

Industrielle Welt

Schriftenreihe des Arbeitskreises für moderne Sozialgeschichte

Herausgegeben von Werner Conze

Band 17 Borscheid: Naturwissenschaft, Staat und Industrie
in Baden (1848–1914)

Peter Borscheid

Naturwissenschaft, Staat und Industrie in Baden (1848–1914)

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Borscheid, Peter

Naturwissenschaft, Staat und Industrie in Baden:
(1848–1914). – 1. Aufl. – Stuttgart: Klett, 1976.
(Industrielle Welt; Bd. 17)
ISBN 3-12-901080-7



Alle Rechte vorbehalten

Fotomechanische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Verlages
© Ernst Klett Verlag, Stuttgart 1976. Printed in Germany
Umschlaggestaltung: Professor Kurt Weidemann, Stuttgart
Druck: Gutmann & Co., 71 Heilbronn

Vorwort

Die Planung der Wissenschaft scheint eines der wichtigsten Merkmale der neueren Phase der wissenschaftlich-technischen Revolution. Vor allem die wissenschaftliche und technologische Überlegenheit der Vereinigten Staaten nach 1945 sowie letztlich die Rezessionsphase von 1966/67 in der Bundesrepublik Deutschland lenkten hier den Blick verstärkt auf den Forschungs- und Technologiebereich als einer potentiellen Quelle wirtschaftlichen Wachstums. Heute wird allgemein anerkannt, daß der wirtschaftlich-technische Fortschritt weitgehend von der Forschung abhängt sowie davon, wie diese geplant, eingesetzt und gefördert wird. Die Zukunft der Gesellschaft wird somit in hohem Maße von der jeweiligen Wissenschaftspolitik vorherbestimmt.

Die Beschäftigung mit dem historischen Entwicklungsprozeß staatlicher Wissenschaftspolitik vermittelt uns Einsichten, unter welchen Bedingungen eine externe Lenkung praxisnaher Wissenschaften einzusetzen vermag, wo sich Einflußmöglichkeiten finden und welche Folgen sich aus solchen Eingriffen für die Wissenschafts- und Wirtschaftsentwicklung ergeben. Sie liefert neue Antworten auf die Frage, warum sich das wirtschaftlich rückständige Deutschland während des 19. Jahrhunderts von seinem Vorbild England zu lösen vermochte und auf dem Gebiet der Wissenschaft wie der wissenschaftsabhängigen Industrie bis zum Ersten Weltkrieg zu einer führenden Macht aufsteigen konnte. Sie zeigt uns schließlich, daß der Wachstumsprozeß in den letztgenannten Bereichen sich keineswegs in der für die übrige Wirtschaft gültigen Kontinuität, sondern in recht deutlich erkennbaren Sprüngen vollzog.

Wenn wir heute immer wieder vor dem Problem stehen, die Großforschung zwecks Rationalisierung aus den Universitäten ausgliedern zu müssen, so wurde der Grundstein zu dieser Entwicklung in den 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts gelegt. Die Förderung der praxisnahen Wissenschaften über die Hochschulen, d. h. über den Ausbildungssektor, bot sich unter den damaligen Umständen als die schnellste, effektivste und billigste Lösung an, die drückenden sozialen und politischen Probleme zu beseitigen. Die Wechselbeziehung zwischen Wirtschaft, Gesellschaft, Technik und Wissenschaft steht im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit. Besonders wird dabei auf die engen Bindungen verwiesen, die sich zwischen der wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung als Folge der externen Wissenschaftssteuerung ergaben.

Die vorliegende Untersuchung wurde unter dem Titel „Entwicklung der Naturwissenschaften und wissenschaftlich-technische Revolution. Zu den Beziehungen

zwischen praxisnaher Ausbildung und industrieller Entwicklung von 1848 bis 1913, gezeigt am Beispiel von Baden“ in leicht abgeänderter Form von der philosophisch-historischen Fakultät der Universität Heidelberg im Jahre 1974 als Dissertation angenommen.

Es ist mir sehr daran gelegen, Herrn Professor Dr. Werner Conze für die vielfältigen Hilfen zu danken, die die Durchführung dieser Arbeit ermöglichten.

Peter Borscheid

Inhalt

Abkürzungen	8
Einleitung	9
I. Die wissenschaftliche Revolution: Die Förderung der chemischen Wissenschaft als Grundlage des wirtschaftlichen Aufbaus	16
1. Wirtschaftskrise und 48er Revolution	16
2. Liebig und die Revolution in der Landwirtschaft	28
3. Das Ausbildungssystem Liebigs und seine Wirkungen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts	33
4. Die Emanzipation der Chemie in Baden	50
5. Die Förderung der Physik im Gefolge des Aufschwungs der Chemie und der Ingenieurwissenschaften	71
II. Die wissenschaftlich-technische Revolution: Chemische Industrie und chemische Wissenschaft	83
1. Anorganisch-chemische und Düngemittelindustrie	83
2. Überangebot an Chemikern und die Gründertätigkeit in der chemischen Industrie	98
3. Beginn der Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Industrie	111
4. Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie unter dem Druck der Hochschulabsolventen	135
III. Zweiter Ausbau der Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert	158
IV. Die Industrie im Zeichen der Spezialisierung und Teamarbeit	173
1. Die Anfänge der hochtechnisierten Industrie	173
2. Zusammenarbeit von Industrie und Hochschule im Zeichen nationaler Verantwortung	195
Schlußthesen	208
Quellen- und Literaturverzeichnis	213
Anhang: Tabellen zu den Abbildungen	232
Sachregister	242

Abkürzungen

Anm.	Anmerkung
Berichte	Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft
BGLA	Badisches Generallandesarchiv Karlsruhe
NDB	Neue Deutsche Biographie
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
Verhandlungen	Verhandlungen der Stände-Versammlung des Großherzogtums Baden

Einleitung

Bereits in der ökonomischen Literatur des 18. Jahrhunderts wird Bildung und Wissenschaft als ein Produktionsfaktor angesehen und damit die Meinung vertreten, daß zwischen dem wissenschaftlichen Niveau eines Landes und seiner wirtschaftlichen Kraft direkte Abhängigkeiten bestehen. Von Thünen behandelt die von staatlicher Seite aus zur Stabilisierung des Wirtschaftsgefüges vielfach geförderte Auswanderung als einen Kapitalexport. Er verknüpft damit ebenso den Bereich der Wissenschaft mit dem der Wirtschaft wie später Werner von Siemens, der 1883 behauptete, daß die Industrie eines Landes niemals eine international leitende Stellung erwerben und sich selbst erhalten könne, wenn das Land nicht gleichzeitig an der Spitze des naturwissenschaftlichen Fortschritts stünde¹.

Parallel dazu werden heute Wissenschaft, Technik und Wirtschaft als Wirkungszusammenhang aufgefaßt (Scheler)², als eine „Superstruktur“ (Gehlen), die als rückgekoppeltes System ihren Ausgangspunkt nicht allein in den Wissenschaften nimmt, sondern aus einem komplizierten Verhältnis von Einwirkungen und inneren Abhängigkeiten besteht³.

So zahlreich diese Aussagen auch anzutreffen sind, sie entspringen alle einem Bedürfnis, doch fehlt es an exakten Untersuchungen. Selbst heute besteht noch weitgehende Unklarheit über die einzelnen Bindeglieder in der Kette zwischen Wissenschafts- und Wirtschaftswachstum samt ihrem jeweiligen Gewicht. In diesem Zusammenhang wird verstärkt seit einem Jahrzehnt im Bereich der Nationalökonomie versucht, den sogenannten „dritten Faktor“ von den übrigen Inputfaktoren Kapital und Arbeit zu isolieren und diese Residualgröße von solchen wachstumsfördernden Komponenten zu säubern, die zwar ihre Höhe beeinflussen, nicht jedoch dem technischen Fortschritt im ökonomischen Sinne zuzurechnen sind. Dazu gehören die Strukturkomponente, Qualitätsverbesserungen im Bereich von Kapital und Arbeit, die Zunahme von Skalenerträgen sowie die Veränderung der Kapazitätsauslastung der Produktionsfaktoren⁴.

Wenn auch die mit diesen Untersuchungen erzielten Ergebnisse den vielfach dominierenden Anteil des technischen Fortschritts am ökonomischen Wachstumsprozeß beweisen, wird damit doch nur die Wirkung technischer Innovationen im

¹ Brief v. Werner v. Siemens v. 11. Juni 1883. Zit. nach *Treue* (1964) S. 231.

² *Scheler* (1960).

³ *Gehlen* (1965) S. 105.

⁴ Siehe vor allem: *André* (1971) S. 10 ff.

Wirtschaftswachstum erfaßt. Der gewählte Ansatz erlaubt es nicht, das Gewicht der Wissenschaft allein exakt zu messen. Da erst mit der Einführung neuer Techniken in den Produktionsprozeß der technische Fortschritt zu einer quantifizierbaren Größe wird, können die gesamten Unterfaktoren, die diese Entwicklung einleiteten, über diese Methode nicht isoliert werden und treten innerhalb der Fortschrittskomponente mit anderen Größen vermischt auf.

Aus dieser Zwangslage heraus wird in neuester Zeit versucht, die Wirkungsverhältnisse zwischen Wissenschafts- und Wirtschaftsentwicklung zwar nicht direkt zu quantifizieren, aber doch durch Längs- und Querschnitte aus dem dabei entstehenden Handlungsgeflecht zu erschließen. So kreist F. Pfetsch in seiner Untersuchung über die Entstehungsbedingungen der wissenschaftlichen Vormachtstellung Deutschlands im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert bei der Frage nach dem Zusammenhang zwischen Wissenschafts- und Wirtschaftsentwicklung diesen durch verschiedene Ansätze über die erfaßbaren Indikatoren ein, um zu einer verlässlichen Aussage zu kommen⁵. So logisch die aus solchen Untersuchungen gewonnenen Schlußfolgerungen auch erscheinen und je mehr dabei die Bedeutung der Wissenschaft für eine beschleunigte industrielle Entwicklung belegt wird, herrscht doch über die Wege und Bindungen der Wissenschaftstransformation Unklarheit. An diesen Problemen ist die historische Forschung bis heute weitgehend vorbeigegangen. Selbst die Wissenschafts- und Technikgeschichte, die zur Erarbeitung dieses Fragenkomplexes am ehesten berufen wären, verstehen sich vom Ansatz her meist noch als Ideengeschichte und stellen die individuelle Forscherleistung meist in den Mittelpunkt ihrer Studien. Demgegenüber gesteht der marxistische Ansatz der wissenschaftlichen Forschung keinerlei Eigengesetzlichkeit zu und versucht sie durch politische, soziale und ökonomische Faktoren zu erklären.

