in den Vollbesitz derjenigen Fähigkeiten bringt, die ein jeder zur Erfüllung seiner beruflichen Aufgaben braucht“. Ernährungs- und Vitaminforschung waren bedeutsame Bestandteile der nationalsozialistischen Leistungsmedizin.¹¹³⁸

Vitamine synthetisierten in den 1930er und 1940er Jahren die lebensreformerischen Selbsttechnologien der richtigen Ernährung, molekulares Wissen über die richtige Ernährung und den kriegswichtigen Bedarf an richtiger Ernährung. Sie waren Hauptbestand eines grundlegenden „Strukturwandel(s) der Volksernährung“. ¹¹³⁹ Seit Ende des 19. Jahrhunderts wurde nicht nur die Lebensmittelproduktion und -distribution, sondern auch die Art und Weise der Ernährung reguliert. Dazu entstand im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts ein Gefüge wissenschaftlicher Expertisen, populärer Belehrungen, intensiv wiederholter Anweisungen und akribisch eingehaltener rigoroser Ernährungspraktiken. Vor allem die Reformbewegungen haderten mit den Ernährungsphysiologen über die richtige Art der Ernährung, über die Sonnenenergie im Blattgrün oder tierisches Eiweiß als „Kraftstoff des Lebens“. ¹¹⁴⁰ Die Rohkosternährung und die fleischlose Kost als Teil einer umfassenden Körperreform und Körperkultur etablierten zu Beginn des 20. Jahrhunderts eine Lebensweise gemäß den Geboten der Reinheit, Gesundheit und Vitalität. Die Vitamine reüssierten zugleich als Beweise und Agentien einer fortschrittlichen Lebenspraxis, welche die vermeintlichen Verluste der Industrialisierung, Urbanisierung und Zivilisierung aufhoben und die Entstehung eines „neuen Menschen“ anbahnten. Die *Aktivierung* der Vitamine war dabei immer schon an den Notstand der Moderne gebunden. Als Eijkman und Grijns das Auftreten der Beriberi mit der Entfernung des Silberfruchthäutchens und des Reiskeims erklärten, war die europäische Reishülsmaschine, Agentin kolonialistischer Industrialisierung, als eine Verursacherin der Avitaminose identifiziert worden. ¹¹⁴¹ Avitaminosen verwiesen auf den grundsätzlichen Mangel der Zivilisation im Allgemeinen und der industriell entfremdeten Nahrungsmittelproduktion im Besonderen. Eine entsprechende Geschichte, die den Vitaminen eine Opfer- und Widerstandsrolle zugleich zuwies, wurde seit den 1920er Jahren redundant ausformuliert: Industrialisierung und Urbanisierung hätten für einen Ernährungsnotstand gesorgt; Avitaminosen seien nichts

1137 Kraut/Droese, Ernährung, S. 1 f.

1138 Kraut/Droese, Ernährung und Leistungsfähigkeit, S. 7; Neumann, Nutritional Physiology; und Proctor, The Nazi War, S. 154–160. Zur Methodik der Leistungsoptimierung und -maximierung im Bezug auf den Taylorismus: Rabinbach, The Human Motor, S. 238–270.

1139 Oberkrome, Ordnung, S. 174.

1140 Hierholzer, Nahrung; Briesen, Das gesunde Leben; Fritzen, Gesünder leben, S. 201–204; Möhring, Marmorleiber, S. 308–312; Merta, Wege, S. 93–208; Barlösius, Naturgemäße Lebensführung; Barlösius, Soziologie, S. 220–227; und Baumgartner, Ernährungsreform.

1141 Carpenter, Beriberi, S. 17–22, 41–44, 57 ff.

anderes als eine Kulturkrankheit; im natürlichen Zustand würden die meisten der gebräuchlichen Nahrungsmittel genügende Mengen an Vitaminen enthalten.¹¹⁴² Mit der demografischen Verschiebung vom Land zur Stadt, ergänzte Carl-Arthur Scheunert, sei eine Umstellung der Kost einhergegangen. Ballastarme, leicht verdauliche und leicht zubereitbare Nahrungsmittel, die sich bequem essen ließen und durch besondere Schmackhaftigkeit auszeichneten, seien immer mehr in den Vordergrund gerückt. Die Nahrung sei nunmehr fett- und fleischreich geworden, enthalte vorwiegend weißes Brot und Mehl. Ballastreiche Nahrungsmittel wie Schwarzbrot und Gemüse seien hingegen zurückgegangen. Dies führe automatisch zu einer Vitaminverarmung, zu der die industrielle Verarbeitung und veränderte Zubereitungsweise noch beitrage.¹¹⁴³

Um den Ernährungsnotstand nicht nur aufzuhalten, sondern in sein Gegenteil zu verkehren, brauchte es Wissenschaft und Aufklärung, staatliche Maßnahmen und Reglementierungen.¹¹⁴⁴ Die reformierten Ernährungsvorschriften, veranschaulicht in Vitamintabellen, die täglichen Äpfel sowie das mittels technischer Neuerungen gedünstete oder gegarte Gemüse waren Medien der alltäglichen Prävention und Selbstsorge. Die unangefochtene Agentin dieser neuen Ernährungsweise war die Hausfrau. Die *Zeitschrift für Ernährung* richtete sich mit der Bitte um aktive Mitarbeit ausdrücklich nicht nur an Physiologen, Ärzte und Hygieniker, „sondern auch an die Vertreter von Land- und Volkswirtschaft, von Industrie und Handel, an Arbeitnehmer und Arbeitgeber, Behörden und Private, ganz besonders aber an die Frau“. Der Hausfrau, als Helferin des Arztes in der Diätküche und am Krankenbett, als Pflegerin und als Wohlfahrtsbeamtin, als Lehrerin und Erzieherin, so hieß es weiter, sei ja im besonderen Maß die Möglichkeit gegeben, auf dem Gebiet der Ernährung aufklärend, erziehend und lebensgestaltend zu wirken.¹¹⁴⁵ Auch Hans Reiter betonte anlässlich der Gründung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung im Dezember 1935, dass die Ernährungsfrage staatspolitischer Art sei, und dass man sich dabei ganz eng an die Mitwirkung des Deutschen Frauenwerks binden wolle.¹¹⁴⁶ Auf einer Arbeitstagung der Gau-Vertrauensmänner für Volksernährung übernahm 1936 Margarethe Nothnagel, weiblicher Gast dieses Männerbundes, die Aufgabe, die wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Erkenntnisse für die Belehrung und Aufklärung der Hausfrau als „Hüterin der Gesundheit der Familie“ auszuwerten.¹¹⁴⁷ Die Hausfrau reüssierte in den 1930er Jahren offiziell als Technikerin des Mangels, aber auch als Garantin der Leistung. Sie erhielt die Aufgabe der Lebensmittelkontrolle vor Ort und etablierte sich sukzessive als

1142 Ziegelroth, Ueber Vitamine, S. 56.

1143 Scheunert, Erzeugung, S. 119.

1144 Thoms, Vitaminfragen.

1145 Schriftleitung und Verlag, An die Bezieher. Zu den Vitamintabellen: Anonym, Lehrtafeln; und Scheunert, Vitamintabelle. Aber auch: Schäfer, Das neue illustrierte Kochbuch. Zu vitaminschonenden Apparaten: Scheunert/Reschke/Kohlemann, Gasherdt; Werner, Vitamine, S. 144 f.; und Werner, Vitamine als Mythos, 15 f.

1146 Anonym, Begrüßungsansprache, S. 7.

1147 Ertel, Über die Arbeitstagung, S. 102. Zu Margarethe Nothnagel: Treitel, Nature, S. 146 f.

die idealtypische Verbraucherin und mittels der Institution der Hausfrauenverbände durchaus auch als politische Kraft.

Die nationalsozialistische Ernährungspolitik verknüpfte den reformerischen Diskurs mit dem Primat einheimischer Nahrungsmittel und verschärfte den Zwang zur guten Ernährung als Leistungsnachweis des privilegierten Volkes. Der Mensch als Organismus, so Reiter, sei erbbiologisch vorbestimmt und unveränderbar, aber im Zusammenspiel mit der Umwelt, deren wichtigster Bereich die Ernährung sei, müsse jener Mensch geschaffen werden, dessen Wille auf Leistungssteigerung ausgerichtet sei. Zentral sei die Überwindung des durch eine falsche Lebensführung bedingten „Leistungsknicks“. Zwischen den Größen des minimalen Ernährungsbedarfs und des Höchstleistungen garantierenden Ernährungsoptimums lagen die Potenziale der Entwicklungssteigerung, für welche die Gesundheitsführung zu sorgen habe.¹¹⁴⁸ Exemplarisch drückt sich dies in der Definition nationalsozialistischer Ernährungsforschung aus, die der umtriebige, unter anderem auch im Hauptamt für Volksgesundheit der NSDAP aktive Franz Wirz anbot: Die Ernährungsgewohnheiten des Volkes hätten sich durch die Verstädterung dramatisch geändert, eine Entfremdung von der Natur und die Verkünstelung der Nährstoffe zeitigten schreckliche Folgen. An die Stelle der Kohlenhydrate seien deshalb die Eiweiße getreten, das Brot sei überhaupt kein Naturprodukt mehr und entwertet, das Mehl chemisch und mechanisch misshandelt. Wirz sang das Loblied auf die natürliche, reine und einfach zu gestaltende Nahrung, die komplex, integral und nährstoffreich sei. Biologisches und nationalsozialistisches Denken waren hier ausdrücklich eins, denn erst die nationalsozialistische Ernährungspolitik würde dem Biologischen und dem Ganzheitsbegriff zu ihrem Recht verhelfen. Als Nationalsozialist wollte Wirz keineswegs einem reformerischen Purismus das Wort reden und verteidigte durchaus einen gemäßigten Genuss. Der völkische Hauptsatz lautete jedoch, dass nicht jeder so leben dürfe, wie es ihm gerade passe, sondern jeder habe sich bei seinem Handeln stets zu fragen, ob er damit seinem Volke nütze oder schade: „Mit Härte muß an dem Aufbau auf dem Gebiete der Volksernährung gearbeitet werden und allen Widersachern der Grundsatz eingehämmert werden: Gemeinnutz geht vor Eigennutz.“¹¹⁴⁹ Die Grundlage des totalen Staates, so deklamierte es im selben Jahr der Sportmediziner und Sozialhygieniker Hans Hoske, sei die menschliche Leistung, die auf einer Diätetik der geregelten Lebensweise und gesunden Ernährung basiere. Leistung, so brachte Hans Ronge, Direktor der Bad Hersfelder Diätschule, die nationalsozialistische Ernährungspolitik auf den Punkt, laute die ebenso biologische wie nationale Forderung.¹¹⁵⁰

Noch zu Beginn der 1930er Jahre war eine experimentelle Vitaminforschung durchaus randständig. Diese wurde, wie Scheunert bedauernd bemerkte, „fast ohne

1148 Reiter, Gesundheitsführung, S. 185.

1149 Wirz, Nationalsozialistische Forderungen. Zum nationalsozialistischen Nahrungs- und Ernährungskonzept: Treitel, Nature. Zu Wirz: Drews, Die „Nazi-Bohne“, S. 132–137.

1150 Ronge, Das individuelle biologische Bestmaß; und Hoske, Die menschliche Leistung. Dass Hoske mit einer nur notdürftig semantisch gereinigten Version des Leistungsdogmas dann auch in der Bundesrepublik eine glänzende Karriere machte, zeigt Beck, Leistung.

jeden Anteil deutscher Institute im wesentlichen von amerikanischen Gelehrten (geleistet)“.¹¹⁵¹ Einen deutlichen Entwicklungsschub erhielt der Komplex Ernährungs- und Vitaminforschung erst im Nationalsozialismus. Zahlreiche Arbeitsgruppen, organisiert von DFG und Reichsforschungsrat, angetrieben vom Reichsgesundheitsamt, führten dauerhafte, lang angelegte Forschungsprojekte durch, die sich auf die zentralen Fragen des Vitamingehalts, der Vitaminwirkung und des Vitaminbedarfs konzentrierten. Grundlegend ging es darum, das Vitaminminimum zu sichern, aber für bestimmte Gruppen ein Vitaminoptimum zu erreichen. Im Zuge der autarkiepolitischen Ausrichtung sollten einheimische vitaminreiche Produkte ermittelt und Nahrungsmittel vitaminisiert werden. Die Frage des minimalen oder optimalen Vitaminbedarfs beschäftigte bereits in den 1920er Jahren auch die League of Nations Health Organization. Und sie war ebenso entscheidend bei der Befassung des Völkerbunds mit dem Ernährungsproblem im Jahr 1936. Eine Pflicht zur gesunden und vitaminreichen Ernährung gab es seit den 1920er Jahren in allen transatlantischen Staaten. Schließlich wurde gerade auch in Großbritannien seit dem Ersten Weltkrieg ausführlich darüber diskutiert, dass zur modernen Kriegsführung eine gesicherte Ernährung der Bevölkerung gehört.¹¹⁵² Gleichwohl erhielt die erstaunliche Dynamisierung der Ernährungsforschung im Allgemeinen und der Vitaminforschung im Besonderen im nationalsozialistischen Deutschland eine markante Färbung durch die Verabsolutierung des Leistungsbegriffs, die Ausrichtung auf Vitamingehalt und -wirkung sowie die selektive Verteilung des Vitaminbedarfs.

Mit dem im April 1934 zirkulierten Kriegsernährungsplan, der in einer Auflage von fünfzig Exemplaren als geheime Reichssache an die entsprechenden Stellen verteilt wurde und das Szenario eines auf den 1. Oktober 1938 datierten Kriegsbegins durchspielte, wurden die entscheidenden Bedingungen der Kriegsernährung festgeschrieben: Der Krieg habe unbekannte Dauer, es müssten echte Reserven gebildet werden, eine Zufuhr von ausländischen Nahrungs- und Futtermitteln finde ab Kriegsbeginn nicht mehr statt.¹¹⁵³ Die kriegswichtigen Fragestellungen lauteten deshalb: Was sind vitaminreiche Nahrungsmittel? Wie wirkt sich die reduzierte Kriegsernährung aus? Was ist der genaue Vitaminbedarf? Gibt es vitaminreiche Ersatzprodukte? Wie kann der Vitamingehalt optimiert werden? Wie lassen sich Nahrungsmittel vitaminisieren? Die Ermittlung des Minimums der Leistungssicherung, die Frage der Synthetisierung, die Suche nach Ersatzprodukten, die optimale Ausnutzung der Vitaminquellen, die Erhaltung des Vitamingehaltes in Konserven und Trockenprodukten, schließlich die eigentliche Vitaminisierung, die Anreicherung von Nahrungsmitteln mit künstlichen oder natürlichen Vitaminen,

1151 Kraut/Droese, Ernährung, S. 6f.; und A. Scheunert, „Grundgedanken zur Errichtung eines Instituts für Vitamin und Ernährungsforschung“ (23.10.1939), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 83.

1152 Société des nations, Le problème de l'alimentation; Apple, Vitamania; Smith, The Emergence; Weindling, The Role of International Organizations; und Kamminga, Vitamins, S. 90f.

1153 „Kriegsernährungsplan. 1.10.1938. I. Text“, S. 1, in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 72; Thoms, Einbruch, S. 127; und Heim, Kalorien, S. 108.

wurden zu vorrangigen Forschungsaufgaben eines in Arbeitsgemeinschaften organisierten Netzwerkes. Dieser Sicherung der Nahrungsmittelreserven und organisierten Nahrungsmittelgewinnung korrespondierte die Leistungssteigerung durch ideale Ernährungsmöglichkeiten und Vitaminpräparate namentlich für Soldaten und Schwerstarbeitende. Am Beginn der Vitaminisierung stand Mitte der 1920er Jahre die Bestandsaufnahme vitaminhaltiger Nahrungsmittel, die Nährwertberechnung. Diese umfasste Fragen der Entstehung (Düngung, Lichteinfluss, klimatische Faktoren, Tierhaltung, Tierfütterung), der Erhaltung (Lagerung, Sterilisation, Pasteurisation, Konservierungsverfahren) und der Verarbeitung (Einflüsse der Koch- und Backprozesse, Gerinnung, Quellung, Nährstoffverluste).¹¹⁵⁴ Es waren die seit den 1920er Jahren über Gehalt, Bedarf und Wirkung forschenden Vitaminexperten, namentlich die Arbeitsgruppen von Scheunert in Leipzig, Stepp in München und Wachholder in Rostock, die im Rahmen des Reichsforschungsrats und in engem Austausch mit nationalsozialistischen Regierungsstellen, wie dem Reichsgesundheitsamt, Optimum und Minimum der Vitaminversorgung zu errechnen versuchten. Wenn dabei auch nationalsozialistische Glaubensbekenntnisse selten vorkamen, waren diese Fachleute doch mit emsigem Elan damit befasst, ihren wissenschaftlichen Beitrag zum Ernährungskrieg zu leisten. Die von Windaus 1940 für die Vitaminforschung aufgestellte Forderung nach „Wissenschaft und Technik“ wurde von diesen fleißigen Arbeitsgruppen in zahllosen Forschungsvorhaben umgesetzt, auch wenn die Ergebnisse nur selten innovativ und selbst ihr Nutzen für die nationalsozialistische Kriegsführung zweifelhaft war.

Für die Volksernährungsfrage, mahnte Scheunert im Jahr 1937, sei die Aufstellung von Ernährungsbilanzen von allergrößter Bedeutung. Auf dieser Basis ließ sich dann wiederum ein ganzes Programm von Maßnahmen ergreifen. Neben der üblichen Aufklärungsarbeit bedeutete dies, die Produktion Vitamin A-haltiger Butter bis ins Frühjahr ebenso zu sichern wie die Herstellung Vitamin A-haltiger Margarine und Vitamin-B₁-reichen Schwarz- und Vollkornbrots. Ein besonderes Augenmerk galt der Lagerung und Konservierung von Obst und Gemüse ohne Verlust des Vitamin C-Gehalts.¹¹⁵⁵ Scheunert war seit 1923 als Ordinarius für Veterinärphysiologie an der Universität Leipzig maßgeblich mit der Ermittlung des Vitamingehalts von einheimischen Nahrungsmitteln beschäftigt. Seine Versuche zum B-Vitamingehalt in Mehl und Brot Ende der 1920er Jahre wurden direkt vom Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft gefördert. Um 1930 erfasste er dann mit eingespielten biologischen Nachweisverfahren den Vitaminanteil bei Brot, Fleisch, Gemüse, Obst, Mehl und Pilzen.¹¹⁵⁶ Eine besondere Bedeutung kam zu dieser Zeit dem Vitamingehalt des Mehls zu. Das Problem des Bleichens wurde schon Ende der 1920er Jahre aufgeworfen, als der Bedarf an rein weißem Mehl, Zucker und Gebäck deutlich anstieg. 1929 wurde in Deutschland nach zeitgenössischen Berichten ein Drittel der gesamten Mehlerzeugung che-

1154 Redaktion und Schriftleitung, Zur Einführung.

1155 Scheunert, Volksernährungsfragen.

1156 Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 82; Scheunert, Der Vitamingehalt, Erster Teil; und Scheunert, Der Vitamingehalt, Zweiter Teil.

misch gebleicht.¹¹⁵⁷ Nachdem Richard Kuhn 1935 auf der Jahresversammlung der Deutschen Chemiker verkündete, dass durch das Bleichen des Mehls eine Minderung seines Vitamin A-Gehalts zu befürchten sei, drängten die Reichsinnungsverbände des Müller- und Bäckerhandwerks darauf, diesen Verdacht abzuklären. Scheunert wurde in der Folge vom Reichsgesundheitsamt und der DFG mit der Aufklärung des Problems der potenziellen Schädigung des Vitamin A-, B₁- und B₂-Gehaltes beauftragt. Nach anfänglicher Beschwichtigung zeigte sich auch Scheunert besorgt, um sogleich das in Deutschland so beliebte Loblied des Vollkornbrotts zu singen, denn je mehr jener „hervorragende Vitamin-B-Träger“ gegessen werde, desto günstiger gestalte sich die Nahrungsstoffbilanz der gesamten Volksernährung.¹¹⁵⁸ Mit dem Vierjahresplan taten sich in diesem Bereich schier endlose Forschungsmöglichkeiten auf. Die DFG finanzierte seit 1936 folgerichtig Scheunerts Untersuchungen zum Vitamin C in der Kartoffel, zu Vitaminveränderungen der Milch durch Pasteurisierung, zum Vitamingehalt der wichtigsten animalischen Nahrungsmittel und schließlich zum organisch und anorganisch gedüngten Gemüse.¹¹⁵⁹ Scheunerts Position wurde während des Krieges noch dominanter, als er Direktor der mit Führererlass vom 15. August 1941 in den Räumen des Veterinärphysiologischen Instituts der Universität Leipzig eingerichteten Reichsanstalt für Vitaminprüfung und Vitaminforschung wurde.¹¹⁶⁰ Die Reichsanstalt war das Ergebnis der effektiven politisch-wissenschaftlichen Teamarbeit von Scheunert und Hermann Ertel und stand unter dem Patronat des Ernährungs- sowie des Innenministeriums. In dieser Institution sollten auch durch DFG finanzierte Forschungsarbeiten die für die gesundheits- und ernährungspolitischen Maßnahmen der Reichsregierung notwendigen Unterlagen auf dem Gebiet der Vitaminforschung besorgt werden.¹¹⁶¹ Zu den Aufgaben des Instituts gehörten die Erfassung des Vorkommens von Vitaminen in einheimischen Lebensmitteln, die Ermittlung des Vitaminbedarfs von Mensch und Tier sowie die Erstellung von Vitaminbilanzen für bestimmte Bevölkerungs- und Berufsgruppen.¹¹⁶² Ertel war der entscheidende Verbindungsmann zwischen den gesundheitspolitischen Organen des nationalsozialistischen Staates und den Vitaminforschern. Ein Überblick über die Entwicklung der Vitaminforschung, so Ertel, zeige den Vorsprung der

1157 Kunze, Das Bleichen.

1158 Präsident des Reichsgesundheitsamtes an DFG (11.3.1936), in: BA Koblenz, R 73/14278. Schweigart, Nahrungsstoffbilanz, S. 341; Ertel, Die 8. Arbeitssitzung, S. 42 f.; und Scheunert, Zur Frage. Melzer, Vollwerternährung, S. 169 f.; Spiekermann, Brown Bread; und Proctor, Racial Hygiene, S. 235 ff.

1159 Scheunert an DFG (31.12.1936) und Scheunert an DFG (25.7.1939), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 86.

1160 Ertel, Über den Aufbau, S. 2 f. Ein noch im Sommer 1941 geplanter Institutsneubau in Berlin-Schlachtensee fand hingegen nie statt. Reichsminister des Innern an Scheunert (7.6.1941), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 83.

1161 Ertel, Über den Aufbau, S. 3.

1162 A. Scheunert, „Bericht über die Aufgaben des Institutes für Vitamin- und Ernährungsforschung“ (19.4.1940), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 83.

angloamerikanischen Institute. An den britischen und US-amerikanischen Universitäten und Kliniken existierten wohlfinanzierte Abteilungen und Institute, die sich ausdrücklich Ernährungsfragen widmeten. Die Reichsanstalt, darauf insistierte Ertel, solle aber vor allem eine staatsdienliche Funktion einnehmen.¹¹⁶³ Es beruhte wiederum auf Scheunerts Interesse, dass sich das Institut ausdrücklich von den klassischen Methoden der Ernährungslehre abwandte. Die Forschungspraxis sollte stattdessen auf lang andauernden Fütterungsversuchen an kleinen Laboratoriumstieren beruhen. Scheunert war ein ausgesprochener Befürworter von Tierversuchen.¹¹⁶⁴

Auch die von der Reichsanstalt organisierten Forschungsarbeiten verwendeten die neuesten Bestimmungsmethoden, um den Vitamingehalt zu fixieren. Aber es war ein Merkmal dieser Vorhaben, dass der Aufwand in keinem Verhältnis zu den lapidaren Ergebnissen stand. Ausgerechnet Scheunerts Kartoffelforschungen zeigten, wie wenig aussagekräftig die Gehaltsuntersuchungen waren. Bei diesen Versuchen, die Scheunert in engem Austausch mit dem Reichsnährstand seit 1936 durchführte, ging es darum, zu ermitteln, wie groß der Vitamin C-Gehalt bei verschiedenen gelagerten Frühjahrs-, Sommer- und Herbstkartoffeln sei. Scheunert wollte die Forschungsarbeiten auf möglichst viele deutsche Sorten ausweiten, um so eine lagerungsfähige Sorte herauszuselektieren.¹¹⁶⁵ Das Problem war vor allem, darauf wurde vonseiten des Reichsnährstands hingewiesen, ein autarkiepolitisches, denn obwohl die Kartoffelernte ausreiche, um den Speisekartoffelbedarf zu decken, würden bis dato in den Monaten Mai und Juni noch für annähernd elf Millionen Reichsmark Kartoffeln neuer Ernte importiert. Dies sei im Wesentlichen auf die starke Veränderung der eingelagerten Kartoffeln in den bereits warmen Monaten zurückzuführen.¹¹⁶⁶ Während es im Sinne einer kriegswichtigen Ernährungsforschung gewesen wäre, Lagerung oder Sorte für diese Metamorphose verantwortlich zu machen, verwiesen jedoch Scheunerts Ergebnisse auf einen in den Jahrgängen schwankenden und dementsprechend schwer zu kontrollierenden Vitamin C-Gehalt.¹¹⁶⁷

1163 Ertel an Scheunert (24.1.1942), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 46; Ertel, Über den Aufbau, S. 1.

1164 „Gemeinsamer Dienstreisebericht von ORR. Dr. Ertel, RMdI, Prof. Dr. Scheunert, Reichsanstalt für Vitaminprüfung und Vitaminforschung und ORR Dr. Rothe, Reichsgesundheitsamt, über die Dienstreise nach Basel, Bern, Lausanne und Zürich vom 7. bis 15. bzw. 19. September 1942“, in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 48; und A. Scheunert, „Bericht über die Aufgaben des Institutes für Vitamin- und Ernährungsforschung“ (19.4.1940), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 83.

1165 Greite an Scheunert (13.12.1935), Scheunert an DFG (11.1.1936), Scheunert an DFG (4.6.1937), in: BA Koblenz, R 73/14278; sowie Scheunert an Reichsnährstand, Verwaltungsamt, Dr. Geyer (11.9.1936), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 86.

1166 Anlage „Kaltlagerversuche mit Kartoffeln“ in Geyer an Scheunert (26.9.1936), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 86.

1167 Scheunert an DFG (11.1.1936), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 86.

Die Kartoffel als das deutsche Nahrungsmittel per se stand ohnehin im Mittelpunkt zahlreicher Forschungen, wobei nicht alle so defätistische Ergebnisse hervorbrachten. In einem analogen Projekt führte Kurt Wachholder gemeinsam mit Kurt Nehring von der Rostocker Landwirtschaftlichen Versuchsstation Vitaminuntersuchungen an Kartoffeln durch und kam zu einem Ergebnis, das deutlich höhere Erwartungen weckte. Es habe sich gezeigt, so Wachholder, dass verschiedene Kartoffelsorten bei der Lagerung ihre Vitaminmenge ganz verschieden behielten. Zudem habe die Art der Düngung einen Einfluss auf den Vitamingehalt. Es sei also von erheblicher volkswirtschaftlicher Bedeutung, in größeren systematischen Untersuchungsreihen festzustellen, welche Sorten über den Winter und den Frühling der Bevölkerung die beste Versorgung mit Vitaminen garantierten und bei welcher Düngung dies der Fall sei.¹¹⁶⁸ Zu Beginn der 1940er Jahre ging die Forschungsdebatte in eine zweite Runde. An der Karlsruher Reichsforschungsanstalt, dem späteren Reichsinstitut für Lebensmittelfrischhaltung, forschten dessen Direktor Rudolf Plank zusammen mit Rudolf Heiss zur Qualitätseinbuße während der Lagerung.¹¹⁶⁹ Auch an Scheunerts Reichsanstalt wurde noch einmal geprüft, inwieweit die Früchte der Kartoffelstaude sich zur Vitamin C-Beschaffung eigneten, doch die Ergebnisse besagten lapidar, dass sich eine Verwertung der Kartoffelbeere in dieser Richtung nicht lohne. Noch im Mai 1944 wurden gleichwohl über die Reichsanstalt und ausgestattet mit DFG-Geldern weitere Vitaminuntersuchungen bei Kartoffeln in Angriff genommen.¹¹⁷⁰

Ende der 1930er Jahre wurde die Vitaminforschung auf die Erfassung noch wenig genutzter einheimischer Pflanzen ausgeweitet. Während zu Beginn der 1930er Jahre Industrieunternehmen wie Merck an Vitaminuntersuchungen einheimischer Pflanzen interessiert waren, ging die Organisation von Vitaminrohstoffquellen mit der Kriegsvorbereitung in die Hände des Staates über. Die Sammlung reichhaltiger und kostengünstiger einheimischer oder dem verbündeten Ausland zugehöriger Vitaminquellen wie Sanddorn, Hagebutte, Schwarze Johannisbeere, Paprika, Koniferennadeln, Gladiole, Ebereschenbeere und Süßlupine wurde dabei parallel zur aufwendigen Registrierung sämtlicher Apfelsorten durchgeführt.¹¹⁷¹ Nach Kriegsbeginn veranlasste Conti die Reichsarbeitsgemeinschaft für Volksernährung, die vollständige Erfassung der Hagebutten zu organisieren. Diese verfasste daraufhin einem flammenden Aufruf: „Hausfrau, verwerte die Hagebutte!“ Die Hausfrauen sollten Hagebutten an öffentlichen Wegen und Plätzen sowie an Heckenstreifen sammeln und jede Gelegenheit wahrnehmen, die ungenutzten

1168 Wachholder an Forschungsdienst (13.5.1937) und Wachholder an DFG (29.4.1940), in: BA Koblenz, R 73/15423.

1169 Plank, Die Frischhaltung; und Heiss/Wolf, Über die Qualitätsverbesserung. Plank war Direktor des 1926 von ihm gegründeten Kältetechnischen Instituts der TH Karlsruhe und seit Oktober 1942 ebenso Direktor des Reichsinstituts.

1170 Crampe an Mentzel (8.5.1944), in: BA Berlin, R 26 III, Nr. 178.

1171 Wolf, Der Vitamin-C-Gehalt; Schroeder/Braun, Die Hagebutte; Scheunert/Reschke, Koniferennadeln; Rudolph, Über den Vitamin-C-Gehalt; Heupke/Butenhoff, Die Ausnutzung; und Scheunert, Untersuchungen. Zur Rohstoffsuche bei Merck in den frühen 1930er Jahren: Marschall, Im Schatten, S. 307 f.

Früchte einzusammeln, um sie zu einem hochwertigen Brotaufstrich zu verarbeiten.¹¹⁷² Wirz und seine Mitarbeiter drängten wiederum bulgarische Rosenproduzenten dazu, auf Hagebuttenerzeugung umzustellen. Aber die Belieferung mit bulgarischen Hagebutten funktionierte nicht immer reibungslos. Im Herbst 1943 stockte deshalb die Herstellung eines Vitamin C-reichen Hagebuttenkonzentrats durch Walter Zimmermann an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim. Auch deutsche Wildrosenfrüchte waren nicht in angemessener Menge erhältlich. Schließlich organisierte die Hauptvereinigung Gartenbau mithilfe des Oberkommandos der Kriegsmarine vierzig Tonnen frische Hagebutten aus der Slowakei. Gemischt mit wiederum vierzig Tonnen getrockneter bulgarischer Hagebutten wurden dann in Hohenheim, wo eigens eine Fabrikanlage entstand, rund 45.000 Kilogramm Konzentrat erzeugt und an die Wehrmacht geliefert. Zusätzlich organisierten Zimmermann und die Firma Hummel & Co. in Winnenden, unterstützt vom Oberkommando der Wehrmacht, Hagebutten von Truppenübungsplätzen. Das nie erreichte Ziel war die Überführung des Verfahrens aus dem Laboratorium in den Großbetrieb. Das ganze Projekt war von Hans-Adalbert Schweigart in dessen Funktion als Obmann der Reichsarbeitsgemeinschaft Landwirtschaftliche Gewerbeforschung beim Reichsforschungsrat beantragt worden und lief über Kurt Blomes Fachsparte Bevölkerungspolitik, Erb- und Rassenpflege.¹¹⁷³ Im August 1943 tagten im Deutschen Hygiene-Museum wiederum die Sachbearbeiter der Reichsarbeitsgemeinschaft Ernährung aus dem Wald, die seit 1940 auch mit der Organisation von Sammelaktionen von Gemüse, Kräutern, Pilzen und Beeren befasst war. Auf dieser Tagung stand die von der Wehrmacht eingeforderte Gewinnung der Sanddornbeere im Mittelpunkt.¹¹⁷⁴ Zur gleichen Zeit hatte Fritz Gstirner vom Reichsforschungsrat einen Forschungsauftrag unter dem Kennwort Deutsche Heilpflanzen erhalten, bei dem er sich auch mit der Erschließung heimischer Vitamin C-Quellen befasste. Da Hagebutte, Sanddornbeere und Walnuss ausführlich untersucht worden waren, konzentrierte er sich auf Gladiole und Iris. Gstirner prüfte 54 Gladiolensorten auf ihren Gehalt an Ascorbinsäure, um zu dem Schluss zu kommen, dass trotz der schwankenden Werte, die Gladiole zu den Vitamin C-reichsten Pflanzen gehöre und mit Erfolg zur Gewinnung eines Vitamin C-Konzentrats dienen könne. Hierfür versuchte er nun ein möglichst einfaches Verfahren zu entwickeln. Das gewonnene Extrakt sollte zu einer Pillenform verarbeitet werden, um die Ascorbinsäure vor oxidierenden Einflüssen zu schützen und den „widerlichen Geschmack“ zu verdecken. Durchgeführt wurden die Versuche in Zusammenarbeit mit einem Gladiolenzüchter bei Posen.¹¹⁷⁵ Ein ähnliches

1172 Anonym, Kleine Mitteilungen (1939); Reagin, Comparing Apples.

1173 Zimmermann, „Bericht über die Weiterführung der Arbeit ‚Herstellung eines Vitamin-C-reichen Hagebuttenkonzentrats‘“ (19.12.1941) und Breuer an Schweigart (28.8.1940), in: BA Koblenz, R 73/16022; Glatzel, Physiologie, S. 134. Zur Reichsarbeitsgemeinschaft Landwirtschaftliche Gewerbeforschung: Oberkrome, Ordnung, S. 180–184. Zu Blomes Fachsparte: Cottebrune, Der planbare Mensch, S. 170–175.

1174 Stephan, Das Dresdener Hygiene Museum, S. 279 ff.

1175 F. Gstirner, „1. Bericht über den Forschungsauftrag S 491–5668(2306/6)II/44. Kennwort ‚Deutsche Heilpflanzen‘“ (Stempel 28.9.1944) und Gstirner, „Erschließung heimischer na-

Projekt zur Gewinnung von Vitamin C aus Gladiolen, das allein den Soldaten der Waffen-SS zugute kommen sollte, organisierte das SS-Wirtschafts-Verwaltungshauptamt im Konzentrationslager Dachau. Die Dachauer Methode, so wurde im März 1943 vermeldet, sei sogar besser als das Schweizer Verfahren.¹¹⁷⁶ Noch im März 1945 war Zimmermann auf der Suche nach „einheimischen Rohstoffen zur Herstellung von Vitamin C-haltigen Konzentraten“ und unternahm Bestimmungen mit der Tillman-Titration an Apfel-, Erdbeer-, Himbeer- und Brombeerblättern sowie Fichtennadeln.¹¹⁷⁷ Während also alle Reserven mobilisiert wurden, um die Vitaminisierung des Volkes zu gewährleisten, stellte sich die Situation anders dar, wenn es um die Vitaminversorgung der von der Volksgemeinschaft Ausgeschlossenen ging. Am 18. Februar 1943 verschickte Friedrich Fromm, Chef der Heeresrüstung und Befehlshaber des Ersatzheeres, an Herbert Backe, Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft, eine Schrift betreffs „Koniferennadeln als Vitaminträger für Kriegsgefangene im Heimatkriegsgebiet“. Danach hätten Versuche ergeben, dass Aufgüsse aus frischen Koniferennadeln als Vitamin C-Spender zur Verhütung von Mangelkrankheiten bei Kriegsgefangenen verwendet werden könnten. Fichtennadeln zeigten sich als besonders ergiebig an Vitamin C, sodass ein Aufguss von 150 Gramm als Tagesdosis für einen erwachsenen Menschen ausreiche. Die Gefangenen sollten ihre Vitaminnahrung selbst sammeln, der Lagerarzt die Aufgüsse dann nach beigefügtem Rezept herstellen und die Verabreichung der täglichen Dosis von höchstens 200 Gramm überwachen.¹¹⁷⁸

Für die frühen 1940er Jahre erscheint es fast einfacher, zu ermitteln, welche Nahrungsmittel und Pflanzen nicht auf Vitamine untersucht wurden, als jene lange Liste potenziell vitaminhaltiger Rohstoffe zu erstellen. Von entscheidender Bedeutung bei den Vitamingehaltsermittlungen war die Auswirkung auf den Menschen. Denn wenn der Vitamingehalt so akribisch berechnet wurde, stellte sich die Frage, welcher Bedarf zu welcher Zeit bei bestimmten Bevölkerungsgruppen überhaupt bestand und wie diese Arbeiten in das Projekt von Minimum und Optimum übersetzt werden konnten. Neben der Masse der Bevölkerung, der auf jeden Fall das Minimum gesichert werden sollte, galt das Forschungsinteresse zunächst jenen bedeutsamen Spezialfällen der Schwangeren, Wöchnerinnen, Säuglinge, Klein- und Schulkinder. Ein optimaler Bedarf wurde aber vor allem für Schwerstarbeiter und Soldaten als Leistungsträger der kriegsführenden Volksgemeinschaft formuliert.¹¹⁷⁹ Reiter akzentuierte dies bei seiner Begrüßungsansprache anlässlich der Gründung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung in aller Klarheit: „Das was unsere Ernährung am meisten beeinflusst, ist die menschliche Arbeit!“ Dement-

türlicher Vitamin C Quellen“ (Stempel 28.4.1944), in: BA Koblenz, R 73/11366.

1176 Vermerk Cropp (31.3.1943), in: BA Berlin, R 86/3588; Kopke, Gladiolen.

1177 Zimmermann an Reichsforschungsrat (26.3.1945), in: BA Koblenz, R 73/16022.

1178 Fromm an Backe (18.2.1943), „Betrifft: Koniferennadeln als Vitaminträger für Kriegsgefangene im Heimatkriegsgebiet“, in: BA Berlin, R 3601/2366, Bl. 53; Scheunert/Reschke, Koniferennadeln; und wh., Der C-Vitamingehalt.

1179 Stepp/Schroeder, C-Vitamin; Gaechtgens, Der Aneurin (Vitamin B1-) Haushalt; Gaechtgens, Der Vitaminhaushalt; Widenbauer, Der Vitamin C-Haushalt; und Ferdinand, Der Vitamin C-Gehalt.

sprechend müsse der spezifische Bedarf der Hand- und Kopfarbeiter exakt erfasst werden, um das Ziel einer, so Reiter, „Synthese zwischen der Arbeit und der Ernährung des einzelnen Menschen“ zu erreichen, die ausgerichtet sein sollte auf das Ziel einer „Steigerung seiner Leistung“.¹¹⁸⁰

Anwendbare Ergebnisse für die Deckung des Vitaminbedarfs der Bevölkerung wurden von Reihen- und Massenuntersuchungen erwartet. Erhebungen zur Ernährung gab es schon seit Mitte des 19. Jahrhunderts. Mediziner wie Sigismund Peller, der 1934 nach Palästina emigrierte, arbeiteten zu Beginn der 1930er Jahre daran, eine aktualisierte Methodik zu etablieren.¹¹⁸¹ Eine erstaunlich umfangreiche Massenuntersuchung als Gemeinschaftsforschung zum Einfluss von Gemüsedüngung auf den Vitaminhaushalt wurde von 1936 bis 1943 durchgeführt. Geplant wurde sie vom Forschungsdienst, die Menschenversuche wurden vom Reichsgesundheitsamt unter Reiter organisiert und erstmals im Sommer 1936 mithilfe des Reichsarbeitsdienstes in zwei Arbeitsdienstabteilungen vorgenommen. Finanziert wurden diese „Großgruppenernährungsversuche“ von der DFG. Daran beteiligt waren die Arbeitsgruppen Stepp in München, Scheunert in Leipzig sowie eine Arbeitsgruppe an der Universitätskinderklinik in Leipzig um Werner Catel, die wiederum eng mit dem Institut für Gemüsebau in Großbeeren zusammenarbeitete. Zunächst kooperierten vor allem die Arbeitsgruppen Scheunert und Stepp bei ihren Versuchen in den Arbeitsdienstlagern in Ruhlsdorf und Pfaffenhofen. Die genauere Vitaminbestimmung lag dann wiederum in den Händen Scheunerts. Die Frage lautete, ob Gemüse, das entweder mit Stallmist oder Mineralien gedüngt wurde, sich unterschiedlich auf Organismen auswirke. Zeitgleich untersuchte die Gruppe um Catel den Einfluss verschieden gedüngten Gemüses auf Säuglinge, um zu konstatieren, dass stallmistgedüngtes Gemüse bei diesen häufig eine Anämie auslöse. Im März 1937 klagte Stepp über die schwierigen Bedingungen, die der normale Dienstverlauf in einem Arbeitslager schaffe und die es nicht ermöglichen, fehlerfreie Ergebnisse zu erzielen. Zudem war die Fluktuation der Insassen zu groß. Deshalb wünschte er, die Versuche in einem Waisenhaus und in einer nationalpolitischen Bildungsanstalt fortzusetzen. Tatsächlich führte Stepp zusammen mit Helmut Wendt auf Veranlassung des Reichsgesundheitsamtes dann weitere Ernährungsversuche in zwei Münchener Lehrlingsheimen durch. Diese Ernährungsversuche waren langfristig angelegt. Vorversuche fanden im Sommer 1938 statt, die eigentlichen Versuchsreihen wurden innerhalb von vier Jahren zwischen dem Frühjahr 1939 und dem Frühjahr 1943 vollzogen. Diesmal kooperierte die Münchener Arbeitsgruppe von Stepp mit der Versuchs- und Forschungsanstalt für Gartenbau in Weihenstephan, um zu dem wenig begeisternden Ergebnis zu kommen, dass es keinen Unterschied im Vitaminhaushalt oder im sonstigen gesundheitlichen Verhalten gebe, der durch die Art der Düngung bedingt sei.¹¹⁸²

1180 Anonym, Begrüßungsansprache, S. 8.

1181 Peller, Aufgaben.

1182 Reichsforschungsrat an Stepp (20.7.1944), Stepp an den Forschungsdienst Fachsparte „Landbauwissenschaft und allgemeine Biologie“ im Reichsforschungsrat (gestempelt 12.8.1943), Stepp an Göring (24.7.1943), in: BA Koblenz, R 73/14955; Reiter an Catel (3.11.1939), in:

Seit 1940 untersuchten Stepp und Wendt zudem den Vitamin A-Bedarf der Münchener Bevölkerung. Sie bestimmten halbjährlich bei etwa hundert Probanden den Vitamin A-Spiegel im Blut und führten gleichzeitig Untersuchungen auf Nachtblindheit (Hemeralopie) durch. Untersucht wurde jeweils im Frühjahr und Herbst, also zu den Zeiten des zu erwartenden höchsten und niedrigsten Vitamin A-Spiegels. Die Ergebnisse waren beruhigend, Mangelerscheinungen traten nicht auf.¹¹⁸³ Dieser Methode der systematischen Ernährungsversuche am Menschen bediente sich auch Scheunert. Ein von seinem Assistenten Karl-Heinz Wagner unter „strengen Vorsichtsmaßnahmen“ durchgeführtes Experiment, bei dem zehn gesunde Männer sieben Monate lang Vitamin A-frei ernährt wurden, habe eine Verschlechterung der Dunkeladaptation und eine Herabsetzung der Farbenempfindlichkeit offenbart. Ähnliche Versuche machte auch Kühnau mit nahezu 200 Arbeiterinnen in Hamburg.¹¹⁸⁴ Für seine im Dezember 1939 zusammen mit Wagner an 36 Häftlingen durchgeführten Stoffwechseluntersuchungen im Zuchthaus Waldheim beantragte Scheunert bei der DFG 20.000 RM. Die Häftlinge, die unterschiedliche Lebensmittel erhielten, um so deren Grundumsatz und die Verwertung der Nahrung zu ermitteln, wurden regelmäßig röntgenuntersucht. Forschungsziel war es, neben der Ermittlung des Vitamin-B₁-Bedarfs des Menschen experimentell zu prüfen, ob die theoretisch errechneten Kartensätze für erwachsene Menschen auch dann ausreichten, wenn diese Arbeit leisteten.¹¹⁸⁵ Dass solche langfristige und aufwendige Versuchsreihen, deren Ergebnisse so wenig nützlich waren, kritiklos akzeptiert und finanziell gefördert wurden, verweist auf die Bedeutung der Vitaminforschung, lässt sich aber auch mit dem Status von Scheunert und Stepp erklären. Bemerkenswert ist immerhin die Offenheit, mit der diese ihre hinsichtlich der ernährungsphysiologischen Kriegsforschung belanglosen Ergeb-

BA Koblenz, R 73/10584; Stepp/Wendt, „Ernährungsversuche mit organisch und anorganisch gedüngtem Gemüse“ (3.9.1937) und Stepp, „Bericht über den Stand der Ernährungsversuche mit verschieden gedüngtem Gemüse und über die Fortführung der Untersuchungen“ (10.3.1937), in: BA Koblenz, R 73/14954. Sowie die Aufsätze: Dost/Schuphan, Über Ernährungsversuche; Wendt, Über einen langfristigen Ernährungsversuch; Pies, Vergleichende Untersuchungen; Catel/Dorst, Über den Einfluß; und Wendt/Pies/Prüfer u. a., Über Ernährungsversuche. Catel spielte später eine entscheidende Rolle bei der „Kinder-Euthanasie“. Zu Catel: Petersen/Zankel, Werner Catel.

1183 Stepp an Göring (24.7.1943), in: BA Koblenz, R 73/14955; und Wendt, Untersuchungen. Ähnliche Versuche führte eine Gruppe um Franz Widenbauer in Posen durch.

1184 Glatzel, Physiologie, S. 130 f.

1185 Scheunert an den Obmann des Forschungsdienstes, Reichsarbeitsgemeinschaft Landwirtschaftliche Gewerbeforschung (20.12.1939), in: BA Koblenz, R 73/14278; sowie Scheunert an DFG (25.7.1939), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 86; Scheunert an Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft (15.2.1941), Scheunert an Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft (27.1.1940), Scheunert an Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft (24.1.1940), Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft an Reichsstatthalter in Sachsen, Sächsisches Ministerium für Wirtschaft, Landesernährungsamt (21.12.1939) in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 82. Scheunert verzichtete auf die DFG-Finanzierung und erhielt Geld aus einer anderen staatlichen Quelle. Neumann, Nutritional Physiology, S. 56.

nisse publizierten. Anders sah dies wieder bei Wachholder aus, der im Rahmen der Fachgliederung Wehrmedizin im Reichsforschungsrat schon vor Kriegsbeginn Untersuchungen über die Vitamin C-Versorgung der Truppen des Standorts Rostock organisiert hatte und in Redundanz bedeutsame Anwendungsmöglichkeiten hervorhob.¹¹⁸⁶ Vera Stümbke von der Rostocker Forschungsgruppe schloss an Wachholders Forschungen an, als sie im März 1938 den Vitamin C-Gehalt der Nahrung von sechs Rostocker Familien beleuchtete. Vitamin C-Mangel, eröffnete sie ihren Forschungsbericht, zeige sich besonders häufig im Frühjahr. Die Bevölkerung offenbare zu dieser Zeit klinische Zeichen einer Hypovitaminose und sei zudem leistungsschwach und ermüdet.¹¹⁸⁷ Albert Schittenhelm von der II. Medizinischen Klinik in München unternahm auf Anregung von Baldur von Schirach, dem Reichsstatthalter in Wien, ähnliche Sammelforschungen. Es handelte sich dabei, berichtete Schittenhelm der DFG, um die praktische Verfolgung eines Erlasses des Reichsministers des Innern über Mess- und Wiegekontrollen von Jugendlichen sowie Untersuchungen auf Vitamin A-Mangel.¹¹⁸⁸ Auch bei Hugo Wilhelm Knippings Reihenuntersuchungen an der Medizinischen Klinik in Köln konnte die ständige Erneuerung und Wiederaufnahme von Vitaminversuchen kaum über die mageren Ergebnisse hinwegtäuschen.¹¹⁸⁹ Einige dieser Reihenuntersuchungen, wie die auch mit Mitteln der DFG in den Jahren 1942 und 1943 durch Physiologen wie Herbert Siegmund, Walter Kreienberg und Schittenhelm durchgeführten Experimente zur Mangelernährung mit sowjetischen Kriegsgefangenen, eskalierten im Verlauf des Krieges.¹¹⁹⁰

Das Entscheidende an der Vitamingehalts- und -bedarfsforschung war die Umsetzung in eine gezielte Politik der Vitaminsubstitution und -optimierung, der optimalen Ausnutzung von Vitaminquellen ebenso wie der Vermeidung von Vitaminverlusten.¹¹⁹¹ Gerade die Erfahrungen des Ersten Weltkriegs wurden immer wieder herangezogen, um die kriegswichtige Bedeutung intensiv nutzbarer Vitaminquellen dramatisch hervorzuheben. Eine entsprechende Erzählung berichtete von den Erfahrungen der Engländer bei der Belagerung von Kut al Amara durch die türkische Armee im Winter und Frühjahr 1916. In dieser eingeschlossenen Garnison ernährten sich die Soldaten lange Zeit nur von Fleischkonserven. Durch die Hitze verlor das sterilisierte Fleisch die Aktivität sämtlicher in ihm enthaltener Vitamine. Zudem, so wurde berichtet, wurde nach „englischer Sitte“ nur Weißbrot gegessen. Die Folgen waren eine weitverbreitete Beriberi und grassierender Skor-

1186 Wachholder an den Leiter der Fachgliederung Wehrmedizin im Reichsforschungsrat, Herrn Prof. Dr. Richter (24.2.1939), Wachholder an DFG (9.9.1938), Wachholder an den Leiter der Fachgliederung Wehrmedizin im Reichsforschungsrat, Herrn Prof. Dr. Richter (2.2.1938), in: BA Koblenz, R 73/15423.

1187 Stümbke, Bestimmung.

1188 Schittenhelm, Bericht (8.3.1943), in: BA Koblenz, R 73/14306.

1189 Knipping an DFG (4.12.1942) und Knipping an DFG (7.12.1940), in BA Koblenz, R 73/12211.

1190 Neumann, *Nutritional Physiology*, S. 56 f.

1191 Scheunert an DFG (17.2.1936), in: BA Koblenz, R 73/14278. Werner, *Vitamine als Mythos*, S. 20; und Werner, *Vitamine* 146 f.

but, denen fünfzehn Prozent der Mannschaft zum Opfer fielen.¹¹⁹² Besonders eindrucksvoll für die sorgenvolle deutsche Debatte über den Vitaminmangel war die Erzählung vom deutschen Hilfskreuzer Kronprinz Wilhelm, auf dem im Jahr 1915 aufgrund einseitiger Konservenernährung Beriberi ausbrach. Die Mannschaft konnte erst durch die Zufuhr von Nährsalzen und Kleieauszügen geheilt werden.¹¹⁹³ Die Darstellung, die Alfred W. McCann über diesen Fall in seinem Buch *The Science of Eating* lieferte, sorgte für großes Aufsehen, was vor allem daran lag, dass sie in Deutschland von dem der Körperkulturbewegung nahestehenden Wissenschaftspopularisierer August von Borosini unter dem schreckenerregenden Titel *Kultursiechtum und Säuretod* übersetzt wurde.¹¹⁹⁴ Konservenahrung war ein Problem, das für den nächsten Krieg unbedingt gelöst werden musste.

Auf der Genfer Internationalen Konferenz gegen Nahrungsmittelfälschung waren 1909 Konserven als Nahrungs- und Genussmittel bestimmt worden, die infolge geeigneter Behandlung ihre spezifischen Eigenschaften längere Zeit als dies ohne Vorbehandlung möglich sein würde beibehalten. Gemeinhin, so Hermann Serger, Braunschweiger Experte für Konserventechnik, würden unter Konserven aber die in luftdicht abgeschlossenen Blechdosen oder Glasgefäßen durch Sterilisation haltbar gemachten Nahrungsmittel verstanden.¹¹⁹⁵ Serger führte in seinem umfangreichen Artikel zur Dosenkonservierung aus dem Jahr 1931 schließlich auf eindrucksvolle Weise aus, welche Bedeutung der Konservenindustrie und den damit verbundenen Industrien, Gewerben sowie der Landwirtschaft, namentlich in den USA, bereits zu Beginn der 1930er Jahre zukam. Dies hatte vor allem auch eine außerordentliche Mechanisierung und Technisierung, die industrielle Produktion von Dosen, Verpackungen, Nahrungsmittelfarben und chemischen Konservierungsmitteln, zur Folge.¹¹⁹⁶ Auch in Deutschland, so konnte ein Vertreter des Reichsvereins Volksernährung 1931 konstatieren, nehme die Konserve einen immer größer werdenden Raum in der Ernährung des modernen Menschen ein.¹¹⁹⁷ Das lebensmittelindustrielle Hauptziel war die Herstellung möglichst lange haltbarer, aber dennoch nährstoffreicher Esswaren. Karl Paech vom Karlsruher Reichsinstitut für Lebensmittelfrischhaltung fasste 1937 die Ansprüche an die Lebensmittelkonservierung so zusammen, dass nicht die energieliefernden Nahrungsbestandteile, Mineralstoffe, Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate, von Bedeutung seien, sondern all die Eigenschaften, welche die eigentliche Frische von Obst und Gemüse ausmachten: Aroma, Aussehen, strukturelle Beschaffenheit und Vitamine.¹¹⁹⁸ Konserviert wurden nahezu sämtliche Lebensmittel. Pfannenstiel etwa befasste sich von 1937 bis 1939 mit der Konservierung von Brot. Er behauptete, einen Backprozess erfunden zu haben, der den Nährwert und vor allem den Gehalt

1192 Bencke, Vitaminforschung, S. 283.

1193 Mezger, Der jetzige Stand, S. 610.

1194 Vogel, Die Avitaminosen; Evers, Die Avitaminosen; und McCann, Kultursiechtum.

1195 Serger/Clarck, Konserven, S. 256 f.

1196 Serger/Clarck, Konserven, S. 256 f.

1197 Winkler, Welchen Umfang, S. 308.

1198 Paech, Das Verhalten, S. 167.

an Vitamin B₁ im Büchsenbrot erhielt. Dies musste angesichts des befürchteten Notstands einer B-Hypovitaminose von großer Bedeutung sein.¹¹⁹⁹ Untersuchungen über den Vitamingehalt von konservierten Nahrungsmitteln wurden bereits 1924 von dem amerikanischen Chemiker Edward F. Kohman durchgeführt.¹²⁰⁰ Zusätze und Konservierungen wurden in den 1920er Jahren kontrovers debattiert. Theodor Sabalitschka war einer der wenigen öffentlich auftretenden Befürworter der chemischen Konservierung. Er richtete sich dabei explizit gegen die „Vertreter der sogenannten reinen Nahrung“, sorgten diese doch dafür, dass der Konsument eben keine reine und bekömmliche, sondern eine verdorbene und gesundheitsschädliche Nahrung erhalte. Sabalitschka selbst trat hingegen für ein „ideales Konservierungsmittel“ ein. 1932 fasste er zusammen, dass Konservierung notwendig sei, um „zersetzende und gesundheitsschädliche Mikroben“ zu bekämpfen, die auf gefährliche und nicht immer sichtbare Weise Nahrungsmittel kontaminieren. In diesem Sinne erschienen Konservierungsmittel, sehr zum Ärger von Ernährungsreformern wie Kollath, gegenüber einer naturbelassenen Nahrung als kleineres Übel.¹²⁰¹ Mit Beginn des Zweiten Weltkriegs wurde der Vitamingehalt von Gemüse und Obst in Konserven zu einem intensiv bearbeiteten neuen Forschungsgebiet. Ein Zentrum der Kontrolle der Lebensmittelkonservierung im Nationalsozialismus war Druckreys Abteilung am Pharmakologischen Institut der Universität Berlin. Sein Mitarbeiter Rudolf Richter wurde beim Wehramt Köpenick als „ausgebildete Schlüsselkraft“ geführt, weil er von größter Wichtigkeit bei der Beurteilung der Unschädlichkeit von Konserven sei.¹²⁰²

Neben der Dosenkonservierung war in den 1920er Jahren vor allem in Großbritannien und den USA auch die Gefrierkonservierung eingeführt worden. In den USA hatte sich zu Beginn der 1930er Jahre verpacktes tiefgefrorenes Obst ebenso wie Eiscreme auf dem Markt etabliert. Beide Produkte schienen kaum an Vitaminen einzubüßen. Paech schloss daraus, dass das Verfahren des Tiefgefrierens wohl Gewähr bieten könne, Obst und Gemüse zu lagern, ohne dass es deshalb zu einem Vitaminverlust komme.¹²⁰³ 1941 begann sich auch die SS für konservierende Kühlverfahren zu interessieren. Der Bremer Staatsrat und SS-Hauptsturmführer Heinz Sievers übermittelte Heinrich Himmler eine Einladung der Hochseefischerei Hamburg Andersen & Co. KG zur Vorführung neuer Verfahren der Tiefkühlwirtschaft zur Konservierung von Obst, Gemüse und Fisch. Eine solche Vorführung sollte zunächst bei Rudolf Hess, der das Projekt unterstützte, in privatem Kreis stattfinden. Geplant war ein kleines Essen, „das ausschließlich aus

1199 Pfannenstiel/Salomon, Versuche, S. 105 f.

1200 Remy, Konserven; und Hoff, Vergleichende Untersuchungen.

1201 Sabalitschka, „Das „ideale“ chemische Konservierungsmittel, S. 203; Sperling, Kampf.

1202 Zuständiges Wehrmeldeamt Köpenick, „Liste III (ausgebildete Schlüsselkraft)“ (ohne Datum, vermutlich 1942), in: BA Koblenz, R 73/13951. Richter meldete sich im Oktober 1942 freiwillig. Druckrey an DFG (13.10.1942), in: BA Koblenz, R 73/13951; Diemair, Die Haltbarmachung.

1203 Paech/Loeser, Die Gefrierkonservierung; Paech, Das Verhalten, S. 168 f, 171; Ziegelmayer, Gefrorene Lebensmittel; und Serger/Clarck, Konserven, S. 257. Zum in den 1930er Jahren in den USA etablierten Dogma frischer Lebensmittel: Freidberg, Fresh.

Nahrungsmitteln bestehen soll, also Fisch, Geflügel, Gemüse, Obst etc., die nach dem genannten Verfahren mittels Tiefkühlung frisch gehalten werden“. Sievers bat Himmler später an einer ähnlichen Veranstaltung in München oder Berlin teilzunehmen und betonte ausdrücklich die zentrale Bedeutung der Erhaltung lebenswichtiger Aufbaustoffe wie vor allem Vitamin C. Das Tiefkühlverfahren von Andersen & Co, einer Gründung des Tabakunternehmers Philipp Reemtsma, hatte allerdings kein Lebensmitteltechniker, sondern der Bäckermeister Heinrich Heckermann entwickelt. Sievers kam nicht umhin, darauf hinzuweisen, dass auch Rudolf Plank, „der massgebendste Kältewissenschaftler Deutschlands, vielleicht sogar der Welt“, die Einführung des Verfahrens bereits seit 1936 aus volks- und wehrwirtschaftlichem Interesse für unbedingt erforderlich erachte.¹²⁰⁴ Für Himmler war in der Tat entscheidend, ob in den tiefgekühlten Nahrungsmitteln noch Vitamine enthalten seien. Erst dann, so übermittelte Brandt an SS-Gruppenführer Oswald Pohl, „möchte der Reichsführer-SS diese Nahrungsmittel einmal selbst probieren“. ¹²⁰⁵ Nun mischte sich auch Ernst Günther Schenck, Ernährungsinspekteur der Waffen-SS, in die Debatte ein. Das Tiefgefrierverfahren sei das Konservierungsverfahren der Zukunft, weil es die völlige Erhaltung aller Vitamine und Duftstoffe sowie auch der Eiweißstoffe in unverändertem Zustand ohne jeden Zusatz von Chemikalien ermögliche. Volkswirtschaftlich sei nur so die völlige Ausnutzung etwa der reichen Fischquellen Nordnorwegens möglich. Der Abfall von Gemüse, Obst und Fischen könne rationell verwertet werden, der Transport sei billiger, der Nachschub der Truppe werde bedeutend verbessert, die Hausfrau werde entlastet und schließlich könne das Weißblech der Konserven eingespart werden. Schenck ersann schließlich sogar die Vision einer Neuplanung von Siedlungen, die sich ganz nach dem Erhalt der Kühlkette ausrichteten.¹²⁰⁶ Sievers musste allerdings im Juni 1941 die Veranstaltung abblasen, denn die tiefgekühlte Nahrung konnte leider doch nicht mit dem frischen Sommergemüse konkurrieren, ein Vergleichessen sollte deshalb besser im Winter stattfinden. Ein solches Tiefkühl-dinner ist jedoch nicht dokumentiert.¹²⁰⁷

Ein weiteres Verfahren zur Haltbarmachung von Lebensmitteln war die Trockenkonservierung. Diese litt allerdings unter dem schlechten Ruf der Minderwertigkeit, den sie sich während des Ersten Weltkriegs verdient hatte. 1938 meldete jedoch die Zeitschrift *Die Ernährung*, dass demnächst im vermehrten Umfang hoch qualifiziertes Trockengemüse aller Art in den Verkehr gebracht werde, das mit dem Trockengemüse des Weltkriegs nichts gemein habe.¹²⁰⁸ Siegfried Walter Souci, Lebensmittelchemiker an der Universität München und Mitglied des Arbeitskreises Landwirtschaftliche Gewerbeforschung, befasste sich von 1942 bis 1945 anhand von Serienversuchen mit der Qualitätsbewertung des industriell produzierten Trockengemüses. Die Herstellung und Verwendung von Trockengemüse, betonte

1204 Sievers an Himmler (28.1.1941), in: BA Koblenz, NS 19/1323.

1205 Brandt an Pohl (21.2.1941), in: BA Koblenz, NS 19/1323.

1206 Schenck an Pohl (26.2.1941), in: BA Koblenz, NS 19/1323. Zu Schenck: Elsner, Heilkräuter.

1207 Sievers an Pohl (12.6.1941), in: BA Koblenz, NS 19/1323.

1208 Anonym, Kleine Mitteilungen (1938); Schieferdecker, Das Trocknen.

Souci, sei nicht nur für die Bedürfnisse der Wehrmacht von entscheidender Bedeutung, sondern solle auch nach Beendigung des Krieges für die Ernährung der zivilen Bevölkerung dienen.¹²⁰⁹ Ein vorrangiges Forschungsproblem war dabei die Stabilisierung von Vitamin C bei der Herstellung des Trockengemüses, wie es Kurt Walter Merz, Direktor des Pharmazeutisch-Chemischen Instituts der Universität Königsberg, im Auftrag der Wehrmacht durchführte.¹²¹⁰ Auf der Basis dieser Arbeiten konnte dann auch eine breit aufgestellte Versorgung der gesamten Bevölkerung und nicht nur der Frontsoldaten verordnet werden. Mit Erlass vom 30. Oktober 1942 wurde die Ausgabe von Gemüsekonserven sowie von tiefgefrorenem Obst und Gemüse an die Bevölkerung neu geregelt. Die Verteilung von Konserven erfolgte aufgrund einer besonderen Bezugskarte für Gemüsekonserven und Trockengemüse, die, mit ausdrücklicher Ausnahme von Juden und Polen, alle *Volks-genossen*, die im Besitz von Reichsbrotkarten waren, durch die Landesernährungsämter erhalten sollten.¹²¹¹ Für Kollath zeigte sich in diesen Vitaminuntersuchungen der grundsätzliche Irrsinn der experimentellen Forschung: Konservenernährung erscheine zweckmäßiger als natürliche Nahrung, weil Konserven einen höheren Vitamingehalt hätten als die natürliche Pflanze. Die Funktionäre der Kriegsernährung und die Evangelisten der reinen Ernährung standen sich im Streit um die Konservennahrung unversöhnlich gegenüber.¹²¹²

Was aber geschah mit jenen Lebensmitteln, die ihres Vitamingehalts im Herstellungs- und Lagerungsprozess bereits verlustig gegangen waren? Und erschien es nicht überhaupt sinnvoll, dem befürchteten Vitaminnotstand durch die präventive Zugabe von Vitaminpräparaten zu begegnen? Es war das große Projekt der Vitaminisierung, dem die koordinierten Anstrengungen von chemischer Forschung, Lebensmittel produzierender Industrie, nationalsozialistischen Behörden und Reichsforschungsrat galten.¹²¹³ Ende der 1920er Jahre war die Vitaminisierung der Margarine und der Milch buchstäblich in aller Munde. Margarine war ein zunehmend verbesserter Butterersatz, der seit den 1880er Jahren unter anderem aus pflanzlichen Stoffen und etwa seit 1900 in aufwendigen Verfahren der Vollraffination und Fetthärtung hergestellt, sowie durch Lebensmittelzusätze aufgewertet wurde. In den 1920er Jahren kam es zu einer weiteren Qualitätsverbesserung

1209 S. W. Souci, „Beilage e. Antrag bei Forschungsdienst. Forschungsprogramm 1942/43 (20.11.1941)“, S. W. Souci, „Forschungsprogramm 1943/44 (8.12.1942)“, und Souci an Reichsforschungsrat (3.6.1944), in: BA Koblenz, R 73/14816; und „Niederschrift über die Sitzung des Arbeitsausschusses zur Entwicklung von Güte Merkmalen für Trocknungsgemüse am Freitag, dem 29. Mai 1942, Vormittag 10 Uhr in Dresden“, in: BA Berlin, R 86/3877.

1210 Bergner an Reichsforschungsrat (8.2.1945), und Merz/Bergner, „Stabilisierung von Vitamin C bei der Herstellung von Trockengemüse und Trockenkartoffeln“ (ohne Datum, ca. Februar 1945), in: BA Koblenz, R 73/13085; sowie Oberkommando der Kriegsmarine an Merz (21.9.1944), in: BA Berlin, R 26/III, Nr. 3, Bl. 143.

