

Rainer Hohlfeld

Die Differenzierung der Naturwissenschaften und ihre Repräsentation in der Akademie 1914–1945

I. Die großen Trends der Wissenschaftsentwicklung zur Jahrhundertwende

Ich möchte beginnen mit einem zusammenfassenden Rückblick auf die Entwicklungstendenzen in den Naturwissenschaften an der Schwelle zum 20. Jahrhundert. Dieser soll uns Tendenzen und Dynamik der beginnenden Modernisierung des Wissenschaftssystems vor Augen führen, die erst im 20. Jahrhundert zur vollen Entfaltung kommen sollten und die sich in der Kaiserzeit schon klar abzeichneten.¹

Charakteristische Trends waren die Differenzierung des Wissenschaftssystems, die zur Herausbildung neuer, sich voneinander abgrenzender Disziplinen mit eigenen Ausbildungsgängen und wissenschaftlichen Fachgemeinschaften führten. Die fortschreitende methodische Verfeinerung, neue Instrumente und experimentelle Verfahren führten zu einer weiteren Entstehung von Spezialfächern wie der physikalischen, organischen und anorganischen Chemie, Strömungsphysik, Atomphysik und Genetik.

Durch die Aufteilung eines wissenschaftlichen Gegenstandsbereiches in Segmente verengte sich der forschende Blick des einzelnen Wissenschaftlers, er wurde tiefer, exakter, exklusiver. Die Rolle des Fachmannes und Spezialisten und der Typus des „Funktionswissens“ wurden dominant. Es kristallisierten sich nun – neben dem Extraordinarius für ein Spezialfach – auch Spezialisten für bestimmte Meßverfahren, Forschungsmethoden oder die Herstellung von Apparaten und Instrumenten heraus. Diese Spezialisten brachten auch nicht mehr durchgängig eine humanistische Gymnasialbildung und die damit verbundene soziale Zugehörigkeit zum Bildungsbürgertum mit, sondern hatten Oberrealschulabschlüsse und ihre Väter waren Kaufleute und Handwerker.

Theoretische und experimentelle Fortschritte konnten dabei die disziplinären Entwicklungen soweit vorantreiben, daß die Forschungsgegenstände beherrscht, d. h. gesetzmäßig hergestellt und kontrolliert verändert werden konnten. Das wiederum – und hierfür ist die Geschichte der Chemie ein Beispiel – führte dazu, daß Forschung im wahrsten Sinne des

¹ Hohlfeld/Kocka/Walther, „Vorgeschichte und Struktur“.

Wortes „Produktivkraft“ wurde² – auch ohne intendierte Anwendungsorientierung. Grundlagenforschung und angewandte Forschung waren kaum noch auseinanderzuhalten, ein Umstand der das wissenschaftliche „Reinheitsgebot“ der Akademie vor dem Hintergrund einer humanistischen Bildungstradition vor eine gewaltige Herausforderung stellte, da der Druck auf eine Industrieorientierung vor allen Dingen durch die in der Akademie tätigen Chemiker immer stärker wurde.³

Die zunehmende Spezialisierung der Forschung war mit einem immer größeren Aufwand an Zeit und Energie verbunden, die den Ruf nach einer von der Universitätslehre unabhängigen und freien Forschungstätigkeit laut werden ließ. Da die Akademie nicht in der Lage war, ihre Arbeitsformen (Kommissionen) in naturwissenschaftliche Institute, wie sie an der Universität entstanden waren, zu transformieren, kam es 1911 zur Gründung von leistungsfähigen, der Industrieorientierung und -finanzierung aufgeschlossenen und gleichzeitig von der universitären Lehre „befreiten“ Forschungsinstituten in Form der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, die damit zum eigentlichen Leistungsträger der naturwissenschaftlichen Forschung avancierte und die pragmatische Wende in der naturwissenschaftlichen Forschung von der „reinen“ zur „freien“, aber anwendungsorientierten Forschung vollzog.⁴

Wie stellte sich die Akademie diesem neuen Konkurrenzverhältnis? An welchen Formen hielt die Akademie fest bzw. welche fand sie, die soziale und inhaltliche Differenzierung und ökonomische Instrumentalisierung der Naturwissenschaften in sich aufzunehmen, zu repräsentieren und damit die Zeichen der Zeit zu erkennen?

Diesen Fragen möchte ich exemplarisch am Fall der Entwicklung der Physik, der Chemie und der Biologie nachgehen, indem ich deren Repräsentation in der Akademie zunächst anhand der Mitgliederentwicklung (Abschnitte II–IV) sowie folgend anhand der Arbeitsvorhaben und der Unternehmungen der Akademie nachzeichne (Abschnitt V).

II. Die Physik an der Akademie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts

Die Physik in den ersten drei Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts stand unter der Wirkung der großen wissenschaftlichen Revolutionen in der Makro- und Mikrophysik durch die Einführung des Relativitäts- und des Quantenprinzips in die Physik. Diese Revolutionen führten zu theoretischen Konsequenzen, die mit dem klassischen physikalischen Weltbild nicht mehr vereinbar waren und neue physikalische Paradigmen und Forschungsprogramme mit sich brachten. An diesen wissenschaftlichen Revolutionen, die von 1870 bis um die Jahrhundertwende empirisch und hypothetisch vorbereitet, um die Jahrhundertwende durch Max Planck und Albert Einstein paradigmatisiert und in den folgenden Jahrzehnten bis Ende der zwanziger Jahre zu reifen oder „abgeschlossenen“ Theorien, wie

² Vgl. Schnädelbach, *Philosophie in Deutschland 1831–1933*, S. 89.

³ Vgl. Johnson, „Akademische Grabenkämpfe“.

⁴ Vgl. Hohlfeld/Kocka/Walther, „Vorgeschichte und Struktur“.

Werner Heisenberg später sagte,⁵ ausgearbeitet wurden. In all diesen Phasen des theoretischen Epochenwechsels waren maßgeblich die Berliner Physiker, und d. h. auch wiederum die in die Akademie als OM oder KM berufenen Physiker, beteiligt.⁶ Es kann also mit einigem Recht behauptet werden, daß die internationalen Forschungsfronten der Physik an der Akademie repräsentiert waren, z. T. auch auf Planstellen der Akademie vorangetrieben wurden und sich in den wissenschaftlichen Verhandlungen der Akademie niederschlugen. Die Geschichte der Physik in der Zeit von 1870 bis 1930 war zu großen Teilen die Geschichte der Berliner Physik.

Einstein verschmolz 1906 in seiner speziellen Relativitätstheorie Raum und Zeit zu einem Begriff, was die Reduktion des Massebegriffes auf den Energiebegriff und die Zurückführung der Gesetze der Gravitation auf die Riemannsche Geometrie nach sich zog. Diese Theorie wäre ohne die Vorarbeiten der Berliner Physiker Hermann von Helmholtz, Gustav Robert Kirchhoff, Heinrich Hertz, Abraham Michelson zur Feldtheorie der Elektrodynamik und zur Bedeutung des Begriffs „Feld“ für die theoretische Physik nicht möglich gewesen.

1913 wurde Einstein aufgrund eines Wahlvorschlages von Max Planck, Walther Nernst, Heinrich Rubens und Emil Warburg wegen seiner „Vielseitigkeit“ und der Fruchtbarkeit seiner Arbeiten zur theoretischen Physik auf eine Planstelle der Akademie berufen.⁷ Er legte hier in den Jahren 1914–1917 in sieben Vorträgen vor der Physikalisch-mathematischen Klasse die theoretischen Bausteine seiner allgemeinen Relativitätstheorie vor, mit welcher es ihm gelang, die Elektrodynamik und die Mechanik in *einer* Feldtheorie zu integrieren und damit die Physik weiter zu vereinheitlichen.

Ein Ruhmesblatt für Einstein und die Akademie war 1915 die Ableitung der theoretischen Erklärung der Perihel-Bewegung des Merkur aus der allgemeinen Relativitätstheorie, ein Phänomen, welches die Newtonsche Mechanik nicht erklären konnte. An dieser Arbeit war der Astrophysiker Karl Schwarzschild, OM seit 1912, maßgeblich beteiligt.

Eine Ausnahme für die Akademie war die Beauftragung Einsteins mit der Leitung des KWI für theoretische Physik, wovon sich die Berliner Physiker, die ihn vorgeschlagen hatten, eine weitere Kooperation und Integration physikalischer und chemischer Spezialfächer wie Kernchemie und Reaktionskinetik versprochen.⁸ Das Unternehmen scheiterte, da das KW-Institut nach dem Modell der Kommissionsarbeit in der Akademie finanziert und organisiert werden sollte – ein Modell, welches ja eigentlich schon seit der Gründung der KWG als überholt gelten mußte.

Der andere Strang neben Feldtheorie und allgemeiner Dynamik in der Physik, der zur Revision des physikalischen Weltbildes führte, waren die Forschungen und Hypothesen zur Feinstruktur der Materie, die Atomistik. Auf der Basis der Theorie der Wärmestrahlung

⁵ Heisenberg, „Begriff ‚Abgeschlossene Theorie‘“.

⁶ Vgl. Treder, „Physik an der Berliner Akademie“.

⁷ Vgl. Kirsten, *Physiker über Physiker I*, S. 201.

⁸ Renn/Castagnetti/Damerow, „Albert Einstein“.

„made in Germany“⁹ – im wesentlichen jedoch „made in Berlin“ –, an der die Arbeiten von Willy Wien an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt einen wesentlichen Anteil hatten, hatte Max Planck (OM seit 1894) 1900 die Quantenhypothese vorgelegt und damit eine neue universelle Konstante in die Physik eingeführt: das elementare Wirkungsquantum. Es bedeutete, so trug Planck in einem Rückblick 1928 vor,¹⁰ grundsätzlich die Äquivalenz einer Energie mit einer Frequenz, was in der Konsequenz zur Opferung des Begriffes des materiellen Punktes der klassischen Theorie und damit zur Aufgabe der Korpuskularmechanik führen mußte. Die Quantentheorie ebnete den Weg zur Quantenphysik, die den Massenpunkt durch die Idee der Materiewelle ersetzte.