Im Gegensatz zu beiden einseitig gelagerten Ansätzen soll in dieser Arbeit versucht werden, die wissenschaftsimmanenten Fortschrittsimpulse von den aus der wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Entwicklung stammenden Rückwirkungen zu isolieren und zu systematisieren. Daneben gilt es diesen Faktoren ihre jeweilige Verlaufsrichtung und, wenn möglich, ihre jeweilige Größe zuzuordnen.

Wenn der in dieser Untersuchung behandelte Zeitraum mit dem Begriff der „wissenschaftlich-technischen Revolution“ abgedeckt wird, geschieht dies einmal aus der bei der Quellenforschung gewonnenen Einsicht in die inneren Zusammenhänge zwischen dem wissenschaftlich-technischen Bereich und dem gesamtwirtschaftlichen Wachstum. Andererseits wird damit die ungenügende Präzision bei der Verwendung des Begriffs der „industriellen Revolution“ umgangen und sowohl das Umwälzende und Neue wie die Schnelligkeit der Veränderung auf dem wissenschaftlichen und technischen Sektor aufgezeigt. W. Treue begründet seine Ablehnung unserer Bezeichnung „industrielle Revolution“ u. a. damit, daß sie zum Teil unzutreffend einen „gleichfalls nicht eindeutig fixierten Komplex von Tatsachen“ zu umschreiben angibt⁶. Die Abhängigkeiten und dominierenden Faktoren innerhalb des Gesamtkomplexes aufzuzeigen gelingt dagegen eher mit dem Begriff der

halb des Gesamtkomplexes aufzuzeigen gelingt dagegen eher mit dem Begriff der „wissenschaftlich-technischen Revolution“, wobei der kurz nach der Mitte des 19. Jahrhunderts schlagartig einsetzende, auch quantifizierbare Aufschwung der Naturwissenschaften und ihrer technischen Folgeerscheinungen die Wortwahl rechtfertigt.

Im Gegensatz zu den wirtschaftlichen Wandlungen war dieser Vorgang von den Zeitgenossen durchaus wahrnehmbar, da sich nicht wie im Bereich der wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse eine schrittweise Veränderung vollzog, sondern übergangslos das Studium der produktionsnahen Wissenschaften einen vorher nie gekannten Zulauf erhielt, diese Wissenschaften selbst in ihrer Entwicklung plötzlich forciert wurden und bis dahin unbekannte technische Neuerungen im Anwendungsbereich derselben auftraten.

Selbst ohne den jeweiligen Ausgangspunkt, die Richtung und die Stärke der in diesem Kräftefeld wirkenden Impulse zu kennen, kann bereits gesagt werden, daß Voraussetzung für eine erfolgreiche Weiterführung und Rückkoppelung eines einmal gegebenen Anstoßes ein gewisser wissenschaftlicher Stand sein muß. Dabei ist weniger die Zahl der bereits gemachten Entdeckungen die Prämisse als vielmehr die Untermauerung der betreffenden Wissenschaft mit einem theoretischen Konzept, oder, wie es T. S. Kuhn genannt hat, die Zugehörigkeit zu einem Paradigma⁷. Mit einer solchen ungeschriebenen Charta wissenschaftlicher Gemeinschaften werden für eine Zeitlang Probleme und Forschungsgebiete festgelegt und die unfruchtbare Suche nach Bezugspunkten und Definitionen für die Mitglieder unterbunden. Solche Glaubensgemeinschaften im Bereich der Theorie, der Methode und der wissenschaftlichen Hilfsmittel entstanden für die Physik unter dem Durchsetzungsvermögen von Newtons „Principia“ und „Opticks“ sowie Franklins „Electricity“ und für die Chemie im Gefolge von Lavoisiers „Chimie“, als unter der Logik dieser Schriften den Interessenten Wege für eine produktive Forschung eröffnet wurden.

Aus diesem ersten Postulat ergibt sich direkt, daß der im Kräftefeld der Wissenschaft gegenüberliegende Pol, die Technik, ebenfalls den Gesetzen dieser Charta folgen muß. In dem einfachsten Fall, in dem eine rein wissenschaftliche Erkenntnis in die Technik überführt wird, würde bei dem Fehlen solcher gemeinsamen Sprache und Wertvorstellungen im Anwendungsbereich jegliches Verständnis für die auf der Gegenseite gemachten Aussagen unterbleiben und damit der von dort kommende Impuls weder aufgefangen noch verwertet werden können. Auf die personelle Ebene übertragen, heißt dies, daß wissenschaftliche Entdeckungen nur von denen in die Technik überführt werden können, die innerhalb desselben Paradigmas ausgebildet worden sind. Dies aber beinhaltet automatisch die Notwendigkeit der fachlichen Ausbildung überhaupt. Diesem zweiten Punkt kam beim Aufbau der wissenschaftsorientierten Industrien einige Bedeutung zu, da bei fortschreitendem Wissensstand ein immer enger werdender Kreis von Personen zu seiner Verwertung imstande war und damit die Ausbildungsmöglichkeiten eine wichtige Funktion innerhalb der industriellen, oder im Falle umgekehrt verlaufenden Impulse, innerhalb der wissenschaftlichen Entwicklung einnahmen. Da zu Be-

⁵ Pfetsch (1974).

⁶ Treue Quellen (1966) S. 12.

⁷ Kuhn (1971) S. 26.

ginn eines Paradigmas bei niederem wissenschaftlichen Niveau die Schwelle, die Nichtfachleute von den Fachleuten trennt, noch leicht zu überwinden ist, gelingt es in dieser Phase auch Außenstehenden, wissenschaftliche Resultate zu verwerten, wie dies z. B. anhand der Düngermittelindustrie gezeigt werden wird. Demgegenüber verschließen sich bei wachsendem wissenschaftlichen Erkenntnisstand diese Möglichkeiten mehr und mehr, wie die vielen gescheiterten Versuche im Bereich der organisch-chemischen Industrie beweisen.

An dieser Stelle soll noch auf die Wissenschaftsentwicklung selbst eingegangen werden. Obwohl hierbei der Begriff des Paradigmas wertvolle Orientierungshilfe leistet, bedarf die von Kuhn gegebene Beschreibung einer gewissen Erweiterung, um den Ablauf des realen Geschehens besser systematisieren zu können. Eine einzelne Wissenschaft – beschränken wir uns hier der Anschaulichkeit halber auf die Naturwissenschaften – entwickelt sich nicht in einem von der Umwelt und von den Nachbardisziplinen völlig isolierten Raum. Dies hat Karl E. Rothschuh anhand einiger Wissenschaftler exemplarisch aufgezeigt⁸. An dieser Stelle soll jedoch nicht auf die Einflüsse der gesamten historischen Umwelt auf die Wissenschaft eingegangen werden. Diese Beziehungen werden sich im Verlaufe der Untersuchung von selbst herausstellen. Vielmehr soll das Nebeneinander der verschiedenen Fächer und der Grad ihrer gegenseitigen Abhängigkeit mit Hilfe eines Bildes aufgezeigt werden.

Zur Verdeutlichung dient der Farbenkreis, worin den drei Grundfarben drei verschiedene Naturwissenschaften entsprechen, etwa die Physik, Chemie und Biologie. Diese unvermischten Ausgangszentren repräsentieren die Grundstruktur einer jeden Wissenschaft, mit deren Aufarbeitung zu Anfang eines jeden Paradigmas zunächst begonnen wird. Im Zuge der Entwicklung betritt der Forscher mehr und mehr ein Terrain, das entsprechend kompliziertere Strukturen aufweist, die sich aus dem Zusammenspiel der verschiedenen Farben bzw. Wissenschaften ergeben. Je weiter der Wissenschaftler in diese Mischzonen eindringt, umso mehr ist er darauf angewiesen, Wissensstand und Methoden der Nachbardisziplin zur Lösung der aufgetretenen Probleme heranzuziehen. Ist dieser erforderliche Erkenntnisstand im Nachbarbereich noch nicht erarbeitet worden, tritt eine Stockung ein, und die Forschung konzentriert sich schwerpunktmäßig meist in einer anderen Richtung. In der Realität äußern sich solche Teilstagnationen meist darin, daß allgemein die Meinung vertreten wird, dieser Forschungsbereich sei vollkommen erarbeitet und biete keine Zukunftschancen mehr, wie dies etwa für die Physik in den 70er Jahren und für die anorganische Chemie in den 60er Jahren des 19. Jahrhunderts gezeigt werden kann. Neue Erkenntnisse der Nachbardisziplinen vermögen diesen Glauben zu widerlegen, indem sie für die zuvor abgeschlossene Wissenschaft neue Problemstellungen und Wege zu ihrer Lösung eröffnen.

Gleichzeitig zeigt dieser Vorgang aber auch, daß die Menge dessen, was erforscht werden kann, größer ist als die zu ihrer Bewältigung notwendigen Ressourcen. Dieser Umstand muß zwangsläufig dazu führen, daß der Fortschritt in den Wissenschaften ungleichmäßig erfolgt, da immer neue Prioritäten zu setzen sind. Während der hiermit verbundenen Umbruchphasen vermögen die außer-

wissenschaftlichen Kräfte auf die Wahl der neuen Richtung verstärkt Einfluß zu nehmen, da die wissenschaftsimmanente Eigenbewegung weitgehend zum Stillstand gekommen ist und auf einen neuen Anstoß wartet. Diesem Verlauf der einzelnen praxisnahen Wissenschaften entspricht der technologische Vorgang.