1211 Anonym, Kleine Mitteilungen (1942b).

1212 Kollath, *Natürliche Nahrung*, S. 7; Sperling, *Kampf*.

1213 Kamminga, *Vitamins*, S. 94; Werner, *Vitamine als Mythos*, S. 18 f.; und Horrocks, *The Business*.

der Margarine, deren Verbrauch nunmehr deutlich anstieg.¹²¹⁴ Im Nationalsozialismus nahm die Margarine zunächst eine zwiespältige Rolle ein, weil sie durchaus als billiges Nahrungsmittel, aber zugleich als Gefahr für die deutsche Land- und Fettwirtschaft galt. Aus dem reichhaltigen Erfahrungsschatz des Ersten Weltkriegs stammte zudem eine Warnung, nach welcher der Verzehr von Margarine mit Hypo- und Avitaminosen verbunden sei. Als Beispiel diente Dänemark, wo während des Krieges, als Butter hauptsächlich exportiert wurde, der Margarinekonsum gewaltig angestiegen war. Als dann 1918 wieder wesentlich mehr Butter verbraucht wurde, sei es zum deutlichen Rückgang von A-Vitaminmangelerscheinungen gekommen.¹²¹⁵ Scheunert bemängelte noch 1927, dass bisher noch keine Vitamin-A-reiche Margarine im Großhandel erschienen sei, „und wenn nicht alles trügt, wird eine solche auch nicht eher erscheinen können, als bis es gelungen ist, das Vitamin A rein oder in hochkonzentrierter Form billig oder in großen Massen herzustellen“.¹²¹⁶

Die Erfolge bei der *Standardisierung* der Vitamine seit Mitte der 1920er Jahre wurden entsprechend immer auch im Hinblick auf die Vitaminisierung von Lebensmitteln diskutiert. In einem Bericht anlässlich von Windaus Reindarstellung des antirachitischen Vitamin D hieß es etwa, dass diese Entdeckung für die Margarineindustrie ebenfalls von großem Wert sein dürfe, „obwohl die Isolierung und Bestrahlung des Ergosterins für die Margarine sich vorerst nicht ganz billig gestalten dürfte“.¹²¹⁷ Steenbock begründete wiederum sein Patent auf das Bestrahlungsverfahren zur D-Vitamingewinnung vor allem damit, dass es so auch möglich sei, die Milchwirtschaft vor der Konkurrenz der Margarineindustrie, die ihr Produkt durch Vitaminisierung verbessern könnte, zu schützen.¹²¹⁸ Scheunert hatte sich bezüglich der D-Vitaminisierung der Margarine 1927 ablehnend geäußert – Butter und Margarine hätten andere Aufgaben denn als „Antirachitica“ zu dienen –, während er eine A-Vitaminisierung durchaus für notwendig hielt. Straub hingegen versuchte 1931 die DFG von der schieren Notwendigkeit der Vitaminisierung zu überzeugen: „Der so viel verwandte Butterersatz Margarine dagegen, der als Fett-nahrungsmittel nicht zu beanstanden ist, muß bei der Herstellung chemisch so gequält werden, daß, wie kürzlich Scheunert, Leipzig, nachwies, keine Spur von Vitamin mehr in ihm enthalten ist.“ Zur Versorgung der Margarine konsumierenden Bevölkerungsschichten sei es demnach zu erstreben, dass die Margarine mit ausreichenden Mengen von Vitamin D künstlich versetzt werde. Diese Aufgabe war noch Ende 1930, als Straub diesen Vortrag hielt, nicht gelöst: „Man ist also leider noch auf die bekannten, zwar phantasievoll benannten Margarinesorten angewiesen, aber die ideale Marke ‚Sonnenfett‘ ruht noch im Schoße der Zukunft“.¹²¹⁹ Das Problem der Margarinevitaminisierung blieb in den 1930er

1214 Pelzer/Reith, Margarine, S. 8f., S. 17–45, 62–71.

1215 Pelzer/Reith, Margarine, S. 75–105.

1216 Scheunert, Über den Vitamingehalt, S. 302.

1217 Mautner, Das isolierte Vitamin.

1218 Apple, Patenting, S. 378.

1219 Straub, Vitamine, S. 43.

Jahren in Deutschland ungelöst. Als Karl-Heinz Wagner und Marc Vermeulen von ihrem Vorgesetzten Scheunert 1938 zur Walfangstation Lopra auf die Färöer geschickt wurden, um dort Wale als Vitamin-A-Quelle zu studieren, machten sie sich auch zu diesem Thema Gedanken. Weil A-Vitaminmangel ein großes volksgesundheitliches Problem sei, führten sie aus, sei es ein erstrebenswertes Ziel, ein Walölverfahren auszuarbeiten, bei dem das Vitamin A erhalten bleibe. 2.000 Wale würden 1.500 Tonnen Lebermasse liefern, aus denen viereinhalb Tonnen Vitamin-A-Konzentrat gewonnen werden könne. Schweigart hatte dazu ausgerechnet, dass für eine Tonne Margarine zehn Gramm Vitamin-A-Konzentrat benötigt würden. Es könnten so also 450.000 Tonnen Margarine vitaminisiert werden.¹²²⁰

Auch die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft befasste sich mit dem Problem der Vitaminisierung und wandte sich zum Kriegsbeginn an Backe, um weitere Forschungen anzuregen. Kuhn mahnte dazu an, dass schon Ende des Winters 1939/40 der A-Vitaminmangel durchschlagen und es zu den Kriegserfolg gefährdenden Sehstörungen in der Dämmerung kommen könne.¹²²¹ Im August 1940 schrieb auch Scheunert an das Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft zur A-Vitaminisierung der Margarine. Diese sei in Deutschland deshalb noch nicht durchgeführt worden, weil es an geeigneten Vitamin-A-Konzentraten fehle. In England und Dänemark hingegen sei die Vitaminisierung gesetzlich geregelt. Die Lösung des Problems sei dringend, weil es im Frühjahr oft an Vitamin-A-haltiger Nahrung fehle und sich große Teile der Bevölkerung keine Butter leisten könnten. Deutschland, so Scheunert, sei in Europa fast das einzige Land, das die Vitaminisierung der Margarine noch nicht durchgeführt habe.¹²²² Endlich wurde dann in den ersten vier Monaten des Jahres 1941 im Auftrag des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft damit begonnen, der Margarine Vitamin A in Gestalt von Konzentraten aus Wal-, Dorsch- und Heilbuttleberöl hinzuzufügen. Die Konzentrate wurden zunächst von den Geruchs- und Geschmacksstoffen befreit und in raffiniertem Speiseöl gelöst der Margarine zugeführt.¹²²³ Im darauf folgenden Winter wurde zusätzlich Karotin verwendet, das zudem als Ersatz für die in Krebsverruft geratenen Teerfarbstoffe genutzt wurde.¹²²⁴ Eine konzertierte A- und D-Vitaminisierung setzte schließlich 1943 ein. Die Reichsstelle für Fette und Eier war im Besitz großer Mengen japanischen Fisch- und Wallebertrans. Da die Umarbeitung zur Vitaminisierung der Margarine in Deutschland nach dem Kuhnschen Verfahren aufgrund mangelnder Kapazitäten auf große Schwierigkeiten stieß, strebten Thörl's Ölfabriken in Hamburg-Harburg eine Kooperation mit den Aarhus Oliefabriken in Dänemark an. Die Zusammenarbeit mit Aarhus und dem dänischen Handels- und Innenministerium war für die Deutschen keineswegs

1220 Wagner/Vermeulen, Der Wal; und Wagner, Vitamin A.

1221 Pelzer/Reith, Margarine, S. 95 f.

1222 Scheunert an Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft (15.2.1941) und Scheunert an Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft (7.8.1940), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 82.

1223 Glatzel, Physiologie, S. 131 f.

1224 Anonym, Kleine Mitteilungen (1943), S. 48.

einfach und von Misstrauen geprägt, da die Dänen sich wenig begeistert zeigten, die Besatzer zu unterstützen.¹²²⁵ In Deutschland waren vor allem die chemisch-pharmazeutische Fabrik Heyl & Co. sowie die Bahrenfelder Margarinewerke mit der Gewinnung von Karotin und Vitaminkonzentraten aus Rohlebern und anderen Rohstoffen befasst. Jedoch mangelte es an Anlagen zur Verarbeitung der gewaltigen Vitaminmengen.¹²²⁶

Noch zu Kriegsbeginn bemängelten Berthold Falke und Gerhard Lemmel von der Medizinischen Universitätspoliklinik Königsberg jedoch, dass eine über das Jahr andauernde Versorgung mit Vitamin C nicht gesichert sei, was höchst nachteilige Folgen für Leistungsfähigkeit und Krankheitsresistenz zeitige. Falke und Lemmel schlossen ihre ausführlichen Versuche mit der optimistischen Botschaft, dass es durchaus möglich sei, die verschiedenartigsten Nahrungsmittel künstlich mit synthetischer Ascorbinsäure anzureichern. In trockenen pulverförmigen Substanzen halte sich dieser Zusatz praktisch ohne Verlust. Gleiches gelte für verschiedene Getränke. Allerdings werde beim Einkochen so viel Ascorbinsäurezusatz zerstört, dass eine Konservierung unzumutbar sei.¹²²⁷ Oskar Bruns kooperierte in Königsberg seit 1934 zugleich mit Hoffmann-La Roche und der Reichswehr. Vier Jahre später intensivierte sich der Kontakt zur Wehrmacht, als Bruns dem Generaloberstabsarzt Anton Waldmann eine von Roche Basel initiierte Arbeit über Vitamin-C-Versuche bei Schweizer Soldaten überreichte, die eine, so Waldmann, nicht „wegzuleugnende“ C-Hypovitaminose und die mögliche Leistungssteigerung von Soldaten durch C-Vitamingaben prononcierte. Problematisch erschien nur noch die Art und Weise, wie die Soldaten mit Vitamin C versorgt werden könnten.¹²²⁸ Dies sollte vor allem durch Ascorbinsäure enthaltende Bonbons, die V-Drops, gelöst werden, die auf Veranlassung des Oberkommandos des Heeres hergestellt wurden.¹²²⁹ K. G. Bergner, ein Assistent von Merz, berichtete davon, dass am 24. Oktober 1940 eine Zuckerwarenfabrik Vitamin C-Bonbons hergestellt habe, die Ascorbinsäure enthalten sollten. Einer Bonbonmasse wurde Redoxon untergeknetet, diese wurde dann in die Form runder Drops gebracht und überzuckert.¹²³⁰ Obwohl so kaum ein gleichmäßiger Vitamingehalt erreichbar war, erwiesen sich die Drops immerhin als lange haltbar und konnten unproblematisch die Vitamine an die Front bringen. Noch 1960 interessierte sich ein gewisser Mr. John C. Seifert aus New York für „konzentrierte Nahrungstabletten“ und richtete einen diesbezüglichen Brief an die Regierung der Bundesrepublik Deutschland. Das Auswärtige Amt reichte dieses Schreiben an die DFG weiter. Seifert erklärte,

1225 Rothe, „Bericht über die Dienstreise nach Dänemark vom 11. bis 18. Dezember 1943“ (30.12.43), Rothe, „Bericht über meine Dienstreise vom 24. bis 29. Oktober 1943 nach Dänemark“ (14.11.1943), und Vermerk Rothe (16.10.1943), in: BA Berlin, R 86/3948.

1226 Chemisch-pharmazeutische Fabrik Heyl & Co. an Reichsstelle für Fette und Eier (10.2.1944) und Bahrenfelder Margarinewerke an Rothe (13.12.1943), in: BA Berlin, R 86/3948.

1227 Falke/Lemmel, Vitaminisierung, S. 317, 325.

1228 Straumann/Wildmann, Schweizer Chemieunternehmen, S. 248 f.

1229 Scheunert an Rittmeister Dr. Schrepf (22.1.1943), in: Akademiearchiv, Berlin, Historische Abteilung, Institut für Ernährung, Nr. 54. Auch: Lang, Lebensmittelchemiker, S. 245.

1230 Bergner, Über die Haltbarkeit, S. 497.

dass er an seiner Highschool ein Wissenschaftsprojekt vorstellen wolle, das die mögliche Entwicklung der physischen Gestaltung des Menschen der Zukunft zum Inhalt habe. Ein wichtiger Aspekt sei die Herstellung von konzentrierten Nahrungstabletten. Ihm sei nun gesagt worden, so Seifert, dass das Naziregime während des Zweiten Weltkriegs solche Tabletten getestet habe, dies aber nicht sehr populär gewesen sei. Über diese Experimente wünschte er sich weitere Informationen. Souci kümmerte sich um die Angelegenheit und schrieb, dass vielleicht die Vitamin C-Tabletten gemeint seien, die besonders in einer Reihe von Fabrikbetrieben und wohl auch sonst kostenlos verteilt worden seien. „Diese Tablette waren teilweise unbeliebt“, so Souci, „weil das Gerücht bestand, daß sie nur zur Erhöhung der Arbeitskraft dienen sollen“.¹²³¹

Im Jahr 1942 war bereits eine große Menge an vitaminisierten Lebensmitteln auf dem Markt: Diätetische Lebensmittel, Getränke mit Hagebuttenextrakt oder Vitamin C, Puddingpulver mit Vitamin B₁, Bonbons mit Vitamin C, Lebensmittel mit Zusätzen, Vitaminbrot und -zweiback, bestrahlte Milch und Hefe.¹²³² In den folgenden Kriegsjahren wurde die mit DFG-Geldern ausgestattete Forschung zu diesem Thema noch intensiviert. Hans Kaufmann, Bevollmächtigter der Arbeitsgemeinschaft für Fettforschung, erhielt von der DFG Sachbeihilfen von 40.000 RM zur „Herstellung von Vitamin-Konzentraten für die Margarine“.¹²³³ Werner Schuphan vom Institut für Gemüsebau in Großbeeren bei Berlin befasste sich im Herbst und Winter 1943 mit der „Vitaminisierung von Lebensmitteln durch Carotinkonzentrate aus Möhren“.¹²³⁴ Ende März 1944 startete der Reichsforschungsrat geradezu eine Forschungskampagne mit dreimonatigen Aufträgen zur Ernährungsoptimierung, in deren Zentrum das Problem der Vitaminisierung stand.¹²³⁵ Dass diese Vitaminisierung auch von den Alliierten als kriegswichtig verstanden wurde, zeigt sich in einer Bemerkung Warren Weavers, der Szent-Györgyis Arbeiten zum Vitamin C als Beweis dafür ansah, dass kein Unterschied zwischen militärischer und nicht-militärischer Forschung gemacht werden könne. Denn Szent-Györgyis Innovationen hätten überhaupt erst den Langstrecken-U-Boot-Krieg ermöglicht.¹²³⁶

Organisatorisch aufwendiger als die Vitaminisierung bestimmter Grundnahrungsmittel waren die prophylaktischen Vitaminaktionen seit 1940, die gezielte Verabreichung von Vitaminpräparaten an ausgewählte Bevölkerungsgruppen, vor

1231 Auch Kraut vom MPI für Ernährungsphysiologie nahm sich der Nachfrage an und verwies auf die Fülle an Nahrungskonzentraten, die während des Zweiten Weltkriegs hergestellt wurden. Schiel an Sauer, Auswärtiges Amt (19.4.1960), Kraut an DFG (12.4.1960), Souci an Schiel (31.3.1960), Sauer an Schiel (19.2.1960), J. C. Seifert an German Federal Republic Government, Bonn, West Germany, in: BA Koblenz, FC 7576 N, 721, Heft 5, Senatskommissionen Allgemeines, 1960.

1232 Ertel/Rothe, Erörterungen, S. 278.

1233 Mentzel an Hans Kaufmann (31.5.1943), in: BA Berlin, R 26 III, Nr. 143a.

1234 BA Berlin, R 26 III, Nr. 16, Bl. 156; und BA Berlin, R 26 III, Nr. 19, Bl. 254.

1235 BA Berlin, R 26 III, Nr. 16, Bl. 46 und 47; und BA Berlin, R 26 III, Nr. 19, Bl. 134.

1236 Zitiert nach Sachse, What Research, S. 111; und Schüring, Minervas verstoßene Kinder, S. 324f.

allem an Säuglinge, Kinder, Mütter, Schwerstarbeiter und Soldaten. Diese Großaktionen sollten vor allem auch die perfekte Fürsorgeleistung des nationalsozialistischen Wohlfahrtsstaats beweisen, durften aber auch nicht allzu sehr betonen, dass es bereits zu Vitaminmangelzuständen gekommen sei. Bei der Vitaminisierung von Kindern stand das Vigantol im Mittelpunkt. György hatte bereits 1928 die Potenziale des Vigantol so umrissen, dass die planmäßige Bekämpfung, „sozusagen die Ausrottung der Rachitis“, eine Frage der Organisation geworden sei.¹²³⁷ Auch Windaus überzeugte die DFG davon, dass seine Forschungsarbeiten von außerordentlicher praktischer Bedeutung seien, nachdem sich die namhaften Kinderärzte Deutschlands für eine allgemeine Rachitisprophylaxe sämtlicher Kleinkinder mit den Göttinger Präparaten ausgesprochen hätten.¹²³⁸ Die Aktivierung von Vigantolöl wurde kurz nach Kriegsbeginn als eindrucksvolle gesundheitspolitische Maßnahme durch- und aufgeführt. Am 9. November 1939 erließ der Reichsinnenminister einen Runderlass zur erstmaligen planmäßigen Durchführung von Verhütungsmaßnahmen gegen Rachitis bei allen Säuglingen. Zentralstellen der Rachitisprophylaxe waren die Gesundheitsämter. Die ganze Aktion sollte aber in Zusammenarbeit mit dem Hauptamt für Volksgesundheit, der NS-Volkswohlfahrt und dem Mütterdienst des Deutschen Frauenwerkes durchgeführt werden.¹²³⁹ Am 19. Februar 1940 ordneten der Reichsinnenminister und der Reichsminister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung eine Vitamin C-Prophylaxe in den Schulen an, um, wie es hieß, während der obst- und gemüsearmen Frühjahrsmonate die Schuljugend mit einer ausreichenden Menge an Vitamin C zu versehen.¹²⁴⁰ Die von Dezember 1940 bis ins Frühjahr 1941 sich erstreckende Vitamin C-Prophylaxe wurde dann auch bei werdenden Müttern ab dem siebten Monat und bei Säuglingen angewendet. Im Dezember 1941 veranlasste Conti eine weitere von der Rentenversicherung und der NS-Volkswohlfahrt organisierte Aktion. Innerhalb von fünf Monaten erhielten vier Millionen Menschen 450 Millionen Tagesgaben Vitamin C in Form von Cebionzucker. Die Ausgabe erfolgte in der Regel während der Säuglingsfürsorge- und Mütterberatungssprechstunden sowie bei den Hausbesuchen der Gesundheitspflegerinnen, NS-Volkswohlfahrt-Schwestern und Hebammen. Eine Vitamin C-Vergabe mit Cebionzucker an die ausgewählten, 2,2 Millionen zehn- bis vierzehnjährigen Schulkinder fand im Frühjahr 1942 statt. Ertel betonte in seinem Bericht durchaus die subjektive Färbung der Ergebnisse, um dann aber zu schlussfolgern: „Es ist jedoch (...) kein Zweifel daran möglich, daß Unzulänglichkeiten hinsichtlich der Zufuhr des natürlichen Vitamins C aus der Nahrung durch Verabfolgung von synthetischem Vitamin C vorgebeugt (...) werden kann.“¹²⁴¹ Die Deutsche Arbeitsfront organisierte 1942 zudem eine „prophylaktische Versorgung der Werktätigen mit Vitamin

1237 György, Ueber den heutigen Stand, S. 49.

1238 Windaus an Deutschen Forschungsrat und DFG (18.1.1939), in: BA Koblenz, R 73/15730. Melzer, Vollwerternährung, S. 181 f.

1239 Anonym, Kleine Mitteilungen (1940a).

1240 Anonym, Kleine Mitteilungen (1940b).

1241 Ertel, Über die Vitamin-C-Prophylaxen.

C“. Das von Sigwald Bommer geleitete Institut für Ernährungslehre kontrollierte diese Vitaminaktionen in den Rüstungsbetrieben.¹²⁴² Auch im Frühjahr 1943 fand in ausgewählten Verwaltungsbezirken erneut eine Vitamin C-Prophylaxe mit einer Tagesdosis von dreißig Milligramm Vitamin C bei Schulkindern statt.¹²⁴³ Als Geheimrat Alter in seiner Kritik der synthetischen Vitamine polemisierte, dass Cebionbonbons kaum mehr wert seien als starke saure Fruchtbonbons, verwies Karl Maier just auf die Erfolge der prophylaktischen Vitaminaktionen bei Bergleuten, Industriearbeitern und den im Norden eingesetzten Truppen.¹²⁴⁴ Walter John konnte 1941 gelassen den Notstand für beendet erklären, denn die Rachitis sei keine Gefahr mehr „nachdem die Reichsgesundheitsleitung im neuen Deutschland dafür gesorgt hat, dass jedes Kleinkind die notwendige Menge Vitamin D-haltigem Lebertran erhält“. Zudem habe die großzügige Verteilung von Vitamin C-Tabletten in Schulen und bei Soldaten dafür gesorgt, dass Mangelerscheinungen, zu denen schon allgemeine Ermüdungsgefühle gehörten, vermieden würden.¹²⁴⁵

Am Ende der ernährungsphysiologischen Forschung im Nationalsozialismus standen Vitamintabellen, wenig ergiebige Untersuchungsergebnisse zum Vitamin Gehalt gedüngten Gemüses, der Nachweis, dass außer Apfel und Kartoffel auch andere deutsche Früchte vitaminreich seien, aber auch eine höchst effektive Vitaminisierung der Gesellschaft vor allem im Sinne einer tief sitzenden individuellen Verantwortung zum vernünftigen Vitaminkonsum und zur richtigen Ernährung. Schließlich ermöglichte die Kriegsforschung, einen ganzen nahrungsmitteltechnischen Sektor der Lebensmittelkonservierung zu schaffen. Was für die Kriegsjahre galt, hatte auch für die Nachkriegsjahre Gültigkeit: Das Ernährungsminimum musste gesichert werden, ein Ernährungsoptimum blieb aber das eigentliche Ziel. Für die Disziplin der Ernährungsphysiologie bedeutete das Jahr 1945 dabei keineswegs einen Einschnitt. Eine personelle Kontinuität ergab sich in der Ernährungs- und Vitaminforschung vor allem durch jene Generation, vertreten etwa durch Kraut, Kühnau, Schuphan, Souci, Willibald Diemair und Kurt Täufel, deren Karrieren mit der ernährungspolitischen Mobilisierung im Nationalsozialismus zusammenfielen. Die Laufbahnen von Scheunert und Stepp hingegen näherten sich schon aus Altersgründen dem Ende. Scheunert war zudem einer der wenigen Ernährungsexperten, die nicht in der Bundesrepublik, sondern in der DDR weiterarbeiteten.¹²⁴⁶ Die Arbeitsthemen hatten sich gegenüber den Kriegsjahren nicht geändert: Ausarbeitung von Vitaminbestimmungsmethoden, Untersuchungen des Vitamingehalts, Untersuchungen des Verhaltens von Vitaminen bei verschiedenen Lagerungsbedingungen, Untersuchungen über die Resorbierbarkeit von Vitami-

1242 Bommer, Die Vitaminaktion; Anonym, Kleine Mitteilungen (1942a). Neben der DAF führten im Frühjahr 1942 die NS-Volkswohlfahrt, das Hauptamt für Volksgesundheit der NSDAP und die Wehrmacht C-Vitaminisierungen durch. Ertel, Über die Vitamin-C-Prophylaxen, S. 330; Melzer, Vollwerternährung, S. 150.

1243 Anonym, Kleine Mitteilungen (1943).

1244 Maier, Natürliche oder synthetische Vitamine, S. 445.

1245 John, Das Antisterilitätsvitamin E, S. 329.

1246 Thoms, Einbruch, S. 125–129; Thoms, Die Hungergeneration; und Spiekermann, Pfade, S. 13.

nen. Probleme, die unter den Kriegsbedingungen aufgeworfen worden waren, wie die Vitaminisierung der Margarine und der Vitamingehalt konservierter Lebensmittel, blieben aktuell.

Das Bundesministerium des Innern hatte im März 1954 bei der DFG die Gründung eines Forschungskreises für Ernährungswissenschaft angeregt. Im Vordergrund eines solchen Arbeitskreises sollte die Ernährungsphysiologie, die hygienische und pharmakologisch-toxikologische kritische Beurteilung der Lebensmittelgewinnung und -behandlung sowie die Verbesserung der erforderlichen analytischen Methoden stehen. Von besonderer Bedeutung waren auch Fragen der Lebensmitteltechnologie.¹²⁴⁷ Latsch listete schließlich eine ganze Reihe von Problemen auf, die dringend seien und mit denen sich eine ernährungswissenschaftliche Forschung zu befassen habe. Im Mittelpunkt stand der Einfluss „denaturierter Nahrung“ auf den Organismus, insbesondere in der Schwangerschaft, bei Säuglingen und in der Adoleszenz.¹²⁴⁸ Aus diesem Projekt sollte sich nach langen Diskussionen im Februar 1958 eine Kommission für Ernährungsforschung entwickeln. Schon bei deren erster Sitzung hatte der neue DFG-Präsident Hess eine Schwerpunktsetzung empfohlen, deren Ausarbeitung aber der Kommission selbst überlassen.¹²⁴⁹ Ein solcher Schwerpunkt Ernährungsforschung wurde erstmals 1958 mit knapp über einer Millionen DM gefördert und im nächsten Jahr noch einmal um 500.000 DM aufgestockt. In den sechs Themengruppen Kinderernährung, Ernährung des älteren Menschen, Wirkstoffforschung, Pflanzenschutzmittel, Mikrobiologie und Lebensmittelvorratshaltung wurden im ersten Jahre bereits 72 Anträge bewilligt.¹²⁵⁰ Die Kommission selbst bestand aus 34 Wissenschaftlern der medizinischen, veterinärmedizinischen, landwirtschaftlichen, nahrungsmittelchemischen und nahrungsmitteltechnologischen Disziplinen. Aufgeteilt war sie in drei Abteilungen zur Erzeugung der Nahrung, zu medizinischen Fragen und zur Lebensmittelchemie- und technologie. Ziel war in markanter Anlehnung an Kolthaths Theorien die Erstellung von wissenschaftlichen Grundlagen, um die „optimale Ernährung des Menschen“ unter dem Gesichtspunkt der Vollwertigkeit seiner Kost“ zu ermöglichen.¹²⁵¹

1247 Raiser an Butenandt (10.5.1954), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 430; Der Bundesminister des Innern an DFG (27.3.1954), in: BA Koblenz, FC 7498 N, 49, 7, Heft 2, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1955, 1956, 1957.

1248 Raiser an Butenandt (10.5.1954), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 430.

1249 „Niederschrift über die konstituierende Sitzung der Kommission für Ernährungsforschung am 10. Februar 1958 in Bad Godesberg“, in: BA Koblenz, B 227/050482; und Raiser an Butenandt, Lang, Lehnartz, Martini (29.6.1954), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 430.

1250 Schwerpunkt(SP)-Liste der DFG, 36/59, Vorbemerkung, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 362. Das Schwerpunktprogramm Ernährungsforschung bestand für elf Jahre und erhielt für 757 Einzeluntersuchungen eine Finanzierung von insgesamt 14 Millionen DM. Persönliche Mitteilung von Karin Orth.

1251 Heckmann, Ernährungsforschung; F. Klose, „Die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Dienst der Ernährungsforschung“ (Manuskript), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60290, Pflanzenschutzmittel-Kommission, Bd. 1, 1958–1959.

Die *Problematierungen* der nationalsozialistischen Ernährungspolitik waren durchaus noch präsent. Auf einer Tagung von Ernährungswissenschaftlern 1953 in Bad Neuenahr warnte Stepp entsprechend ein weiteres Mal, dass der Mensch nicht das esse, was ihm gut tue, sondern dass, was ihm am besten schmecke. Wissenschaftler müssten hier mit den in der Politik diskreditierten Begriffen wie Aufklärung und Propaganda ansetzen, wenn nicht gar heimlich mit Anreicherungen der Nahrung arbeiten, etwa mit der Milch- oder Margarinevitaminisierung.¹²⁵² Auch das Thema der Leistungssteigerung des Volkskörpers blieb bis in die 1960er Jahre virulent. Der Kieler Sozialhygieniker Franz Klose, von 1957 bis Ende 1967 Vorsitzender der DFG-Kommission für Ernährungsforschung, verfasste 1959 einen Artikel mit dem Titel „Die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Dienst der Ernährungsforschung“. Nur ein gesundes und damit leistungsfähiges Volk, so erinnerte er sich, könne den Wohlstand und die Zukunft eines Volkes verbürgen. Die Gesundheit eines Menschen stehe aber in einer unlösbaren Wechselbeziehung zu seiner Ernährung. Nur richtig ernährte Menschen seien auf die Dauer gesund und voll leistungsfähig: „Somit ist eine richtige vollwertige Ernährung eines Volkes eine Schicksalsfrage für eine florierende Wirtschaft und einen festgefügten Staat, und das besonders in heutiger Zeit, in der immer wieder der Ruf nach Leistungssteigerung erhoben wird.“ Der Akzent lag dabei weniger auf staatlicher Kontrolle als auf der Verpflichtung zur Selbstsorge, denn eben der Sorge am besten für die Erhaltung seiner Arbeitskraft, welcher die Bedeutung einer gesunden Ernährung und die Notwendigkeit vollwertiger Lebensmittel erkannt habe.¹²⁵³ Anlässlich seines 75. Geburtstags hielt Klose eine entsprechende Rede zum Thema „Gesundheit und Staat“. Die gesundheitlichen Belange der Bevölkerung müssten grundsätzlich Vorrang vor den rein wirtschaftlichen Interessen haben, stellte er fest, jedoch beständen zwischen Gesundheits-, Sozial- und Wirtschaftspolitik untrennbare Zusammenhänge. Leider werde dabei aber dem Arzt von Staatsseite aus nicht mehr die führende Stellung eingeräumt, wie noch, so Klose unverblümt, vor zwei Jahrzehnten. Gesundheit bleibe nicht nur für den einzelnen, sondern auch für Volk und Staat ohne Zweifel die erste und unabdingbare Voraussetzung, „um sich für die anderen Lebensgüter, wie Vaterland und Volkstum, für Recht und Freiheit kraftvoll und erfolgreich einsetzen zu können.“ Klose warnte unermüdlich vor dem „Versorgungsstaat“, dem Staat als „Allesverwalter“, dem „Wohlfahrtsstaat“ und einem „bedenklichen Wandel in der Einstellung des Bürgers zum Staat“. Er wettete gegen die Verkürzung der Arbeit als einer bedenklichen Entwicklung in den USA, um so zu einem antikonsumistischen Fazit zu kommen: „Es gibt keinen Ersatz für Arbeit. Auch Glück ist kein Ersatz für Arbeit!“¹²⁵⁴

1252 „Konserven oder Frischkost? Eine Tagung von Ernährungswissenschaftlern in Bad Neuenahr“ (Frankfurter Allgemeine Zeitung, 6.2.1953), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 6032, Kommission Konservierung von Lebensmitteln, Band II.

1253 F. Klose, „Die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Dienst der Ernährungsforschung“ (Manuskript), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60290, Pflanzenschutzmittel-Kommission, Bd. 1, 1958–1959.

1254 Franz Klose, „Gesundheit und Staat“ (Juli 1962), in: BA Koblenz, B 227/050496. Publiziert als Klose, Gesundheit. Auch: Klose, Gesunde Ernährung, S. 997, 1001.

Was jedoch trotz der ungebrochenen Bedeutung der leistungsorientierten Ernährungsforschung sukzessive endete, war die Sonderstellung der Vitaminforschung. Sinnbildlich wurde in der DDR die Reichsanstalt für Vitaminprüfung und Vitaminforschung in das Zentralinstitut für Ernährungs- und Verpflegungswissenschaft übernommen.¹²⁵⁵ Vitaminforschung wurde auch in der Bundesrepublik zu einem Teilbereich der Ernährungs- oder Stoffwechselforschung. Im 1958 eingerichteten Schwerpunktprogramm Ernährungsforschung wurde die Besprechungsgruppe „Wirkstoff-Forschung“ unter dem Vorsitzenden Brüggemann schon bei der konstituierenden Sitzung im Juni 1958 in „Stoffe mit Sonderwirkung in ihrer Bedeutung für die Ernährung von Mensch und Tier“ umbenannt.¹²⁵⁶ Auch die Forschungsprogramme der Arbeitsgemeinschaft Ernährungswissenschaftlicher Institute der Jahre 1960 und 1962 wiesen bereits große Unterschiede auf. Während 1960 die Vitamine noch eigenständig und ausführlich behandelt wurden, waren sie 1962 bereits allgemein den Hormonen, Enzymen und Wuchsstoffen zugeordnet und von deutlich geringerem Interesse.¹²⁵⁷ Im ernährungsphysiologischen Diskurs waren die Vitamine nicht mehr von entscheidender Bedeutung. Verdrängt wurden sie vor allem von der grundlegenden Debatte über das Welternährungsproblem, einer ausdrücklich ernährungspolitischen Thematisierung des Minimums, wie sie etwa auf dem VII. Internationalen Ernährungskongress in Hamburg im August 1966 diskutiert wurde.¹²⁵⁸ Das Optimum an Vitaminen wurde hingegen als Medium des selbsttechnologischen Ziels absoluter Gesundheit zu einer wissenschaftlich nicht mehr relevanten Hauptbeschäftigung postmoderner Menschen in den transatlantischen Metropolen, zum *Movens* des präventiven Selbst.¹²⁵⁹

1255 Werner, Vitamine als Mythos, S. 21.

1256 „Niederschrift über die Sitzung der Besprechungsgruppe ‚Wirkstoff-Forschung‘ zum Schwerpunktprogramm ‚Ernährungsforschung‘ am 10. Juni 1958 in Bad Godesberg“, in: BA Koblenz, B 227/050483.

1257 H. Fink (Vorsitz), „Forschungsprogramm 1962. Arbeitsgemeinschaft Ernährungswissenschaftlicher Institute (AEI)“ (Dezember 1961), und Hetzel (Zusammensteller), „Forschungsprogramm 1960. Arbeitsgemeinschaft Ernährungswissenschaftlicher Institute (AEI)“ (5.1.1960), in: BA Koblenz, B 116/15513.

1258 Joachim Kühnau, „Welternährungsproblem“, in: Deutsches Medizinisches Journal 15 (1964), Sonderdruck (B 227/050529).

1259 Wolff, Moderne Diätetik.

6. PREKARISIERUNG (SCHLUSS)

Ende der 1940er Jahre waren die Interessen an der *Standardisierung* der Hormone und Vitamine tendenziell befriedigt. Die über den Reichsforschungsrat organisierte Kriegsforschung hatte auf nachhaltige Weise die *Aktivierung* der Wirkstoffe beschleunigt und geprägt. Eine Kontinuität der Forschungsvorhaben war bereits durch die Generation von innovativen Biochemikern wie Butenandt, Kuhn, Lynen oder Martius gewährleistet, die ihre Karrieren in den 1930er Jahren begonnen hatten. Die Wirkstoffe produzierende deutsche Pharmaindustrie hatte wiederum Kriegsende und Nachkriegszeit relativ unbeschadet überstanden. Schering blieb bei den Steroidhormonen ebenso wie Merck bei den Vitaminen weltweit konkurrenzfähig. Das Gefüge der Wirkstoffproduktion funktionierte auch nach Kriegsende erfolgreich weiter. In den 1960er Jahren produzierte die Pharmaindustrie in zuvor nicht gekanntem Ausmaße Hormone und Vitamine, nahmen Menschen täglich Vitaminpräparate ein, aßen vitaminisierte Lebensmittel und wurden hormontherapeutisch behandelt. Zugleich erarbeitete die biochemische Forschung enzymatisch katalysierte Prozesse der Stoffwechselregulation, eine immer feinere Ausdifferenzierung der Regelmechanismen des Organismus, des Stoffwechsels und der genetischen Regulationen. Diese kybernetische Repräsentation der Enzyme vollzog sich parallel zu deren forcierter industrieller *Aktivierung* und klinisch-therapeutischer Verwendung im Kontext der Molekularisierung der Medizin.¹²⁶⁰ Die Strukturanalyse der Proteine im Allgemeinen und der Enzyme im Besonderen sowie Enzymkinetik und Enzymkatalyse eröffneten schier endlose Forschungsmöglichkeiten. Enzyme wurden seit den 1950er Jahren zu technischen Dingen, die selbst immer häufiger zur *Aktivierung* chemischer Reaktionen im Organismus eingesetzt wurden. Enzymregulationen wurden um 1970 von der DFG bevorzugt gefördert.¹²⁶¹ In der Bundesrepublik, wo sich die naturstoffchemisch geprägten Schulen von Butenandt und Lynen als höchst produktiv erwiesen, war die Forschung in den 1960er Jahren dabei auf die biosynthetischen und genexpressiven Funktionen der Enzyme ausgerichtet.¹²⁶²

Die Sozialisierung der Hormone und Vitamine war im Laufe der 1960er Jahre abgeschlossen. Namentlich die Östrogene dienten der substituierenden Gestaltung der Wechseljahre, der Verlängerung der Jugendlichkeit und der Realisierung optimaler Lebensmöglichkeiten für eine zunehmend konsumistisch verfasste Weiblichkeit. Hormonelle Ovulationshemmer realisierten auf sehr pragmatische Weise

1260 Zur seit 1970 in der Bundesrepublik intensivierten industriellen Biotechnologie: Marschall, Im Schatten. Zur Molekularisierung der Medizin: Rheinberger, Repräsentationen.

1261 Straub/Jennissen/Kröger, Zur Regulation. Auch: Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht (1. Januar bis 31. Dezember 1971), S. 117; Rheinberger, Experimentalsysteme, S. 26.

1262 Jacob, Die Logik, S. 343; Rheinberger, Epistemologie, S. 293–309; und Brandt, Metapher, S. 192, 211, 233.

jene sexuelle Reform, die seit den 1920er Jahren ein glücklicheres Leben der „Lust ohne Last“ versprach. Die hormonelle Verhütung war 1970 auf dem Höhepunkt der Akzeptanz, der Pillenklick bereits eine demografische Tatsache. Schering verkaufte in diesem Jahr 27,8 Millionen Monatspackungen Anovlar, so der Produktname der 1961 auf den Markt gebrachten sogenannten Antibabypille, in der Bundesrepublik allein.¹²⁶³ Das komplementäre moderne Recht auf unbeschränkte sexuelle Befriedigung und wohlgeborenen Nachwuchs konnte durch diese *Aktivierung* der Sexualhormone überhaupt erst verwirklicht werden. Die Trennung von Sex und Fortpflanzung war die Matrix der Sexual- und Geschlechterkörper des 20. Jahrhunderts. Die Hormonisierung des weiblichen Körpers schuf Potenziale eines selbstbestimmten Lebens, wenn sich Frauen dafür in ein Gefüge von pharmaindustriellen Interessen, gynäkologischer Kontrolle, hormonanalytischer Logik, reproduktionsmedizinischen Techniken und steroidalen Effekten einpassten.¹²⁶⁴ Damit war das konsumistische Anrecht auf Lustbefriedigung mit einer Rationalität der Fortpflanzung verknüpft. Die endokrinologische Reproduktionsmedizin, um 1970 präsent im an der Hamburger Universitätsfrauenklinik angesiedelten DFG-Sonderforschungsbereich Endokrinologie, verwendete dabei neueste Repräsentationsformen zur Intervention in die endokrinen Regelmechanismen. Beispielfhaft genannt sei Gerhard Leyendecker, 1969 zugleich Stipendiat der DFG und des Population Council der Rockefeller University in New York, der an der endokrinologischen Abteilung des Cornell University Medical College mit dem Radioimmunoassay statistisch signifikante Tagesschwankungen von FSH und LH im Plasma ermittelte. Leyendecker sollte in den 1980er Jahren zu einem der führenden Reproduktionsmediziner der Bundesrepublik avancieren.¹²⁶⁵

Ein *Spiegel*-Artikel über Vitamine vom Januar 1973 meldete wiederum, dass die Entdeckung der „wundersamen Wirkstoffe“ kaum mehr als ein Menschenalter zurückliege. Die Überzeugung, dass Vitamine Lebenselixieren vergleichbar seien und gegen beinahe alle erdenklichen Leibesübel Schutz gewährten, habe sich längst zu einem modernen Volksglauben entwickelt.¹²⁶⁶ Im Jahr 1970 erschien als bestes Beispiel dafür der Bestseller *Vitamin C and the Common Cold* des Biochemikers und Nobelpreisträgers Linus Pauling, in dem er die Verhütung von Erkältungskrankheiten durch hoch dosierte C-Vitamingaben anpries. In der Bundesrepublik wurde seine umstrittene Einlassung, nach der die Erhaltung der Gesundheit und die Behandlung von Krankheiten durch die Veränderung der Konzentration von körpereigenen Substanzen erreicht werden könne, zwei Jahre später unter dem

1263 Sieg, Anovlar, S. 142. Zur langen Geschichte der Sexualreform und des Sexualdispositivs Herzog, Sex; Grossmann, Reforming Sex; und Birken, Consuming Desire.

1264 Die Pille, so Barbara Duden, beschleunigte die Verwandlung der Frau von der unmündigen Patientin in eine selbstbestimmte Konsumentin. Gleichwohl könne dies nicht als eine Erfolgsgeschichte verstanden werden, sondern als Verinnerlichung eines sexuierten Gattungskörpers im Namen von Selbstbestimmung und persönlicher Befreiung. Duden, Frauen-„Körper“, S. 595 f. Auch: Silies, Liebe.

1265 Leyendecker/Saxena, Tagesschwankung.

1266 Anonym, Großes Kaliber.

Titel *Vitamin C und der Schnupfen* publiziert.¹²⁶⁷ Seit 1970 durften Vitaminpräparate wie Cebion und Multibionta von Merck dann auch in Drogerien verkauft werden, was zu einem aufsehenerregenden Boykott der beteiligten Pharmaunternehmen durch die Apotheken führte. Vitamine hatten jedoch auf unaufhaltsame Weise endgültig den großen Markt der Selbstmedikation erreicht.¹²⁶⁸ Die wunderbaren Wirkungen in kleinster Menge vorhandener Substanzen eskalierten in einer Endlosschleife pharmazeutischer Versprechungen, lebenspraktischer Ratschläge, wissenschaftlicher Veröffentlichungen und staatlicher Kampagnen zugleich zu einer selbsttechnologischer Verpflichtung, Krankheiten, Schwächungen, ja den Tod selbst zu vermeiden.

Aber Wirkstoffe erschienen spätestens seit den 1950er Jahren immer auch als prekäre Stoffe. Ihr utopisches Versprechen schien auf der dystopischen Wahrheit zu beruhen, dass es keine unbedenkliche Dosierung, keine unschuldige chemische Struktur, keine gefahrlose physiologische Leistung gebe. Vor allem der gewaltige Bereich der Krebsforschung war untrennbar mit Enzymdefekten und den stimulierenden Effekten von Hormonen und Vitaminen verbunden.¹²⁶⁹ Selbst die Pille, Symbol des späten Triumphes der Aufklärung, wurde noch in den 1960er Jahren als unkalkulierbares Risiko enttarnt. Die Zukunft war bereits kontaminiert, vergiftet, cancerogen. Als im März 1970 der *Spiegel* die endokrinologischen Gynäkologen Karl Günther Ober, Christian Lauritzen und Hans-Werner Vasterling befragte, ob ihre Klientel sich auffallend häufig nach Nebenwirkungen erkundigt habe, bejahten die Ärzte dies einhellig. Verdächtigungen, dass der Ovulationshemmer Krebs und Thrombosen auslöse, waren in den 1960er Jahren aus den USA in die Bundesrepublik gelangt. Der Siegeszug der pastellfarbenen Hormonpillen sei vorerst ins Stocken geraten, meldete der *Spiegel* und machte daraus gleich eine Titelschlagzeile.¹²⁷⁰ Um 1970 kam auf folgenreiche Weise auch die illegitime *Aktivierung* der Hormone beim Menschen wieder auf die Tagesordnung. Dies galt insbesondere für das Doping im Leistungssport mit anabolen Steroiden (Anabolika), dessen vor allem sowjetische Gewichtheber verdächtig waren und das die Utopie des neuen Menschen in ein Schreckensbild verwandelte, wie es die bundesdeutsche Diskuswerferin Brigitte Berendonk dem *Spiegel* anschaulich ausmalte: „Sie werden in die Arena stampfen wie Rückkreuzungen vorzeitlicher Fabelwesen: 2,30 Meter hohe und über drei Zentner schwere Horrorkolosse aus dem Labor des Baron Frankenstein. Das Publikum wird sie bestaunen wie den Zuchtbullen Kasimir.“ Sportliche Erfolge waren nunmehr „Kraftakte der pharmazeutischen Industrie“.¹²⁷¹ Die chemisch-physikalischen Bestimmungsmethoden, die in den 1960er Jahren auch zum Nachweis verbotener Substanzen in Lebensmitteln eingeführt oder verwendet worden waren, mussten in den 1970er Jahren auf die illegale Verwendung etwa

1267 Pauling, *The Significance*, S. 2678; Apple, *Vitamina*, S. 74–84.

1268 Anonym, *Rache*; und Anonym, *Bei Frau Drogistin*.

1269 Beispielhaft das von der DFG geförderte Forschungsprojekt von Schauer/Kunze/Burkhard/Rosnitschek, *Beeinflussung*.

1270 Anonym, *Ins rechte Maß*, S. 190.

1271 Anonym, *Hilfe*; Latzel, *Staatsdoping*; und Hoberman, *Testosterone Dreams*.

von Hormonpräparaten im Spitzensport ausgeweitet werden. Anabol androgene Steroidhormone waren in der Leichtathletik seit 1970 und durch das International Olympic Comitee seit 1974 verboten. Damit entstand ein eigenständiger Bereich illegaler und semilegaler Produktionen und Distributionen von Steroiden einerseits und stetig nachgerüsteter Testmethoden andererseits. Die Leistungsgesellschaft hatte ihr Verworfenes, ihr *abject*, hervorgebracht.¹²⁷²

Der Leistungsfähigkeit der Wirkstoffe war jedoch bereits in den 1910er Jahren misstraut worden. Ihre Kompetenz beim Entwickeln, Wachsen, Gestalten und Steuern provozierte zugleich den Verdacht, dass diese Leistungen sich unter bestimmten Bedingungen jeglicher Kontrolle entziehen könnten. Biologisch und chemisch erarbeitete pharmakologische Stoffe mussten sich seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in einer experimentellen Situation als erfolgreich bei der Auslösung spezifischer Effekte beweisen. Je kompetenter jedoch ein Stoff in Bezug auf eine spezifische Leistung entwickelt worden war, desto autonomer war er auch, unabhängiger von den Interessen des tätigen Chemikers.¹²⁷³ Gerade weil die Hormone und Vitamine dem kontrollierenden Zugriff des Chemikers zunächst wieder entzogen waren, standen Wirkstoffe, deren Leistung es war, Reaktionen auszulösen und zu beschleunigen, im Verdacht toxisch und cancerogen zu wirken. Sie hatten nicht bloß Nebenwirkungen, es war ihre effektive Autonomie selbst, die sie als Risiko erscheinen ließ. Die unermüdliche Kontrolle dieser Stoffe etwa durch Tierversuche und Grenzwertbestimmungen wurde zu einem wichtigen Bestand regulatorischer Praktiken.¹²⁷⁴ Denn konnte die erstaunliche Leistungsfähigkeit nicht auch fürchterliche destruktive Kräfte entfalten? Hatte nicht die so eng mit der Teratologie verbundene Entwicklungsbiologie gezeigt, was in Gang gesetzte Fehlentwicklungen bedeuten können? Verwiesen die willkürlichen und deshalb erfolgreichen Experimente nicht auch auf eine gefährliche Unkontrolliertheit und Unkontrollierbarkeit der Effekte?

Die in den 1920er Jahren so euphorisch verkündete *Aktivierung* der Wirkstoffe – utopisches Versprechen, staatswichtige Praxis, pharmaindustrielles Geschäft – erschien zugleich als potenzielle Vergiftung des individuellen und kollektiven Körpers. Wirkstoffe waren unberechenbar in ihrer Wirkung, mussten aufgespürt und kontrolliert, auf jeden Fall dosiert werden. Ihnen galt spätestens seit den 1930er Jahren ein großer Aufwand der Sicherung und Sorge. Qualitativ verwies bereits die Konstitution der Wirkstoffe auf die Möglichkeit, dass diese etwas zum Wachsen bringen, was besser nicht wachsen sollte. Quantitativ konnten über- oder unterdosierte Wirkstoffe gravierende Fehlfunktionen auslösen. Das Verhältnis der kurierenden und der toxischen Dosis, der Quotient von toxischer Grenzdosis und Heilgrenzdosis, der auch als therapeutischer Index eines Präparates bezeichnet

1272 Hinweise zum von Julia Kristeva eingeführten Begriff des *abject* verdanke ich Bettina Wahrig.

1273 Latour, *Die Hoffnung*, S. 145, 148 f., 151, 153–161.

1274 Balz/Schwerin/Stoff/Wahrig, *Precarious Matters*; und Kortenkamp/Grahl/Grimme, *Die Grenzenlosigkeit*.

wurde, bedurfte einer exakten Bestimmung.¹²⁷⁵ Chemische Identität und Dosierung wurden seit Ende der 1930er Jahre zu immer bedeutenderen Forschungsfragen, die zugleich die Potenziale der *Aktivierung* begrenzten, wenn nicht sogar infrage stellten. Alwin Mittasch bemühte Paracelsus' berühmte Definition von Gift – „Alle Dinge sind Gift und nichts ist ohne Gift, und die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift ist. Auch in allen guten Dingen ist Gift“ –, um diesen prekären Status zu bestimmen, wenn er 1936 schrieb, dass das, was Paracelsus Gift nannte, heute wohl als Wirk- oder Reizstoff bezeichnet werden könne.¹²⁷⁶ Diese Annäherung von Wirkstoff und Gift sollte aber das Wirkstoffkonzept selbst nachhaltig verändern.

Dies galt insbesondere für jene Stoffe, die direkt oder indirekt mit der Nahrung aufgenommen wurden, die also das innere mit dem äußeren Milieu verbanden. Die an eine Molekularisierung der essenziellen Substanzen geknüpfte Ernährung entwickelte sich Ende des 19. Jahrhunderts zu einem Medium der Optimierung des Körpers, wurde zu einer insbesondere von der einflussreichen Lebensreformbewegung ausformulierten Selbsttechnik der Zuführung von Nährstoffen und Vermeidung von Schadstoffen. Konzepte wie Energetik und Diätetik prägten die ernährungsreformerische Debatte in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts.¹²⁷⁷ Zugleich wurden Nahrungs- und Genussmittel zu einer industriell gefertigten, über immer längere Strecken transportierten Ware und reüssierten als bedeutsamer Bestand industrieller Produktions- und Distributionsstrukturen, als Teil einer entstehenden Konsumkultur.¹²⁷⁸ Lebensmittelkontrolle bezog sich in den 1920er und 1930er Jahren auch auf den Vitamingehalt von Nahrungsmitteln. Die Novelle des Lebensmittelgesetzes im Dezember 1935 befasste sich erstmalig mit jenen Lebensmitteln, die einen Zusatz von „besonders wirksamen Stoffen“ wie Vitaminen, Hormonen und Jodsalzen erhalten hatten oder bestrahlt worden waren. Herstellung und Vertrieb solcher Lebensmittel bedurften nunmehr einer Genehmigung.¹²⁷⁹

In den 1930er Jahren setzte in Deutschland eine öffentliche Debatte über die Kontamination der Nahrungsmittel mit chemischen Substanzen ein. Der in der Weimarer Republik unermüdlich gegen den Wohlfahrtsstaat polemisierende Mediziner Erwin Liek, Vertreter einer ganzheitlichen Heilkunde, behauptete, dass je einfacher und natürlicher die Lebensweise, desto seltener auch Krebs sei. Die Verschmutzung und Denaturierung der Lebensmittel sei hingegen schuld an der Zunahme von Krebserkrankungen. Rettung bestand deshalb nur in der naturgemäßen Ernährung.¹²⁸⁰ Diese Kritik am *Gift in der Nahrung*, so der Titel eines einschlägigen Buches von Curt Lenzner aus dem Jahr 1931, war zugleich immer auch

1275 Wagner-Jauregg, Die Chemie der Vitamine, S. 376.

1276 Mittasch, Über Katalyse, S. 786. Auch: Wahrig, Zweifelhafte Gaben, S. 517, 524.

1277 Herausgearbeitet ist dies in Möhring, Marmorleiber, S. 261–331.

1278 Ellerbrock, Die Lebensmittelindustrie; und Lück, Geschichte.

1279 Merres, Grundsätzliches, S. 76; und Merres/Coermann, Die deutsche Lebensmittelgesetzgebung.

1280 Liek, Krebsverbreitung; und Auler, Ernährung. Dazu auch Proctor, The Nazi War, S. 120–172.

mit der Forderung nach einer gesunden und naturgemäßen Ernährungsweise verbunden.¹²⁸¹ In Werner Kollaths Worten wiederum habe der Mensch es mit seinen besonderen technischen Maßnahmen fertiggebracht, willkürliche Eingriffe in das Geschehen der Natur vorzunehmen, und sei dadurch selbst zur Ursache von Mangelkrankheiten geworden. Es gehe darum, verkündete Kollath 1942, die Bedingungen der natürlichen, erbmäßig und umweltmäßig richtigen Nahrung zu erhalten.¹²⁸² Ernährungsforschung, Lebensmitteltechnik und -chemie reüssierten im Nationalsozialismus als aufstrebende und hoch geförderte Wissenschaften und standen doch unter dem andauernden Verdacht der Produktion und Distribution toxischer und cancerogener Substanzen.¹²⁸³ Das Narrativ der Vergiftung, des Gifts in der Nahrung, erschreckte aber auch noch nach Kriegsende die Öffentlichkeit. Der Mediziner Karl-Heinrich Bauer verband 1950 mit dem Begriff der „Krebsnoxe“ Zivilisationskritik, Krebsforschung und Chemie, wenn er diese als „jede strahlende oder einer chemischen Reaktion entstammende Energie“ definierte, die in der Lage sei, eine gesunde Zelle zur Krebszelle werden zu lassen. Bauer bezog sich dabei vor allem auf Kohlenstoffverbindungen, insbesondere auf Azofarbstoffe.¹²⁸⁴ Das Schlagwort von der „toxischen Gesamtsituation“, das der anerkannte Heidelberger Pharmakologe Fritz Eichholtz 1956 in einer viel beachteten Kampfschrift gegen die „verwegenen Schritte gewisser Kreise der heutigen Lebensmitteltechnik“ richtete, sollte sich als äußerst wirksam erweisen, um diese Kritik an Lebensmittelsätzen zu bündeln.¹²⁸⁵ Das in Jahrzehnten herausgearbeitete Argument der Reinheit und die Warnung vor den Kontaminationen waren in den 1950er Jahren so evident, dass die pragmatische Auffassung, gewisse Zusätze müssten etwa zum Zwecke der Konservierung geduldet werden, eine Minderheitenmeinung darstellte. Wenn Hans Peter Mollenhauer vom Bundesministerium für Gesundheitswesen in diesem Zusammenhang von der Notwendigkeit eines kalkulierten Risikos sprach, dann musste er mit Widerspruch rechnen.¹²⁸⁶ Der Widerstreit zwischen einer vollwertigen Ernährung und einer durch Fremdstoffe verunreinigten „toten Nahrung“, zwischen natürlichen und künstlichen Stoffen, wie sie Kollath zu Beginn der 1940er Jahre vorformuliert hatte, durchzog die öffentlichen, ebenso wie die wissenschaftlichen Debatten.¹²⁸⁷ DFG-Präsident Raiser selbst stellte die Frage, wie der menschliche Organismus sich auf Nahrungsmittel einstelle, die im technischen Prozess Veränderungen unterworfen worden seien. Man wisse wenig über den Wert denaturierter Nahrungsmittel, ihren Einfluss auf den Grundumsatz,

1281 Lenzner, Gift.

1282 Kollath, Natürliche Nahrung, S. 8 f., 11, 14.

1283 Thoms, Einbruch, S. 119; und Proctor, The Nazi War, S. 120–172.

1284 Lau/Baier, Über Versuche; und Bauer, Über Chemie; Stoff, Summationsgifte.

1285 Eichholtz, Die toxische Gesamtsituation, S. III. Heckmann, Vermerk (25.11.1963), in: BA Koblenz, B 227/050527.

1286 H.P. Mollenhauer, „Die Bedeutung von Verzehrerhebungen für die Beurteilung von Zusatzstoffen“ (Manuskript), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60323, Arbeitsgruppe Festlegungen von Mengenbegrenzungen; Bornmann/Loeser, Toxikologische Studie, S. 69.

1287 Kollath, Natürliche Nahrung.

Wärme- oder Wasserhaushalt, den Eiweißquotienten und so fort: „Was passiert dabei im molekularen Bereich der Eiweisse, der Vitamine oder der Fermente?“¹²⁸⁸

Die Kritik der wissenschaftlich-industriellen Produktion von toxischen und cancerogenen Fremdstoffen korrespondierte dabei in den 1950er Jahren mit der Erfindung hypothetischer Vitalstoffe. Diese sollten Enzyme, Coenzyme, Vitamine, Hormone, exogen-essenzielle Amino- und Fettsäuren, Haupt- und Spurenelemente sowie Duft- und Geschmacksstoffe umfassen und gaben den Wirkstoffen sozusagen ihre utopische Würde zurück, indem sie sie von jeglichem Verdacht ambivalenter Leistungen freisprachen, der ihnen in den 1940er Jahren als synthetische und industrielle Produkte zugesprochen wurde. Die lebensreformerische Bedeutung der Wirkstoffe ging in den 1950er Jahren in den esoterischen Begriff der Vitalstoffe über. Die Ambivalenz der Wirkstoffe wurde im Gegensatzpaar Vital- und Fremdstoffe aufgehoben.¹²⁸⁹ Der Chemiker Hans-Adalbert Schweigart, der im Nationalsozialismus zum Direktor des Instituts für Vorratspflege und Landwirtschaftliche Gewerbeforschung der Berliner Friedrich-Wilhelm-Universität reüssiert und mit der Erstellung von Ernährungsplänen für die Wehrmacht sowie Konzepten der Marktordnung befasst war, gründete 1951 in Pretoria das Institute for Research on Trace Elements and Vital Substances. Drei Jahre später nahm Schweigart einen Lehrauftrag an der Fakultät für Gartenbau und Landeskultur der Technischen Hochschule Hannover an, ohne jedoch jemals weiter universitär eingebunden gewesen zu sein.¹²⁹⁰ In der Bundesrepublik widmete er sich ausschließlich der *Institutionalisierung* seiner Vitalstofflehre in der 1954 gegründeten Internationalen Gesellschaft für Nahrungs- und Vitalstoff-Forschung. Während die Agenda der Vitalstoffgesellschaft nahtlos an die von Kollath, Liek, Lenzner und Bauer ausformulierte Zivilisationskritik anschloss, erarbeitete Schweigart zugleich jene *guten Stoffe*, die das Lebendige repräsentierten. Es ging der Vitalstoffgesellschaft einerseits darum zu beweisen, „daß das Lebendige, das Vitale der Organismen bedroht ist“, und andererseits um eine neue Theorie und Praxis lebensnotwendiger Stoffe.¹²⁹¹ Es war diese Unterscheidung, die dem ansonsten diffusen Konzept Attraktivität verlieh, denn sie hielt für die dynamisierte Situation der modernen Lebensweise klare Handlungsanweisungen bereit und schloss diese an ältere Vorstellungen über die Wirkstoffe an. Im Mittelpunkt der Vitalstofflehre stehe das Wirkstoffprinzip, so vermerkte Schweigart kategorisch, der Akzent liege auf der „vollkommene(n) qualitative(n) Versorgung des Organismus mit Wirkstoffen (Vitalstoffen)“.¹²⁹² Vitalstoffe stellten eine umstrittene ganzheitliche Neufassung des utopischen Wirkstoffkonzeptes dar, sie waren ein biopolitischer Einsatz

1288 Raiser an Butenandt (10.5.1954), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 430.

1289 Schweigart, *Biologie*, S. 15, 17; und Präsidium der Internationalen Gesellschaft für Nahrungs- und Vitalstoff-Forschung, *Zur Einführung*; Melzer, *Vollwerternährung*, S. 311. Ich werde dies ausführlich in meinem Forschungsprojekt „Fremdstoffe. Eine Geschichte der Risikopolitik prekärer Stoffe und der Genese des kritischen Verbrauchers in den fünfziger und sechziger Jahren“ darstellen. Dazu bisher: Stoff, *Summationsgifte*; und Stoff, *Hexa-Sabbat*.

1290 Briesen, *Das gesunde Leben*, S. 201 f.; und Melzer, *Vollwerternährung*, S. 303 ff.

1291 Schweigart, *Fremdstoffe*, S. 134.

1292 Schweigart, *Klassische Ernährungslehre*, S. 2.

im zivilisationskritischen Diskurs der 1950er Jahre. Die Vitalstoffgesellschaft, deren jährliche Kongresse gut besucht waren und ein großes Medienecho fanden, kritisierte Mitte der 1950er Jahre entsprechend die Zusammenarbeit von pharmazeutischer Industrie und akademischen Biochemikern, die lebensnotwendige Vitalstoffe nicht fördere und kontaminierende Fremdstoffe schone. Dabei war Schweigarts Vitalstoffgesellschaft, der unter anderen auch Eichholtz, Kollath und Scheunert sowie als Ehrenpräsidenten Albert Schweitzer und Linus Pauling angehörten, nicht nur ein Sammelbecken für ehemalige nationalsozialistische Ernährungsexperten, sondern erwies sich zudem als ein schlagkräftiger Gegner der pharmazeutischen und Lebensmittel produzierenden Industrie.¹²⁹³

In den 1950er Jahren pflegten jedoch nicht nur die radikalen Vollwertkostpropagandisten und Vitalstoffanhänger einen zivilisationskritischen Diskurs, sondern ebenso auch Pharmakologen und Biochemiker wie Druckrey und Butenandt, die in den 1950er und 1960er Jahren einen Großteil ihrer Aktivitäten der Regulierung von prekären Stoffen und der Verhandlung von Risikokalkulationen in den durch ihre Bemühungen eingerichteten DFG-Senatskommissionen widmeten.¹²⁹⁴ Diese Geschichte muss als eine Genealogie der Verbraucherbewegung und als ein Gefüge von Politikberatung und Interessenpolitik geschrieben werden. Sie entspricht jener anderen von Foucault verfassten Geschichte der Moderne, welche die Optimierung des Lebens – die Etablierung einer Art Homöostase, der manipulierende Eingriff in Lebensprozesse – mit der Einführung von Regulations- und Sicherheitsmechanismen verknüpft.¹²⁹⁵ Wirkstoffe verwandelten sich von Subjekten in Objekte der Kontrolle und Regulierung.

6.1. PREKÄRE STOFFE: TOXIZITÄT UND CANCEROGENITÄT, 1927–1970

Die *Aktivierung* von Wirkstoffpräparaten provozierte in den 1920er Jahren die Frage nach der Dosierung und damit auch nach der potenziellen toxischen Überdosierung. Seit Ende der 1920er Jahre Vigantol auf den Markt kam und flächendeckend angewendet werden sollte, wurde das Problem der Hypervitaminose ausführlich diskutiert. Vigantol war 1927 in den Fokus der Öffentlichkeit geraten, als Heinrich Vollmer, Oberarzt am Berliner Kaiserin Auguste-Victoria Haus, in fragwürdigen Menschenversuchen die Rachitisbekämpfung klinisch testete.¹²⁹⁶ Die zwanzig Kinder, an denen Vollmer seine Versuche durchführte, wurden in einem geschlossenen Raum gehalten und erhielten nur Vitamin D-freie Nahrung. Indem Vollmer arglos bemerkte, er habe die Versuche an hundert Ratten und zwanzig Kindern durchgeführt, gerieten seine Experimente in das Zentrum der Menschenversuchsdebatte der 1920er Jahre. Hier seien Experimente auf Geheiß der IG

1293 Oberkrome, *Ordnung*, S. 174–184 und Melzer, *Vollwerternährung*, S. 303 ff.

1294 Schlich/Tröhler, *The Risks*.

1295 Foucault, *Vorlesung*, S. 288 ff.

1296 Reuland, *Menschenversuche*, S. 96 f.

Farben durchgeführt worden, lautete ein entsprechender Vorwurf, während Julius Moses Vollmers Vigantolversuche zum Paradebeispiel medizinischer Verfehlungen machte: Arbeiterkinder seien als „Versuchskarnickel“ missbraucht worden. Von da an wurden klinische Versuche mit Vigantol aufmerksam registriert. Das heroische Projekt moderner chemotherapeutischer Medizin, die Rettung der vom anarchischen Kapitalismus verunstalteten Kinder, wurde in der Öffentlichkeit immer auch mit dem Missbrauch von Kindern durch skrupellose Wissenschaftler im Dienste der pharmazeutischen Industrie in Verbindung gebracht.¹²⁹⁷

Die Versuche waren aber nicht nur aufgrund der inhumanen Versuchsanordnung verdächtig. György bemerkte Ende der 1920er Jahre, dass zuviel antirachitisches Vitamin zu Appetitlosigkeit, Gewichtsabnahme, Erbrechen und Nierenreizung führe. 1931 schrieb Herzog unter Verweis auf Berichte der IG Farben, dass das bestrahlte Ergosterin die daran geknüpften Hoffnungen bisher nicht erfüllt habe, vor allem, weil es bei wesentlicher Überdosierung eben doch Schaden anrichten könne.¹²⁹⁸ Zwischen 1929 und 1932 häuften sich Meldungen über Vigantolüberdosierungen. Die Notgemeinschaft finanzierte deshalb zu Beginn der 1930er Jahre experimentelle Arbeiten an der Göttinger Kinderklinik. Windaus selbst hatte darauf hingewiesen, dass das antirachitische Vitamin nur ein Zwischenprodukt der fotochemischen Umsetzung sei und bei sehr langer Bestrahlung in unwirksame Überstrahlungsprodukte übergehe. Zudem könne das therapeutisch wertvolle Bestrahlungsprodukt in großen Dosen auch toxisch wirken. Diese Toxizität zeige sich an den Versuchstieren vor allem durch Verkalkungen an verschiedenen Organen. Die Wirkung war also bei Überdosierung geradezu ins Gegenteil umgeschlagen.¹²⁹⁹ Laquer und Linsert experimentierten wiederum im Forschungslaboratorium der IG Farben zur längerfristigen Bestrahlung von Vitamin D. Da das rohe Bestrahlungsprodukt zusätzliche toxische Stoffe ohne antirachitische Wirkung enthalte, sollte zur Bekämpfung der Rachitis nur reines, kristallisiertes Vitamin D₂ verwendet werden, das den günstigsten Index von antirachitischer zu toxischer Grenzdosis aufweise.¹³⁰⁰ Wagner-Jauregg fasste 1933 den Forschungsstand so zusammen, dass das reine Vitamin D in der fünf- bis zehntausendfachen Dosis toxisch wirke. Tachy- und Toxisterin, fotochemische Nachbarn des Ergosterins, wirkten ausschließlich toxisch. Der therapeutische Index beim reinen Vitamin D sei viel größer als bei rohen Bestrahlungsprodukten, denen zudem noch giftige Isomere beigemischt seien. Eben deshalb habe die Reindarstellung des Vitamin D auch eine so große praktische Bedeutung.¹³⁰¹

1297 Eckart/Reuland, *First Principles*, S. 41 f.; Frewer, *Medizin*, S. 143 f.; und Reuland, *Menschenversuche*, S. 96–101.

1298 Herzog, *Die neuen Arzneimittel*, S. 196 f.; und Juszatz, *Experimentelle Untersuchungen*.

1299 Beispielhaft für entsprechende Berichte: Wulfsohn, *Ein Fall*; und Scheunert/Schieblich, *Über eine auf dem Schutzversuch beruhende Methode*; Gehlen, *Vitamine*, S. 100; Bischoff/Loeschke, *Die Wirkung*; und Windaus, *Ergosterin*, S. 210.

1300 Herzog, *Neue Arzneimittel des Jahres 1931*, S. 191; Wh., *Bildung*; und Windaus/Lüttringhaus, *Über das bestrahlte Ergosterin*, S. 1672.

1301 Wagner-Jauregg, *Die Chemie*, S. 376.

Seit der zweiten Hälfte der 1920er Jahre häuften sich Studien zur „Übervitaminisierung“ und zur hormonell bedingten Störung der Fortpflanzungsfähigkeit.¹³⁰² Forschungsanträge zur Identifizierung, Kontrolle und Regulierung prekärer Stoffe wurden seit den 1930er Jahren bei der DFG bevorzugt behandelt. Theodor Friedrich Ernst Heynemann unternahm 1932 an der Hamburger Universitätsfrauenklinik Tierversuche, um zu überprüfen, ob die Behandlung von Menstruationsproblemen mit Sexualhormonen fatale Folgen wie die des Abortus zeitigten.¹³⁰³ Die Münchener Arbeitsgruppe um Stepp, ansonsten intensiv mit der *Aktivierung* der Vitamine befasst, legte seit Mitte der 1930er Jahre einen ihrer Arbeitsschwerpunkte auf das Problem der Hypervitaminose. Wendt stellte jedoch beruhigend fest, dass der Mensch Vitamin A in großen Mengen im Stuhl zur Ausscheidung bringe, „um auf diese Weise den Gefahren einer drohenden Hypervitaminose zu entgehen“. Zeitgleich wurden jedoch bei Ratten nach hoher A-Vitamingabe starker Gewichtsverlust und Haarausfall beobachtet; Ergebnisse, welche die Dermatologin Asta von Mallinckrodt-Haupt 1938 bei eigenen Versuchen bestätigte.¹³⁰⁴ Irene Dischreit untersuchte 1939 den Schädigungsbereich von Hormonpräparaten und stellte fest, dass die Anwendung von Follikelhormonen in der Kinderheilkunde zu schweren Keimdrüenschädigungen führen könne.¹³⁰⁵ Hellmuth Winkler bemühte sich schließlich in Marburg darum, die kritische Grenze des Vitamin E zu ermitteln.¹³⁰⁶ Bei aller Besorgnis schienen diese latent toxischen Wirkstoffe regulier- und kontrollierbar zu sein. Verdachtsmomente konnten widerlegt, Wirkstoffe dosiert, Prüfverfahren etabliert und eine von Wissenschaftlern durchgeführte staatliche Kontrolle institutionalisiert werden. Die Zulassung von vitaminisierten Lebensmitteln wurde schließlich seit September 1942 in einer Verordnung über vitaminisierte Lebensmittel geregelt.¹³⁰⁷ Wesentlich dramatischer war der Verdacht, dass Wirkstoffe krebserregend wirkten. Hormone und Vitamine waren bereits seit den 1910er Jahren als Wundermittel gegen Krebs eingeführt, zugleich wurde jedoch auch ein Zusammenhang von Geschwulsten und innerer Sekretion konstatiert.¹³⁰⁸ Die funktionelle Rolle des fettlöslichen Vitamin A bei der Entwicklung bösartiger Geschwulste wurde noch während deren *Standardisie-*

1302 Kastein, Ein Fall; Euler, Wirkungen, S. 764; Koch, Anwendung, S. 831; Kugelmann, Die Gefahren; Böttcher, Kollaps; und Braun, Ovarialpräparate, S. 911.

1303 Heynemann an Notgemeinschaft (10.5.1932), in: BA Koblenz, R 73/16109.

1304 Stepp/Wendt, „Arbeiten im Rahmen der Ernährungsforschung (16.9.1937)“, in: BA Koblenz, R 73/14954; und DFG an v. Mallinckrodt (6.7.1938), DFG an v. Mallinckrodt (19.1.1938), und A. v. Mallinckrodt an Reichsforschungsrat (24.5.1937), in: BA Koblenz, R/73, Nr. 12870. Wagner-Jauregg, Die Chemie, S. 374 f.

1305 Dischreit an DFG (25.4.1939), I. Dischreit, „Keimdrüsenstudien an hormonbehandelten juvenilen Ratten (Vortrag gehalten zur Tagung Nord- und Ostdeutscher Pathologen am 26. Februar 1939 in Tropolau)“, und Dischreit an DFG (14.8.1939), in: BA Koblenz, R 73/10735; sowie I. Dischreit, „Wirkung des Testikelhormonpräparates Erugon auf den juvenilen Rattenhoden“ (ohne Datum), in: BA Koblenz, R 73/10584; Dischreit, Wirkung.