Die Quantelung der Energie hatte Konsequenzen für das planetare Atommodell von Ernest Rutherford (KM 1928) aus dem Jahre 1911, die zuerst Niels Bohr (KM 1922) zog, der die Planckschen Quantenbedingungen in das Modell einführte. Sommerfeld (KM 1920) beseitigte die letzten klassischen Strukturen des Modelle durch die Einbeziehung der Konsequenzen der Relativitätstheorie für die Elektrodynamik. Das daraus resultierende Bohr-Sommerfeldsche Modell konnte Atom- und Molekülspektren erklären. Für diese Physik der Atomhülle auf der Basis der Versuche von James Franck (KM 1929) und Gustav Hertz im Physikalischen Institut von Rubens (OM 1907) 1913 lieferten Friedrich Paschen (OM 1925) und Pieter Zeeman (KM 1922) mit ihrer Präzisionsspektroskopie die empirischen Voraussetzungen.¹¹

An der weiteren Ausarbeitung der Atommechanik waren in der Folgezeit in den zwanziger Jahren zwei physikalische Schulen beteiligt: die Göttinger Schule mit Max Born und seinen Schülern Werner Heisenberg und Wolfgang Pauli einerseits und die Berliner Physiker der Akademie Planck, Einstein, von Laue und Erwin Schrödinger andererseits. Der Erfolg ihrer Arbeiten bestand in der Ausarbeitung der Quanten- oder Matrizenmechanik in Göttingen und der Wellenmechanik durch Schrödinger sowie dem Aufzeigen ihrer theoretischen Äquivalenz. Dieses jedoch war gleichbedeutend mit einer Äquivalenz eines Materie- und Wellenbildes der Materie oder mit dem „Welle-Korpuskel-Dualismus“. Für diese Theorien war es aufgrund der Heisenbergschen Unschärferelation in bezug auf die gleichzeitige Bestimmung von Ort und Impuls eines Partikels nötig, den klassischen Kausalitätsbegriff und das deterministische Weltbild aufzugeben. Die erkenntnistheoretisch-philosophischen Konsequenzen dieser Erschütterung des „harten Kerns“ physikalischer Grundüberzeugungen führten zu erheblichen Interpretationsunterschieden zwischen den Berliner Physikern und der Göttinger Schule, unterstützt durch Bohrs „Kopenhagener Deutung“ der Unschärferelation.

Von dieser Deutung betroffen war neben der kausalen Determination von physikalischen Ereignissen auch der Begriff der physikalischen Realität selbst. Wenn die kleinsten Bausteine der Materie, die Elektronen, sich in Systeme von Differentialgleichungen auflösen, wie in der Wellenmechanik von Schrödinger und in der Quantenmechanik von

⁹ Vgl. Treder, „Physik an der Berliner Akademie“, S. 22.

¹⁰ Planck, *Weltbild der neuen Physik*.

¹¹ Vgl. Treder, „Physik an der Berliner Akademie“, S. 31f.

Heisenberg, und wenn das physikalische Objekt nicht mehr unabhängig ist vom experimentellen Zugriff, ja, gerade durch ihn erst konstituiert wird: machte es dann noch Sinn, von einer beobachterunabhängigen, „objektiven“ physikalischen Wirklichkeit zu reden? Gegen diese Kopenhagener und Göttinger Interpretation versuchten vor allen Dingen Planck und Einstein am Begriff einer beobachterunabhängigen physikalischen Realität festzuhalten.¹²

Diese Grundfragen physikalischer Erkenntnisgewinnung wurden immer wieder von Akademiemitgliedern – hauptsächlich Physikern – in Vorträgen und Festreden in der Akademie aufgegriffen. Ein Konsens über den Realitätsgehalt physikalisch-theoretischer Behauptungen und die weitere Geltung des strengen Kausalprinzips konnte in diesen Debatten nicht erreicht werden, die unterschiedlichen Standpunkte traten im Streit um die „Deutsche Physik“ wieder zutage.

Wesentliche Beiträge zur Analyse und Erklärung der Feinstruktur der Materie leisteten Physiker, die Akademiemitglieder waren oder aufgrund ihrer Leistungen von Mitgliedern zur Wahl vorgeschlagen wurden. Der für die Akademie wohl wichtigste unter ihnen war Max von Laue. Er wurde 1920 berufen, nachdem er 1914 den Nobelpreis für seine Entdeckung der Röntgenstrahlinterferenzen an Kristallgittern erhalten hatte. Die Entdeckung gelang ihm, da er, wie Planck in seinem Wahlvorschlag betonte, mit der „ihm eigenen zähen Energie“ unbeirrt an der Idee festhielt, „daß es möglich sein müsse, wie die Lichtstrahlen durch künstliche ebene Liniengitter, so auch die viel kurzwelligeren Röntgenstrahlen durch die entsprechend feineren natürlichen Raumgitter, wie sie jeder Kristall darbietet, zur merklichen Interferenz zu bringen“.¹³ Diese Arbeiten lieferten die Grundlage für die Röntgenstrukturanalyse von großen Molekülen und führten zu bahnbrechenden methodischen Neuerungen in fast allen Bereichen der Natur- und Technikwissenschaften. Aber auch andere Physiker, die wesentliche Beiträge zur Strukturaufklärung der Materie geliefert hatten und die Röntgenstrukturanalyse weiter ausbauten, wurden Ordentliche oder Korrespondierende Mitglieder (Peter Debye KM 1920, Sir William Henry Bragg KM 1929).

Die Fortschritte in Meßtechniken und der Bau von Instrumenten für die experimentell-physikalische Forschung waren in der Akademie dadurch repräsentiert, daß für den Präsidenten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt eine Fachstelle reserviert war. Herausragend nach von Helmholtz waren hier Friedrich Kohlrausch und Warburg. Nachfolger von Warburg wurde 1923 Nernst, der jedoch dieses Amt nach zwei Jahren wieder aufgab, da ihm Mitarbeiterstab und Arbeitsbedingungen nicht zusagten.¹⁴

Große Probleme mit der „Kopenhagener Deutung“ und mit der Aufgabe eines beobachterunabhängigen Begriffes physikalischer Realität hatten in den dreißiger Jahren die „Deutschen“ Mathematiker und Physiker wie Ludwig Bieberbach, Theodor Vahlen und Johannes Stark. So führte der Nobelpreisträger für Physik von 1919, Johannes Stark, in einem Vortrag in der Berliner Universität 1933 in Anspielung auf die „spekulative“ Physik

¹² Ebd., S. 44–48.

¹³ Wahlvorschlag für Max von Laue, in: Kirsten, *Physiker über Physiker I*, S. 221.

¹⁴ Welsch/Girnius, „Entwicklung der Chemie“, S. 46.

von Bohr und Heisenberg aus: „Arisches Forschen ist Bereicherung der Erkenntnisse durch tatsächliche Feststellungen, nichtarisches Forschen dagegen spekulatives Arbeiten.“¹⁵

1933 stand auch die Wahl von Stark zum OM an. Die Akademie-Physiker kritisierten Starks Diskreditierung der theoretischen Physik durch unhaltbare wissenschaftliche Argumente und fürchteten um ihr internationales Ansehen, wenn sie ihn in die Akademie wählten. So kam es zu einer breiten Ablehnungsfront in der Physikalisch-mathematischen Klasse, die schließlich dazu führte, daß nach einem sehr entschiedenen Votum durch von Laue auf der Sitzung am 14. Dezember 1933 die Wahl auf den 11. Januar 1934 vertagt wurde. An diesem Tag wurde der Wahlvorschlag dann endgültig zurückgezogen.¹⁶

Die Fraktion der „Deutschen Mathematik und Physik“ konnte sich auch in der Folgezeit nicht in der Akademie durchsetzen, vollzog sogar einen Schwenk, als Heisenberg 1943 zum OM gewählt wurde (seit 1938 KM). Vahlen würdigte in seiner Erwiderung auf die Antrittsrede Heisenbergs dessen Verdienste für die theoretischen Fortschritte der Physik ausdrücklich. Die Etablierung der „Deutschen Physik“ in der Akademie war durch die Opposition der Physiker erst einmal vereitelt, nachdem sie so bittere Verluste wie den Austritt Einsteins aus der Akademie 1933 und die Emigration Schrödingers 1933 hatten hinnehmen müssen.

Auch an einer weiteren epochemachenden wissenschaftlichen Entwicklung im Überschneidungsbereich von Physik und Chemie waren Akademiemitglieder beteiligt: an der Kernchemie. Nach Vorarbeiten von Werner Heisenberg in Göttingen, Enrico Fermi in Rom, und dem Ehepaar Curie in Paris konnten 1939 Otto Hahn, Direktor des KWI für Chemie und OM seit 1924, Fritz Straßmann und Lise Meitner (KM 1949) im KWI für Chemie den Urankern durch Beschießen mit langsamen Neutronen zum – wie sie selbst in ihrem Beitrag für die Akademie formulierten – „Zerplatzen“ bringen. An dem folgenden Wettlauf um die Nutzung dieser Entwicklung für den Bau einer neuen Vernichtungswaffe waren die Akademiemitglieder Heisenberg und Abraham Esau (OM 1942) beteiligt.

Die weitere Arbeit am Forschungsprogramm der Quantenphysik führte dazu, daß immer mehr Physiker deren theoretisches Instrumentarium auf chemische Probleme anwandten, was zu einer neuen Sichtweise der chemischen Bindung führte und schließlich zur Elektronentheorie der Valenz führte. Planck selbst hat dazu einige Arbeiten in den dreißiger Jahren vorgelegt. Auch dieses war ein weiterer Schritt auf dem Wege der theoretischen „Einheit der Natur“ durch allgemeinste physikalische Prinzipien und Grundgesetze.¹⁷

¹⁵ Zit. nach Grau/Schlicker/Zeil, *Akademie im Imperialismus III*, S. 174.