Die über wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnenen Produkte sind in den Anfangsjahren in ihrem Herstellungsprozeß relativ einfacher Natur. Die Erzeugnisse der organischen Chemie der 60er und 70er Jahre konnten quasi direkt aus den Reagenzgläsern in die Großproduktion übertragen werden. Demgegenüber spiegelt sich in den Erzeugnissen der nachfolgenden Jahrzehnte die wachsende Verflechtung der verschiedenen Disziplinen, im industriellen Herstellungsprozeß ersichtlich an der Zusammenarbeit von Spezialisten mit der unterschiedlichsten Ausbildung und Erfahrung. Dieser Übergang aus der fachlichen Isolation in interdisziplinäre Zusammenarbeit läßt sich sowohl für die Wissenschaften wie auch für die entsprechende Technik aufzeigen.

Allein es genügt nicht, nach dem hier zur Verdeutlichung gewählten einfachen Schema Chemie – Physik – Biologie vorzugehen, sondern es bedarf der Unterteilung z. B. der Physik in Mechanik, Optik und Elektrizitätslehre und der Chemie in organische, anorganische und physikalische Chemie, um allein die für die Technik ergiebigsten Teilbereiche zu nennen. Es läßt sich zeigen, daß z. B. zur Entwicklung der Mechanik als Wissenschaft auf technischem Gebiet der Aufbau des Maschinenwesens samt seinen Ausbildungsfächern, des Ingenieur- und Maschinenbaustudiums, parallel lief und die Konzentration auf Fragen der anorganischen Chemie mit einem Ausbau der entsprechenden Industrie verbunden war. Von welcher Seite dabei die Impulse ausgingen, kann hier noch nicht schematisiert werden und muß von Fall zu Fall unter Beachtung der außerwissenschaftlichen Faktoren aufgezeigt werden.

Diese von außen kommenden Anregungen ergeben sich aus dem Wert, den der einzelne oder der Staat zu einem bestimmten Zeitpunkt dieser Wissenschaft zu-mißt und den er bereit ist zu zahlen, um seine selbst gesteckten Ziele zu verwirklichen. Die Interpretation dieser Eingriffe setzt eine Analyse der Gesellschaft, des Staats- und Wirtschaftssystems voraus, und es lassen sich aus der sozialen Herkunft der Impulsgeber oder Empfänger sowie dem Zeitpunkt staatlicher Intervention einzelne Ziele exakter bestimmen. Außerdem wird zu zeigen sein, wie sich diese externen Steuerungsmechanismen aus machtpolitischen Überlegungen des Staates ergaben, über den Ausbildungssektor weitergeleitet wurden, wobei die föderalistische Struktur des Deutschen Reiches diese Bestrebungen verstärkte. Gleichzeitig folgte der Staat im Betrachtungszeitraum mehr und mehr den von den privaten Wirtschaftskräften gesteckten Zielen und verstrickte parallel dazu den einzelnen Wissenschaftler vermehrt in das internationale wissenschaftliche und technologische Konkurrenzsystem.

Zur Analyse des Handlungsgeflechtes Naturwissenschaft – Wirtschaft – Staat wurde das Großherzogtum Baden in seiner Entwicklung zwischen 1848 und 1914 als Untersuchungsobjekt gewählt. Die badischen Wissenschaftsausgaben lagen im Betrachtungszeitraum im Verhältnis zum Etat, zum Volkseinkommen und zur Bevölkerung höher als die aller anderen deutschen Bundesstaaten⁹. Außerdem deut-

⁸ Rothschuh (1966) S. 91 f.

⁹ Pfetsch (1974) S. 58.

ten weitere Indikatoren darauf hin, daß in Baden die wissenschaftspolitischen Schwerpunkte auf naturwissenschaftlich-technisches Gebiet gesetzt wurden. Nach der Untersuchung von Pfetsch wies in der Zeit zwischen 1750 und 1914 Baden als einziger Bundesstaat mehr Gründungen naturwissenschaftlicher-technischer Gesellschaften als solcher geisteswissenschaftlicher Zielsetzung auf¹⁰. Hieraus lassen sich Richtung, Schwerpunkte und Absicht wissenschaftspolitischer Aktivitäten des Staates und der Gesellschaft erklären.

Andererseits bot sich das Großherzogtum Baden durch sein reichhaltiges Spektrum an wissenschaftsorientierten Industrien an, die in erster Linie im nordbadischen Raum vertreten sind. Wenn der Verfasser innerhalb dieser Studie die staatlichen Grenzzlinien vereinzelt überschritten hat, folgte er damit den Wegen verschiedener Industrieegründer, die bereits früh diese Schranken überwandten und sich eigene, von Staatsgrenzen losgelöste volkswirtschaftliche Räume schufen.

Es bot sich an, das nordbadische Industriegebiet um den zu Bayern gehörenden Raum Ludwigshafen zu erweitern, zumal die im Rhein-Neckar Gebiet gegründeten Industrien ungeachtet der Landesgrenzen gegenseitig von einander abhängig waren. So lag der Sitz der BASF während der ganzen Untersuchungsperiode in Mannheim, während sich die Fabrikationsstätten in Ludwigshafen befanden, und die von der BASF rohstoffmäßig abhängigen Werke siedelten sich auf beiden Rheinufern an.

Dieser nordbadische Industrieraum, geprägt vor allem durch die Chemie, wird ergänzt durch ein in den 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts neu entstandenes Zentrum der elektro-chemischen Industrie im Südwestzipfel des Landes. Leider fehlt in Baden die eigentliche Elektroindustrie, wie sie in diesen Anfangsjahren wohl nur im Raum Berlin in solchen Größenordnungen vorhanden war, daß eine verlässliche Analyse über die Wechselbeziehungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft auf diesem Sektor ermöglicht würde.

Die in dieser Untersuchung ausgewählten Naturwissenschaften, Chemie und Physik, sind nach den in Baden vorhandenen wissenschaftsorientierten Industrien ausgewählt. Ihre Entwicklung wurde anhand der Universitäten in Heidelberg und Freiburg sowie der TH Karlsruhe verfolgt. Dieser vorwiegend quantitativen Analyse wurde eine handlungsanalytische Untersuchung vorangestellt, die auf die Gründe eingeht, die zur plötzlichen Forcierung der naturwissenschaftlichen Ausbildung im Anschluß an die 48er Revolution führten. Ohne Beantwortung dieser Frage würde die Wissenschaftspolitik Karlsruhes zu völlig falschen Schlußfolgerungen verleiten.

Mit der generellen Thematik dieser Arbeit war die Überwindung erheblicher methodischer und dokumentarischer Schwierigkeiten verbunden. Da besonders an den Universitäten die Verbindungen zur Industrie und die daraus entsprungene Beeinflussung als Verfehlung gegen das idealistische Wissenschaftsideal gewertet wurde, aber auch mancher Lehrer an einer Technischen Hochschule dieses Erziehungsideal höher einschätzte als die von Staat und Industrie erstrebte Praxisbezogenheit an diesen Lehranstalten, wurden Kooperationen nach außen hin verheimlicht und Notizen über finanzielle Zuwendungen teils aus den Nachlässen ent-

fernt. Dennoch konnte mit Hilfe von Briefwechseln, älteren, oft sehr detaillierten Firmenschriften, wissenschaftlichen Zeitschriften sowie Firmen- und Staatsarchiven in das Handlungsgeflecht zwischen den Vertretern der Naturwissenschaften und den darauf aufbauenden Industrieunternehmen Einblick gewonnen werden. Es war angebracht, die von badischen Firmen gepflegten Hochschulverbindungen nicht nur an den drei Hochschulen des Großherzogtums zu verfolgen, zumal der Ursprung dieser Beziehungen außerhalb des Landes lag und von dort in die beiden Universitäten hineingetragen wurden. Dieser Erweiterung auf den außerbadischen Hochschulbereich entsprach auf industrieller Seite die Heranziehung ebensolcher Beispiele aus dem gesamtdeutschen Raum.

Der zeitliche Beginn der Untersuchung ergab sich aus dem Aufschwung, den die Naturwissenschaften im Anschluß an die 48er Revolution nahmen, und orientiert sich in seiner Untergliederung nach konjunkturellen Gesichtspunkten. Damit konnten gleichzeitig wissenschaftsimmanente Zyklen abgedeckt und das Wechselspiel im Kräftefeld Wissenschaft – Technik – Wirtschaft leichter systematisiert werden.

Diese Arbeit versteht sich als historische Untersuchung, die mit Hilfe von Methoden der empirischen Sozialforschung neben der Beschreibung von Einzelercheinungen speziell über Zeitreihen- und Trendanalysen zu generalisierenden Aussagen zu gelangen versucht. Die benötigten Zeitreihen konnten fast vollständig aus dem vorhandenen Archivmaterial und den gedruckten Quellen herausgetrennt und zusammengestellt werden. Als Ergänzung dazu wurden statistische Ergebnisse der nationalökonomischen Forschung zur Erhärtung gewonnener Thesen herangezogen und für die hier relevanten Fragen umgearbeitet.

¹⁰ Ebd. S. 213 f.

Schlußthesen

Die völlige Konzentration der staatlichen Bildungsneueinvestitionen an den badischen Hochschulen auf die Förderung der Chemie und zu ihrer Ergänzung auch der Physik und der Physiologie während der anderthalb Jahrzehnte nach der Revolution von 1848/49 ist als direkte Folge der sich seit Mitte der 40er Jahre verschlechternden Ernährungsgrundlage der Bevölkerung zu verstehen. Der Erschöpfungszustand des Ackerlandes, hervorgerufen durch immer neue Intensivierungsmethoden bei gleichzeitig schwindender Möglichkeit der Bodenerneuerung, führte unaufhaltsam und zunehmend zu Ernteausfällen, die die Ansätze zum Aufbau einer industriellen Wirtschaft hemmten. Indem die Regierung die daraus entspringenen sozialen Mißstände als einen wesentlichen Grund für die Erhebungen von 1848/49 wertete, suchte sie nach deren Niederwerfung neue Mittel, solche systemgefährdenden Aufstände an ihren ökonomischen Wurzeln zu bekämpfen. Sie übernahm die von Liebig propagierten Lösungsvorschläge, obwohl diese die bis dahin gültigen Denkschemata vollkommen auf den Kopf stellten, d. h. in Widerspruch zu dem herrschenden Paradigma in der Agrarwissenschaft standen. Damit wurde die Wissenschaftsentwicklung seit Anfang der 50er Jahre des 19. Jahrhunderts besonders im Bereich der Chemie weitgehend aus außerwissenschaftlichen Absichten heraus umgestaltet.