1306 Winkler an DFG (1.12.1942), in: BA Koblenz, R 73/15738.

1307 Das Gesetz beanspruchte allerdings keine Genehmigungspflicht. Ertel/Rothe, Erörterungen, S. 274 ff.

1308 S., Innere Drüsen. Werner, Vitamine, S. 148 f.

nung diskutiert. Nach Wilhelm Caspari, der bis zu seiner Zwangsemigration 1935 Leiter der Abteilung für Krebsforschung des Instituts für experimentelle Therapie in Frankfurt am Main war, gab es auch eine stimulierende Wirkung des Krebswachstums durch die Vitamine des B-Komplexes. Insgesamt, so lautete der Forschungskonsens 1933, hätten die Gaben von hoch dosiertem Vitamin A, B und D einen Wachstum anregenden Einfluss auf Tumore.¹³⁰⁹ In eben diesem Bereich forschten auch Rhoda Erdmann vom Institut für Krebsforschung an der Charité, deren Laufbahn 1933 beendet wurde, und Eugen Haagen, später an Menschenversuchen im Konzentrationslager Natzweiler-Struthof beteiligter Ordinarius für Hygiene an der Reichsuniversität Straßburg, mit ihren extremen Diäten mit Vitamin A und B-haltiger Nahrung.¹³¹⁰ Lauber arbeitete in Marburg zudem zur Beziehung des Carcinoms zu den wasserlöslichen Vitaminen. Das Wachstum der einmal vorhandenen Geschwulste hänge vom Vitamingehalt der Nahrung ab. Vitamine übten danach auf die Krebsentstehung keinen Einfluss aus, beschleunigten aber dessen Wachstum.¹³¹¹

Seit den 1920er Jahren galten Erbanlagen, Mutations- und Strahlenvorgänge, carcinogene Substanzen und Besonderheiten des Stoffwechsels als Ursachen für die Krebsentstehung. Vor allem die beiden letzten Motive waren eng mit den Wirkstoffen verbunden.¹³¹² Butenandt präsentierte 1940 schließlich eine Definition des Begriffs Krebskrankheit, nach der autonom agierende Wirkstoffe ihre spezifische Kompetenz nicht mehr der Homöostasis des Organismus unterordneten. Nach Butenandt seien unter dem Begriff Krebs alle bösartigen Neubildungen und atypischen Geschwülste zu verstehen, „die sich dem Ganzheitsbestreben des Organismus nicht mehr fügen, sich seinen wachstumsregulierenden und formgebenden Einflüssen entziehen und in ihrem Wachstum und Stoffwechsel unabhängig vom Organismus geworden sind“.¹³¹³ Dass Krebs in den 1930er Jahren als das zentrale volksgesundheitliche Problem fixiert wurde, ist mittlerweile in zahlreichen Studien gezeigt worden. Krebsforschung war, Robert N. Proctor hat darauf hingewiesen und Gabriele Moser hat dies vertieft, der einzige nicht direkt kriegswichtige Forschungsbereich, der dennoch in großem Umfang gefördert wurde.¹³¹⁴ Sergius Breuer, DFG-Referent des Sachgebiets Medizin, und Karl Hinsberg, Leiter der

1309 Stepp/Schroeder, „Ueber die Beziehungen des Vitamin C zum Stoffwechsel des Carcinomgewebes (ohne Datum)“, in BA Koblenz, R 73/14954. Caspari, der nach seiner Deportation 1944 in Łódź ermordet wurde, vermutete zudem einen engen Zusammenhang zwischen Krebswachstum und hormonellen Störungen. Fränkel/Géreb, Wachstumstendenz; und Caspari, Hormone, S. 675.

1310 Rhoda Erdmann, „Fortsetzung der Untersuchungen über die Erzeugung von Tumoren durch Fütterung, sowie die Versuche, durch Fütterung entstandene Tumore zu heilen“ (ohne Datum), in: BA Koblenz, R 73/16693; und Caspari, Hormone, S. 675. Zu Erdmann: Satzinger, Differenz, S. 358 ff.; zu Haagen: Deichmann, Flüchtlinge, S. 326 f.

1311 Lauber an DFG (6.12.1938), in: BA Koblenz, R 73/12601. W., Die Bedeutung, S. 316.

1312 Euler, Enzymchemische Ergebnisse, S. 352.

1313 Butenandt, Neuere Beiträge, S. 345.

1314 Moser, Deutsche Forschungsgemeinschaft; Moser, Musterbeispiel; Moser, From Deputy; und Proctor, The Nazi War. S. 160–165.

Chemischen Abteilung des Pathologischen Instituts der Berliner Universität, hatten die Zusammenführung der verschiedenen Zweige der Krebsforschung zu einem vorrangigen Ziel der DFG erhoben. Man werde es Breuer später einmal sehr danken, dass dieses wichtige Forschungsgebiet über die schwierige Kriegszeit gerettet werden konnte, lobte im Jahr 1940 Hugo Wilhelm Knipping, aber er glaube, dass es sich auch schon während des Krieges segensreich auswirken werde: „Ich könnte mir denken, dass in den Feindstaaten es nicht ohne Eindruck sein wird, dass Deutschland bei so starkem Engagement mit der Waffe Kraft genug hat, die wichtigsten kulturellen Dinge weiter zu führen. Es ist dies doch schließlich auch eine starke moralische Demonstration.“¹³¹⁵ Hinsbergs chemische Abteilung war ein Knotenpunkt der nationalsozialistischen Krebsforschung und wurde mit knapp über einer halben Million Reichsmark von 1933 bis 1945 von der DFG außerordentlich großzügig ausgestattet. Hinsberg wurde damit zum am stärksten geförderten Biochemiker dieses Zeitraums.¹³¹⁶

Der ambivalente Status der Wirkstoffe als sowohl Krebs fördernd als auch Krebs heilend lässt sich gut an dem Forschungsprojekt der Münchener Arbeitsgruppe um Stepp und Borst, dem „Tumorprogramm“, aufzeigen. Hier stand seit Mitte der 1930er Jahre ausdrücklich die Frage sowohl der negativen als auch der positiven Beeinflussung von Tumoren durch Vitamine im Vordergrund.¹³¹⁷ Das eingespielte Team um Stepp forschte vor allem zur Beziehung des Vitamin C zum Stoffwechsel des Carcinomgewebes. Szent-Györgyi hatte 1928 auf die große Bedeutung der Hexuronsäure für die Atmungsvorgänge in der Pflanze verwiesen.¹³¹⁸ Schroeder und Stepp stellten sich anschließend die Frage, ob dieser Stoff auch im Zellstoffwechsel des tierischen Organismus an den Atmungsvorgängen beteiligt sei und schließlich, ob hinsichtlich des Vitamin C besondere Verhältnisse im Carcinomgewebe festgestellt werden könnten. Wenn dem so wäre, schlussfolgerten sie, dann könnte es auch möglich sein, den pathologisch veränderten Stoffwechsel im Tumorgewebe durch Vitamin C zu beeinflussen. Sie hatten beobachtet, dass beim Krebskranken parenteral in großen Mengen zugeführtes Vitamin C nicht ausgeschieden werde, sondern im Organismus verschwinde: Das Vitamin C werde im Körper der Tumorkranken in großen Mengen verbraucht; die Oxidationsgeschwindigkeit der Ascorbinsäure werde durch Tumorgewebe offensichtlich erheblich gesteigert.¹³¹⁹ Durchgeführt wurden die Forschungen von Stepps Assistenten Felix Steigerwald und Otto Hörner. Stepp plante bereits seit Ende 1942, vom

1315 Knipping an Breuer (5.1.1940), in: BA Koblenz, R 73/12211.

1316 Moser, From Deputy, S. 214; und Deichmann, Flüchten, S. 232, 337.

1317 DFG an Stepp (19.12.1936), DFG an Stepp (12.1.1937), DFG an Stepp (27.5.1937), DFG an Borst (29.4.1938), DFG an Stepp (24.4.1939), DFG an Borst (26.4.1940), DFG an Borst (16.5.1941), DFG an Stepp (7.5.1942), DFG an Stepp (7.5.1943), DFG an Stepp (19.4.1944) und Reichsforschungsrat an Stepp (unleserlich, April 1945, mit Stempel: „Unerledigt z. d. A. 18.6.45“), in: BA Koblenz, R 73/14955.

1318 Szent-Györgyi, Vitamin C, S. 853. Zur Kontroverse um den Konnex von Vitamin C und Krebs in den USA: Richards, The Politics.

1319 Stepp/Schroeder, „Ueber die Beziehungen des Vitamin C zum Stoffwechsel des Carcinomgewebes“ (ohne Datum); Stepp/Schroeder, „Über die Beziehungen des Vitamin C zum

Tier- zum Menschenexperiment überzugehen. Jedoch mussten im Winter 1943/44 die Krebsforschungen der Arbeitsgruppe Stepp/Borst schließlich doch kriegsbedingt eingestellt werden.¹³²⁰

Der Zusammenhang von Krebs und Hormonen wurde mit Mitteln der DFG in den Jahren 1939 bis 1945 vor allem an der Chirurgischen Universitätsklinik der Charité durch Heinz May, an der Chirurgischen Klinik der Universität Berlin durch Georg Litzka und an der Universitätsfrauenklinik durch Hans Baatz erforscht. Der seit 1933 am Pharmakologischen Institut der Berliner Friedrich-Wilhelms-Universität zunächst als Assistent, dann als Oberassistent und schließlich als außerplanmäßiger Professor tätige Hermann Druckrey war jedoch seit Mitte der 1930er Jahre die auffälligste Figur bei der Erforschung des Zusammenhangs von Hormonen und Krebs.¹³²¹ Druckrey publizierte seit 1933 zum Komplex Hormone und Tumorwachstum. Zu seinem Forschungsprogramm gehörte zuallererst die Frage nach der möglichen biologischen Beziehung zwischen cancerogenen polycyklischen Kohlenwasserstoffen und Sexualhormonen.¹³²² Die DFG subventionierte von 1937 bis 1944 mit einer Gesamtfördersumme von über 80.000 RM seine Forschungen, zu denen auch die experimentelle Ausarbeitung der in der unmittelbaren Nachkriegszeit veröffentlichten Summationsthese gehörte.¹³²³ Mitarbeiter seines Arbeitskreises waren zunächst Hans Herken und Norbert Brock, in den 1940er Jahren auch Rudolf Richter. Gegenüber der DFG führte Druckrey als eine seiner Aufgaben gesondert die „Herausbildung und Schulung guter junger Wissenschaftler“ an. In der Tat sollten diese drei Assistenten in der Krebsforschung der Bundesrepublik eine bedeutsame Rolle spielen.¹³²⁴ Im Rahmen der DFG wurde durch Druckrey und Brock in Zusammenarbeit mit Bernhard Rarei von der Universität Breslau im Frühjahr 1937 eine Arbeitsgemeinschaft Krebs eingerichtet, in deren Mittelpunkt die Beeinflussung von Zellteilungsvorgängen stand. In diesem Kontext führte Druckrey zunächst an der Zoologischen Station in Neapel Untersuchungen an Seeigeln durch. Das maßgebliche Ergebnis dieser Untersuchungen lautete, dass winzige Mengen von Substanzen aus dem Hypophysen-

Stoffwechsel des Carcinomgewebes“ (gestempelt 5.10.1937), und Stepp an DFG (2.3.1935), in: BA Koblenz, R 73/14954.

1320 O. Hörner, „Über die Beziehungen des Vitamin C zum Stoffwechsel des Carcinomgewebes“ (gestempelt 5.10.1937); und F. Steigerwald, „Untersuchungen über die Beziehungen von Krebs und Vitaminen“ (gestempelt 5.10.1937), in: BA Koblenz, R 73/14954; Stepp, „Forschungsbericht über die Arbeiten im Jahr 1943/44“ (18.3.1944); Stepp/Borst, „Forschungsbericht“ (1.12.1942), und „Forschungsbericht über die Arbeit ‚Untersuchungen über die Beziehungen von Krebs und Vitaminen‘. v. Dr. Felix Steigerwald“ (ohne Datum), in: BA Koblenz, R 73/14955.

1321 Druckrey an Sauerbruch (3.5.1938), in: BA Koblenz, R 73/10785; Kaupen-Haas/Schuller, Ehrendoktorwürde.

1322 Hermann Druckrey, „Aufstellung der geplanten Arbeiten auf dem Gebiete der Krebsforschung“ (ohne Datum, ca. Frühjahr 1937), in: BA Koblenz, R 73/10785.

1323 Druckrey an DFG, Medizinisches Referat (3.2.1937), in: BA Koblenz, R 73/10785; Wunderlich, Zur Entstehungsgeschichte.

1324 Druckrey an DFG (13.10.1942), DFG an Richter (6.6.1939), Druckrey an DFG (15.5.1939), in: BA Koblenz, R 73/13951.

vorderlappen die Zellteilung hemmen könnten.¹³²⁵ Diese Annahme war mit Hoffnungen verbunden, die den Einfluss der Experimentierenden auf die Versuche ungebührlich intensivierten. Der Mediziner Wilhelm Niemeier machte am Pharmakologischen Institut bei Druckrey Versuche, um aus der Hypophyse eine Substanz zu extrahieren, die das Wachstum speziell von Tumoren anhalten könne. Als er im November 1937 aufgrund von gewissen Unregelmäßigkeiten von Heubner aus dem Institut verwiesen wurde, veränderten sich auch schlagartig die bis dahin positiven Messdaten seiner Experimente. Offensichtlich hatte er seine Forschungen manipuliert. Das bewilligte Stipendium wurde daraufhin sofort storniert.¹³²⁶ Im Etatjahr 1939/40, als Druckreys Förderung durch die DFG erst richtig anlief, widmete er sich generell Untersuchungen über die Entstehung von Krebs, das Verhalten der Geschwulst im Organismus und der allgemeinen Zellforschung.¹³²⁷ Ende 1940 planten dann Butenandt und Druckrey eine Vernetzung der verschiedenen Disziplinen der experimentellen Krebsforschung in Deutschland. Im Februar 1941 kam es im Rahmen der DFG zur Einrichtung einer Arbeitsgemeinschaft für Krebsforschung, die über das begrenzte Projekt von 1937 weit hinausging.¹³²⁸

6.2. KREBSTHEORIEN: WIRKSTOFFE ALS DIAGNOSTIKA, 1926–1953

Schon seit den 1920er Jahren wurde die Krebsentstehung und damit auch der Krebsnachweis vor allem enzymchemisch erklärt. Otto Warburgs Mitte der 1920er Jahre durchgeführte Arbeiten zum Aufbau von Tumoren und deren Stoffwechsel und die damit einhergehenden Möglichkeiten, eine Krebsfrühd Diagnose zu etablieren, formierten ein Feld hochgradig intensivierter Forschung und Forschungsförderung. Warburg erklärte, dass der Stoffwechsel der Geschwulstzelle sich durch eine verringerte Atmung und gesteigerte Gärung auszeichne und agierte mithilfe der Notgemeinschaft, von der er ansonsten keine Finanzierung erhielt, in diesem durchaus umstrittenen Gebiet.¹³²⁹ 1926 publizierte Warburg dann seine bedeutende Schrift *Über den Stoffwechsel der Tumoren*, die er auf der Tagung der Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten als Lösung des Karzinomproblems vorstellte. Der Kohlenhydratstoffwechsel des Krebsgewebes sei dadurch gekennzeichnet, dass die unter Verbrauch von Sauerstoff verlaufende Zellatmung zugunsten der Gärung zurückgedrängt werde. Die Gärung sei allen Krebszellen gemeinsam, unabhängig vom Entstehungsort und Ursprung. Es bräuchte also nicht mehr nach dem Ursprung des Krebses, sondern nach dem Ursprung der Gärung gefragt

1325 Druckrey an DFG (7.3.1938), in: BA Koblenz, R 73/10787; und Druckrey an DFG, Medizinisches Referat (3.2.1937), in: BA Koblenz, R 73/10785.

1326 Druckrey an DFG (8.11.1937); Breuer an Heubner (29.11.1937); und Heubner an DFG (10.1.1938), in: BA Koblenz, R 73/13391.

1327 Druckrey an DFG (20.3.1940), in: BA Koblenz, R 73/10786.

1328 Druckrey an DFG (25.2.1941), in: BA Koblenz, R 73/10787.

1329 Anonym, Rückblick (Chemie), S. 95.

zu werden. Anlässlich eines Vortrags von Rhoda Erdmann zur Krebszelle präzierte Warburg, dass diese Zellen nicht präformiert seien, wohl aber die Fähigkeit zu gären. Die Krebszelle sei eine normal wachsende Zelle, der eine ganz wesentliche Fähigkeit, nämlich die Atmung, ermangele. Auch bei Anwesenheit von überschüssigem Sauerstoff, referierte Butenandt Warburgs Tumorthese, werde der hauptsächliche Energiebedarf des Tumorgewebes durch den Übergang der Glucose in Milchsäure gedeckt. Anders ausgedrückt bildet der Tumor aus Kohlenhydraten Milchsäure auch in Gegenwart von Sauerstoff, das heißt aerob. Im Laufe der 1930er Jahre geriet Warburgs These immer mehr in die Kritik. Soviel sei aber sicher, fasste Hinsberg 1940 zusammen, dass dem glykolytischen Kohlenhydratstoffwechsel beim Carcinom nicht die fundamentale Bedeutung zukomme, die ihr zuerst nach den grundlegenden Befunden Warburgs zugeschrieben worden sei. Für Butenandt war es hingegen gleichgültig, ob diese Umstellung im Kohlenhydratstoffwechsel spezifisch für die Krebszelle sei, wie Warburg postulierte, oder ohnehin eine Eigenschaft geschädigten Gewebes, wie etwa Druckrey es verstand. Entscheidend war, dass Veränderungen in jenen Enzymsystemen, die den Atmungsprozess katalysieren, Bedeutung zukomme.¹³³⁰ Warburgs Änderung des Kohlenhydratstoffwechsels, so Butenandt, sei enzymchemisch ausgedrückt in der Tatsache, dass Pyridin-Redoxasen – das sind Enzyme, die den Wasserstoff der zu dehydrierenden Substrate stufenweise auf das Cytochromsystem übertragen – sich im Tumor vorzugsweise in dehydrierter Form vorfinden. Die Anhäufung der reduzierten Form der Pyridin-Redoxasen verweise mithin auf den fast vollständigen Mangel des Tumors an den Komponenten des Cytochromsystems. Gleiches gelte für die im Atmungsstoffwechsel wichtigen Enzyme Katalase und Peroxydase, die ebenso im Tumor nur in verminderter Menge existierten. Der Lipasegehalt und die Konzentration an Phosphorsäure spaltenden Enzymen seien in Tumoren wiederum erhöht.¹³³¹

Was Butenandt rekapitulierte, verwies auch auf die Möglichkeit der Etablierung von Testverfahren zur Krebsfrüherkennung. Um dieses Ziel zu erreichen, dem im Nationalsozialismus überragende Bedeutung zukam, konkurrierten in den frühen 1940er Jahren jene führenden deutschen Bio- und Enzymchemiker, die nicht in die Emigration gezwungen worden waren. Von großem Einfluss, wenn auch ebenso umstritten, waren zunächst die Arbeiten von Fritz Kögl und Hanni Erxleben, nach denen Tumorproteine einen großen Gehalt an d-Aminosäuren besäßen. Die aus nicht-cancerogenem Gewebe isolierten natürlichen Aminosäuren gehörten jedoch bis auf wenige Ausnahmen der l-Reihe an. Die Fermente, die normalerweise den Eiweißaufbau vollzögen, fasste Hinsberg zusammen, hätten ihre sterische Auslesefähigkeit verloren, und so seien infolgedessen auch die un-

1330 Warburg, Über den Stoffwechsel; Butenandt, Neuere Beiträge, S. 351; und Hinsberg, Über die chemischen Krebsreaktionen, S. 356. Warburgs Hypothese ist ein schönes Beispiel für den konjunkturellen Verlauf von wissenschaftlichen Tatsachen. Im Juli 2006 meldete der Tagesspiegel die Renaissance von Warburgs Theorie über das Krebswachstum. Müller-Lissner, Was lange gärt.

1331 Butenandt, Neuere Beiträge, S. 351.

natürlichen Aminosäuren der d-Reihe in das Eiweiß eingebaut worden. Kögl und Erxleben fanden vor allem die im Aminosäurestoffwechsel so bedeutungsvolle Glutaminsäure in partiell racemischer Form vor. Kögl zog daraus, wie Butenandt noch vorsichtig betonte, „sehr weitgehende Schlüsse“: Die innere Ursache des Krebses sollte danach bei der allem Wachstum zugrunde liegenden enzymatischen Eiweißsynthese liegen und in einer Schädigung des Fermentsystems bestehen. Durch die Synthese „unrichtiger Proteine“, referierte Butenandt, entstünden „echte Krebszellen“. Normale Zellen könnten dem Vordringen von Tumorzellen keinen Einhalt bieten, da ihnen die betreffenden proteolytischen Fermente fehlten. Damit seien die Voraussetzungen für das „infiltrierende“ und „destruierende“ Wachstum gegeben. Auch Euler würdigte den experimentellen Nachweis der „unnatürlichen“ d-Formen der Aminosäuren der Tumoren, um sich aber von den Schlussfolgerungen, die daraus gezogen wurden, zu distanzieren.¹³³²

Kögls Theorie widersprach auf fundamentale Weise jener Krebsese, die Abderhalden so einflussreich verbreitet hatte. Danach konnte jeder gesunde Organismus gegen jedes fremde Eiweiß ein auf dieses eingestelltes Enzym synthetisieren und konnte also eben nicht so einfach „infiltriert“ und „destruiert“ werden.¹³³³ Abderhalden erhielt von der DFG jährliche Summen zur Anwendung der Abwehrfermentreaktion auf Krebs. Von zentraler Bedeutung war, ob sich so die Spezifität verschiedener Karzinome ermitteln lassen könne. Die Abwehrfermentreaktion sollte natürlich auch als Verfahren der Frühdiagnose fungieren.¹³³⁴ Abderhaldens Abwehrfermenttheorie hatte schon längst den Status der Faktizität erhalten und erschien zum Einsatz bereit: Bei Tumoren würden im Organismus Fermente gebildet, die sowohl im Serum als auch im Harn nachweisbar und gegen das tumoreigene Eiweiß gerichtet seien. Die Spezifität der Fermente sollte sogar so weit gehen, dass es mit ihrer Hilfe gelinge, den Sitz der Tumoren abzugrenzen. Noch 1947 behauptete Abderhalden selbstsicher, dass ihm keine Methode des Krebsnachweises bekannt sei, die mit gleicher Sicherheit arbeite.¹³³⁵ Im Anschluss berichtete auch Ernst Waldschmidt-Leitz davon, im Serum Krebskranker d-Peptidasen gefunden zu haben, die Peptide und deren Ester zu spalten vermochten. Der Organismus beantworte also in diesem Fall das Eindringen von Eiweißabbauprodukten unnatürlicher Konfiguration mit der Auslösung von Enzymen mit

1332 Butenandt, *Neuere Beiträge*, S. 351; Euler, *Enzymchemische Ergebnisse*, S. 353; Hinsberg, *Über die chemischen Krebsreaktionen*, S. 360; und Kögl, *Bemerkungen. Zu Kögls und Erxlebens Auxinforschung: Ammon/Dirschlerl, Fermente*, S. 402–405; und Kögl, *Über die Chemie*, S. 410. Zur Fragwürdigkeit dieser Auxinforschungen und Krebsarbeiten: Deichmann, *Flüchten*, S. 339 ff.; Karlson, *Wie und wann entstehen wissenschaftliche Irrtümer; und Zankl, Fälscher*, S. 76–79.

1333 Abderhalden, *Abwehrfermente*, S. 94.

1334 Abderhalden an DFG (22.2.1938), in: BA Koblenz, R 73/10572; Abderhalden, *Abwehrfermente*, S. 46. Aus Hinsbergs eigener Forschungsgruppe hatte Wilhelmine Rodewald 1937/38 Versuche einer Carcinomdiagnose unternommen. Hinsberg, *Über die chemischen Krebsreaktionen*, S. 361 f. Mertens, *Nur politisch Würdige*, S. 169 ff.

1335 Abderhalden, *Fortschritte*, S. 6 f.

neuartiger Wirkung zu deren Abbau.¹³³⁶ Waldschmidt-Leitz' These einer Spezifität von d-Peptidasen bei Carcinomträgern konnte niemals bestätigt werden. Gleichwohl schien der Fermentstoffwechsel zu Beginn der 1940er Jahre entscheidende Aufklärung über die Tumorentstehung und zudem Möglichkeiten der Krebsfrüherkennung zu liefern. Zuständig für die Lösung des Krebsrätsels war nunmehr der „gute Chemiker“.¹³³⁷ Ein ähnliches Projekt wie diese Stars der nationalsozialistischen Enzymforschung verfolgte Alfred Freiherr von Christiani vom Chemischen Laboratorium der Volkshochschule Wien, späterer Leiter des Krebslaboratoriums des Wiener Städtischen Krankenhauses Lainz, der seit Mitte der 1930er Jahre einschlägige Beiträge zur Chemie des Carcinoms veröffentlichte. Im Serum Gesunder, so hatten zu Beginn des Jahrhunderts schon Ernst Freund sowie Carl Neuberg festgestellt, finde sich ein Ferment, das Krebszellen zu lösen vermöge. Diese Lösungsfähigkeit, die carcinolytische Eigenschaft, könne durch Zusatz von Cholesterinbutyrat, das Buttersäureester des Cholesterins, gehemmt werden. Von Christianis Forschungen wurden zunächst von Schering unterstützt. Seit dem Frühjahr 1938 finanzierte von Christiani seine Arbeiten durch ein DFG-Forschungsstipendium. Vor allem Windaus setzte sich sehr für die im positiven Sinn gemeinten „eigenartigen“ Arbeiten Christianis ein, die sich zwar nur durch Deduktion und auf indirektem Weg wahrscheinlich machen ließen, aber, so Windaus, zu wertvollen Ergebnissen führen würden. Nach Christianis abschließender Publikation aus dem Jahr 1944 folgte jedoch keine weitere Auseinandersetzung mit seiner Theorie.¹³³⁸ Eine von Schittenhelm geleitete, von Hinsberg unterstützte und von der DFG geförderte Abteilung für Geschwulstforschung an der Medizinischen Klinik in München war schließlich mit der Überprüfung aller Verfahren zur Frühdiagnose beauftragt. Die Abteilung bezog „das Material direkt vom Krankenbett“ und griff Fragestellungen auf, „die für die Klinik von praktischer Bedeutung sind“.¹³³⁹

Diese spekulativen Forschungen fanden keineswegs ungeteilte Zustimmung. Der renommierte britische Biochemiker Albert Charles Chibnall erhob grundsätzliche Einwände. Carl Dittmar konnte in frischen Jensen- und Rous-Sarkomen überhaupt keine d-Formen der Aminosäuren finden. Fritz Lipmanns Arbeitskreis wies den d-Aminosäuren keine Bedeutung für das Wachstum maligner Tumore zu und auch Hans Brockmann widerlegte in einem von der DFG geförderten Forschungsprogramm Kögls Behauptungen über das Auftreten von d-Aminosäuren beim enzymatischen Abbau von Tumorproteinen.¹³⁴⁰ Schittenhelm wiederum

1336 Butenandt, Neuere Beiträge, S. 351 f.; und Euler, Enzymchemische Ergebnisse, S. 354.

1337 Abderhalden, Überblick; und Knipping an das Medizinische Referat der DFG (15.2.1943), in: BA Koblenz, R 73/12211.

1338 Christiani an Reichsforschungsrat, Fachsparte Medizin (30.11.1939), und Gutachten Windaus (1.6.1939), in: BA Koblenz, R 73/10589. Christiani/Morth, Über den Entaktivator; Christiani, Fermentproblem; Christiani, Beiträge (V. Mitteilung); Christiani, Beiträge (III. Mitteilung); und Christiani, Beiträge (I. Mitteilung).

1339 Schittenhelm an Sauerbruch (17.3.1942), in: BA Koblenz, R 73/14306.

1340 Brockmann an DFG (13.3.1941), in: BA Koblenz, R 73/10485; Euler, Enzymchemische Ergebnisse, S. 353 f. Deichmann, Flüchten, 339–344.

kam zum Ergebnis, dass d-Peptidasen nicht nur in Carcinomseren vorkämen, sondern unspezifisch seien. Auf einer Veranstaltung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft wurde dies mit Bedauern aufgenommen. Heubner und Warburg stellten lapidar fest, dass wieder einmal eine Hoffnung auf eine chemische Krebsdiagnose weggeschwommen sei.¹³⁴¹ In den letzten Kriegsjahren fand in den chemischen Laboratorien eine von den Protagonisten auch so dargestellte „Schlacht um die Krebstheorie“ statt. Herken vor allem führte vom August 1943 bis zum März 1945 mit einem DFG-Stipendium Untersuchungen über das Vorkommen von unnatürlichen d-Aminosäuren in Tumorproteinen durch.¹³⁴² Er hatte nach seiner Zeit bei Druckrey das Organisch-Chemische Institut von Kögl und Erleben in Utrecht geleitet, um dort eine biologische Krebsabteilung einzurichten. Mit Kriegsbeginn kehrte Herken nach Deutschland zurück. Durch Vermittlung von Hörlein setzte er seine Forschungen zum Vorkommen von Peptidasen im Serum Krebskranker zunächst an der Kölner Universitätsklinik zusammen mit Richard Merten fort. Dementsprechend trat er auch an, Kögls These über das Vorkommen von unnatürlichen Aminosäuren zu verteidigen. Gegenüber Breuer sprach Herken im September 1942 martialisch vom „Kampf um die neue Krebstheorie“, der in Utrecht weitergeführt werde. Die große Abrechnung mit allen, die sich literarisch und experimentell gegen Kögl gestellt hätten, werde bald folgen. Herken glaubte im Anschluss an Kögl und Erleben zeigen zu können, dass d-Glutaminsäure im Tumor durch d-Aminosäureoxydase nachweisbar sei. Aber er verteidigte auch Waldschmidt-Leitz und verwies auf die ungenügende optische Reinheit der Peptide, welche die unspezifischen Befunde mancher Autoren erkläre. Schließlich habilitierte Herken am 12. Mai 1942 zur Hydrolyse von d-Peptiden an der Berliner Universität.¹³⁴³

Die Aktivierung der Wirkstoffe zur Krebsfrühdiagnose und Krebstherapie war Bestand des nationalsozialistischen Projekts der Reinigung des Volkskörpers. Zugleich sollte es die Leistungsfähigkeit einer genuin deutschen Naturwissenschaft beweisen. Mit enzymologischem Vokabular wurde eine politische Biologie institutionalisiert, die bestechend einfache Lösungen für komplexe Vorgänge lieferte. Ehrgeizige und machtbewusste Forscher wie Abderhalden, Hinsberg, Kögl und Waldschmidt-Leitz konnten auf dieser Basis relativ ungebremst agieren und auf die dauerhafte Unterstützung des Staates setzen. Als Pseudowissenschaft und NS-Kulturpropaganda lässt sich dies jedoch nicht adäquat beschreiben. Waldschmidt-Leitz' Forschungen waren durchaus an international akzeptierte Arbeiten angeschlossen. Allerdings zog er sogleich zielgerichtete und erwünschte Schlüsse. Dem

1341 Albers, „Bericht über das Thema: ‚Frühdiagnose des Carcinoms‘ 1941/42“ (22.3.1942), in: BA Koblenz, R 73/14306; Maschmann, Über Unterschiede.

1342 Mentzel/Blome an Herken (19.4.1944), in: BA Koblenz, R 73/11621; Herken, Die sterische Spezifität.

1343 Herken an DFG (25.7.1943), Herken an Breuer (11.9.1942), Abschrift Diplom (12.5.1942), Herken an DFG (30.3.1942), Herken an Breuer (10.12.1940), und Breuer an Herken (20.9.1939), in: BA Koblenz, R 73/11621; sowie Druckrey an DFG (20.3.1940), in: BA Koblenz, R 73/10786. Mertens Kölner Laboratorium firmierte seit 1939 auch als ein von der DFG finanziertes „krebsdiagnostisches Laboratorium“. Herken, Über die Hydrolyse.

Lockangebot der Frühdiagnose als Sieg auf dem Schlachtfeld der Krebsbekämpfung konnte sich kaum ein im Nationalsozialismus verbliebener Chemiker entziehen.¹³⁴⁴ Der *Blitzkrieg gegen den Krebs*, so der deutsche Titel von Proctors Monografie zur Krebsforschung im Nationalsozialismus, wurde nicht gewonnen. Die triumphalen Darstellungen von Abderhalden, Kögl und Waldschmidt-Leitz waren zu Beginn der 1950er Jahre bereits wieder vergessen. Abderhalden starb 1950 in der Schweiz, die nach ihm benannte Reaktion verschwand sukzessive und ohne dass eine abschließende Debatte stattgefunden hätte aus der Wissenschaft.¹³⁴⁵ Butenandt schrieb im Januar 1953 zu einem Antrag des ehemaligen Abderhalden-Assistenten Ernst Tetzner über Untersuchungen zum Wert der Abderhaldenschen Reaktion für die Krebsdiagnostik, dass die Abbaufemente immer noch eine höchst umstrittene Angelegenheit seien, die durch eine Fülle von unkritischen Publikationen stark belastet sei. Dass sie je für die Krebsdiagnostik in Frage kämen, glaube er nach dem vorliegenden Material nicht. Dennoch unterstützte Butenandt den Antrag, um die experimentellen Grundlagen weiter zu sichern.¹³⁴⁶ Erst als Rudolf Abderhalden zur Verteidigung des Erbes seines Vaters vorschlug, die Abwehrfermentreaktion als Diagnoseinstrument für Paul Niehans' sensationelle Frischzellentherapie zu verwenden, erschienen kritische Publikationen, welche die Existenz der Abwehrfermente beendeten.¹³⁴⁷

6.3. KREBS UND HORMON: DER STREIT UM ÖSTROGENE STOFFE, 1937–1970

Als besonders carcinogene Substanzen galten aus mehreren Gründen die Follikelhormone. Hinsberg erinnerte 1940 daran, dass George T. Beatson schon 1896 die Ovarien als Sitz der erregenden Ursachen des Carcinoms bestimmt habe.¹³⁴⁸ Aber es war ihre chemische Struktur, die dazu führte, dass die Östrogene in den 1930er Jahren der Klasse cancerogener Stoffe zugeordnet wurden. 1915 hatten Katsusburo Yamagiwa und Koichi Ichikawa Kaninchenohren mit Teer bepinselt und damit Krebs ausgelöst. Eine Arbeitsgruppe um Ernest L. Kennaway und James W. Cook machte das im Teer enthaltene Benzpyren für die Tumore verantwortlich. Im Benzpyren, proklamierte wiederum Butenandt, liege der Prototyp der wichtigsten cancerogenen Verbindungsklasse vor.¹³⁴⁹ Aromatische Kohlenwasserstoffe galten in den 1920er Jahren als besonders krebserregende Substanzen. Eine von diesen, Methylcholanthren, stand in naher Beziehung zu den Steroiden. Cholesterin und Gallensäure ließen sich sogar, zeigten mit Cook, Wieland und Windaus

1344 Deichmann, *Proteinforschung*, S. 32; und Deichmann, *Flüchten*, S. 344.

1345 Deichmann, *Flüchten*, S. 367f.

1346 DFG an Butenandt (15.12.1952), und Butenandt an DFG (31.1.1953), in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 389.

1347 Kanzow/Schulten, *Untersuchungen*; und Kessler/Martin, *The Abderhalden Reaction*. Zu Paul Niehans: Hofer, *Frischzellen-Fama*.

1348 Hinsberg, *Über die chemischen Krebsreaktionen*, S. 361.

1349 Butenandt, *Neuere Beiträge*, S. 347; Wunderlich, *Zur Selbstreproduktion*, S. 271.

drei führende Chemiker, in Methylcholanthren überführen. Eben diese nahe Verwandtschaft führte Cook in Kooperation mit Charles Dodds zu der Arbeitshypothese, dass im Organismus unter bestimmten Bedingungen mit einem Übergang physiologisch bedeutsamer Wirkstoffe in cancerogene zu rechnen sei. Könnten nicht aus Sterinen und Gallensäure Methylcholanthren, aus den Steroidhormonen ein anderer aromatischer Kohlenwasserstoff von ähnlichem Typ werden? Da die Östrogene zudem durch ein teilweise aromatisiertes Kohlenstoffskelett gekennzeichnet waren, richtete sich der kritische Fokus auch auf diese so hoffnungsvoll im Einsatz befindlichen Substanzen.¹³⁵⁰

Butenandt legte 1937 unter Bezug auf die Arbeiten von Kennaway und Cook dar, das Follikelhormon werde im Organismus auf dem Wege der Aromatisierung aus dem Sterinskelett gebildet. Dieser Dehydrierungsprozess könne pathologisch abgewandelt werden und zur Entstehung von stark dehydrierten kondensierten aromatischen Systemen mit carcinogenen Eigenschaften führen.¹³⁵¹ Für Butenandt war es höchst bedenklich, dass Cooks und Dodds These in den wissenschaftlichen Publikationen bereits auf dem Weg zur Tatsache war und die Östrogene zu den cancerogenen Stoffen gezählt wurden. Aus der Behauptung, dass ein so bedeutungsvolles Hormon des weiblichen Organismus in sich die Ursache für eine der schwersten Krankheiten des Menschen tragen könne, seien sehr weitgehende Schlüsse gezogen worden, „die teils zu Vorsicht in der therapeutischen Anwendung einer segensreichen Arznei mahnten, zum anderen dem umfangreichen Kapitel ‚Krebs und Hormon‘ neue Nahrung gaben und kürzlich sogar zu einer seltsamen neuen Krebstheorie führten“.¹³⁵² Mit der „seltsamen neuen Krebstheorie“ spielte Butenandt auf einen Aufsatz von Paul Gerhardt Seeger in der *Klinischen Wochenschrift* an. Seeger hatte zunächst den Forschungsstand des Jahres 1940 referiert, der es wahrscheinlich machte, dass Östrogengaben Krebs erregen könnten. Von den zahlreichen von Seeger aufgerufenen Zeugen widersprach einzig Druckrey dieser Vermutung. Seegers von der DFG finanzierte eigene Arbeiten brachten die Krebsentstehung mit dem Auftreten einer stereoisomeren Umkehrungsform des Follikelhormons in Verbindung. Unter Aufbietung aller zitierbaren Kräfte deutete Seeger diese Umkehrung als Folge der Verwandlung männlicher in weibliche Sexualhormone. Während männliches Sexualhormon Krebs hemme, fördere weibliches Hormon die Tumorentstehung, indem es Vitamin C schwäche und eine Hypercholesterinämie hervorrufe. Es sei die Störung der Sexualität selbst, bezog sich Seeger recht frei auf Ferdinand Sauerbruch und Else Knake, die Krebs auslöse. Irre gegangene Weiblichkeit, pathologische Sexualität und eine „Verbastardisierung der einzelnen Völker“ waren nach Seeger schließlich die wahren Krebsursachen. Es kann nicht überraschen, dass Adolf Hitler persönlich die Förderung von Seegers Arbeiten einforderte.¹³⁵³

1350 Butenandt, *Neuere Beiträge*, S. 348; Deichmann, *Flüchten*, S. 344.

1351 Butenandt an DFG (25.3.1937), in: BA Koblenz, R 73/10568.

1352 Butenandt, *Neuere Beiträge*, S. 349.

1353 Seeger, *Über die Beziehung*; Proctor, *The Nazi War*, S. 317, Fn. 52. Zu Elsa Knake: Satzinger, *Differenz*, S. 361–372.

Seegers mit nahezu hundert Literaturangaben und einem verwirrenden Diagramm angereicherter Text ist ein Musterbeispiel für Pseudowissenschaft. Aber durch dieses Pastiche zur Durchsetzung völkischer und misogyner Vorurteile stand vor allem auch eine Errungenschaft auf dem Spiel, die große Bedeutung für Butenandts eigene Laufbahn hatte. Er forderte deshalb im Sommer 1937 erfolgreich bei der DFG die Finanzierung einer Arbeitsgruppe an. Das Butenandtsche Forschungsprojekt zur Beziehung von cancerogenen Stoffen und Keimdrüsenhormonen wurde von der DFG großzügig unterstützt und umfasste schließlich seinen gesamten Mitarbeiterstab.¹³⁵⁴ Praktisch ging es um die Frage, ob tatsächlich, wie Cook und Dodds es nahelegten, in bestimmten Organen des gesunden Organismus eine Dehydrierung des Sterinskeletts zum Typ des Follikelhormons erfolgte, sich aus Carcinomgeweben krebserregende Stoffe isolieren ließen und sich die Molekülstruktur der Steroide chemisch verändern mussten, um zu cancerogenen Stoffen zu werden.¹³⁵⁵ Die Butenandtsche Arbeitsgruppe führte dazu vier Arbeitsprojekte durch. Zunächst sollten Abwandlungsprodukte der Steroide dargestellt und auf ihre krebserregende Wirkung geprüft werden. Die Ergebnisse, so resümierte Butenandt bereits 1940, waren eindeutig negativ.¹³⁵⁶ Das zweite Projekt, seit 1937 von Dannenberg und Friedrich-Freksa organisiert, befasste sich mit der Frage, ob in Körperflüssigkeiten krebserkrankter Menschen cancerogene Stoffe zu finden seien. Auch bei diesen Versuchen kam es nicht zu Erscheinungen, die mit der Wirkung Krebs fördernder Stoffe vergleichbar waren.¹³⁵⁷ Das dritte Forschungsvorhaben, das klären sollte, ob die in der Natur vorkommenden Follikelhormone carcinogene Eigenschaften besäßen, war von entscheidender Bedeutung für die Lösung der brisanten Frage, ob Östrogene überhaupt noch klinisch eingesetzt werden dürften.¹³⁵⁸ In seinem ersten Forschungsbericht, datiert auf den 21. Dezember 1937, stellte Butenandt die Ausgangslage dar. Krebserregende aromatische Kohlenwasserstoffe, das hatten Cook und Dodds gezeigt, wiesen in ihrem Bau große Ähnlichkeit mit dem Kohlenstoffskelett der Sterine auf. Der bisher wirksamste Vertreter dieser Wirkstoffe, das Methylcholanthren, ließe sich durch einfache chemische Umwandlungen aus Gallensäure und Cholesterin gewinnen. Zudem zeigten Steroide mit bis zu zwei aromatischen Ringen wie etwa das Östron eine spezifische Wirkung auf das Wachstum bestimmter Zellen. Es sei daher nicht ausgeschlossen, so Butenandt, dass aus den physiologischen Steroiden im Körper pathologische cancerogene Stoffe gebildet würden.¹³⁵⁹ Schließlich betonte Butenandt, dass die geplanten Untersuchungen nur in ständiger Zusammenarbeit mit

1354 Butenandt an DFG (4.6.1937), Butenandt an DFG (25.3.1937), und Butenandt an DFG (7.3.1938), in: BA Koblenz, R 73/10568; Deichmann, Flüchten, S. 344–348.

1355 Butenandt an DFG (25.3.1937), in: BA Koblenz, R 73/10568; und Adolf Butenandt, „Bericht über den Stand der Arbeiten über cancerogene Stoffe und ihre Beziehungen zu den Keimdrüsenhormonen“ (21.12.1937), in: BA Koblenz, R 73/10569.

1356 Butenandt, *Neuere Beiträge*, S. 349.

1357 Butenandt, *Neuere Beiträge*, S. 349.

1358 Butenandt an DFG (25.3.1937), in: BA Koblenz, R 73/10568.

1359 Adolf Butenandt, „Bericht über den Stand der Arbeiten über cancerogene Stoffe und ihre Beziehungen zu den Keimdrüsenhormonen“ (21.12.1937), in: BA Koblenz, R 73/10569.

einem Kliniker erfolgen könnten. So begann die enge Kooperation Butenandts mit Carl Kaufmann, der dazu einen eigenen Antrag einreichte.¹³⁶⁰ Im Butenandt-schen Projekt zur fraglichen Cancerogenität von Östrogenen sammelten sich die Interessen von Labor, Klinik und Industrie, vom KWI für Biochemie, der Charité und Schering.¹³⁶¹ Dabei war die Zielsetzung der Untersuchungen schon vor dem eigentlichen Beginn der Zusammenarbeit fixiert. Sauerbruch bezog sich auf einer Sitzung der Gynäkologischen Gesellschaft 1937 auf Kaufmann, wenn er postulierte, eingehende Untersuchungen hätten nunmehr bewiesen, dass im Gegenteil ein Mangel an Keimdrüsenhormon zur Krebsbereitschaft führe. Und Butenandt schloss dieselbe Sitzung mit der beruhigenden Erkenntnis, dass es wieder möglich sei, ohne die geringsten Befürchtungen die Behandlung mit Keimdrüsenhormonen durchzuführen.¹³⁶²

Für die von Butenandt und Kaufmann ausgearbeiteten Experimentalsysteme war die Frage der Dosierung von entscheidender Bedeutung. Kaufmann hatte seine einflussreichen Experimente zur Amenorrhoebehandlung ja mit hoher Hormondosierung bei Mäusen durchgeführt. Gesundheit und Normalität entsprachen der durch dauerhafte Progynongaben gesicherten physiologischen Dosis. Alles, was darüber hinauswies, musste als überdosierte angesehen werden.¹³⁶³ In seinem Antrag vom 23. März 1937 sah Kaufmann Prüfungen nur an erbbekanntem Tierstamm und großen Zahlenreihen vor. Was die Arbeitsgruppe also brauchte, waren eine genügende Anzahl an Versuchstieren und eine lange zeitliche Ausdehnung der Versuchsreihen. Im dritten Förderungsjahr wurden von der technischen Hilfskraft Irmgard Viernow an bis zu 2.500 Mäusen eines durch zwanzig Generationen ingezüchteten Mäusestammes mit hoher Mammacarcinombelastung Versuche mit hohen Östrogendosen durchgeführt. Kaufmann versicherte schon in seinem Erstantrag, dass auch die über lange Zeit fortgesetzte Zufuhr der Keimdrüsenhormone nicht imstande sei, Geschwülste der Generationsorgane bei Ratten hervorzurufen. Ihm ging es nunmehr darum, die Annahme, dass durch die langdauernde Verabfolgung östrogenen Wirkstoffe Tumore in den sekundären Geschlechtsorganen, namentlich in der Brust, hervorgerufen werden könnten, ebenfalls zu widerlegen. Dabei interessierte ihn auch, ob mögliche Geschwulstbildungen mit Erbeeinflüssen oder alleiniger Hormonwirkung in Zusammenhang gebracht werden müssten.¹³⁶⁴ Butenandt rekurrierte wiederum auf experimentelle Forschungen, die schon seit den 1910er Jahren gezeigt hatten, dass es Mäusestämme gebe, bei denen die Krebswahrscheinlichkeit bei den Weibchen erhöht sei. Antoine Lacassagne hatte 1936 Mäusemännchen Follikelhormone eingespritzt und so auch bei Männchen Krebs in den Brustdrüsen hervorgerufen. Die Hormone wirkten, so wurden diese Versuche ausgedeutet, auf gewisse Erbgutpotenzen, die nur bei

1360 Butenandt an DFG (25.3.1937), in: BA Koblenz, R 73/10568.

1361 Gaudillière, *Biochemie*, S. 220.

1362 Gaede, *Kann durch Behandlung*.

1363 Gaudillière, *Biochemie*, S. 220–224.

1364 DFG an Kaufmann (12.9.1939), Kaufmann an DFG (30.3.1939), Kaufmann an DFG (24.2.1938), und Kaufmann an DFG (23.3.1937), in: BA Koblenz, R 73/12057.

bestimmten Mäusestämmen vorhanden seien, und waren so nur Auslöser, aber nicht Ursache der Krebserscheinungen. Entscheidender als die hormonelle Disposition war die erbliche Belastung.¹³⁶⁵ Butenandts viertes Forschungsprojekt galt entsprechend der Beantwortung der Frage, ob Östrogene bei Mäusestämmen mit bekannter Mammacarcinombelastung die prozentuale Häufigkeit des Mammacarcinoms erhöhten. Bei seinen 3.000 aus der von der DFG eingerichteten „Tumorfarm“ für die experimentelle Krebsforschung stammenden Versuchstieren sei selbst bei pausenloser Verabreichung eine Erhöhung der Tumorrates nicht zu erreichen gewesen.¹³⁶⁶ In seinem im Juni 1940 eingereichten Aufsatz „Neuere Beiträge der biologischen Chemie zum Krebsproblem“ stellte Butenandt die in Kooperation mit Kaufmann durchgeführten Versuche so dar, dass die bisher bekannten natürlich vorkommenden Follikelhormone und ihre Ester keine Wirkung entfalteten, die mit derjenigen cancerogener Stoffe irgendwie vergleichbar sei. Einzig Krebs auslösend wirkten die Östrogene bei Männchen oder kastrierten Weibchen, deren Mäusestamm ohnehin eine hohe Anfälligkeit für Brustdrüsenkarzinome aufweise. Diese Wirkung der Follikelhormone unterscheidet sich jedoch nicht von derjenigen chemisch durchaus andersartiger Stoffe wie der Stilböstrolreihe, die ebenfalls die Brustdrüse zur Proliferation anregen, und könne deshalb also nicht auf die chemische Konstitution der Östrogene zurückgeführt werden.¹³⁶⁷ Butenandt zog also durchaus zum Missfallen der Schering AG synthetische Östrogene als Entlastungszeugen für die natürlichen Östrogene heran.

Das von einer Arbeitsgruppe um Dodds Mitte der 1930er Jahre veränderte Stilböstrolmolekül Diethylstilböstrol (DES) ist ein gutes Beispiel für die scharfen Auseinandersetzungen über natürliche und künstliche Substanzen, die in den 1930er und 1940er Jahren ausgetragen wurden. Als synthetische Substanz war DES sofort verdächtig, zumal es therapeutisch extrem hoch dosiert angewendet wurde. Lacassagne verwies auf ikterische Veränderungen; Loeser vermerkte 1938 für das DES eine toxische Wirkung auf Nebennieren und Leber.¹³⁶⁸ Ein Jahr später pointierte er diesen experimentellen Befund in der *Klinischen Wochenschrift*. Die intravenöse Gabe von 30 bis 50 Milligramm DES pro Kilogramm bei Kaninchen führte bei diesen unmittelbar zu Krämpfen und zum Tod. Die klinische Verwendung bei Frauen verwies vor allem auf unangenehme Nebenwirkungen wie Mattigkeit, Abgeschlagenheit und allgemeines Unwohlsein.¹³⁶⁹ Bernhard Zondek und Lore Marx zeigten 1939, dass hohe Dosen sowohl natürlicher Östrogene als auch von DES bei Ratten das Entstehen von Zwerggeunuchen, Verkalkungen und Verfettungen hervorriefen.¹³⁷⁰ Nach Selye wirke das als Substitut für die verdächtigen Östrogene angepriesene DES ebenso wie Östron unter bestimmten experimentellen

1365 Lüdtké, *Entscheidbarkeit*, S. 33 ff.

1366 Gaudillière, *Biochemie*, S. 225 ff. Zur „Tumorfarm“: Moser, *Deutsche Forschungsgemeinschaft*, S. 156–169, 217–230.

1367 Butenandt, *Neuere Beiträge*, S. 349.

1368 Loeser, *Untersuchungen*, S. 445 f.

1369 Loeser, *Zur Pharmakologie*.

1370 Zondek/Marx, *Lipaemia*; und Wessely, *Über synthetische Östrogene*, S. 201; Gaudillière, *Hormones at Risk*; und Pfeffer, *Lessons*.

Bedingungen toxisch.¹³⁷¹ Dabei spielten aber auch handfeste pharmaindustrielle Interessen eine entscheidende Rolle. DES wurde in der Tat seit dem Sommer 1938 von der IG Farben vertrieben und offensiv den Ärzten in der *Deutschen Medizinischen Wochenschrift* zur Prüfung angeboten. Da es zudem deutlich preiswerter als Progynon war, drohte es das Erfolgsgeschäft von Schering zunichte zu machen. Schoeller richtete sich geradezu panisch an Butenandt, gegen diesen Schlag der IG Farben vorzugehen. Vor allem müsse ein für alle Mal untersagt werden, physiologische Heilmittel aus der Klasse der Hormone oder Vitamine durch Surrogate zu ersetzen. Die Volksgesundheit stehe auf dem Spiel, konnte Butenandt Schoeller beruhigen, und die Gynäkologen und Pharmakologen seien schon mobilisiert.¹³⁷²

Bereits 1941 zementierte Butenandt dann die Ergebnisse der Versuchsreihen. Mit dem Methylcholanthren befinde sich unter den Derivaten der Steroide nur ein krebserzeugender Stoff; natürliche Follikelhormone seien nicht cancerogen. Friedrich-Freksa verwies darauf, dass Brusttumorvorkommen bei den Tierversuchen möglicherweise ein statistisches Artefakt darstelle, da Hormongaben ja auch das Leben verlängerten. Fraglich blieb weiterhin, ob Östrogene jedoch ohnehin vorhandenes Krebswachstum förderten.¹³⁷³ Butenandt schlussfolgerte schließlich, dass Carcinogene wohl durch Ringbildung entstünden, da Methylcholanthren und andere krebserregende Derivate immer fünf aromatische Ringe hätten, natürliche Steroide hingegen vier. Bei hoher Dosierung würden Sexualsteroiden lediglich die Aktivität von genetisch bedingten Tumorstoffen beschleunigen. Die Verwendung von Östrogenen sei also unbedenklich, so sie denn richtig dosiert und kontrolliert stattfinde. DES wiederum erwies sich zwar als so toxisch, dass die Mäuse schon starben, bevor Krebs überhaupt auftreten konnte, aber durch Butenandts Definition der Cancerogenität war auch das ganz anders strukturierte DES freigesprochen.¹³⁷⁴ Ob die Schering AG mit diesem Ausgang zufrieden war, ist nicht überliefert, allerdings hatte sich auch mittlerweile gezeigt, dass es beim Progynon keineswegs zu einem Einbruch auf dem Sexualhormonmarkt kam. Ein konkretes Ergebnis der Arbeiten war sicherlich, dass im November 1941 Sexualhormone in Deutschland verschreibungspflichtig wurden. Schering und IG Farben einigten sich im Dezember 1941 schließlich darauf, dass die IG Farben darauf verzichtete, ihr DES-Produkt Cyren in der Werbung mit den natürlichen Hormonen zu vergleichen, Schering hingegen keine Hinweise auf die Toxizität von DES verbreitete.¹³⁷⁵

Während die Butenandt-Schule grundsätzlich eine Krebs auslösende Funktion der Sexualsteroiden abstritt und Chemiker wie Dirscherl und Breuer DFG-finanziert

1371 Selye, On the Toxicity.

1372 Schoeller an Butenandt (24.7.1938), und Butenandt an Schoeller (27.7.1938), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 1238. Gaudillière, *Biochemie*, S. 221 f.; und Gaudillière, *Hormones at Risk*, S. 152 ff.

1373 Adolf Butenandt, „Die Untersuchungen über die endogene Entstehung blastogener Stoffe“ (19.6.1941), und Butenandt an DFG (16.12.1941), in: BA Koblenz, R 73/10569.

1374 Gaudillière, *Biochemie*, S. 227–230.

1375 Gaudillière, *Genesis*, S. 553; und Gaudillière, *Professional or Industrial Order*, S. 117.

weiter zur palliativen Behandlung von Krebs mit Sexualhormonen forschten, wurde namentlich in Großbritannien die Rolle von Sexualhormonen bei der Tumorentstehung zunehmend problematisiert.¹³⁷⁶ Alexander Lipschütz, der schon in den 1910er Jahren zur Rolle der Sexualhormone bei der Ausbildung von Geschlechtseigenschaften gearbeitet hatte, veröffentlichte 1950 eine Monografie mit dem Titel *Sexual Hormones and Tumors*, die von Eric Stephen Horning vom Londoner Royal Cancer Hospital begeistert rezensiert wurde. Lipschütz verwies darauf, dass gerade jene Organe, die unter der Kontrolle von Sexualsteroiden ständen – Brust, Gebärmutter, Prostata –, außerordentlich anfällig für Tumore erschienen.¹³⁷⁷ Dies war ein brisanter Gedanke, denn zu dieser Zeit hatte vor allem in den USA die Therapie mit Östrogenen und DES während der Schwangerschaft Konjunktur. 1946 hatten George Van S. Smith, Olive Watkins Smith und David Hurwitz im *American Journal of Obstetrics and Gynecology* einflussreich die prophylaktische Einnahme von Östrogen gegen zu erwartende Geburtskomplikationen und bei Risikoschwangerschaften empfohlen.¹³⁷⁸ In den 1950er Jahren sorgten Experimente, die Horning zusammen mit Hadley Kirkman von der Stanford University School of Medicine durchführte und bei denen sie unter spezifischen Bedingungen mit Östradiol und DES bei Hamstern Nierentumor auslösten, dann auch für eine erneute Debatte über den Zusammenhang von Krebswachstum und Östrogenen, die über die Annahmen von Lipschütz hinauswies.¹³⁷⁹ Kirkman erstellte schließlich einen abzuarbeitenden Fragenkatalog zum Komplex Hormone, Carcinogenese und Tumorgenese: Welche Hormone lösen einen Tumor aus, welche Krebs? Wirken Hormone direkt oder indirekt auf krebsartige Veränderungen? Wirken Tumor oder Krebs auslösende Hormone nur auf normale physiologische Zielgewebe? Ereignen sich krebsartige Veränderungen in normalen oder beschädigten Zellen? Wie können hormonell induzierte Tumoren autonom werden? Agieren Androgene und Östrogene in Bezug auf das Tumorstadium immer antagonistisch oder auch synergistisch?¹³⁸⁰

In der Bundesrepublik wurden diese Arbeiten höchst unterschiedlich aufgenommen. Zum einen schienen sie neues Licht auf den Zusammenhang von Hormonen und Krebs zu werfen, zum anderen wurden sie mit äußerstem Misstrauen als Störung des gerade erst wieder erlangten Betriebsfriedens betrachtet. Als Ende Februar 1951 ein erstes von Druckrey vorbereitetes und von der Notgemeinschaft finanziertes Treffen bundesdeutscher Krebsexperten in Hinterzarten stattfand, wurde eigens hervorgehoben, dass bei Männern nach der Behandlung des Prostatakrebses mit weiblichem Sexualhormon Brustkrebs aufgetreten sei.¹³⁸¹ Auch Gerhard Domagk, nicht nur Leiter des Instituts für Pathologie der Bayer AG,

1376 Dirscherl/Breuer, Zur Frage, S. 253.

1377 Horning, Hormones; und Lipschütz, Steroid Hormones.

1378 Katscher, Die Kinder des Stillböstrols.

1379 Kirkman, Steroid Tumorigenesis, S. 757; und Horning, Endocrine Factors, S. 20.

1380 Kirkman, Steroid Tumorigenesis, S. 757.

1381 „Bericht über das Rundgespräch der Krebsforscher in Hinterzarten“ (8.3.1951), in: BA Koblenz, FC 7575 N, 720, Heft 4, Senatskommissionen Allgemeines, 1950/51; und Butenandt an Notgemeinschaft (9.6.1951), Notgemeinschaft an Butenandt (7.2.1951), in: MPG-Archiv,

sondern auch Universitätsprofessor in Münster, befürwortete in seiner Funktion als Gutachter einen DFG-Antrag von Walter Büngeler, Direktor des Pathologischen Instituts der Universität München, zur Krebs auslösenden Wirkung von Hormonen, „da gerade die neuesten Untersuchungen englischer Autoren gezeigt haben, dass die Sexualhormone nicht nur an den Geschlechtsorganen angreifen, sondern auch an anderen Stellen Tumoren in hohem Ausmaß erzeugen können“.¹³⁸² 1959 befasste sich Büngeler dann mit der Nachprüfung der Versuche Hornings, Nierentumor durch Stilböstrol auszulösen. Herwig Hamperl kolportierte dabei in einem Sondergutachten, dass Büngeler wissenschaftlich mangelhaft arbeite, eine seiner Publikationen zum Nierentumor sei von einem Sachverständigen der *Zeitschrift für Krebsforschung*, deren Mitherausgeber Hamperl war, als schlecht beurteilt und abgelehnt worden. Das Vorhaben solle nicht weiter fortgesetzt werden; auch die größte Zitrone sei einmal ausgequetscht. Büngeler solle doch einen ganz neuen Antrag formulieren, die Sache mit den Nierentumoren des Goldhamsters könne als endgültig abgeschlossen betrachtet werden. So kam es auch. Büngeler beendete seine Arbeiten zum möglichen Zusammenhang von Stilböstrol und Nierentumor und widmete sich fortan der Bedeutung hormoneller Faktoren bei Leberveränderungen.¹³⁸³ Aus Hamperls rigoroser und unangemessener Kritik lässt sich durchaus herauslesen, dass ihm die ganze Forschungsrichtung nicht passte. Büngeler, der hier so abgekanzelt wurde, war, seitdem es ihm gelungen war, Leukämie chemisch zu erzeugen, durchaus ein auch international anerkannter Hormon- und Krebsexperte. Büngelers Mitarbeiter Walter Dontenwill setzte jedoch dessen Untersuchungen mit Unterstützung der DFG fort. In Anbetracht dieser Forschungsarbeiten ist es ein trauriger Beleg naturwissenschaftlicher Vergesslichkeit, dass noch zu Beginn der 1980er Jahre behauptet werden konnte, DES habe immer als harmlos gegolten.¹³⁸⁴

In den 1950er und 1960er Jahren wurde DES allerdings auch seltener für den therapeutischen Einsatz bei Frauen als bei der Verwendung in der Tierzucht problematisiert. Bestimmte Verabreichungsformen von DES ebenso wie Kombinationspräparate von Steroidöstrogenen, Androgenen und Gestagenen waren in den USA seit 1954 bei einer Fütterungsdosierung von zehn Milligramm pro Tier und Tag auch in der Rindermast gängig. Dabei wurden den Tieren subkutane Depots am Ohransatz eingepflanzt. Seit 1959 war der Gebrauch solcher Implantate in den USA nach einer Vereinbarung von Gesundheitsministerium und Industrie nicht mehr gebräuchlich, denn verbesserte Nachweisverfahren hatten Rückstandsspuren im Fleisch offenbart. Stattdessen wurde Dienöstroldiacetat eingesetzt, das als nicht

Abt. III, Rep. 84/1, Nr. 336; sowie Druckrey an Butenandt (3.11.1950), in: MPG-Archiv, Abt. III, Rep. 84/2, Nr. 1360.

1382 Stellungnahme des 2. Fachvertreters G. Domagk (7.4.1956) zum Antrag Walter Büngeler, „Untersuchungen über die Krebs-auslösende Wirkung von Hormonen“, in: DFG-Archiv, Bonn, Bu 1/6.

1383 Walter Büngeler, Antrag „Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung hormoneller Faktoren bei der Geschwulstentstehung (Leberveränderungen)“ (2.9.1959), in: DFG-Archiv, Bü 1/17.

1384 Dontenwill/Ranz, Untersuchungen; Beutin, Antibiotika, S. 129.

rückstandsbildend galt. In der Bundesrepublik waren Östrogene als Futterzusätze jedoch niemals zugelassen, die parenterale Verabreichung von Östrogenen zu Mastzwecken wurde mit der Novelle des Lebensmittelgesetzes von 1958 ausdrücklich auch für Importwaren verboten. Nach dem Lebensmittelgesetz war es untersagt, lebenden Tieren Stoffe mit östrogenen oder thyreostatischer Wirkung einzupflanzen oder einzuspritzen, um die Beschaffenheit des Fleisches zu beeinflussen.¹³⁸⁵ Franz Klose war von der Wirkung dieses Paragraphen nicht überzeugt, da ja nur das „Einpflanzen“ erfasst werde, „hormonhaltiges Mastfutter“ hingegen ohne Einschränkung durch das Lebensmittelgesetz vom Erzeuger verwendet werden dürfe.¹³⁸⁶ In der Tat wurden in vielen Ländern Futteröstrogene im Gegensatz zu den Depotpräparaten als harmlos angesehen. Im Ausschuss für Gesundheitswesen wurde 1958 nicht nur die Ausformulierung des neuen Lebensmittelgesetzes von Partei- und Ministeriumsvertretenden sowie den Sachverständigen der zuständigen DFG-Kommissionen haarklein debattiert, sondern auch dieses Thema ausführlich verhandelt.¹³⁸⁷ Hier tat sich also Ende der 1950er Jahre ein gewaltiges Arbeitsfeld der Wirkstoffkontrolle auf.

Heinrich Kargs Laufbahn zeigt anschaulich die Akzentverschiebung in der staatlich geförderten Wirkstoffforschung von der *Aktivierung* zur *Prekarisierung*. Um 1960 änderte sich sukzessive sein Arbeitsprogramm, und er reüssierte als in der Bundesrepublik führender Tiermediziner bei der Etablierung und Entwicklung von Nachweisverfahren für Östrogene in „marktüblich zubereiteten Tierkörpern“.¹³⁸⁸ Die Hormonbehandlung zu Mastzwecken war zu Beginn der 1960er Jahre in den USA unter Auflagen erlaubt, in der Bundesrepublik aber verboten. Allerdings war der veterinärmedizinische Einsatz von Hormonpräparaten nicht eindeutig fixiert. Karg bewegte sich durchaus in einem juristisch umstrittenen Gebiet, was aber seine Forschungen nur umso bedeutungsvoller machte. Sie bezogen sich auf eine zu dieser Zeit kontrovers geführte Debatte und verwiesen auf das Ziel einer einheitlichen gesetzlichen Lösung in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft. In den 1960er Jahren arbeitete Karg zum Einfluss von Wirkstoffen auf die Keimdrüsenfunktion. Mit gezielter Hormonbestimmung sollten – so der Gutachter Herbert Trautwein zustimmend – „weitere Aussagen über die Zweckmäßigkeit der Verfütterung von Wirkstoffen zur Steigerung der Leistung von Nutztieren, speziell aber die Bedeutung hormonal wirksamer

1385 Engel/Säuberlich, Lebensmittelhygienische Betrachtungen; und Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e. V., Das Lebensmittelgesetz, S. 5.

1386 Klose an Schiel (11.3.1958), in: BA Koblenz, FC 7577 N, 721/1/59, Senatskommissionen Lebensmittelgesetz, 1958, Heft 1.

1387 „Stenografisches Protokoll – teilweise Kurzprotokoll – 26. Sitzung des Ausschusses für Gesundheitswesen am Montag, den 23. Juli 1958, 10 Uhr, Bonn, Bundeshaus“, in: BA Koblenz, FC 7577 N, 721/1/59, Senatskommissionen Lebensmittelgesetz, 1958, Heft 2, S. 26/23.

1388 H. Karg, „Probleme bei der Anwendung von östrogenen Hormonen bei Masttieren“, in: Archiv für Lebensmittelhygiene 15 (1964), Sonderdruck (in BA Koblenz B 227/050500). Für einen zeitgenössischen Überblick: Tangl, Die Rolle.

mer Stoffe zu Mastzwecken“ gewonnen werden.¹³⁸⁹ Karg machte 1966 zudem Rückstandsbestimmungen von zur „Brunstprovokation“ sowie zur Behandlung von Eierstockzysten und Euterödemen beim Rind eingesetzten Gestagenpräparaten in der Milch.¹³⁹⁰ Diese Rückstandsbestimmungen oral wirksamer Östrogene, Thyreostatica, Glucocorticoide sowie Gestagene waren dezidiert durch den Verbraucherschutz motiviert. Eine Anwendung hormonaler Wirkstoffe in der Tierproduktion habe zur Voraussetzung, dass der Verbraucher der Produkte nicht mit Rückständen zu rechnen habe. Für die Entwicklung harmloser Anwendungsformen sowie für die Überwachung bestehender gesetzlicher Einschränkungen seien Tests zur Rückstandsbestimmung erforderlich.¹³⁹¹ Zu Beginn der 1970er Jahre forschte Karg dann auch zum „Missbrauch von Hormonen zum Zwecke der Steigerung der tierischen Produktion“. Diese Hormonisierung war trotz Verbots kaum zu kontrollieren. Dementsprechend hatte für Karg die Entwicklung einer einfachen Kontroll- und Nachweismethode von Steroiden oberste Priorität. Eine entscheidende Anregung dazu hatte er 1960 an der *Endocrine Section* der Colorado State University bei Frank X. Gassner erhalten, der Diethylstilböstrol mit dem Kohlenstoffisotop C¹⁴ radioaktiv markierte. Der Radioimmunotest wurde von Karg just in diesem Kontext erarbeitet und verwendet.¹³⁹² Dass die Futtermittelindustrie über diese Entwicklung wenig amüsiert war, beobachtete Schiel im Oktober 1960 in Mainz auf einer Mitgliedertagung deren Fachverbandes. Brüggemann machte in seiner Rede Bemerkungen zu den toxikologischen Anforderungen an die Futtermittelzusätze, die sich mit den gefürchtet strengen Anschauungen von Druckrey messen lassen konnten. Ein Industrievertreter habe dann nach zwei Dritteln des Vortrags ziemlich laut festgestellt: „Der ist jetzt auch verrückt geworden.“¹³⁹³

In den 1960er Jahren wurde die *Aktivierung* der Östrogene hingegen mit großer Euphorie und utopischem Pathos wieder aufgenommen. Aber sie war dabei bereits unlösbar mit ihrer *Prekarisierung* verknüpft. Josef Zander setzte sich 1966 in seinem *Spiegel*-Interview für eine langdauernde Östrogentherapie nach der Menopause ein, zeigte sich aber skeptisch gegenüber einem prophylaktischen Einsatz der Hormone, exakt weil eine Überdosierung Blutungen hervorrufen könne und weil ein Zusammenhang zwischen Östrogenen und Krebs noch nicht geklärt sei. Zwar könnten Östrogene keinen Krebs erregen, wiederholte Zander die Ergebnisse seines Lehrers Butenandt, aber sie könnten möglicherweise einen bereits vorhan-

1389 Stellungnahme des 2. Fachgutachters Prof. Dr. Trautwein (12.2.1963) zum Antrag Heinrich Karg, „Objektivierung von Stoffeinfüssen auf die endokrine Gonadenfunktion“, in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/9.

1390 Stellungnahme Hans Schellner (8.9.1966) zum Antrag Heinrich Karg, „Rückstandbestimmungen von Gestagenpräparaten in Milch“, in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/17; und Gutachten Prof. Dr. J. Boch (13.5.1968) zum Folgeantrag Heinrich Karg, „Rückstandbestimmungen von Gestagenpräparaten in Milch“, in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/17.