¹⁶ Ebd., S. 174f.

¹⁷ Vgl. Weizsäcker, *Einheit der Natur*.

III. Die Chemie an der Akademie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts

In den chemischen Wissenschaften setzte sich ein Trend fort, der schon für die organische Chemie, speziell die Teerfarbchemie zum Jahrhundertende so charakteristisch geworden war: die Verflechtung der akademischen mit der Industrieforschung. Die chemische Industrie richtete eigene Forschungslaboratorien ein, in denen Forschungsprojekte durchgeführt wurden, die sich von denen in der KWG und in Universitätsinstituten betriebenen kaum noch unterschieden und so für einen nahezu reibungslosen Transfer der Forschungsergebnisse von den theoretischen Forschungsfronten in die Verfahrens- und Produktinnovation der Industrie führten.

Eine wesentliche Grundlage für Verfahrensinnovationen in der technischen Großchemie war dabei der Aufschwung und die endgültige Institutionalisierung der physikalischen Chemie als Disziplin im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts.¹⁸

Vorbereitet und eingeleitet wurde diese Institutionalisierung der physikalischen Chemie als der Anwendung physikalischer Prinzipien und Grundgesetze auf die Prozesse der Stoffumwandlung durch ein Dreigestirn, welches eng mit der Berliner Akademie assoziiert war: durch die Akademiemitglieder Jacobus Henricus van't Hoff (OM 1896), für den eine eigene Fachstelle eingerichtet worden war, durch Wilhelm Ostwald (KM 1905), und Svante Arrhenius, dem der preußische Kultusminister Althoff 1904 eine Stelle an der Akademie angeboten hatte, ein Angebot, welches dieser jedoch geschickt für seine weitere schwedische Karriere zu nutzen wußte.¹⁹ Auf van't Hoff geht die osmotische Lösungstheorie zurück, auf Arrhenius die Theorie der Dissoziation von chemischen Verbindungen in Lösungen („Iontentheorie“). Ihm gelang die theoretische Integration beider Bausteine des physikalisch-chemischen Gedankengebäudes, indem er zeigen konnte, daß die elektrolytische Dissoziationstheorie einen Spezialfall der van't Hoff'schen Theorie des osmotischen Drucks in Lösungen darstellte.²⁰ Beide erhielten für ihre wissenschaftlichen Verdienste 1901 (van't Hoff) und 1903 (Arrhenius) den Nobelpreis für Chemie. Der Dritte in diesem wissenschaftlichen Männerbund, Ostwald und sein Leipziger Institut, waren das Zentrum der Institutionalisierung der physikalischen Chemie als Disziplin mit allen dafür charakteristischen Merkmalen, wie sie explizit in seinem Wahlvorschlag – Ostwald wurde 1905 KM – von van't Hoff, Heinrich Landolt und Emil Fischer neben seinen wissenschaftlichen Leistungen aufgeführt wurden:

„Die daneben entwickelte schriftstellerische, organisatorische und Lehrtätigkeit ist eine ganz außerordentliche und nützliche gewesen. Das große Lehrbuch der allgemeinen Chemie bildet ein unentbehrliches Nachschlagewerk auf diesem Gebiet und die Zeitschrift für

¹⁸ Vgl. Szöllösi-Janze, *Fritz Haber*, S. 68–83.

¹⁹ Arrhenius nutzte offensichtlich dieses Angebot für seine Verhandlungen um eine Direktorenstelle am neugegründeten *Nobel-Institut für physikalische Chemie* in Stockholm, die er auch erhielt; vgl. Hohlfeld/Kocka/Walther, „Vorgeschichte und Struktur“, S. 445.

²⁰ Vgl. Welsch/Girnus, „Entwicklung der Chemie“.

physikalische Chemie ist ein Centralorgan geworden, und durch seine Klassikerausgabe hat Ostwald viel beigetragen, um die Forschertätigkeit von anderen zum Gemeingut zu machen.²¹

Ostwalds früherer Mitarbeiter und Assistent Nernst wurde im selben Jahr OM und zum Ordinarius für physikalische Chemie von der Göttinger an die Berliner Universität berufen. In diesem Jahr legte er auch sein Wärmetheorem vor, eine wissenschaftliche Leistung, für die er 1920 den Nobelpreis erhielt. Die Arbeiten von Nernst und die theoretischen Arbeiten von Boltzmann zur atomistischen Interpretation der Entropie waren wichtige Bausteine einer Physik irreversibler Prozesse und einer statistisch-mikroskopischen Interpretation der makroskopischen Thermodynamik, die vor allen Dingen von Einstein, Planck und von Laue weiter vorangetrieben wurden.²²

Die Akademie lieferte also auch hier – neben der Atomphysik – den Rahmen für eine fruchtbare theoretische Vereinheitlichung bisher getrennter physikalischer Spezialgebiete. Für die Thermodynamik war mit diesen theoretischen Fortschritten der Paradigmenwechsel von der klassischen zur atomistischen Theorie verbunden, vergleichbar dem Paradigmenwechsel von der klassischen Mechanik zur Quantentheorie.²³

Die physikalisch-chemischen Arbeiten von Ostwald zur katalytischen Prozeßführung, für die er 1908 den Nobelpreis erhielt, bildeten eine Brücke zur chemischen Verfahrenstechnik. Durch sie war es möglich, neue Verfahren zur elektrochemischen Trennung von Elementen im Großmaßstab zu entwickeln sowie in Zusammenarbeit mit der chemischen Industrie (Carl Bosch und die IG Farben) Großsynthesen von chemischen Schlüsselverbindungen wie dem Ammoniak mit dem „Haber-Bosch-Verfahren“ zu realisieren. Fritz Haber wurde 1914 zum OM für seine Arbeiten zur „Thermodynamik technischer Gasreaktionen“ an die Akademie berufen. Er war seit 1912 erster Direktor des KWI für physikalische Chemie und Elektrochemie und wurde 1919 für die technische Ammoniak-synthese mit dem Nobelpreis ausgezeichnet. Bosch erhielt diesen Preis 1930.

Die physikalische Chemie in der Akademie wurde weiter repräsentiert durch Max Bodenstein (OM 1925), der auf dem Gebiet der chemischen Kinetik und Photochemie arbeitete und als „Zentralgestalt einer großen Schule“ weiten Einfluß in seiner Disziplin ausübte.²⁴

Kennzeichnend für die betrachtete Periode in der Entwicklung der Chemie war auch das Vordringen chemischer Methoden und Konzepte in den Bereich der chemischen Physiologie zur Erforschung biologisch aktiver Moleküle, ein Bereich, aus dem sich die Biochemie (oder „biologische Chemie“) als eigenständiges Fach herauskristallisierte. Entscheidender Wegbereiter war hier wiederum Fischer, der sich bis zu seinem Tode 1918 der Strukturaufklärung von Zuckern, Proteinen und Nukleinsäuren widmete und das theoretische Grundprinzip des Aufbaus von Proteinen aus Aminosäuren – die „Faltblattstruktur“ – klären

²¹ Greiner, *Chemiker über Chemiker*, S. 160f.

²² Vgl. Treder, „Physik an der Berliner Akademie“, S. 21f.

²³ Vgl. Kuhn, *Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*.

²⁴ Vgl. Grau/Schlicker/Zeil, *Akademie im Imperialismus III*, S. 195.

konnte. Weitere wichtige Arbeiten auf dem Gebiet der Biochemie wurden durchgeführt von Richard Willstätter (OM seit 1914), der die Chlorophyllstruktur erklären konnte, sowie von Adolf Windaus, der erst 1936 zum OM berufen wurde und der die strukturelle und funktionelle Biochemie der Steroidhormone begründete. Auf dieser Basis arbeitete sein Schüler Adolf Butenandt mit großem Erfolg weiter, der 1939 im Alter von 38 Jahren zum OM berufen wurde. Butenandt unterstrich in einem Festvortrag an der Akademie am Friedrichstag 1942 über „Die biologische Chemie im Dienste der Volksgesundheit“²⁵ die Bedeutung seines Faches für die offensive Erweiterung des deutschen Lebensraumes im Osten und war wohl auch einer der ersten Biochemiker, der die Idee einer Substitutionstherapie bei hormonal bedingten Mangelerscheinungen aussprach.²⁶

Ein weiterer Zweig der industrieorientierten technischen Chemie neben der Chemie der Anilinfarben war in den zwanziger und dreißiger Jahren die Polymeren-Chemie, für die Fischer in Berlin und Hermann Staudinger in Freiburg und Zürich mit ihrer Makromolekular- und Kautschukforschung (Staudinger) wesentliche Vorarbeiten geleistet hatten. Diese Richtung führte in den Laboratorien der chemischen Industrie zu den ersten Kunstfasern wie Nylon oder zu dem Kunststoff Polyvinylchlorid (PVC).

Der Chemiker Carl Harris, Mitglied des Siemens-Direktoriums, arbeitete auf diesem Gebiet und hatte eine „Grundlage für die Technik des künstlichen Kautschuks“ geschaffen, wie es in seinem Wahlvorschlag im Juli 1922 für die dritte noch vakante Technikstelle hieß.²⁷ Der Wahlvorschlag wurde allerdings im November 1922 ohne Angabe von Gründen zurückgezogen.²⁸ Harris starb im folgenden Jahr im Alter von nur 57 Jahren.