Bezeichnend für den Paradigmawechsel in der Agrarwissenschaft war, daß bis zum Jahre 1849 der Fundus der systemkonformen Hilfsmöglichkeiten in Form agrarischer Intensivierungsmethoden, der Befreiung von rechtlich bedingten Lasten, der Auswanderung und anderer nur kurze Zeit wirksamer Hilfen, die langfristig meist entgegengesetzt wirkten, vollkommen ausgeschöpft worden war und seine Unzulänglichkeit offenbart hatte. Trotzdem erlaubte erst die allgemeine Umbruchstimmung und Neuorientierung nach den Revolutionswirren, auf dem neuartigen Denkansatz aufzubauen.

Dies ist ebenso typisch für den endgültigen Durchbruch eines neuen Paradigmas wie dessen Entstehungsprozeß. Obwohl die Grundlage der neuen Lehre, die Mineraltheorie, auf seiten der Chemie bereits lange bekannt war, vermochten die Agrarwissenschaftler daraus nicht die logische Schlußfolgerung zu ziehen. Sie blieben weiterhin in Denkschemata gefangen, die auf falschen wissenschaftlichen Theorien zur Pflanzenernährung aufbauten. Erst Liebig gelang der Durchbruch, da er als Chemiker unter anderen Voraussetzungen als die Agrarwissenschaftler an die Problematik herangegangen und den von diesen sich selbst aufgebauten Hindernissen niemals begegnet war.

Ausschlaggebend für die praktischen Folgen der Entscheidung der badischen

Regierung wurde, daß Liebig seine agrarwissenschaftlichen Forschungen durchgeführt hatte, um die vielfältigen Möglichkeiten der Chemie darzulegen, diese Wissenschaft somit auf einen ebenbürtigen Platz neben die altangesehenen Wissenschaften zu heben und sie aus ihrer Rolle als Hilfswissenschaft für Medizin, Pharmazie und Metallurgie zu befreien. Auf dieses Ziel war das neue Lehrsystem ausgerichtet, das Liebig als Heilmittel gegen die gesamtwirtschaftliche Krise anbot und das eine Kombination aus den Lehrmethoden der Ecole Polytechnique in Paris und den deutschen chemisch-pharmazeutischen Privatinstituten darstellte.

Obwohl dieses Ausbildungssystem mit seinen praktischen Absichten in der vom Idealismus beherrschten deutschen Universität als Fremdkörper erscheinen mußte, sich dagegen völlig harmonisch in die polytechnischen Schulen eingeordnet hätte, wurde seine Annahme an der Universität und die Ergänzung durch die anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen, besonders der Physik, von staatlicher Seite aus bewußt herbeigeführt. Zusammen mit den beigegebenen Erleichterungen zur Aufnahme dieses Studiums und den damals bereitgestellten Möglichkeiten, im Rahmen einer praktischen Berufsausbildung einen akademischen Titel zu erwerben, eignete es sich vorzüglich, den gesellschaftlichen Ehrgeiz des Besitzbürgertums zu befriedigen und gleichzeitig diese Bevölkerungsschicht auf eine dringende Gemeinschaftsaufgabe zu konzentrieren.

Nachdem die Regierung angesichts der rückläufigen Ernteerträge seit Mitte der 40er Jahre noch versucht hatte, der gesamten bauerlichen Bevölkerung über die Ackerbauschulen eine agrarische Ausbildung zuteil werden zu lassen und so die Ertragskrise zu meistern, setzte sie nach der Revolution aus Zeit- und Geldgründen auf das Besitzbürgertum, dem sie das neue wissenschaftliche Ausbildungssystem über die polytechnischen Schulen und Universitäten anbot. Der Staat züchtete mit den Söhnen der Industriellen, Kaufleute und Händler, die die neuen Bildungsmöglichkeiten bevorzugt nutzten, eine Bildungselite heran, der nicht nur bei der Lösung der Ernährungskrise, sondern auch beim industriellen Aufbau strategische Bedeutung zukam, da das Liebigsche Ausbildungssystem auf die Hebung der Gesamtwirtschaft ausgerichtet war.

Angezogen von der bis dahin unbekannten Kombination der verschiedenartigsten beruflichen und gesellschaftlichen Chancen, wählten alsbald viele Studenten diese Wissenschaft zu ihrer beruflichen Grundlage. Mit dem Ausscheiden der neuen Chemikergeneration aus den Hochschulen erwies sich das bestehende Arbeitsplatzangebot für sie als zu eng. Das Liebigsche Ausbildungssystem gründete sich auf ein neues Paradigma, dessen wissenschaftliche Erkenntnisse auf einer bisher nicht gekannten Plattform aufbauten, so daß auch die daraus abgeleiteten praktischen Tätigkeiten zumeist einen völligen Neuaufbau zuvor nicht bestehender industrieller Branchen verlangten.

Die Hochschulabsolventen schufen sich ihren eigenen praktischen Wirkungskreis vor allem mit der Gründung der Düngemittel- und Teerfarbenindustrie sowie weiterer kleinerer Spezialbranchen, wie der Industrie für Portland-Zement, oder aber sie sahen sich gezwungen, nach England auszuwandern. Da die Fabrikation der neuen Erzeugnisse eine wissenschaftliche Ausbildung der Produzenten zur Voraussetzung hatte, entstanden diese Industriezweige nicht in unmittelbarem Anschluß an ihre englischen Vorbilder, sondern erst, nachdem die erste Chemiker-

generation die deutschen Universitäten und polytechnischen Hochschulen verlassen hatte. Die Betonung der praktischen Laboratoriumstätigkeit innerhalb des Chemiestudiums entsprach vollkommen den Vorbedingungen der neu errichteten Industriezweige, die bis in die 80er Jahre hinein auf relativ einfachen wissenschaftlichen Entdeckungen aufbauten, die ohne größere technische Schwierigkeiten meist direkt in die Großproduktion überführt werden konnten.

Im Gegensatz zu England, dessen organisch-chemische Industrie nach den ermutigenden Anfängen infolge des fehlenden wissenschaftlichen Nachwuchses bald in eine gewisse Stagnation geriet, waren die deutschen Produzenten aus Konkurrenzgründen gezwungen, unablässig neue wissenschaftliche Entdeckungen praktisch zu verwerten, die bei der anhaltenden Überproduktion an Chemikern während der Forschungen an den Hochschulen anfielen. Diese außerindustriellen Forschungsbemühungen stellten für jeden Fabrikanten einen unberechenbaren Unsicherheitsfaktor dar, weil mit unvorhergesehenen Entdeckungen jede geschäftliche Planung durchkreuzt wurde. Allein wirtschaftliche Gesichtspunkte forderten, die auf dem Teerfarbensektor tätigen Laboratorien der industriellen Kontrolle unterzuordnen. Von Anfang der 70er Jahre ab lassen sich diese Bemühungen bei allen später marktbeherrschenden Firmen nachverfolgen.

Die Versuche, Bindungen zu knüpfen, konnten gelingen, da die Leiter der betreffenden Forschungsstätten an den Universitäten zuvor an gewerblich ausgerichteten Hochschulen oder Akademien gelehrt hatten und mit den Vorteilen einer derartigen Zusammenarbeit für ihr eigenes Fach bereits in Berührung gekommen waren. In Anbetracht der Schwerpunktsprogramme der einzelnen Institute erbrachten die festen Beziehungen für die Industrie nicht nur die Kontrolle und die Lenkung der dort ausgeführten wissenschaftlichen Forschung, sondern ebenso nicht unbedeutende Kostenersparnisse infolge der unbezahlten Mitarbeit eines Großteils der Institutsangehörigen.

Dieser Verlaufstypus wiederholte sich während des 19. Jahrhunderts in der Aufbauphase eines jeden wissenschaftsorientierten Industriezweiges, bis die fabrikeye-Forschung den von den Hochschulen erarbeiteten Vorsprung infolge der ihr gegebenen vielfältigen finanziellen und organisatorischen Möglichkeiten ausgeglichen hatte, eine der Ursachen für die marktbeherrschende Stellung dieser Werke. In den Rahmen dieser Sicherung der fabrikatorischen Planung und auch der Übertragung von Forschungsvorhaben auf die Universitäten und Technischen Hochschulen ordnen sich ebenso die Bemühungen speziell der chemischen und der unter demselben Zwang stehenden elektrotechnischen Industrie um Erstellung eines deutschen Patentgesetzes ein.

Da die Kooperation mit der Industrie bei den dem Idealismus verschriebenen deutschen Universitäten auf Ablehnung stoßen mußte, suchten die Verfechter einer solchen Zusammenarbeit ihre Verbindungen vor der Öffentlichkeit zu verbergen und bauten die vor allem zu diesem Zweck gegründete Deutsche Chemische Gesellschaft nach außen hin als rein wissenschaftliche Vereinigung auf. Angesichts ihres gegenüber den herrschenden Humanwissenschaften zweitrangigen Ansehens versuchten die Universitätschemiker durch ein verstecktes Anhängen an die Industrie mit deren finanziellen und technischen Hilfsmitteln die eigene fachliche Entwicklung zu beschleunigen. Zugleich bemühten sie sich parallel zu den Emanzipa-

tionsbestrebungen der Technischen Hochschulen die ihr von den Geisteswissenschaften abgesprochene Wissenschaftlichkeit durch Nachweis der von diesen geforderten Bedingungen zu belegen.