1391 Karg, *Methoden*, S. 637.

1392 Stellungnahme des 2. Fachgutachters Prof. Dr. Dr. K. Drepper (24.9.1971) im Antrag Heinrich Karg, „Entwicklung von Methoden zur analytischen Erfassung endogener und exogener Östrogene im Rahmen der Tierproduktion“, in: DFG-Archiv, Bonn, Ka 101/29.

1393 Schiel, Vermerk (10.11.1960), in: BA Koblenz, B 227/050491.

denen Krebs schneller entwickeln.¹³⁹⁴ Während die Zeitschrift *Quick* unter Rekurs auf Robert Wilsons Buch *Die vollkommene Frau* jubelte, dass Östrogene alle Frauen jung machten, warnte der *Stern* vor cancerogenen Östrogenen. In Würzburg bezogen Gynäkologen der Universitätskliniken gemeinsam Stellung zur Östrogenbehandlung. Die Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft veröffentlichte wiederum im *Stern* eine warnende Erklärung. In der Münchener Ärztekammer gab es ein aufgeregtes Streitgespräch. Bickenbach, ein unermüdlicher Befürworter der Hormontherapie, bedauerte dort die „Welle der Warnungen“, die bei Patientinnen zu der fatalen Reaktion führen könne, ganz auf Östrogene zu verzichten.¹³⁹⁵ Aber selbst Gerhard F. Winter, ansonsten ein großer Anhänger präventiver Hormongaben, empfahl „eine gewisse Zurückhaltung in der Verordnung von Östrogenen hinsichtlich Dauer und Dosierungshöhe“.¹³⁹⁶ Diese Bedachtsamkeit galt insbesondere für die hormonellen Kontrazeptiva. Diese waren zunächst vor allem hinsichtlich einer möglichen Thrombosegefahr diskutiert worden. Für erste alarmistische Schlagzeilen in der Bundesrepublik sorgte 1964 der Hamburger Gynäkologe Oskar Guhr, der auf dem Gynäkologenkongress in München verkündete, dass die Pille Veränderungen der Schleimhaut am unteren Gebärmutterabschnitt hervorrufe, die zu Vorstadien eines Oberflächenkrebses gehören könnten. Jedoch beruhten seine Untersuchungen auf nur achtzig Frauen, während Gregory Pincus zeitgleich bei Tausenden Frauen zu viel erfreulicheren Ergebnissen gekommen war. Gleichwohl erinnerte Thomas von Randow in der *Zeit* daran, dass erst wenige Jahre zuvor abwiegelnde Meldungen über ein Medikament namens Contergan verbreitet worden seien: „Auch die Tatsache, daß die Pille seit Jahren regelmäßig von Millionen Frauen eingenommen wird, kann uns nicht beruhigen, solange Guhrs ungeheuerlicher Verdacht nicht widerlegt ist.“¹³⁹⁷ Die Gynäkologen Gisela Dallenbach-Hellweg und Frederick Dallenbach publizierten Ende der 1960er Jahre zu einem möglichen Zusammenhang zwischen Pillenkonsum und erhöhtem Vorkommen von Gebärmutterkrebs. 1971 erinnerten sie an den Konnex von Östrogen und Brustkrebs, um sogar den Begriff des „Östrogencarcinoms“ zu erfinden. Ungehemmtes Östrogen könne unter bestimmten Bedingungen Wegbereiter für die Krebsentstehung beim Menschen sein.¹³⁹⁸ Zu diesem Zeitpunkt existierten in der Bundesrepublik achtzehn hormonale Kontrazeptiva, die fast alle eine unterschiedliche Zusammensetzung von synthetischen Gestagenen und Östrogenen beinhalteten. Als problematisch galt vor allem die Dosierung des Östrogenanteils, der jedoch in der Bundesrepublik niedriger war als etwa in Großbritannien und den USA.¹³⁹⁹ Ostern 1969 titelten die Zeitungen und Zeitschriften in großen Lettern, dass die Pille Brustkrebs hervorrufen könne. Auslöser für die öffentliche Debatte waren Versuche mit dem allerdings in der Zusammensetzung

1394 Müller/Petermann, Östrogen, S. 146 f.

1395 Anonym, Östrogene.

1396 Winter, Natürliche konjugierte Östrogene, S. 299.

1397 Randow, Statt Baby; Marks, Sexual Chemistry, S. 138–157.

1398 Dallenbach-Hellweg/Dallenbach, Besteht ein morphologisch faßbarer Zusammenhang.

1399 Anonym, Bilanz, S. 197; Marks, Sexual Chemistry, S. 77 f.

einzigartigen Präparat Neonovum bei für Brustkrebs anfälligen Beagle. Diese Experimente provozierten zugleich eine intensive Debatte über die Methoden der Steroidtoxikologie und die Interpretation der Tierversuche. Zentral waren dabei das Problem der Latenzzeit zwischen Einwirkung und klinischer Manifestierung, die Notwendigkeit lang dauernder Studien, die Schwierigkeit der statistischen Bearbeitung retrospektiver Studien und die Problematik der Etablierung von prospektiv zu analysierenden Vergleichsgruppen. 1973 musste der Statistiker Karl Überla feststellen, dass eine Erhöhung des Risikos des Mammacarcinoms nicht mit hinreichender Sicherheit behauptet werden könne, um resignierend anzuschließen: „Hinreichend entkräftet ist der Verdacht aber auch nicht. Dasselbe gilt für das Collumcarcinom und das Thromboserisiko.“¹⁴⁰⁰ Seit Ende der 1950er Jahre gab es keine unschuldigen chemischen Substanzen mehr, waren diese höchstens duldbare Gegenstände eines statistisch kaum erfassbaren Risikomanagements. Die Unentscheidbarkeit des Krebsverdachts sollte die Östrogen-therapie bis ins 21. Jahrhundert hinein begleiten.

6.4. RISIKOKALKULATIONEN: DIE DFG-KOMMISSIONEN FÜR LEBENSMITTELZUSÄTZE, 1949–1970

Butenandt und Druckrey reaktivierten nach Kriegsende ihre alte Arbeitsgemeinschaft und begannen schon Ende der 1940er Jahre mit der *Institutionalisierung* der Krebsforschung in der Bundesrepublik. Die Idee einer organisierten Zusammenarbeit von Krebsforschern, die dann in der von der DFG geförderten Arbeitsgemeinschaft für Krebsforschung Gestalt annahm, hatten Butenandt und Druckrey bereits zu Beginn der 1940er Jahre entwickelt.¹⁴⁰¹ Butenandt hatte mit einem für seine Verhältnisse ungewöhnlichen Loblied auch Druckreys Forschungsförderung durch die DFG gesichert. Nach seinem Dafürhalten stellten Druckreys Arbeiten ganz ausgezeichnete Leistungen dar, die an der Spitze aller deutschen Beiträge zum Krebsproblem ständen und zu den besten experimentellen Arbeiten der Weltliteratur über Krebs zu zählen seien. Das möge übertrieben klingen und im Augenblick nicht allgemein Zustimmung finden, aber er sei dessen ganz sicher, dass sich die Bedeutung der Druckreyschen Befunde in den nächsten Jahren immer mehr erweisen werde und dass mit der klaren experimentellen Bearbeitung des Carcinoms „als pharmakologisches Problem“ ein entscheidender Fortschritt in der Analyse des bösartigen Wachstums erzielt werde: „Im Bereich der Arbeiten, die mir als Fachgutachter der Notgemeinschaft zur Beurteilung vorgelegen haben, kenne ich keine, die – gemessen an den erzielten Ergebnissen – im Rang über den Untersuchungen Druckreys stehen. Wenn die Gelder der Notgemeinschaft stets

1400 Anonym, Bilanz, S. 198; und Plotz/Haller/Ludwig/Neumann/Ober/Überla/Wied, Nebenwirkungen, S. 371.

1401 Druckrey an DFG (26.2.1941), und Druckrey an Butenandt (10.10.1940), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/2, Nr. 1359.

so fruchtbar eingesetzt werden könnten, wäre es gut um unsere Wissenschaftspflege bestellt.“¹⁴⁰²

Butenandt und Druckrey institutionalisierten die *Regulierung* von Farb- und Konservierungsstoffen im Rahmen des Deutschen Forschungsrats. Im Jahr 1949 schlug Butenandt vor, für das nunmehr auf die Wirkung von chemischen Agentien konzentrierte Krebsproblem ein Sachverständigengremium einzurichten. Heisenberg beauftragte neben Butenandt auch Emil Lehnartz, Paul Martini und Alfred Benninghoff mit der Gründung einer solchen Kommission, um das Problem der krebsfördernden Wirkung von Farbstoffen in Lebensmitteln zu bearbeiten. Die Kommission sollte unter der Leitung von Butenandt aus Vertretern der experimentellen Forschung, der Kliniker und Ärzte, der Gesundheitsbehörden, der Farbstoff erzeugenden, der Lebensmittelfarben verkaufenden sowie der Farbstoff verarbeitenden Industrie bestehen.¹⁴⁰³ Die Bedeutung dieser Kommission, die den Nukleus für die Hinterzartener Rundgespräche und die Gründung des Heidelberger Krebsforschungsinstituts darstellte, erweist sich bereits darin, dass diese direkt in die DFG übernommen wurde.¹⁴⁰⁴ Im Rahmen von Forschungsrat und DFG machten Butenandt und Druckrey, der Butenandt 1953 als Kommissionsvorsitzender ablöste, die Erforschung exogener Krebsursachen zu einem vorgeordneten Thema. Krebsforschung fungierte als eine Art Dachkommission, der weitere Kommissionen in der Funktion von Arbeitsgruppen untergeordnet wurden. Im Bericht der DFG des Jahres 1953 firmierten die Kommissionen in diesem Sinn zusammengefasst als „Kommissionsarbeiten zur Krebsverhütung“.¹⁴⁰⁵

Der Farbstoffkommission waren weitere Kommissionen, die sich mit Lebensmittelzusatzstoffen befassen, gefolgt. Den Farbstoffen gleichrangig wurden Bleich- und Konservierungsmittel und dann vor allem auch Fremdstoffe erfasst, die verwendet wurden, um Lebensmittel industriell herzustellen, aufzuschönen oder frisch zu halten. Dementsprechend wurde schon auf der vierten Arbeitssitzung der Farbstoffkommission im September 1952 eine Ausdifferenzierung der Kommissionen empfohlen.¹⁴⁰⁶ Noch im selben Jahr wurden eine Kommission zur Untersuchung des Bleichens von Lebensmitteln (1952–1963) unter dem Vorsitz

1402 Latsch an Butenandt (6.8.1951), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 371.

1403 Butenandt an Eickemeyer (15.10.1949), und Heisenberg an Butenandt (26.8.1949), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338; sowie „Protokoll der zweiten Sitzung des Deutschen Forschungsrates am Samstag, den 16. Juli 1949 in Bad Nauheim“, S. 1–11, hier S. 2 f.; und „Protokoll der ersten Sitzung des Deutschen Forschungsrates am Freitag, den 13. Mai 1949 in Stuttgart“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 338.

1404 „Vorschlag zur Zusammensetzung einer Kommission zur Bearbeitung des Lebensmittelfarbstoffproblems“, in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 341. Zum „Hinterzartener Kreis“: Moser, Deutsche Forschungsgemeinschaft, S. 250–262.

1405 Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht (1. April 1952 bis zum 31. März 1953), S. 18–21; und Deutscher Forschungsrat, „Protokoll der 4.ten Arbeitssitzung der Kommission zur Untersuchung cancerogener Wirkungen von Farbstoffen (Lebensmittelfarben) am Samstag, den 2. Dezember 1950 in Stuttgart“, in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 394, S. 7 f.

1406 Deutscher Forschungsrat, „Protokoll der 4.ten Arbeitssitzung der Kommission zur Untersuchung cancerogener Wirkungen von Farbstoffen (Lebensmittelfarben) am Samstag, den 2. Dezember 1950 in Stuttgart“, in: MPG-Archiv, Berlin, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 394, S. 6–27.

von Konrad Lang und eine Kommission für die Prüfung der chemischen Lebensmittelkonservierung (1952–1966) unter S. Walter Souci gegründet. 1963 kam eine wiederum von Lang gesteuerte Kommission zur Prüfung fremder Stoffe bei Lebensmitteln (Fremdstoffkommission) hinzu.¹⁴⁰⁷ Die Kommission für Ernährungsforschung unter der Leitung von Franz Klose, deren konstituierende Sitzung im Februar 1958 stattfand, bestand aus Wissenschaftlern der medizinischen, veterinärmedizinischen, landwirtschaftlichen, nahrungsmittelchemischen und nahrungsmitteltechnologischen Disziplinen.¹⁴⁰⁸ Die Arbeitsweisen der Kommissionen waren dabei recht ähnlich: Ausschüsse befassten sich mit bestimmten Stoffen, Positivlisten wurden erstellt, über Begriffsbestimmungen wurde gestritten, Gesetze wurden vorbereitet und diskutiert, ein internationaler Abgleich mit den anderen EWG-Staaten und den USA gesucht. Gesamtziel aller dieser Kommissionen war die wissenschaftliche Vorbereitung und Ausarbeitung eines neuen Lebensmittelgesetzes. Unter der Leitung der Wissenschaftler wurden die entsprechend interessierten Vertreter von Industrie und Politik zu den Kommissionssitzungen eingeladen. Die Ausarbeitung der novellierten Lebensmittelgesetzgebung – bis zur Novelle im Dezember 1958 galt das 1927 erlassene und 1936 überarbeitete Gesetz – war ein komplizierter und medial begleiteter Aushandlungsprozess zwischen wissenschaftlicher Expertise, industriellen Interessen und staatlichen Organen, der in den DFG-Kommissionen vorbereitet wurde.¹⁴⁰⁹

Die Kommissionen setzten sich aus einer Peergroup von fast ausschließlich männlichen Fachleuten zusammen, die zum Großteil bereits im Nationalsozialismus im jeweiligen Interessengebiet organisatorisch tätig und der DFG via Forschungsrat und Notgemeinschaft assoziiert waren. Bei der *Regulierung* krebserdächtiger Farbstoffe und Konservierungsmittel waren im Rahmen der Kommissionen jene Biochemiker, Pharmakologen, Toxikologen sowie Industrie- und Staatsvertreter vereint, die teilweise zuvor gemeinschaftlich an deren *Standardisierung* und *Aktivierung* gearbeitet hatten. Die ob dieser Seilschaften einflusslosen Fachgesellschaften wie die Deutsche Pharmakologische Gesellschaft, die Deutsche Physiologische Gesellschaft, die Deutsche Gesellschaft für Ernährung und die Fachgesellschaft für Lebensmittelchemie forderten 1957 eine deutlich aktivere Rolle bei der Auswahl von Kommissionsmitgliedern ein. Der Pharmakologe Peter Holtz, der sich vor allem über Druckreys radikale *Prekarisierung* nahezu sämtlicher Lebensmittelzusatzstoffe geärgert hatte, verlangte sogar in Vertretung der Fachgesellschaften die Auflösung und anschließende Neuzusammensetzung der Kommissionen. Schließlich, deutete Holtz unmissverständlich an, befänden sich nur in den Gesellschaften wirklich autorisierte Fachvertreter. Butenandt und Druckrey

1407 „Niederschrift über die Sitzung der Kommission zur Prüfung fremder Stoffe bei Lebensmitteln (Fremdstoffkommission) der Deutschen Forschungsgemeinschaft am 30. September 1961 in Mainz“; und Hess an Verteiler (ab 14.8.1961), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60324, Fremdstoff-Kommission, Bd. 1, 1961–1964.

1408 F. Klose, „Die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Dienst der Ernährungsforschung“ (Manuskript), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60290, Pflanzenschutzmittel-Kommission, Bd. 1, 1958–1959.

1409 Hamann, Im Einvernehmen.

reagierten mit einigem Befremden auf diesen, so Druckrey, „bemerkenswerten Brief von Peter Holtz“, den sie jedoch mit Erfolg schlichtweg ignorierten.¹⁴¹⁰ Die DFG-Kommissionen befassten sich ausgehend von der *Prekarisierung* der Teerfarbstoffe schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts vor allem mit synthetischen Substanzen wie polyzyklischen Kohlenwasserstoffen. Aber Wirkstoffe standen ebenso im Mittelpunkt einer Liste zu untersuchender Stoffarten, die Souci im November 1956 für die Konservierungskommission verfasste. Dazu zählten zunächst beabsichtigte Zusätze, also Stoffe, die zur Erhöhung des biologischen Wertes der Lebensmittel oder zur Erzielung besonderer physiologischer Wirkungen zugesetzt wurden wie Vitamine, Mineralsalze oder Koffein; dann Stoffe, die der Verbesserung des Aussehens oder der Konsistenz der Lebensmittel dienten wie Farbstoffe; Stoffe zur Verstärkung der Farbe, Bleichmittel, Trübungsmittel, Backhilfsmittel und Emulgatoren; schließlich Stoffe, die zur Steigerung des Geschmacks und Geruchs der Lebensmittel eingesetzt wurden wie Süßungsmittel und Würzstoffe. Hinzu kamen jedoch auch nicht beabsichtigte Zusätze und Begleitstoffe wie etwa jene Substanzen, die bei der landwirtschaftlichen Gewinnung in das Lebensmittel gelangen konnten. Dazu gehörten auch Antibiotika und Sexualhormone.¹⁴¹¹ All diese Substanzen sollten ob ihrer Toxizität oder Cancerogenität bestimmt und in eine klassifizierte Liste „unbedenklicher“, „duldbarer“ und „nicht duldbarer“ Stoffe eingeteilt werden.¹⁴¹² In den 1950er Jahren wurde damit auch eine neue Ordnung der Risikopolitik prekärer Stoffe verfasst, die von Druckreys sogenannter Summationsthese geprägt war. Der Pharmakologe hatte Ende der 1940er Jahre mit der Unterscheidung von „Konzentrationswirkung“ und „Summationswirkung“ eine folgenschwere *Problematisierung* eingeführt.¹⁴¹³ Das 1948 von ihm in Zusammenarbeit mit dem Elektrophysiker Karl Küpfmüller formulierte mathematische Dosis-Zeit-Wirkungs-Gesetz besagte, dass die Krebswirkung von der Gesamtmenge abhängt und nicht von der Größe der Einzeldosen und deren zeitlicher Verteilung.¹⁴¹⁴ Es gebe auch Giftwirkungen, so Druckrey, die über die ganze Lebensdauer irreversibel und daher voll summationsfähig fortbeständen. Die ständige Aufnahme kleinster Dosen habe sich dabei als gefährlicher erwiesen als die gelegentliche Einwirkung größerer Dosen. Mit solchen Möglichkeiten sei aber gerade bei Lebensmittelzusätzen zu rechnen, die das ganze Leben lang ständig aufgenommen

1410 Druckrey an Butenandt (15.1.1958); und Abschrift Holtz an Souci/Kraut/Lang/Werner/Lehnartz (8.11.1957), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 429.

1411 „Zusatz – und Begleitstoffe der Nahrung“ beigelegt von Souci in Souci an Schiel (28.11.1956), in: DFG-Archiv, Bonn, Kommission zur Prüfung der Lebensmittelkonservierung, vom Dez. 1956 bis März 1957.

1412 Mitteilung III vom 1. Dezember 1966 der Kommission zur Prüfung fremder Stoffe bei Lebensmitteln (Fremdstoff-Kommission), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60323-04, AG Reinheitsanforderung, 1963–1966.

1413 „Niederschrift über die 2. Sitzung der ‚Kommission für die Prüfung der chemischen Lebensmittelkonservierung‘ am 24./25. Juli 1953 in Stuttgart“, S. 1–24, hier S. 1, in: DFG-Archiv, AN 6032, Kommission Konservierung von Lebensmitteln, Band II.

1414 Wunderlich, Mit Papier; und Wunderlich, Zur Entstehungsgeschichte.

werden.¹⁴¹⁵ Druckrey zeigte experimentell am Teerfarbstoff Buttergelb, dass Geschwülste erst dann auftraten, wenn die Gesamtdosis einen kritischen Wert überschreite. Entscheidend für die cancerogene Wirkung sei nicht bloß die Giftkonzentration, sondern das Zusammenwirken von Konzentration und Zeitdauer. Neben Konzentrations- und Kumulationsgiften existierten demnach auch sogenannte irreversible Summationsgifte.¹⁴¹⁶ Mit der Summationsthese war es zugleich problematisch geworden, den Kausalzusammenhang zwischen äußeren Reizen und Krebs zu eruieren. Denn die wirksame Menge der cancerogenen Agentien war sehr klein und zwischen der Zeit ihrer Einwirkung und der Krebsmanifestation könne, so Druckrey, ein „stummes Intervall“ von jahrzehntelanger Dauer liegen.¹⁴¹⁷ Gerade die in geringster Konzentration höchst wirksamen Wirkstoffe waren danach grundsätzlich verdächtig und mussten ihre Unschuld in langwierigen Tierversuchen beweisen, die wiederum nicht zweifelsfrei auf den Menschen übertragen werden konnten. Druckreys Forderung lautete, dass nur solche Substanzen als Lebensmittelzusätze zugelassen werden sollten, die sich bei Versuchen über lange Zeiträume als „sicher harmlos“ erwiesen hätten.¹⁴¹⁸

Die Druckrey-Küpfmüller-These war von großem Einfluss auf die Umgestaltung des Lebensmittelgesetzes im Jahr 1958. Im Rahmen der Farbstoffkommission veröffentlichten Butenandt und Druckrey 1954 die sogenannten Godesberger Beschlüsse, nach denen Lebensmittel grundsätzlich keine nahrungsfremden Zusätze erhalten und nicht künstlich gefärbt werden dürften. Die Beschlüsse waren auch eine der Grundlagen des 1955 eingerichteten Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA).¹⁴¹⁹ Auch die SPD-Abgeordnete Käte Strobel verwendete im Bundestag Druckreys Ausführungen als Hauptargument für eine scharf gefasste Gesetzesnovelle.¹⁴²⁰ Unter Rekurs auf die Faktizität der Krebsnoxen und der Summationsthese und als Produkt eines Gefüges von Lobbyarbeiten beschloss dann im Dezember 1958 der Bundestag mit der Novelle zum Lebensmittelgesetz ein generelles Verbot fremder Stoffe sowie deren Kenntlichmachung, wenn sie nicht wissenschaftlich als unbedenklich identifiziert seien.¹⁴²¹ Zwar wurden die zentralen Punkte der Godesberger Beschlüsse in das 1958 novellierte Lebensmittelgesetz aufgenommen und blieben auch für das politisch richtungsweisende JECFA verbindlich, jedoch sollte sich just die an reversiblen Wirkungen

1415 H. Druckrey, „Begründung für die Schaffung eines speziellen Institutes für die pharmakologische Lebensmittelforschung“ (ohne Datum), in: MPG-Archiv, III. Abt., Rep. 84/1, Nr. 429.

1416 Druckrey/Küpfmüller, Dosis, S. 514, 604–610, 643; und Druckrey/Küpfmüller, Quantitative Analyse; Stoff, Summationsgifte; und Wunderlich, Zur Entstehungsgeschichte. Zur Rolle der Summationsthese in der Arbeitsmedizin: Bächli, Zur Krise, S. 428 f.

1417 Druckrey, Versuche, S. 45

1418 Druckrey, Versuche, S. 48 f.

1419 „World Health Organization, Conf. Food. Add./1–19, 1955“, in: WHO Library, Geneva. Hamperl, Ergebnisse.

1420 „Deutscher Bundestag, 3. Wahlperiode, 6. Sitzung, Bonn, den 12. Dezember 1957“, in: BA Koblenz, FC 7577 N, 721/1/59, Senatskommissionen Lebensmittelgesetz, 1958, Heft 2, S. 179 f.

1421 Hamann, Die zugelassenen Fremdstoffe.

ausgerichtete Risikopolitik von Sicherheitsgrenzen national und international gegen das Konzept irreversibler Summationswirkungen durchsetzen. Der französische Toxikologe René Truhaut, zunächst ein begeisterter Anhänger der Druckreyschen Summationsthese, schuf dazu das Grenzwertkonzept eines flexiblen Acceptable Daily Intake (ADI). „Der ADI-Wert“, so Mollenhauer, „gibt die Menge eines Stoffes an, die der Mensch täglich während seiner gesamten Lebenszeit ohne Schaden zu sich nehmen kann, ausgedrückt in Milligramm des Stoffes je Kilogramm Körpergewicht.“ Nach dem ADI-Wert wurde dann zwischen bedingt (*conditional*) und bedingungslos (*unconditional*) anwendbaren Stoffen unterschieden. Nach Mollenhauer waren damit Zonen größter und geringerer Sicherheit markiert.¹⁴²² Eine radikale Politik der Risikovermeidung wurde sukzessive in eine Politik der Risikokalkulation verwandelt. Das widersprüchliche Verhältnis von Summationsthese und ADI-Wert schuf einen öffentlichen Resonanzboden, der eine ohnehin höchst problematische Aufklärung verdächtiger Substanzen nahezu verunmöglichte. Die Frage der Zulassung solcher Substanzen geriet zu einer politischen Auseinandersetzung von Interessengruppen, die sich ebenso leicht mobilisierbarer wie angreifbarer Expertisen bedienten. 1967 resümierte der resignierte Druckrey in einem Brief an Mollenhauer, dass die Farbstoffkommission die Hoffnung gehabt habe, „dass ihre Empfehlungen für die toxikologische Prüfung und Beurteilung der Lebensmittelzusätze in einer geeigneten Form auch vom Lebensmittelgesetz, wenigstens aber von den Verordnungen übernommen werde. Das ist leider nicht geschehen.“¹⁴²³ Risikokalkulationen bestimmen seit den 1960er Jahren die Verwendung von Lebensmittelzusatzstoffen. Die radikale Kritik an den Fremdstoffen, jene zivilisationskritisch und lebensreformerisch gesättigte und öffentlich verhandelte Evidenz der Vergiftung, wurde hingegen von den entstehenden Verbraucher- und Umweltverbänden getragen.

Die DFG-Kommissionen wurden im Bundestag implizit aber selbstverständlich als ausführendes Organ des Lebensmittelgesetzes fixiert und dementsprechend auch mit der Ausformulierung der aus dem novellierten Lebensmittelgesetz sich ergebenden Verordnungen betraut.¹⁴²⁴ Die Kommissionen befassten sich in den 1950er Jahren zu einem Gutteil mit chemischen Substanzen wie Pyrokohlensäureäthylester, Hexamethylentetramin und Thioharnstoff, die von der Industrie in Umlauf gebracht wurden.¹⁴²⁵ Während solche synthetischen Fremdstoffe immer schon verdächtig waren, die Integrität des Organismus zu korrumpieren, erwies sich die Einordnung der künstlichen und natürlichen, nahrungseigenen und zugesetzten, vitalisierenden und prekären Vitamine als höchst schwierig. In der am 23. Dezember 1959 in Kraft getretenen Fremdstoffverordnung galten künstlich

1422 H.P. Mollenhauer, „Die Bedeutung von Verzehrerhebungen für die Beurteilung von Zusatzstoffen“ (Manuskript), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60323-11/-12, Arbeitsgruppe Festlegungen von Mengengrenzungen; Truhaut, Concept; und Henschler, New Approaches.

1423 Druckrey an Mollenhauer (13.6.1967), in: BA Koblenz, B 189/1144.

1424 Zierold an Forschbach, Bundesministerium des Innern (26.2.1959), und Forschbach an Hess (10.2.1959), in: BA Koblenz, FC 7577 N, 721/1/59, Senatskommissionen Lebensmittelgesetz, 1958, Heft 2

1425 Stoff, Hexa-Sabbat.

hergestellte Vitamine, Provitamine und Fermente grundsätzlich als harmlose Stoffe.¹⁴²⁶ Aber der alte Streit um die Vitaminisierung war auch in den 1960er Jahren noch virulent. In der Kommission für Ernährungsforschung prallten die schon aus den 1930er und 1940er Jahren vertrauten Positionen aufeinander. Einerseits wurde in Redundanz ein Vitaminnotstand ausgerufen, dem nur durch eine konsequente Vitaminisierung begegnet werden könne. Andererseits beklagte ein Ernährungsexperte wie Diemair einen grassierenden „Vitaminisierungsrummel“.¹⁴²⁷ Aufsehen erregend war zu Beginn der 1960er Jahre vor allem die Debatte über einen Vitamin B₁-Mangel durch zu viel Weißbrotkonsum, in deren Folge Lang vehement die B-Vitaminisierung von Mehl und Brot einforderte.¹⁴²⁸ Anders als im Ausnahmezustand des Krieges waren allerdings skeptische Stimmen, die durchaus auch aus den Mündern ehemaliger Aktivisten der nationalsozialistischen Ernährungspolitik stammen konnten, vernehmlich zu hören. Kraut forderte weitere Forschungen ein, eben weil „ein Anzeichen bedrohlichen Vitaminmangels“ bisher nicht erkennbar geworden sei. Die Ernährungskommission stellte schließlich grundsätzlich fest, dass der Vitamin B₁-Gehalt im Brot nicht den Erfordernissen entspreche, dass aber neuere Forschungen abgewartet werden müssten, um dann in einem Jahr über Vitaminisierungsmaßnahmen zu entscheiden.¹⁴²⁹ Auch Glatzel wandte sich gegen Langs Vitaminisierungsaktivismus. Unter den gegenwärtigen Ernährungsverhältnissen bestehe keine generelle Gefahr einer Thiaminunterernährung in Deutschland. Man könne bestimmte Nahrungsmittelzusätze für wünschenswert halten, so polemisierte er, um in psychologischer Weise die Verbraucher zu beeinflussen oder um einem Wirtschaftszweig bessere Absatzmöglichkeiten für seine Produkte zu verschaffen. Die Vitaminaktion vergangener Zeiten und der Beimischungszwang einheimischen Getreides seien Beispiele dafür. Mit medizinisch-ernährungsphysiologischen Argumenten ließe sich die Notwendigkeit einer Vitaminisierung des Mehles mit Thiamin jedenfalls nicht begründen.¹⁴³⁰ Auch die Brotindustrie zeigte sich aus Sorge, dass Brot so zu einem Arzneimittel mutiere, deutlich ableh-

1426 „Erläuterungen zur Allgemeinen Fremdstoff-Verordnung“ (ohne Datum, ca. Frühjahr 1959), in: BA Koblenz, FC 7577 N, 721/1/59, Senatskommissionen Lebensmittelgesetz, 1958, Heft 2.

1427 Niederschrift über die Sitzung der Kommission für Ernährungsforschung der Deutschen Forschungsgemeinschaft am 16. und 17. Februar 1962 in Bad Godesberg, in: BA Koblenz, B 227/050496. Zu Diemair: „Niederschrift über die Sitzung der Kommission für Ernährungsforschung der Deutschen Forschungsgemeinschaft am 2. und 3. Juni 1960 in Bad Godesberg“, in: BA Koblenz, B 227/050489.

1428 Werner Stratenschulte, „Essen die Deutschen zuviel Weißbrot? Heftige Diskussion in Mainz um Mangel an Vitamin B1 und Überfluß an Roggen-Anbaufläche“ (Die Welt, 27.1.1962), in: BA Koblenz, B 227/050496; K. Lang, „Die Vitaminierung von Mehl und Brot mit B-Vitaminen. Physiologische Grundlage“ (4.4.1960), in: BA Koblenz, B 227/050489.

1429 „Niederschrift über die Sitzung der Kommission für Ernährungsforschung der Deutschen Forschungsgemeinschaft am 2. und 3. Juni 1960 in Bad Godesberg“, in: BA Koblenz, B 227/050489.

1430 Prof. Glatzel, „Thiaminunterernährung in Deutschland“ Anlage 8 des „Bericht über die Kommission für Ernährungsforschung der Deutschen Forschungsgemeinschaft“ (ohne Datum), in: BA B 227/050530.

nend gegenüber einer Vitaminisierung. Die Kernfrage, ob es überhaupt Vitamin B₁-Mangelzustände unter der Bevölkerung gebe, war auch noch auf der Kommissionssitzung im Februar 1963 umstritten.¹⁴³¹

Durch die enge Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Ernährung, die mit zahlreichen Tagungen ernährungswissenschaftliche Themen behandelte, ergab sich für die Ernährungskommission ein Forum, um auch Vitaminfragen zu erörtern.¹⁴³² Im April 1964 fand in diesem Rahmen ein Symposium über Ascorbinsäure statt. Ascorbinsäure, so Lang, sei dasjenige synthetisierte Vitamin, das in der größten Menge hergestellt werde. Die Jahresweltproduktion belaufe sich auf 4.000 bis 5.000 Tonnen, bedeutendste Produzenten in Europa seien Merck und Hoffmann-La Roche. Dabei sei der biochemische Wirkungsmechanismus immer noch weitgehend ungeklärt. Es ergebe sich die Gefahr eines Überangebots an Vitamin C. Ascorbinsäure werde in der Lebensmittelindustrie vor allem zur Ersetzung des bei der technischen Behandlung zerstörten natürlichen Vitamin C, bei der Wein- und Mehlbehandlung, bei der Herstellung von Obstsaften und Gemüsekonserven sowie bei Fleisch und Bier verwendet.¹⁴³³ Auch die C-Vitaminisierung war einer deutlichen Kritik ausgesetzt, die in der Tagespresse aufgegriffen wurde. Unter der Überschrift „Vitamin C ist kein Zaubermittel“ berichtete entsprechend der *Tagesspiegel* von dem Symposium. Es müsse eine Grenze gezogen werden zwischen der nützlichen, weil gesundheitsfördernden Anreicherung mit Vitamin C und einer unkontrollierten, in ihren Wirkungen gar nicht übersehbaren „Vitaminpantscherei“.¹⁴³⁴

Eine prominente Stellung in dieser Vitaminisierungsdebatte erhielt das schon seit den 1920er Jahren virulente Thema der Anreicherung von Lebensmitteln mit Vitamin D. Auf einer Sitzung der Fremdstoffkommission im Januar 1966 fasste Herbert Andre Fleisch vom Schweizerischen Forschungsinstitut in Davos als Gastredner den aktuellen Stand zur Frage der Vitamin D-Überdosierung zusammen: Neben der Wirkung auf Darm und Niere sei der Einfluss auf die Knochen von besonderer Bedeutung. Vitamin D-Mangel führe zur Verkalkung von rachitischen Knochen; Vitamin D-Überdosierung hingegen zur Knochenzerstörung. Besonders problematisch sei, dass die Spannen zwischen den physiologisch erforderlichen und den toxischen Dosen relativ klein seien. Zudem sei die Verträglichkeit des Vitamins je nach Individuum sehr verschieden. Kleinkinder sollten 400 Einheiten bekommen, für einige genügten aber schon 100, während andere noch höhere Dosen benötigten. Da Kleinkinder in ihrer Nahrung diese Menge nicht erhielten,

1431 „Niederschrift über die Sitzung der Kommission für Ernährungsforschung der Deutschen Forschungsgemeinschaft am 14. und 15. Februar 1963 in Bad Godesberg“, in: BA Koblenz, B 227/050497.

1432 Deutsche Gesellschaft für Ernährung, „Symposium über Carotine und Carotinoide. Vom 2.–4. Oktober 1961 in Mainz“, in: BA Koblenz, B 227/050494.

1433 Heckmann, Vermerk (21.4.1964), und Deutsche Gesellschaft für Ernährung, „Symposium über Ascorbinsäure am 2. und 3. April 1964 in Mainz“, in: BA Koblenz, B 227/050527.

1434 Ernst H. Haux, „Vitamin C ist kein Zaubermittel. Lebensmittel, Arznei und Konservierungsmittel – Symposium der Deutschen Gesellschaft für Ernährung“ (Der Tagesspiegel, 12.4.1964), in: BA Koblenz, B 227/050527.

sei es in vielen Ländern üblich, Vitamin D den Säuglings- und Kleinkindernahrungsmitteln zuzusetzen. Diese Konzentrate und Präparate seien auf dem Markt frei erhältlich, weshalb die Gefahr des unvernünftigen Gebrauchs und der Überschreitung bis hin zur als gefährlich angenommenen Grenze von 2.000 Einheiten am Tag existiere. Toxische Symptome zeigten sich bei einigen Kindern allerdings schon bei bedeutend kleineren Mengen. Die Zufuhr an Vitamin D sollte deshalb streng kontrolliert werden.¹⁴³⁵

Bis in die 1960er Jahre hinein wurden regelmäßig rachitische Notstände ausgerufen, deren Quelle – eine ausführliche klinische Studie etwa – auffallend diffus blieb. Der Rachitisnotstand war eng an eine Politik der akuten Vitaminisierung gebunden. Das erneute Auftauchen der Rachitis verlangte nach Sofortmaßnahmen des Staates, nach der Vitaminisierung von Lebensmitteln, namentlich der Milch, und einer Vigantolstoßprophylaxe. Eine individuelle Prophylaxe fand in der Regel als protrahierte, also verzögert wirkende Verabfolgung von Vitamin D in der geburtshilflichen Klinik statt.¹⁴³⁶ Die Stoßprophylaxe wurde als eine einmalige Gabe von zwölf bis fünfzehn Milligramm Vitamin D₂ oder D₃ seit 1938 durchgeführt. In den 1950er und 1960er Jahren wurde in der Bundesrepublik jedoch vermehrt von einer durch diese Methode hervorgerufenen chronischen Vitamin-D-Vergiftung und einer Hyperkalzämie berichtet. Der Göttinger Kardiologe Alois Beuren glaubte etwa, Fälle von Missbildungen und krankhaften Verkalkungen an der Haupt- und Lungenschlagader nach „Vitamin-D-Stoß“ während der Schwangerschaft beobachtet zu haben.¹⁴³⁷ Intensiv verhandelt wurde die Prekarität des Vitamin D vor allem im Zusammenhang mit der Milchvitanisierung. Vitaminisierte Milch war in der Bundesrepublik seit 1951 im Verkehr, wurde aber im Jahr 1959 nach der Intervention von Ärzten und im Zusammenhang mit der Markenmilchverordnung offiziell verboten. Auch die UV-Bestrahlung bedurfte nach der neuen Lebensmittelverordnung und der ein Jahr später erlassenen Lebensmittelbestrahlungsverordnung einer ausdrücklichen Zulassung.¹⁴³⁸ Die Deutsche Gesellschaft für Kinderheilkunde und die Vereinigung für die Gesundheitsfürsorge des Kindesalters empfahlen wiederum unabhängig voneinander, dass der Vitamin-D-

1435 Dagmar Dachs Odenthal, DFG, an die Mitglieder der Fremdstoff-Kommission (30.12.1965), und H. Fleisch, „Zur Frage der Vitamin D Ueberdosierung“ (Manuskript), in: DFG-Archiv, Bonn, Fremdstoff-Kommission, AN 60325, Vitamin D, 1962–1968, Bd. 6.

1436 Verband Großstädtischer Milchversorgungsbetriebe, Zur Frage; und Deutsche Gesellschaft für Kinderheilkunde, „Ratschläge zur Vorbeugung der Rachitis“, in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60325, Vitamin D, 1962–1968, Bd. 6.

1437 Wagner, Rezension; „Auszug aus der Niederschrift über die Sitzung der Kommission zur Prüfung fremder Stoffe bei Lebensmitteln (Fremdstoffkommission) am 1./2.12.1966 in Bad Godesberg“, in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60325, Vitamin D, 1962–1968, Bd. 6; Domke/Großklaus, Verwendung, S. 72. Zur Vigantol-Stoßprophylaxe mit dem 1940 eingeführten Vigantol forte: Haas, Vigantol, S. 243–248; und zur Debatte über den Vigantol-Stoß: Haas, Vigantol, S. 272–278.

1438 Roeder, Beiträge, S. 98; und der Diskussionsbeitrag von Wegener im „Auszug aus der Niederschrift über die Sitzung der Kommission zur Prüfung fremder Stoffe bei Lebensmitteln (Fremdstoffkommission) am 1./2.12.1966 in Bad Godesberg“, in: DFG-Archiv, Bonn, Fremdstoff-Kommission, AN 60325, Vitamin D, 1962–1968, Bd. 6.

Zusatz pro Liter trinkfertiger Nahrung 400 bis 500 internationale Einheiten pro Liter Vollmilch nicht überschreiten solle. Jegliche Beigabe antirachitisch wirkender Sterine sei weder notwendig noch sinnvoll. Nur wenn diese Richtlinien von der Industrie eingehalten würden, könne ein Vitamin D-Zusatz zur Kindermilch oder zu Säuglingsmilchnahrungen als „gesundheitlich duldbar“ angesehen werden. Dies entsprach auch den Empfehlungen, welche die American Medical Association erlassen hatte.¹⁴³⁹ Seit 1959 wurde allerdings weniger über die Dosierung als über eine generelle Abkehr von der Vitaminisierung diskutiert. Die Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin und die Deutsche Gesellschaft für Kinderheilkunde fassten mit der Begründung, dass zu viele Lebensmittel vitaminisiert seien und es so zu einer Überdosierung kommen könne, Entschlüsse, die sich gegen die Milchvitanisierung wendeten.¹⁴⁴⁰ Postwendend wurde zu Beginn der 1960er Jahre einmal mehr eine starke Zunahme der Rachitis beklagt und die Debatte wieder entfacht. Heckmann bemerkte 1963 irritiert, dass er auf einer Tagung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung davon erfahren habe, dass in Hessen fünfzig Prozent der Milch durch UV-Bestrahlung mit Vitamin D angereichert werde. In seinem an Hess, Zierold und Schiel gerichteten Vermerk fügte Heckmann an, dass ihm dies bemerkenswert erscheine, „als einmal die UV-Behandlung der Milch nur aufgrund einer Ausnahmegenehmigung durch das Bundesgesundheitsministerium zulässig ist und zum anderen von den Pädiatern erhebliche Bedenken gegen solch ein Verfahren geltend gemacht werden“.¹⁴⁴¹ Seit dem Sommer 1963 entbrannte aufgrund des hessischen Alleingangs eine ausufernde Debatte zur UV-Bestrahlung der Milch. Gesetzlich war die Bestrahlung verboten. Beim Bundesgesundheitsministerium lagen jedoch Anfragen von zehn Frankfurter Molkereien für eine Ausnahmegenehmigung vor.¹⁴⁴²

In der Ernährungskommission kamen die unterschiedlichsten Einschätzungen zu Wort. Kraut sprach sich grundsätzlich gegen eine Bestrahlung der gesamten Milch aus, weil dann nicht zwischen vitaminisierter und nicht vitaminisierter Milch unterschieden werden könne. Auch Hermann Mai von der Universitätskinderklinik Münster warnte vor möglichen Schäden durch Hypervitaminisierung. Vitamin D, schloss die Kommission, müsse aus der generellen Freistellung der Vitamine herausgenommen werden und bedürfe einer Sonderzulassung.¹⁴⁴³ Mai hatte bereits 1960 von der DFG gefördert zur Vitamin-D-Überdosierung geforscht. Beim Vitamin D handle es sich um ein Pharmakon, da es in solchen Nahrungsmitteln, die Säuglinge und Kleinkinder zu sich nehmen, kaum vorkomme. Die Heilung der

1439 Roeder, Beiträge, 1966, S. 98; und W. Droese, „Bemerkungen zu der Aufstellung des Verbandes der Diätetischen Lebensmittelindustrie“ (17.6.1965), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60323-08, Arbeitsgruppe Diätetische Lebensmittel, 1965–1968, Bd. 1.

1440 Roeder, Beiträge, S. 98.

1441 Heckmann, Vermerk (25.11.1963), in: BA Koblenz, B 227/050527. In Frankfurt am Main fand schon 1940 eine Milchbestrahlungsaktion zur Rachitisbekämpfung statt. Scheer, Zwei Jahre.

1442 Schiel, Vermerk (28.6.1963), in: BA Koblenz, B 227/050500.

1443 „Auszug aus dem Protokoll über die Sitzung der Kommission für Ernährungsforschung am 2. und 3. Juni in Bad Godesberg“, in: BA Koblenz, B 227/050489.

Englischen Krankheit, wurde Mai 1963 in einem Beitrag in der *Frankfurter Rundschau* zitiert, sei übertrieben worden. Der Preis für gerade gewachsene Knochen seien mehr Kalkeinlagerungen an den Blutgefäßwänden.¹⁴⁴⁴ Für bestimmte Altersgruppen, so Lang, sei Vitamin D sogar nicht länger als Wirk-, sondern als Fremdstoff anzusehen, weshalb die Fremdstoffkommission noch 1965 eine Arbeitsgruppe zum Vitamin D einrichtete.¹⁴⁴⁵ Mais Anstrengungen führten schließlich dazu, dass die Kommission im Januar 1966 den einhelligen Beschluss fasste, dass die gesundheitlich bedenkliche Dosierung von Vitamin D ausschließlich in die Hand des Arztes gehöre.¹⁴⁴⁶ Aber die Befürworter der D-Vitaminisierung ersannen durchaus Gegenargumente. Es müsse eben gesichert sein, wandte der Milchexperte Georg Roeder ein, dass die Vitaminisierung auf die Milch beschränkt bleibe.¹⁴⁴⁷ Roeder hatte sein Votum für die erneute Milchvitalisierung am 27. Oktober 1965 auf einer Sitzung des Wissenschaftlichen Beirates des Verbandes Großstädtischer Milchversorgungsbetriebe vorgetragen und damit eine kontroverse Diskussion angeregt. Vor allem zwischen Klinikern und experimentell tätigen Wissenschaftlern tat sich schnell ein Dissenz auf, der in einer ausführlichen Debatte über staatlich-disziplinierende oder individuell-selbsttechnische Praktiken mündete.

Der Streit über die D-Vitaminisierung war also trotz des eindeutigen Votums der Fremdstoffkommission noch nicht entschieden. Der Vorstand des Wissenschaftlichen Beirates und der Ausschuss Vorbeugende Gesundheitspflege der Bundesärztekammer beschworen 1967 sogar einen erneuten Ausbruch der Mangelkrankheit durch die Vernachlässigung der Rachitisprophylaxe: Mütter seien zu sorglos, Säuglingsnahrungen enthielten zu wenig Vitamin D, die Klientel der Mütterberatungsstellen habe sich geändert, Säuglinge würden in kinderreichen Familien vernachlässigt und überhaupt sei die Rachitis schlichtweg die Folge der übertriebenen Warnungen vor einer D-Vitamin-Überdosierung. Ein Sonderausschuss Rachitisprophylaxe sprach sich in diesem Sinne für eine „Basis-Vitamin-D-Versorgung“ aus.¹⁴⁴⁸ Der Bundesminister für Gesundheitswesen lud am 16. März 1967 die Vertreter der Fremdstoffkommission und des Bundesgesundheitsrats zur Anhörung, um endlich eine verbindliche Handlungsanleitung geben zu können.¹⁴⁴⁹ Der Dissens ließ sich auch anlässlich der gemeinsamen Besprechungen

1444 Mai an Lang (10.1.1966), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60325, Vitamin D, Fremdstoff-Kommission, 1962–1968, Bd. 6; Paul Kühne, „Noch sind die Ratten frisch und munter. Vorsicht mit Vitamin D/Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Ernährung“ (Frankfurter Rundschau, 22.4.1963), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60325, Vitamin D, 1962–1968, Bd. 6.

1445 „Auszug aus der Niederschrift über die Sitzung der Fremdstoff-Kommission am 26. Juni 1965 in Bad Godesberg“, in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60325, Vitamin D, 1962–1968, Bd. 6.

1446 „Auszug aus der Niederschrift über die Sitzung der Fremdstoff-Kommission am 14. Januar 1966 in Hamburg“, in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60325, Vitamin D, 1962–1968, Bd. 6.

1447 Roeder, Beiträge, 1966, S. 101.

1448 „Niederschrift über die Sitzung des Sonderausschusses ‚Rachitisprophylaxe‘ am 16. März 1967 in Bad Godesberg“, in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60325, Vitamin D, 1962–1968, Bd. 6; Schmid, Rachitis-Prophylaxe.

1449 Stralau, i.A. des Bundesministers für Gesundheitswesen an Heckmann (24.2.1967), und Heckmann an Fleisch (2.3.1967), in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60325, Vitamin D, 1962–1968, Bd. 6.

nicht aufheben. Zwar stimmten die Teilnehmer überein, dass „mit Sicherheit eine beängstigend angestiegene Rachitishäufigkeit“ existiere, jedoch stießen die individuelle Prophylaxe, die Stoßprophylaxe und die protrahierte Prophylaxe jeweils auf Ablehnung. Und auch bei der Basisprophylaxe seien Nebenwirkungen nicht auszuschließen. Des Weiteren wurden zahllose rechtliche Probleme konstatiert, denn konnten Molkereien überhaupt zu Vitaminisierungen gezwungen werden, und sei es nicht verfassungsrechtlich bedenklich, allein eine Vitaminisierung der Milch und nicht anderer Lebensmittel zuzulassen? Musste es nicht nach dem Grundgesetz dem Konsumenten überlassen bleiben, ob er vitaminisierte Milch kaufen wolle oder nicht? Der Bundesgesundheitsrat schloss sich schließlich dem Votum der Fremdstoffkommission an und lehnte eine Zulassung der Milchvitalisierung ab.¹⁴⁵⁰ Der Rachitisnotstand, der, daran sei noch einmal erinnert, auf keiner seriösen Studie über eine dermaßen dramatische Zunahme beruhte, war mit dem Jahr 1967 beendet. Eine Vitamin D-Prophylaxe fand vor allem, dort aber auch mit großer und bis heute andauernder Konsequenz in den Geburtskliniken bei Säuglingen statt und blieb ansonsten eine freiwillige Vorbeugemaßnahme im ersten Lebensjahr.¹⁴⁵¹

Den DFG-Kommissionen kam bei diesen Verhandlungen eine modulierende Funktion zu. Da sich der Status von Wirkstoffen wissenschaftlich nicht eindeutig entscheiden ließ, wurde über das Schicksal der Substanzen durch Verhandlungen der beteiligten Interessenten entschieden. In diesem Gefüge etablierte sich Ende der 1950er Jahre dann auch erst eine Verbraucherbewegung, die in die industriell-wissenschaftlich-staatlichen Interessentransfers eingriff.¹⁴⁵² Die DFG-Kommissionen deklinierten in den 1950er und 1960er Jahren letztlich sämtliche alphabetisch aufgelisteten Substanzen, die zur Tierernährung und Tierversorgung, im Herstellungsprozess und zur Haltbarkeit von Lebensmitteln verwendet wurden, ob ihrer Cancerogenität oder Toxizität durch. Die *Aktivierung* von Östrogenen in der Tiermast, von Vitaminen in Brot, Butter und Milch und von Enzympräparaten zur Verbesserung von Nahrungsmitteln war fundamentaler Teil der Industrialisierung der Lebensmittelproduktion. In den 1960er Jahren generierten Notstände jedoch immer seltener *Aktivierungen*, sondern provozierten *Prekarisierungen*. Während Enzyme, Hormone und Vitamine auf unterschiedliche Weise zur physiologischen, aber auch genetischen Optimierung von Menschen und Tieren verwendet wurden, verlor der Wirkstoffbegriff in diesem kritischen Diskurs über Risikovermeidung oder Risikokalkulation sein utopisches Potenzial. Der expertisch angeleiteten Kontrolle von riskanten Inkorporationen von chemischen Substanzen kam in der

1450 „Auszug aus der Niederschrift über die Sitzung der Kommission zur Prüfung fremder Stoffe bei Lebensmitteln (Fremdstoffkommission) am 18. Mai 1967 in Berlin“; und „Auszug aus der Niederschrift über die Sitzung der Kommission zur Prüfung fremder Stoffe bei Lebensmitteln (Fremdstoffkommission) am 8. Dezember 1967 in Hamburg“, in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60325, Vitamin D, 1962–1968, Bd. 6; sowie Vermerk, Heckmann (28.3.1967) und „Niederschrift über die Sitzung des Sonderausschusses ‚Rachitisprophylaxe am 16. März 1967 in Bad Godesberg“, in: DFG-Archiv, Bonn, AN 60325, Vitamin D, Bd. 6.

1451 Harder, Wochenbettbetreuung, S. 258 ff.

1452 Stoff, Hexa-Sabbat.

zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts fundamentale Bedeutung zu. Es ist keine Übertreibung, die Kommissionen der DFG dabei als Nukleus der entstehenden Risikogesellschaft zu bezeichnen.¹⁴⁵³

Die Geschichte des durch Wirkstoffe gestalteten und geregelten Körpers, die als *Institutionalisierung* naturstoffchemischer Experimentalsysteme und *Standardisierung* kompetenter Agentien in den 1920er und 1930er Jahren begonnen hat sowie seit den 1940er Jahren durch stoffwechselchemische und biosynthetische *Regulierungen* systematisiert worden ist, war Ende der 1960er Jahre bereits als Wissensbestand in Lehrbüchern verfestigt, in pharmaindustrieller Produktion materialisiert, in klinisch-therapeutischer Anwendung aktualisiert, wurde in Schwerpunkten und Sonderforschungsbereichen gefördert sowie von Behörden in gesundheitspolitische Maßnahmen überführt. Die *Aktivierung* der Hormone und Vitamine generierte zugleich neue Lebensmöglichkeiten sowie Institutionen und Diskurse des Lebendigen. Die in den Vitaminen manifestierten Versprechen von Vitalität und Gesundheit, nicht anders als die hormonellen Potenziale der Leistungssteigerung und Reproduktionsregulierung konstituierten die Subjekte der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts als Herrschende über ihre körperlichen Leistungsfähigkeiten, aber ebenso auch als Beherrschte des neuen Regimes guter Ernährung, pharmazeutischer Versprechungen sowie historisch neuer Möglichkeiten, das Leben zu leben und den Tod zu vermeiden. Der Begriff Wirkstoffe emanzipierte sich dabei von den Enzymen, Hormonen und Vitaminen und bezeichnet seitdem alle durch spezifische Leistungen charakterisierten, in kleinster Menge aktiven Stoffe. Das homöostatische Körperkonzept eines chemisch regulierten und regulierbaren Organismus erlangte allgemeine Faktizität. Die in den 1920er und 1930er Jahren ausformulierte Taxonomie chemisch verwandter Moleküle, welche die Grundlagen des tierischen Lebens darstellten, dessen Leistungen garantierten und durch Fehlfunktionen auch dessen Mängel verschuldeten, war in den 1940er Jahren bereits krisenhaft geworden. Mit ihrer chemischen Darstellung veränderte sich auch die Identität der Enzyme, Hormone und Vitamine und wurde zudem durch komplexe antagonistische und synergistische Regulationssysteme just in Bezug auf ihre jeweiligen Kompetenzen relativiert. Zudem wurde der Wirkstoffbegriff seit den 1930er Jahren sukzessive durch sogenannte Gewebshormone und die Produkte der Neurosekretion, durch Oxytocin und schließlich Ende der 1960er Jahre durch die Neurotransmitter bereits wieder erweitert.¹⁴⁵⁴ Die Definition des Großen Brockhaus aus dem Jahr 1957 bestimmte Wirkstoffe zwar immer noch als „lebensnotwendige Stoffe, die in kleinsten Mengen (...) wirken“, verzichtete dabei aber auf die Enzyme und ergänzte die Vitamine und Hormone um Wuchsstoffe und Spurenelemente.¹⁴⁵⁵ Biologisch und chemisch war eine Ausweitung des Wirkstoff-

1453 Rose, *The Politics* (2007), S. 90–140; Rose, *The Politics* (2001), S. 7; und Pearce/Tombs, *Hegemony*. Der von Ulrich Beck eingeführte Begriff der Risikogesellschaft ist in den 1990er Jahren kritisch diskutiert worden: Lemke, *Neoliberalismus*; und Mitchell, *Risk*. Für eine Historisierung des Risikobegriffs plädieren Boudia/Jas, *Introduction*.

1454 Fruton, *Proteins*, S. 479.

1455 Der Große Brockhaus, Zwölfter Band, S. 545.

begriffs auf alle Moleküle, die im Körper spezifische Reaktionen hervorrufen, selbstverständlich geworden.

Aber der lebensreformerisch geprägte Wirkstoffbegriff verlor seinen spezifischen Gehalt in den 1950er und 1960er Jahren vor allem auch deshalb, weil die biopolitischen Agentien selbst zum der Kontrolle bedürftigen Bestand der Risikogesellschaft wurden. Mit dem Prozess der *Prekarisierung* wandelte sich auch das Wirkstoffkonzept auf fundamentale Weise. In den 1950er Jahren hatten sich durch den Diskurs über vergiftende Fremdstoffe markante wissenschaftliche, politische und industrielle Veränderungen vollzogen. Mit dem novellierten Lebensmittelgesetz wurde zwar das Missbrauchsprinzip grundsätzlich durch das Verbotprinzip ersetzt, aber Netzwerke von Experten und Gutachtern bestimmten die folgenden juristischen Auseinandersetzungen über Verordnungen und Verbote. Die anhand von Grenzwerten verhandelte Frage der Duldbarkeit von Substanzen war wissenschaftlich nur allzu oft unentscheidbar und wurde aufgrund politischer Machtverhältnisse und lobbyistischer Leistungen gelöst. Entgegen der ursprünglichen Position der Farbstoffkommission, die mit den Konzepten der summationsfähigen Krebsnoxe die Möglichkeit eines Risikomanagements ausschloss und eine „Null Toleranz-Politik“ vertrat, setzte sich in den 1960er Jahren eine Politik der Risikokalkulation durch. Diese Akzentverschiebung spiegelte sich in den Diskussionen der DFG-Kommissionen selbst wider und drückte sich in einem wissenschaftspolitischen Instrument wie dem ADI aus. In diesem Gefüge kristallisierten sich Wirkstoffe nicht nur zu warenförmigen und epistemisch-technischen Dingen, sondern vor allem auch zu verdächtigen Fremdstoffen aus. Um 1970 sollte es der Verbraucherbewegung vorbehalten bleiben, die Kritik an der industriell-staatlich-wissenschaftlichen Produktion chemischer Inkorporationen zu bündeln. Der lebensreformerisch konnotierte Gehalt der Wirkstoffe, ihr Potenzial einen neuen, gesunden und leistungsfähigen Menschen zu schaffen, verblieb hingegen in den esoterischen Vitalstoffen. Aber diese Diversifikation des Wirkstoffbegriffs ändern nichts daran, dass die Enzyme, Hormone und Vitamine, zugleich Agentien und Produkte einer Gemeinschaftsarbeit der *Institutionalisierung*, *Standardisierung*, *Regulierung* und *Aktivierung*, weiterhin höchst effektiv die Mängel und Leistungen des menschlichen Lebens gestalten und erklären.

DANKSAGUNG

Diese Monografie ist auch das Produkt der einzigartigen Zusammenarbeit mit Bettina Wahrig und Alexander von Schwerin. Ordnungsstruktur erhielt sie in den vierteljährlichen Zusammenkünften unserer Braunschweiger Arbeitsgruppe mit Hans-Jörg Rheinberger am MPI für Wissenschaftsgeschichte. Höchst anregende Diskussionen ergaben sich wiederum beim monatlichen *jour fixe* der Abteilung für die Geschichte der Naturwissenschaften/Pharmaziegeschichte, zu dem auch Silvia Micheletti, Viola Balz und Florence Vienne dazugehörten. Ohne die Hilfe der studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräfte Katja Barrenscheen, Helene Hagenloch, Anja Heine, Kathrin Lisson und Jasmin Ramm sowie der Sekretärinnen Britta Thomas und Sylvia Schlenker wäre es mir schwerlich möglich geworden, dieses Buch in kurzer Zeit zu verfassen. Innerhalb der Forschungsgruppe der DFG waren es namentlich die mit Medizingeschichte befassten Alexander Neumann, Gabriele Moser und Marion Hulverscheidt, denen ich zahllose wichtige Hinweise verdanke. Desweiteren wäre mir ohne die Vorarbeiten, welche ich im Forschungsprojekt zur Geschichte der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft leisten konnte, eine solche Geschichte der Wirkstoffe nicht möglich gewesen. Besonderer Dank gilt hier Bernd Gausemeier, Susanne Heim, Rüdiger Hachtmann, Günther Luxbacher, Helmut Maier, Carola Sachse, Florian Schmaltz, Michael Schüring und Achim Trunk. Von großer Bedeutung war auch das wissenschaftliche Netzwerk der DFG „Magic Bullets und chemische Knebel: Historische Perspektiven der Epistemologie, Herstellung, Regulierung und Anwendung von Arzneistoffen im 20. Jahrhundert“. Den intensiven Debatten mit Beat Bächli, Michael Bürgi, Nicholas Eschenbruch, Hans-Georg Hofer, Axel Hüntelmann, Marion Hulverscheidt, Nils Kessel, Ulrike Klöppel und Christina Ratmoko verdankt dieses Buch den letzten Schliff. Einem wunderbaren Aufenthalt als Gastakademiker am Institut für Technikgeschichte der ETH Zürich, und dort namentlich Lea Haller und David Gugerli, verdanke ich den notwendigen Überblick, um der Arbeit Stringenz zu verleihen. Schließlich haben mir die Kommentare von Jakob Tanner und Carsten Reinhardt sehr geholfen, zu verschiedenen Aspekten der Arbeit Klarheit zu gewinnen. Eine große Hilfe bei der Beschaffung von Archivmaterial zu den DFG-Kommissionen war Walter Pietrusziak. Schließlich schulde ich dem Lektorat von Jörg Später, das dem Manuskript zu einer lesbaren Form verhalf, allergrößten Dank. Und ohne die Hilfe von Silke, Jo und Julie wäre das Buch sicherlich nicht entstanden.

ARCHIVE

Akademie der Wissenschaften, Berlin:

- Institut für Ernährung (Reichsanstalt für Vitaminprüfung und Vitaminforschung)

Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin:

- Nachlass Adolf Butenandt, III. Abt., Rep. 84/1
- Nachlass Feodor Lynen, III. Abt., Rep. 31b
- Arbeitsgemeinschaft zur Vitaminforschung, III. Abt., Rep. 25, 37
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, II. Abt., Rep. 1a
- KWI für Medizinische Forschung, I. Abt., Rep. 29

Archiv der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bonn:

- Einzelanträge
- Senatskommissionen:
 - AN 60290, Pflanzenschutzmittel-Kommission
 - AN 6032, Kommission Konservierung von Lebensmitteln
 - AN 6032, Kommission zur Untersuchung des Bleichens von Lebensmitteln
 - AN 60323-04, AG Reinheitsanforderung
 - AN 60323-08, Arbeitsgruppe Diätetische Lebensmittel
 - AN 60323-11/-12, Arbeitsgruppe Festlegungen von Mengengrenzungen
 - AN 60324, Fremdstoff-Kommission
 - AN 60325, Stoffe A-F
 - AN 60325, Vitamin D

Bundesarchiv, Berlin:

- Persönlicher Stab, Reichsführer SS, NS 19
- Reichsforschungsrat, R 26 III
- Reichsgesundheitsamt, R 86
- Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft, R 3601

Bundesarchiv, Koblenz:

- Einzelanträge, R 73
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, B 116
- Bundesgesundheitsministerium, B 142
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, B 227
- Akten der Deutschen Forschungsgemeinschaft (ehemals Bonn), Allgemeine Registratur: Landwirtschaft und Forsten (FC 7498 N), Forschungskreis für Ernährungsindustrie (FC 7512 N), Senatskommissionen Allgemeines (FC 7575 N), Sonderkommissionen Allgemeines (FC 7576 N), Lebensmittelgesetz (FC 7577 N), Units (FC 7578 N).

National Archives, Washington DC:
– Richard Kuhn, RG 330, Entry 1B

WHO Library, Genf



LITERATURVERZEICHNIS

- r-r., „Das Fruchtbarkeitsvitamin“, in: Die Umschau 40 (1936), S. 557.
- Abderhalden, Emil, „Fortschritte auf dem Gebiete der Abwehrfermentforschung“, in: Forschungen und Fortschritte 21/23 (1947), S. 5–7.
- Abderhalden, Emil, Abwehrfermente (Die Abderhaldensche Reaktion). 7. völlig neu bearbeitete Auflage, Dresden, Leipzig 1944.
- Abderhalden, Emil, „Versuche über die Abwehrproteinase“, in: Fermentforschung 17 (1942), S. 38–52.
- Abderhalden, Emil, „Natürliche und künstliche Vitamine“, in: Chemiker-Zeitung 65 (1941), S. 443–444.
- Abderhalden, Emil, Rasse und Vererbung vom Standpunkt der Feinstruktur von blut- und zelleigenen Eiweißstoffen aus betrachtet, Halle 1939.
- Abderhalden, Emil (Hg.), „Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden“, Berlin, Wien 1937.
- Abderhalden, Emil, „Die Bedeutung von Emil Fischers Lebenswerk für die Physiologie und darüber hinaus für die gesamte Medizin“, in: Die Naturwissenschaften 7 (1919), S. 860–868.
- Abderhalden, Emil, Abwehrfermente des tierischen Organismus. 2. vermehrte Auflage, Berlin 1913.
- Abderhalden, Emil, Ernst Wertheimer, „Neue Beobachtungen über die Bedeutung von Vitamin B₁ für den tierischen Organismus“, in: Forschungen und Fortschritte 8 (1932), S. 304–305.
- Abderhalden, Rudolf, Vitamine, Hormone, Fermente. Zweite, durchgesehene und ergänzte Auflage, Berlin, Wien 1944.
- Abderhalden, Rudolf, „Überblick über den Stand der Forschung auf dem Gebiet der d-Peptidasen“, in: Fermentforschung 16 (1942), S. 486–502.
- Abderhalden, Rudolf, „Die Darstellung einer krystallinen Abwehrproteinase aus dem Harn von Scharlachkranken“, in: Fermentforschung 16 (1942), S. 421–423.
- Abele, Johannes, Gerhard Barkleit, und Thomas Hänseroth (Hg.), Innovationskulturen und Fortschrittserwartungen im geteilten Deutschland. Köln 2001.
- Abelin, I., „Chemische und biochemische Methoden zum Nachweis und zur Wertbestimmung von Vitaminen“, in: Fresenius Zeitschrift für analytische Chemie 102 (1935), S. 146–159.
- Abir-Am, Pnina, „The Discourse on Physical Power and Biological Knowledge in the 1930's: A Reappraisal of the Rockefeller Foundation's 'Policy' in Molecular Biology“, in: Social Studies of Science 12 (1982), S. 341–382.
- Adolf Butenandt, „Das Werk eines Lebens“, Band II: Wissenschaftspolitische Aufsätze, Ansprachen und Reden, Max-Planck-Gesellschaft (Hg.), Göttingen 1981.
- Agamben, Giorgio, Ausnahmezustand, Frankfurt/Main 2004.
- Agamben, Giorgio, Homo sacer, Frankfurt am Main 2002.
- Akeroyd, F. Michael, „Reply to Psarros: Popper and Chemistry“, in: Journal for General Philosophy of Science 31 (2000), S. 127–131.
- Akeroyd, F.M., „Research Programmes and Empirical Results“, in: The British Journal for the Philosophy of Science 39 (1988), S. 51–58.
- Alderson, Peter (Hg.), „Consent to Health Treatment and Research. Differing Perspectives“, London 1992.
- Alher, S., „I. G. Wissenschaft“, in: Die Weltbühne 24 (1928), S. 907–911.
- Allen, Edgar, Edward A. Doisy u. a., „The Hormone of the Ovarian Follicle. Its Localization and Action in Test Animals, and Additional Points Bearing Upon the Internal Secretion of the Ovary“, in: American Journal of Anatomy 34 (1924), S. 133–168.
- Alsing, Wolfgert, „Heinrich Karg verabschiedet“, in: TUM – Mitteilungen der Technischen Universität München für Studierende, Mitarbeiter, Freunde 4 (1994/95), S. 34–35.