In der Akademie machten die technische Chemie und die chemische Industrie ihren Einfluß massiv in der Person des Chemieindustriellen Carl Duisberg geltend, dem Generaldirektor der Elberfelder Farbenfabriken und späteren Vorsitzenden des Aufsichts- und Verwaltungsrates der IG Farbenindustrie AG. Er wurde 1921 auf Vorschlag von Nernst, Müller-Breslau, Beckmann, Rubens und Planck auf eine KM-Stelle für Technik gewählt. Duisberg gelangte, wie es in seinem Wahlvorschlag hieß, in den Elberfelder Farbenwerken bald in eine leitende Stelle, die „in erster Linie durch Duisbergs chemische und organisatorische Tätigkeit, bekanntlich gegenwärtig mit ihrem Fabrikationssitz Leverkusen eine führende Rolle in der deutschen chemischen Großindustrie spielen [...]. Die wichtigsten Fortschritte erzielte er auf dem Gebiet der substantiven Baumwollfarbstoffe, [...] deren fabrikatorische Herstellung überhaupt einen Markstein in der Geschichte der in Deutschland zu höchster Entwicklung gebrachten Teerfarbenindustrie bedeutet.“²⁹

²⁵ Jb. der PAW 1941, S. 171–183.

²⁶ Er entwarf damit das Konzept einer kausalen Therapie auf einem molekularen Niveau, ein Konzept, welches in den folgenden Jahrzehnten zum „harten Kern“ der Biomedizin werden sollte. Zur Rolle von Butenandt im Rahmen der „Nazifizierung“ der Akademie vgl. den Beitrag von Peter Th. Walther in diesem Band.

²⁷ AAW Berlin, Bestand PAW, II-II, 39, Bl. 170–172.

²⁸ Die Informationen reichen nicht aus, um darin einen Akt von Technikfeindlichkeit der Akademie zu sehen.

²⁹ Greiner, *Chemiker über Chemiker*, S. 192.

Duisberg war gleichzeitig Vorsitzender des Vereins deutscher Chemiker, gründete Gesellschaften zur Förderung der chemischen Forschung und war Mitglied der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft (ab 1928 DFG). Er hielt also an der Schnittstelle von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik fast alle Fäden in seiner Hand.

Sein Nachfolger bei der IG Farben, Bosch, wurde 1936 Ehrenmitglied der Akademie und trat im selben Jahr auch die Nachfolge Plancks als Präsident der KWG an.

Gerade in diesen beiden Akademiemitgliedern personifizierte sich die Symbiose von Wissenschaft, chemischer Forschung und Produktion, von Chemie als „Produktivkraft“ in ihrer wissenschaftlichen und in ihrer institutionell-organisatorischen Dimension. Ob sie wollte oder nicht, die Akademie wurde ins „wirkliche Leben“ hineingezogen und verlor in dieser Zeit vollends ihre wissenschaftliche Unschuld in Form der „reinen“ Wissenschaft.

IV. Der Siegeszug der experimentellen Biologie in den Biowissenschaften und die Anfänge der Molekularbiologie

Die Entwicklung der biologischen Wissenschaften nach der Jahrhundertwende ist, wie es der Zoologe und Philosoph Max Hartmann, Abteilungsleiter am KWI für Biologie seit 1925, in einem Rückblick anlässlich eines Festvortrages an der Akademie 1937 formulierte, dadurch gekennzeichnet, „daß nach der allgemeinen Anerkennung der Deszendenztheorie der Kausalitätsgedanke und die Kausalforschung als vorherrschendes Forschungsprinzip Geltung erlangte“.³⁰ Das bedeutete vor allen Dingen, daß das experimentelle Erklärungsideal in den biologischen Fächern Einzug hielt und diese damit der experimentellen Physiologie und Medizin nacheiferten. Das galt vor allen Dingen für die Forschungsbereiche, die im weitesten Sinne zur Vererbungs-forschung beitrugen, wie Forschungen zu den zellbiologischen Grundlagen der Fortpflanzung, zur Sexualität bei Pflanzen und Tieren, zur Mutationsauslösung sowie für Vererbungsexperimente. Diese Forschungen führten zur Konstituierung der Genetik als neuer Disziplin. Die experimentelle Kausalforschung wurde auch zum Motor der Entfaltung der „kausalen Morphologie“ oder „Entwicklungsmechanik“.³¹

Entwicklungsphysiologie und Genetik hatten sich seit der Jahrhundertwende als autonome biologische Disziplinen mit unterschiedlichen Forschungsprogrammen herausgeschält, die auch mit unterschiedlichen Modellorganismen und Experimentalsystemen arbeiteten. Seeigel- und Amphibieneier, mit denen sich wegen ihrer Größe Entwicklungsvorgänge experimentell gut manipulieren ließen, eigneten sich aus züchtungspraktischen Gründen weniger gut für die genetische Analyse als Taufliege, Erbsen und Bohnen – den Modellorganismen der Genetiker – und umgekehrt.

³⁰ Max Hartmann, „Die Kausalität in der Physik und Biologie“, SB der PAW, Physik.-math. Kl. 1937, S. XXXIX–LIII.

³¹ Vgl. Mocek, *Die werdende Form*.

Der dritte Hauptstrang der experimentellen Biologie in dieser Periode war die Erforschung der Strukturen und Funktionen des Organismus auf einem molekularen Niveau, die durch neue Methoden und Instrumente möglich wurde und von der Makromolekularchemie vorbereitet worden war. Damit waren die Konsolidierung der Biochemie als Disziplin und die Anfänge der Molekularbiologie verbunden.³²

1. Genetik

Durch ihre eigenen Forschungen kamen der Berliner Botaniker Carl Correns, der Amsterdamer Botaniker Hugo de Vries sowie Gustav von Tschermak-Seysenegg zu ähnlichen Ergebnissen und theoretischen Interpretationen wie Gregor Mendel 1865 und wurden auf seine Publikationen aufmerksam. Sie bestätigten die „Mendelschen Gesetze“ und trugen somit zu ihrer Rezeption und schließlich wissenschaftlichen Anerkennung in der sich bildenden genetischen Fachgemeinschaft bei. Es konsolidierte sich ein eigenes genetisches Forschungsprogramm, in dem der von Mendel definierte „harte Kern“ von Grundprinzipien und Fundamentalgesetzen der Vererbung zum Tragen kam.

In konsequenter Übertragung des experimentellen Erklärungsideals aus der Physik hatte Mendel nach den Ursachen und Gesetzen der Weitergabe von Merkmalen in der Abfolge der Generationen gesucht. Er ließ sich von der theoretischen Idee leiten, daß das Erscheinungsbild des Organismus durch ein Ensemble von frei miteinander kombinierbaren und isolierbaren Faktoren geprägt würde. Ein einzelner Faktor sollte dabei für ein einzelnes Merkmal im äußeren Erscheinungsbild verantwortlich sein. Für seine experimentellen Arbeiten definierte er die ersten Modellorganismen der Vererbungslehre durch konstante und voneinander unabhängig vererbare Merkmalspaare bei Erbsen und Bohnen und standardisierte seine Versuchsbedingungen gegenüber Außeneinflüssen (künstliche Befruchtung und Verhinderung der Fremdbefruchtung). Er führte exakte Messungen und Zählungen durch und kam so zu den Spaltungsregeln und der Regel der freien Kombinierbarkeit der Erbfaktoren, den Fundamentalgesetzen der „Mendelschen Faktorengenetik“.³³

Die Kreuzungsexperimente von Correns und von Tschermak führten zusammen mit zytologischen Untersuchungen über das Verhalten von Chromosomen bei der Zellteilung und bei der Bildung von Ei- und Samenzellen durch den Würzburger Zoologen Theodor Boveri, den Freiburger Zoologen August Weismann und den amerikanischen Zytologen Walter Sutton zu einer eindrucklichen Erhärtung der Mendelschen Grundgesetze der Vererbung auf zytologischer Ebene und zu einer theoretischen Synthese zytologischer und genetischer Befunde, die in die Chromosomentheorie der Vererbung einmündeten.

³² Der Terminus wird nicht einheitlich verwendet. Er steht zum einen für die Erforschung aller biologischen Vorgänge auf dem Niveau von Molekülen. Zum anderen wurde der Begriff gebildet im Zuge der Erforschung des molekularen Substrates der Vererbung und ist in diesem Sinne synonym mit dem Terminus „Molekulargenetik“. In diesem Sinne wird er hier verwendet. Vgl. dazu Rheinberger, „Kurze Geschichte der Molekularbiologie“, S. 642–644.

³³ Vgl. dazu und zum Folgenden Hoppe, „Aufkommen der Vererbungsforschung“.

Nach der Gründung der KWG 1911 wurde Carl Correns 1913 erster Direktor des KWI für Biologie in Berlin-Dahlem und 1915 OM der Akademie. Tschermak war KM seit 1881 und de Vries wurde in expliziter Würdigung seiner Mutationsforschung 1914 zum KM gewählt.³⁴

Die durch Carl von Nägeli (KM 1874) geprägten Grundbegriffe der Genetik (Genotyp, Phänotyp) wurden in dieser Periode ihrer Konstituierung als wissenschaftlicher Disziplin weiter präzisiert durch den dänischen Genetiker Wilhelm Johannsen und durch Thomas H. Morgan und seine Schule in New York um wichtige Spezialgesetze wie der Einschränkung der freien Kombinierbarkeit von Merkmalen durch ihre strukturelle Kopplung auf den Chromosomen bereichert. Entscheidend für die Erfolge der Morgan-Schule, die die Genetik zu einer quantitativ-exakten Wissenschaft – der „Mendel-Morgan-Genetik“ – ausbauen konnte, war ihr Modellorganismus, die Taufliege *Drosophila*, welche die Durchführung von groß angelegten Experimentalreihen in kurzer Zeit (Generationsdauer der Taufliege von drei Wochen) erlaubte.