Die Verschleierung praxisnaher Forschung mußte ein Ende finden, nachdem die Industrie infolge der strukturmäßig komplizierteren wissenschaftlichen Entdeckungen sich genötigt sah, mit dem Einsatz von Technikern im Produktionsprozeß die bis zu diesem Zeitpunkt nützliche Zuteilung der Forschung in den inzwischen ausgebauten Firmenlabors zusammenzuziehen und gleichzeitig die zuvor im Schutze der Universität wirkenden Forscher zu überreden, bei ihnen einzutreten. Die augenfälligen Erfolge der von den verschiedenen Werken betriebenen Teamarbeit ließ die mit dem Lehrauftrag belasteten und mit weniger Hilfsmitteln bedachten, an den Universitäten wirkenden Wissenschaftler ihre schwindende Bedeutung für den Ausbau dieser Industriezweige erkennen, wo ihnen nur noch in Einzelfällen und stets kurzfristig eine direkte Mitarbeit eingeräumt wurde. Nach dem Eindringen der elektrotechnischen Entdeckungen in die verschiedensten Industriezweige zeichnete sich endgültig ein Ende der traditionellen wissenschaftlichen Forschung ab. Es wurde klar, daß der Hochschulwissenschaftler dem hochtechnisierten und -spezialisierten Industrialisierungsprozeß in Zukunft immer seltener weitreichende Impulse zu vermitteln vermochte.

Angesichts dieser Entwicklung stellte die Herausstellung der eigenen Urheberschaft der mit ihren Leistungen zu nationalen Ehren gelangten Industrie einen Versuch dar, sich mit einem historisch bereits gewelkten Lorbeer zu schmücken und damit von der eigenen immer mehr schwindenden Bedeutung abzulenken. Parallel zu den wachsenden industriellen Erfolgen, die mit nationalen Leistungen gleichgesetzt wurden, kamen vermehrt diejenigen Wissenschaftler zu Ehren, die ein praxisnahes Forschungsprogramm aufzuweisen hatten. Es beherrschten alsbald die Vertreter derjenigen Schulen die Universitätslehrstühle, die bereits in den 70er Jahren stillschweigend ihr Programm nach den Bedürfnissen der Industrie ausgerichtet hatten, eine Einstellung, die inzwischen auf die jeweiligen Schüler übergegangen war. Deren Bemühungen führten zur Gründung der lehrunabhängigen Reichsinstitute, in denen die für die Industrie wichtige, aber zu kostspielige, weil in ihren Ergebnissen nicht vorausberechenbare Grundlagenforschung mit den modernsten Hilfsmitteln weitergetrieben werden konnte und wo die außerindustrielle wissenschaftliche Forschung ihre alte Bedeutung zurückzuerobern vermochte.

Ebenso wie sich die Universität und die Technische Hochschule jetzt von dem durch die Industrie bestimmten Forschungstempo und seiner Richtung leiten ließen, hatte der Staat die noch zur Mitte des 19. Jahrhunderts bewiesene Initiative auf dem Ausbildungssektor verloren und mußte seine Investitionen den von der industriellen Entwicklung bestimmten wissenschaftlichen Schwerpunkten unterordnen. So erfolgte die für die Wirtschaft von Bedeutung werdende Förderung der Physik im Anschluß an die praktischen Erfolge der Elektrotechnik, als die Abiturienten vermehrt zu diesem Studium hingezogen wurden und bald darauf im Rahmen der industriellen und wissenschaftlichen Bemühungen zur Bindung des Luftstickstoffs ihren praktischen Wert erstmals unter Beweis stellten.

Jetzt vollendete sich die durch Liebig eingeleitete Reform sowohl auf industrieller Seite durch die Sicherstellung der Ernährungsgrundlage wie auch auf wissen-

schaftlicher Seite durch die von ihm geforderte enge wirtschaftliche Zusammenarbeit, nachdem die „Emanzipation“ der Chemie unter den Naturwissenschaften bereits Mitte der 60er Jahre erreicht worden war, eine Anerkennung, die ihre Vertreter im gesellschaftlichen Bereich erst Anfang des 20. Jahrhunderts erlangten.

Quellen- und Literaturverzeichnis

Benutzte Archivalien

Verhandlungen der Stände-Versammlung des Großherzogtums Baden.

2. Kammer. 1844–1916.

Badisches Generallandesarchiv Karlsruhe.

Universität Heidelberg:

231/1509.

235/352, 354, 382, 383, 384, 385, 482, 518, 519, 520, 521, 3113, 3135,
3254, 3757, 29 992, 30 012.

Universität Freiburg:

231/4507.

235/837, 839, 840, 841, 7526, 7772, 7773, 7782.

Technische Hochschule Karlsruhe:

235/4099, 4117, 4141.

448/1374, 1375, 1376, 1397.

Personalakte Gmelin 205/255.

Personalakte Seubert 206/926.

Personalakte Walchner 206/944.

Personalakte Weltzien 206/950.

Fr. Böhm: 52/XIV, Fr. Böhm Nr. 104.

Universitätsarchiv Heidelberg.

Personalakte Curtius.

Personalakte Lenard.

Personalakte V. Meyer.

Personalakte Quincke.

Universitätsarchiv Freiburg.

Adreßbücher der Universität 1899–1913.

Handschriftensammlung des Deutschen Museums München.

Kopiebuch der Briefe Caros 1883–1887.

Unveröffentlichter Nachlaß von Heinrich Caro 1834–1910.

Briefwechsel Caros. Nr. 1569.

Briefwechsel v. Victor Meyer. Nr. 7139.

Briefwechsel v. Adolf Baeyer. Nr. 1589, 1683.

Briefwechsel v. Carl Graebe.

Nachlaß Emil Erlenmeyer.

Firmenarchiv der Badischen Anilin- & Soda-Fabrik Ludwigshafen in Mannheim.

Zeitschriften

- Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie 1 (1909) bis 21 (1931).
 Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 1 (1868) bis 63 (1930).
 Großherzogl. Badisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 1844 bis 1851.
 Heidelberger Journal 1847 bis 1853.
 Internationale Wochenschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik 1 (1907) bis 7 (1913).
 Karlsruher Zeitung 1843 bis 1855.
 Medizinhistorisches Journal 1 (1966) ff.
 NTM. Zeitschrift (ab 2. Jg.: Schriftenreihe) für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin 1 (1960) ff.
 Technikgeschichte 32 (1965) ff.
 Tradition. Zeitschrift für Firmengeschichte und Unternehmerbiographie 1 (1956) ff.
 Zeitschrift für angewandte Chemie 1888 bis 1930.

Literatur

- Aeckerle, Emil*: Ludwig Reimann, Albert Reimann sen. In: Ludwigshafener Chemiker. Hg. v. Kurt Oberdorffer. Düsseldorf 1960. Bd. 2, S. 11 ff.
Albert, Heinrich: Mein Leben. O. O., o. J. (Wiesbaden-Biebrich 1952).
André, Doris: Indikatoren des technischen Fortschritts. Eine Analyse der Wirtschaftsentwicklung in Deutschland von 1850 bis 1913. Göttingen 1971. = Weltwirtschaftliche Studien 16.
Anft, Berthold Peter: Engler, Carl Oswald Victor. In: NDB. Berlin 1959. Bd. 4, S. 533.
Anschütz, R.: August Kekulé. Weinheim 1929.
Arnold, Engelbert: Das elektrotechnische Institut der Großherzoglichen Technischen Hochschule zu Karlsruhe. Berlin und München 1899.
Arpke, Otto: Zellstofffabrik Waldhof. O. O. o. J. (1934).
 Badische Anilin- & Soda-Fabrik. Ludwigshafen o. J. (1922).
 Badische Schulstatistik. Die Hochschulen. Bearbeitet im Ministerium des Kultus und Unterrichts. 19. Jahrhundert und Wintersemester 1900/01 bis Sommersemester 1910. Karlsruhe 1912.
Baeyer, Adolf von: Meine wissenschaftlichen Arbeiten in den Jahren 1865 bis 1905. In: Adolf Baeyer's gesammelte Werke. Braunschweig 1905. Bd. 1, S. XXXI ff.
Ders.: Erinnerungen aus meinem Leben, 1835–1905. Ebd. S. VII ff. und S. XXVIII ff.
Ders.: Zur Geschichte der Indigo-Synthese, Ebd. S. XXXVIII ff.
Bauer, Ph.: Die Aktienunternehmungen in Baden. Karlsruhe 1903.

- Baumann, R.*: Das Materialprüfungswesen und die Erweiterung der Erkenntnisse auf dem Gebiet der Elastizität und Festigkeit in Deutschland während der letzten vier Jahrzehnte. In: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie 4 (1912), S. 147 ff.
Bäumler, Ernst: Ein Jahrhundert Chemie. Düsseldorf 1963.
Beckmann, Lothar: Erfinderbeteiligung. Versuch einer Systematik der Methoden der Erfinderbezahlung unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Industrie. Berlin 1927.
Beer, John Joseph: The Emergence of the German Dye Industry. Urbana 1959. = Illinois Studies in the Social Sciences. Vol. 44.
Beike, Heinz, und Mitarbeiter: Zur Rolle von Fritz Haber und Carl Bosch in Politik und Gesellschaft. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Hochschule für Chemie Leuna-Merseburg 3 (1960/61) S. 55 ff.
Benaerts, Pierre: Les origines de la grande industrie allemande. Paris 1932.
Ben-David, Joseph: The Scientists Role in Society. New Jersey 1971.
Ders.: Fundamental Research and the Universities. Paris 1968.
Berl, Ernst: Liebig und die Bittersalz- und Salzsäurefabrik in Salzhausen (1824–1831). Berlin 1931.
Bernal, John Desmond: Wissenschaft, Science in History. 4 Bde. Hamburg 1970. = rororo 6743–6762.
Bernthsen, August: Über Luftsalpetersäure. In: Zeitschrift für angewandte Chemie 22 (1909) S. 1167 ff.
Ders.: Fünfzig Jahre Tätigkeit in chemischer Wissenschaft und Industrie. Heidelberg 1925.
Ders.: August Kekulé. In: Zeitschrift für angewandte Chemie 43 (1930) S. 719 ff.
Binz, Arthur: Ursprung und Entwicklung der chemischen Industrie. Berlin 1910.
Birnbaum, Karl: Die Universitäten und die isolierten landwirtschaftlichen Lehranstalten. Gießen 1862.
Ders.: Karl Weltzien. In: Badische Biographien. Hg. v. Friedrich v. Weech. Heidelberg 1875. 2. Bd., S. 448 ff.
Bjerrum, Niels: Die Entdeckung des Aluminiums. In: Zeitschrift für angewandte Chemie 40 (1927) S. 316 f.
Bley, Helmar: Die Universitätskörperschaft als Vermögensträger. Dargestellt am Beispiel der Universität Freiburg i. Br. 1963. = Beiträge zur Freiburger Wissenschafts- und Universitätsgeschichte, 28. H.
Blumberg, Horst: Die deutsche Textilindustrie in der industriellen Revolution. Berlin 1965.
Böckmann, Fr.: Chemisch-technische Untersuchungsmethoden der Großindustrie, der Versuchstationen und Handelslaboratorien. Berlin 1884. Bd. 1.
Borchardt, Knut: Zum Problem der Erziehungs- und Ausbildungsinvestitionen im 19. Jahrhundert. In: Beiträge zur Wirtschafts- und Stadtgeschichte. Festschrift für Hektor Amman. Wiesbaden 1965. S. 380 ff.
Borscheid, Peter: Fortschritt und Widerstand in den Naturwissenschaften. Die Chemie in Baden und Württemberg 1850–1865. In: Festschrift für Werner Conze. Stuttgart 1976. S. 322 ff.
Brand, Kurt: Der Einfluß von Justus von Liebig auf die Entwicklung der pharmazeutischen Chemie. In: Archiv der Pharmazie 269 (1931) S. 477 ff.