- Alter, Wilhelm, „Zur Bewertung der synthetischen Vitamine und Hormone“, in: Zeitschrift für Vitaminforschung 12 (1942), S. 297–299.
- Alter, Wilhelm, „Vitamine und Vitaminoide“, in: Münchener Medizinische Wochenschrift (1941), S. 779.
- Amlong, H. U., „Neue Forschungen über pflanzliche Wuchshormone“, in: Die Umschau 40 (1936), S. 402–404.
- Ammon, Robert, Wilhelm Dirscherl, Fermente, Hormone und Vitamine und die Beziehungen dieser Stoffe zueinander, Stuttgart 1938.
- Anonym, „Großes Kaliber“, in: Der Spiegel 27 (1973) 4, S. 104.
- Anonym, „Bei Frau Drogistin“, in: Der Spiegel 24 (1970) 8, S. 70.
- Anonym, „Ins rechte Maß“, in: Der Spiegel 24 (1970) 12, S. 190–196.
- Anonym, „Bilanz: Nach wie vor zu Gunsten der Pille“, in: Der Spiegel 24 (1970) 12, S. 197–202.
- Anonym, „Hilfe durch Hormone“, in: Der Spiegel 24 (1970) 14, S. 178.
- Anonym, „Rache der Zunft“, in: Der Spiegel 24 (1970) 21, S. 64–65.
- Anonym, „Verblaßter Glanz“, in: Der Spiegel 20 (1966) 9, S. 27–44.
- Anonym, „Östrogene. Was Brunst erzeugt“, in: Der Spiegel 20 (1966) 11, S. 137–139.
- Anonym, „How Nature Reads the Code“, in: Time Magazine (15.11.1963) (<http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,873175,00.html>).
- Anonym, „Gift in der Nahrung? Ein *Spiegel*-Gespräch mit dem Leiter der ‚Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie‘, Professor S. Walter Souci“, in: Der Spiegel 12 (1958) 45, S. 36–49.
- Anonym, „Beschlüsse des 3. Internationalen Vitalstoff- und Ernährungs-Konvents“, in: Reform-Rundschau 25 (1957) 11, S. 2–3.
- Anonym, „Internationaler Vitalstoff- und Ernährungskonvent in Bad Cannstadt“, in: Reform-Rundschau 25 (1957) 11, S. 14–15.
- Anonym, „Nachwuchssorgen in Industrie und Wissenschaft“, in: Chemie Ingenieur Technik 21 (1949), S. 361–362.
- Anonym, „Mitteilungen“, in: Die Chemie 57 (1944), S. 80, 132.
- Anonym, „Kleine Mitteilungen“, in: Die Ernährung 8 (1943), S. 48–49.
- Anonym, „Besondere Sitzung am 5. Dezember 1942 anlässlich des 75-jährigen Bestehens der Deutschen Chemischen Gesellschaft im Hörsaal des Hofmannhauses“, in: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 75 (1942), S. 147–202.
- Anonym, „Kleine Mitteilungen“, in: Die Ernährung 7 (1942a), S. 83.
- Anonym, „Kleine Mitteilungen“, in: Die Ernährung 7 (1942b), S. 350.
- Anonym, „Versammlungsberichte, Allgemeine Biologie. Arbeitstagung des Reichsforschungsrates, Berlin-Dahlem, vom 20. bis 24. Oktober 1941“, in: Die Chemie 55 (1942), S. 30–33.
- Anonym, „Versammlungsberichte, Göttinger Chemische Gesellschaft, Festsitzung am 19. Dezember 1941 aus Anlaß des 65. Geburtstages von Prof. Dr. Adolf Windaus (25. Dezember 1941)“, in: Die Chemie 55 (1942), S. 80–81.
- Anonym, „Versammlungsberichte, Göttinger Chemische Gesellschaft, 279. Sitzung am 18. Januar 1941“, in: Angewandte Chemie 54 (1941), S. 89–90.
- Anonym, „Vortragsveranstaltung des VDCh. Berlin, 27.–28. Januar 1940“, in: Der deutsche Chemiker. Beilage zu Angewandte Chemie 6 (1940), S. 3–5.
- Anonym, „Kleine Mitteilungen“, in: Die Ernährung 5 (1940a), S. 42.
- Anonym, „Kleine Mitteilungen“, in: Die Ernährung 5 (1940b), S. 66–67.
- Anonym, „Kleine Mitteilungen“, in: Die Ernährung 4 (1939), S. 326–327.
- Anonym, „Kleine Mitteilungen“, in: Die Ernährung 3 (1938), S. 332.
- Anonym, „Begrüßungsansprache des Präsidenten Professor Dr. Reiter anlässlich der Gründungsversammlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsforschung am 16. Dezember im Reichsgesundheitsamt“, in: Die Ernährung 1 (1936), S. 5–11.
- Anonym, „2. Konferenz zur Standardisierung der Sexualhormone“, in: Angewandte Chemie 48 (1935), S. 805–806.

- Anonym, „Zeitweise Unfruchtbarkeit durch Hormone“, in: Die Umschau 39 (1935), S. 973–974.
- Anonym, „Sexualhormone in den Moorböden“, in: Umschau 38 (1934), S. 620.
- Anonym, „Lehrtafeln für den diätetischen Unterricht“, in: Zeitschrift für Ernährung 3 (1933), S. 189–190.
- Anonym, „Leitsätze zur Ovarial-Therapie“, in: Deutsche Medizinische Wochenschrift 58 (1932), S. 420–421.
- Anonym, „Rückblick auf die Betätigung der Notgemeinschaft in den verschiedenen Wissenschaftszweigen bis 1927 (Chemie)“, in: Deutsche Forschung. Aus der Arbeit der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, Heft 1 (1928), S. 92–95.
- Anonym, „Rückblick auf die Betätigung der Notgemeinschaft in den verschiedenen Wissenschaftszweigen bis 1927 (Medizin)“, in: Deutsche Forschung. Aus der Arbeit der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, Heft 1 (1928), S. 102–116.
- Anonym, „1. Plan für die Gemeinschaftsarbeiten auf dem Gebiet der Nationalen Wirtschaft, der Volksgesundheit und des Volkswohls (Ende 1926)“, in: Deutsche Forschung. Aus der Arbeit der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, Heft 2 (1928), S. 5–13.
- Anonym, „Jahres-Bilanz der Notgemeinschaft“, in: Vossische Zeitung (Morgenausgabe), 2.3.1927, S. 11.
- Anonym, „Wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit“, in: Berliner Tageblatt (Abendausgabe), 2.3.1927, S. 4.
- Anonym, „Verhandlungsbericht der Ärztlichen Gesellschaft für Sexualwissenschaft und Konstitutionsforschung vom 15. Januar 1926“, in: Archiv für Frauenkunde und Konstitutionsforschung 1 (1926), S. 277–280.
- Anonym, Bericht der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft über ihre Tätigkeit bis zum 31. März 1922, Wittenberg 1922.
- Anonym, „Die Kindernot“, in: Vossische Zeitung (Morgenausgabe), 05.03.1921, S. 5.
- Apple, Rima D., Vitamania, New Brunswick 1996.
- Apple, Rima D., „Patenting University Research. Harry Steenbock and the Wisconsin Alumni Research Foundation“, in: Isis 80 (1989), S. 375–394.
- Armstrong, Tim, Modernism, Technology and the Body. New York, Cambridge 1998.
- Aschheim, Selmar, „Über das Vorkommen östrogenen Wirkstoffe in Bitumen“, in: Forschungen und Fortschritte 9 (1933), S. 82–83.
- Aschheim, Selmar, Bernhard Zondek, „Die Schwangerschaftsdiagnose aus dem Harn durch Nachweis des Hypophysenvorderlappenhormons“, in: Klinische Wochenschrift 7 (1928), S. 1404–1411.
- Aschner, Bernhard, „Moderne gynäkologische Therapie“, in: Fortschritte der Medizin 45 (1927), S. 33–38.
- Ash, Mitchell G., „Wissenschaft(en) und Öffentlichkeit(en) als Ressourcen füreinander. Weiterführende Bemerkungen zur Beziehungsgeschichte“, in: Nikolow/Schirmacher (Hg.), Wissenschaft, S. 349–362.
- Ash, Mitchell G., „Wissenschaftswandlungen und politische Umbrüche im 20. Jahrhundert – was hatten sie miteinander zu tun?“, in: vom Bruch/Gerhardt/Pawliczek (Hg.), Kontinuitäten, S. 19–38.
- Ash, Mitchell G., „Vertriebene, Verbliebene, verfehlungen. Der Nobelpreis und der Nationalsozialismus“, in: Mittler/Paul (Hg.), Nobelpreiswunder, S. 84–113.
- Ash, Mitchell G., „Wissenschaft und Politik als Ressource für einander“, in: vom Bruch/Kaderas (Hg.), Wissenschaften, 2002, S. 32–51.
- Ash, Mitchell G., „Verordnete Umbrüche – Konstruierte Kontinuitäten: Zur Entnazifizierung von Wissenschaftlern und Wissenschaften nach 1945“, in: Zeitschrift für Geschichtswissenschaft 43 (1995), S. 903–923.
- Asher, Leon, „Innere Sekretion“, in: Die Naturwissenschaften 6 (1918), S. 33–35.
- Askew, Frederick Anderton, Robert Benedict Bourdillon, Thomas Arthur Webster, „The Production of Vitamin D in a Glow Discharge“, in: Biochemical Journal 26 (1932), S. 814.

- Askew, F. A., R. B. Bourdillon, H. M. Bruce, R. G. C. Jenkins, T. A. Webster, „The Distillation of Vitamin D“, in: Proceedings of the Royal Society of London 107 (1930), S. 76–90.
- Auffray, C., „The Difference between Inventions and Discoveries“, in: Wilczek (Hg.), Research, S. 67–72.
- Auler, Hans, „Ernährung und Krebs“, in: Die Ernährung 1 (1936), S. 150–167.
- Aumann, Philipp, Mode und Methode, Göttingen 2009.
- Aumüller, Gerhard, Kornelia Grundmann, Esther Krähwinkel, u. a. (Hg.), Die Marburger Medizinische Fakultät im „Dritten Reich“, München 2001.
- Babaryka, Gregor, „Das pathologische Institut der Universität München in der Ära Max Borst von 1910 bis 1946“, in: Kraus (Hg.), Universität, S. 63–132.
- Bachelard, Gaston, Der neue wissenschaftliche Geist, Frankfurt am Main 1988.
- Bächi, Beat, „Zur Krise der westdeutschen Grenzwertpolitik in den 1970er Jahren: Die Verwandlung des Berufskrebses von einem toxikologischen in ein sozioökonomisches Problem“, in: Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 33 (2010), S. 419–435.
- Bächi, Beat, Vitamin C für alle!, Zürich 2009.
- Bächi, Beat, „Natürliches oder künstliches Vitamin C? Der prekäre Status eines neuen Stoffes im Schatten des Zweiten Weltkrieges“, in: NTM 16 (2008), S. 445–470.
- Bächi, Beat, „Precarious Matters: Ascorbic Acid and Body Politics (1933–1953)“, in: Balz/von Schwerin/Stoff/Wahrig (Hg.), Precarious Matters/Prekäre Stoffe, S. 61–67.
- Balz, Viola, Alexander von Schwerin, Heiko Stoff, und Bettina Wahrig (Hg.), Precarious Matters/Prekäre Stoffe (Preprint of the Max-Planck-Institute for the History of Science), Berlin 2008.
- Barger, G., „Neueres über die Chemie der Hormone“, in: Die Naturwissenschaften 16 (1928), S. 940–945.
- Barlösius, Eva, Naturgemäße Lebensführung, Frankfurt am Main, New York 1997.
- Barlösius, Eva, Soziologie des Essens, Weinheim 1999.
- Barsch, Achim, Peter M. Hejl (Hg.), „Menschenbilder“, Frankfurt am Main 2000.
- Bartmann, Wilhelm, Zwischen Tradition und Fortschritt, Stuttgart 2003.
- Bastian, Till, Furchtbare Ärzte, München 2001.
- Bauer, Albert, Ernährungsbehandlung in der Gynäkologie und Geburtshilfe, Berlin 1934.
- Bauer, Julius, „Die endokrin Stigmatisierten“, in: Deutsche Medizinische Wochenschrift 58 (1932), S. 439–442.
- Bauer, Jakob, Josef Karl, „Die chromatographische Trennung der C₂₁-Steroide, genannt Corticoide (Klinischer Teil)“, in: Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin 125 (1955), S. 14–22.
- Bauer, J., C. V. Medvei, „Über Interrenalismus und die geschlechtsumstimmende Wirkung der Nebennierenrinde“, in: Deutsche Medizinische Wochenschrift 58 (1932), S. 1594–1595, 1636–1638.
- Bauer, Karl-Heinrich, „Über Chemie und Krebs – dargestellt am ‚Anilinkrebs‘“, in: Langenbecks Archiv für Klinische Chirurgie 264 (1950), S. 21–44.
- Bauman, Zygmunt, Tod, Unsterblichkeit und andere Lebensstrategien, Frankfurt am Main 1994.
- Baumann, E., „Ueber das normale Vorkommen von Jod im Thierkörper“, in: Zeitschrift für physiologische Chemie 21 (1896), S. 319–330.
- Baumgartner, Judith, Ernährungsreform – Antwort auf Industrialisierung und Ernährungswandel, Frankfurt am Main 1992.
- Bayer, Karen Sparing, Wolfgang Woelk (Hg.), Universitäten und Hochschulen im Nationalsozialismus und in der frühen Nachkriegszeit, Stuttgart 2004.
- Bechhold, J. H., „Ferment oder Lebewesen?“, in: Die Umschau 34 (1930), S. 121–124.
- Beck, Herta, Leistung und Volksgemeinschaft, Husum 1991.
- Becker, Erich, „Die Gen-Wirkstoff-Systeme der Augenausfärbung bei Insekten“, in: Die Naturwissenschaften 26 (1938), S. 433–441.
- Becker, Erich, Ernst Plagge, „Vergleich der die Augenausfärbung bedingenden Gen-Wirkstoffe von Ephestia und Drosophila“, in: Die Naturwissenschaften 25 (1937), S. 809.

- Becker, Ruth, Beate Kortendiek (Hg.), „Handbuch Frauen- und Geschlechterforschung“. 2. erweiterte und aktualisierte Auflage, Wiesbaden 2008.
- Behrens, Dieter, Denkschrift über die Lage auf dem Fachgebiet Chemie unter besonderer Berücksichtigung der Universitäten und Hochschulen, Wiesbaden 1957.
- Beier, H. M., K. Beier-Hellwig, „Chlormadinonacetat – Ein progesteronähnliches Gestagen mit antiandrogener Partialwirkung in der oralen Konzeption“, in: *Journal für Reproduktionsmedizin und Endokrinologie* 1 (2004), S. 308–317.
- Belliger, Andréa, David J. Krieger (Hg.), „ANThology“, Bielefeld 2006.
- Bencke, Albert, „Der heutige Stand der Vitaminforschung“, in: *Die Umschau* 25 (1921), S. 282–283.
- Benedict, Susan, Jane M. Georges, „Nurses and the Sterilization Experiments of Auschwitz: A Postmodernist Perspective“, in: *Nursing Inquiry* 13 (2006), S. 277–288.
- Beneke, Klaus, Biographien und wissenschaftliche Lebensläufe von Kolloidwissenschaftlern, deren Lebensdaten mit 1996 in Verbindung stehen, Nehnten 1996.
- Benfey, Theodor, Peter J. T. Morris (Hg.), Robert Burns Woodward, Philadelphia 2001.
- Benn, Gottfried, Über die Häufigkeit des Diabetes mellitus im Heer, Reprint, Berlin 2008.
- Bennett, M. R., „One Hundred Years of Adrenaline: The Discovery of Autoreceptors“, in: *Clinical Autonomic Research* 9 (1999), S. 145–159.
- Benninghaus, Christina, „„Leider hat der Beteiligte fast niemals eine Ahnung davon.“ Männliche Unfruchtbarkeit 1870–1900“, in: *Dinges (Hg.), Männlichkeit*, S. 139–155.
- Benz, Fritz, „Vitamin A“, in: *Abderhalden (Hg.), Handbuch*, S. 1331–1359.
- Bergemann, Ulrike, „Igel testen. Zum Eingreifen in *media* und *science studies*“, in: *Bergemann/Sick/Bippus/Reiche (Hg.), Eingreifen*, S. 101–115.
- Bergemann, Ulrike, Andrea Sick, Elke Bippus, u. Claudia Reiche (Hg.), „Eingreifen. Viren, Modelle, Tricks“, Bremen 2003.
- Bergner, K. G., „Über die Haltbarkeit der Ascorbinsäure in Bonbons“, in: *Zeitschrift für die Untersuchung von Lebensmitteln* 81 (1941), S. 497–500.
- Bericht der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft über ihre Tätigkeit vom 1. April 1950 bis zum 31. März 1951, hg. v. der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, Bonn 1951.
- Bericht der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft über ihre Tätigkeit vom 1. März 1949 bis zum 31. März 1950, hg. v. der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, Bonn 1950.
- Bersin, Theodor, Heinrich Köster, „Die Einwirkung von Aktivatoren, Hemmungskörpern und Destruktoren auf Urease“, in: *Zeitschrift für die gesamte Naturwissenschaft* (1935), S. 230–242.
- Bersin, Th., G. Mall, „Die Darstellung kristallisierter ‚Abwehrproteinasen‘ aus Harn“, in: *Hoppe-Seylers Zeitschrift für Physiologische Chemie* 268 (1941), S. 129–162.
- Bertalanffy, Ludwig von, *Das Gefüge des Lebens*, Leipzig 1937.
- Berzelius, Jacob, Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften, Tübingen 1836.
- Bettendorf, Gerhard, *Zur Geschichte der Hypophysenhormone*, Stuttgart 1996.
- Bettendorf, Gerhard, *Zur Geschichte der Endokrinologie und Reproduktionsmedizin*, Berlin 1995.
- Bettendorf, Gerhard, „Das Klimakterium der Frau“, in: *Münchener Medizinische Wochenschrift* 109 (1967), S. 2573–2581.
- Beutin, Lothar, „Antibiotika und chemische Wirkstoffe in der Tierernährung“, in: *Biologie in unserer Zeit* 11 (1981), S. 129–134.
- Beyer, Ernst, „Bericht über die Tagung der Faraday Society in Reading vom 22. bis 24. September. Chromatographie“, in: *Kolloidzeitschrift* 116 (1950), S. 171–176.
- Beziat, Patricia, „40 Jahre molekulare Genetik in Berlin“, in: *Informationsdienst Wissenschaft* (<http://idw-online.de/pages/de/news90511>, 23.5.2008).
- Biedl, Artur, *Innere Sekretion. Zweiter Teil, Zweite, neubearbeitete Auflage*, Berlin, Wien 1913.
- Biekel, L., „Wehenschwäche und Wehenmittel“, in: *Archiv für Gynäkologie* 153 (1933), S. 482–511.
- Bielig, Hans-Joachim, Leonhard Birkofer, „Blutungen und Vitamine“, in: *Forschungen und Fortschritte* 17 (1941), S. 265–266.

- Birken, Lawrence, *Consuming Desire*. Ithaca, London 1988.
- Bischoff, Georg, Adalbert Loeschke, „Die Wirkung der toxischen Komponente des bestrahlten Ergosterins (Calcinosefaktors) auf die Knochenphosphatase“, in: *Zeitschrift für Kinderheilkunde* 52 (1932), S. 349–357.
- Bliss, Michael, *The Discovery of Insulin*, Chicago 1982.
- Bock, Gisela, *Zwangssterilisation im Nationalsozialismus*, Opladen 1984.
- Bockmühl, M., „Friedrich Stolz. Zum 70. Geburtstag und 40jährigen Dienstjubiläum“, in: *Zeitschrift für angewandte Chemie* 43 (1930), S. 285–286.
- Böhm, Boris, Norbert Haase (Hg.), „Täterschaft – Strafverfolgung – Schuldentlastung“, Leipzig 2008.
- Böttcher, Paul G., „Kollaps nach Suprarenin. Ein Beitrag zur Frage der Suprareninwirkung“, in: *Therapie der Gegenwart* 67 (1926), S. 491–494.
- Bollenbeck, Georg, Clemens Knobloch (Hg.), *Semantischer Umbau der Geisteswissenschaften nach 1933 und 1945*, Heidelberg 2001.
- Bommer, Sigwald, *Die Vitaminaktion der Deutschen Arbeitsfront 1941/42*, Stuttgart 1943.
- Bomskov, Christian, „Die Lösung des Thymusrätsels“, in: *Forschungen und Fortschritte* 16 (1940), S. 324–326.
- Bonah, Christian, Jean-Paul Gaudillière, Christoph Gradmann, Volker Hess, „Standard Drugs and Drug Standards. A Comparative Historical Study of Pharmaceuticals in the 20th Century“, in: Bonah/Masutti/Rasmussen/Simon (Hg.), *Harmonizing Drugs*, S. 17–27.
- Bonah, Christian, Christophe Masutti, Anne Rasmussen, u. Jonathan Simon (Hg.), „Harmonizing Drugs“, Paris 2009.
- Borck, Cornelius (Hg.), „Anatomien medizinischen Wissens“, Frankfurt am Main 1996.
- Borck, Cornelius, Volker Hess, u. Henning Schmidgen (Hg.), „Maß und Eigensinn“, München 2005.
- Borell, Merriley, „Organotherapy, British Physiology and the Discovery of Internal Secretions“, in: *Journal of the History of Biology* 9 (1976), S. 235–268.
- Borell, Merriley, „Brown-Séguard’s Organotherapy and its Appearance in America at the End of the Nineteenth Century.“, in: *Bulletin of the History of Medicine* 50 (1976), S. 309–320.
- Borgwardt, Götz, „Bernhard Schapiro – Ein orthodoxer Jude als früher Androloge im 20. Jahrhundert“, in: *Sudhoffs Archiv* 86 (2002), S. 181–197.
- Bornmann, Gerhard, Arnold Loeser, „Toxikologische Studie über Pyrokohlensäurediäthylester“, in: *Archiv für Toxikologie* 19 (1961), S. 69–78.
- Boudia, Soraya, Nathalie Jas, „Introduction: Risk and ‚Risk Society‘ in Historical Perspective“, in: *History and Technology* 23 (2007), S. 317–331.
- Bourdieu, Pierre, *Sozialer Raum und „Klassen“*, Frankfurt am Main 1985.
- Bowker, Geoff, Susan Leigh Star, *Sorting Things Out*, Cambridge 1999.
- Brandt, Christina, *Metapher und Experiment*, Göttingen 2004.
- Braun, Paul, „Ovarialpräparate und Anaphylaxie“, in: *Fortschritte der Medizin* 44 (1926), S. 910–912.
- Breuer, Heinz, „Beitrag zur Chromatographie von Oestrogenen“, in: *Die Naturwissenschaften* 42 (1955), S. 16.
- Breuer, Heinz, Daisy Hamel, Hans Ludwig Krüskemper (Hg.), *Methoden der Hormonbestimmung*, Stuttgart 1975.
- Briesen, Detlef, *Das gesunde Leben*, Frankfurt am Main, New York 2010.
- Bristow, Adrian F., Trevor Barrowcliffe, Derek R. Bangham, „Standardization of Biological Medicines: The First Hundred Years, 1900–2000“, in: *Notes & Records of the Royal Society* 60 (2006), S. 271–289.
- Brockmann, Hans, „Über die Entwicklung unserer Kenntnisse vom antirachitischen Vitamin“, in: *Forschungen und Fortschritte* 12 (1936), S. 433–435.
- Bröckling, Ulrich, Benjamin Bühler, Marcus Hahn, Matthias Schöning, u. Manfred Weinberg (Hg.), „Disziplinen des Lebens“, Tübingen 2004.

- Bröer, Ralf, „Geburtshilfe und Gynäkologie“, in: Eckart/Sellin/Wolgast (Hg.), Universität, S. 845–891.
- Bröer, Ralf, „Genitalhypoplasie und Medizin. Über die soziale Konstruktion einer Krankheit“, in: Zeitschrift für Sexualforschung 17 (2004), S. 213–238.
- Brooks, Chandler McC, „Homeostasis and Adaptation“, in: Brooks/Koizumi/Pinkston (Hg.), Life, S. 84–86.
- Brooks, Chandler McC., Kiyomi Koizumi, u. James O. Pinkston (Hg.), „The Life and Contributions of Walter Bradford Cannon, 1871–1945“, New York 1975.
- Brown, J. B., „A Chemical Method for the Determination of Oestriol, Oestrone and Oestradiol in Human Urine“, in: Biochemical Journal 60 (1955), S. 185–193.
- Brown-Séguard, Charles-Edouard, „The Effects Produced on Man by Subcutaneous Injections of a Liquid Obtained from the Testicles of Animals“, in: Lancet 67 (1889), S. 105–107.
- Brown-Séguard, Charles-Edouard, „New Therapeutic Method Consisting in the Use of Organic Liquids Extracted from Glands and other Organs“, in: British Medical Journal 2 (1893), S. 1145–1147, 1212–1214.
- Bruns, Claudia, Tilmann Walter (Hg.), „Von Lust und Schmerz“, Köln, Weimar 2004.
- Buckel, Wolfgang, Lothar Jaenicke, „Hermann Eggerer (5. Oktober 1927 – 25. März 2006)“, in: BIOSpektrum 13 (2007), S. 107–108.
- Bud, Robert, „Upheaval in the Moral Economy of Science? Patenting, Teamwork and the World War II Experience of Penicillin“, in: History and Technology 24 (2008), S. 173–190.
- Bud, Robert, Wie wir das Leben nutzbar machten, Braunschweig, Wiesbaden 1995.
- Bücher, Theodor, „Isolierung und Krystallisation eines phosphatübertragenden Gärungsferments“, in: Naturwissenschaften 30 (1942), S. 756–757.
- Bühler, Benjamin, Lebende Körper. Würzburg 2004.
- Bürgi, Michael, Pharmaforschung im 20. Jahrhundert, Zürich 2011.
- Burian, R. M., J. Gayon, „The French School of Genetics: From Physiological and Population Genetics to Regulatory and Molecular Genetics“, in: Annual Review of Genetics 33 (1999), S. 313–349.
- Bunz, Mercedes, „Adrenalin. Zur Patentierung von Wissen und Leben um 1900“ (<http://www.mercedes-bunz.de/theorie/adrenalin>, 23.7.2007).
- Butenandt, Adolf, „Gerhard Schramm. Vorwort zu ‚Baupläne des Lebens – Probleme und Ergebnisse der Biochemie‘“, in: Max-Planck-Gesellschaft (Hg.), Adolf Butenandt, S. 809–815.
- Butenandt, Adolf, „Festrede zur Feier des 100jährigen Bestehens der Schering AG am 22. Oktober 1971 in Berlin“, in: Max-Planck-Gesellschaft (Hg.), Adolf Butenandt, S. 420.
- Butenandt, Adolf, „Zum Leistungsstand der naturwissenschaftlichen Forschung an Max-Planck-Instituten“, in: Die Naturwissenschaften 51 (1964), S. 98–101.
- Butenandt, Adolf, Zur Frage des Leistungsstandes der deutschen Forschung, Berlin 1963.
- Butenandt, Adolf, „Das Leben als Gegenstand chemischer Forschung“, in: Münchener Universitätsreden. Neue Folge (1958) Heft 23, S. 10–26.
- Butenandt, Adolf, „Entwicklungslinien in der künstlichen Darstellung natürlicher Steroidhormone“, in: Die Naturwissenschaften 30 (1942), S. 4–17.
- Butenandt, Adolf, „Neuere Beiträge der biologischen Chemie zum Krebsproblem“, in: Angewandte Chemie 53 (1940), S. 345–352.
- Butenandt, Adolf, „Neue Probleme der biologischen Chemie“, in: Angewandte Chemie 51 (1938), S. 617–622.
- Butenandt, Adolf, „Chemische Konstitution und physiologische Wirkung bei Keimdrüsenhormonen. Die Herstellung eines bisexuellen Prägestoffes“, in: Forschungen und Fortschritte 12 (1936), S. 218–221.
- Butenandt, Adolf, „Neuere Erkenntnisse in der Untersuchung der Sexualhormone“, in: Forschungen und Fortschritte 10 (1934), S. 266–268, 276–277.
- Butenandt, Adolf, „Über die Isolierung und Reindarstellung des männlichen Sexualhormons (Testikelhormons)“, in: Forschungen und Fortschritte 8 (1932), S. 60.

- Butenandt, Adolf, „Ueber das ‚Progynon‘, ein kristallisiertes weibliches Sexualhormon“, in: *Forschungen und Fortschritte* 6 (1930), S. 9.
- Butenandt, Adolf, „Über Progynon, ein krystallisiertes weibliches Sexualhormon“, in: *Die Naturwissenschaft* 17 (1929), S. 879.
- Callon, Michel, „Die Sozio-Logik der Übersetzung: Auseinandersetzungen und Verhandlungen zur Bestimmung von Problematischem und Unproblematischem“, in: Belliger/Krieger (Hg.), *ANTHology*, S. 51–74.
- Callon, Michel, John Law, „On Interests and Their Transformation: Enrolment and Counter-Enrolment“, in: *Social Studies of Science* 12 (1982), S. 615–625.
- Canguilhem, Georges, „Theorie und Technik des Experimentierens bei Claude Bernard“, in: Canguilhem, *Wissenschaftsgeschichte*, S. 75–88.
- Canguilhem, Georges, „Die Herausbildung des Konzeptes der biologischen Regulation im 18. und 19. Jahrhundert“, in: Canguilhem, *Wissenschaftsgeschichte*, S. 89–109.
- Canguilhem, Georges, „Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie“. *Gesammelte Aufsätze*, Frankfurt am Main 1979.
- Cannon, Walter B., „The Body Physiologic and the Body Politic“, in: *Science* 93 (1941), S. 1–10.
- Cannon, W.B., „Die Notfallsfunktionen des sympathico-adrenalen Systems“, in: *Ergebnisse der Physiologie* 27 (1928), S. 380–406.
- Carpenter, Kenneth J., *Beriberi, White Rice, and Vitamin B*, Berkeley 2000.
- Carpenter, Kenneth J., *The History of Scurvy and Vitamin C*, Cambridge 1988.
- Carr, Francis Howard, Ernest Arthur Price, „Colour Reactions Attributed to Vitamin A“, in: *Biochemical Journal* 20 (1926), S. 497–501.
- Carson, Cathryn, Michael Gubser, „Science Advising and Science Policy in Postwar West Germany: The example of the Deutscher Forschungsrat“, in: *Minerva* 40 (2002), S. 147–179.
- Caspari, W., „Hormone, Vitamine und Krebs“, in: *Die Umschau* 37 (1933), S. 673–676.
- Cassidy, David, „Controlling German science, II: Bizonal Occupation and the Struggle over West German Science Policy, 1946–1949“, in: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 26 (1996), 2, S. 197–239.
- Cassier, Maurice, Christiane Sinding, „‚Patenting in the Public Interest‘. Administration of Insulin Patents by the University of Toronto“, in: *History and Technology* 24 (2008), S. 153–171.
- Catel, W., F.H. Dorst, „Über den Einfluß von natürlich oder mit anorganischen Zusätzen gedüngtem Gemüse auf das Gedeihen gesunder Säuglinge“, in: *Die Ernährung* 3 (1938), S. 63–67.
- Cerruti, Luigi, „The Impact of Chromatographic and Electrophoretic Techniques on Biochemistry and Life Sciences“, in: Morris (Hg.), *Chemistry*, S. 309–332.
- Chadarevian, Soraya de/Gaudillière, Jean-Paul, „The Tools of the Discipline: Biochemists and Molecular Biologists“, in: *Journal of the History of Biology* 29 (1996), S. 327–330.
- Chain, Ernst B., *Akademische und industrielle Beiträge zur Arzneimittelforschung*, in: *Arzneimittelforschung* 13 (1963), S. 829–841.
- Chick, Harriette, „Study of Rickets in Vienna 1919–1922“, in: *Medical History* 20 (1976), S. 41–51.
- Christiani, A. von, „Fermentproblem und Krebs“, in: *Zeitschrift für Krebsforschung* 47 (1939), S. 221–230.
- Christiani, Alfred Freiherr von, „Beiträge zur Chemie des Carcinoms. V. Mitteilung. Über die Bedeutung des Cholesterin-butyrats zum Krebsproblem“, in: *Zeitschrift für Krebsforschung* 44 (1936), S. 467–475.
- Christiani, Alfred Freiherr von, „Beiträge zur Chemie des Carcinoms. III. Mitteilung“, in: *Zeitschrift für Krebsforschung* 43 (1935), S. 317–323.
- Christiani, Alfred Freiherr von, „Beiträge zur Chemie des Carcinoms. I. Mitteilung“, in: *Zeitschrift für Krebsforschung* 42 (1934), S. 445–447.
- Christiani, A. von/Morth, Hermine, „Über den Entaktivator, ein biologisch wirksames Oxydationsprodukt des Ergosterins. XIII. Mitteilung zur Chemie des Carcinoms“, in: *Zeitschrift für Krebsforschung* 52 (1944), S. 379–411.
- Clarke, Adele, *Disciplining Reproduction*. Berkeley, Los Angeles, London 1998.

- Clauberg, Carl, „Der biologische Test für das Corpus luteum-Hormon“, in: *Klinische Wochenschrift* 9 (1930), S. 2004–2005.
- Clausen, Richard, „Stand und Rückstand der Forschung in Deutschland in den Naturwissenschaften und in den Ingenieurwissenschaften“, Wiesbaden 1964.
- Clever, Ulrich, „Genaktivitäten in den Riesenchromosomen von *Chironomus tentans* und ihre Beziehungen zur Entwicklung“, in: *Chromosoma* 12 (1961), S. 607–675.
- Cohen, Saul Louis, Guy Frederic Marrian, „The Application of the Kober Test to the Quantitative Estimation of Oestrone and Oestriol in Human Pregnancy Urine“, in: *Biochemical Journal* 28 (1934), S. 1603–1614.
- Conrad, Dr., „Die Behandlung der Wehenschwäche“, in: *Fortschritte der Medizin* 44 (1926), S. 388–390.
- Conrads, Hinderk, Brigitte Lohff, u. Tim Ripperger, Carl Neuberg – Biochemie, Politik und Geschichte, Stuttgart 2006.
- Corni, Gustavo, Horst Gies, „Blut und Boden“. Rassenideologie und Agrarpolitik im Staat Hitlers. Idstein 1994.
- Cottebrune, Anne, *Der planbare Mensch*, Stuttgart 2008.
- Cozzens, Susan, Edward J. Woodhouse, „Science, Government, and the Politics of Knowledge“, in: Jasanoff/Markle/Petersen/Pinch (Hg.), *Handbook*, S. 533–553.
- Cramer, F., „Biochemical correctness: Emil Fischer's lock and key hypothesis, a hundred years after – an essay“, in: *Pharmaceutica Acta Helvetica* 69 (1995), S. 193–203.
- Cramer, Friedrich, „Probleme der chemischen Polynucleotid-Synthese“, in: *Angewandte Chemie* 73 (1961), S. 49–56.
- Creager, Angela N.H., *The Life of a Virus*, Chicago 2002.
- Crick, F.H.C., Leslie Barnett, S. Brenner, u. R.J. Watts-Tobin, „General Nature of the Genetic Code for Proteins“, in: *Nature* 192 (1961), S. 1227–1232.
- Cubitt, G. (Hg.), „Imagining Nations“, Manchester 1998.
- Culler, Jonathan, *Dekonstruktion*, Reinbek 1988.
- Cunningham, Andrew, Perry Williams (Hg.), „The Laboratory Revolution in Medicine“, Cambridge 1992.
- Czarnowski, Gabriele, „Die restlose Beherrschung dieser Materie“. Beziehungen zwischen Zwangssterilisation und gynäkologischer Sterilitätsforschung im Nationalsozialismus“, in: *Zeitschrift für Sexualforschung* 14 (2001), S. 226–246.
- Czarnowski, Gabriele, „Hereditary and Racial Welfare (Erb- und Rassenpflege): The Politics of Sexuality and Reproduction in Nazi Germany“, in: *Social Politics* 4 (1997), S. 114–135.
- Dallenbach-Hellweg, G., F.D. Dallenbach, „Besteht ein morphologisch faßbarer Zusammenhang zwischen Oestrogen und Carcinogenese?“, in: *Archiv für Gynäkologie* 211 (1971), S. 198–200.
- Dam, Henrik, „Vitamin K. Das fettlösliche antihämorrhagische Vitamin“, in: *Forschungen und Fortschritte* 13 (1937), S. 355–356.
- Dam, Henrik, „The Antihæmorrhagic Vitamin of the Chick“, in: *Biochemical Journal* 29 (1935), S. 1273–1285.
- Dane, Elisabeth, „Die Arbeiten H. Wielands“, in: *Die Naturwissenschaften* 30 (1942), S. 333–342.
- Dapunt, O., „Das klimakterische Syndrom“, in: *Zentralblatt für Gynäkologie* 89 (1967), S. 300–311.
- David, Matthias, Andreas D. Ebert (Hg.), „Geschichte der Berliner Universitäts-Frauenkliniken“, Berlin, New York 2009.
- Davis, S.R., I. Dinatale, L. Rivera-Woll u., S. Davison, „Postmenopausal Hormone Therapy: From Monkey Glands to Transdermal Patches“, in: *Journal of Endocrinology* 185 (2005), S. 207–222.
- De Chadarevian Soraya, Harmke Kamminga (Hg.), „Molecularizing Biology and Medicine“, Amsterdam 1998.
- Decker, Karl, „Feodor Lynen, 1911–1979“, in: *Ergebnisse der Physiologie, Biologischen Chemie und Experimentellen Pharmakologie* 90 (1981), S. 1–11.

- Defert, Daniel, François Ewald (Hg.), „Michel Foucault“, Schriften in vier Bänden. Band 4, Frankfurt am Main 2005.
- Defert, Daniel, François Ewald (Hg.), „Michel Foucault“, Schriften in vier Bänden. Band 3, Frankfurt am Main 2003.
- Defert, Daniel, François Ewald (Hg.), „Dits et écrits“. Tome III, Paris 1994.
- Deichmann, Ute, Proteinforschung an Kaiser-Wilhelm-Instituten, Berlin 2004.
- Deichmann, Ute, Richard Kuhn, 1900–1967 (http://www.gdch.de/oearbeit/deich_kuhn.pdf, 13.04.2010).
- Deichmann, Ute, Flüchtlinge, Mitmachen, Vergessen, Weinheim 2001.
- Deichmann, Ute, „Emigration, Isolation and the Slow Start of Molecular Biology in Post World War II Germany“, in: *Studies in the History & Philosophy of Biological & Medical Sciences* 33 (2002), S. 433–455.
- Deichmann, Ute, Biologen unter Hitler, Frankfurt am Main 1995.
- Deichmann, Ute, Benno Müller-Hill, „The Fraud of Abderhalden’s Enzymes“, in: *Nature* 393 (1998), S. 109–112.
- Deleuze, Gilles, Lust und Begehren, Berlin 1996.
- Deleuze, Gilles, Félix Guattari, Kapitalismus und Schizophrenie, Berlin 1997.
- Dengler, Kurt, „Beitrag zur Psychoendokrinologie des Klinefelter-Syndroms“ in: *Archiv für Psychiatrie* 200 (1960), S. 626–638.
- Der Große Brockhaus, Zwölfter Band. Unk-Zz. Sechzehnte, völlig neubearbeitete Auflage in zwölf Bänden, Wiesbaden 1957.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft über ihre Tätigkeit vom 1. Januar bis zum 31. Dezember 1971, Bonn 1972.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft über ihre Tätigkeit vom 1. Januar bis zum 31. Dezember 1967, Bonn 1968.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft über ihre Tätigkeit vom 1. Januar bis zum 31. Dezember 1965, Bonn 1966.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft über ihre Tätigkeit vom 1. April 1956 bis zum 31. März 1957, Bonn 1957.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft über ihre Tätigkeit vom 1. April 1955 bis zum 31. März 1956, Bonn 1956.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft über ihre Tätigkeit vom 1. April 1953 bis zum 31. März 1954, Bonn 1954.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft über ihre Tätigkeit vom 1. April 1952 bis zum 31. März 1953, Bonn 1953.
- Diczfalusy, Egon, *The Contraceptive Revolution*, New York 1997.
- Diemair, Willibald, *Die Haltbarmachung von Lebensmitteln*, Stuttgart 1941.
- Diemair, W., W. Fresenius, u. F. Arnold, „Grenzen der Brauchbarkeit des Tillmansschen Verfahrens zur Bestimmung des Vitamins C und Verhalten des Vitamins C bei Gegenwart von Konservierungsmitteln“, in: *Vitamine und Hormone* 3 (1942), S. 206–228.
- Die Schriftleitung der Chemiker-Zeitung, in: *Chemiker-Zeitung* 65 (1941), S. 444.
- Dilg, Peter, „Zur Frühgeschichte der industriellen Insulin-Herstellung in Deutschland“, in: *Pharmazie in unserer Zeit* 30 (2001), S. 10–15.
- Dillmann, A., „Enzym-Nomenklatur“, in: *Blut* 13 (1966), S. 45–50.
- Dimroth, Karl/Jonsson, Hördur, „Synthetische Versuche zur Darstellung der antirachitischen Vitamine (III. Mittel.)“, in: *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 71 (1938), S. 2658–2662.
- Dimroth, Karl, Erich Stockstrom, „Synthetische Versuche zur Darstellung der antirachitischen Vitamine (11. Mitt.). Eine Partialsynthese des Vitamins D₂ und seiner 3-epi-Verbindung“, in: *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* 75 (1942), S. 1263–1270.
- Dinges, Martin (Hg.), „Männlichkeit und Gesundheit im historischen Wandel, ca. 1800 – ca. 2000“, Stuttgart 2007.

- Dirscherl, Wilhelm, Heinz Breuer, „Zur Frage einer direkten Stoffwechselbeeinflussung menschlicher Krebsgewebe durch Sexualhormone. 40. Mitteilung über Sexualhormone, Steroide und Sterine“, in: Zeitschrift für Krebsforschung 59 (1953), S. 253–260.
- Dirscherl, Wilhelm, Friedrich Zilliken, „Eine Farbreaktion des trans-Dehydroandrosterons“, in: Die Naturwissenschaften 31 (1943), S. 349–350.
- Dischreit, I., „Wirkung des Testikelhormonpräparates Erugon auf den juvenilen Rattenhoden“, in: Klinische Wochenschrift 18 (1939), S. 1493–1496.
- Dithmar, Karl, „Zur Darstellung des reinen Vitamins D“, in: Forschungen und Fortschritte 8 (1932), S. 124–125.
- Dixon, Malcolm, „The History of Enzymes and of Biological Oxidations“, in: Needham (Hg.), Chemistry, S. 15–37.
- Djerassi, Carl, This Man's Pill, Oxford 2001.
- Dodds, E. C., L. Goldberg, W. Lawson, u. R. Robinson, „Estrogenic Activity of Certain Synthetic Compounds“, in: Nature 141 (1938), S. 247–248.
- Dörries, Matthias, Lorraine Daston, u. Michael Hagner (Hg.), „Wissenschaft zwischen Geld und Geist“, Berlin 2000.
- Doetz, Susanne, Alltag und Praxis der Zwangssterilisation. Dissertation, Berlin 2010 (http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_000000008238/Die__Universit%C3%A4tsfrauenklinik_e-Version.pdf?hosts=local, 9.10.2011).
- Dohrn, Max, „Über Hormone“, in: Archiv der Pharmazie und Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft 39 (1929), S. 60–76.
- Dohrn, Max, „Ist der Allen-Doisy-Test spezifisch für das weibliche Sexualhormon?“, in: Klinische Wochenschrift 6 (1927), S. 359–360.
- Doisy, Edward A., Jo Ralls, Edgar Allen, u. C. G. Johnston, „The Extraction and Some Properties of an Ovarian Hormone“, in: The Journal of Biological Chemistry 61 (1924), S. 711–727.
- Domke, A., R. Großklaus u. a., Verwendung von Vitaminen in Lebensmitteln. Teil 1, Berlin 2004.
- Dontenwill, W., H. Ranz, „Untersuchungen über die hormonale Abhängigkeit des durch Follikelhormon erzeugten Nierentumors des Goldhamsters bei der Transplantation“, in: Klinische Wochenschrift 38 (1960), S. 828.
- Donzelot, Jaques, Denis Meuret, Peter Miller, u. Nikolas Rose (Hg.), „Zur Genealogie der Regulation“, Mainz 1994.
- Dost, F. H., „Zur Methode der stufenphotometrischen Bestimmung des Vitamins A im menschlichen Blut“, in: Klinische Wochenschrift 16 (1937), S. 273–275.
- Dost, F. H., W. Schuphan, „Über Ernährungsversuche mit verschiedenen gedüngten Gemüsen. III. Teil“, in: Die Ernährung 9 (1944), S. 1–27.
- Drews, Joachim, Die „Nazi-Bohne“, Berlin, Hamburg, Münster 2004.
- Driesch, Hans, „Wilhelm Roux als Theoretiker“, in: Die Naturwissenschaften 8 (1920), S. 446–450.
- Druckrey, Hermann, Karl Küpfmüller, „Dosis und Wirkung. Beiträge zur theoretischen Pharmakologie“, in: Die Pharmazie. 8. Beiheft, 1. Ergänzungsband (1949), S. 514–645.
- Druckrey, Hermann, Karl Küpfmüller, „Quantitative Analyse der Krebsentstehung“, in: Zeitschrift für Naturforschung 3b (1948), S. 254–266.
- Duden, Barbara, „Frauen-, Körper: Erfahrung und Diskurs (1970–2004)“, in: Becker/Kortendiek (Hg.), Handbuch, S. 593–607.
- Duden, Barbara, „Von ‚der Pille und unserem ‚Zustand‘“, in: Staupe/Vieth (Hg.), Pille, S. 67–79.
- Dukes, M. N. G., „Physiologische Betrachtungen zur Frage der oralen Empfängnisverhütung“, in: Zeitschrift für Präventivmedizin 7 (1962), S. 493–507.
- Ebbinghaus, Angelika, Karl Heinz Roth, „Von der Rockefeller Foundation zur Kaiser Wilhelm/Max-Planck-Gesellschaft: Adolf Butenandt als Biochemiker und Wissenschaftspolitiker des 20. Jahrhunderts“, in: Zeitschrift für Geschichtswissenschaft 50 (2002), 5, S. 389–418.
- Ebeling, Kirsten, Sigrid Schmitz (Hg.), „Geschlechterforschung und Naturwissenschaften“, Wiesbaden 2006.

- Ebeling, Smilla, „Wenn ich meine Hormone nehme, werde ich zum Tier“. Zur Geschichte der ‚Geschlechtshormone‘, in: Ebeling/Schmitz (Hg.), *Geschlechterforschung*, S. 235–246.
- Eckart, Wolfgang U. (Hg.), *Man, Medicine, and the State*, Stuttgart 2006.
- Eckart, Wolfgang U., Andreas Reuland, „First Principles: Julius Moses and Medical Experimentation in the Late Weimar Republic“, in: Eckart (Hg.), *Man*, S. 35–47.
- Eckart, Wolfgang U., Volker Sellin, u. Eike Wolgast (Hg.), *Die Universität Heidelberg im Nationalsozialismus*, Heidelberg 2006.
- Ehm, Simone, Silke Schicktanz (Hg.), *„Körper als Maß“*, Stuttgart 2006.
- Eichholtz, Dietrich, „Die ‚Krautaktion‘. Ruhrindustrie, Ernährungswissenschaft und Zwangsarbeit 1944“, in: Herbert (Hg.), *Europa*, S. 270–294.
- Eichholtz, Fritz, *Die toxische Gesamtsituation auf dem Gebiet der menschlichen Ernährung*, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1956.
- Eickemeyer, Helmut, *Abschlußbericht des DFR*, München 1953.
- Ellerbrock, Karl-Peter, „Die Lebensmittelindustrie als Vorreiter der modernen Marktwirtschaft“, in: *Der Bürger im Staat* 52 (2002), S. 147–151.
- Elsner, Gine, *Heilkräuter, „Volksernährung“, Menschenversuche*, Hamburg 2010.
- Engel, Michael, „Paradigmenwechsel und Exodus. Zellbiologie, Zellchemie und Biochemie in Berlin“, in: Fischer (Hg.): *Exodus*, S. 296–341.
- Engel, R., H. Säuberlich, „Lebensmittelhygienische Betrachtungen zur östrogenen Mast von Schlachttieren“, in: *Die Nahrung* 9 (1965), S. 363–379.
- Engels, Friedrich, „Die Lage der arbeitenden Klasse in England. Nach eigener Anschauung und authentischen Quellen“, in: *Marx/Engels, Werke*, S. 225–506.
- Erker, Paul, „Die Verwissenschaftlichung der Industrie. Zur Geschichte der Industrieforschung in den europäischen und amerikanischen Elektrokonzernen 1890–1930“, in: *Zeitschrift für Unternehmensgeschichte* 35 (1990), S. 73–94.
- Ertel, Hermann, „Über den Aufbau der Reichsanstalt für Vitaminprüfung und Vitaminforschung“, in: *Die Ernährung* 8 (1943), S. 1–4.
- Ertel, Hermann, „Über die Vitamin-C-Prophylaxen im Frühjahr 1942“, in: *Die Ernährung* 7 (1942), S. 326–330.
- Ertel, Hermann, „Die 8. Arbeitssitzung der Reichsarbeitsgemeinschaft für Volksernährung“, in: *Die Ernährung* 1 (1936), S. 42–44.
- Ertel, Hermann, „Über die Arbeitstagung der Gau-Vertrauensmänner für Volksernährung“, in: *Die Ernährung* 1 (1936), S. 101–103.
- Ertel, Hermann, Walter Rothe, „Erörterung zur Verordnung über vitaminisierte Lebensmittel“, in: *Die Ernährung* 7 (1942), S. 273–279.
- Eschenbruch, Nicholas, Viola Balz, Ulrike Klöppel, u. Marion Hulverscheidt, *„Arzneimittel des 20. Jahrhunderts“*, Bielfeld 2009.
- Ettre, Leslie S., *Chapters in the Evolution of Chromatography*, London 2008.
- Etzkowitz, Henry, Loet Leydesdorff, „The Dynamics of Innovation. From National Systems and ‚Mode 2‘ to a Triple Helix of University–Industry–Government Relations“, in: *Research Policy* 29 (2000), S. 109–123.
- Euler, Hans von, „Coenzyme und Hemmstoffe: Vitamine und Antivitamine“, in: *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* 75 (1942), S. 1876–1885.
- Euler, Hans von, „Enzymchemische Ergebnisse und Aufgaben in der Krebsforschung“, in: *Ange wandte Chemie* 53 (1940), S. 352–355.
- Euler, Hans von, „Die Cozymase“, in: *Ergebnisse der Physiologie, Biologischen Chemie und Experimentellen Pharmakologie* 38 (1936), S. 1–30.
- Euler, Hans von, „Wirkungen des Carotins und des Vitamins A“, in: *Die Umschau* 36 (1932), S. 761–764.
- Euler, Hans von, „Allgemeine Chemie der Enzyme“, in: *Ergebnisse der Physiologie* 6 (1907), S. 187–243.

- Evaluation of the Toxicity of a Number of Antimicrobials and Antioxidants, hg. v. FAO/WHO, Geneva 1962.
- Evers, Alois, Die Avitaminosen auf deutschen Hilfskreuzern während des Weltkrieges, Berlin 1931.
- Eymer, H., „Das Klimakterium“, in: Klinische Wochenschrift 6 (1927), S. 385–390.
- F., F., „Der chemische Bau des Vitamins C“, in: Die Umschau 37 (1933), S. 447.
- F., W., „Neues Hormon in der Bauchspeicheldrüse entdeckt. Ein Gegenspieler des Insulins“, in: Die Umschau 40 (1936), S. 375.
- Faber, Hans von/Haid, Herbert, Endokrinologie. 4. Auflage, Stuttgart 1995.
- Falke, Berthold/Lemmel, Gerhard, „Vitaminisierung von Nahrungsmitteln“, in: Die Ernährung 4 (1939), S. 317–325.
- Fattahi, Mir Taher, Emil Abderhalden (1877–1950): Die Abwehrfermente. Dissertation, Berlin 2006 (<http://www.uni-edition.de/unishop/pdf/1150896819-3937151508.pdf>, 14.4.2008).
- Fausto-Sterling, Anne, Sexing the Body, New York 2000.
- Fauvet, E., „Über die Beeinflussung der Lactation mit gonadotropen Wirkstoffen im Tierexperiment und über das Wesen der sogenannten Lactationshemmung beim Menschen“, in: Geburtshilfe und Frauenheilkunde 4 (1942), S. 185–192.
- Fejkiel, Wladyslaw, „Ethisch-Rechtliche Grenzen bei Experimenten in der Medizin – und der Fall Prof. Clauberg“, in: Hefte von Auschwitz 2 (1959), S. 33–50.
- Feldberg, W., E. Schilf, „Einfluß von Schilddrüsen-substanzen auf die Erregbarkeit autonomer Nerven und auf die Adrenalinwirkung“, in: Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie 124 (1927), S. 94–101.
- Ferdinand, H., „Der Vitamin C-Gehalt der Frauenmilch und der Kuhmilch in den Frühjahrsmonaten“, in: Klinische Wochenschrift (1936), S. 1311–1312.
- Feudtner, Chris, Bittersweet, Chapel Hill, London 2003.
- Filmstelle Bayer und Hoechst, Beri-Beri, Leverkusen 1932 (16mm Film).
- Finkler, Walter, „Heilung der Unfruchtbarkeit mit Hormonen“, in: Die Umschau 39 (1935), S. 791–792.
- Fischer, Wolfram (Hg.), „Exodus von Wissenschaften aus Berlin“, Berlin 1994.
- Flachowsky, Sören, Von der Notgemeinschaft zum Reichsforschungsrat, Stuttgart 2008.
- Flachowsky, Sören, Peter Nötzoldt, „Von der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft zur Deutschen Forschungsgemeinschaft. Die ‚Gemeinschaftsarbeiten‘ der Notgemeinschaft 1924–1933“, in: Schalenberg/Walter (Hg.), Forschen, S. 157–177.
- Fleck, Ludwik, Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache, Frankfurt am Main 1980.
- Fleischer, Arndt, Patentgesetzgebung und chemisch-pharmazeutische Industrie im deutschen Kaiserreich (1871–1918), Stuttgart 1984.
- Flößner, Otto, „Aufgaben der Deutschen Ernährungsforschung“, in: Die Ernährung 1 (1936), S. 12–18.
- Fornet, W., „Die wirtschaftliche Bedeutung des Insulins“, in: Die Umschau 28 (1924), S. 848–849.
- Forsbach, Ralf, Die medizinische Fakultät der Universität Bonn im „Dritten Reich“, München 2006.
- Foucault, Michel, „In Verteidigung der Gesellschaft“, Frankfurt am Main 1999.
- Foucault, Michel (Hg.), „Dispositive der Macht“, Berlin 1978.
- Foucault, Michel, „Was ist Aufklärung?“, in: Defert/Ewald (Hg.), Schriften, S. 687–707.
- Foucault, Michel, „Die Sorge um die Wahrheit“, in: Defert/Ewald (Hg.), Schriften, S. 823–836.
- Foucault, Michel, „Das Spiel des Michel Foucault“, in: Defert/Ewald (Hg.), Schriften, S. 391–429.
- Foucault, Michel, „Die Gouvernementalität“, in: Bröckling/Krasmann/Lemke (Hg.), Gouvernementalität, S. 7–40.
- Foucault, Michel, „Vorlesung vom 17. März 1976“, in: Foucault, Verteidigung, S. 276–305.
- Foucault, Michel, „Le jeu de Michel Foucault“, in: Defert/Ewald (Hg.), Dits et écrits, S. 298–329.
- Foucault, Michel, „Ein Spiel um die Psychoanalyse. Gespräch mit Angehörigen des Departement de Psychoanalyse der Universität Paris/Vincennes.“, in: Foucault (Hg.), Dispositive, S. 118–175.

- Foucault, Michel, *Sexualität und Wahrheit*, Frankfurt am Main 1977.
- Fränkel, Ernst, Paul Géreb, „Wachstumstendenz maligner Tumore und Vitamine“, in: *Zeitschrift für Krebsforschung* 38 (1933), S. 524–534.
- Frank, E., „Über eine synthetische Substanz (Synthalin) mit insulinartiger Wirkung“, in: *Die Naturwissenschaften* 15 (1927), S. 213–215.
- Frei, Norbert (Hg.), „Medizin und Gesundheitspolitik in der NS-Zeit“, München 1991.
- Freidberg, Susanne, *Fresh*, Cambridge 2009.
- Fresenius, W., „Das Stufenphotometer“, in: *Fresenius Zeitschrift für analytische Chemie* 91 (1933), S. 195–196.
- Freundenberg, Karl, „Die Chemie des Insulins“, in: *Forschungen und Fortschritte* 6 (1930), S. 93–94.
- Freundenberg, Karl, „Das Insulinproblem“, in: *Forschungen und Fortschritte* 11 (1935), S. 55–56.
- Freundenberg, Karl, Theodor Wegmann, „Der Schwefel des Insulins. 13. Mitteilung über Insulin“, in: *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für Physiologische Chemie* 233 (1935), S. 159–171.
- Frewer, Andreas, *Medizin und Moral in Weimarer Republik und Nationalsozialismus*, Frankfurt am Main 2000.
- Friedländer, Saul, *Counterfeit Nazi*, London 1969.
- Friedrich, Christoph, Joachim Telle (Hg.), „Pharmazie in Geschichte und Gegenwart“, Stuttgart 2009.
- Fritzen, Florentine, *Gesünder leben*, Stuttgart 2006.
- Frobenius, Wolfgang, *Ein Siegeszug mit Hindernissen*, Berlin 1989.
- Fruton, Joseph S., *Fermentation*, Leiden 2006.
- Fruton, Joseph S., „A History of Pepsin and Related Enzymes“, in: *The Quarterly Review of Biology* 77 (2002), S. 127–147.
- Fruton, Joseph S., *Proteins, Enzymes, Genes*, New Haven, London 1999.
- Fruton, Joseph S., *A Sceptical Biochemist*, Cambridge, London 1992.
- Fruton, Joseph S., *Molecules and Life*, New York, London 1972.
- Fürbringer, Paul, „Zur Würdigung der Brown-Séguard'schen Behandlung der Impotenz“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 17 (1891), S. 1027–1029.
- Fürth, Otto von, „Zur Kenntnis des Suprarenins (Adrenalins)“, in: *Monatshefte für Chemie* 24 (1903), S. 261–290.
- Fürth, Otto, „Hormontherapie“, in: *Die Umschau* 26 (1922), S. 781–784.
- Funk, Casimir, *Die Vitamine*. 3. Auflage, München 1924.
- Funke, Werner, „Mit Hingabe und Erfolg: Zoologe und Hochschulpolitiker. Prof. Dr. Detlef Bückmann 75 Jahre“, in: *uni ulm intern* 257 (2002), S. 31–33.
- Futterweit, Walter Neal L. McNiven, Lawrence Narcus, Carlos Lantos, Michael Drosdowsky, u. Ralph I. Dorfman, „Gas Chromatographic Determination of Testosterone in Human Urine“, in: *Steroids* 1 (1963), S. 628–642.
- Gabriel, Joseph M., „A Thing Patented is a Thing Divulged: Francis E. Stewart, George S. Davis, and the Legitimization of Intellectual Property Rights in Pharmaceutical Manufacturing, 1879–1911“, in: *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 64 (2009), S. 135–172.
- Gaede, Dr., „Kann durch Behandlung mit Keimdrüsenhormonen Krebs entstehen?“, in: *Die Umschau* 41 (1937), S. 358.
- Gaehtgens, Gerhard, *Vitamin E und weibliche Sexualhormone*, Leipzig 1944.
- Gaehtgens, Gerhard, *Der Aneurin (Vitamin B₁-) Haushalt in der Schwangerschaft und im Wochenbett*, Leipzig 1939.
- Gaehtgens, Gerhard, *Der Vitaminhaushalt in der Schwangerschaft*, Dresden, Leipzig 1937.
- Gambke, Gotthard, „Zum Geleit“, in: *Marie Luise Zarnitz, Molekulare und physikalische Biologie*, Göttingen 1968, S. 5–6.
- Gane, Nicholas, „When We Have Never Been Human, What is to be Done? Interview With Donna Haraway“, in: *Theory Culture Society* 23 (2006), S. 135–158.

- Gaudillière, Jean-Paul, „Professional or Industrial Order? Patents, Biological Drugs, and Pharmaceutical Capitalism in Early Twentieth Century Germany“, in: *History and Technology* 24 (2008), S. 107–133.
- Gaudillière, Jean-Paul, „Hormones at Risk. Cancer and the Medical Uses of Industrially-Produced Sex Steroids in Germany, 1930–1960“, in: Schlich/Tröhler (Hg.), *Risks*, S. 148–169.
- Gaudillière, Jean-Paul, „Introduction: Drug Trajectories“, in: *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 36 (2005), S. 603–611.
- Gaudillière, Jean-Paul, „Biochemie und Industrie. Der ‚Arbeitskreis Butenandt-Schering‘ während der Zeit des Nationalsozialismus“, in: Schieder/Trunk (Hg.), *Adolf Butenandt*, S. 198–246.
- Gaudillière, Jean-Paul, „Genesis and Development of a Biomedical Object. Styles of Thought, Styles of Work and the History of the Sex Steroids“, in: *Studies in History & Philosophy of Biological & Biomedical Sciences* 35, S. 525–543.
- Gaudillière, Jean-Paul, „Hormones, régimes d’innovation et stratégies d’entreprise: les exemples de Schering et Bayer“, in: *Entreprises et Histoire* 36 (2004), S. 84–102.
- Gaudillière, Jean-Paul, Ilana Löwy (Hg.), *The Invisible Industrialist*. Hampshire, London 1998.
- Gausemeier, Bernd, *Natürliche Ordnungen und politische Allianzen*, Göttingen 2005.
- Gausemeier, Bernd, „An der Heimatfront. Kriegswichtige Forschungen am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biochemie“, in: Schieder/Trunk (Hg.), *Adolf Butenandt*, S. 134–168.
- Gausemeier, Bernd, „Rassenhygienische Radikalisierung und kollegialer Konsens“, in: Sachse (Hg.), *Verbindung*, S. 178–200.
- Ge., Dr., „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft bei der Arbeit“, in: *Die Umschau* 36 (1932), S. 288–290.
- Geer, Thomas, *Die Tokopherole (Vitamin E). Geschichte, Biochemie, Pathophysiologie und Klinik. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin. Medizinische Fakultät der Eberhard-Karls-Universität Tübingen* 1986.
- Gehlen, Walther, „Vitamine und Vitaminpräparate“, in: *Zeitschrift für Ernährung* 2 (1932), S. 97–103.
- Gershinowitz, Harold. „The First Infrared Spectrometer“, in: *Journal of Physical Chemistry* 83 (1979), S. 1363–1365.
- Gibbons, Michael, Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott, u. Martin Trow, *The New Production of Knowledge*, London 1994.
- Gibbs, Denis, „Rickets and the Crippled Child: an Historical Perspective“, in: *Journal of the Royal Society of Medicine* 87 (1994), S. 729–732.
- Gierhake, Erich, *Über die Oestrinkomponente im Bitumen der Bademoore und des Dirschnitschiefers (Ichthyol)*, Göttingen 1940.
- Gierhake, Erich, „Das Fruchtbarkeitsvitamin E“, in: *Klinische Wochenschrift* 15 (1936), S. 220–222.
- Giersberg, Hermann, „Regelung des Körpergeschehens durch die Hormone“, in: *Die Umschau* 42 (1938), S. 975–977.
- Gilbert, Scott F., „Intellectual Traditions in the Life Sciences: Molecular Biology and Biochemistry“, in: *Perspectives in Biology and Medicine* 26 (1982), S. 151–162.
- Glaesmer, Roderich, *Zur Entwicklung der wissenschaftlichen Verflechtung der Chemie mit anderen Wissenschaften bei der Erforschung von Struktur, Funktion und Synthese von Proteinen im 20. Jahrhundert. Dissertation, Berlin 2004* (http://edocs.tu-berlin.de/diss/2004/glaesmer_roderich.pdf, 12.8.2008).
- Glatzel, H., „Physiologie der Ernährung“, in: Rein (Hg.), *Physiology*, S. 111–178.
- Globig, Michael (Red.), *„Impulse geben – Wissen stiften“*, Göttingen 2002.
- Gohlke, Roland S., Fred W. McLafferty, „Early Gas Chromatography/Mass Spectrometry“, in: *Journal of the American Society for Mass Spectrometry* 4 (1993), S. 367–371.
- Goldblatt, H., K. N. Soames, „A Study of Rats on a Normal Diet Irradiated Daily by the Mercury Vapor Quartz Lamp or Kept in Darkness“, in: *Biochemical Journal* 17 (1923), S. 294–297.
- „Goodbye, Dear Pigeons“, *Kunsthochschule für Medien Köln* (Hg.), Köln 2002.

- Goschler, Constantin, „Deutsche Naturwissenschaft und naturwissenschaftliche Deutsche. Rudolf Virchow und die ‚deutsche Wissenschaft‘“, in: Jessen/Vogel (Hg.), *Wissenschaft*, S. 97–114.
- Gradnin, Karl, Nina Wormbs, u. Sven Widmalm (Hg.), „The Science-Industry Nexus“, Stockholm 2004.
- Graessner, Sepp, *Leistungsmedizin während des Nationalsozialismus*. Diss. med. Hamburg 1992.
- Gräfe, Heinrich-Karl, Carl Arthur Scheunert, Berlin 1954.
- Grassmann, W., „Neue Verfahren der Elektrophorese auf dem Eiweißgebiet“, in: *Die Naturwissenschaften* 38 (1951), S. 200–206.
- Greene, Jeremy A., „Releasing the Flood Waters: Diuril and the Reshaping of Hypertension“, in: *Bulletin of the History of Medicine* 79 (2005), S. 749–794.
- Greene, Jeremy A., Scott H. Podolsky, „Keeping Modern in Medicine: Pharmaceutical Promotion and Physician Education in Postwar America“, in: *Bulletin of the History of Medicine* 83 (2009), S. 331–377.
- Greenwood, A. W. (Hg.), „Proceedings of the Second International Congress for Sex Research London 1930“, Edinburgh, London 1931.
- Grossbach, Ulrich, „Ulrich Clever (1929–1973)“, in: *Chironomus* 1 (1975), S. 130–131.
- Grossmann, Atina, *Reforming Sex*, New York, Oxford 1995.
- Grumbrecht, P., A. Loeser, „Nikotin und innere Sekretion. Erbpathologische Untersuchungen über Keimschädigungen durch Nikotin“, in: *Klinische Wochenschrift* 2 (1941), S. 853.
- Grundmann, Kornelia, „Die medizinische Forschung im Spannungsfeld von Wissenschaft und Ideologie“, in: Aumüller/Grundmann/Krähwinkel u. a. (Hg.), *Marburger Medizinische Fakultät*, München 2001.
- Grundmann, Kornelia, „Kriegswichtige Forschung“, in: Aumüller/Grundmann/Krähwinkel u. a. (Hg.), *Marburger Medizinische Fakultät*, S. 615–649.
- Gstirner, Fritz, *Chemisch-physikalische Vitamin-Bestimmungsmethoden für das chemische, physiologische und klinische Laboratorium*. 3. Auflage, Stuttgart 1941.
- Güthert, H., E. Schairer, u. J. Rechenberger, „Die Wirkung des Bomskovschen Thymushormons auf Keimdrüsen und Blutlymphocyten von Ratten“, in: *Pflügers Archiv* 246 (1942), S. 457–468.
- Guggerli, David, Patrick Kupper, u. Daniel Speich, *Die Zukunftsmaschine*, Zürich 2005.
- György, P., „Licht und Rachitis (Referat)“, in: *Naunyn-Schmiedebergs Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 147 (1929), S. 93–100.
- György, P., „Ueber den heutigen Stand der Rachitislehre“, in: *Forschungen und Fortschritte* 4 (1928), S. 48–50.
- György, P., „Die Säureausscheidung im Urin bei Rachitis und ihre therapeutische Beeinflussung. Beitrag zur Lebertran- und Strahlenwirkung“, in: *Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin* 38 (1923), 9–36.
- Haar, Ingo, „Notker Hammerstein: Die Deutsche Forschungsgemeinschaft in der Weimarer Republik und im Dritten Reich“ (<http://hsozkult.geschichte.hu-berlin.de/rezensio/Buecher/2000/HaIn0900.htm>, 24.7.2007).
- Haas, Jochen, *Vigantol*, Stuttgart 2007.
- Haas, Hans T. A., „Zur Pharmakologie des Vitamins C. (Beeinflussung von Stoffwechsel, endokrinem System und Giftwirkungen)“, in: *Vitamine und Hormone* 3 (1942), S. 165–192.
- Haas, Norbert, Rainer Nägele, u. Hans-Jörg Rheinberger (Hg.), *Kontamination*, Eggingen 2001.
- Haberlandt, Ludwig, „Die hormonale Sterilisierung des weiblichen Organismus.“, in: Steiner (Hg.), *Sexualnot*, S.219–221.
- Haberlandt, Ludwig „Die vorübergehende Sterilisierung des weiblichen Organismus durch Hormone“, in: *Die Umschau* 40 (1930), S. 801–802.
- Haberlandt, Ludwig, „Hormonale Sterilisierung weiblicher Tiere“, in: *Forschungen und Fortschritte* 3 (1927), S. 46–47.
- Haberlandt, Ludwig, *Über hormonale Sterilisierung des weiblichen Tierkörpers*, Wien, Berlin, 1924.

- Haberlandt Ludwig, „Über hormonale Sterilisierung des weiblichen Tierkörpers (Vorläufige Mitteilung)“, in: Münchener Medizinische Wochenschrift 68 (1921), S. 1–4.
- Hachtmann, Rüdiger, Wissenschaftsmanagement im „Dritten Reich“, Göttingen 2007.
- Hachtmann, Rüdiger, „Vernetzung um jeden Preis: Alltagshandeln der Generalverwaltung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im ‚Dritten Reich‘“, in: Maier (Hg.), Gemeinschaftsforschung, S. 77–152.
- Hachtmann, Rüdiger, „Der Ertrag eines erfolgreichen Wissenschaftsmanagements: Die Etatentwicklung wichtiger Kaiser-Wilhelm-Institute 1929 bis 1944“, in: Maier (Hg.), Gemeinschaftsforschung, S. 561–597.
- Hacking, Ian, Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaften, Stuttgart 1996.
- Hahn, Daphne, Modernisierung und Biopolitik, Frankfurt am Main 2000.
- Halban, Josef, „Über Ovarientransplantation“, in: Wiener klinische Wochenschrift 12 (1899), S. 1243–1244.
- Hall, Diana Long, T.F. Glick, „Endocrinology: A Brief Introduction“, in: Journal of the History of Biology 9 (1976), S. 229–233.
- Haller, Albert von, The Vitamin Hunters, Philadelphia 1962.
- Haller, Lea, Cortison, Zürich 2012.
- Haller, Lea, „Stress, Cortison und Homöostase. Künstliche Nebennierenrindenhormone und physiologisches Gleichgewicht, 1936–1960“, in: NTM 18 (2010), S. 169–195.
- Hamann, Volker, „Die zugelassenen Fremdstoffe in der Nahrung nach der Lebensmittel-Novelle und ihren Folge-Verordnungen“, in: Ärztliche Mitteilungen 59 (1962), S. 1291–1296.
- Hamann, Volker, „Im Einvernehmen mit...‘ Ein Überblick über die an der Lebensmittelgesetzgebung der Bundesrepublik mitwirkenden Kreise“, in: Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 49 (1953), S. 1–8.
- Hamburger, Viktor, „Wilhelm Roux: Visionary with a Blind Spot“, in: Journal of the History of Biology 30 (1997), S. 229–238.
- Hammerstein, Notker, Die Deutsche Forschungsgemeinschaft in Weimarer Republik und Drittem Reich, München 1999.
- Hamperl, H., „Ergebnisse einer Tagung westeuropäischer Wissenschaftler zur Prophylaxe des Krebses bei der ‚Deutschen Forschungsgemeinschaft‘, in Bad Godesberg am 1. Mai 1954“, in: Zeitschrift für Krebsforschung 60 (1955), S. 616–620.
- Harder, Ulrike, Wochenbettbetreuung in der Klinik und Zuhause, Stuttgart, New York 2005.
- Harnack, Gustav-Adolf von, Jürgen R. Bierich, „Hypophysärer Zwergwuchs und thyreotrope Insuffizienz“, in: Zeitschrift für Kinderheilkunde 78 (1956), S. 341–358.
- Hartmann, Fritz, „55. Tagung der Deutschen Gesellschaft für innere Medizin“, in: Die Naturwissenschaften 36 (1949), S. 245–249.
- Harwood, Jonathan, Technology’s Dilemma. Bern, Frankfurt am Main, New York 2005.
- Harwood, Jonathan, Styles of Scientific Thought, Chicago 1993.
- Hau, Michael, „The Holistic Gaze in German Medicine, 1890–1930“, in: Bulletin for the History of Medicine 74 (2000), S. 495–524.
- Hawgood, Barbara J., „Karl Heinrich Slotta (1895–1987), Biochemist: Snakes, Pregnancy and Coffee“, in: Toxicon 39 (2001), S. 1277–1282.
- Heckmann, Lothar, Ernährungsforschung, Wiesbaden 1966.
- Heim, Susanne, Kalorien, Kautschuk, Karrieren, Göttingen 2003.
- Heinemann, Isabel, „Wissenschaft und Homogenisierungsplanungen für Osteuropa: Konrad Meyer, ‚Der Generalplan Ost‘ und die Deutsche Forschungsgemeinschaft“, in: Heinemann/Wagner (Hg.), S. 45–72.
- Heinemann, Isabel, Patrick Wagner (Hg.), „Wissenschaft, Planung, Vertreibung“, Stuttgart 2006.
- Heinemann, Isabel, Patrick Wagner, „Einleitung“, in: Heinemann/Wagner (Hg.), Wissenschaft, S. 7–21.
- Heiß, G., S. Matzl, E. Saurer, u. K. Stuhlpfarrer (Hg.), „Willfähige Wissenschaft. Die Universität Wien 1938 bis 1945“, Wien 1988.