Die zwanziger und dreißiger Jahre waren durch die weitere Bestätigung der Mendel-Morgan-Genetik mit Hilfe weiterer Organismen und Arbeiten zur Sexualität und Fortpflanzung am KWI für Biologie geprägt. Dafür standen neben seinem Direktor Correns vor allen Dingen die drei Biologen Richard Goldschmidt, Abteilungsleiter am Institut seit 1914 und 2. Direktor seit 1919, Fritz von Wettstein (Nachfolger von Correns am KWI 1934; seit 1935 OM) und Max Hartmann (OM 1934), dessen wissenschaftliche Leistungen in seinem Wahlvorschlag wie folgt gewürdigt wurden: „Die weitere von Stufe zu Stufe schreitende experimentelle Bearbeitung dieser Sexualitätserscheinungen niederer Organismen führte schließlich dazu, die verwirrende Mannigfaltigkeit dieser Erscheinungen zugleich mit den Ergebnissen der Geschlechtsvererbung von Correns und Goldschmidt in einer einheitlichen Theorie der Sexualität zu erfassen.“³⁵

Goldschmidt wurde 1924 von dem Zoologen Karl Heider und Correns für eine freie OM-Fachstelle für Zoologie mit folgender Begründung vorgeschlagen: „Eine hervorragende Leistung ist die von ihm durchgeführte Analyse des Nervensystems von *Ascaris* [Spulwurm, R. H.]. Sie ist mustergültig [...]. Frühzeitig und mit großem Erfolge hat sich Goldschmidt dem Gebiete der Vererbungswissenschaften zugewandt und sein ausgezeichnetes [...] Werk: ‚Einführung in die Vererbungswissenschaft‘ zeigt, mit welcher Beherrschung und geistiger Vertiefung er den hier vorliegenden Fragen gegenübersteht.“³⁶ Der Wahlvorschlag erreichte jedoch auch 1926 nach mehrmaliger Vertagung nicht das erforderliche Quorum, da Goldschmidt zu „häufiger Wechsel“ seiner wissenschaftlichen Anschauungen und zu „ungenau Beobachtungen“ vorgehalten wurden.³⁷ Offensichtlich stand die

³⁴ Mit einer Zeitverschiebung gegenüber der eigentlichen wissenschaftlichen Leistung von über zehn Jahren!

³⁵ AAW Berlin, Bestand PAW, II-III, 44, Bl. 37.

³⁶ AAW Berlin, Bestand PAW, II-III, 41, Bl. 6.

³⁷ Die Abstimmung ergab zwölf zustimmende und acht ablehnende Stimmen, das erforderliche Quorum lag bei 16 Stimmen. Die Kritik an seiner wissenschaftlichen Qualifikation bezog sich auf seine „unge-

Genetik zu dieser Zeit in der Akademie noch nicht so hoch im Kurs, daß seine Kompetenz und Phantasie in der genetischen Theoriebildung die Kritik an seinen wissenschaftlichen Leistungen in den Augen der Klasse hätte kompensieren können. In diesem Fall, so kann man wohl rückblickend sagen, besaß die Akademie in ihrer Ablehnung kein Augenmaß, wohl aber klare Maßstäbe wissenschaftlicher Beständigkeit und Akribie.

Erwin Baur, ein weiterer führender Genetiker der zwanziger Jahre, studierte am Löwenmälchen (*Antirrhinum*) die Farbvererbung und führte die Methode der künstlichen Mutationsauslösung in die Pflanzengenetik ein. Er legte damit wichtige Grundlagen für die Pflanzenzüchtung und war seit 1929 Direktor des KWI für Züchtungsforschung in Münchenberg/Mark. Er wurde 1933 als Nachfolger von Correns zum OM vorgeschlagen, verstarb aber überraschend, so daß seine Wahl nicht mehr erfolgen konnte.³⁸

Der Zoologe und Genetiker Alfred Kühn arbeitete im Unterschied zu Morgan nicht mit der Taufliege, sondern mit der Mehlmotte *Ephesia* an genetischen und an entwicklungsphysiologischen Problemen. Kühn wurde 1937 Nachfolger Goldschmidts am KWI, nachdem dieser emigrieren mußte, und wurde 1938 als OM an die Akademie berufen. Correns, von Wettstein, Goldschmidt und Kühn hatten in ihren Forschungen mit ihren Modellorganismen Hinweise erhalten, daß neben den im Zellkern auf den Chromosomen lokalisierten Genen weitere, im Zytoplasma liegende Erbfaktoren („Plasmone“) oder weitere zytoplasmatische („epigenetische“) Faktoren existieren müßten, um ihre von den Mendel-Gesetzen abweichenden Befunde erklären zu können. Daher teilten sie nicht den strengen genetischen Determinismus der Morgan-Schule und gerieten mit deren Vertretern in einen Disput über die Reichweite des „Kernmonopols“ bei der Weitergabe von Genen an die nächste Generation im Prozeß der Vererbung.

Dieser Disput führte jedoch keineswegs dazu, daß in der Akademie nur die skeptische Position der Dahlemer Genetiker vertreten war, sondern die Zuwahlen zu den KM sorgten für eine Balance. Einerseits stärkte die Wahl des Jenenser Botanikers Otto Renner, der die Plastiden der Pflanzenzellen (z. B. Chloroplasten als Photosyntheseorganellen) als autonome Träger genetischer Information erkannte, zum KM 1935 die Position der Kritiker des Kernmonopols. Andererseits konsolidierte die Zuwahl des dänischen Biologen Carl Wesenberg-Lund, des schwedischen Genetikers Hermann Nilsson-Ehle sowie natürlich die Wahl Morgans selbst zum KM die Position des „Kernmonopols“. ³⁹ Die Akademie hatte es damit durch ihre rein wissenschaftlich motivierte Zuwahlpolitik verstanden, die zu dieser Zeit aktuelle theoretische Kontroverse in der Genetik abzubilden.

nauen Beobachtungen“ (Pompecki) und den „häufigen Wechsel seiner wissenschaftlichen Anschauungen“ (R. Fick). AAW Berlin, Bestand PAW, II-III, 41, Bl. 8f.; vgl. Schlicker, *Akademie im Imperialismus II*, S. 239f.

³⁸ Vgl. Grau/Schlicker/Zeil, *Akademie im Imperialismus III*, S. 206. Zur „Doppelnatur“ Baur als Pflanzenzüchter und Rassist vgl. die Einführung zu diesem Band sowie Weingart/Kroll/Bayertz, *Rasse, Blut und Gene*, S. 192, 198.

³⁹ Vgl. Schlicker, *Akademie im Imperialismus II*, S. 212.

2. Entwicklungsmechanik und -physiologie

Die experimentelle Kausalanalyse der Keimesentwicklung, „Entwicklungsmechanik“ oder „kausale Morphologie“, wie sie im Unterschied zur beschreibend-anatomisch verfahrenen Embryologie genannt wurde, nahm ihre Anfänge mit der mechanischen und chemischen Manipulation von Seeigeleiern in der von Anton Dohrn mit Unterstützung der Berliner Akademie aufgebauten Zoologischen Station Neapel durch Jacques Loeb und Hans Driesch.⁴⁰ Aber auch Wilhelm Roux, Oskar Hertwig, Karl Heider, die wesentliche Beiträge zur Entwicklung dieses Zweiges der Biologie zu einer eigenständigen Disziplin leisteten, zählten zum Kreis der „Neapler Entwicklungsmechaniker“.⁴¹ Die Station avancierte in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zum europäischen Zentrum der Entwicklungsphysiologie und zum sozialen und institutionellen Kern der entstehenden Disziplin.

Roux gründete 1894 das „Archiv für Entwicklungsmechanik“ die erste Zeitschrift des neuen Faches. Diese Initiative wurde ausdrücklich bei seiner Berufung zum KM der Akademie 1916 gewürdigt. Heider wurde nach seiner Berufung 1917 auf den Lehrstuhl für Zoologie 1918 zum OM in die Akademie gewählt. Aber auch die deskriptive Embryologie war in der Akademie durch den Leipziger Anatomen und Embryologen Wilhelm His (KM seit 1893) und seinen Schüler und Nachfolger in Leipzig Carl Rabl (KM 1915) repräsentiert.

Die Ergebnisse der Untersuchungen mit dem entwicklungsbiologischen Modellorganismus Seeigelkeim einerseits und Experimente mit Froscheiern andererseits führten zu kontroversen Hypothesen der drei konkurrierenden Entwicklungsbiologen Roux, Driesch und Hans Spemann über das Problem der kausalen Determination der Entwicklungsvorgänge. Diese veranlaßten Driesch und die Anhänger seiner Position auch zur Bevorzugung des Begriffes „Entwicklungsphysiologie“ anstelle von „Entwicklungsmechanik“ für das neue Fach. Zusätzlich zu Hypothesen kausaler Determinationsfaktoren der Entwicklungsvorgänge sah sich Driesch nämlich zur Formulierung eines gestaltgebenden ganzheitlichen Prinzips genötigt, was ihm den Vorwurf des „Vitalismus“ und des Rückgriffs auf „idealistische Prinzipien“ zur Erklärung rein materieller Vorgänge eintrug.⁴²

Hans Spemann, der die Ontogenese von Amphibien und die Entwicklung des Wirbeltierauges in Würzburg und Rostock studierte, nahm zwischen Roux und Driesch eine eher vermittelnde Position ein. Er konnte einige der Kontroversen durch die Unterscheidung von tiergruppenspezifischen Entwicklungstypen, den „Mosaikieiern“ (Amphibien) und „Regulationseiern“ (Stachelhäutern wie der Seeigel) klären und mit sehr großer experimenteller Geschicklichkeit durch Transplantationsexperimente wesentliche Beiträge zum „Induktionsproblem“ in der Entwicklungsphysiologie liefern.⁴³ Spemann wurde 1913 zweiter Direktor und Leiter der Abteilung für Entwicklungsphysiologie des KWI für Biolo-

⁴⁰ Vgl. Löther, „Biologiegeschichte“, S. 327.

⁴¹ Vgl. Jahn/Löther/Senglaub, *Geschichte der Biologie*, S. 488.

⁴² Zur Kritik an dieser Interpretation vgl. Mocek, *Die werdende Form*, S. 277–332.