Brauer, Ludolph, Albrecht Mendelssohn-Bartholdy und Adolf Meyer: Forschungsinstitute, ihre Geschichte, Organisation und Ziele. Hamburg 1930. 2 Bde.

Brunck, O.: Clemens Winkler. In: Das Buch der großen Chemiker. Hg. v. Günther Bugge. Berlin 1930. 2. Bd. S. 336 ff.

Bryk, Otto: Entwicklungsgeschichte der reinen und angewandten Naturwissenschaft im 19. Jahrhundert. 1. Bd.: Die Naturphilosophie und ihre Überwindung durch die erfahrungsmäßige Denkweise (1800–1850). Leipzig 1909.

Buchenberger, Adolf: Das Verwaltungsrecht der Landwirtschaft und die Pflege der Landwirtschaft im Großherzogtum Baden. Tauberbischofsheim 1887.

Ders.: Finanzpolitik und Staatshaushalt im Großherzogtum Baden in den Jahren 1850–1900. Heidelberg 1902.

Busch, Alexander: Die Geschichte des Privatdozenten. Eine soziologische Studie zur großbetrieblichen Entwicklung der deutschen Universitäten. Stuttgart 1959. = Göttinger Abhandlungen zur Soziologie. Bd. 5.

Caro, Heinrich: Über die Entwicklung der Theerfarben-Industrie. In: Berichte 25 (1892) S. 955 ff.

Ders.: Über die Entwicklung der chemischen Industrie von Mannheim-Ludwigshafen a. Rh. In: Zeitschrift für angewandte Chemie 17 (1904) S. 1343.

Castorf, Heino: Die Geschichte des Vereins mit einem kurzen Überblick auf die Entwicklung der Papierfabrikation. In: Verein deutscher Papierfabrikanten. Festschrift zum 50jährigen Jubiläum des Vereins. Berlin 1922. S. 5 ff.

Chemische Fabriken vorm. Weiler-ter Meer, Uerdingen a. Rh., zum 50jährigen Bestehen, 1861–1911. Düsseldorf 1911.

Christiansen, Carl: Chemische und Farbenindustrie. In: Über den Standort der Industrien. Hg. v. Alfred Weber. Tübingen 1914. 2. T. H. 2.

Collenberg, Rüdert von: Die landwirtschaftlichen Verhältnisse des Großherzogtums Baden. In: Festschrift für die Mitglieder der XXI. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe. Heidelberg 1860. S. 3 ff.

Conant, James B.: Die gemeinsame Entwicklung der Naturwissenschaft und der Industrie. In: Wirtschaft und Wissenschaft 1 (1953) S. 3 ff.

Conrad, M.: Emil Erlenmeyer. In: Berichte 43 (1910) S. 3645 ff.

Curtius, Theodor: Robert Bunsen als Lehrer in Heidelberg. Heidelberg 1906.

Dammer, Otto (Hg.): Handbuch der chemischen Technologie. Stuttgart 1898. Bd. 4.

Dannemann, Friedrich: Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange. 4. Bd.: Das Emporblühen der modernen Naturwissenschaften seit der Entdeckung des Energieprinzips. Leipzig und Berlin 1913.

Danzer, Klaus: Zur historischen Entwicklung der Emissionsspektralanalyse, insbesondere im Hinblick auf ihre Anwendung in der Praxis. In: NTM. Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin 6 (1969) H. 2, S. 13 ff., und 7 (1970) H. 1, S. 35 ff.

Darmstaedter, E.: Caro. In: Das Buch der großen Chemiker. Hg. v. Günther Bugge. Berlin 1930. Bd. 2. S. 298 ff.

Dechend, Hertha von: Justus von Liebig in eigenen Zeugnissen und solchen seiner Zeitgenossen. 2. Aufl. Weinheim 1963.

Decker, Hermann: Aus Graebes Leben. In: Berichte 61 (1928) S. 21 ff.

Denkschrift der C. F. Boehringer & Soehne G. m. b. H. Mannheim-Waldhof anl.lässlich ihres 75jährigen Bestehens. 1859–1934. O. O., o. J. (1934).

Dokumente aus Hoechster Archiven. Woran die Übernahme der Alizarin-Synthese von Graebe durch Hoechst scheiterte. Frankfurt-Höchst 1964. H. 1.

Dokumente aus Hoechster Archiven. Beginn der Alizarinfabrikation in Hoechst. Frankfurt-Höchst 1965. H. 2.

Dokumente aus Hoechster Archiven. Wilhelm Ostwald und die Stickstoffgewinnung aus der Luft. Frankfurt-Höchst 1964. H. 5.

Dokumente aus Hoechster Archiven. Wie die ersten Heilmittel nach Hoechst kamen. Frankfurt-Höchst 1965. H. 8.

Dokumente aus Hoechster Archiven. Der künstliche Indigo und seine Vorprodukte (1902). Frankfurt-Höchst 1967. H. 22.

Dokumente aus Hoechster Archiven. Dr. Sells Teerdestillation in Offenbach. Frankfurt-Höchst 1967. H. 26.

Dokumente aus Hoechster Archiven. Drei Postausgangsbücher der Chemischen Fabrik Karl Oehler, Offenbach (1852–1859). Frankfurt-Höchst 1967. H. 27.

Dokumente aus Hoechster Archiven. Die entscheidenden Jahre der Indigo-Synthese. Frankfurt-Höchst 1967. H. 28.

Dokumente aus Hoechster Archiven. Ludwig Knorr, Begründer Hoechster wissenschaftlicher Tradition. Frankfurt-Höchst 1968. H. 31.

Dokumente aus Hoechster Archiven. Die Anfänge der Alkali-Elektrolyse. Frankfurt-Höchst 1968. H. 34.

Dokumente aus Hoechster Archiven. Die Zusammenarbeit Behring-Hoechst 1892–1904. Frankfurt-Höchst 1968. H. 37.

Dokumente aus Hoechster Archiven. Beginn der Alizarinaera. Frankfurt-Höchst 1970. H. 42.

Dorfman, J. G.: L'évolution de la structure de la physique. In: Organon. Publié par l'Institut d'histoire des sciences et des techniques près l'Académie polonaise des sciences. Warszawa 5 (1968) S. 205 ff.

Duden, P.: Nachruf auf Carl Graebe. In: Berichte 61 (1928) S. A 9 ff.

Duden, P., H. P. Kaufmann: Ludwig Knorr zum Gedächtnis (1859–1921). In: Berichte 60 (1927) S. A 1 ff.

Duhem, Pierre: Ziel und Struktur der physikalischen Theorien. Leipzig 1908.

Duisberg, Carl: Die Abnahme der allgemeinen Bildung bei den Chemiestudirenden. In: Zeitschrift für angewandte Chemie 13 (1900) S. 131 ff.

Ders.: Zum 70. Geburtstag von Heinrich Caro. Ebd. 17 (1904) S. 193 f.

Ders.: Die Wissenschaft und Technik in der chemischen Industrie mit besonderer Berücksichtigung der Teerfarbenindustrie. Ebd. 25 (1912) S. 3 ff.

Ders.: Emil Fischer und die Industrie. In: Berichte 52 (1919) S. A 149 ff.

Eggert, J.: Walther Nernst, 1864–1941. Zur 100. Wiederkehr seines Geburtstages am 25. Juni 1964. In: Angewandte Chemie 76 (1964) S. 445 ff.

Engler, Carl: Über den heutigen Stand der Teerfarbenindustrie. In: Zeitschrift des VDI 28 (1884) S. 937 ff. und 953 ff.

Ders.: Begrüßungsrede zur Einweihung der Aula der TH Karlsruhe am 17. 5. 1899. In: Technische Hochschule Karlsruhe. Bericht über die Feier der Einweihung der Neubauten und der Aula. Karlsruhe 1899. S. 4 ff.

Eulenberg, Joseph: Der Standort der chemischen Industrie von Mannheim-Ludwigshafen. Diss. Heidelberg 1924.

Farber, Eduard: The Evolution of Chemistry. A History of its Ideas, Methods, and Materials. 2. ed. New York 1969.

Feather, Norman: Physics and Medicine 1868–1968. In: Practitioner. London 201 (1968) N. 1201. S. 199 ff.

Fester, Gustav: Die Entwicklung der chemischen Technik bis zu den Anfängen der Großindustrie. Berlin 1923.

Fischer, Emil: Hofmann-Biographie. In: Berichte 35 (1902) S. 197 ff.

Ders.: Erinnerungen aus der Straßburger Studienzeit, 1872 bis 1875. In: Adolf von Baeyer's gesammelte Werke. Braunschweig 1905. Bd. 1, S. XXI ff.

Ders.: Neuere Erfolge und Probleme der Chemie. In: Internationale Wochenschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik 5 (1911). S. 129 ff.

Fischer, Ferdinand: Das Studium der technischen Chemie an den Universitäten und technischen Hochschulen Deutschlands und das Chemiker-Examen. Braunschweig 1897.