- Heiss, R., J. Wolf, „Über die Qualitätsverbesserung und -erhaltung von Trockengemüse“, in: Vorratspflege und Lebensmittelforschung 4 (1941), S. 141.
- Helvoort, Ton van, „Institutionalizing Biochemistry. The Enzyme Institute at the University of Wisconsin“, in: Journal of the History of Medicine 57 (2002), S. 449–479.
- Henning, Ulf, „Multienzym-Komplexe“, in: Angewandte Chemie 78 (1966), S. 865–871.
- Henning, Ulf, „Ein Strukturgen-Komplex für den Pyruvat-Dehydrogenase-Komplex von *Escherichia Coli* K 12“, in: Zeitschrift für Vererbungslehre 95 (1964), S. 260–275.
- Henschler, D., „New Approaches to a Definition of Threshold Values for ‚Irreversible‘ Toxic Effects?“, in: Archives of Toxicology 32 (1974), S. 63–67.
- Herbert, Ulrich, Best, Bonn 1996.
- Herbert, Ulrich (Hg.), „Europa und der ‚Reichseinsatz‘“, Essen 1991.
- Herbst, Curt, Formative Reize in der tierischen Ontogenese, Leipzig 1901.
- Herken, Hans, „Die sterische Spezifität der Peptidasen und ihre Beziehung zum Krebsproblem“, in: Klinische Wochenschrift 21 (1942), S. 601–606.
- Herken, Hans, „Über die Hydrolyse von d-Peptiden durch Fermente aus Gewebeextrakten und Seren“, in: Zeitschrift für Krebsforschung 52 (1942), S. 455–488.
- Herrmann, Franz, Marg Rohner, „Zur Kolloidtheorie der Hämolyse“, in: Zeitschrift für Pharmakologie 107 (1925), S. 192–237.
- Herzer, Manfred, Magnus Hirschfeld, Frankfurt am Main, New York 1992.
- Herzfelde, Wieland (Hg.), „Dreißig neue Erzähler des neuen Deutschland“ (1932), Leipzig 1983.
- Herzog, Dagmar, Sex after Fascism, Princeton/Oxford 2005.
- Herzog, I., „Neue Arzneimittel des Jahres 1932 und die Geschichte der Malariamittel“, in: Archiv der Pharmazie und Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft 43 (1933), S. 190–205.
- Herzog, I., „Neue Arzneimittel des Jahres 1931“, in: Archiv der Pharmazie und Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft 42 (1932), S. 183–198.
- Herzog, I., „Die neuen Arzneimittel im Wechsel der letzten 40 Jahre“, in: Archiv der Pharmazie und Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft 41 (1931), S. 183–201.
- Hess, Gerhard, „Nachwort“, in: Clausen, Stand.
- Hess, Gerhard, „Vorwort“, in: Meyl, Denkschrift.
- Heumann, Ina, „Wissenschaftliche Phantasmagorien. Die Poetik des Wissens in *Man and his Future* und ihre Rezeption in der Bundesrepublik“, in: Lipphardt/Rupnow/Thiel/Wessely (Hg.), Pseudo-Wissenschaft, S. 343–370.
- Heupke, W., „Universitätsprofessor Dr. Phil. Habil. Dipl. chem. Hans Adalbert Schweigart, Hannover-Pretoria, zum 60. Geburtstag“, in: Mitteilungsblatt des Zentralverbandes der Ärzte für Naturheilverfahren e. V. 1 (1960), S. 68.
- Heupke, Wilhelm, Charlotte Butenhoff, „Die Ausnutzung der Süßlupine“, in: Die Ernährung 3 (1938), S. 318–322.
- Hickel, Erika, Arzneimittel-Standardisierung im 19. Jahrhundert in den Pharmakopöen Deutschlands, Frankreichs, Großbritanniens und der Vereinigten Staaten von Amerika, Stuttgart 1973.
- Hickel, E., G. Schröder (Hg.), „Neue Beiträge zur Arzneimittelgeschichte“ – Festschrift für Wolfgang Schneider zum 70. Geburtstag, Stuttgart 1991.
- Hierholzer, Vera, Nahrung nach Norm, Göttingen 2010.
- Hilberg, Raul, Die Vernichtung der europäischen Juden, Frankfurt am Main 1990.
- Hilschmann, Norbert, Heinz Ulrich Barnikol, „Butenandt und die ‚Ein Gen – Ein Enzym – Regel‘“, in: Dahlemer Archivgespräche 10 (2004), S. 150–177.
- Hinsberg, K., „Über die Chromatographie von Pregnandiol und verwandten Verbindungen“, in: Fresenius Zeitschrift für analytische Chemie 144 (1955), S. 80.
- Hinsberg, K., „Über die chemischen Krebsreaktionen beim Menschen und ihre biochemischen Zusammenhänge“, in: Angewandte Chemie 53 (1940), S. 356–362.
- Hirschfeld, Gerhard, Tobias Jersak (Hg.), „Karrieren im Nationalsozialismus“, Frankfurt am Main 2004.

- Hirschfeld, Magnus, Richard Linsert, Liebesmittel, Berlin 1930.
- Hirschfeld, Magnus, Bernhard Schapiro, „Ueber die Spezifität der männlichen Sexualhormone“. In: Deutsche Medizinische Wochenschrift 53 (1927), S. 1344–1346.
- Hoberman, John, Testosterone Dreams, Berkeley, Los Angeles 2005.
- Hockerts, Hans-Günther (Hg.), „Koordinaten deutscher Geschichte in der Epoche des Ost-West-Konflikts“, München 2004.
- Höfler-Waag, Martin, Die Arbeits- und Leistungsmedizin im Nationalsozialismus von 1939–1945, Husum 1994.
- Hofer, Hans-Georg, „Frischzellen-Fama. Paul Niehans und die westdeutsche Aufbaugesellschaft der 1950er Jahre“, in: Eschenbruch/Balz/Klöppel/Hulverscheidt (Hg.): Arzneimittel, S. 229–253.
- Hofer, Hans-Georg, „Medizin, Altern, Männlichkeit: Zur Kulturgeschichte des männlichen Klimakteriums“, in: Medizinhistorisches Journal 42 (2007), S. 210–245.
- Hoff, J.J., „Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß des haushaltsüblichen Kochens und des Konservierens in Blechdosen auf den Vitamingehalt der Gemüse“, in: Zeitschrift für Ernährung 3 (1933), S. 355–359.
- Hohlweg, Walter, Hans Herloff Inhoffen, „Pregneninolon. Ein neues per os wirksames Corpus luteum-Hormonpräparat“, in: Die Naturwissenschaften 18 (1939), S. 77–79.
- Hohlweg, Walter, Max Dohrn, „Über die Beziehungen zwischen Hypophysenvorderlappen und Keimdrüsen“, in: Klinische Wochenschrift 11 (1932), S. 233–235.
- Holmes, Frederic Lawrence, Between Biology and Medicine, Berkeley 1992.
- Holmes, Arthur D., Walter Z. Clough, „The Chemical and Physical Characteristics of Cod Liver Oil. Results Obtained from Examination of Over One Hundred Samples of Known Origin“, in: Oil & Fat Industries 4 (1927), 403–409.
- Honegger, Claudia, Die Ordnung der Geschlechter, Frankfurt am Main, New York 1991.
- Hopkins, Frederick G., „Über die Notwendigkeit von Instituten für physiologische Chemie“, in: Münchener Medizinische Wochenschrift 73 (1926), S. 1586–1587.
- Horneck, Karl, „Über den Nachweis serologischer Verschiedenheiten der menschlichen Rassen“, in: Zeitschrift für menschliche Vererbungs- und Konstitutionslehre 26 (1942), S. 309–319.
- Horning, E. S., „Endocrine Factors Involved in the Induction, Prevention and Transplantation of Kidney Tumours in the Male Golden Hamster“, in: Zeitschrift für Krebsforschung 61 (1956), S. 1–21.
- Horning, E. S., „Hormones and Carcinogenesis“, in: British Medical Journal 2 (1951), S. 834–835.
- Horrocks, S. M., „The Business of Vitamins: Nutrition Science and the Food Industry in Inter-War Britain“, in: Kamminga/Cunningham (Hg.), Science, S. 235–258.
- Hoske, Hans, Die menschliche Leistung als Grundlage des totalen Staates, Leipzig 1936.
- Houck, Judith A., „What Do These Women Want?: Feminist Responses to *Feminine Forever*, 1963–1980“, in: Bulletin of the History of Medicine 77 (2003), S. 103–132.
- Hubenstorf, Michael, „Medizinische Fakultät 1938–1945“ in: Heiß/Mattl/Saurer/Stuhlpfarrer (Hg.), Wissenschaft, S. 233–282.
- Hubenstorf, Michael, Peter Th. Walther, „Politische Bedingungen und allgemeine Veränderungen des Berliner Wissenschaftsbetriebes 1925–1950“, in: Fischer/Hierholzer (Hg.), Exodus, S. 5–100.
- Hüntelmann, Axel C., Hygiene im Namen des Staates, Göttingen 2008.
- Huf, Ernst, „Die Anwendung von Follikelhormonen und Oestrostilbenen beim Mann“, in: Klinische Wochenschrift (1942II), S. 1113–1120.
- Huijnen, Pim, De beloofte van vitamines, Hilversum 2011.
- Huldschinsky, Kurt, „Heilung von Rachitis durch künstliche Höhensonne“, in: Deutsche Medizinische Wochenschrift 45 (1919), S. 712–713.
- Inhoffen, H.H., „Der Weg vom Cholesterin zum Follikelhormon Oestradiol“, in: Angewandte Chemie 59 (1947), S. 207–212.
- Jacob, François, Die Logik des Lebenden, Frankfurt am Main 2002.

- Jakobson, Roman, Aufsätze zur Linguistik und Poetik, München 1974.
- Jansen, B. C. P., W. F. Donath, „On the isolation of the anti-beri-beri Vitamin“, in: Proceedings of the Section of Sciences 29 (1926), S. 1389–1400.
- Jansen, Sarah, „Schädlinge“, Frankfurt am Main 2003.
- Jasanoff, Sheila, „The Idiom of Coproduction“, in: Jasanoff (Hg.), States, S. 1–12.
- Jasanoff, Sheila, Gerald E. Markle, James C. Petersen, u. Trevor Pinch (Hg.), „Handbook of Science and Technology Studies“, Thousand Oaks 1995.
- Jastrow, Kerstin, Organpräparate am Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Diss. rer. nat. Universität Marburg 2004.
- Jessen, Ralph, Jakob Vogel, Die Naturwissenschaften, in: Jessen/Vogel, Wissenschaft, S. 7–37.
- Jessen, Ralph, Jakob Vogel (Hg.), Wissenschaft und Nation. Nationale Identität und Verwissenschaftlichung vor allem in Deutschland, Frankfurt am Main 2002.
- Johannsen, Ernst, „Die Kreuz-Apotheke“, in: Herzfelde (Hg.), Erzähler, S. 280–285.
- John, Walter, „Das Antisterilitätsvitamin E“, in: Forschungen und Fortschritte 17 (1941), S. 329–330.
- John, Walter, „Fettlösliche Vitamine. 1. Über das antihämorrhagische Vitamin K (Fortschrittsbericht 1937–1940)“, in: Angewandte Chemie 54 (1941), S. 209–213.
- Johnson, Jeffrey A. „The Academic-Industrial Symbiosis in German Chemical Research, 1905–1939“, in: Lesch (Hg.), Industry, S. 15–56.
- Jonat, Walter, Cristoph Andree, u. Thoralf Schollmeyer, Universitäts-Frauenklinik Kiel und Michaelis-Hebammenschule 1805–2005, Stuttgart 2005.
- Jordanova, Ludmilla, „Science and Nationhood: Cultures of Imagined Communities“, in: Cubitt (Hg.), Nations, S. 192–211.
- Joseph, „Klinische Beobachtungen und Stoffwechseluntersuchungen nach Behandlung mit dem wasserlöslichen Ovarialhormon Follikulin“, in: Archiv für Gynäkologie 132 (1927), S. 192–196.
- Junge, Thorsten, Imcke Schmincke (Hg.), „Marginalisierte Körper“, Münster 2007.
- Junkmann, K., „Über hormonale Sterilisierung“, in: Zeitschrift für angewandte Chemie 44 (1931), S. 162–163.
- Jusatz, H. J., „Experimentelle Untersuchungen über den Synergismus der Vitamine“, in: Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin 87 (1933), S. 529–544.
- K., Dr. A., „Vitamin A und Luftschutz“, in: Die Umschau 44 (1940), S. 30.
- Kaasch, Michael, „Sensation, Irrtum Betrug? – Emil Abderhalden und die Geschichte der Abwehrfermente“, in: Acta Historica Leopoldina 36 (2000), S. 145–210.
- Kaasch, M., J. Kaasch, „Wissenschaftler und Leopoldina-Präsident im Dritten Reich: Emil Abderhalden und die Auseinandersetzung mit dem Nationalsozialismus“, in: Acta Historica Leopoldina 22 (1995), S. 213–250.
- Kahn, Arnold, „Regaining Lost Youth: The Controversial and Colorful Beginnings of Hormone Replacement Therapy in Aging“, in: Journals of Gerontology. Series A 60A (2005), S. 142–147.
- Kahn, C. Ronald, Jesse Roth, „Berson, Yalow, and the JCI: The Agony and the Ecstasy“, in: The Journal of Clinical Investigation 114 (2004), S. 1051–1054.
- Kaiser, Hanns, Norbert Klinkenberg, Cortison, Darmstadt 1988.
- Kalvoda, Jaroslav, „60 Jahre Steroid-Chemie in *Helvetica Chimica Acta*“, in: Helvetica Chimica Acta 75 (1992), S. 2341–2446.
- Kamminga, Harmke, „Vitamins and the Dynamics of Molecularization: Biochemistry, Policy and Industry in Britain, 1914–1939“, in: de Chadarevian/Kamminga (Hg.), Biology, S. 83–105.
- Kamminga, Harmke, Andrew Cunningham (Hg.), „The Science and Culture of Nutrition, 1840–1940“, Amsterdam 1995.
- Kamminga, Harmke, Mark W. Weatherall, The Making of a Biochemist I: Frederick Gowland Hopkins' Construction of Dynamic Biochemistry“, in: Medical History 40 (1996), S. 269–292.
- Kamminga, Harmke, Mark W. Weatherall, The Making of a Biochemist II: The Construction of Frederick Gowland Hopkins' Reputation“, in: Medical History 40 (1996), S. 415–436.
- Kamphuis, Andrea, „Sonnenhut in Buchenwald“ (<http://www.gwup.org/aktuell/news/20010808.html>, 22.3.2006).

- Kanzow, U., H. Schulten, „Untersuchungen zur Zellulärtherapie. 1. Mitteilung: Über den Wert der Abderhaldenschen Abwehrfermentreaktion für die Praxis“, in *Die Medizinische Wochenschrift* 13 (1957), S. 447–450.
- Karg, Heinrich, „Methoden zur Bestimmung von Hormonrückständen in tierischen Produkten“, in: *Fresenius' Zeitschrift für analytische Chemie* 243 (1968), S. 630–639.
- Karlson, Peter, „On the Hormonal Control of Insect Metamorphosis. A Historical Review“, in: *International Journal of Development Biology* 40 (1996), S. 93–96.
- Karlson, Peter, Adolf Butenandt, Stuttgart 1990.
- Karlson, Peter, *Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler*. 13. neu bearbeitete Auflage, Stuttgart, New York 1988.
- Karlson, Peter, „Wie und wann entstehen wissenschaftliche Irrtümer?“, in: *Naturwissenschaftliche Rundschau* 39 (1986), S. 380–386.
- Karlson, P., „Was sind Hormone? Der Hormonbegriff in Geschichte und Gegenwart“, in: *Die Naturwissenschaften* 69 (1982), S. 3–14.
- Kastein, G. W., „Ein Fall von Insulin-Vergiftung mit bleibenden neurologischen Schädigungen“, in: *Archiv für Toxikologie* 9 (1938), S. A51–A54.
- Katscher, Friedrich, „Die Kinder des Stillböstrols. Scheidenkrebs und Genitalmißbildungen aufgrund eines künstlichen Hormons. Ein trauriges Kapitel Medizingeschichte“ (<http://www.wienerzeitung.at/Desktopdefault.aspx?TabID=3946&Alias=wzo&lexikon=Medizin&letter=M&cob=7277>, 3.12.2006).
- Kattermann, Reinhard (Hg.), „Naturwissenschaft und Medizin“, Mannheim 1985.
- Katz, Stephen, Barbara L. Marshall, „Is the Functional ‚Normal‘? Aging, Sexuality and the Biomarking of Successful Living“, in: *History of the Human Sciences* 17 (2004), S. 53–75.
- Kaufmann, Carl, „Die Behandlung der Amenorrhoe mit hohen Dosen der Ovarialhormone“, in: *Klinische Wochenschrift* 12 (1933), S. 1557–1562.
- Kaufmann, Doris (Hg.) „Geschichte der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Nationalsozialismus“, Göttingen 2000.
- Kaupen-Haas, Heidrun (Hg.), „Der Griff nach der Bevölkerung“, Nördlingen 1986.
- Kaupen-Haas, Heidrun, Marianne Schuller, „Ehrendoktorwürde kontrovers“, in: *Uni HH. Berichte und Meinungen aus der Universität Hamburg* 16 (1985), S. 37–39.
- Kay, Lily E., „Life as Technology: Representing, Intervening, and Molecularizing“, in: Sarkar (Hg.), *Philosophy*, S. 87–100.
- Kay, Lily E., *Das Buch des Lebens*, München, Wien 2000.
- Kay, Lily E., „Rethinking Institutions: Philanthropy as an Historiographic Problem of Knowledge and Power“, in: *Minerva* 35 (1997), 283–293.
- Kazmeier, F., „Verhandlungsberichte. Anmerkungen zum 4. Internationalen Vitalstoff- und Ernährungskonvent“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 84 (1957), S. 490–491.
- Kendall, E. C., „Isolation of the Iodine Compound which Occurs in the Thyroid“, in: *The Journal of Biological Chemistry* 39 (1919), S. 125–147.
- Kennedy, Eugene P., „Hitler's Gift and the Era of Biosynthesis“, in: *The Journal of Biological Chemistry* 276 (2001), S. 42619–42631.
- Kerbs, Diethart, Jürgen Reulecke (Hg.), *Handbuch der deutschen Reformbewegungen, 1880–1933*. Wuppertal 1998.
- Kersten, Helga, „Hansjürgen Staudinger – sein Beitrag zur Biochemie und Analytik der Nebennierenrinden-Hormone“, in: Kattermann (Hg.), *Naturwissenschaft*, S. 125–145.
- Kertz, Walter (Hg.), „Technische Universität Braunschweig“, Hildesheim, Zürich, New York 1995.
- Kessler, Stanley, Gustav J. Martin, „The Abderhalden Reaction. A review of the Literature on the Defense Proteinases (Abwehrfermente)“, in: *Experimental Medicine and Surgery* 16 (1958), S. 190–212.
- Kinas, Sven, Adolf Butenandt (1903–1995) und seine Schule, Berlin 2004.

- Kirchhoff, Jochen, Wissenschaftsförderung und forschungspolitische Prioritäten der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaften, 1920–1932. Dissertation, München 2007 (http://edoc.ub.uni-muenchen.de/7870/1/Kirchhoff_Jochen.pdf, 30.08.2009).
- Kirchhoff, Jochen: Die forschungspolitischen Schwerpunktlegungen der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft 1925–1929 im transatlantischen Kontext“, in: Dahlemer Archivgespräche 5 (1999), S. 70–86.
- Kirkman, Hadley, „Steroid Tumorigenesis“, in: *Cancer* 10 (1957), 757–764.
- Kirschner, Kasper, „Strukturelle Flexibilität und Enzymfunktion“, in: *Naturwissenschaften* 56 (1969), S. 232–237.
- Klee, Ernst, *Das Personenlexikon zum Dritten Reich*, Frankfurt am Main 2003.
- Klee, Ernst, *Deutsche Medizin im Dritten Reich*, Frankfurt am Main 2001.
- Klee, Ernst, *Auschwitz, die NS-Medizin und ihre Opfer*, Frankfurt am Main 2001.
- Klee, Ernst, Willi Dressen, u. Volker Riess, „Schöne Zeiten“: Judenmord aus der Sicht der Täter und Gaffer, Frankfurt am Main 1988.
- Klein, Ursula, „Technoscience avant la lettre“, in: *Perspectives on Science* 13 (2005), S. 226–266.
- Klemperer, Edith, „Die Behandlung des Säuerwahrnsinns mit Insulin“, in: *Die Umschau* 37 (1933), S. 234–236.
- Kline, Ronald, „Construing ‚Technology‘ as ‚Applied Science‘: Public Rhetoric of Scientists and Engineers in the United States“, in: *Isis* 86 (1995), S. 194–221.
- Klöppel, Ulrike, „Foucaults Konzept der Problematisierungsweise und die Analyse diskursiver Transformationen“, in: Landwehr (Hg.), *Wandel*, S. 255–263.
- Klöppel, Ulrike, *XXOXY ungelöst*, Bielefeld 2010.
- Klöppel, Ulrike, „Problematische Körper? Überlegungen zur Historiographie von Problematisierungsweisen im Anschluss an Foucault“, in: Junge/Schmincke (Hg.), *Körper*, S. 45–62.
- Klöppel, Ulrike, „Die Formierung von *gender* am Naturexperiment. Intersexualität in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts“, in: *NTM* 14 (2006), S. 231–240.
- Klose, Franz, „Gesunde Ernährung“, in *Bild der Wissenschaft* (1965), S. 991–1001.
- Klose, Franz, „Gesundheit und Staat“, in: *Gesundheitsfürsorge* 12 (1962), S. 167–173.
- Knauer, Emil, „Über Ovarientransplantation“, in: *Archiv für Gynäkologie* 10 (1900), S. 322–376.
- Knödler, Ulrich, „Von der Reform zum Raubbau. Arbeitsmedizin, Leistungsmedizin, Kontrollmedizin“, in: Frei (Hg.), *Medizin*, S. 113–136.
- Knorr-Cetina, Karin, Michael Mulkay (Hg.), „*Science Observed*“, London, Beverly Hills, New Delhi 1983.
- Kobrak, Christopher, *National Cultures and International Competition*, Cambridge 2002.
- Koch, Walter, „Anwendung der Geschlechtshormone in der Tierzucht“, in: *Die Umschau* 38 (1934), S. 829–831.
- Kocka, Jürgen (Hg.), „*Die Königliche Preußische Akademie der Wissenschaften im Kaiserreich*“, Berlin 1999.
- Köstering, Susanne, „Etwas Besseres als das Kondom‘. Ludwig Haberlandt und die Idee der Pille“, in: Staube/Vieth (Hg.), *Pille*, S. 113–130.
- Kögl, Fritz, „Bemerkungen zu neueren Arbeiten über die Chemie der Tumoren“, in: *Die Naturwissenschaften* 30 (1942), S. 46–47.
- Kögl, Fritz, „Wirkstoffprinzip und Pflanzenwachstum“, in: *Die Naturwissenschaften* 25 (1937), S. 465–471.
- Kögl, Fritz, „Über die Chemie des Auxins und sein Vorkommen im Pflanzen- und Tierreich“, in: *Forschungen und Fortschritte* 8 (1932), S. 409–410.
- König, Wolfgang, „Die Akademie der Technikwissenschaften. Ein unwillkommenes königliches Geschenk“, in: Kocka (Hg.), *Akademie*, S. 381–398.
- Kohl, F., „Insulin: Vier Forscher und ein Hormon“, in: *Pharmazeutische Zeitung* 144 (1999), S. 3273 – 3275.
- Kohler, Robert E., *From Medical Chemistry to Biochemistry*, Cambridge 1982.

- Kohler, Robert E., „The Enzyme Theory and the Origin of Biochemistry“, in: *ISIS* 64 (1973), S. 181–196.
- Kohler, Robert E., „The Background to Otto Warburg’s Conception of the Atmungsferment“, in: *Journal of the History of Biology* 6 (1973), S. 171–192.
- Kohler, Robert E., „The Reception of Eduard Buchner’s Discovery of Cell-free Fermentation“, in: *Journal of the History of Biology* 5 (1972), S. 327–353.
- Kollath, Werner, *Die Ordnung unserer Nahrung*, Stuttgart 1942.
- Kollath, Werner, „Neue Befunde und neue Begriffe in der Ernährungslehre“, in: *Forschungen und Fortschritte* 18 (1942), S. 181–183.
- Kollath, Werner, „Natürliche Nahrung, wissenschaftliche Ernährungslehre und ihre Synthese“, in: *Die Ernährung* 7 (1942), S. 7–14.
- Kopke, Christoph, „Themen der deutschen Ernährungswissenschaft in den vierziger und fünfziger Jahren im Spiegel ihrer wichtigsten Zeitschriften“, in: vom Bruch/Gerhardt/Pawliczek (Hg.), *Kontinuitäten*, S. 233–245.
- Kopke, Christoph, „Gladiolen aus Dachau: Das Vitamin C-Projekt der SS“, in: *Bulletin für Faschismus- und Weltkriegsforschung* 25/26 (2005), S. 200–219.
- Kornberg, Arthur, *For the Love of Enzymes*, Cambridge 1989.
- Kortenkamp, A., B. Grahl, u. L.H. Grimme. (Hg.), *Die Grenzenlosigkeit der Grenzwerte*. Karlsruhe 1988.
- Kosminski, E., „Ursachen und Behandlung der weiblichen Sterilität unter Berücksichtigung der neueren Forschung“, in: *Fortschritte der Medizin* 44 (1926), S. 943–945.
- Kraus, Elisabeth (Hg.), „Die Universität München im Dritten Reich: Aufsätze“. Teil II, München 2008.
- Kraut, Heinrich, Werner Droese, „Ernährung und Leistungsfähigkeit“, in: *Angewandte Chemie* 54 (1941), S. 1–7.
- Krebs, Hans Adolf, „Wie ich aus Deutschland vertrieben wurde – Dokumente mit Kommentaren“, in: *Medizinhistorisches Journal* 15 (1980), S. 357–377.
- Krebs, Hans Adolf, William Arthur Johnson, „The Role of Citric Acid in Intermediate Metabolism in Animal Tissues“, in: *Enzymologia* 4 (1937), S. 148–156.
- Krebs, Hans Adolf, Kurt Henseleit, „Untersuchungen über die Harnstoffbildung im Tierkörper“, in: *Klinische Wochenschrift* 11 (1932), S. 757–759.
- Krebs, H.A., „Die chemische Konstitution des Atmungsfermentes“, in: *Forschungen und Fortschritte* 4 (1928), S. 195–196.
- Kretschmer, Ernst, „Keimdrüsenfunktion und Seelenstörung“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 47 (1921), S. 649–650.
- Krige, John, Dominique Pestre (Hg.), „Companion to Science in the Twentieth Century“, New York 2003.
- Kühn, Alfred, „Die Auslösung von Entwicklungsvorgängen durch Wirkstoffe“, in: *Angewandte Chemie* 52 (1939), S. 309–314.
- Kühn, Alfred, „Hormonale Wirkungen in der Insektenentwicklung“, in: *Forschungen und Fortschritte* 13 (1937), S. 49–50.
- Kühn, Alfred, „Entwicklungsphysiologische Wirkungen einiger Gene von *Epehestia kühniella*“, in: *Die Naturwissenschaften* 20 (1932), S. 974–977.
- Kühnau, Joachim, „Die Wirkungsweise der Vitamine im Organismus“, in: *Die Umschau* 38 (1934), S. 750–751.
- Kühnau, J., „Neue Vitamine“, in: *Die Umschau* 42 (1938), S. 299–301.
- Küstner, H., „Die Dosierung der Wehenmittel in den einzelnen Abschnitten der Geburt“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58 (1932), S. 8–12.
- Kugelman, Bernhard, „Die Gefahren der Insulinüberdosierung in der Therapie der Leberkrankheiten“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58 (1932), S. 651–652.
- Kuhlmann, Heide, *Die Zauberstoffe im Wampenbries*, Hannover 1999 (http://www.heide-kuhlmann.de/html/2/1/wamNavigation.xml/portfolio/wam/wam_motti.html, 28.8.2008).

- Kuhn, A., H. Gerhard, „Zur Methodik der Vitamin B₁-Bestimmung mittels Thiochrom“, in: Klinische Wochenschrift 20 (1941), S. 867–877.
- Kuhn, Otto, „Entwicklungsphysiologische Untersuchungen an der Vogelfeder“, in: Archiv für Entwicklungsmechanik 127 (1933), S. 456–541.
- Kuhn, K., „Auf dem Wege zur künstlichen Gewinnung eines Vitamins“, in: Die Umschau 31 (1927), S. 524–525.
- Kuhn, Richard, „Richard Willstätter. 1872–1942“, in: Die Naturwissenschaften 36 (1949), S. 1–5.
- Kuhn, Richard, „Die Entdeckung physiologischer Wirkungen altbekannter Naturstoffe“, in: Angewandte Chemie 53 (1940), S. 309–313.
- Kuhn, Richard, „Über die Wirkungsweise eines Vitamins“, in: Forschungen und Fortschritte 10 (1934), S. 249–250.
- Kuhn, Richard, „Carotin und Carotinoide“, in: Forschungen und Fortschritte 9 (1933), S. 426–427.
- Kuhn, Richard, Hans Andersag, Kurt Westphal, u. Gerhard Wendt, „Vitamin B₆, ein Derivat des β -Oxy-pyridins“, in: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 72 (1939), S. 309–310.
- Kuhn, Richard, Gerhard Wendt, u. Kurt Westphal, „Die Konstitution des Adermins“, in: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 72 (1939), S. 310–311.
- Kuhn, A., H. Gerhard, „Zur Kenntnis der Wirkung des natürlichen C-Vitamins“, in: Hippokrates (1941), S. 1284.
- Kunze, R., „Die Bedeutung der Vitamine für die menschliche Gesundheit. Nach einem in Bad Hersfeld gehaltenen Vortrag von Prof. Dr. W. Pfannenstiel, Marburg“, in: Zeitschrift für Ernährung 3 (1933), S. 279–280.
- Kunze, R., „Das Bleichen des Mehles verboten – in Frankreich und in der Schweiz“, in: Zeitschrift für Ernährung 2 (1932), S. 118–120.
- Landwehr, Achim (Hg.), „Diskursiver Wandel“, Wiesbaden 2010.
- Lang, Andreas, Lebensmittelchemiker in Uniform, München 2006.
- Langewiesche, Dieter, Zeitwende, Göttingen 2008.
- Laquer, Fritz, „Die Vitamine B₁ und C“, in: Abderhalden (Hg.), Handbuch, S. 1111–1210.
- Laquer, Fritz, „Chemie der Vitamine und Hormone. Nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung“, in: Klinische Wochenschrift 9 (1930), S. 97–102.
- Laquer, Fritz, „Versuche zur Isolierung des Hormons aus dem Epithelkörperchen“, in: Fortschritte der Medizin 44 (1926), S. 387–388.
- Laqueur, Ernst, „Bewertung der Ovarialtherapie. Grundlagen“, in: Deutsche Medizinische Wochenschrift 58 (1932), S. 959–964.
- Laqueur, Ernst, Bedeutung der Entwicklungsmechanik für die Physiologie, Jena 1918.
- Latour, Bruno, Das Parlament der Dinge, Frankfurt am Main 2001.
- Latour, Bruno, Die Hoffnung der Pandora, Frankfurt am Main 2000.
- Latour, Bruno, Wir sind nie modern gewesen, Berlin 1995.
- Latour, Bruno, „The Costly, Ghastly Kitchen“, in: Cunningham/Williams (Hg.), Laboratory, S. 295–303.
- Latour, Bruno, Science in Action, Cambridge/Mass. 1987.
- Latour, Bruno, „Give Me a Laboratory and I will Raise the World“, in: Knorr-Cetina/Mulkay (Hg.), Science, S. 141–170.
- Latzel, Klaus, Staatsdoping, Köln, Weimar, Wien 2009.
- Lau, Hans, Paul Baier, „Über Versuche zur gelenkten Krebserzeugung durch Zusammenwirken einer spezifischen Krebsnoxen (2-Acetylaminofluoren) und einer nichtkrebsspezifischen Schädigung (Cholinmangelernährung)“, in: Langenbecks Archiv für Klinische Chirurgie 278 (1954), S. 156–172.
- Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde, Das Lebensmittelgesetz mit den Änderungen und Ergänzungen der Novelle vom 21.12.1958, hg. v. Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e. V., Wiesbaden, Berlin 1959.
- Lehnartz, Emil, Chemische Physiologie. Sechste Auflage, Berlin 1943.
- Leimkugel, Frank, Wege Jüdischer Apotheker, Eschborn 1999.

- Leinzinger, E., „Zur Frage der Wehenauslösung durch oestrogene Wirkstoffe mit besonderem Hinweis auf die nachteiligen Folgen für die Lactation“, in: *Archiv für Gynäkologie* 172 (1941), S. 414–432.
- Lemberg, Hans (Hg.), „Universitäten in nationaler Konkurrenz“, München 2003.
- Lemke, Thomas, *Biopolitik*, Hamburg 2007.
- Lemke, Thomas, „Neoliberalismus, Staat und Selbsttechnologien. Ein kritischer Überblick über die governmentality studies“, in: *Politische Vierteljahresschrift* 41 (2000), S. 31–47.
- Lengwiler, Martin, Jeanette Madarász (Hg.), „Das präventive Selbst“, Bielefeld 2010.
- Lengwiler, Martin, Jeannette Madarász, „Präventionsgeschichte als Kulturgeschichte der Gesundheitspolitik“, in: *Lengwiler/Madarász (Hg.)*, *Selbst*, S. 11–30.
- Lenoir, Timothy, *Instituting Science*, Stanford 1997.
- Lenoir, Timothy, „Revolution from above: The Role of the State in Creating the German Research System, 1810–1910“, in: *The American Economic Review* 88 (1998), S. 22–27.
- Lenoir, Timothy, „A Magic Bullet: Research for Profit and the Growth of Knowledge in Germany around 1900“, in: *Minerva* 26 (1988), S. 66–88.
- Lenzner, Curt, *Gift in der Nahrung*, Leipzig 1931.
- Lepp, Nicola, Martin Roth, u. Klaus Vogel (Hg.), „Der neue Mensch“, Dresden 1999.
- Lesch, John E. (Hg.), „The German Chemical Industry in the Twentieth Century“, Dordrecht 2000.
- Lewis, Jeffrey, „From Virus Research to Molecular Biology: Tobacco Mosaic Virus in Germany, 1936–1956“, in: *Journal of the History of Biology* 37 (2004), S. 259–301.
- Leyendecker, G., B. B. Saxena, „Tagesschwankung der Konzentrationen von Follikelstimulierendem (FSH) und Luteinisierendem (LH) Hormon im menschlichen Plasma“, in: *Klinische Wochenschrift* 48 (1970), S. 236–238.
- Liek, Erwin, *Krebsverbreitung, Krebsbekämpfung, Krebsverhütung*, München 1932.
- Lieske, Jürgen, *Forschung als Geschäft*, Frankfurt am Main, New York 2000.
- Link, Jürgen, *Versuch über den Normalismus*, Opladen 1997.
- Link, Jürgen, „Normativ‘ oder ‚normal‘. Diskursgeschichtliches zur Sonderstellung der Industrienorm im Normalismus, mit einem Blick auf Walter Cannon“, in: *Sohn/Mehrtens (Hg.)*, *Normalität*, S. 30–44.
- Lipphardt, Veronika, Dirk Rupnow, Jens Thiel, u. Christina Wessely (Hg.), „Pseudo-Wissenschaft“, Frankfurt am Main 2008.
- Lipschütz, Alexander, *Steroid Hormones and Tumors*, London 1950.
- Livengood, Jonathan, „Why Was M. S. Iswett’s Chromatographic Adsorption Analysis Rejected?“, in: *Studies in History and Philosophy of Science, Part A*, 40 (2009), S. 57–69.
- Loeser, A., „Hormone, welche die Geschlechtsorgane beeinflussen (Sexualhormone)“, in: *Rein (Hg.)*, *Physiology. Part II*, S. 204–235.
- Loeser, Arnold, „Zur Pharmakologie und Toxikologie des 4,4’-Dioxy- α , β -Diäthylstilben (Diäthylstilboestrol)“, in: *Klinische Wochenschrift* 18 (1939), S. 346–347.
- Loeser, Arnold, „Untersuchungen über die Pharmakologie und Toxikologie synthetischer Brunsstoffe (4,4’-Dioxy- α , β -Diäthylstilben)“, in: *Zeitschrift für experimentelle Medizin* (1938), S. 430–446.
- Loewe, Ida A., Hermann E. Voss, u. Walter S. Loewe, 1884–1963, Mannheim 1970.
- Loewe, S., „Ist der Allen-Doisy-Test spezifisch für das weibliche Sexualhormon?“, in: *Klinische Wochenschrift* 6 (1927), S. 500.
- Ludwig, H., „Das ‚Kaufmann-Schema‘ zur Behandlung dysfunktioneller uteriner Blutungen“, in: *Der Gynäkologe* 41 (2008), S. 1–4.
- Ludwig, H., „Navratil, Käser, Ober. Vertreter gynäkologischer Operationskunst in der deutschsprachigen Gynäkologie“, in: *Der Gynäkologe* 40 (2007), S. 925–928.
- Ludwig, H., „Ludwig Fraenkel: Das Corpus luteum ist eine Drüse innerer Sekretion“, in: *Der Gynäkologe* 37 (2004), S. 556–558.
- Ludwig, Karl-Heinz, *Technik und Ingenieure im Dritten Reich*, Königstein 1974.
- Lüdtke, Karlheinz, *Entscheidbarkeit wissenschaftlicher Kontroversen*, Berlin 2003.

- Lück, E., „Geschichte der Verwendung von Lebensmittelzusatzstoffen“, in: Deutsche Lebensmittel Rundschau 84 (1988), S. 277–281.
- Lüttringhaus, Arthur, „Vitamin D“, in: Abderhalden (Hg.), Handbuch, S. 1241–1268.
- Lundgreen, Peter, „Staatliche hochschulfreie Forschung in Berlin und die NS-Wissenschaftspolitik“, in: Fischer (Hg.), Exodus, S. 116–126.
- Lundgreen, Peter, Bernd Horn, Wolfgang Krohn, Günter Küppers, u. Rainer Paslack, Staatliche Forschung in Deutschland 1870–1980, Frankfurt am Main, New York 1986.
- Lundvall, Bengt-Ake, National Systems of Innovation, London 1992.
- Lungwitz, Hans, „Ueber Insulin-Fornet“, in: Fortschritte der Medizin 42 (1924), S. 122–124.
- Lupton Deborah (Hg.), „Risk and Sociocultural Theory“, Cambridge 1999.
- Luxbacher, Günther, Roh- und Werkstoffe für die Autarkie, Berlin 2004.
- Lynen, Feodor, „Fifty Years Ago. The identification of ‚active acetate‘ as Acetyl CoA“, in: FEBS Letter 509 (2001), S. 343–344.
- Lynen, Feodor, „Über chemische Baupläne des Lebendigen“, in: Münchener Universitätsreden. Neue Folge (1966) Heft 40, S. 1–20.
- Lynen, Feodor, „Coenzym A, Ein Bindeglied zwischen energieliefernden und -verbrauchenden Reaktionen des Zellstoffwechsels“, in: Klinische Wochenschrift 35 (1957), S. 213–222.
- Maas, Ad, Hans Hooijmaijers (Hg.), „Scientific Research in World War II“, New York, London 2009.
- Mackensen, Rainer, Josef Ehmer (Hg.), Bevölkerungslehre und Bevölkerungspolitik im „dritten Reich“, Wiesbaden 2004.
- Mackensen, Rainer, Jürgen Reulecke, u. Josef Ehmer (Hg.), „Ursprünge, Arten und Folgen des Konstrukts ‚Bevölkerung‘ vor, im und nach dem ‚Dritten Reich‘“, Wiesbaden 2009.
- Macrakis, Kristie, Surviving the Swastika, New York 1993.
- Macrakis, Kristie, „The survival of Basic Biological Research in National Socialist Germany“, in: Journal for the History of Biology 26 (1993), S. 519–543.
- Maier, Helmut (Hg.), „Rüstungsforschung im Nationalsozialismus“, Göttingen 2002.
- Maier, Helmut (Hg.), „Gemeinschaftsforschung. Bevollmächtigte und der Wissenstransfer“, Göttingen 2007.
- Maier, Helmut, Forschung als Waffe, Göttingen 2008.
- Maier, Helmut, „Einleitung“, in: Maier (Hg.), Gemeinschaftsforschung, S. 7–31.
- Maier, Helmut, „‚Unideologische Normalwissenschaft‘ oder Rüstungsforschung? Wandlungen naturwissenschaftlich-technologischer Forschung und Entwicklung im ‚Dritten Reich‘“, in: vom Bruch/Kaderas (Hg.), Wissenschaften, S. 253–262.
- Maier, Karl, „Natürliche oder synthetische Vitamine?“, in: Chemiker-Zeitung 65 (1941), S. 444–445.
- Maitra, Robin T., „... wer imstande und gewillt ist dem Staate mit Höchstleistungen zu dienen!“ Husum 2001.
- Manegold, Karl-Heinz, Universität, Technische Hochschule und Industrie, Berlin 1970.
- Manstein, B., „Der Einfluß großer Dosen des Follikelhormons auf die Milchsekretion normal stillender Wöchnerinnen“, in: Deutsche Medizinische Wochenschrift 68 (1942II), S. 1002–1005.
- Marks, Harry M., „Cortisone, 1949. A Year in the Political Life of a Drug“, in: Bulletin of the History of Medicine 66 (1992), S. 419–439.
- Marks, Lara V., Sexual Chemistry, New Haven, London 2001.
- Marlow, H. W., „Groups Involved in the Zimmermann and Kober Reactions“, in: The Journal of Biological Chemistry (1950), S. 167–171.
- Marsch, Ulrich, „Vom privaten Verein zur staatlichen Finanzierung: zum Antrags- und Evaluationsystem in Deutschland und Großbritannien“, in: Dörries/Daston/Hagner (Hg.), Wissenschaft, S. 67–76.
- Marsch, Ulrich, Zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, Paderborn 2000.
- Marsch, Ulrich, „Strategies for Success. Research Organization in German Chemical Companies and IG Farben until 1936“, in: History and Technology 12 (1994), S. 23–77.

- Marsch, Ulrich, „Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in der Weimarer Republik und im Dritten Reich“, in: Dahlemer Archivgespräche 5 (1999), S. 57–69.
- Marsch, Ulrich, Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, Frankfurt am Main 1994.
- Marschall, Luitgard, Im Schatten der chemischen Synthese, Frankfurt am Main 2000.
- Martin Jörg, Jörg Hardy, u. Stephan Cartier (Hg.), „Welt im Fluss. Fallstudien zum Modell der Homöostase“, Stuttgart 2008.
- Martius, Heinrich, Das kleine Frauenbuch, München 1965.
- Marx, Jörg, „Der Wille zum Kind‘ und der Streit um die physiologische Unfruchtbarkeit der Frau. Die Geburt der modernen Reproduktionsmedizin im Kriegsjahr 1942“, in: Stingelin (Hg.), Biopolitik, S. 112–159.
- Marx, Karl, Friedrich Engels, „Werke“. Band 2, Berlin 1972 [1845].
- Maschmann, Ernst, „Über Unterschiede im Verhalten ‚natürlicher‘ (l-)Aminopeptidasen gegen l- und d, l-Peptide. 11. Mitteilung aus Kenntnis tierischer Peptidasen“, in: Naturwissenschaften 29 (1941), S. 783–784.
- Mautner, „Das isolierte Vitamin“, in: Die Umschau 31 (1927), S. 177.
- McCann, Alfred W., Kultursiechtum und Säuretod, Dresden 1923.
- McCollum, E. V., Nina Simmonds, J. Ernestine Becker, u. P. G. Shirley, „Studies on Experimental Rickets. XXI. An Experimental Demonstration of the Existence of a Vitamin which Promotes Calcium Deposition“, in: Journal of Biological Chemistry 53 (1922), S. 293–312.
- McGovern, Charles, Susan Strasser, u. Mathias Judt (Hg.), „Getting and Spending“, New York 1998.
- Medawar, Jean/Pyke, David, Hitler’s Gift, London 2000.
- Medvei, Victor Cornelius, The History of Clinical Endocrinology, Casterton Hall, One Blue Hill Plaza 1993.
- Mehrtens, Herbert, „Wissenschaftspolitik im NS-Staat. Strukturen und regionalgeschichtliche Aspekte“, in: Fischer (Hg.), Exodus, S. 245–266.
- Meinel, Christoph, Peter Voswinckel (Hg.), Medizin, Naturwissenschaft, Technik und Nationalsozialismus, Stuttgart 1994.
- Melchers, G., „Die Blühormonforschung. Entwicklung und gegenwärtiger Stand“, in: Die Umschau 44 (1940), S. 244–250.
- Melzer, Jörg M., Vollwerternährung, Stuttgart 2003.
- Merres, Ernst, „Grundsätzliches zum Lebensmittelrecht unter besonderer Berücksichtigung der Änderung des Lebensmittelgesetzes“, in: Die Ernährung 1 (1936), S. 74–80.
- Merres, Ernst, Wilhelm Coermann, Die deutsche Lebensmittelgesetzgebung, Gießen 1936.
- Merta, Sabine, Wege und Irrwege zum modernen Schlankheitskult, Stuttgart 2003.
- Mertens, Lothar, „Nur politisch Würdige“. Die DFG-Forschungsförderung im Dritten Reich 1933–1937, Berlin 2004.
- Metlay, Grischa, „Reconsidering Renormalization: Stability and Change in 20th Century Views on University Patents“, in: Social Studies of Science 36 (2006), S. 565–597.
- Meyer, Konrad, Bodenordnung als volkspolitische Aufgabe und Zielsetzung nationalsozialistischen Ordnungswillens, Berlin 1940.
- Meyer, Ulrich, „Etwas ein Molekül wie das Morphin‘. Die Geschichte der Östrogene“, in: Pharmazie unserer Zeit 33 (2004), S. 352–356.
- Meyer-Thurow, Georg, „The Industrialization of Invention: A Case Study from the German Chemical Industry“, in: Isis 73 (1982), S. 363–381.
- Meyl, Arwed H., „Denkschrift zur Lage der Biologie“, Wiesbaden 1958.
- Mezger, Otto, „Der jetzige Stand der Vitaminforschung“, in: Die Umschau 27 (1923), S. 609–613.
- Micheel, Fritz, „Zur Kenntnis des Vitamin C“, in: Die Naturwissenschaften 21 (1933), S. 63.
- Micheel, Fritz, „Das antiskorbutische Vitamin (Vitamin C)“, in: Forschungen und Fortschritte 9 (1933), S. 186.
- Micheel, Fritz, Kurt Kraft, „Eine Synthese des Vitamins C“, in: Die Naturwissenschaften 22 (1934), S. 205–206.

- Mildenberger, Florian, „Verjüngung und ‚Heilung‘ der Homosexualität. Eugen Steinach in seiner Zeit“, in: Zeitschrift für Sexualforschung 15 (2002), S. 302–322.
- Miller, Peter, Nikolas Rose, „Das ökonomische Leben regieren“, in: Donzelot/Meuret/Miller/Rose (Hg.), Genealogie, S. 54–108.
- Mišková, Alena, „Die Deutsche Universität im Zweiten Weltkrieg“, in: Lemberg (Hg.), Universitäten, S. 177–194.
- Mitchell, Dean, „Risk: Calculable and Incalculable“ in: Lupton (Hg.), Risk, S. 131–159.
- Mitscherlich, Alexander, Fred Mielke, Das Diktat der Menschenverachtung, Heidelberg 1947.
- Mittasch, Alwin, Friedrich Nietzsche als Naturphilosoph, Stuttgart 1952.
- Mittasch, A., „Katalyse und Determinismus“, in: Ergebnisse der Enzymforschung 7 (1938), S. 377–417.
- Mittasch, Alwin, „Über Katalyse und Katalysatoren in Chemie und Biologie“, in: Naturwissenschaften 24 (1936), S. 770–777, 785–790.
- Mittler, Elmar, Fritz Paul (Hg.), „Das Göttinger Nobelpreiswunder“, Göttingen 2004.
- Mocek, Reinhard, Die werdende Form, Marburg 1998.
- Möhring, Maren, Marmorleiber, Köln, Weimar 2004.
- Moore, Carl, „A Critique of Sex Hormone Antagonism“, in: Greenwood (Hg.), Proceedings, S. 293–303.
- Morange, Michel, A History of Molecular Biology, Harvard 2000.
- Morris, Peter J. T., „From Classical to Modern Chemistry“, London, Cambridge 2002.
- Morris, Peter J. T., Anthony S. Travis, „The Role of Physical Instrumentation in Structural Organic Chemistry in the Twentieth Century“, in: Morris (Hg.), Chemistry, S. 57–86.
- Moser, Gabriele, Deutsche Forschungsgemeinschaft und Krebsforschung, 1920–1970, Stuttgart 2011.
- Moser, Gabriele, „From Deputy to ‚Reichsbevollmächtigter‘ and Defendant at the Nuremberg Medical Trials. Dr. Kurt Blome and Cancer Research in National Socialist Germany“, in: Eckart (Hg.), Man, S. 199–220.
- Moser, Gabriele, „Musterbeispiel forscherscher Gemeinschaftsarbeit? Krebsforschung und die Förderungsstrategien von Deutscher Forschungsgemeinschaft und Reichsforschungsrat im NS-Staat“, in: Medizinhistorisches Journal 40 (2005), S. 113–140.
- Moser, Gabriele, Joseph Kuhn, u. Sigrid Stöckel (Hg.), „Die statistische Transformation der Erfahrung“, erscheint 2012.
- MPG, „Presseinformation 23.04.2005. Vater der molekularen Genetik gestorben“ (http://www.biochem.mpg.de/en/news/download/Wolfram_Zillig_gestorben.html).
- Müller, Falk, „The Birth of a Modern Instrument and its Development during World War II: Electron Microscopy in Germany from the 1930s to 1945“, in: Maas/Hooijmaijers (Hg.), Research, S. 121–146.
- Müller, Roland, „Viele haben mehr in Not und Tod gelitten als ich‘. Die Rolle Ernst Kretschmers bei der Kontinuitätssicherung der Psychiatrie“, in: Oehler-Klein/Roelcke (Hg.), Vergangenheitspolitik.
- Müller, Rolf S., Jürgen Petermann, „Östrogen für alle Frauen?, in: Der Spiegel 20 (1966), S. 140–149.
- Müller-Lissner, Adelheid, „Was lange gärt. Otto Warburgs Theorie des Krebswachstums war zu seinen Lebzeiten umstritten. Bekommt er posthum Recht?“, in: Der Tagesspiegel, Nr. 19240 (5.7.2006), S. 24.
- Munzel, Jörg, Ingenieure des Lebendigen und des Abstrakten, Hildesheim 1998.
- Munzel, Jörg, „Zur Geschichte der Biotechnologie in Braunschweig“, in: Kertz (Hg.), Universität, S. 711–719.
- Murray, George R., „Note on the Treatment of Myxoedema by Hypodermic Injections of an Extract of the Thyroid Gland of a Sheep“, in: British Medical Journal (1891), 2, S. 796–797.
- Napp, J. H., M. Tonguç, S. Karaaliler, „Die Oestrogen- und Pregnanoliasscheidung vor, während und nach der Geburt“, in: Archiv für Gynäkologie 194 (1960), S. 1–12.

- Naujoks, H., „Die praktische Bedeutung der zeitlich begrenzten Sterilisierung der Frau“, in: Fortschritte der Medizin 44 (1926), S. 133–137.
- Needham, Joseph (Hg.), „The Chemistry of Life“, London 1970.
- Nelson, Richard R. (Hg.), National Innovation Systems. A Comparative Analysis, Oxford, 1993.
- Neuere Arbeiten der Versuchsstelle für Hauswirtschaft des Deutschen Frauenwerkes, Reichsfrauenführung (Hg.), Leipzig 1938.
- Neumann, Alexander, „Nutritional Physiology in the ‚Third Reich‘ 1933–1845“, in: Eckart (Hg.), Man, S. 49–59.
- Neumann, Gerhard, Alois Wierlacher, u. Rainer Wild (Hg.), „Essen und Lebensqualität“, Frankfurt am Main 2001.
- Neuweiler, W., „Über die Vitamin C-Bestimmungsmethode von Martini und Bonsignore“, in: Klinische Wochenschrift 15 (1936), S. 854–856.
- Nickelsen, Kärin, „Ein bisher unbekanntes Zeitzeugnis. Otto Warburgs Tagebuchnotizen von Februar – April 1945“, in: NTM 16 (2008), S. 103–115.
- Nikolow, Silvia, Arne Schirmacher (Hg.), „Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander“, Frankfurt am Main 2007.
- Nipperdey, Thomas, Ludwig Schmugge, 50 Jahre Forschungsförderung in Deutschland, Berlin 1970.
- Noack, Thorsten, „Begehrte Leichen. Der Berliner Anatom Hermann Stieve (1886–1952) und die medizinische Verwertung Hingerichteter im Nationalsozialismus“, in: Medizin, Gesellschaft und Geschichte 26 (2007), S. 9–36.
- Nötzoldt, Peter, „Zur Etablierung der Schwerpunktförderung Mitte der 1920er Jahre“, in: Veröffentlichungen. Jahrbuch 2002, Berlin 2003, S. 288–294.
- Nötzoldt, Peter, „Die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Spannungsfeld von Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und Akademien der Wissenschaften bis 1945. Wer oder was ist jene DFG, die uns in den Projekten begegnet?“. Unveröffentlichtes Manuskript.
- Noorden, Carl von, „Insulinkuren bei Zuckerkranken“, in: Die Umschau 27 (1923), S. 705–707.
- Nord, F.F., H. Hofstetter, u. Else Dammann, „Enzymatische Umsetzungen durch *Fusarium lini* Bolley und *Fusarium oxysporum*“, in: Biochemische Zeitschrift 293 (1937), S. 231–255.
- Nowotny, Helga, Peter Scott, u. Michael Gibbons, Re-Thinking Science, Cambridge 2001.
- Nowotny, Helga, Peter Scott, u. Michael Gibbons, „Introduction. ‚Mode 2‘ Revisited. The New Production of Knowledge“, in: Minerva 41 (2003), S. 179–194.
- Oberkrome, Willi, Ordnung und Autarkie, Stuttgart 2009.
- Oehler-Klein, Sigrid, Volker Roelcke (Hg.), „Vergangenheitspolitik in der universitären Medizin nach 1945“, Stuttgart 2007.
- Offergeld, Heinrich, „Der Einfluß der Ernährung auf die Drüsen mit innerer Sekretion“, in: Zeitschrift für Ernährung 2 (1932), S. 257–265 und S. 304–311.
- Okintschitz, L.L., „Ueber die gegenseitigen Beziehungen einiger Drüsen mit innerer Sekretion“, in: Archiv für Gynäkologie 102 (1914), S. 333–410.
- Oleschinski, Brigitte, „Der ‚Anatom der Gynäkologen‘. Hermann Stieve und seine Erkenntnisse über Todesangst und weiblichen Zyklus“, in: Beiträge zur nationalsozialistischen Gesundheitspolitik 10 (1992), S. 211–218.
- Oppenheimer, Carl, „Neue Gebiete und neue Forschungen der Hormonlehre“, in: Deutsche Medizinische Wochenschrift 58 (1932), S. 1691–1693.
- Oppenheimer, Carl, „Chemie der Hormone und Vitamine. Ein Überblick über die neuesten Entdeckungen“, in: Deutsche Medizinische Wochenschrift 58 (1932), S. 17–19.
- Otis, Laura, Membranes, Baltimore 1999.
- Otto, H., F. Rühmekorb, „Zur quantitativen Bestimmung des Vitamin B₁. Stellungnahme zu der gleichlautenden Veröffentlichung v. Mallinckrodt-Haupt“, in: Klinische Wochenschrift 18 (1939), S. 645.
- Oudshoorn, Nelly, Beyond the Natural Body, London, New York 1994.

- Paech, Karl, „Das Verhalten der Vitamine bei der Gefrierkonservierung von Obst und Gemüse“, in: *Die Ernährung* 2 (1937), S. 167–172.
- Paech, K., E. Loeser, *Die Gefrierkonservierung von Gemüse, Obst und Fruchtsäften*, Berlin 1941.
- Panter, Peter, „Berlins Bester“, in: *Die Weltbühne* 21 (1925) 3, S. 95.
- Parascandola, John, *The Development of American Pharmacology*, Baltimore 1992.
- Pasero, Ursula, Friederike Braun (Hg.), „Wahrnehmung und Herstellung von Geschlecht“, Opladen, Wiesbaden 1999.
- Pauling, Linus, „The Significance of the Evidence about Ascorbic Acid and the Common Cold“, in: *Proceedings of the National Academy of Science* 68 (1971), S. 2678–2681.
- Pearce, Frank, Steve Tombs, „Hegemony, Risk and Governance: ‚Social Regulation‘ and the American Chemical Industry“, in: *Economy & Society* 25 (1996), S. 428–454.
- Peller, Sigismund, „Aufgaben und Methodik der Erhebungen über Massenernährung“, in: *Zeitschrift für Ernährung* 1 (1931), S. 247–256.
- Pelzer, Birgit, Reinhold Reith, *Margarine*, Berlin 2001.
- Penzlin, Heinz, „Wilhelm Roux begründet die Entwicklungsmechanik“, in: *Biologie in unserer Zeit* 6 (2005), S. 422–423.
- Pestre, D., „Science, Political Power and the State“, in: *Krige/Pestre* (Hg.), *Companion*, S. 61–75.
- Peter, Jürgen, *Der Nürnberger Ärzteprozeß im Spiegel seiner Aufarbeitung anhand der drei Dokumentensammlungen von Alexander Mitscherlich und Fred Mielke*, Münster 1994.
- Petermann, Heike, „Die biologische Zukunft der Menschheit. Der Kontext des CIBA-Symposiums ‚Man and his Future‘ (1962) und seine Rezeption“, in: *Mackensen/Reulecke/Ehmer* (Hg.), *Ursprünge*, S. 393–414.
- Petersen, Hans-Christian, Sönke Zankel, „Werner Catel – ein Protagonist der NS-‚Kindereuthanasie‘ und seine Nachkriegskarriere“, in: *Medizinhistorisches Journal* 38 (2003), S. 139–173.
- Pethes, Nicolas, Silke Schicktanz, „Identität, Lust, Reproduktion“, Frankfurt am Main, New York 2008.
- Petzina, Heinz Dietmar, *Autarkiepolitik im Dritten Reich*, Stuttgart 1968.
- Peyer, Hans Conrad, Roche. *Geschichte eines Unternehmens 1896–1996*, Basel 1996.
- Pfannenstiel, Wilhelm, Werner Salomon, „Versuche über Brotkonservierung“, in: *Die Ernährung* 4 (1939), S. 97–108.
- Pfetsch, Frank R., „Staatliche Wissenschaftsförderung in Deutschland 1870–1933“, in: *vom Bruch/Müller* (Hg.), *Formen*, S. 113–138.
- Pfetsch, Frank R., *Zur Entwicklung der Wissenschaftspolitik in Deutschland, 1750 bis 1914*, Berlin 1974.
- Pfleiderer, G., „Biochemie“, in: *Naturwissenschaften* 61 (1974), S. 377–384.
- Philipp, E., „Die hormonale Wirkung der Plazenta“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58 (1932), S. 217–219.
- Pies, Rolf, „Vergleichende Untersuchungen im Vitamin-A- und Vitamin-C-Stoffwechsel bei ungleich ernährten Männern“, in: *Die Ernährung* 3 (1938), S. 316–318.
- Pincus, Gregory, William H. Pearlman, „Alcoholic and Non-Alcoholic Ketosteroids and the Zimmerman Color Reaction“, in: *Science* 93 (1941), S. 163–164.
- Pincussen, L., „89. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Aerzte in Düsseldorf vom 19. bis 25. September 1926 (Schluß.)“, in: *Fortschritte der Medizin* 44 (1926), S. 1149–1154.
- Plagge, Ernst, „Das Verpuppungshormon der Schmetterlinge“, in: *Forschungen und Fortschritte* 15 (1939), S. 175–177.
- Plank, R., *Die Frischhaltung von Lebensmitteln durch Kälte*, Berlin 1940.
- Plotz, E. J., J. Haller, H. Ludwig, F. Neumann, K. G. Ober, K. Überla, u. G. L. Wied, „Nebenwirkungen oraler Kontrazeptiva: eine Kritik der Prüfungsmethoden“, in: *Archiv für Gynäkologie* 214 (1973), S. 367–373.
- Podach, Erich F., „Fortschritte in der Insulin-Therapie“, in: *Die Umschau* 29 (1925), S. 228.

- Podletschka, K., „Die Stellung des Ergobasin als Wehenmittel zur Einleitung der Geburt in der Eröffnungsperiode“, in: *Archiv für Gynäkologie* 169 (1939), S. 203–219.
- Pohl, R., „Zum optischen Nachweis eines Vitamins“, in: *Die Naturwissenschaften* 15 (1927), S. 433–438.
- Polanyi, Michael, „Reine und angewandte Wissenschaft und ihre angemessenen Organisationsformen“, in: *Kongress für die Freiheit der Kultur* (Hg.), *Wissenschaft*, S. 17–27.
- Pontius, Dieter, „Neue Methode zur Bestimmung der Oestrogene (Vorläufige Mitteilung)“, in: *Klinische Wochenschrift* 31 (1953), S. 1010.
- Pontius, D., I. Beckmann, K.-D. Voigt, „Untersuchungen über die Spezifität einzelner Farbreaktionen von Steroiden und ihre klinische Anwendung“, in: *Acta Endocrinologica* 20 (1955), S. 19–38.
- Pontius, D., W. Schroeder, „Die klinische Verwertbarkeit von zwei neuen Farbreaktionen für androgene Harnsterioide“, in: *Klinische Wochenschrift* 33 (1955), S. 1084–1089.
- Porter, Roy, Lesley Hall, *The Facts of Life*, New Haven, London 1995.
- Präsidium der Internationalen Gesellschaft für Nahrungs- und Vitalstoff-Forschung, „Zur Einführung“, in: *Vitalstoffe* 1 (1956) 1, S. 1–2.
- Prinke, Gertrud, „Klinische Erfahrungen mit dem neuen Rachitisheilmittel von Windaus-Hess“, in *Klinische Wochenschrift* 6 (1927), S. 1644–1647.
- Priwitzer, Erwin, Ernst Kretschmer und das Wahnproblem, Tübingen 2007.
- Proctor, Robert N., *The Nazi War on Cancer*, Princeton 1999.
- Proctor, Robert N., *Racial Hygiene*, Cambridge/Mass. 1988.
- Prüll, Cai-Rüdiger, „Caught between the Old and the New: Walther Straub (1874–1944), the Question of Drug Receptors and the Rise of Modern Pharmacology“, in: *Bulletin of the History of Medicine* 80 (2006), S. 465–489.
- Pulfrich, C., „Über ein den Empfindungsstufen des Auges tunlichst angepasstes Photometer, Stufenphotometer genannt, und über seine Verwendung als Farbmesser, Trübungsmesser, Kolloidometer, Kolorimeter und Vergleichsmikroskop“, in: *Zeitschrift für Instrumentenkunde* 45 (1925), S. 35–44, 61–70, 109–120, 521–530.
- Rabinbach, Anson, *The Human Motor*, New York 1990.
- Rabinow, Paul, *Anthropologie der Vernunft*, Frankfurt am Main 2004.
- Rabkin, Yakov M., „Technological Innovation in Science: The Adoption of Infrared Spectroscopy by Chemists“, in: Morris (Hg.), *Chemistry*, S. 3–28.
- Raehlmann, Irene, *Arbeitswissenschaft im Nationalsozialismus*, Wiesbaden 2005.
- Randow, Thomas von, „Statt Baby Angst vor Krebs? Fatales Sensationsgeschrei um einen umstrittenen Befund“, in: *Die Zeit* (30.10.1964) 44.
- Raphael, Lutz, „Die Verwissenschaftlichung des Sozialen als methodische und konzeptionelle Herausforderung für eine Sozialgeschichte des 20. Jahrhunderts“, in: *Geschichte und Gesellschaft* 22 (1996), S. 165–193.
- Rasmussen, Nicolas, *On Speed*, New York, 2008.
- Rasmussen, Nicolas, „The Drug Industry and Clinical Research in Interwar America. Three Types of Physician Collaborator“, in: *Bulletin for the History of Medicine* 79 (2005), S. 50–80.
- Rasmussen, Nicolas, „The Moral Economy of the Drug Company – Medical Scientist Collaboration in Interwar America“, in: *Social Studies of Science* 34 (2004), S. 161–185.
- Rasmussen, Nicolas, „Steroids in Arms: Science, Government, Industry, and the Hormones of the Adrenal Cortex in the United States, 1930–1950“, in: *Medical History* 46 (2002), S. 299–324.
- Rasmussen, Nicolas, „The Forgotten Promise of Thiamin: Merck, Caltech Biologists, and Plant Hormones in a 1930s Biotechnology Project“, in: *Journal of the History of Biology* 32 (1999), S. 245–261.
- Ratmoko, Christina, *Damit die Chemie stimmt*, Zürich 2010.
- Ratmoko, Christina, „Zwischen Kooperation und Konkurrenz. Die mehrfache Entdeckung von Testosteron“, in: Eschenbruch/Balz/Klöppel/Hulverscheidt (Hg.), *Arzneimittel*, S. 123–141.