⁴³ Damit wird das Problem der schrittweisen Determination von Gestaltbildungsvorgängen durch vorangehende Strukturen und Prozesse verstanden. Vgl. Penzlin, „Die Entwicklungsphysiologie“, S. 447–451.

gie, ging 1919 als Ordinarius für Zoologie nach Freiburg und wurde 1929 als KM in die Akademie gewählt. Er erhielt 1935 für seine embryonalen Transplantationsversuche, die er am KWI in Berlin begonnen und in Freiburg fortgesetzt hatte, den Nobelpreis.

3. Wurzeln der Molekularbiologie im Deutschen Reich

Im Rahmen der Betrachtung der Entwicklung der Chemie wurde schon das Vordringen chemischer und physikalischer Methoden zur Struktur- und Funktionsanalyse biologisch wichtiger Makromoleküle in der Biochemie erwähnt, die zur Aufklärung der Katalyse des zellulären Energiewechsels durch die Einführung exakter und quantitativer Methoden durch Otto Warburg führten. Diese Richtung biochemischer Forschung war in der Akademie nicht vertreten, Warburg wurde erst 1946 als OM berufen.

In den dreißiger Jahren rückte immer deutlicher die Frage nach der molekularen Struktur der Erbsubstanz auf die wissenschaftliche Agenda. Durch strahlenbiologische Arbeiten in der Abteilung für experimentelle Genetik des KWI für Hirnforschung in Berlin-Buch – der russische Genetiker Nikolaj Timofeeff-Ressovsky war dort seit 1925 Abteilungsleiter – wurde aufgrund „treffertheoretischer“ Überlegungen bei der experimentellen Mutationsauslösung bei *Drosophila* in einer für die Geschichte der molekularen Genetik grundlegenden Publikation „Über die Natur der Genmutation und der Genstruktur“ geschlossen, daß Mutationsauslösungen Ereignisse sind, die auf molekularen Veränderungen der Erbsubstanz beruhen müßten.⁴⁴

Butenandt legte in einem Vortrag vor der Physikalisch-mathematischen Klasse der Akademie 1942 dar, daß die aus dem Chromatin gewonnenen Protein-Nukleinsäurekomplexe eine sehr ähnliche Struktur wie das kleine Tabak-Mosaik-Virus (TMV) besäßen, sich in Zellen wie Gene vermehrten und auch das Phänomen der Mutabilität zeigten. Daraus zog Butenandt den Schluß: „Das Heranziehen der Viren als Modellsubstanzen für die Strukturermittlung der Gene ergab die Möglichkeit, Vorstellungen über die Vermehrung dieser Einheiten in der Zelle und über die Fortleitung der Energie innerhalb der Genorte zu entwickeln. Da die Viren ebenfalls die Erscheinung der Mutation zeigen, sind nähere Einblicke in das Wesen dieses Vorgangs zu erhoffen.“⁴⁵

Zu diesem Zwecke hatten, so teilte er mit, die beiden KWI-Institute für Biologie und Biochemie eine Arbeitsgemeinschaft gegründet (u. a. mit Georg Melchers, Gerhard Schramm und Hans Friedrich-Freksa),⁴⁶ die Anschluß an die internationale Virusforschung herzustellen suchte. Dank des politischen Geschicks Butenandts und guter Kontakte zum Reichs-

⁴⁴ Nikolaj Timofeeff-Ressovsky, Dieter Zimmer und Max Delbrück, „Über die Natur der Genmutation und der Genstruktur“, in: *Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, Physik.-math. Kl., Fachgruppe VI, N.F. 1 (1935), S. 189–245.

⁴⁵ Adolf Butenandt, „Über die physikalisch-chemische Struktur der Erbfaktoren“, AAW Berlin, Bestand PAW, II-V, Bl. 204.

⁴⁶ Adolf Butenandt, „Neuere Beiträge zur Frage nach der Natur der Virusarten“, Plenum 14. November 1940, AAW Berlin, Bestand PAW, II-V, Bl. 205.

forschungsrat konnte diese Arbeitsgemeinschaft mit den für die entstehende Molekularbiologie modernsten und für das Deutsche Reich einmaligen Instrumenten wie Elektrophorese, Ultrazentrifuge und Elektronenmikroskop ausgestattet werden. Diese Gruppe bildete nach dem Kriege die Keimzelle der Virusforschung in Tübingen, die am Aufschwung der molekularen Genetik in Deutschland einen wesentlichen Anteil hatte.⁴⁷ Die Akademie wurde durch Butenandt über die internationalen Forschungsfronten auf dem Laufenden gehalten. Die Arbeitsgemeinschaft konnte jedoch während des Krieges wegen der zunehmenden internationalen Isolation mit der amerikanischen Konkurrenz nicht mehr mithalten.

V. Diskussionen über philosophische Probleme der Biologie

Die verschiedenen Strömungen biologischer Forschung und ihre theoretischen Kontroversen wurden in der Berliner Akademie von Max Hartmann aufgegriffen, der sich mit „diesen naturphilosophischen Fragen [...] seit über 20 Jahren, seit ich mich infolge eingehenden Studiums der Kantischen Philosophie von dem Positivismus Machscher Art abgewandt hatte“, beschäftigte, wie er in seiner Antrittsrede feststellte. In einer richtungweisenden Grundsatzrede in der Akademie 1935 – also ein Jahr nach seiner Wahl zum OM – über „Analyse, Synthese und Ganzheit in der Biologie“⁴⁸ – setzte er sich mit den Ganzheitstheoretikern seiner Zeit wie Adolf Meyer, aber auch mit den extrem mechanistisch argumentierenden Biologen auseinander. Er legte dar, daß die Erklärung in der Biologie Gesetze und Prinzipien enthalten könne, die über die Physik und Chemie hinausgingen, wie z. B. funktionale Erklärungen (die Frage nach dem „Wozu“), die aber dennoch nicht die Notwendigkeit der Annahme akausaler Kräfte in der Biologie begründeten. In einem Rückblick auf die Entwicklung der biologischen Wissenschaften seit der Jahrhundertwende diagnostizierte er nicht nur die zunehmende Differenzierung der Biologie durch die fortgeschrittene exakte Kausalanalyse, sondern auch eine dazu komplementären synthetisierende Gegenbewegung, die er der „spekulativen Ganzheitsbetrachtung“ entgegenhielt:

„So sehen wir an diesem Beispiel der synthetischen Verknüpfung von Vererbungslehre und Zellforschung, Entwicklungsphysiologie und Evolutionsforschung, wie nur die langsame, geduldige, exakte Kausalanalyse, wobei generalisierende und exakte Induktion, Analyse und Synthese in gleichem Maße zur Geltung kommen, große synthetische Theorien mit zum Teil völlig unerwartetem und neuem Inhalt gewonnen werden, die dann dauerndes Erkenntnisgut der Wissenschaft darstellen im Gegensatz zu verfrühten Verallgemeinerungen und Synthesen bei nicht genügend durchgeführter Analyse der Sachverhalte. Wirklich haltbare, fruchtbare Synthese kann eben nur auf dieser Grundlage erwachsen, und die heute weitverbreitete Meinung, daß nur die Ganzheitsbetrachtung, nicht dagegen die

⁴⁷ Vgl. Rheinberger, „Kurze Geschichte der Molekularbiologie“, S. 647; ders., „Virusforschung“.

⁴⁸ Hartmann, SB der PAW, Physik.-math. Kl. 1935, S. 366–395.



Max Hartmann

kausalanalytische Methode allgemeine synthetische Theorien zu bilden vermöge, ist ein Irrtum.⁴⁹

Hartmann setzte sich in einem weiteren, eingangs dieses Abschnitts zitierten, Plenarvortrag in der Akademie auch davon ab, daß bestimmte Biologen und auch ein Physiker (P. Jordan) die Debatte über die Relativierung des Kausalitätsprinzips in der Atomphysik durch eine statistische Deutung dazu benützten, über das „Akausale“ wieder spekulatives Gedankengut in die exakte Naturwissenschaft hineinzutragen. Er griff damit als philosophisch versierter Biologe auch in die Grundlegendiskussion der Physiker ein.⁵⁰

⁴⁹ Ebd., S. 388.

⁵⁰ Max Hartmann, „Die Kausalität in der Physik und Biologie“, SB der PAW, Physik.-math. Kl. 1937, S. XXXIX–LIII.

VI. Arbeitsformen der naturwissenschaftlichen Forschung in der Akademie

Neben dem Versuch, durch Berufungspolitik Ordentlicher und Korrespondierender Mitglieder mit der Wissenschaftsentwicklung wenigstens in Form ihrer Repräsentanz und Präsenz im wissenschaftlichen Leben der Akademie Schritt zu halten, verfolgte die Akademie auch genuine Primärforschung in den Naturwissenschaften, die bisher unzureichend gewürdigt worden ist.

Trotz der erdrückenden Konkurrenz der KWG in der experimentellen Forschung, die in ihrer fortgeschrittenen Form nur in Instituten realisiert werden konnte, wußte die Akademie dennoch Nischen in der naturwissenschaftlichen Forschung zu bewahren oder zu finden. Mit der Dominanz der experimentellen Forschung waren andere Wissensformen, die auch von der fächerübergreifenden Zusammenarbeit lebten, nicht obsolet geworden. Dazu zählten sammelnde, beschreibende und systematisierende Tätigkeit, die der Vielfalt der natürlichen Erscheinungen wissenschaftlich Rechnung tragen sollte, wie „Die Geschichte des Fixsternhimmels“, „Das Pflanzenreich“, „Das Tierreich“ und „Ozeanographische Forschungen“.