Fischer, G.: Die Entwicklungsbedingungen des landwirtschaftlichen Maschinenwesens und seine Bedeutung für die Landwirtschaft. In: Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. Berlin 1910.

Fischer, Wolfram: Der Staat und die Anfänge der Industrialisierung in Baden 1800–1850. Berlin 1962.

Fleck, Ludwig: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Basel 1935.

Fleischmann, Sigmund: Die Agrarkrise von 1845–1855 mit besonderer Berücksichtigung von Baden. Diss. Heidelberg 1902.

Flemming, H. W.: Ludwig Baist der Gründer der chemischen Fabrik Griesheim. München 1965. = 4. Beiheft der Tradition.

Forman, Paul, John L. Heilbron und Spencer Weart: Personnel, Funding and Productivity in Physics circa 1900: A Multinational Statistical Study. Manuskript. Veröffentlichung vorgesehen in: Historical Studies in the Physical Sciences 4.

Franz, Günther: Die agrarische Bewegung im Jahre 1848. In: Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie 7 (1959) S. 176 ff.

Ders.: Liebig und Hohenheim. Stuttgart 1963. = Landwirtsch. Hochschule Hohenheim. Reden und Abhandlungen Nr. 15.

Frank, James: Experimentalphysik. In: Aus fünfzig Jahren deutscher Wissenschaft. Hg. v. Gustav Abb. Berlin 1930. S. 310 ff.

Frenz, Paul: Chemische Industrie und Landwirtschaft. Langendreer 1929.

Freudenberg, Karl: Theodor Curtius 1857–1928. In: Chemische Berichte 96 (1963) S. I ff.

Ders.: Die Chemie in Heidelberg zur Zeit von L. Gmelin, R. Bunsen, V. Meyer und Th. Curtius. In: Heidelberger Jahrbücher 8 (1964) S. 87 ff.

Freyer, Hans: Über das Dominantwerden technischer Kategorien in der Lebenswelt der industriellen Gesellschaft. In: Abhandlungen der geistes- und sozialwissenschaftlichen Klasse 1960. Nr. 7.

Fuchs, O.: Bunsen. In: Das Buch der großen Chemiker. Hg. v. Günther Bugge. Berlin 1930. 2. Bd. S. 78 ff.

Gas- und Wasserwerke der Residenzstadt Karlsruhe. Für die Teilnehmer an der 34. Jahresversammlung des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern bearbeitet 1894. Karlsruhe 1894.

Gehlen, Arnold: Anthropologische Ansicht der Technik. In: Technik im technischen Zeitalter. Hg. v. H. Freyer, J. C. Papalekas und G. Weippert. Düsseldorf 1965. S. 101 ff.

Geisler, Kurt: Zur Geschichte der Badischen Anilin- und Sodafabrik Ludwigshafen. In: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie 15 (1925) S. 294 ff.

Ders.: Die Industrie in Mannheim und seiner Umgebung. In: Zeitschrift des VDI 71 (1927) S. 725 ff.

Gerber, Friedrich Julius: Mannheim als Industriestandort. Diss. Heidelberg 1930.

Gerber, Hans: Der Wandel der Rechtsgestalt der Albert-Ludwig-Universität zu Freiburg im Breisgau seit dem Ende der vorderösterreichischen Zeit. Freiburg i. Br. 1957. 2 Bde.

Gerlach, Walther: Naturwissenschaft im technischen Zeitalter. In: Technik im technischen Zeitalter. Hg. v. H. Freyer u. a. Düsseldorf 1965.

Gerschenkron, Alexander: Die Vorbedingungen der europäischen Industrialisierung. In: Wirtschafts- und sozialgeschichtliche Probleme der frühen Industrialisierung. Hg. v. Wolfram Fischer. Berlin 1968. S. 21 ff.

Giulini, Udo: Georg Giulini. In: Ludwigshafener Chemiker. Hg. v. Kurt Oberdorffer. Düsseldorf 1958. 1. Bd. S. 31 ff.

Glaser, C.: Der Einfluß August Kekulé's auf die Entwicklung der chemischen Industrie. Sonderdruck aus der Zeitschrift: Die chemische Industrie 1903.

Goebel, Theodor: Zellstofffabrik Waldhof, 1884–1909. Leipzig o. J. (1909).

Goldstein, J.: Deutschlands Sodaindustrie in Vergangenheit und Gegenwart. Stuttgart 1896. = Münchener Volkswirtschaftliche Studien 13. Stück.

Goran, Morris H.: The story of Fritz Haber. Norman 1967.

Görges, Hans (Hg.): 50 Jahre Elektrotechnischer Verein. Festschrift zum fünfzigjährigen Bestehen des Elektrotechnischen Vereins. 1879–1929. Berlin 1929.

Gothein, Eberhard: Die geschichtliche Entwicklung der badischen Industrie. In: Zeitschrift des VDI 33 (1889).

Graebe, Carl: Die Entwicklung der organischen Chemie. In: Berichte 40 (1907) S. 4638 ff.

Ders.: Geschichte der organischen Chemie. Berlin 1920.

Green, Arthur: The Relative Progress of the Coal-tar Industry in England and Germany during the past Fifteen Years. In: Report of the British Association for the Advancement of Science 1901. London 1902.

Greiling, Walter: Entwicklung der Ludwigshafener Industrie. In: 100 Jahre Ludwigshafen a. Rh. Ludwigshafen a. Rh. 1953. S. 73 ff.

Griesmeier, Josef: Die Entwicklung der Wirtschaft und der Bevölkerung von Baden und Württemberg im 19. und 20. Jahrhundert. In: Jahrbücher für Statistik und Landeskunde von Baden-Württemberg 1 (1954) H. 2.

Griewank, Karl: Staat und Wissenschaft im Deutschen Reich. Freiburg i. Br. 1927. = Schriften zur deutschen Politik. H. 17 und 18.

Großmann, H.: Brunck. In: Buch der großen Chemiker. Hg. v. Günther Bugge. Berlin 1930. 2. Bd. S. 360 ff.

- Günther, Paul:* Fritz Haber, ein Mann der Jahrhundertwende. München 1969. = Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte 1969. H. 2.
- Güssefeld, O. E. (Hg.):* Justus von Liebig und Emil Louis Ferdinand Güssefeld. Briefwechsel 1862–1866. Leipzig 1907.
- Gutzler, Heinz:* Das Rheinauer Industrie- und Hafengebiet von 1873–1914. Heidelberg 1961.
- Haber, Fritz:* Gedächtnisrede auf Justus von Liebig. Vorgetragen am 7. 7. 1928. In: Zeitschrift für angewandte Chemie 41 (1928) S. 891 ff.
- Ders.:* Chemie. In: Aus fünfzig Jahren deutscher Wissenschaft. Hg. v. Gustav Abb. Berlin 1930. S. 343 ff.
- Haber, L. F.:* The Chemical Industry during the Nineteenth Century. Oxford 1958.
- Ders.:* The Chemical Industry 1900–1930. International Growth and Technological Change. Oxford 1971.
- Harnack, Axel von:* Erinnerungen an die Gründerzeit der „Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften“. In: Naturwissenschaftliche Rundschau 16 (1963) S. 435 ff.
- Hasenclever, Robert:* Die Entwicklung der Sodafabrication und der damit in Zusammenhang stehenden Industriezweige in den letzten 25 Jahren. In: Berichte 29 (1896) S. 2861 ff.
- Hausherr, Hans:* Der Zollverein und die Industrialisierung. In: Moderne deutsche Wirtschaftsgeschichte. Hg. v. Karl Erich Born. Köln-Berlin 1966. S. 55 ff.
- Haushofer, Hans:* Die deutsche Landwirtschaft im technischen Zeitalter. 2. Aufl. Stuttgart 1972. = Deutsche Agrargeschichte 5.
- Heinig, Karl:* Die Entwicklung der Chemie als Beispiel für die Dialektik von Spezialisierung und Integration der Wissenschaften. In: Chemie in der Schule 16 (1969). Berlin-Ost. S. 17 ff.
- Ders.:* 100 Jahre Chemische Gesellschaft. Ebd. 15 (1968) S. 8 ff.
- Helbig, E.:* Pharmazie und chemische Großindustrie. Ihre Entwicklung und volkswirtschaftliche Bedeutung. Diss. Tübingen 1922.
- Herneck, Friedrich:* Bahnbrecher des Atomzeitalters. Berlin 1965.
- Ders.:* Emil Fischer als Mensch und Forscher. In: Zeitschrift für Chemie 10 (1970) S. 41 ff.
- Heuss, Theodor:* Justus von Liebig. Ein Genius der Forschung. Hamburg 1942.
- Hilgetag, Günter:* Zur wissenschaftlichen Leistung Emil Fischers. In: Zeitschrift für Chemie 10 (1970) S. 281 ff.
- Himsworth, Harold:* The Development and Organization of Scientific Knowledge. London 1970.
- Hintz, Ernst:* Werden und Wirken des Vereins Chemischer Fabriken in Mannheim. Leipzig 1904.
- Hintzelmann, Paul (Hg.):* Die Matrikel der Universität Heidelberg. Heidelberg 1904/07. Bd. 5 und 6.
- Hirsch, Joachim:* Wissenschaftlich-technischer Fortschritt und politisches System. Frankfurt a. M. 1970. = edition suhrkamp 437.
- Hlubek, F. X.:* Beantwortung der wichtigsten Fragen des Ackerbaues als Nachtrag zu meiner Beleuchtung der organischen Chemie des Herrn Dr. Justus Liebig. Graz 1842.