- Ratmoko, Christina, „Hormone aus dem Industrielabor. Die Erforschung und Herstellung von Geschlechtshormonen bei der Ciba zwischen 1910 und 1940“, in: Schweizerische Zeitschrift für Geschichte 55 (2005), S. 84–94.
- Reagin, Nancy, „Comparing Apples and Oranges: Housewives and the Politics of Consumption in Weimar and Nazi Germany“, in: McGovern/Strasser/Judt (Hg.), Getting, S. 241–261.
- Rebentrost, Inken, Das Labor in der Box, München 2006.
- Redaktion und Schriftleitung, „Zur Einführung“, in: Zeitschrift für Ernährung 1 (1931), S. 1–2.
- Rees, Tobias, Carlo Caduff, „Einleitung: Anthropos plus Logos“, in: Rabinow, Anthropologie, S. 7–28.
- Rein, Friedrich Hermann (Hg.), „Physiology. Part II: Vegetative Physiology“, Wiesbaden 1948.
- Reinhardt, Carsten, Shifting and Rearranging, Sagamore Beach 2006.
- Reinhardt, Carsten, Forschung in der chemischen Industrie, Freiburg 1997.
- Reiter, Hans, „Gesundheitsführung in der Ernährung“, in: Die Ernährung 3 (1938), S. 181–189.
- Reiter, H., „Mitteilung an die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsforschung“, in: Die Ernährung 1 (1936), S. 4.
- Remy, E., „Konserven und Vitamine“, in: Die Umschau 32 (1928), S. 484–487.
- Remy, E., „Vitamine“, in: Die Umschau 29 (1925), S. 4–6.
- Rentetzi, Maria, Trafficking Materials and Gendered Experimental Practices, New York 2008.
- Reuland, Andreas Jens, Menschenversuche in der Weimarer Republik, Norderstedt 2004.
- Rheinberger, Hans-Jörg, „Epistemology. What happened to molecular biology?“, in: B. I. F. Futura 22 (2007), S. 218–223.
- Rheinberger, Hans-Jörg, Epistemologie des Konkreten, Frankfurt am Main 2006.
- Rheinberger, Hans-Jörg, „Die Zusammenarbeit zwischen Adolf Butenandt und Alfred Kühn“, in: Schieder/Trunk (Hg.), Adolf Butenandt, S. 169–197.
- Rheinberger, Hans-Jörg, „Über die Wirkungsweise der Erbanlagen‘. Alfred Kühns Untersuchungen über ‚Genwirkstoffe‘ und ihre Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Rockefeller Foundation“, in: Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschende Freunde zu Berlin, N. F. 40 (2002), S. 83–102.
- Rheinberger, Hans-Jörg, „Die Stiftung Volkswagenwerk und die Neue Biologie. Streiflichter auf eine Förderbiographie“, in: Globig (Red.), Impulse, S. 197–235.
- Rheinberger, Hans-Jörg, „Spuren der Radioaktivität: Szintillationsmaschinen, 1950–1970“, in: Kunsthochschule für Medien Köln (Hg.), Goodbye, S. 162–186.
- Rheinberger, Hans-Jörg, Experimentalsysteme und epistemische Dinge, Göttingen 2001.
- Rheinberger, Hans-Jörg, „Virusforschung an den Kaiser-Wilhelm-Instituten für Biochemie und Biologie“, in: Kaufmann (Hg.), Geschichte, S. 676–698.
- Rheinberger, Hans-Jörg, „Repräsentationen der molekularen Biologie“, in: Lepp/Roth/Vogel (Hg.), Mensch, S. 81–89.
- Rheinberger, Hans-Jörg, „Jenseits von Natur und Kultur. Anmerkungen zur Medizin im Zeitalter der Molekularbiologie“, in: Borck (Hg.), Anatomien, S. 287–306.
- Rheinberger, Hans-Jörg, Kurze Geschichte der Molekularbiologie (Preprint of the Max-Planck-Institute for the History of Science), Berlin 1995.
- Rheinberger, Hans-Jörg, „Vom Mikrosom zum Ribosom. ‚Strategien‘ der ‚Repräsentation‘ 1935–1955“, in: Rheinberger/Hagner, Experimentalisierung, S. 162–187.
- Rheinberger, Hans-Jörg, Michael Hagner, „Die Experimentalisierung des Lebens“, Berlin 1993.
- Rheinberger, Hans-Jörg, Staffan Müller-Wille, Vererbung, Frankfurt am Main 2009.
- Richards, Evelleen, „The Politics of Therapeutic Evaluation: The Vitamin C and Cancer Controversy“, in: Social Studies of Science 18 (1988), S. 653–701.
- Richter Steffen, Herbert Mehrtens (Hg.), Naturwissenschaft, Technik und NS-Ideologie, Frankfurt am Main 1980.
- Riedel, Matthias, „Die Akromegalie. Ihre Erforschung im Vorfeld der modernen Endokrinologie“, in: Medizinhistorisches Journal 27 (1992), S.320–339.
- Rietschel, Hans, „Vitamine und Gebißverfall“, in: Die Ernährung 4 (1939), S. 171–177.

- Rietschel, H., „Wie groß ist der C-Vitaminmangel des Menschen?“, in: Deutsche Medizinische Wochenschrift 64 (1938), S. 1382.
- Rip, Arie, „Co-Evolution of Science, Technology and Society. Enschede, 7 June 2002. Expert Review for the Bundesministerium Bildung und Forschung's Förderinitiative ‚Politik, Wissenschaft und Gesellschaft‘ (Science Policy Studies: modulating co-evolutionary processes)“ (<http://www.sciencepolicystudies.de/dok/expertise-rip.pdf>, 16.1.2008).
- Ritsert, K., „Vereinfachte Bestimmung des Aneurins im Harn nach der Thiochrommethode“, in: Klinische Wochenschrift 19 (1940), S. 446–449.
- Ritter, Gerhard A., Großforschung und Staat in Deutschland, München 1992.
- Roberts, Celia, Messengers of Sex, Cambridge 2007.
- Roberts, Celia, „A Matter of Embodied Fact: Sex Hormones and the History of Bodies“, in: Feminist Theory 3 (2002), S. 7–26.
- Roedelius, „Berliner Medizinische Gesellschaft, 2., 9. u. 16. III. 1932“, in: Deutsche Medizinische Wochenschrift 58 (1932), S. 992–993.
- Roeder, Georg, „Beiträge zur Frage der Vitaminierung der Milch“, in: Milchwissenschaft 21, (1966), S. 98–102.
- Roelcke, Volker, „Gesund ist der moderne Culturmensch keineswegs ...“. Natur, Kultur und die Entstehung der Kategorie ‚Zivilisationskrankheit‘ im psychiatrischen Diskurs des 19. Jahrhunderts“, in: Barsch/Hejl (Hg.), Menschenbilder, S. 215–236.
- Römcke, O., O. Rygh, „Ein Fall von Menschenkorbut mit synthetischem C-Vitamin behandelt“, in: Deutsche Medizinische Wochenschrift 58 (1932), S. 1362–1363.
- Rohde, Wolfgang, Georg Hinz, „Endokrinologische Forschung an der Charité-Frauenklinik (II. Universitäts-Frauenklinik) 1908–1951, zugleich Keimzelle des 1951 gegründeten Instituts für Experimentelle Endokrinologie der Charité“, in: David/Ebert (Hg.), Geschichte, S. 131–162.
- Rojahn, C. A., „Über die neuen Arzneimittel des Jahres 1936“, in: Archiv der Pharmazie und Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft 46 (1937), S. 196–213.
- Rojahn, C. A., „Über die neuen Arzneimittel des Jahres 1935“, in: Archiv der Pharmazie und Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft 46 (1936), S. 195–214.
- Rojahn, C. A., „Über die neuen Arzneimittel des Jahres 1934“, in: Archiv der Pharmazie und Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft 45 (1935), S. 177–194.
- Rojahn, C. A., „Neue Arzneimittel des Jahres 1933“, in: Archiv der Pharmazie und Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft 44 (1934), S. 570–592.
- Ronge, Hans, „Das individuelle biologische Bestmaß in der Ernährung, eine zeitgebundene sowie zeitgerichtete nationale Forderung und Aufgabe!“, in: Die Ernährung 8 (1943), S. 264–274.
- Rose, Nikolas, The Politics of Life itself, Princeton 2007.
- Rose, Nikolas, „The Politics of Life Itself“, in: Theory, Culture and Society 18 (2001), S. 1–30.
- Rosenheim, Otto, Jack Cecil Drummond, „A Delicate Colour Reaction for the Presence of Vitamin A“, in: Biochemical Journal 19 (1925), S. 753–756.
- Rosenkranz, George, „From Ruzicka's Terpenes in Zurich to Mexican Steroids via Cuba“, in: Steroids 57 (1992), S. 409–418.
- Rothschuh, Karl E., „Historische Wurzeln der Vorstellung einer selbsttätigen informationsgesteuerten biologischen Regelung“, in: Nova Acta Leopoldina 206 (1972), S. 91–106.
- Roux, Wilhelm, „Über die Flamme, Probioten und das Wesen des Lebens“, in: Entwicklungsmechanik der Organismen 51 (1922), S. 315–328.
- Roux, Wilhelm, „Dank“, in: Archiv für die Entwicklungsmechanik der Organismen 46 (1920), S. I–XI.
- Roux, Wilhelm, „Ankündigung“, in: Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen 44 (1918), S. 1–4.
- Roux, Wilhelm, „Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Dahlem“, in: Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen 42 (1916), S. 513–515.

- Roux, Wilhelm, „Über die Verschiedenheit der Leistungen der deskriptiven und der experimentellen Forschungsmethode“, in: *Archiv für die Entwicklungsmechanik der Organismen* 23 (1907), S. 344–354.
- Roux, Wilhelm, „Für unser Programm und seine Verwirklichung“, in: *Archiv für die Entwicklungsmechanik der Organismen* 5 (1897), S. 1–80 und S. 219–342.
- Rubner, Max, „Alte und neue Irrwege auf dem Gebiete der Volksernährung“, in: *Forschungen und Fortschritte* 6 (1930), S. 24–25.
- Rudy, Hermann, „Chemie der Vitamine“, in: Stepp (Hg.), *Ernährungslehre*, S. 108–182.
- Rudolph, Willi, „Über den Vitamin-C-Gehalt der Äpfel“, in: *Die Ernährung* 4 (1939), S. 161–171.
- Rühle, Otto, *Das proletarische Kind*, München 1922.
- Rygh, Ottar, „Das C-Vitamin“, in: *Forschungen und Fortschritte* 8 (1932), S. 138.
- S., v., „Innere Drüsen und Geschwulst“, in: *Die Umschau* 28 (1924), S. 100.
- Sabalitschka, Th., „Das ‚ideale‘ chemische Konservierungsmittel für Lebensmittel“, in: *Zeitschrift für Ernährung* 2 (1932), S. 202–208.
- Sachse, Carola (Hg.), „Die Verbindung nach Auschwitz“, Göttingen 2003.
- Sachse Carola, „What Research, to What End? The Rockefeller Foundation and the Max Planck Gesellschaft in the Early Cold War“, in: *Central European History* 42 (2009), S. 97–141.
- Sachse, Carola, „Visionen, Expertisen, Kooperationen. Forschen für das Dritte Reich. Beispiele aus der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft“, in: Hirschfeld/Jersak, (Hg.), *Karrieren*, S. 265–290.
- Sachse, Carola, „Adolf Butenandt und Otmar von Verschuer. Eine Freundschaft von Wissenschaftlern (1942–1969)“, in: Schieder/Trunk (Hg.), *Adolf Butenandt*, S. 286–319.
- Sachse, Carola, „‚Persilscheinkultur‘. Zum Umgang mit der NS-Vergangenheit in der Kaiser-Wilhelm/Max-Planck-Gesellschaft“, in: Weisbrod (Hg.), *Vergangenheitspolitik*, S. 223–252.
- Sadoff, Dianne F., *Sciences of the Flesh*, Stanford 1998.
- Sanger, Frederick, „The Free Amino Groups of Insulin“, in: *Biochemical Journal* 39 (1945), S. 507–515.
- Sarasin, Philipp, „Agamben – oder doch Foucault? Zu: Giorgio Agamben: *Homo Sacer*“, in: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie* 51 (2003), S. 348–353.
- Sarasin, Philipp, Silvia Berger, Marianne Hänseler, u. Myriam Spörri (Hg.), *Bakteriologie und Moderne*, Frankfurt am Main 2006.
- Sarasin, Philipp, Jakob Tanner (Hg.), „*Physiologie und industrielle Gesellschaft*“, Frankfurt am Main 1998.
- Sarkar, Sahotra (Hg.), „*The Philosophy and History of Molecular Biology*“, Dordrecht, Boston, London 1996.
- Satzinger, Helga, *Differenz und Vererbung*. Wien, Köln, Weimar, 2009.
- Satzinger, Helga, „Adolf Butenandt, Hormone und Geschlecht. Ingredienzien einer wissenschaftlichen Karriere“, in: Schieder/Trunk (Hg.), *Adolf Butenandt*, S. 78–133.
- Schäber, E. F., „Das Permeabilitätsvitamin P (Citrin Bayer) als neuer Weg in der Ekzembhandlung“, in: *Münchener Medizinische Wochenschrift* 36 (1941), S. 986.
- Schäfer, Armin, „... und das Wort ist Fleisch geworden. Diskurse der Biopolitik“, in: Bröckling/Bühler/Hahn/Schöning/Weinberg (Hg.), *Disziplinen*, S. 325–340.
- Schäfer, Armin, *Biopolitik des Wissens*, Würzburg 1996.
- Schäfer, Edward A., „Address in Physiology: On Internal Secretions“, in: *The Lancet* 73 (1895), S. 321–324.
- Schäfer, Lisa, „Weitere Erfahrungen mit der Vitamin E-Behandlung“, in: *Klinische Wochenschrift* 21 (1942II), S. 991–994.
- Schäfer, Luise, *Das neue illustrierte Kochbuch*. 107. Auflage, Stuttgart 1927.
- Schagen, Udo, „Die Forschung an menschlichen Organen nach ‚plötzlichem Tod‘ und der Anatom Hermann Stieve (1886–1952)“, in: vom Bruch/Jahr/Schaarschmidt (Hg.), *Berliner Universität*, S. 35–54.
- Schalenberg, Marc, Thomas Walter (Hg.), „...immer im Forschen bleiben!“ Rüdiger vom Bruch zum 60. Geburtstag, Stuttgart 2004.

- Schanda, E., J.D. Dunitz, u. D. Arigoni, „Praemia“, in: *Experientia* 20 (1964), S. 709–712.
- Schauer, A., E. Kunze, B. Burkhard, u. J. Rosnitschek, „Beeinflussung der Cancerisierung der Rattenleber durch Steroidhormone“, in: *Naturwissenschaften* 57 (1970), S. 676–677.
- Scheer, Kurt, „Zwei Jahre Milchbestrahlung zur Rachitisbekämpfung in Frankfurt am Main“, in: *Medizinische Welt* (1942), S. 1069–1072.
- Schering A. G, Berlin, *Hormon-Therapie in der Praxis*. Neubearbeitete und erweiterte zweite Auflage, Berlin 1953.
- Scheunert, Arthur, „Erzeugung und Erhaltung vitaminreicher Lebensmittel“, in: *Angewandte Chemie* 53 (1940), S. 119–123.
- Scheunert, Arthur, „Vitamintabelle der wichtigsten Nahrungsmittel, Berlin/Wien 1937.
- Scheunert, Arthur, „Untersuchungen über den Vitamingehalt der Süßlupine“, in: *Tiernahrung* 9 (1937), S. 242–249.
- Scheunert, A., „Volksernährungsfragen der Gegenwart und ihre experimentelle Beantwortung“, in: *Forschungsdienst* 3 (1937), S. 519–530.
- Scheunert, Arthur, „Zur Frage der Bedeutung von Mehl und Brot für die Deckung des Vitamin-B-Bedarfs“, in: *Die Ernährung* 1 (1936), S. 53–57.
- Scheunert, Arthur, *Der Vitamingehalt der deutschen Nahrungsmittel*. Zweiter Teil, Berlin 1930.
- Scheunert, A., „Genießen wir genug Vitamine?“, in: *Die Umschau* 34 (1930), S. 561–566.
- Scheunert, Arthur, *Der Vitamingehalt der deutschen Nahrungsmittel*. Erster Teil, Berlin 1929.
- Scheunert, Arthur, „Über den Vitamingehalt der bei der Margarinefabrikation verwendeten technischen Sojaphosphatidpräparate“, in: *Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel* 54 (1927), S. 302–307.
- Scheunert, A., J. Reschke, „Über die Wirkung von natürlichem und synthetischem Vitamin C im Tierreich“, in: *Vitamine und Hormone* 1 (1941), S. 195.
- Scheunert, A., J. Reschke, „Coniferennadeln und deren Absude als Vitamin C-Träger“, in: *Klinische Wochenschrift* 19 (1940), S. 976–979.
- Scheunert, A., J. Reschke, u. Eva Kohlemann, „Gasherd, Kochkiste und Nährwert“, in: *Reichsfrauenführung* (Hg.), *Arbeiten*, S. 17–25.
- Scheunert, Arthur, Martin Schieblich, „Über eine auf dem Schutzversuch beruhende Methode zur Wertbestimmung von Vitamin-D-Präparaten“, in: *Klinische Wochenschrift* 8 (1929), S. 699–700.
- Scheunert, A., K.-H. Wagner, „Weitere Untersuchungen über einen angeblichen Synergismus zwischen Vitamin B₁ und Vitamin A. III. Mitteilung zum Synergismus der Vitamine“, in: *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie* 256 (1938), S. 110–121.
- Schieber, Walther, „Von deutscher chemischer Forschung seit 1933“, in: *Der deutsche Chemiker*. Beilage zur Zeitschrift des Vereins Deutscher Chemiker 9 (1943), S. 1–3.
- Schieder, Wolfgang, „Spitzenforschung und Politik. Adolf Butenandt in der Weimarer Republik und im ‚Dritten Reich‘“, in: Schieder/Trunk (Hg.), *Adolf Butenandt*, S. 23–77.
- Schieder, Wolfgang, Achim Trunk (Hg.), „Adolf Butenandt und die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft“, Göttingen 2004.
- Schieferdecker, H. (Hg.), *Das Trocknen von Gemüse und Obst sowie die Herstellung von Trockenspeisekartoffeln*, Braunschweig 1941.
- Schlich, Thomas, *Die Erfindung der Organtransplantation*, Frankfurt am Main, New York 1998.
- Schlich, Thomas, Ulrich Tröhler (Hg.), „The Risks of Medical Innovation“, London, New York 2006.
- Schlünder, Martina, „Die Herren der Regel/n? Gynäkologen und der Menstruationskalender als Regulierungsinstrument ‚weiblicher Natur‘“, in: Borck/Hess/Schmidgen (Hg.), *Maß*, S. 157–195.
- Schmaltz, Florian, „Peter Adolf Thiessen und Richard Kuhn und die Chemiewaffenforschung im NS-Regime“, in: Maier (Hg.), *Gemeinschaftsforschung*, S. 305–351.
- Schmaltz, Florian, *Kamfstoff-Forschung im Nationalsozialismus*, Göttingen 2005.
- Schmid, F. (Bearbeiter), „Rachitis-Prophylaxe“, in: *Deutsche Ärztezeitung* (8.1.1966), S. 67–69.
- Schmidt-Ott, Friedrich, „Gemeinschaftsforschung“, in: *Forschungen und Fortschritte* 26 (1950), S. 143–146.

- Schmidt-Ott, Friedrich, „Die Organisation der naturwissenschaftlichen Forschung in Deutschland und C. Duisberg“, in: *Zeitschrift für angewandte Chemie* 44 (1931), S. 806–808.
- Schmuhl, Hans-Walter, *Grenzüberschreitungen*, Göttingen 2005.
- Schoeller, W., „Neuere Arbeiten auf dem Hormongebiet“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 51 (1932), S. 1531–1534.
- Schoeller, W., M. Dohrn, u. W. Hohlweg, „Zum Eichungsproblem des Follikelhormons und seiner Derivate“, in: *Klinische Wochenschrift* 14 (1935), S. 826–827.
- Schönberger, Gesa U., Uwe Spiekermann (Hg.), „Die Zukunft der Ernährungswissenschaft“, Berlin 2000.
- Schottdorf, Gertraud, *Arbeits- und Leistungsmedizin in der Weimarer Republik*, Husum 1995.
- Schrank, Paul, „Über die Wirkung männlichen Keimdrüsenhormons auf den weiblichen Organismus“, in: *Geburtshilfe und Frauenheilkunde* 4 (1942), S. 412–427.
- Schriftleitung und Verlag, „An die Bezieher und Freunde“, in: *Zeitschrift für Ernährung* 3 (1933), S. 1.
- Schroeder, H., „Kritische Bewertung der Vitamintherapie (Allgemeine Vitaminwirkung)“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 68 (1942II), S. 833–835.
- Schroeder, Hermann, „Der Stand unserer Kenntnis von den Vitaminen“, in: *Die Umschau* 38 (1934), S. 445–448.
- Schroeder, Hermann, Hans Braun, *Die Hagebutte*, Stuttgart 1941.
- Schrödinger, Erwin, *Was ist Leben?* Bern 1946.
- Schübelin, Jürgen, „Expansionspolitik und Ärzteverbrechen. Das Beispiel Carl Clauberg“, in: *Projektgruppe Volk und Gesundheit* (Hg.), *Volk*, S. 187–204.
- Schüring, Michael, *Minervas verstoßene Kinder*, Göttingen 2006.
- Schüring, Michael, „Der Vorgänger. Carl Neubergs Verhältnis zu Adolf Butenandt“, in: *Schieder/Trunk* (Hg.), *Adolf Butenandt*, S. 346–368.
- Schütt, Hans-Werner, „Pohl für Windaus: ‚Zum optischen Nachweis eines Vitamins‘“, in: *Sudhoffs Archiv* 72 (1988), 98–105.
- Schulze, Winfried, Sven Bergmann, u. Gerd Helm, *Der Stifterverband für die deutsche Wissenschaft, 1920–1995*, Berlin 1995.
- Schumpeter, Joseph A., *Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie*, Bern 1946.
- Schweigart, Hans-Adalbert, *Biologie der Vitalstoffe*. 1. Band, Dachau 1964.
- Schweigart, Hans-Adalbert, „Klassische Ernährungslehre – dynamische Vitalstofflehre“, in: *Vitalstoffe* 4 (1959), S. 1–7.
- Schweigart, Hans-Adalbert, „Fremdstoffe der Nahrung, des Wassers, der Luft und das Krankheitsbild unserer Zeit“, in: *Vitalstoffe* 1 (1956), S. 126–128, 133–136.
- Schweigart, Hans Adalbert, „Nahrungsstoffbilanz der Brotnahrung“, in: *Die Ernährung* 4 (1939), S. 337–341.
- Schwerin, Alexander von, *Strahlen. Biologie und Politik staatswichtiger Substanzen*, Stuttgart 2012.
- Schwerin, Alexander von, „Prekäre Stoffe. Radiumökonomie, Risikoepisteme und die Etablierung der Radioindikatortechnik in der Zeit des Nationalsozialismus“, in: *N. T. M.* (17) 2009, S. 5–33.
- Schwerin, Alexander von, „Der gefährdete Organismus. Biologie und Regierung der Gefahren am Übergang vom ‚Atomzeitalter‘ zur Umweltpolitik (1950–1970)“, in: *Vienne/Brandt* (Hg.), *Wissenobjekt*, S. 187–214.
- Schwinges, Rainer Christoph (Hg.), „Humboldt international. Der Export des deutschen Universitätsmodells im 19. und 20. Jahrhundert“, Basel 2001.
- Seeger, P. G., „Über die Beziehung des Follikelhormons zur Ätiologie maligner Tumoren und seine Bedeutung für die Krebsgenese“, in: *Klinische Wochenschrift* 19 (1940), S. 107–112.
- Seel, Hans, „Ueber die Gewinnung und die chemische Natur des antixerophtalmischen Vitamins ‚A‘“, in: *Forschungen und Fortschritte* 6 (1930), S. 463.
- Seitz, Ludwig, „Die pathologischen Vorgänge im Organismus der Mutter während Schwangerschaft und Geburt (pathologische Biologie)“, in: *Stoeckerl* (Hg.), *Lehrbuch*, S. 526–580.

- Selye, Hans, *Stress. Bewältigung und Lebensgewinn*. Neuausgabe, München, Zürich 1988.
- Selye, Hans, „On the Toxicity of Oestrogens with Special Reference to Diethylstilboestrol“, in: *The Canadian Medical Association Journal* (1939), S. 48–49.
- Sengoopta, Chandak, *The Most Secret Quintessence of Life*, Chicago, London 2006.
- Sengoopta, Chandak, „The Modern Ovary. Constructions, Meanings, Uses“, in: *History of Science* 38 (2000), S. 425–488.
- Sengoopta, Chandak, „Glandular Politics. Experimental Biology, Clinical Medicine, and Homosexual Emancipation in Fin-de-Siècle Central Europe“, in: *Isis* 89 (1998), S.445–473.
- Serger, H., K. Clarck, „Konserven und Konservierung von Lebensmitteln“, in: *Zeitschrift für Ernährung* 1 (1931), S. 256–261, S. 271–292.
- Serres, Michel (Hg.), „Elemente einer Geschichte der Wissenschaften“, Frankfurt am Main 1998.
- Serres, Michel, „Vorwort“, in: Serres (Hg.), *Elemente*, S. 11–37.
- Seyderhelm, R., *Die Hypovitaminosen*, Leipzig 1938.
- Shinn, Terry, „The Triple Helix and New Production of Knowledge“, in: *Social Studies of Science* 32 (2002), 599–614.
- Sieg, Sabine, „Anovlar‘ – die erste europäische Pille. Zur Geschichte eines Medikaments“, in: *Staupe/Vieth (Hg.), Pille*, S. 131–144.
- Sieg, Ulrich, „Strukturwandel der Wissenschaft im Nationalsozialismus“, in: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 24 (2001), S. 255–270.
- Silies, Eva-Maria, *Liebe, Lust und Last*, Göttingen 2010.
- Simmer, Hans H., „Der ‚Hohlweg-Effekt‘. Anspruch und Wirklichkeit bei der Entstehung eines Eponyms“, in: *Medizinhistorisches Journal* 30 (1995), S. 167–183, 275–290.
- Simmer, H. H., „Organotherapie mit Ovarialpräparaten in der Mitte der neunziger Jahre des 19. Jahrhunderts – Medizinische und pharmazeutische Probleme“, in: *Hickel/Schröder (Hg.), Beiträge*, S. 229–265.
- Simmer, Hans H., „The First Experiments to Demonstrate an Endocrine Function of the Corpus Luteum. On the Occasion of the 100. Birthday of Ludwig Fraenkel (1870–1951)“, in: *Sudhoffs Archiv* 55 (1971).
- Simmer, Hans H., „On the History of Hormonal Contraception, I. Ludwig Haberlandt (1885–1932) and his Concept of ‚Hormonal Sterilization‘“, in: *Contraception* 1 (1970), S. 3–27.
- Simmer, Hans H., Jochen Süß, „Der Gestagentest am infantilen Kaninchen. Die Erfindung von Willard M. Allen und ihre Anwendung durch Carl Clauberg. Ein Beitrag zur Problematik von Eponymen“, in: *Würzburger Medizinhistorische Mitteilungen* 13, (1995), S. 399–416.
- Simmer, H., H. E. Voss, „Androgene im menschlichen Ovarium“, in: *Klinische Wochenschrift* 38 (1960), S. 819–822.
- Sinding, Christiane, „Making the Unit of Insulin: Standards, Clinical Work, and Industry, 1920–1925“, in: *Bulletin of the History of Medicine* 76 (2002), S. 231–270.
- Sinding, Christiane, „Literary Genres and the Construction of Knowledge in Biology“, in: *Social Studies of Sciences* 26 (1996), S. 43–70.
- Sinding, Christiane, „Vitalismus oder Mechanismus? Die Auseinandersetzungen um die forschungsleitenden Paradigmata in der Physiologie.“ In: *Sarasin/Tanner (Hg.), Physiologie*, S. 76–98.
- Sinding, Christiane, *Le Clinicien et le chercheur*. Paris 1991.
- Sinding, Christiane, „The History of Resistant Rickets. A Model for Understanding the Growth of Biomedical Knowledge“, in: *Journal of the History of Biology* 22 (1989), S. 461–495.
- Slater, Leo B., „Instruments and Rules: R. B. Woodward and the Tools of Twentieth-Century Organic Chemistry“, in: *Studies in History and Philosophy of Science* 33 (2002), S. 1–22.
- Slota, K. H., „Das Schwangerschafts-Hormon“, in: *Die Umschau* 38 (1934), S. 909–912.
- Smith, Robyn, „The Emergence of Vitamines as Bio-Political Objects during World War I“, in: *Studies in History and Philosophy of Science, Part C*, 40 (2009), S. 179–189.
- Sneider, Walter, *Drug Discovery*, Chicchester 2005.
- Société des nations, *Le problème de l'alimentation*, Genève 1936.
- Sohn, Werner, Herbert Mehrtens (Hg.), „Normalität und Abweichung“, Opladen, Wiesbaden 1999.

- Spemann, H., „Wilhelm Roux als Experimentator“, in: *Die Naturwissenschaften* 8 (1920), S. 443–446.
- Sperling, Frank, „Kampf dem Verderb“ mit allen Mitteln? Stuttgart 2011.
- Spiekermann, Uwe, „Brown Bread for Victory: German and British Wholemeal Politics in the Interwar Period“, in: Trentmann/Just (Hg.), *Food*, S. 143–171.
- Spiekermann, Uwe, „Der Naturwissenschaftler als Kulturwissenschaftler. Das Beispiel Werner Kollaths“, in: Neumann/Wierlacher/Wild (Hg.), *Essen*, S. 247–274.
- Spiekermann, Uwe, „Pfade in die Zukunft? Entwicklungslinien der Ernährungswissenschaft im 19. und 20. Jahrhundert“, in: Schönberger/Spiekermann (Hg.), *Zukunft*, S. 23–46.
- Stähler, F., „Das Vitamin E und seine therapeutische Anwendung“, in: *Therapie der Gegenwart* ? (1941), S. 433.
- Stähler, F., G. Rabe, u. W. Hopp, „Experimentelle Untersuchungen über die Beziehung des Fertilitätsfaktors F (Tokopherol) zur inneren Sekretion der Ovarien und der Hypophyse“, in: *Archiv für Gynäkologie* 174 (1942), S. 236–258.
- Staemmler, H.J., L. Sachs, „Papierchromatographische Fraktionierung der C₁₇-Ketosteroide bei Ovarial-Insuffizienz und verschiedene Formen der Maskulinisierung“, in: *Archiv für Gynäkologie* 197 (1963), S. 612–658.
- Staemmler, H.J., L. Sachs, u. H. Brehm, „Anthropometrische Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Körperbau und Ovarialfunktion“, in: *Archiv für Gynäkologie* 199 (1964), S. 609–633.
- Staemmler, Martin, „Keimdrüsen und Umwelt“, in: *Zeitschrift für menschliche Vererbungs- und Konstitutionslehre* 26 (1943), S. 449–673.
- Staemmler, M., „Nikotin und Nebennieren“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58 (1932), S. 1961–1962.
- Starling, Ernest H., *The Wisdom of the Body*, London 1923.
- Starling, Ernest Henry, *The Croonian Lectures on the Chemical Correlations of the Body*, London 1905.
- Staupe, Gisela, Lisa Vieth (Hg.), *Die Pille*, Berlin 1996.
- Steenbock, H., A. Black, „Fat Soluble Vitamins. XVII. The Induction of Growth-Promoting and Calcifying Properties in a Ration by Exposure to Ultra-Violet Light“, in: *Journal of Biological Chemistry* 61 (1924), S. 405–422.
- Steinach, Eugen, „Künstliche und natürliche Zwitterdrüsen und ihre analogen Wirkungen. Drei Mitteilungen“, in: *Archiv für die Entwicklungsmechanik der Organismen* 46 (1920), S. 12–28.
- Steinach, Eugen, H. Kun, „Luteingewebe und männliche Geschlechtscharaktere“, in: *Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie* 227 (1931), S. 266–278.
- Steinbrinck, Walther, „Ueber Insulinersparnis durch zeitlich verschobene Verabreichung“, in: *Fortschritte der Medizin* 44 (1926), S. 847–849.
- Steiner, Herbert (Hg.), „Sexualnot und Sexualreform“, Wien 1931.
- Stengers, Isabelle, *Spekulativer Konstruktivismus*, Berlin 2008.
- Stengers, Isabelle, „The Challenge of Complexity. Unfolding the Ethics of Science. In Memoriam Ilya Prigogine“, in: *ECO* 6 (2004), S. 92–99.
- Stengers, Isabelle, *Wem dient die Wissenschaft?* München 1998.
- Stephan, Ludwig, *Das Dresdener Hygiene-Museum in der Zeit des deutschen Faschismus (1933–1945)*. Unveröffentlichte Dissertation (Dr. med.), Dresden 1986.
- Stepp, W., „Vitamine in der Behandlung innerer Krankheiten“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 68 (1942), S. 835–840.
- Stepp, Wilhelm (Hg.), „Ernährungslehre“, Berlin 1939.
- Stepp, Wilhelm, „Über Synergismus und Antagonismus der Vitamine“, in: *Die Ernährung* 1 (1936), S. 26–31.
- Stepp, Wilhelm, „Über einige neuere Forschungsergebnisse mit dem reinen C-Vitamin (Ascorbinsäure) und seine Anwendung als Heilstoff“, in: *Forschungen und Fortschritte* 11 (1935), S. 117–118.

- Stepp, W., „Neuere Ergebnisse der Vitaminforschung“, in: *Forschungen und Fortschritte* 2 (1926), S. 187–189.
- Stepp, W., H. Schroeder, „C-Vitamin und klinische Erfahrung“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 67 (1941), S. 179, 208.
- Stepp, W., H. Schroeder, „Gibt es Vitaminoide?“, in: *Münchener Medizinische Wochenschrift* 36 (1941), S. 1186.
- Stepp, W., H. Schroeder, „Ueber die Beziehungen des Vitamin C zum Stoffwechsel des Carcinomgewebes“, in: *Zeitschrift für die gesammte experimentelle Medizin* 98 (1936), S. 611–622.
- Stern, Kurt G., „Über die Isolierung und Kennzeichnung der Enzyme“, in: *Klinische Wochenschrift* 10 (1931), S. 1226–1229.
- Stieve, Hermann, „Der Einfluß des Kaffeegenusses auf die Keimdrüsentätigkeit“, in: *Forschungen und Fortschritte* 9 (1933), S. 328–329.
- Stieve, H., „Abhängigkeit der Keimdrüsen vom Zustand des Gesamtkörpers und von der Umgebung“, in: *Forschungen und Fortschritte* 3 (1927), S. 228–229.
- Stieve, H., *Unfruchtbarkeit als Folge unnatürlicher Lebensweise*, München 1926.
- Stingelin, Martin (Hg.), „Biopolitik und Rassismus“, Frankfurt am Main 2003.
- Stingelin, Martin, „Einleitung: Biopolitik und Rassismus. Was leben soll und was sterben muß“, in: Stingelin (Hg.), *Biopolitik*, S. 7–26.
- Stock, Alfred, „Die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft und die Chemie“, in: *Zeitschrift für angewandte Chemie* 41 (1928), S. 1233–1234.
- Stöckel, Sigrid, Ulla Walter (Hg.), „Prävention im 20. Jahrhundert“, Weinheim, München 2002.
- Stöckel, Sigrid, Ulla Walter, „Prävention im 20. Jahrhundert“, in: Stöckel/Walter (Hg.), *Prävention*, S. 11–25.
- Stoekerl W. (Hg.), „Lehrbuch der Geburtshilfe“. Achte unveränderte Auflage, Jena 1945.
- Stöhr, Martin (Hg.), *Von der Verführbarkeit der Naturwissenschaft*, Frankfurt am Main 1986.
- Stötzel, Georg, Martin Wengeler, u. Karin Böke, *Kontroverse Begriffe*, Berlin, New York 1995.
- Stoff, Heiko, „Summationsgifte. Zum Evidenzproblem einer Pharmakologie krebserregender Substanzen in den 1950er Jahren“, in: Moser/Kuhn/Stöckel (Hg.), *Transformation*.
- Stoff, Heiko, „Dann schon lieber Lebertran – Staatliche Rachitisprophylaxe und das wohl entwickelte Kind“, in: Eschenbruch/Balz/Klöppel (Hg.), *Arzneimittel*, S. 53–76.
- Stoff, Heiko, „Hexa-Sabbat. Fremdstoffe und Vitalstoffe, Experten und der kritische Verbraucher in der BRD der 1950er und 1960er Jahre“, in: *NTM* 17 (2009), S. 55–83.
- Stoff, Heiko, „Vitaminisierung und Vitaminbestimmung: Ernährungsphysiologische Forschung im Nationalsozialismus“, in: *Dresdener Beiträge zur Geschichte der Technikwissenschaften* 32 (2008), S. 59–93.
- Stoff, Heiko, „Eine Geschichte der Dinge und eine dingliche Geschichte des Menschen. Methodische Probleme“, in: Brandt/Vienne (Hg.), *Wissensobjekt*, S. 43–65.
- Stoff, Heiko, „Verjüngungs-Rummel. Der Kampf um Wissenschaftlichkeit in den 1920er Jahren“, in: Lipphardt/Rupnow/Thiel/Wessely (Hg.), *Pseudo-Wissenschaft*, S. 194–222.
- Stoff, Heiko, „Identität und Differenz. Diskursgeschichte der Sexualität zu Beginn des 21. Jahrhunderts“, in: Pethes/Schick Tanz (Hg.), *Identität*, S. 27–44.
- Stoff, Heiko, „Alraune, Biofakt, Cyborg. Ein körpergeschichtliches ABC des 20. und 21. Jahrhunderts“, in: Ehm/Schick Tanz (Hg.), *Körper*, S. 35–50.
- Stoff, Heiko, „Wilhelm Eitel und das KWI für Silikatforschung 1926–1945“, in: Maier (Hg.), *Gemeinschaftsforschung*, S. 503–560.
- Stoff, Heiko, „Janine. Tagebuch einer Verjüngten. Weibliche Konsumkörper zu Beginn des 20. Jahrhunderts“, in: Bruns/Walter (Hg.), *Lust*, S. 217–238.
- Stoff, Heiko, „Adolf Butenandt in der Nachkriegszeit, 1945–1956. Reinigung und Assoziierung“, in: Schieder/Trunk (Hg.), *Adolf Butenandt*, S. 368–401.
- Stoff, Heiko, *Ewige Jugend*, Köln, Weimar 2004.

- Stoff, Heiko, „Degenerierte Nervenkörper und regenerierte Hormonkörper. Eine kurze Geschichte der Verbesserung des Menschen zu Beginn des 20. Jahrhunderts“, in: *Historische Anthropologie* 11 (2003), 2, S. 224–239.
- Stoff, Heiko, „Vermännlichung und Verweiblichung. Wissenschaftliche und utopische Experimente im frühen 20. Jahrhundert“, in: Pasero/Braun (Hg.), *Wahrnehmung*, S. 47–62.
- Stolz, Friedrich, „Über Adrenalin und Alkylaminoacetobrenzcatechin“, in: *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 37 (1904), S. 4149–4154.
- Strasser, Bruno J., „Institutionalizing Molecular Biology in Post-War Europe: A Comparative Study“, in: *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 33 (2002), S. 515–546.
- Straub, K., H. Jennissen, u. H. Kröger, „Zur Regulation der L-Serin-Dehydratase in der Rattenleber“, in: *Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin* 152 (1970), S. 294–305.
- Straub, Walther, „Vitamine, Hormone und Volksgesundheit“, in: *Deutsche Forschung. Aus der Arbeit der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft*. Heft 16 (1931), S. 40–50.
- Straumann, Lukas, Daniel Wildmann, *Schweizer Chemieunternehmen im „Dritten Reich“*, Zürich 2001.
- Strote, Hans, „Klinische Erfahrungen mit dem bestrahlten Ergosterin Windaus“, in: *Klinische Wochenschrift* 7 (1928), S. 114–116.
- Stukenbrock, Karin, „Der Krieg in der Heimat: ‚Kriegsamennorrhoe‘ im Ersten Weltkrieg“, in: *Medizinhistorisches Journal* 43 (2008), S. 264–293.
- Stümbke, Vera, „Bestimmung des Vitamin-C-Gehaltes der Nahrung von 6 Rostocker Familien im März 1938“, in: *Die Ernährung* 4 (1939), S. 36–41.
- Sudrow, Anne, „Vom Leder zum Kunststoff. Werkstoff-Forschung auf der ‚Schuhprüfstrecke‘ im Konzentrationslager Sachsenhausen 1940–1945“, in: Maier (Hg.), *Rüstungsforschung*, S. 214–249.
- Szabó, Anikó, *Vertreibung, Rückkehr, Wiedergutmachung*, Göttingen 2000.
- Szent-Györgyi, A. v., „Vitamin C, Adrenalin und Nebenniere“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58 (1932), S. 852–854.
- Szöllösi-Janze, Margit, „Science and Social Space: Transformations in the Institutions of *Wissenschaft* from the Wilhelmine Empire to the Weimar Republic“, in: *Minerva* 43 (2005), S. 339–360.
- Szöllösi-Janze, Margit, „Wissengesellschaft – ein neues Konzept zur Erschließung der deutsch-deutschen Zeitgeschichte?“, in: Hockerts (Hg.), *Koordinaten*, S. 277–305.
- Szöllösi-Janze, Margit, „Wissengesellschaft in Deutschland. Überlegungen zur Neubestimmung der deutschen Zeitgeschichte über Verwissenschaftlichungsprozesse“, in: *Geschichte und Gesellschaft* 30 (2004), S. 275–311.
- Szöllösi-Janze, Margit, „Die institutionelle Umgestaltung der Wissenslandschaft im Übergang vom späten Kaiserreich zur Weimarer Republik“, in: vom Bruch/Kaderas (Hg.), *Wissenschaften*, S. 60–74.
- Tanford, Charles, *Jacqueline Reynolds, Nature's Robots*, Oxford 2001.
- Tangl, Harald, *Die Rolle der Vitamine, Hormone und Antibiotika in der Tierzucht*, Budapest 1959.
- Tanner, Jakob: „Fluide Matrix“ und „homöostatische Mechanismen“, in: Martin/Hardy/Cartier (Hg.), *Welt*, S. 11–29.
- Tanner, Jakob, „Weisheit des Körpers‘ und soziale Homöostase. Physiologie und das Konzept der Selbstregulation“, in: Sarasin/Tanner (Hg.), *Physiologie*, S. 129–169.
- Tansey, E. M., „What's in a Name? Henry Dale and Adrenaline, 1906“, in: *Medical History* 39 (1995), S. 459–476.
- Teich, Mikulas, „Science and Food During the Great War: Britain and Germany“, in: Kamminga/Cunningham (Hg.), *Science*, S. 213–234.
- Thackray, Arnold (Hg.), *Private Science*, Pennsylvania 1998.
- Thieme, A., „Vitamin C“, in: *Die Umschau* 38 (1934), S. 262–263.

- Thoms, Ulrike, „Vitaminfragen – kein Vitaminrummel?“ Die deutsche Vitaminforschung in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und ihr Verhältnis zur Öffentlichkeit“, in: Nikolow/Schirmacher (Hg.), *Wissenschaft*, S. 75–96.
- Thoms, Ulrike, Einbruch, Aufbruch, Durchbruch? Ernährungsforschung in Deutschland vor und nach 1945 In: vom Bruch/Gerhardt/Pawliczek (Hg.): *Kontinuitäten*, S. 111–130.
- Thoms, Ulrike, „Die ‚Hunger-Generation‘ als Ernährungswissenschaftler 1933–1964. Soziokulturelle Gemeinsamkeiten oder Instrumentalisierung von Erfahrung?“, in: Middell/Uekötter/Thoms (Hg.), *Verräumlichung*, S. 133–153.
- Timmermann, Carsten, „Constitutional Medicine, Neoromanticism, and the Politics of Antimechanism in Interwar Germany“, in: *Bulletin for the History of Medicine* 75 (2001), S. 717–739.
- Tiselius, Arne, „Einige neue Trennungsmethoden und ihre Anwendung auf biochemische und organisch-chemische Probleme“, in: *Experientia* 17 (1961), S. 433–443.
- Tiselius, Arne, „Elektrophorese und Adsorptionsanalyse als Hilfsmittel zur Untersuchung hochmolekularer Stoffe und ihrer Zerfallsprodukte. Nobel-Vortrag, 13. Dezember 1948“, in: *Die Naturwissenschaften* 37 (1950), S. 25–33.
- Tiselius, Arne, „Electrophoresis of Serum Globulin. II. Electrophoretic Analysis of Normal and Immune Sera“, in: *Biochemical Journal* 31 (1937), S. 1464–1477.
- Travis, Anthony S. *The Rainbow Makers*, London, Toronto 1993.
- Treitl, Corinna, „Nature and the Nazi Diet“, in: *Food and Foodways* 17 (2009), S. 139–158.
- Trendelenburg, Ernst, „Emil Fischer in seiner Betätigung für die deutsche Wissenschaftspflege“, in: *Die Naturwissenschaften* 7 (1919), S. 873–878.
- Trentmann, Frank (Hg.), *„The Making of the Consumer“*, Oxford, New York 2006.
- Trentmann, Frank, „Knowing Consumers – Histories, Identities, Practices“, in: Trentmann (Hg.), *Making*, S. 1–27.
- Trentmann, Frank, Just Flemming (Hg.), *„Food and Conflict in Europe in the Age of Two World Wars“*, Basingstoke, New York 2006.
- Trischler, Helmuth, „Wachstum – Systemnähe – Ausdifferenzierung. Großforschung im Nationalsozialismus“, in: vom Bruch/Kaderas (Hg.), *Wissenschaften*, S. 263–281.
- Trischler, Helmuth, „Geschichtswissenschaft – Wissenschaftsgeschichte: Koexistenz oder Konvergenz“, in: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 22 (1999), S. 239–256.
- Truhaut, R., „The Concept of the Acceptable Daily Intake: an Historical Review“, in: *Food Additives & Contaminants* 8 (1991), S. 151–162.
- Trunk, Achim, „Biochemistry in Wartime. The Life and Lessons of Adolf Butenandt, 1936–1946“, in: *Minerva* 44 (2006), S. 285–306.
- Trunk, Achim, „Rassenforschung und Biochemie. Ein Projekt – und die Frage nach dem Beitrag Butenandts“, in: Schieder/Trunk (Hg.), *Adolf Butenandt*, S. 247–285.
- Trunk, Achim, *Zweihundert Blutproben aus Auschwitz*, Berlin 2003.
- Uekötter, Frank, Ulrike Thoms (Hg.), *„Verräumlichung, Vergleich, Generationalität“*, Leipzig 2004.
- Unger, Friedrich, „Das Schicksal der Zuckerkranken“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58 (1932), S. 241–246.
- Unger, Friedrich, „Werden und Wirken des Deutschen Insulinkomitees“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58 (1932), S. 1157–1160.
- Vaupel, Elisabeth, „Heinrich Wieland und die Firma C. H. Boehringer in Ingelheim/Rhein: Eine nützliche Beziehung zum Vorteil aller Beteiligten“, in: Wieland/Hertkorn/Dunkel (Hg.), *Heinrich Wieland*, S. 115–144.
- Verband Großstädtischer Milchversorgungsbetriebe, „Zur Frage der gesetzlichen Zulassung der Vitaminierung der Milch in Deutschland. Diskussion auf der Sitzung des Wissenschaftlichen Beirates 1965“, in: *Milchwissenschaft* 21 (1966), S. 102–104.
- Verein Deutscher Chemiker, „Bezirksverband Danzig gemeinsam mit der Medizin. Ges. Danzig, Sitzung am 5. Juli 1944“, in: *Die Chemie* 57 (1944), S. 105–106.

- Verein Deutscher Chemiker, „Biochemische Vortragsveranstaltung, Berlin, 21–22. Mai 1943 im Langenbeck-Virchow-Haus“, in: *Die Chemie* 56 (1943), S. 193–199.
- Verein Deutscher Chemiker (Bezirksverband Hannover), „Walter John †“, in: *Die Chemie* 56 (1943), S. 19.
- Verschuer, Otmar Freiherr von, „Die Konstitutionsforschung im Lichte der Vererbungswissenschaft“, in: *Klinische Wochenschrift* 8 (1929), S. 769–773.
- Vienne, Florence, „Der Mann als medizinisches Wissensobjekt: Ein blinder Fleck in der Wissenschaftsgeschichte“, in: *NTM* 14 (2006), S. 222–230.
- Vienne, Florence, Christina Brandt (Hg.), „Wissensobjekt Mensch“, Berlin 2008.
- Vogel, Ludig, Paul Laeverenz, „Über ein neues Pankreassubstitutions-Präparat mit einem verbreiterten Lipatischen Wirkungsbereich“, in: *Klinische Wochenschrift* 14 (1935), S. 1393–1394.
- Vogel, Martin, „Die Avitaminosen auf deutschen Hilfskreuzern während des Weltkrieges“, in: *Zeitschrift für Ernährung* 2 (1932), S. 112–115.
- Vogelsang, Ingmar, *Die Tierzucht in der Zeit der Weimarer Republik und des Nationalsozialismus*, Hannover 2007.
- Voigt, K.D., H. Schmidt, *Sexualhormone*. Reinbek 1968.
- Voigt, K.D., U. Volkwein, u. J. Tamm, „Eine Methode zur Bestimmung der Testosteron-Ausscheidung im Urin“, in: *Klinische Wochenschrift* 42 (1964), S. 642–644.
- Volk und Gesundheit. Heilen und Vernichten in Nationalsozialismus, Projektgruppe Volk und Gesundheit (Hg.), Tübingen 1982.
- Vom Brocke, Bernhard, *Die Entstehung der deutschen Forschungsuniversität, ihre Blüte und Krise um 1900*, in: Schwinges (Hg.), *Humboldt*, S. 367–401.
- Vom Brocke, Bernhard, „Verschenkte Optionen. Die Herausforderung der Preußischen Akademie durch neue Organisationsformen in der Forschung um 1900“, in: Kocka (Hg.), *Akademie*, S. 119–147.
- Vom Bruch, Rüdiger, ‚Wissenschaft im Gehäuse: Vom Nutzen und Nachteil institutionen geschichtlicher Perspektiven‘, in: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 23 (1) (2000), S. 37–49.
- Vom Bruch, Rüdiger, „Wissenschaftsfördernde Institutionen im Deutschland des 20. Jahrhunderts. Zum Konzept der Tagung in der Willstätter-Villa des Fritz-Haber-Instituts der Max-Planck-Gesellschaft“, in: *Dahlemer Archivgespräche* 5 (1999), S. 7–10.
- Vom Bruch, Rüdiger, „Langsamer Abschied von Humboldt? Etappen deutscher Universitätsgeschichte im 20. Jahrhundert“, in: *Forschung und Lehre* 12 (1995), S. 667–673.
- Vom Bruch, Rüdiger, Uta Gerhardt, u. Aleksandra Pawliczek (Hg.), „Kontinuitäten und Diskontinuitäten in der Wissenschaftsgeschichte im 19. Jahrhundert“, Stuttgart 2006.
- Vom Bruch, Rüdiger, Uta Gerhardt, u. Aleksandra Pawliczek (Hg.), „Kontinuitäten und Diskontinuitäten in der Wissenschaftsgeschichte des 20. Jahrhunderts“, Stuttgart 2006.
- Vom Bruch, Rüdiger, Christoph Jahr, u. Rebecca Schaarschmidt (Hg.), „Die Berliner Universität in der NS-Zeit“, Stuttgart 2005.
- Vom Bruch, Rüdiger, Brigitte Kaderas (Hg.), „Wissenschaften und Wissenschaftspolitik“, Stuttgart 2002.
- Vom Bruch Rüdiger, Rainer A. Müller (Hg.), „Formen außerstaatlicher Wissenschaftsförderung im 19. und 20. Jahrhundert“, Stuttgart 1990.
- Voss, H. E., „Das Fluidum der Geschlechtlichkeit“, in: *Die Umschau* 31 (1927), S. 1029–1033.
- W., D., „Die Bedeutung der Vitamine in der Chirurgie“, in: *Die Umschau* 40 (1936), S. 316–317.
- Wachholder, Kurt, „Die Rolle der Vitamine im menschlichen Organismus, zumal während der Schwangerschaft“, in: *Archiv für Gynäkologie* 173 (1942), S. 297–310, 357–359.
- Wachholder, Kurt, „Der Gehalt unserer Verdauungssäfte (Speichel, Magensaft, Duodenalsaft) an Schutzstoffen gegen Verluste an Vitamin C und seine ernährungsphysiologische Bedeutung“, in: *Vitamine und Hormone* 3 (1942), S. 1–7.
- Wachholder, Kurt, „Umsatztheorie der Vitamin C-Wirkung im Organismus“, in: *Klinische Wochenschrift* 21 (1942), S. 893–899.

- Wadehn, F., „Über Sexualhormone, in: *Angewandte Chemie* 39 (1926), S. 468–473.
- Wagner, „Rezension von Harnapp, G. O., *Die Stoßprophylaxe der Rachitis*. Dtsch. Med. Wschr. 64, 1835 (1938)“, in: *Die Ernährung* 7 (1942), S. 85–86.
- Wagner, G. A., „Bewertung der Ovarialtherapie. II. Vom Standpunkt des Gynäkologen“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58 (1932), S. 964–968.
- Wagner, Karl-Heinz, *Vitamin A und β -Karotin des Finn-, Blau- und Spermwals*, Leipzig 1939.
- Wagner, Karl-Heinz, Marc Vermeulen, „Der Wal als Vitamin-A-Quelle. Zugleich ein Bericht über die Forschungsreise nach der Walfangstation Lopra, Färöer“, in: *Die Ernährung* 4 (1939), S. 193–199.
- Wagner-Jauregg, Theodor, „Vitamin B₂“, in: Abderhalden (Hg.), *Handbuch*, S. 1211–1240.
- Wagner-Jauregg, Th., „Die Chemie der Vitamine“, in: *Archiv der Pharmazie und Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft* 43 (1933), S. 369–382.
- Wagner-Jauregg, Julius von, Gustav Bayer (Hg.), *Lehrbuch der Organotherapie, mit Berücksichtigung ihrer anatomischen und physiologischen Grundlagen*, Leipzig 1914.
- Wahrig, Bettina, „Zweifelhafte Gaben: Die andere Pharmazie und das Weib“, in: Friedrich/Telle (Hg.), *Pharmazie*, S. 517–532.
- Wahrig, Bettina, Heiko Stoff, Alexander v. Schwerin, Viola Balz, „Precarious Matters. An Introduction“, in: Balz/von Schwerin/Stoff/Wahrig (Hg.), *Precarious Matters*, S. 5–14.
- Walch, Sonja, *Sexualhormone in der Laborpraxis*. Dissertation. Wien 2011 (http://othes.univie.ac.at/14916/1/2011-03-28_9705878.pdf, 12.10.2011).
- Waldschmidt-Leitz, Ernst, Anton Schäffner, „Über den Enzymgehalt von Pankreas-Ersatzpräparaten“, in: *Klinische Wochenschrift* 11 (1932), S. 1175–1176.
- Walsh, Vivien, „Paradigms in the Evolution of Life Sciences Research, and the Changing Structure of the Innovation Organization“, in: Gradnir/Wormbs/Widmalm (Hg.), *Science-Industry*, S. 189–221.
- Warburg, Otto, „Über die chemische Konstitution des Atmungsferments“, in: *Die Naturwissenschaften* 16 (1928), S. 345–350.
- Warburg, Otto, *Über den Stoffwechsel der Tumoren*, Wolfenstein, Berlin 1926.
- Warburg, Otto, „Über künstliche Mineralwässer“, in: *Klinische Wochenschrift* 5 (1926), S. 734.
- Warburg, Otto, „Pyridin, der wasserstoffübertragende Bestandteil von Gärungsfermenten“, in: *Helvetica Chimica Acta* 19 (1936), S. E79-E88.
- Warburg, Otto, Walter Christian, „Isolierung und Krystallisation des Gärungsferments Zymohe-xase“, in: *Biochemische Zeitschrift* 314 (1943), S. 149–176.
- Warburg, Otto, Erwin Negelein, „Cytochrom und sauerstoffübertragendes Ferment“, in: *Die Naturwissenschaften* 22 (1934), S. 206–207.
- Watkins, Elizabeth Siegel, „Dispensing with Aging: Changing Rationales for Long-term Hormone Replacement Therapy, 1960–2000“, in: *Pharmacy in History* 43 (2001), S. 23–37.
- Watson, James D., *Die Doppel-Helix*, Reinbek 1973.
- Wehefritz, E., „Ultraspektroskopische Untersuchungen über den Hormonzyklus der Frau“, in: *Archiv für Gynäkologie* 156 (1933), S. 40–42.
- Wehler, Hans-Ulrich, „Preußen ist wieder chic...Politik und Polemik“, Frankfurt am Main 1983.
- Wehler, Hans-Ulrich, „„Deutscher Sonderweg‘ oder allgemeine Probleme des westlichen Kapitalismus?““, in: Wehler, *Preußen*, S. 19–32.
- Wehler, Hans-Ulrich, „Vorzüge der Nachteile des deutschen Sonderwegs“, in: Wehler, *Preußen*, S. 33–36.
- Wehling, Peter, Willy Viehöver, Reiner Keller, u. Christoph Lau, „Zwischen Biologisierung des Sozialen und neuer Biosozialität: Dynamiken der biopolitischen Grenzüberschreitung“, in: *Berliner Journal für Soziologie* 17 (2007), S. 547–567.
- Weidenhöfer, Veronika, „Die Münchener Tierärztliche Fakultät im Dritten Reich“, in: Kraus (Hg.), *Universität*, S. 345–404.
- Weil, Arthur, „Geschlechtsspezifische Wirkungen von Keimdrüsenextrakten“, in: *Die Umschau* 24 (1920), S. 564–565.

- Weindling, Paul, „The Role of International Organizations in Setting Nutritional Standards in the 1920s and 1930s“, in: Kamminga/Cunningham (Hg.), *Science*, S. 319–332.
- Weindling, Paul, *Health, Race and German Politics between National Unification and Nazism, 1870–1945*, Cambridge 1989.
- Weingart, Peter, Jürgen Kroll, u. Kurt Bayertz, *Rasse, Blut und Gene*, Frankfurt am Main 1988.
- Weisbrod, Bernd (Hg.), „Akademische Vergangenheitspolitik“, Göttingen 2002.
- Weisbrod, Bernd, „Dem wandelbaren Geist. Akademisches Ideal und wissenschaftliche Transformation in der Nachkriegszeit“, in: Weisbrod (Hg.), *Vergangenheitspolitik*, S. 11–35.
- Weisser, Ursula, „Das erste Hormon aus der Retorte“, Frankfurt am Main 1984.
- Wendt, Georg von, W. Müller-Lenhardt, *Das C-Vitaminproblem in der menschlichen Ernährung*, Leipzig 1939.
- Wendt, H., „Über einen langfristigen Ernährungsversuch am Menschen mit verschieden gedüngten Gemüsen und Kartoffeln (Stalldünger allein und Stalldünger plus N. P. K.-Handelsdünger)“, in: *Die Ernährung* 8 (1943), S. 281–295.
- Wendt, Helmut, Rolf Pies, Joachim Prüfer, u. a., „Über Ernährungsversuche mit verschieden gedüngten Gemüsen“, in: *Die Ernährung* 3 (1938), S. 53–69.
- Wengenroth, Ulrich, „Die Flucht in den Käfig: Wissenschafts- und Innovationskultur in Deutschland 1900–1960“, in: vom Bruch/Kaderas (Hg.), *Wissenschaften*, S. 52–59.
- Wenkel, Simone, Ute Deichmann (Hg.), *Max Delbrück and Cologne*, Singapore 2007.
- Went, A. J. C., „Pflanzenwachstum und Wuchsstoff (Auxin)“, in: *Forschungen und Fortschritte* 8 (1932), S. 371–372.
- Werner, Petra, „Berichtswelten. Zum Streit um Patente und Prioritäten in der Vitaminforschung“, in: Klaus Fuchs-Kittowski u. a. (Hg.), *Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1998*, Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung, 2000 (http://www.wissenschaftsforschung.de/JB98_195–206.pdf, 18.04.2009).
- Werner, Petra, „Forschungskonzeptionen, Prioritäten und Patente. Zum Streit um das Vitamin B₂“, in: *NTM* 6 (1998), S. 91–103.
- Werner, Petra (Hg.), *Vitamine als Mythos*, Berlin 1998.
- Werner, Petra, „Vitamine als kollektiver Mythos“, in: *Dahlemer Archivgespräche* 2 (1997), S. 140–157.
- Werner, Petra, *Otto Warburgs Beitrag zur Atmungstheorie*, Marburg 1996.
- Werner, Petra (Hg.), *Ein Genie irrt seltener ... Otto Heinrich Warburg. Ein Lebensbild in Dokumenten*, Berlin 1991.
- Weiß, Ludger, „Hans-Wilhelm Jürgens, ein Repräsentant bundesdeutscher Bevölkerungspolitik“, in: Kaupen-Haas (Hg.), *Griff*, S. 121–145.
- Wessely, F. v., „Über synthetische Östrogene“, in: *Angewandte Chemie* 53 (1940), S. 197–202.
- Westermann, Andrea, *Plastik und politische Kultur in Westdeutschland*, Zürich 2007.
- wh., „Der C-Vitamingehalt (gegen Skorbut) einiger ungebräuchlicher Nahrungsmittel“, in: *Die Umschau* 38 (1934), S. 156.
- wh., „Bildung von Giftstoffen aus Vitamin-D bei Ueberbestrahlung“, in: *Die Umschau* 37, 1933, S. 818.
- Widenbauer, Franz, „Der Vitamin C-Haushalt stillender Mütter“, in: *Die Ernährung* 2 (1937), S. 64–68.
- Widenbauer, F., H. Salm, „Über chemische Vitamin-C-Bestimmungsmethoden“, in: *Klinische Wochenschrift* 17 (1938), S. 1407–1409.
- Widenbauer, F., O. Huhn, u. G. Becker, „Chemischer Nachweis und Ausscheidung von Vitamin B₁ im Harn“, in: *Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin* 101 (1937), S. 178–186.
- Wiedemann, E., „Electrophoresis“, in: *Experientia* 3 (1947), S. 341–353.
- Wieland, Sibylle, Anne-Barb Hertkorn, u. Franziska Dunkel (Hg.), „Heinrich Wieland – Naturforscher, Nobelpreisträger und Willstätters Uhr“, Weinheim 2008.
- Wieser, Wolfgang, *Organismen, Strukturen, Maschinen*, Frankfurt am Main 1959.
- Wijngaard, Marianne van den, *Reinventing the Sexes*, Indianapolis 1997.

- Wildt, Michael, *Generation des Unbedingten*, Hamburg 2002.
- Will Heike, „Sei naiv und mach‘ ein Experiment“, Weinheim 2011.
- Willstätter, Richard, „Probleme und Methoden der Enzymforschung“, in: *Die Naturwissenschaften* 15 (1927), S. 585–596.
- Wimmer, Wolfgang, „Wir haben fast immer was Neues“, Berlin 1994.
- Windaus, Adolf, „Ergosterin und Vitamin D“, in: *Forschungen und Fortschritte* 6 (1930), S. 209–211.
- Windaus, Adolf, „Sterine und antirachitisches Vitamin“, in: *Chemiker-Zeitung* 51 (1927), S. 113–114.
- Windaus, A., A. Lüttringhaus, „Über das bestrahlte Ergosterin“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58 (1932), S. 1669–1672.
- Windaus, A., A. Lüttringhaus, u. M. Deppe, „Über das krystallisierte VitaminD₁“, in: *Justus Liebigs Annalen der Chemie* 489 (1931), S. 252–269.
- Winkler, E., „Welchen Umfang nimmt die Konserve in unserer heutigen Ernährung ein?“, in: *Zeitschrift für Ernährung* 1 (1931), S. 307–312.
- Winkler, Helmuth, „Welches ist die optimale Vitamin E-Dosis beim Menschen? Zugleich ein Beitrag zur Auswirkung der E-Überdosierung auf Ovar und Hypophyse“, in: *Zentralblatt für Gynäkologie* (1943), S. 32–41.
- Winter, G. F., „Natürliche konjugierte Östrogene im Klimakterium“, in: *Zentralblatt für Gynäkologie* 89 (1967), S. 296–300.
- Wirth, Uwe (Hg.), *Performanz*, Frankfurt am Main 2002.
- Wirz, Franz, „Nationalsozialistische Forderungen an die Volksernährung“, in: *Die Ernährung* 1 (1936), S. 103–112.
- Wissenschaft und Freiheit. Internationale Tagung, Hamburg 23.–26. Juli 1953, Kongress für die Freiheit der Kultur (Hg.), Berlin 1954.
- Wixom, Robert L., Charles W. Gehrke, *Chromatography*, Hoboken 2010.
- Wolf, George, „The Discovery of Vitamin D: The Contribution of Adolf Windaus“, in: *Journal of Nutrition* 134 (2004), S. 1299–1302.
- Wolf, George, Kenneth C. Carpenter, „Early Research into the Vitamins: The Work of Wilhelm Stepp“, in: *Journal of Nutrition* 127 (1997), S. 1255–1259.
- Wolf, Johannes, „Der Vitamin-C-Gehalt deutscher Apfelsorten“, in: *Die Ernährung* 8 (1943), S. 117–122.
- Wolff, Eberhard, „Moderne Diätetik als präventive Selbsttechnologie: Zum Verhältnis von heteronomer und autonomer Selbstdisziplinierung zwischen Lebensreformbewegung und heutigem Gesundheitsboom“, in: *Lengwiler/Madarász (Hg.), Selbst*, S. 169–201.
- Wolffenstein, Erich, „6. Tagung der Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten in Berlin vom 13. bis 16. Oktober 1926“, in: *Fortschritte der Medizin* 44 (1926), S. 1154–1157.
- Wolstenholme, Gordon (Hg.), *Man and his Future*, London 1963.
- Wormser, Ed., „Experimentelle Beiträge zur Schilddrüsenfrage“, in: *Pflügers Archiv für Physiologie* 67 (1897), S. 505–540.
- Wulfsohn, Dr., „Ein Fall von akuter Vigantolüberdosierung“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58 (1932), S. 298.
- Wunderlich, Volker, „Mit Papier, Bleistift und Rechenschieber. Der Krebsforscher Hermann Druckrey im Internierungslager Hammelburg (1946–1947)“, in: *Medizinhistorisches Journal* 43 (2008), S. 327–343.
- Wunderlich, Volker, „Zur Selbstreproduktion befähigte Substanzen‘ als zelluläre Angriffsorte chemischer Cancerogene“, in: *NTM* 15 (2007), S. 271–283.
- Wunderlich, Volker, „Zur Entstehungsgeschichte der Druckrey-Küpfmüller-Schriften (1948–1949): Dosis und Wirkung bei krebserzeugenden Stoffen“, in: *Medizinhistorisches Journal* 40 (2005), S. 369–397.
- Yalow, Rosalyn S., Solomon A. Berson, „Immunoassay of Endogenous Plasma Insulin in Man“, in: *Journal of Clinical Investigation* 39 (1960), S. 1157–1175.