In der Geschichte des Fixsternhimmels bestand die Leistung der Akademie darin, alle bisherigen von Sternwarten von 1750 bis 1900 zusammengetragene Beobachtungsdaten zu sichten, vergleichbar zu machen, zu kartographieren und damit der astronomischen Forschung eine Datengrundlage zu verschaffen. 1937 war die Aufnahme des Nordhimmels mit 24 Bänden abgeschlossen; bis März 1943 konnten noch sieben Bände der Aufnahme der Sterne des Südhimmels erscheinen. Geleitet wurde das Unternehmen von Akademiemitgliedern, die Alltagsarbeit wurde von wissenschaftlichen Beamten durchgeführt, finanziell wurde es von der DFG unterstützt.⁵¹

Das 1896 begonnene systematische Sammelwerk „Das Tierreich“ wurde unter der Leitung einer Kommission (Richard Hesse, Rudolf Fick, Ludwig Diels und Hartmann) fortgesetzt, und in der Zeit von 1933 bis 1940 konnten die Bände 59 bis 70 publiziert werden, die von auswärtigen Spezialisten aus aller Welt bearbeitet worden waren. Allerdings wurden 1938 in einer Sitzung der Physikalisch-mathematische Klasse Bedenken angemeldet, das „Tierreich“ überhaupt fortzuführen, da es sich von vornherein um ein Unternehmen gehandelt hätte, daß „erst in vielen Jahrzehnten, wenn nicht gar in einem Jahrhundert, vollendet werden könne“.⁵² Diese Kritik hatte zur Folge, daß weitere Bände bei spezialisierten Systematikern ab 1941 nicht mehr bestellt wurden. Ziel des Unternehmens war ein vollständiges, in sich konsistentes, natürliches System aller tierischen Organismen in Vergangenheit und Gegenwart. Es gab nichts Vergleichbares in der Welt der biologischen Taxonomie.

Das von dem Botaniker Adolf Engler begonnene „Pflanzenreich“ wurde von Diels und Gottlieb Haberlandt bis 1943 weitergeführt, als es aus Kriegsgründen zum Erliegen kam.

⁵¹ Vgl. Grau/Schlicker/Zeil, *Akademie im Imperialismus III*, S. 297.

⁵² Ebd., S. 310.

Die Arbeit war ähnlich wie beim Tierreich strukturiert; dieses Jahrhundertwerk wurde allerdings nicht in Frage gestellt. Die Akademie hatte in beiden Unternehmen durch ihre Kommissionen von ausgewiesenen Gelehrten eine koordinierende und vereinheitlichende Funktion übernommen, die außer ihr schwerlich eine andere wissenschaftliche Institution hätte übernehmen können.

Ähnlich verhielt es sich mit der wissenschaftlichen Betreuung und Edition der Forschungsreisen und Forschungsergebnisse des Forschungs- und Vermessungsschiffes „Meteor“ durch die „Kommission für ozeanographische Forschungen“, die auf Antrag des Geographen Albrecht Penck 1930 gegründet wurde.⁵³ In ihr waren neben den Akademiemitgliedern Heinrich von Ficker, Hesse, Haber und dem Direktor des Instituts und Museums für Meereskunde der Berliner Universität, Albert Defant (OM ab 1935), mit dem Leiter der Nautischen Abteilung im Reichswehrministerium, und ab 1940 mit dem Konteradmiral F. Conrad auch die Wehrmacht und das Oberkommando der Kriegsmarine vertreten. Die Hauptaufgabe der Kommission war die Auswertung des Materials und der Beobachtungsdaten der Deutschen Atlantischen Expedition der „Meteor“ in den Jahren 1925 bis 1927. Die wissenschaftlichen Ergebnisse wurden als Gemeinschaftsarbeit der an der Expedition beteiligten Wissenschaftler aus den Fächern Ozeanographie, Meteorologie, Biologie, Chemie und Geographie mit Unterstützung der DFG und der Kriegsmarine publiziert. In den folgenden Jahren war die Kommission verantwortlich für die Auswertung weiterer Ergebnisse von Forschungsreisen in den Nordatlantik. Es gelang der Kommission die Kriegsmarine zu veranlassen, ein zweites Forschungsschiff in Dienst zu stellen, welches in Kooperation mit dem Forschungsschiff des norwegischen Meeresforschers Björn Heland-Hansen (KM 1939) 1938 Golfstromuntersuchungen durchführte. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden als Abhandlungen der Akademie veröffentlicht. Wegen ihrer militärischen Relevanz durften jedoch nicht alle auf den Forschungsreisen gewonnenen Daten publiziert werden.

Mit dieser Kommission und ihren koordinierenden und integrierenden Aktivitäten legte die Akademie ein interessantes Modell interdisziplinärer, interinstitutioneller und internationaler Zusammenarbeit (Akademie, Universitätsinstitute, DFG, norwegische Meeresforschung, Kriegsmarine) zur Erforschung komplexer naturwissenschaftlicher Phänomene vor, welches in dieser Form konkurrenzlos war. Es hat den Anschein, daß die Kommission die Mittel der Kriegsmarine auch für wissenschaftliche Vorhaben in der Form eines „do ut des“ einbinden konnte und sich nicht von den politisch-militärischen Kommissionsmitgliedern „über den Tisch ziehen ließ“. Die Arbeit dieser Kommission sicherte Deutschland eine führende Stellung in der Meeresforschung der dreißiger Jahren.

Gleichfalls „die Nase im Wind“ hatte die Physikalisch-mathematische Klasse der Akademie mit der Gründung einer Arbeitsgemeinschaft für Evolutionsforschung im Juli 1939, der eine Gründungskommission unter Max Hartmann vorausgegangen war. Dieser Kommission gehörten die führenden Biologen der Akademie sowie der KWI-Genetiker Nikolaj

⁵³ Vgl. ebd., S. 305–309.

Timofeeff-Resovsky und der Zoologe der Universität Friedrich Seidel an. In diese Arbeitsgemeinschaft sollten die schon existierende „Botanische Zentralstelle zur Förderung der Evolutionsforschung“ sowie das Zoologische Institut integriert werden. Sie stellte sich u. a. folgende Aufgaben: Förderung populationsgenetischer, ökologischer, biogeographischer und paläontologischer Arbeiten zur Erforschung der Mikro- und Makroevolution der Organismen. Zumindest im Bereich der populationsgenetischen Arbeiten war damit der Übergang zu einer experimentellen Evolutionsforschung verbunden, die durch die Mutations- und Züchtungsforschung durch Erwin Baur und Hans Stubbe am KWI für Züchtungsforschung in Müncheberg/Mark in den Bereich des Möglichen gerückt war.

Diese Idee stand im aktuellen Kontext der Herausbildung einer „synthetischen Theorie“ der Evolution, mit der die Darwinsche Theorie um die mikroevolutionären Mechanismen der Verschiebung von Genfrequenzen in Populationen und den Prozeß der Artbildung (Speziation) – entscheidende Desiderate der klassischen Evolutionstheorie – ergänzt wurde.⁵⁴ Für die Ausweitung in den experimentellen Bereich, sollten die Ressourcen der KWG und der Universität genutzt werden. Es handelte sich von der Konzeption und Planung her gesehen um ein interessantes Verbundmodell unter der Federführung der Akademie, mit dem die Akademie einen Teil ihrer fehlenden Forschungskapazitäten durch „Anleihen“ bei der KWG und Universität kompensieren und sich an der aktuellen Forschung beteiligen konnte. Das Unternehmen blieb wegen des beginnenden Krieges in den Planungen stecken.

Das weitestgehende Modell, experimentelle Forschung in der Akademie – trotz der Existenz der KWG mit ihren blendend ausgestatteten Instituten – zu realisieren, bestand in der Nutzung der Zinsen der Stiftung „Ernst-Solvay-Forschungsstelle der PAW“ für experimentelle physikalische Forschungsprojekte, die 1938 geschaffen wurde.⁵⁵ Das Stiftungsgeld beruhte auf Schenkungen der deutschen E. Solvay-Werke 1913, 1930 und 1938 zum 100. Geburtstag des belgischen Chemieunternehmers und chemischen Verfahrenstechnikers, der das nach ihm benannte Ammoniak-Soda-Verfahren entwickelt hatte, und der 1913 auf Vorschlag von Nernst als KM berufen worden war. Auf diese Stelle sollten OM berufen werden, um mit dem Geld der Stiftung besondere, experimentell aufwendige und teure Projekte für eine Dauer von mehreren Jahren durchzuführen. Die Klasse interpretierte die Stelle so, daß die Gelder die beste Verwendung fänden, wenn die berufenen Mitglieder die Forschungen an ihren Heimatinstitutionen durchführten, da für Institutsneubauten die Mittel nicht ausreichen würden. Berufen wurden auf diese neu geschaffene Stelle die Physiker Debye und Hans Geiger (beide OM seit 1937). Debye, Direktor des KWI für Physik, sollte die Tieftemperaturphysik, in welcher er führend tätig war, weiter ausbauen, und Geiger, der den „Geigerzähler“ erfunden hatte und einen Lehrstuhl an der TH Berlin-Charlottenburg innehatte, wurde mit der Messung der Emissionen, die von kosmischen Strahlen ausgelöst wurden, betraut. Wegen kriegsbedingten Personal- und Materialman-

⁵⁴ Vgl. Mayr, *Eine neue Philosophie der Biologie*.

⁵⁵ Vgl. Grau/Schlicker/Zeil, *Akademie im Imperialismus III*, S. 301–303.

gels kamen die experimentellen Forschungen nach einigen Jahren zum Erliegen. Dennoch hatte die Akademie mit diesem Modell wenigstens von der Idee her demonstriert, in welcher Weise sie aus der Not eine Tugend machen konnte.

VII. Bilanz

1. Disziplinäre Differenzierungsmuster im Spiegel der Mitgliederentwicklung:

In wesentlichen Bereichen der naturwissenschaftlichen Forschung, die ich hier beschrieben habe, nahm die Akademie an den theoretischen und experimentellen Entwicklungen durch ihre Diskussionen, Debatten und Vorträge ihrer Mitglieder teil, so daß sie in der Regel synchron zur Wissenschaftsentwicklung über die Fronten der Forschung im Bilde war.