- Zahn, Helmut, „Chemische Synthese von Proteinen“, in: *Naturwissenschaften* 54 (1967), S. 396–402.
- Zander, Josef, „Die Hormonbildung der Placenta und ihre Bedeutung für die Frucht“, in: *Archiv für Gynäkologie* 198 (1963), S. 113–127.
- Zander, Josef/Münstermann, Anne-Marie von, „Weitere Untersuchungen über Progesteron in menschlichem Blut und Geweben“, in: *Klinische Wochenschrift* 32 (1954), S. 894.
- Zankl, Heinrich, Fälscher, Schwindler, Scharlatane – Betrug in Forschung und Wissenschaft, Weinheim 2003.
- Zarnitz, Marie Luise, *Molekulare und physikalische Biologie*, Göttingen 1968.
- Zechmeister, L., L. v. Cholnoky, „Dreißig Jahre Chromatographie“, in: *Monatshefte für Chemie* 68 (1936), S. 68–80.
- Ziegelmayr, Wilhelm, „Gefrorene Lebensmittel (Das Birdseye-Schnellgefrierverfahren)“, in: *Zeitschrift für Ernährung* 2 (1932), S. 363–366.
- Ziegelroth, P., „Ueber Vitamine und eine einfache Art, besonders vitaminreiche Suppen und Speisen herzustellen“, in: *Fortschritte der Medizin* 44 (1926), S. 54–57.
- Zierold, Kurt, *Forschungsförderung in drei Epochen*, Wiesbaden 1968.
- Zimmermann, Susanne, „... er lebt weiter in seinen Arbeiten, die als unverrückbare Steine in das Gebäude der Wissenschaft eingefügt sind“ – Zum Umgang mit den Arbeiten des Anatomen Hermann Stieve (1886–1952) in der Nachkriegszeit“, in: Böhm/Haase, (Hg.), *Täterschaft*, S. 29–40.
- Zimmermann, Wilhelm, „Die Ausscheidung der 17-Ketosteroide im Harn als Methode zur Beurteilung der Nebennierenrindenaktivität“, in: *Klinische Wochenschrift* 29 (1951), S. 371.
- Zimmermann, Wilhelm, „Farbreaktionen und Chemische Bestimmungsmethoden von Keimdrüsenhormonen“, in: *Klinische Wochenschrift* 32 (1938), S. 1103–1107.
- Zondek, Bernhard, „Über die Hormone des Hypophysenvorderlappens“, in: *Klinische Wochenschrift* 9 (1930), S. 679–682.
- Zondek, Bernhard, „Weibliche Sexualhormone“, in: *Die Naturwissenschaften* 16 (1928), S. 946–951.
- Zondek, Bernhard, „Darstellung des weiblichen Sexualhormons aus dem Harn, insbesondere dem Harn von Schwangeren“, in: *Klinische Wochenschrift* 7 (1928), S. 485–486.
- Zondek, Bernhard, „Das Ovarialhormon“, in: *Forschungen und Fortschritte* 3 (1927), S. 13–14.
- Zondek, Bernhard, „Das Ovarialhormon und seine klinische Anwendung“, in: *Klinische Wochenschrift* 5 (1926), S. 1218–1224.
- Zondek, B., „Experimentelle Untersuchungen über den Wert der Organotherapie“, in: *Archiv für Gynäkologie* 117 (1922), S. 19–20.
- Zondek, B., S. Aschheim, „Hypophysenvorderlappen und Ovarium. Beziehung der endokrinen Drüsen zur Ovarialfunktion“, in: *Archiv für Gynäkologie* 130 (1927), S. 1–45.
- Zondek, B., S. Aschheim, „Experimentelle Untersuchungen über die Funktion und das Hormon des Ovariums, geprüft am biologischen Testobjekt“, in: *Archiv für Gynäkologie* 125 (1925), S. 581–585.
- Zondek, B., H. Bernhardt, „Biologische Prüfung von Ovarialpräparaten“, in: *Klinische Wochenschrift* 4 (1925), S. 2001–2002.
- Zondek, Bernhard, Benno Brahn, „Zur Darstellung des Ovarialhormons in wässriger Lösung“, in: *Klinische Wochenschrift* 4 (1925), S. 2445–2446.
- Zondek, B., L. Marx, „Lipaemia und Calcaemia in the Cock Induced by DES“, in: *Nature* 143 (1939), S. 378–379.
- Zorn, W., „Ausblick (Notwendigkeit der Tierzuchtforschung)“, in: *Deutsche Forschung. Aus der Arbeit der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft* 26 (1934), S. 101–112.
- Zürcher, Urs, *Monster oder Laune der Natur*, Frankfurt am Main 2004.
- Zum Busch, J. P., „Aus England und den Vereinigten Staaten“, in: *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 58 (1932), S. 1572–1573



PERSONENREGISTER

- Abderhalden, Emil 16, 56, 69–73, 88, 148–151, 154, 161 f., 187, 189 f., 206, 295, 297 f.
- Abderhalden, Rudolf 7, 158, 161, 296, 298
- Abel, John Jacob 37 f.
- Adenauer, Konrad 90, 244
- Agamben, Giorgio 65 f., 226
- Allen, Edgar 46 f., 118 f., 122, 127, 129, 174, 196 ff., 236
- Aldrich, Thomas 38
- Alter, Geheimrat 148 ff., 207, 276
- Ammon, Robert 7, 18, 38 f., 67, 116, 137, 152 f., 155, 157 f., 194 f., 203 f., 295
- Ancel, Paul 119
- Andersag, Hans 131, 135
- Arigoni, Duilio 167
- Aschheim, Selmar 46 f., 70, 115, 119 f., 174, 195 f., 200 f.
- Aschner, Bernhard 229
- Ash, Mitchell G. 22, 28 ff., 55, 74, 83, 88
- Asher, Leon 12
- Askew, Frederic A. 126
- Astbury, William 219
- Avery, Oswald 211, 219
- Baatz, Hans 292
- Bach, Ernst 68
- Bachmann, Werner Emmanuel 144
- Bächi, Beat 22, 33, 49 ff., 76 f., 139 f., 147, 149, 151, 208, 313, 323
- Bär, Fritz 140
- Baeyer, Johann Friedrich Wilhelm von 26, 139
- Ball, Arnold K. 157
- Bamann, Eugen 33, 160
- Banting, Frederick 39, 44, 127
- Barger, George 49, 59, 138, 174
- Bauer, Albert 234
- Bauer, Jakob 178, 201
- Bauer, Julius 89, 230
- Bauer, Karl-Heinrich 285
- Bauman, Zygmunt 52
- Baumann, Eugen 36, 59
- Bayer, Otto 99
- Bayliss, William 155
- Beadle, George W. 209 f.
- Beatson, George T. 298
- Bechhold, Heinrich 155
- Beck, Ulrich 321
- Becker, Erich 82, 209 f., 212
- Becker, Karl 64, 69
- Behrens, Dieter 94–97, 99, 181
- Beinert, Helmut 167 ff.
- Bencke, Albert 15, 114, 267
- Benn, Gottfried 59
- Benninghoff, Alfred 310
- Benzinger, Theodor 87
- Berendonk, Brigitte 73, 97, 160
- Bergmann, Max 73, 97, 160
- Bergner, K.G. 270, 273
- Bergson, Henri 11
- Bernard, Claude 12, 188, 193
- Bernhauer, Konrad 87, 108, 218
- Bersin, Theodor 17, 67 f., 70, 161, 229
- Berson, Solomon Aaron 176, 182 f.
- Berzelius, Jöns Jakob 186
- Best, Charles 39, 44
- Bettendorf, Gerhard 25, 201, 245, 247, 249
- Beuren, Alois 317
- Bickel, Adolf 56
- Bickenbach, Werner 232 ff., 245, 308
- Biedl, Arthur 14, 25, 39, 120, 130, 192
- Bielig, Hans-Joachim 135
- Bierich, Jürgen R. 249
- Bircher-Benner, Max 148
- Birkofer, Leonhard 135
- Bishop, Katherine S. 136
- Black, Archie 125
- Blankenburg, Carl 60
- Bloch, Konrad 73, 215 f.
- Block, Wolfram 164
- Bock, Hans Erhard 177, 180, 248
- Bodechtel, Gustav 181
- Bommer, Sigwald 276
- Borosini, August von 267
- Borst, Maximilian 63, 75, 291 f.
- Bouin, Pol 119
- Bourdillon, Robert B. 126
- Boysen-Jensen, Peter 195
- Brachmann, Ingeborg 212
- Brack, Viktor 242 f.
- Brahn, Benno 119
- Brandt, Christina 9, 19, 102, 170, 193, 210, 280
- Brandt, Leo 103
- Brandt, Rudolf 243 f., 269

- Braun, Paul 46, 232, 261, 289
 Braunitzer, Gerhard 219
 Bresch, Carsten 103
 Breuer, Heinz 63, 75, 106, 171, 178, 180, 183, 262, 303 f.
 Breuer, Sergius 290 f., 293, 297
 Brock, Norbert 292
 Brockmann, Hans 61, 124, 126, 134, 173, 178, 296
 Brown, James B. 176 f.
 Brown-Séguard, Charles-Édouard 35 f., 226
 Brüggemann, Johannes 183, 250 f., 279, 307
 Bruns, Oskar 273
 Bücher, Theodor 108, 110 f., 157, 163–167, 217
 Bückmann, Detlef 212 f.
 Büngeler, Walter 305
 Bürger, Max 60, 203
 Bumm, Ernst 233
 Burr, George O. 136
 Butenandt, Adolf 22 f., 26, 29, 42 f., 45 f., 48, 59, 61 f., 79 ff., 83–94, 97 ff., 102 f., 105, 107–111, 114 f., 118 f., 121, 123, 127–131, 136, 138 f., 142–145, 164, 176, 182, 185, 190, 195–202, 209–212, 218, 221, 232 f., 235 ff., 240 f., 277, 280, 286 f., 290, 293–296, 298–305, 308–313
 Callon, Michel 7 f.
 Canguilhem, Georges 12, 188, 193
 Cannon, Walter B. 188 ff., 192 f., 203
 Carr, Francis Howard 172
 Carson, Cathryn 90, 92
 Caspari, Ernst 209, 212
 Caspari, Wilhelm 290
 Caspersson, Torbjörn 219
 Catel, Werner 264 f.
 Chain, Ernst 73, 138, 215 f.
 Chance, Britton 217
 Chargaff, Erwin 73, 219
 Chibnall, Albert Charles 296
 Christian, Walter 157, 159 f.
 Christiani, Alfred Freiherr von 296
 Chrobak, Rudolf 227
 Clauberg, Carl 46, 119, 129, 145, 228, 233, 240–244
 Clausen, Richard 96 ff., 100 f., 106 f.
 Clever, Ulrich 213
 Cohen, Saul Louis 175, 178
 Collip, James B. 39, 44
 Conti, Leonardo 244, 261, 275
 Cook, James W. 298 ff.
 Corner, George W. 119, 129
 Coward, Katharine Hope 117
 Cramer, Friedrich 100, 104 f., 108–111, 187, 220 f.
 Crampe, Hans 75 f., 261
 Crawford, Albert C. 37
 Crick, Francis 101, 110, 219 f., 222
 Dale, Henry H. 121
 Dallenbach, Frederick 308
 Dallenbach-Hellweg, Gisela 308
 Dam, Henrik 135
 Dammann, Else 203
 Dane, Elisabeth 128
 Danneel, Rudolf 102
 Dannenberg, Heinz 213, 300
 d'Arsonval, Arsène 35
 Decker, Karl 165, 169 f.
 Deichmann, Ute 26 f., 55, 64 f., 69 ff., 73, 78 ff., 82 f., 100 f.
 Delbrück, Max 103 f., 110, 219, 223
 Deleuze, Gilles 21
 Dengler, Kurt 250
 Deppe, M. 126
 Diczfalusy, Egon 196, 246, 249
 Diemair, Willibald 173, 268, 276, 315
 Dingemanse, Elisabeth 178, 196
 Dimroth, Karl 140 f.
 Dirscherl, Wilhelm 7, 18, 38 f., 60, 67, 116, 123, 137, 152 f., 155, 157 f., 175, 178–181, 194 f., 203 f., 295, 303 f.
 Dischreit, Irene 63, 289
 Dithmar, Karl 40, 50, 125
 Dittmar, Carl 296
 Djerassi, Carl 144
 Dodds, Charles 46, 48, 299 f., 302
 Dodds, Edward C. 145
 Dohrn, Max 40 f., 51 f., 119, 121 f., 187, 190, 195, 197, 201 f.
 Doisy, Edward A. 43, 46 f., 118 f., 122, 127, 135, 174, 196 ff., 236
 Domagk, Gerhard 304 f.
 Donath, Willem f., 131, 172
 Dontenwill, Walter 305
 Dorfmueller, Theodor 48, 175
 Dresler, Dorothee von 128
 Drews, Jürgen 74, 105 f., 256
 Driesch, Hans 13, 188
 Druckrey, Hermann 32 f., 86, 91 f., 111, 190, 268, 287, 292 ff., 297
 Drummond, Jack Cecil 172
 Duden, Barbara 281
 Duensing, Friedrich 234
 Dukes, M. N. Graham 201, 204
 Dyckerhoff, Hanns 63, 77 ff., 154

- Eastcott, Edna V. 194
 Eggerer, Hermann 218
 Ehrenreich, M. 156
 Ehrlich, Paul 28
 Eichholtz, Fritz 92, 285, 287
 Eickemeyer, Helmut 89 ff., 310
 Eigen, Manfred 223
 Eijkman, Christiaan 15, 254
 Embden, Gustav 97, 215
 Engel, Michael 73, 101, 252, 306
 Engels, Friedrich 60 f.
 Ephrussi, Boris 209
 Erdmann, Rhoda 290, 294
 Ertel, Hermann 74–77, 255, 259 f., 274 ff., 289
 Erxleben, Hanni 294 f., 297
 Euler, Hans von 18, 45, 134, 154–159, 187, 205, 289
 Evans, Herbert M. 118, 136, 200
 Falke, Berthold 273
 Falta, Wilhelm 25
 Fellner, Otfried 118, 120, 227
 Fels, Erich 129
 Fernholz, Erhard 137, 142
 Fischer, Emil 26, 29, 66, 106, 155 f., 170, 187
 Flachowsky, Sören 53, 57 f., 64 f., 74 f., 79, 93
 Fleck, Ludwik 7, 84
 Fleisch, Herbert Andre 316 f., 319
 Flößner, Otto 75, 172
 Fodor, Andor 156 f.
 Fornet, Walter 38, 67
 Foucault, Michel 7 ff., 21, 65 f., 191, 226, 244, 287
 Fraenkel, Ludwig 119, 227
 Freud, John 197
 Freudenberg, Karl 59 f., 110, 137 f.
 Freund, Ernst 296
 Friedrich-Freksa, Hans 95, 102, 300, 303
 Fritzen, Florentine 51, 147, 254
 Frölich, Theodor 117
 Fromm, Friedrich 263
 Frowein, Friedrich 91
 Fruton, Joseph S. 7, 13, 25, 27, 114, 152 f., 155, 157, 166, 189, 193, 216, 321
 Fuchs, Hans J. 71
 Fürbringer, Paul 36
 Fürth, Otto von 38, 228 f.
 Funk, Casimir 16, 32, 128, 131, 147
 Funke, Werner 212
 Futterweit, Walter 182
 Gabel, Werner 89
 Gaechtgens, Gerhard 235, 263
 Gallagher, Thomas f., 128
 Gassner, Frank X. 307
 Gaudillière, Jean-Paul 9, 22, 31 f., 40 f., 43, 45, 48, 77, 81, 95, 131, 139, 143, 145
 Gausemeier, Bernd 22, 42 f., 62, 72, 79, 81, 206, 209–212, 323
 Gebhardt, Karl 243
 Gehlen, Arnold 19
 Gerlach, Walther 99, 114, 118, 125, 288
 Gerstein, Kurt 231
 Gierer, Alfred 104
 Gierhake, Erich 136 f., 195, 206, 232, 234 f.
 Giersberg, Hermann 202 f.
 Gieseler, Wilhelm 87
 Glatzel, Hans 50, 74, 208, 229, 235, 262, 265, 272, 315
 Glimm, Engelhardt 60
 Globocnik, Odilo 231, 242
 Glücks, Richard 242 f.
 Göring, Hermann 64, 76, 264 f.
 Goldberg, Leon 48, 145
 Goldblatt, Harry 125
 Goschler, Constantin 29
 Grassmann, Wolfgang 98, 160 f., 163
 Grawitz, Ernst Robert 86, 242
 Green, Ezra 17, 34, 169
 Grewe, Rudolf 110, 131
 Grijns, Gerrit 15, 254
 Grumbrecht, Paul 192
 Grundmann, Christoph 45, 67 f., 131, 161, 231
 Gstirner, Fritz 173 f., 262
 Gubser, Michael 90, 92
 Guhr, Oskar 308
 György, Paul 39 f., 42, 61, 134, 275, 288
 Haagen, Eugen 290
 Haar, Ingo 64
 Haas, Richard 39 f., 42, 44, 98, 125 ff., 131, 190, 317
 Haber, Fritz 23, 53, 58
 Haberlandt, Ludwig 239
 Haffner, Felix 60
 Haller, Lea 130 f., 192, 309, 323
 Hamperl, Herwig 305, 313
 Hanisch, Günter 142
 Harden, Arthur 158
 Harington, Charles R. 59, 138
 Harm, Walter 103
 Harms, Jürgen W. 56
 Harnack, Adolf von 23, 30, 52, 55, 57, 249
 Hartman, Frank A. 130
 Harwood, Jonathan 7, 153, 211
 Haworth, Walter Norman 133, 140
 Heckermann, Heinrich 269

- Heisenberg, Werner 89–92, 310
 Heiss, Rudolf 261
 Helferich, Burckhardt 162
 Hellmann, Heinrich 104
 Helmholtz, Hermann 29
 Hengstenberg, Kurt 167
 Henning, Norbert 181
 Henning, Ulf 104, 218, 223
 Herbert, Ulrich 79
 Herbst, Curt 13, 187
 Herken, Hans 292, 297
 Herre, Wolf 71
 Herrmann, Edmund 82, 127
 Herrmann, Hella 140
 Herzog, Joseph 34., 40, 126, 129, 132, 288
 Herzog, Reginald 100
 Heß, Alfred 125
 Hess, Gerhard 9, 94 ff., 107, 109 ff., 220 f., 277, 311, 314, 318
 Hess, Rudolf 268
 Hesse, Gerhard 110
 Heubner, Wolfgang 86, 114, 293, 297
 Heynemann, Theodor Friedrich Ernst 289
 Hildebrandt, Friedrich 145
 Hilberg, Raul 242
 Hillmann, Günther 72
 Hillmann-Elies, Anneliese 182
 Himmeler, Heinrich 242 ff., 268 f.
 Hindhede, Mikkel 148
 Hinsberg, Karl 178, 290 f., 294–298
 Hirsch, Max 197
 Hirschfeld, Magnus 36, 197 f.
 Hirst, Edmund 140
 Hirt, August 135
 Hitler, Adolf 215., 299
 Hoagland, Mahlon B. 182
 Hörlein, Heinrich 42, 84 f., 92, 297
 Hörner, Otto 291 f.
 Hoffmann, Anita 100, 108, 110 f.
 Hohlweg, Walter 41, 121, 127, 142, 144 f., 195, 201 f., 246
 Holst, Axel 117
 Holtz, Friedrich 127
 Holtz, Peter 311 f.
 Hopkins, Frederic Gowland 15 f., 19, 43, 55, 116
 Hoppe-Seyler, Ernst Felix Immanuel 55
 Horneck, Karl 72
 Horning, Eric Stephen 304 f.
 Horsley, Victor 35
 Hoske, Hans 256
 Huf, Ernst 199
 Huldshinsky, Kurt 124 f.
 Hurwitz, David 304
 Ichikawa, Koichi 298
 Inhoffen, Hans Herloff 98 f., 142, 144 ff.
 Jacob, François 12, 139, 152 f., 163, 186 f., 189, 215, 221 f., 226, 280
 Jakobson, Roman 11
 Jansen, Arend 172
 Jansen, B.C.P. 131
 Jennen, Gottfried 68 f.
 Jochheim, Kurt-Alphons 109
 John, Walter 81 f., 135 ff., 140, 234, 276
 Jores, Arthur 176, 245, 248 f.
 Jost, Wilhelm 109
 Jürgens, Hans-Wilhelm 248
 Juszat, Helmut J. 205, 288
 Karl, Josef 178
 Kägi, Hans 144
 Kaiser, Hanns 38, 47, 130 f., 192
 Karg, Heinrich 183 f., 196, 251 ff., 306 f.
 Karlson, Peter 18, 26, 62, 69, 80, 108, 115, 121, 127 f., 139, 142, 198, 212 f., 295
 Karrer, Paul 45, 133, 135, 137, 140
 Kaufmann, Carl 32, 145, 177, 228, 233, 236, 241, 245, 301 f.
 Kaufmann, Hans 274
 Kaudewitz, Fritz 104
 Kay, Lily E. 11, 13, 28, 187, 218 f., 221 f.
 Keilin, David 159
 Kekulé von Stradonitz, Friedrich August 26
 Kendall, Edward Calvin 36, 47, 130
 Kennaway, Ernest L. 298 f.
 Kinnersley, Henry W. 172
 Kirkman, Hadley 304
 Kirschner, Kasper 223 f.
 Klinkenberg, Norbert 38, 47, 130 f., 192
 Klose, Franz 108, 277 f., 306, 311
 Knake, Else 299
 Knaus, Hermann 234
 Knipping, Hugo Wilhelm 266, 291, 296
 Knoop, Franz 216 f., 240 f.
 Kober, Philip A. 175 f.
 Kobrak, Christopher 33
 Koch, Frederick C. 128, 196, 201
 Koch, Walter 238, 240, 250 f., 289
 Kögl, Fritz 17, 194 f., 294–298
 Koehler, Otto 87
 Kohler, Robert E. 13, 18, 25 f., 153, 157 ff., 186, 188, 215
 Kohman, Edward f., 268
 Kollath, Werner 147 f., 207, 268, 270, 277, 285 ff.

- Kornberg, Arthur 124, 220
 Koshland, Daniel E. 223
 Krauch, Carl 65, 93 f.
 Kraut, Heinrich 253 f., 257, 274, 276, 312, 315, 318
 Krebs, Hans 26, 73, 97, 159, 164, 215 f.
 Krehl, Ludwig von 80
 Kreienberg, Walter 266
 Kretschmer, Ernst 71, 88 f., 154, 161 f., 229 ff.
 Kristeva, Julia 283
 Kronfeld, Arthur 230
 Kühn, Alfred 19, 62, 82, 95, 136, 187 f., 206, 209–212, 234 f.
 Kühnau, Joachim 52, 105, 134 f., 140, 218, 265, 276, 279
 Kühne, Willy 152
 Küpfmüller, Karl 312 f.
 Kuhn, Otto 192
 Kuhn, Richard 22 f., 26, 32 f., 41 f., 45, 59 f., 64, 66, 69, 78–81, 102
 Lacassagne, Antoine 301 f.
 Lachenal, Dr. 168
 Laeverenz Paul 160
 Laguesse, Edouard 38
 Lang, Konrad 81, 109
 Laquer, Fritz 34, 115, 117, 131, 229, 277, 288, 311 f., 315 f., 319
 Laqueur, Ernst 13, 47 f., 113 f., 120, 127 f., 130, 146, 196 f., 206 f.
 Latour, Bruno 8–12, 22 f., 152 f., 283
 Latsch, Günter 86 f., 109, 176, 248, 277, 310
 Lauber, Hans Joachim 67 f., 229, 290
 Lauritzen, Christian 196, 246, 282
 Lederer, Edgar 133
 Lehmann, Frederick 144
 Lehmann, Ernst 87
 Lehmann, Wolfgang 248
 Lehnartz, Emil 18, 153, 157, 277, 310, 312
 Lemmel, Gerhard 273
 Lenoir, Timothy 28
 Lenzner, Curt 284 ff.
 Lesser, Ernst Josef 60
 Leyendecker, Gerhard 281
 Liebig, Justus von 15, 26, 139, 253
 Liek, Erwin 284, 286
 Lings, Franz 104, 214
 Linsert, Otto 36, 40, 126, 288
 Lipmann, Fritz 73, 97, 164, 166 f., 215, 217, 296
 Lipschütz, Alexander 304
 Litt, Theodor 87
 Litzka, Georg 292
 Loeser, Arnold 192, 200 ff., 206, 236, 268, 285, 302
 Loewe, Walter S. 37, 52, 118, 120, 122, 195, 197
 Löwy, Ilona 22, 31
 Long, Joseph A. 118, 200
 Lucas, George H.W. 194
 Lüttringhaus, Arthur 117, 125 f., 288
 Lynen, Feodor 26, 95 f., 104, 108, 110 f., 163–170, 182, 214 f., 217–221, 223, 225, 280
 Macleod, John James Richard 39, 44
 Madaus, Gerhard 173, 242
 Mai, Hermann 318 f.
 Maier, Helmut 30, 57, 65, 77, 80 f., 93, 107, 323
 Maier, Karl 149 ff., 158, 207 f., 276
 Mall, Gerhard 70, 161, 229, 230, 250
 Mallinckrodt-Haupt, Asta von 289
 Mark, Herrmann 100
 Marker, Russell 144
 Marrian, Guy f., 127, 175
 Marsch, Ulrich 28 f., 53, 55
 Martini, Paul 277, 310
 Martius, Carl 163, 214, 216 f.
 Martius, Heinrich 136, 182, 232 f., 235, 246, 280
 Marx, Jörg 65, 66, 85, 191 f., 226, 234, 237
 Marx, Lore 302
 May, Heinz 292
 Matthaei, Heinrich 104, 111, 220 ff.
 Matthes, Karl 245
 McCann, Alfred W. 267
 McCollum, Elmer 15, 124, 148
 Mehring, Joseph von 38
 Meinrenken, Helmut 247
 Melchers, Georg 95, 102
 Mengele, Josef 72
 Mentzel, Rudolf 32 f., 64, 81, 261, 274, 297
 Merck, Karl 42
 Merten, Richard 83 f., 297
 Merz, Kurt Walter 270, 273
 Meth, Hubert 93 f.
 Meyer, Konrad 66, 75
 Meyerhof, Otto Fritz 26, 73, 97, 215 f.
 Meyl, Arwed H. 94–97, 100
 Michaelis, Leonor 70, 156
 Micheel, Fritz 117, 132, 133, 194
 Mielke, Fred 241 f.
 Miescher, Karl 144
 Mikulicz-Radecki, Felix von 240 f.
 Minkowski, Oskar 38, 44

- Miramontes, Luis E. 144
 Mitscherlich, Alexander 119, 240 ff.
 Mittasch, Alwin 18 f., 186 f., 284
 Mollenhauer, Hans Peter 285, 314
 Monod, Jacques 215, 221 f.
 Moore, Carl 128, 201
 Moser, Gabriele 290 f., 302, 310, 323
 Moses, Julius 288
 Müller-Hill, Benno 69, 71, 104, 224
 Müller-Wille, Staffan 21
 Murray, George Redmayne 35 f.
 Nachmansohn, David 215
 Nachtsheim, Hans 95
 Napp, Johann-Heinrich 177, 179, 249
 Naujoks, Rudolf 239
 Negelein, Erwin 159
 Nehring, Kurt 261
 Nelte, Otto 84
 Neuberg, Carl 25, 73, 79 f., 97, 296
 Niehans, Paul 298
 Niemeier, Wilhelm 293
 Nirenberg, Marshall 111, 220 ff.
 Nitsche, Max 238
 Noorden, Carl Harko von 67, 116, 203
 Northrop, John H. 157 f., 161
 Nothnagel, Margarethe 255
 Ober, Karl Günther 247, 282, 309
 Oberdisse, Karl 180 ff., 204
 Ochoa, Severo 73, 164, 166, 220, 222
 Oesterhelt, Dieter 218
 Offergeld, Heinrich 191
 Ohlmeyer, Paul 216 f.
 Okintschitz, Ludwig 36 f., 227
 Oliver, George 37
 Oppenheimer, Carl 7, 18, 34, 73, 114 ff., 120, 194
 Osenberg, Werner 75
 Ostwald, Wilhelm 186
 Overath, Peter 224
 Paech, Karl 267 f.
 Papanicolaou, George 118
 Paracelsus 284
 Parkes, Alan S. 120
 Pasteur, Louis 152, 186
 Pauling, Linus 219, 281 f., 287
 Pearlman, William H. 175
 Peller, Sigismund 264
 Perrault, M. 168
 Peter, Jürgen 244
 Peters, Rudolph A. 172
 Pfannenstiel, Wilhelm 205, 229, 231, 267 f.
 Pfiffner, Joseph John 130
 Pfeleiderer, Gerhard 164, 218 ff.
 Philipp, Ernst 177, 201, 204, 232 f., 239 f., 245 f., 248, 269
 Piepho, Hans 209, 212 f.
 Pincus, Gregory 144, 175, 182, 308
 Plagge, Ernst 209 f., 212
 Plank, Rudolf 261, 269
 Plötner, Kurt Friedrich 60
 Poehl, Alexander 36
 Pohl, Oswald 269
 Polanyi, Michael 94, 100
 Pontius, Dieter 175 ff., 249
 Price, Dorothy 201
 Price, Ernest Arthur 172
 Proctor, Robert N. 254, 259, 284 f., 290, 298 f.
 Rabinow, Paul 13, 21, 24, 65 f.
 Rabkin, Yakov M. 99 f.
 Rahn, Helmut 164
 Raiser, Ludwig 93, 277, 285 f.
 Rarei, Bernhard 292
 Ratmoko, Christina 22, 32, 43, 49, 120, 142, 232, 323
 Reemtsma, Philipp 269
 Reichert, Ernestine 166
 Reichstein, Tadeus 49 f., 130, 139 f., 143, 199
 Reiter, Hans 24, 66, 75, 78
 Reschke, Johannes 148 f., 226, 255 f., 261, 263 f.
 Rheinberger, Hans-Jörg 8, 11 ff., 21, 27, 62, 100 ff., 104 ff., 111, 162 f., 188, 190, 209–212, 215, 218 f., 221 f., 225, 280, 323
 Richter, Rudolf 268, 292
 Rietschel, Hans 148, 229
 Roeder, Georg 317 ff.
 Rona, Peter 216
 Ronge, Hans 256
 Rosenblueth, Arturo 193
 Rosenheim, Otto 125, 172
 Rothe, Walter 74, 77, 172, 260, 273 f., 289
 Roux, Wilhelm 13, 14, 18
 Rubner, Max 147, 253
 Rueff, Luistraud 166
 Ruhestroth-Bauer, Gerhard 85
 Runge, Hans 228, 233
 Ruschig, Heinrich 129
 Rust, Bernhard 64, 243 f.
 Ruzicka, Leopold 43, 48 f., 142, 144
 Rygh, Ottar 132
 Sabalitschka, Theodor 268
 Sachs, Lothar 89, 248
 Sanger, Frederick 178, 219

- Sauerbruch, Ferdinand 66, 71, 292, 296, 299, 301
- Saussure, Ferdinand de 11
- Schäfer, Armin 19
- Schäfer, Edward Albert 20, 37
- Schäuble, Johann 248
- Schapiro, Bernhard 36
- Schenck, Ernst Günther 176, 269
- Scheunert, Carl-Arthur 24, 56, 76 f., 114, 148 f., 176, 205–208, 235, 255–261, 263–266, 271 ff., 276, 287 f.
- Schirach, Baldur von 266
- Schittenhelm, Albert 266, 296
- Schmidt, Helmuth 121, 196, 204
- Schmidt-Ott, Friedrich 23, 30, 53, 58, 93, 107, 129, 142, 216
- Schmidt-Thomé, Josef 144
- Schmitt, Josef 68 f.
- Schoeller, Walter 40, 43, 47, 61, 118 f., 121, 128 f., 195, 201 f., 233, 303
- Schönheimer, Rudolf 73, 97, 215
- Schormüller, Josef 154
- Schramm, Gerhard 102, 108, 219, 223
- Schroeder, Hermann 17, 136, 148 f., 173, 176 f., 208, 261, 263, 290 f.
- Schröder, Robert 233
- Schrödinger, Erwin 219
- Schubert, Gerhard 177, 204, 248 f.
- Schübel, Konrad 114
- Schumpeter, Joseph 31 f.
- Schuphan, Werner 265, 274, 276
- Schuster, Heinz 104
- Schweigart, Hans-Adalbert 259, 262, 272, 286 f.
- Schweitzer, Albert 287
- Schwenk, Erwin 145
- Schwenkenbecher, Alfred 60
- Schwerin, Alexander von 7, 21, 24, 58, 63, 181, 283, 323
- Seeger, Paul Gerhardt 299 f.
- Seifert, John C. 273 f.
- Seitz, Frederick 103, 106, 232
- Selye, Hans 191 ff., 302 f.
- Sengoopta, Chandak 20, 35 ff., 196 f., 199, 201, 227 f., 237, 247
- Serger, Hermann 267 f.
- Serres, Michel 8
- Seubert, Werner 169
- Siebke, Harald 245 f.
- Siegmund, Herbert 266
- Siemens, Werner von 29
- Sievers, Heinz 268 f.
- Simmer, Hans H. 36 f., 119, 177, 200, 202, 239
- Simmonds, Nina 124, 148
- Sinding, Christine 9, 15 f., 43 f., 89, 116, 153, 193, 215
- Slotta, Karl-Heinrich 59, 122, 129
- Smith, George Van S. 304
- Smith, Olive Watkins 304
- Soames, Katharine Marjorie 125
- Solbach, H.G. 181
- Somlo, Emeric 144
- Sonderhoff, Robert 181, 217
- Souci, Siegfried Walter 269 f., 274, 276, 311 f.
- Stähler, Fritz 136, 234
- Staemmler, Hans-Joachim 89, 177, 204, 245, 248
- Staemmler, Martin 192
- Stanley, Wendell M. 219
- Stantien, Kurt 78
- Stark, Johannes 74 f.
- Starling, Ernest H. 14
- Starlinger, Peter 104, 223 f.
- Staudinger, Hansjürgen 100, 105 f., 178
- Steenbock, Harry 44, 125, 133, 271
- Steiger, Marguerite 130
- Steigerwald, Felix 291 f.
- Steinach, Eugen 13, 41, 46, 56, 120, 128, 196 ff., 201
- Stengers, Isabelle 9 f., 23, 186
- Stepp, Wilhelm 16, 34 f., 50 f., 56, 148 ff., 173, 176, 205, 207 f.
- Stern, Kurt G. 156 f.
- Stickl, Otto 87
- Stieve, Hermann 56, 191 f., 234
- Stock, Alfred 53, 58
- Stockard, Charles 118
- Stockstrom, Erich 141
- Stoekel, Walter 233
- Stolz, Friedrich 38
- Straub, Walther 19, 34, 67, 103, 175, 271, 280
- Strauß, Franz-Josef 96
- Stuart, Herbert A. 87
- Stuchtay, Karl 53, 58
- Stümbke, Vera 266
- Sumner, James B. 155, 157 f., 161
- Sure, Bennett 136
- Svedberg, Theodor 163
- Svirbely, Joseph Louis 132
- Szent-Györgyi, Albert 47, 49, 124, 132 f., 135, 274, 291
- Szöllösi-Janze, Margit 26, 28, 30, 53 f.
- Takahashi, Katsumi 133
- Takamine, Jokichi 38

- Tanner, Jakob 189, 193, 323
 Tatum, Edward L. 210
 Täufel, Kurt 276
 Theorell, Hugo 26, 99
 Thomas, Heinz 181, 217
 Tillmans, Josef 132, 173
 Timofeeff-Ressovsky, Nikolai 219
 Tiseliuss, Arne 163, 171, 178 f.
 Todd, Alexander 110, 220
 Tönnis, Benno 194
 Trautwein, Herbert 306 f.
 Truhaut, René 314
 Trunk, Achim 72, 80, 323
 Tschesche, Rudolf 47, 131
 Tswett, Michail S. 133 f.
 Tucholsky, Kurt 61
 Überla, Karl 309
 Uenaka, Keizo 38
 Umber, Friedrich 38, 44, 67, 116
 Ussow, P. S. 37
 Vasterling, Hans-Werner 282
 Vaupel, Elisabeth 153, 154
 Vermeulen, Marc 272
 Verschuer, Otmar von 72, 87, 230
 Vielmetter, Walter 224
 Vienne, Florence 7, 227, 323
 Voigt, Klaus-Dieter 121, 175, 182, 196, 204, 249
 Vollmer, Heinrich 287 f.
 Von den Velden, Reinhard 113
 Voss, Hermann E. 37, 52, 118, 120, 200
 Wachholder, Kurt 136, 150 f., 208, 258, 261, 266
 Wacker, Adolf 105
 Wadehn, Fritz 118 f., 127, 174, 197
 Wagner, Georg August 113, 146, 206, 236 f.
 Wagner, Karl-Heinz 79, 176, 265, 272
 Wagner-Jauregg, Theodor 47, 50, 117, 126, 131–134, 159, 284, 288 f.
 Wahrig, Bettina 7, 21, 24, 283 f., 323
 Waldmann, Anton 273
 Waldschmidt-Leitz, Ernst 154, 157, 295–298
 Wallenfels, Kurt 222
 Warburg, Otto 13, 26, 41, 45, 134, 154, 156–160, 163, 165, 170, 216, 293 f., 297
 Watson, James D. 102, 110, 219
 Weaver, Warren 101, 274
 Webster, Thomas A. 125 f.
 Wegmann, Theodor 60, 123, 137
 Wehefritz, Emil 99, 171, 174
 Wehler, Hans-Ulrich 29
 Weidel, Wolfhard 95, 104, 170, 210, 212
 Weil, Artur 115, 230
 Weisbrod, Bernd 83
 Weltzien, Julius 41
 Wendt, Georg von 51
 Wendt, Gerhard 134 f.
 Werner, Petra 7, 16 f., 20, 26, 31, 41, 43, 45, 158 ff., 165, 194, 205, 229, 255, 266, 270, 279, 289
 Wertheimer, Ernst 16
 Wessely, Fritz von 48, 122, 145, 302
 Westphal, Kurt 131, 134 f., 142
 Westphal, Ulrich 81, 177
 Wettstein, Albert 48, 142
 Widenbauer, Franz 172 f., 263, 265
 Wieland, Heinrich Otto 127 f., 153 f., 175, 181, 217, 298
 Wieland, Theodor 26, 59, 69, 108, 110, 166, 170
 Wiener, Norbert 193
 Wieser, Wolfgang 193 f.
 Wildiers, Eugene 194
 Wildt, Michael 79
 Willstätter, Richard 26, 58, 73, 80, 153–159, 162, 170, 186
 Wilson, Robert A. 247, 308
 Wimmer, Wolfgang 31, 38–41, 46, 49, 55, 60, 62, 67, 115, 128, 138
 Windaus, Adolf 22, 26, 39 f., 42, 44, 47, 50, 59, 61 ff., 74, 78, 81, 86, 122–128, 130–133, 135, 137 f., 140 ff., 161, 173, 215, 234, 258, 271, 275, 288, 296, 298
 Winkler, Hellmuth 68, 175, 199, 206, 229, 233, 235, 267, 289
 Winter, Gerhard f., 247, 308
 Winterstein, Alfred 133
 Wintersteiner, Oskar 130
 Wirz, Franz 149, 256, 262
 Wittmann, Heinz-Günther 104
 Wollmann, Elie 222
 Womack, E.B. 196, 201
 Woodward, Robert B. 145 f.
 Yalow, Rosalyn 176, 182, 183
 Yamagiwa, Katsusaburo 298
 Yanofsky, Charles 104
 Young, William John 158, 200
 Zachau, Hans 103 f.
 Zahn, Helmut 146
 Zander, Josef 109, 177, 180, 247, 307
 Zarnitz, Marie Luise 105, 112, 170, 211
 Zeile, Karl 167 ff.
 Ziegner, Erika von 128
 Zierold, Kurt 23, 53, 57 f., 89, 92, 109, 314, 318

Zillig, Wolfram 104, 221 f.
Zille, Heinrich 61
Zilliken, Friedrich 175, 178
Zilva, Sylvester 132
Zimmer, Karl G. 219
Zimmermann, Walter 262 f.

Zimmermann, Wilhelm 174 ff., 178, 192 f.
Zinnitz, Fritz 67
Zondek, Bernhard 37, 46 ff., 70, 115, 119 f.,
174, 196 f., 200 f., 232, 236, 239, 302
Zorn, Wilhelm 237 f.



INSTITUTIONEN

- II. Medizinische Klinik, Düsseldorf 180
II. Medizinische Klinik, München 266, 296
II. Medizinische Universitätsklinik, Hamburg-Eppendorf 176, 248
VII. Internationaler Ernährungskongress, Hamburg, August 1966 279
Aarhus Oliefabriken 272
Abteilung für Chemie, Institut für Pathologie, Universität Berlin 291
Abteilung für Geschwulstforschung, Medizinische Klinik, München 296
Abteilung für klinische Chemie, Universitätskrankenhaus Eppendorf, Hamburg 249
Abteilung für klinische und experimentelle Endokrinologie, Universitätskrankenhaus Eppendorf, Hamburg 249
Abteilung für Krebsforschung, Institut für experimentelle Therapie, Frankfurt/Main 290
Abteilung Hygiene des Sanitätswesens der Waffen-SS 231
Allgemeines Chemisches Universitäts-Laboratorium, Universität Göttingen („Windaus' Institut“) 61, 81, 127
American Journal of Obstetrics and Gynecology 304
American Medical Association 318
Andersen & Co. KG 268 f.
Arbeitsdienstlager, Pfaffenhofen 264
Arbeitsdienstlager, Ruhlsdorf 264
Arbeitsgemeinschaft chemische Industrie 99
Arbeitsgemeinschaft Ernährungswissenschaftlicher Institute 279
Arbeitsgemeinschaft für Ernährungsforschung 75
Arbeitsgemeinschaft für Fettforschung 274
Arbeitsgemeinschaft Kaiser-Wilhelm-Institute für Biochemie und für Biologie zur Pflege der Virusforschung 102
Arbeitsgemeinschaft Krebs 292 f.
Arbeitsgemeinschaft zur Amenorrhoe 228
Arbeitsgemeinschaft zur Vitaminforschung 42
Arbeitskreis Landwirtschaftliche Gewerbeformation 269
Arbeitsring für Nahrungsmitteltechnik 75 f.
Arbeitsstätte für Virusforschung 102
Arbeitstagung der Gau-Vertrauensmänner für Volksernährung 255
Archiv für Gynäkologie 37
Archiv der Pharmazie 34
Archiv für Entwicklungsmechanik 13
August Oetker-Werke 75
Auswärtiges Amt 274
Ayerst Laboratories 246
Bahrenfelder Margarinewerke 172, 273
Bayer 22, 28, 31, 34, 36, 39–42, 46, 50, 83, 115, 130, 134 f., 154 f., 304
Bayerische Akademie der Wissenschaften 165
Berliner Gesellschaft für Geburtshilfe und Gynäkologie 200
Berliner Medizinische Gesellschaft 113, 236
Berliner Tageblatt 57
Biochemische Centrallblatt 25
Biochemische Zeitschrift 25
Biokemisk Institut, Kopenhagen 135
Biologische Versuchsanstalt, Wien 196
Boehringer 32, 42, 47, 59, 153 ff., 159, 165, 167 ff.
Brigade Ehrhardt 86
British Drug Houses 39
Bund Deutscher Chemiker 78
Bundesärztekammer 319
Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht, Celle 212, 250
Bundesgesundheitsrat 319 f.
Bundeskanzleramt 90
Bundesministerium des Innern 277, 314
Bundesministerium für Gesundheitswesen 285, 318
Bundesregierung 90, 92
California Institute of Technology, Pasadena 103
Cambridge University 102, 110, 124, 216
Centrallblatt für Gynäkologie 227
Charité, Berlin 86, 145, 216, 233, 236 f., 290, 292, 301
Chemical Society 156
Chemiker-Zeitung 149
Chemisches Laboratorium, Universität Leipzig 162
Chemisches Laboratorium, Volkshochschule Wien 296

- Chester Beatty Research Institute (Cancer Research) 109
- Chimio 32
- Chirurgische Universitätsklinik, Charité, Berlin 292
- Chirurgische Universitätsklinik, Bonn 180
- Ciba 32 f., 42 f., 48 f., 120, 130, 139, 224
- Columbia University, New York 130, 215, 219
- Comptes rendus de la société de biologie 35
- Cornell University Medical College 281
- Degewop 47 ff., 119
- Department of Chemistry, Harvard University 215
- Department of Internal Medicine, University of Yale 105
- Deutsche Arbeitsfront 275
- Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie 78
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) 23 f., 32 f., 40, 54 ff., 58, 61–64, 67 f., 71–75, 78 ff., 82, 84, 86, 88 f., 92–96, 98 ff., 102–106, 108–111, 119, 123, 126 f., 129, 131–134, 136 ff., 140–143, 146, 154 f., 159, 161 f., 164 ff., 169 f., 173, 175 ff., 179–183, 189, 191, 195, 198 ff., 204 ff., 210–214, 216 ff., 221–224, 228, 230 f., 233–235, 237 f., 240 ff., 244 ff., 248–253, 257, 259 ff., 264 ff., 268, 271, 273 ff., 277 f., 280 ff., 285, 287, 289–293, 295–303, 305 ff., 309–315, 317–323
- Kommission für die Prüfung der chemischen Lebensmittelkonservierung 278, 310 ff.
 - Kommission für Ernährungsforschung 108, 229, 277 f., 311, 315 f., 318
 - Kommission zur Prüfung fremder Stoffe bei Lebensmitteln 155, 310 ff., 316 f., 319 f.
 - Kommission zur Untersuchung cancerogener Wirkungen von Farbstoffen (Lebensmittelfarben) 91, 92, 310, 313 f., 322
 - Kommission zur Untersuchung des Bleichens von Lebensmitteln 310
 - Sachgebiet Medizin 290
 - Schwerpunkt Biochemie 104, 108, 169, 221
 - Schwerpunkt Biochemie der Morphogenese 104
 - Schwerpunkt Endokrinologie 181, 249, 281
 - Schwerpunkt Entwicklungsphysiologie 108
 - Schwerpunkt Ernährungsforschung 252, 277, 279
 - Schwerpunkt Kybernetik 104
 - Schwerpunkt Molekulare Biologie 104, 221
 - Schwerpunkt Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung 251
 - Schwerpunkt Schwangerschaftsverlauf und Kindesentwicklung 245, 250
 - Sonderforschungsbereich Endokrinologie 249, 281
 - Sonderforschungsbereich Medizinische Molekularbiologie und Biochemie 111
- Deutscher Forschungsrat 33, 61, 84, 89–94, 137, 310 f.
- Deutsche Gesellschaft für Endokrinologie 248
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung 255, 263, 311, 316, 318, 319
- Deutsche Gesellschaft für Ernährungsforschung 75
- Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie 136
- Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin 318
- Deutsche Gesellschaft für Kinderheilkunde 317 f.
- Deutsche Gesellschaft für Lichtforschung 39
- Deutsche Gesellschaft für Rassenhygiene 174
- Deutsche Medizinische Wochenschrift 7, 113, 116, 303
- Deutsche Pharmakologische Gesellschaft 114, 311
- Deutsche Physiologische Gesellschaft 311
- Deutsches Ärzteblatt 149
- Deutsches Frauenwerk 255, 275
- Deutsches Hygiene-Museum 262
- Deutsches Insulinkomitee 44, 67, 116
- Deutsches Wollforschungsinstitut, TH Aachen 146
- Diabetes-Forschungszentrum 111
- Diätschule, Bad Hersfeld 256
- Die Ernährung 75, 269
- Die Umschau 38, 58
- Eichkonferenz der Sexualhormone 120
- Eli Lilly & Co. 39, 44, 46
- Endocrine Section, Colorado State University 307
- Endokrinologische Forschungsstelle 176
- Engelhard 37,60
- Ergebnisse der Physiologie 25
- Essig Kühne 167

- Europäische Wirtschaftsgemeinschaft 306, 311
 Fachgesellschaft für Lebensmittelchemie 311
 Fachsparte Bevölkerungspolitik, Erb- und Rassenpflege 262
 Fachverband der Futtermittelindustrie 307
 Fakultät für Gartenbau und Landeskultur, Technische Hochschule Hannover 286
 Faraday Society 178
 Fermentforschung 71
 FIAT-Berichte 98, 102
 Forschungsdienst 75, 261, 264 f., 270
 Forschungsinstitut für Fortpflanzungsbiologie des RFSS 243
 Forschungskreis für Ernährungswissenschaft 277
 Frankfurter Rundschau 319
 Freund & Redlich 37
 Führerkanzlei 242
 Georg-Speyer-Haus 28
 Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte 156
 Gesellschaft für Molekularbiologische Forschung 106
 Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselerkrankheiten 293
 Gestapo 45
 Göttinger Chemische Gesellschaft 141, 209 f.
 Handelsgesellschaft Deutscher Apotheker mbH (Hageda) 34
 Harvard University 43, 84, 145, 215
 Hauptamt für Volksgesundheit 74 f., 256, 275 f.
 Hauptvereinigung Gartenbau 262
 Heeresrüstung 263
 Heereswaffenamt 80, 135
 Hengstenberg 167
 Heyl & Co 273
 Hilfskreuzer Kronprinz Wilhelm 267
 Hinterzarterer Rundgespräche 304, 310
 Hoechst 28, 31, 38–41, 46, 50, 60
 Hoffmann-La Roche 24, 32 f., 37, 45, 47, 49 ff., 62, 76, 139 f., 149, 273, 316
 Hormonlabor, Universitätskrankenhaus Eppendorf, Hamburg 182, 249
 Hummel & Co. 262
 IG Farben 31 f., 39–42, 44 f., 48 ff., 59–63, 65, 69, 76, 81, 84, 123, 126, 130 ff., 134, 139, 141, 161, 199, 288, 303
 Institut für Allgemeine und Analytische Chemie, ETH Zürich 41, 80
 Institut für Chemie, Universität Heidelberg 137
 Institut für Chemie, Universität Tübingen 33, 104, 216
 Institut für Chemie, Universitätskrankenhaus Eppendorf, Hamburg 163
 Institut für Ernährungslehre 276
 Institut für Gemüsebau, Großbeeren 274, 264
 Institut für Genetik, Köln 103 f., 223 f.
 Institut für Hygiene, Reichsuniversität Straßburg 290
 Institut für Hygiene, Universität Berlin 203
 Institut für Hygiene, Universität Breslau 174
 Institut für Hygiene, Universität Marburg 205
 Institut für Hygiene, Universität Rostock 147
 Institut für Krebsforschung, Charité, Berlin 290
 Institut für Krebsforschung, Heidelberg 310
 Institut für Milcherzeugung, Weißenstephan 251
 Institut für Nahrungsmittelchemie, Universität Frankfurt/Main 173
 Institut für Organische Chemie, TH Braunschweig 146
 Institut für Organische Chemie, TH Darmstadt 109
 Institut für Organische Chemie, Universität Utrecht 297
 Institut für Pathologie, Charité Berlin 216, 291
 Institut für Pathologie, Universität Breslau 192
 Institut für Pathologie, Universität München 63, 78, 305
 Institut für Pharmakognosie, Reichsuniversität Posen 173
 Institut für Pharmakologie, Universität Berlin 268, 292
 Institut für Pharmakologie, Universität Erlangen 114
 Institut für Pharmakologie, Universität Freiburg 192
 Institut für Pharmakologie, Universität Heidelberg 114
 Institut für Pharmakologie, Polizeikrankenhaus Wien 86
 Institut für Pharmazeutische Chemie, Universität Königsberg 270
 Institut für Physiologie, Universität Halle-Wittenberg 71
 Institut für Physiologie, Universität Rostock 208
 Institut für Physiologie der Süddeutschen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Weißenstephan 153, 251

- Institut für Physiologie, physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie, Tierärztliche Fakultät, Universität München 183, 238, 250 f.
- Institut für Physiologische Chemie, Universität Frankfurt/Main 215
- Institut für Physiologische Chemie, Universität Gießen 105
- Institut für Physiologische Chemie, Universität Kiel 248
- Institut für Physiologische Chemie, Universität Tübingen 216
- Institut für Physiologische Chemie, Reichsuniversität Straßburg 78
- Institut für Physiologische und Wehrchemie, Militärärztliche Akademie 81
- Institut für Physik, Universität München 99
- Institut für Physikalische Chemie, Universität Göttingen 109
- Institut für Physiologische Chemie, Physikalische Biochemie und Zellbiologie, Universität München 99, 164
- Institut für Rassenbiologie, Universität Königsberg 72
- Institut für Serumforschung, Berlin 28
- Institut für Therapeutische Biochemie, Universität Frankfurt/Main 105
- Institut für Tierzucht, Universität Breslau 237
- Institut für Tierzucht, Universität München 238
- Institut für Tierzucht und Fütterungslehre, Landwirtschaftliche Schule Tetschen 238
- Institut für vegetative Physiologie, Universität Frankfurt/Main 123
- Institut für Veterinärphysiologie, Universität Leipzig 258 f.
- Institut für Zoologie, Frankfurt/Main 202
- Institut für Zoologie, Universität Köln 192
- Institute for Enzyme Research, University of Wisconsin 167
- Institute for Research on Trace Elements and Vital Substances 286
- International Olympic Committee 283
- Internationale Gesellschaft für Nahrungs- und Vitalstoff-Forschung 267, 286 f.
- Internationale Konferenz gegen Nahrungsmittelfälschung 267
- Internierungslager Hammelburg 86
- Jahresversammlung der Deutschen Chemiker 259
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) 313
- Johns Hopkins University 43, 124, 233
- Journal of Biological Chemistry 168
- Jungdeutscher Orden 80
- Kaiserin Auguste-Victoria Haus, Berlin 287
- Kaiserlich Biologische Anstalt 30
- Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft 23, 28, 30, 32, 55, 58, 81, 107, 159, 272, 297, 323
- Kaiser-Wilhelm-Institut für Biochemie 26, 42 f., 72, 77, 79, 81, 85, 102, 143, 301
- Abteilung für Virusforschung 85, 102
- Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie 230, 253
- Kaiser-Wilhelm-Institut Biologie 26
- Kaiser-Wilhelm-Institut Chemie 26
- Kaiser-Wilhelm-Institut für Faserchemie 100
- Kaiser-Wilhelm-Institut Lederforschung 26, 160 f.
- Kaiser-Wilhelm-Institut Medizinische Forschung 26, 32, 64, 80, 131, 135, 140
- Kaiser-Wilhelm-Institut Zellphysiologie 26, 159, 163, 216
- Kaiser-Wilhelm-Stiftung für kriegstechnische Wissenschaften 58
- Klinische Wochenschrift 175, 299, 302
- Königlich Preussisches Institut für Infektionskrankheiten 28
- Knoll 37
- Krause Medico-Gesellschaft 160
- Krebslaboratorium, Städtisches Krankenhaus Lainz, Wien 296
- KZ Auschwitz 69, 72, 242 ff.
- KZ Belzec 231
- KZ Dachau 263
- KZ Natzweiler-Struthof 290
- KZ Ravensbrück 242 ff.
- KZ Theresienstadt 34
- Laboratorium für organische Chemie, ETH Zürich 43
- Landwirtschaftliche Hochschule, Hohenheim 262
- Landwirtschaftliche Versuchsstation, Rostock 261
- League of Nations Health Organization 257
- Leitz 99
- Lister Institute, London 117, 131
- Ludolf-Krehl-Klinik, Heidelberg 245
- Luftwaffe 85
- Madaus 173
- Marshallplan 98
- Max-Planck-Gesellschaft 89, 103, 107, 221
- Max-Planck-Institut für Biochemie 99, 219, 221

- Max-Planck-Institut für Hirnforschung 164
 Max-Planck-Institut für Immunbiologie 86
 - Forschergruppe Präventivmedizin 86, 111
 Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung 100
 Max-Planck-Institut für Molekulare Genetik 105
 Max-Planck-Institut für Physikalische Chemie 223
 Max-Planck-Institut für Virusforschung 102 f., 221
 Max-Planck-Institut für Zellchemie 95, 104, 169 f.
 Mayo-Clinic, Rochester/Minnesota 47
 McGill University, Montreal 192
 Medical Research Council 48
 Medizinische Klinik, Köln 266
 Medizinische Klinik, Tübingen 182
 Medizinische Universitätspoliklinik, Königsherg 273
 Merck 22, 24, 31 f., 37, 39 f., 42, 44 f., 49 f., 59, 61 f., 76, 123, 131–134, 140, 149, 154 f., 159 f., 173, 239, 261, 280, 282, 316
 Midwestern Meat-packing Companies 47
 Münchener Medizinische Wochenschrift 55, 148
 Mütterberatungsstellen 319
 Mütterdienst des Deutschen Frauenwerkes 275
 National Academy of Science 103
 National Institute, Hampstead 121
 National Research Council 57
 Naturwissenschaften 127, 142, 155
 Nordwestdeutscher Gynäkologenkongress 177
 Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft 23, 30, 53–65, 74 f., 78 f., 84, 86 f., 89, 91 ff., 95, 98 f., 102 f., 107, 123, 126, 126, 129, 133, 136 f., 142, 146, 155, 161, 165 ff., 174, 176, 182, 185, 191, 207, 216, 232 f., 238 ff., 244, 288 f., 293, 304, 309, 311
 NSDAP 77, 80, 84 ff., 88, 256, 276
 NS-Dozentenbund 86
 NS-Volkswohlfahrt 275
 Oberkommando der Kriegsmarine 69, 262, 270
 Oberkommando der Wehrmacht 262
 Oberkommandos des Heeres 273
 Organon 32, 39, 46–49, 77, 119, 130, 139
 Pabst Brewery 167
 Pabst-Laboratories 167 f.
 Parke, Davis & Co. 36, 38, 49
 Pfälzische Landesklinik, Landeck 250
 Pharmagans 44
 Physikalisch-Technische Reichsanstalt 30
 Physics Today 103
 Physiological Institute, University of Toronto 39
 Planungsamt für die Koordination der Forschung 75
 Population Council, Rockefeller University, New York 281
 Preußische Akademie der Wissenschaften 23
 Quick 247, 308
 Radioisotope Service, Veterans Administration Hospital, New York 182 f.
 Reichsamt für Wirtschaftsausbau 65, 81, 93
 Reichsanstalt für Vitaminprüfung und Vitaminforschung 25, 77, 259 f., 279
 Reichsarbeitsdienst 264
 Reichsarbeitsgemeinschaften der Landbauwissenschaften 75
 Reichsarbeitsgemeinschaft Ernährung aus dem Wald 262
 Reichsarbeitsgemeinschaft für Volksernährung 75 f., 261
 Reichsausschuss für gärungslose Fruchteverwertung 176
 Reichsforschungsanstalt/Reichsinstitut für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe 261
 Reichsforschungsrat 61, 64 ff., 68 f., 72, 75 f., 78 f., 81, 141, 154, 159, 161, 192, 206, 209 f., 230 f., 238, 257 f., 262 ff., 266, 270, 274, 280, 289, 291, 296
 - Fachgliederung Wehrmedizin 266
 - Fachsparte Landwirtschaft und allgemeine Biologie 66
 - Fachsparte Landbauwissenschaft und Biologie 66, 238, 264
 - Fachsparte für Medizin 71, 296
 - Fachsparte für organische Chemie und Biochemie 64
 Reichsgesundheitsamt 24, 28, 66, 74 f., 77 f., 154, 171, 226, 257 ff.
 Reichsgesundheits-, Prüfungs- und Beratungsdienst 175
 Reichsarbeitsgemeinschaft Landwirtschaftliche Gewerbeforschung 262, 265
 Reichsarbeitsgemeinschaft für Volksernährung 75 f., 261
 Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft 258, 263, 265, 272
 Reichsministerium des Innern 53, 259, 266
 Reichsministerium für Kultur

- Reichsministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung 64, 275
 Reichsnährstand 74, 260
 Reichspatentamt 44 f.
 Reichsstelle Chemie 76 f.
 Reichsstelle für Fette und Eier 272 f.
 Reichsverband der deutschen Industrie 53 f.
 Reichsverein Volksernährung 267
 Reichswehr 273
 Rentenversicherung 275
 Rockefeller Foundation 62, 80, 86, 101, 159
 Rockefeller Institute for Medical Research, New York 160, 219
 Rohm & Haas Company 99
 Rohstoff- und Devisenstab 81
 Royal Army Medical Corps 117
 Royal Cancer Hospital, London 304
 SA 77, 86
 Sächsische Serumwerke 44
 Sanitätsinspektion der Luftwaffe 85
 Schering 11, 22, 31 ff., 36, 40 ff., 45–49, 59, 61 f., 77
 School of Medicine, Stanford University 304
 Schweizerisches Forschungsinstitut, Davos 316
 Société de Biologie 35, 226
 Siemens 98
 SPD 313
 Spiegel 96 f., 247, 281 f., 307
 SS 77, 86, 176, 241, 244, 268
 SS-Lazarett Seifhennersdorf 231
 SS-Wirtschafts-Verwaltungshauptamt 263
 Staatlich Medizinisches Untersuchungsamt, Trier 176
 Stanford University 104
 Stifterverband der Notgemeinschaft 54
 Syntex 144
 Tetewop 48
 Thörl's Ölfabriken 272
 Tierforschungslaboratorien, Chirurgische Universitätsklinik Freiburg 86
 Tumorfarm 302
 Tumorprogramm 291
 Universitätsfrauenklinik, Berlin 233, 244, 292
 Universitätsfrauenklinik, Bonn 245
 Universitätsfrauenklinik, Göttingen 136
 Universitätsfrauenklinik, Hamburg 249, 281, 289
 Universitätsfrauenklinik, Heidelberg 109, 244
 Universitätsfrauenklinik, Kiel 177, 204, 233, 245
 Universitätsfrauenklinik, Königsberg 239 f.
 Universitätsfrauenklinik, Leipzig 235
 Universitätsfrauenklinik, Marburg 68, 199
 Universitätsfrauenklinik, München 245
 Universitätskinderklinik, Hamburg 249
 Universitätskinderklinik, Leipzig 63, 264
 Universitätskinderklinik, Münster 318
 Universitätskinderklinik, Würzburg 148
 Universitätsnervenklinik, Göttingen 234
 University of Buffalo 130
 University of Pennsylvania 43
 University of Toronto 39, 44, 46
 University School of Medicine, St. Louis 43, 304
 Verband Großstädtischer Milchversorgungsbetriebe 317, 319
 Verein Deutscher Chemiker 64, 82, 165, 210
 Vereinigung für die Gesundheitsfürsorge des Kindesalters 317
 Versuchs- und Forschungsanstalt für Gartenbau, Weihenstephan 264
 Vierjahresplan 64 f., 67, 73–76, 123, 259
 Völkerbund 116, 120, 257
 Volkswagenstiftung 100 f., 104 ff.
 Vossische Zeitung 57, 61
 Waffen-SS 231, 263, 269
 Walfangstation Lopra 272
 Wannsee-Konferenz 242
 Washington University Medical School, St. Louis 118
 Wehramt Köpenick 268
 Wehrmacht 33, 65, 76, 262, 270, 273, 276, 286
 Wisconsin Alumni Research Foundation 44
 Worcester Foundation for Experimental Biology 182
 Zeitschrift für Ernährung 255
 Zeitschrift für Krebsforschung 305
 Zeitschrift für physiologische Chemie 36
 Zentralinstitut für Ernährungs- und Verpflegungswissenschaft 279
 Zoologische Station, Neapel 292
 Zuchthaus Waldheim 265



ABBILDUNGEN

Bei allen Abbildungen handelt es sich um Werbebeilagen der Wiener klinischen Wochenschrift. Freundlich zur Verfügung gestellt vom Bildarchiv des Instituts für Geschichte der Medizin an der Charité Berlin.

Für den Staat ist die Jugend der Born ewiger Erneuerung.

Zur Überwindung von Entwicklungsstörungen sowie der Anfälligkeit bei schwächlichen und zurückgebliebenen Säuglingen und Kleinkindern

**Vigantol
LEBERTRAN**

mit kristallisiertem D-Vitamin bereitet, auf A- und D-Vitamin-Gehalt biologisch stets gleichmäßig eingestellt.

Vigantol/Lebertran steigert die Lebensfrische und Widerstandsfähigkeit des wachsenden Organismus, stimuliert und verbessert den Stoffwechsel bei Schwäche- und Erschöpfungszuständen, fördert und beschleunigt die Rekonvaleszenz nach Infektionskrankheiten und zehrenden Erkrankungen.

Bayer LEVERKUSEN - I. G. WERK / E. MERCK, DARMSTADT

Vertrieb für Österreich: der Fa. Bayer, 'Vedapha', Vertrieb deutscher pharm. Produkte, Czerwenka & Co., Wien, I., Bismarckgasse 15, Tel. 9-20-5-75 Seite der Fa. E. Merck: Franz Pasching, Wien, IX., Belfragegasse 1, Tel. A-18-1-87.

Abb. 1: Vigantol, Bayer und Merck, September 1935 (Vorderseite)

The advertisement features a circular graphic divided into segments for the months of the year, each with a zodiac sign: JANUAR (Capricorn), FEBRUAR (Aquarius), MÄRZ (Pisces), APRIL (Aries), MAI (Taurus), JUNI (Gemini), JULI (Cancer), AUGUST (Leo), SEPTEMBER (Virgo), OKTOBER (Libra), NOVEMBER (Scorpio), and DEZEMBER (Sagittarius). A sun in the top left corner has rays extending across the circle. The word 'Sommer' is written in a large, white, cursive font across the bottom half of the circle.

Die Sommermonate

sind die Zeit der D-Vitaminmangel-Krankheiten.
Zur aetiologisch-spezifischen Behandlung.

Vigantol

mit kristallisiertem D-Vitamin gewichtsmäßig eingestellt, biologisch standardisiert.

Vigantol erhöht schnell und nachhaltig den Phosphor-Kalk-Gehalt des Blutes, verbessert und reguliert den Mineralstoffwechsel.

Unentbehrlich bei Störungen im Knochenwachstum und Knochenstoffwechsel, bei Rachitis, Osteomalazie, Störungen in der Zahnbildung und Schmelzfestigkeit.

Vigantol ist in therapeutischen Dosen vollkommen ungiftig, gut verträglich und ohne Nebenwirkung.

Bayer LEVERKUSEN - I. G. WERK / E. MERCK, DARMSTADT

Vertretung für Österreich: der Fa. Bayer, Wiedner, Vertrieb deutscher pharm. Produkte, Creutzberg & Co., Wien I, Silberstraße 18, Tel. 8-20-8-75 (Sprechst.)
der Fa. E. Merck, Franz Feuchling, Wien IX, Boltzmanngasse 7, Tel. A-18-1-87.

D. 135-136.

Abb. 2: Vigantol, Bayer und Merck, September 1935 (Rückseite)

VIGANTOL

mit kristallisiertem, hochwirksamen D-Vitamin bereitet,
gewichtsmäßig eingestellt, biologisch standardisiert;
erhöht schnell und nachhaltig den Phosphor-Kalkspiegel des Blutes, verbessert
und reguliert den Mineralstoffwechsel.
Unentbehrlich bei Störungen im Knochen-
wachstum und Knochenstoffwechsel,
Rachitis, Osteomalacie, Störungen in
der Zahnbildung und Schmelzfestigkeit.

Vigantol ist in therapeutischen Dosen vollkommen
ungiftig, gut verträglich und ohne Nebenwirkungen.

Bayer
LEVERKUSEN a. Rh.

E. MERCK
DARMSTADT

Vertretung für Österreich: der Fa. »Rexha« „Vadepha“, Vertrieb deutscher pharm. Produkte, Grotzberg 4 Cc., Wien, I., Silberstraße 10, Tel. 8-26-5/11 Serlo.
der Fa. E. Merck: Franz Fesling, Wien, IX., Beltsmannsgasse 1, Tel. 6-46-4-47.

D. 132-196

Abb. 3: Vigantol, Bayer und Merck, Oktober 1935

6/35!

1 Kaffeelöffel voll
täglich genügt

Zur Förderung der
körperlichen Entwicklung und
Stärkung der Widerstandsfähigkeit

Unentbehrlich
bei zurückgebliebenen
und anfälligen Kindern

Vigantol-Lebertran

mit gleichmäßigem und reichem Gehalt an Vitamin **A+D**

Bayer • LEVERKUSEN a. Rh. **E. MERCK** • DARMSTADT

Vertretung für Österreich: der Fa. »Regel«: „Vedepha“, Vertrieb deutscher pharm. Produkte, Kreuzberg 4 Co., Wien, I., Silberstraße 11, Tel. 9-10-1-71 Serie.
D. 136-134.
der Fa. E. Merck: Franz Pasching, Wien, IX., Ballmannsgasse 1, Tel. 4-18-4-10.

Abb. 4: Vigantol, Bayer und Merck, Oktober 1935 (Rückseite)



*Der
Aufbau
des wachsenden
Organismus*

ist gebunden an eine ausreichende Zufuhr von Vitamin D.

VIGANTOL

das Vitamin D-Präparat von höchster chemischer
Reinheit und einwandfreier Verträglichkeit
verhütet und heilt die Rachitis.

Die Herstellung aus reinem, kristallisiertem
Vitamin D und die Standardisierung verbürgen
genaueste Dosierungsmöglichkeit und eine
stets gleichbleibende, einwandfreie Wirkung.

Originalpackungen: **Vigantol-Öl**: Tropfzylinder zu 10 und 50ccm
Vigantol-Dragees: Dosen zu 10 u. 200 Stück.
Vigantol-Öl ist bei sämtlichen österreichischen Krankenkassen
mit ortsüblicher Bewilligung zugelassen.

«Vigantol»
LEVERKUSEN

E. MERCK
DARMSTADT

Vertrieb für Österreich: Dr. H. W. Müller, «Vigantol», Vertrieb deutscher pharm. Produkte, Coudenberg & Co., Wien, I., Albrechtsstr. 10, Telefon 8 20-210.
für E. Merck: Wasserstofflithium Salz für Österreich, Wien, IX., Ziermannsgasse 1, Telefon 8 20-210.

Abb. 5: Vigantol, Bayer und Merck, April 1936

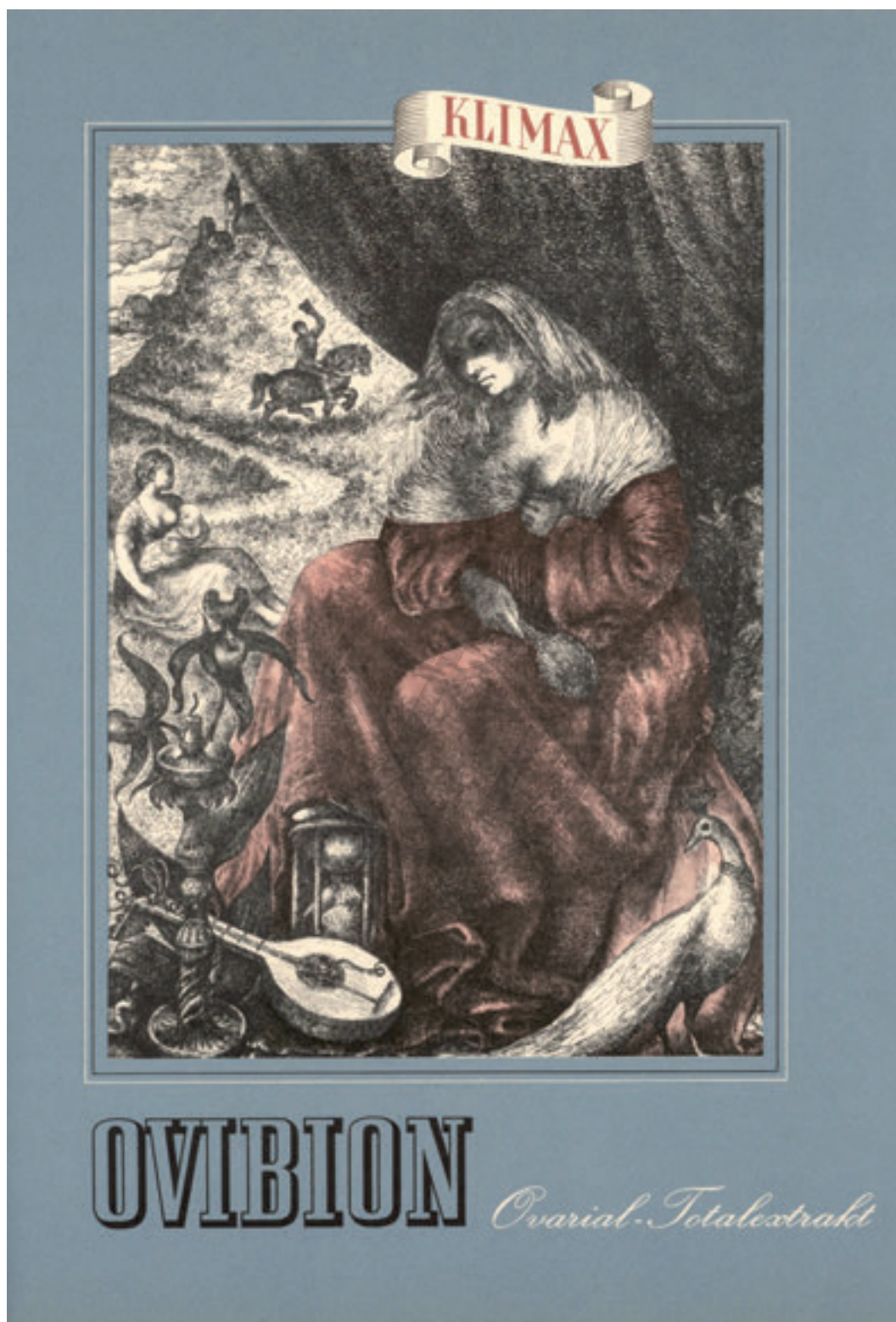



Abb. 6: Ovibion, Klinge, Mai 1940

Abwehrkräfte mobilisieren!



Während die Schnecke bei drohender Gefahr zwar Zuflucht in ihrem Häuschen findet, Angriffen aber nur passiv begegnen kann, verfügt der Mensch über Kräfte und Mittel, sich jeder Bedrohung aktiv zu erwehren.

Die Mobilisierung der Abwehrkräfte des Körpers gegen infektiöse Erkältungskrankheiten, Grippe usw., bewirkt

CHININ-REDOXON
(CHININ + VITAMIN C)

25 drug. Tabletten . . . RM 1,25 m. U. Großpackung: je 250 u. 1000 Tabletten.

F. HOFFMANN-LA ROCHE & CO. A.G. BERLIN

AD 5848

Abb. 7: Redoxon, Hoffmann-La Roche, Februar 1941



Abb. 8: Provitina, Promonta, ca. 1950



Abb. 9: Ascoffin, VEB Jenapharm, ca. 1970