Durch Besetzung der freien Fachstellen und der KM-Stellen mit Vertretern neu entstandener Disziplinen wie Kernchemie, physikalische Chemie, Biochemie und Genetik konnte sie der Differenzierung und Spezialisierung der Naturwissenschaften im Prinzip mit einer gewissen Zeitverzögerung Rechnung tragen.

Große Zeitverschiebungen zwischen wissenschaftlichen Leistungen und Anerkennung derselben durch die Berufung an die Akademie gab es vor allen Dingen in der Genetik und Biochemie. Mit Nobelpreisträgern in Physik, Chemie und Biologie war die Akademie auch noch nach dem Ende des Kaiserreiches reichlich gesegnet.

2. Vernachlässigte Fachgebiete:

Die pragmatische Wende von der „reinen“ Wissenschaft zu einem instrumentellen Wissenschaftsverständnis, welches sich gegenüber einer Kooperation mit der Industrie aufgeschlossen zeigte, erfolgte in der Akademie zunächst nur sehr zögerlich. Das zeigte sich in der Weigerung der Akademie, den angewandten und „unreinen“ Fachgebieten wie Technik und Medizin in der Gelehrtengesellschaft eine Heimstatt zu geben.

3. Forschungsleistungen der Akademie im Wettbewerb mit der wissenschaftlichen Konkurrenz:

Nur in Ausnahmefällen waren die Akademie und ihre Arbeitsstellen der Entstehungsort der wissenschaftlichen Leistungen ihrer Mitglieder (Einstein). Die eigentlichen institutionellen Träger vor allem der experimentellen Forschung blieben die Universitätsinstitute und seit ihrer Gründung 1911 die Institute der KWG. Die KWG avancierte in kurzer Zeit zum unumstrittenen Leistungsträger naturwissenschaftlicher Forschung in Deutschland und im internationalen Vergleich – um den Preis der Trennung von Forschung und Lehre. Allerdings gelang es der Akademie in einigen Fällen, aus der Not eine Tugend zu machen und die Nase auch in der aktiven Forschung vorn zu behalten. Das war dort der Fall, wo eine fächerübergreifende deskriptiv-systematische, ordnende und editorische Arbeit gefordert war wie in dem Unternehmen „Das Tierreich“, „Das Pflanzenreich“, in der Auswertung und Herausgabe der Forschungsergebnisse der Atlantikreisen der „Meteor“ in den zwanziger und dreißiger Jahren oder mit der Einrichtung der Arbeitsgemeinschaft für Evolu-

tionsforschung, die allerdings wegen des Zweiten Weltkrieges über das Stadium der Projektierung nicht hinaus kam.

Mit der Ernst-Solvay-Forschungsstelle verstand es die Akademie zudem sehr geschickt, externe Ressourcen (Stiftungsgelder und Infrastrukturen von KWG- und Universitätsinstituten) für aktuelle experimentelle physikalische Forschungen ihrer Ordentlichen Mitglieder für Physik, P. Debye und H. Geiger, zu mobilisieren. Das Bild von der in der naturwissenschaftlichen Forschung sich nur passiv verhaltenden Akademie muß zumindest relativiert werden.

4. Der Gegentrend zur Spezialisierung: Theoretische Entdifferenzierung:

Neben der weiteren Differenzierung der Naturwissenschaften in Spezialfächer zeigte sich ein gegenläufiger Trend: die Entdifferenzierung und Homogenisierung naturwissenschaftlicher Forschungsprogramme durch wissenschaftliche Revolutionen, die mit einem immer tieferen Vordringen in die extremen Dimensionen der Mikro- und Makrowelt verbunden waren: Quantenphysik, Molekularbiologie und Relativitätstheorie. Bisher getrennt erforschte Objektbereiche konnten nun im Rahmen eines (reduktionistischen) Programmes der „Einheit der Natur“ unter einem „theoretischen Dach“ zusammengeführt werden, weil zumindest die wissenschaftlichen Übergänge in die mikrophysikalisch-molekulare Dimension mit dem Übergang zu größerer Verallgemeinerungsfähigkeit der Theorien verbunden waren (Physik, Chemie, Molekularbiologie mit dem gemeinsamen harten Kern physikalischer Grundgesetze und -prinzipien und Spezialgesetze).

In den – kontrovers geführten und dissenreichen – metatheoretischen Diskussionen über erkenntnistheoretische Grundlagen naturwissenschaftlicher Theorien und Methoden, die mit ihrer theoretischen Entdifferenzierung zusammenhingen, blieb die Akademie tonangebend. Für Diskussion dieser Art von fächerübergreifenden Meta-Problemen existierte überhaupt nur das akademische Forum.

Literatur

- Die Berliner Akademie der Wissenschaften in der Zeit des Imperialismus*, 3 Bde., hrsg. von Heinrich Scheel unter der Leitung von Leo Stern, Berlin 1975–1979.
- Grau, Conrad, Wolfgang Schlicker und Liane Zeil: *Die Jahre der faschistischen Diktatur 1933 bis 1945* (= Berliner Akademie der Wissenschaften in der Zeit des Imperialismus, Bd. 3), Berlin 1979.
- Greiner, Anneliese (Hrsg.): *Chemiker über Chemiker*. Wahlvorschläge zur Aufnahme von Chemikern in die Berliner Akademie 1822–1925 von Eilhard Mitscherlich bis Max Bodenstein, Berlin 1986.
- Heisenberg, Werner: „Der Begriff ‚Abgeschlossene Theorie‘ in der modernen Naturwissenschaft“, in: *Dialektica* 2 (1948), S. 331–336.
- Hohlfeld, Rainer, Jürgen Kocka und Peter Th. Walther: „Vorgeschichte, Struktur, wissenschaftliche und politische Bedeutung der Berliner Akademie im Kaiserreich“, in: Kocka, *Preußische Akademie*, S. 399–463.
- Hoppe, Brigitte: „Das Aufkommen der Vererbungsforschung unter dem Einfluß neuer methodischer und theoretischer Ansätze im 19. Jahrhundert“, in: Jahn/Löther/Senglaub, *Geschichte der Biologie*, S. 386–419.
- Jahn, Ilse, Rolf Löther und Konrad Senglaub (Hrsg.): *Geschichte der Biologie*, Jena 1982.

- Jahn, Ilse (Hrsg.): *Geschichte der Biologie*, Jena ³1998.
- Johnson, Jeffrey Allan: „Akademische Grabenkämpfe und industrielle Ressourcennutzung. Chemie im Spannungsfeld von ‚reiner‘ und ‚angewandter‘ Forschung“, in: Kocka, *Preussische Akademie*, S. 355–380.
- Kirsten, Christa (Hrsg.): *Physiker über Physiker*, Bd. 1: Wahlvorschläge zur Aufnahme von Physikern in die Berliner Akademie 1870 bis 1929 von Hermann v. Helmholtz bis Erwin Schrödinger, Berlin 1975.
- Kocka, Jürgen (Hrsg.) unter Mitarbeit von Rainer Hohlfeld und Peter Th. Walther: *Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin im Kaiserreich* (Interdisziplinäre Arbeitsgruppe Berliner Akademiegeschichte im 19. und 20. Jahrhundert), Berlin 1999.
- Kuhn, Thomas: *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, Frankfurt/Main 1973.
- Löther, Rolf: „Biologiegeschichte im Spiegel der Akademiegeschichte. Zur Genese und Differenzierung der Biologie von den dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts bis zum Ende des Kaiserreiches“, in: Kocka, *Preussische Akademie*, S. 315–332.
- Mayr, Ernst: *Eine neue Philosophie der Biologie*, München 1991.
- Mocek, Reinhard: *Die werdende Form*. Eine Geschichte der kausalen Morphologie, Marburg 1998.
- Penzlin, Heinz: „Die Entwicklungsphysiologie“, in: Jahn, *Geschichte der Biologie*, S. 441–460.
- Planck, Max: *Das Weltbild der neuen Physik*, Leipzig 1929.
- Renn, Jürgen, Giuseppe Castagnetti und Peter Damerow: „Albert Einstein. Alte und neue Kontexte in Berlin“, in: Kocka, *Preussische Akademie*, S. 333–354.
- Rheinberger, Hans-Jörg: „Virusforschung an den Kaiser-Wilhelm-Instituten für Biochemie und für Biologie, 1937–1945“, in: Doris Kaufmann (Hrsg.), *Die Geschichte der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Nationalsozialismus*, Berlin 2000 (in Vorbereitung).
- Rheinberger, Hans-Jörg: „Kurze Geschichte der Molekularbiologie“, in: Jahn, *Geschichte der Biologie*, S. 642–663.
- Schlicker, Wolfgang: *Von der großen Sozialistischen Oktoberrevolution bis 1933* (= Berliner Akademie der Wissenschaften in der Zeit des Imperialismus, Bd. 2), Berlin 1975.
- Schnädelbach, Herbert: *Philosophie in Deutschland 1831–1933*, Frankfurt/Main 1983.
- Szöllösi-Janze, Margit: *Fritz Haber 1863–1934*. Eine Biographie, München 1998.
- Treder, Hans Jürgen: „Zur Geschichte der Physik an der Berliner Akademie“, in: Kirsten, *Physiker über Physiker*, Bd. 1, S. 11–48.
- Weingart, Peter, Jürgen Kroll und Kurt Bayertz: *Rasse, Blut und Gene*. Geschichte der Eugenik und Rassenhygiene in Deutschland, Frankfurt/Main 1988.
- Weizsäcker, Carl Friedrich von: *Die Einheit der Natur*. Studien, München 1971.
- Welsch, Fritz und Wolfgang Girnus: „Entwicklung der Chemie und ihre Pflege an der Berliner Akademie“, in: Greiner, *Chemiker über Chemiker*, S. 11–56.