- Hoesch, Kurt:* Emil Fischer. Sein Leben und sein Werk. Berlin 1921. = Sonderheft der Berichte.
- Hoffmann, Walther G.:* Das Wachstum der deutschen Wirtschaft seit der Mitte des 19. Jahrhunderts. Berlin, Heidelberg, New York 1965.
- Hofmann, August Wilhelm von:* Zur Erinnerung an vorangegangene Freunde. Braunschweig 1888/89. 3 Bde.
- Ders. (Hg.):* Aus Justus Liebig's und Friedrich Wöhler's Briefwechsel in den Jahren 1829–1873. Braunschweig 1888. 2 Bde.
- Hönl, Helmut:* Hermann von Helmholtz. In: Der Natur die Zunge lösen. Hg. v. Walther Gerlach. München 1967. S. 262 ff.
- Hohenberg, Paul M.:* Chemicals in Western Europe: 1850–1914. An economic study of technical change. Chicago-Amsterdam 1967.
- Holdermann, Karl:* Im Banne der Chemie. Carl Bosch, Leben und Werk. Düsseldorf 1953.
- Hooykaas, R.:* Die Chemie in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. In: Technikgeschichte 33 (1966) S. 1 ff.
- Horster, Paul:* Die volkswirtschaftliche Bedeutung der chemischen Industrie am Oberrhein besonders als elektrolytische, elektrothermische und metallurgische Industrie. Schopfheim 1922.
- Hückel, Walter:* Heinrich Kiliani. In: Chemische Berichte 82 (1949) S. I ff.
- Huppert, Walter:* Elektroindustrie als Wirtschaftsfaktor. In: Elektrotechnik im Wandel der Zeit. 50 Jahre Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V. (Hg.). Frankfurt a. M. 1968. S. 70 ff.
- Ihle, Ernst A.:* Raschig, 1891–1966. 75 Jahre chemische Forschung, chemische Technik, chemische Fertigung. Dr. F. Raschig GmbH. Ludwigshafen a. Rh. o. J. (1966).
- Issekutz, Béla:* Die Geschichte der Arzneimittelforschung. Budapest 1971.
- Jacob, Gustaf:* Friedrich Engelhorn, der Gründer der Badischen Anilin- & Soda-Fabrik. Mannheim 1959. = Schriften der Gesellschaft der Freunde Mannheims und der ehemaligen Kurpfalz. Mannheimer Altertumsverein von 1859. H. 8.
- Jantke, C., D. Hilger (Hg.):* Die Eigentumslosen. Freiburg, München 1965.
- Jayme, Georg:* Festschrift zum 50jährigen Bestehen des Instituts für Cellulosechemie an der Technischen Hochschule Darmstadt. Darmstadt 1958.
- Jonas, Wolfgang:* Zur Diskussion über die Rolle der Naturwissenschaften für die Produktion. In: Jahrbuch für die Wirtschaftsgeschichte 1960. 1. Teil. S. 165 ff.
- Ders.:* Die Geschichte des Vereins Deutscher Ingenieure. Erster Abschnitt 1856–1880. Diss. Berlin-Ost 1962 (Maschr.).
- Julius, Paul, Max. A. Kunz:* René Bohn. In: Berichte 56 (1923) S. 13 ff.
- Kaseltz, O.:* Die Vorbildung der Chemiker. In: Zeitschrift für angewandte Chemie 21 (1908) S. 5 ff.
- Kellner, O.:* Emil von Wolff. In: Landwirtschaftliche Jahrbücher 26 (1897) S. 903 ff.
- King, M. D.:* Reason, Tradition, and the Progressiveness of Science. In: History and Theory 10 (1971) S. 3 ff.
- Kistner, A.:* Die Anfänge der Experimentalphysik an der Universität Heidelberg. In: Zeitschrift für die Geschichte des Oberrheins 89. S. 110 ff.
- Klatt, Sigurd:* Zur Theorie der Industrialisierung. Köln und Opladen 1959.

Klein, Felix: Die Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik. In: Internationale Wochenschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik 2 (1908) S. 519 ff.

Ders.: Wissenschaft und Technik. Ebd. 2 (1908) S. 1313 ff.

Ders.: Frankreich und die Ecole Polytechnique in den ersten Jahrzehnten des neunzehnten Jahrhunderts. In: Die Naturwissenschaften 15 (1927) S. 5 ff. und 43 ff.

Klemm, Friedrich: Technik. Eine Geschichte ihrer Probleme. Freiburg, München 1954.

Knietsch, R.: Über die Schwefelsäure und ihre Fabrication nach dem Contactverfahren. In: Berichte 34 (1901) S. 4069 ff.

Königsberger, Leo: Hermann von Helmholtz. Braunschweig 1902/03. 2 Bde.

Körting, Johannes: Geschichte des Gasinstitutes. Karlsruhe 1957.

Ders.: Geschichte der deutschen Gasindustrie. Essen 1963.

Ders.: Geschichte der Gewerbeförderung in Baden bis 1933. Karlsruhe 1965.

Kopp, Hermann F. M.: Geschichte der Chemie. Hildesheim 1966. 4 Bde. Nachdruck von 1843–1847.

Koselleck, Reinhart: Das Zeitalter der europäischen Revolution. 1780–1848. In: Fischer Weltgeschichte. Bd. 26. Frankfurt a. M. 1969. S. 199 ff.

Kraft, Kurt: Albert Knoll. In: Ludwigshafener Chemiker. Hg. v. Kurt Oberdorffer. Düsseldorf 1958. 1. Bd. S. 47 ff.

Krätz, Otto: Beilstein-Erlenmeyer. München 1972. = Neue Münchener Beiträge zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften. Naturwiss. Reihe. Bd. 2.

Kube, Helga: Die Industrieansiedlung in Ludwigshafen a. Rhein bis 1892. Chemie und Metallverarbeitung. Diss. Heidelberg 1962.

Kuhn, Thomas S.: The Relations between History and History of Science. In: Daedalus. Journal of the American Academy of Arts and Sciences 100 (1971) S. 217 ff.

Ders.: The Structure of Scientific Revolutions. Chicago 1962. ²1970. (Deutsch als: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt a. M. 1967. Übers. v. Kurt Simon.)

Kukula, Richard: Statistik der Privatdocenten an den deutschen Universitäten. In: Hochschul-Nachrichten 19 (1892) H. v. 26. 4. 1892. S. 11 ff.

Küng, Emil: Der technische Fortschritt wirtschaftlich betrachtet. Düsseldorf 1957.

Künzmann, Theodor: Die Bedeutung der wissenschaftlichen Tätigkeit von Justus von Liebig, Friedrich Wöhler und Chr. Fr. Schönbein für die Entwicklung der deutschen chemischen Industrie. Diss. Berlin 1930. (Teildruck).

Labrousse, Ernest: Aspects de la crise de la dépression de l'économie française au milieu du XIX^e siècle, 1846–1851. La Roche-sur-Yon 1956.

Lampariello, Giovanni: Das Leben und das Werk von Heinrich Hertz. In: Arbeitsgemeinschaft für die Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen. Naturwissenschaften. Köln und Opladen 1954. H. 43. S. 7 ff.

Landolt, H.: Die Entwicklung der anorganischen Chemie. In: Berichte 40 (1907) S. 4627.

Lautenschlager, F.: Die Agrarunruhen in den badischen Standes- und Grundherrschaften im Jahre 1848. Heidelberg 1915.

LeChatelier, Henry: Science et Industrie. Paris 1925.

Lehmann, Otto: Geschichte des physikalischen Instituts der Technischen Hochschule Karlsruhe. Karlsruhe 1911.

Lehnert, Georg: Baist, Ludwig Wilhelm Karl. Chemiker 1825–1899. In: Hessische Biographien. Hg. v. H. Haupt. Darmstadt 1918. 1. Bd. S. 379 f.

Lejeune-Jung, Paul: Aus dem Werdegang der deutschen Zellstoff-Industrie 1880–1930. Festschrift zum 50jährigen Bestehen des Vereins deutscher Zellstoff-Fabrikanten e. V. Berlin 1930.

Lendle, Ludwig: Zur Geschichte der Begründung der Chemotherapie am Beginn des 20. Jahrhunderts. In: Medizinhistorisches Journal 4 (1969) S. 24 ff.

Lepsius, B.: Die Elektrolyse in der chemischen Großindustrie. In: Berichte 42 (1909) S. 2892 ff.

Ders.: Festschrift zur Feier des 50jährigen Bestehens der Deutschen Chemischen Gesellschaft und des 100. Geburtstages ihres Begründers Aug. Wilh. von Hofmann. Berlin 1918. = Sonderheft der Berichte 51 (1918).

Ders.: Hans Bunte. In: Berichte 58 (1925) S. A 39 ff.

Ders.: A. W. von Hofmann. In: Das Buch der großen Chemiker. Hg. v. Günther Bugge. Berlin 1930. 2. Bd. S. 136 ff.

Lepsius, Richard: Hundert Jahre Benzoltheorie. Fr. A. Kekulé von Stradonitz zum Gedächtnis. In: Chemikerzeitung 89 (1965) S. 581 ff.

Lexis, W. (Hg.): Die deutschen Universitäten. Berlin 1893. 1. Bd.

Liebig, Justus: Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. Braunschweig 1840.

Ders.: Chemische Briefe. Leipzig und Heidelberg 1865.

Ders.: Reden und Abhandlungen. Leipzig und Heidelberg 1874.

Lippmann, E.: Die Entwicklung der deutschen Zuckerindustrie von 1850–1900. Leipzig 1900.

List, Friedrich: Vortrag auf der 8. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe. In: Bericht über die 8. Versammlung. München 1844.

Lockemann, Georg: Der chemische Unterricht an den deutschen Universitäten im ersten Viertel des neunzehnten Jahrhunderts. In: Studien zur Geschichte der Chemie. Hg. v. Julius Ruska. Berlin 1927. S. 148 ff. = Festgabe für Edmund O. von Lippmann.

Loewe, Hans: Paul Ehrlich und Emil von Behring in ihren Beziehungen zu den Farbwerken Hoechst. In: Arzneimittel-Forschung 4 (1954) S. 107 ff.

Lorenz, H.: Die wissenschaftlichen Leistungen F. Grashofs. In: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie 16 (1926) S. 1 ff.

Lorenz, Richard: Die Entwicklung der deutschen chemischen Industrie. Leipzig 1919.

Ludwigshafen am Rhein. Stadt der Chemie. Hg. v. der Stadtverwaltung Ludwigshafen a. Rh. Hanau 1959.

Maercker, M.: Die Fortschritte der Agriculturnchemie in den letzten 25 Jahren. In: Berichte 30 (1897) S. 464 ff.

Manegold, Karl-Heinz: Universität, Technische Hochschule und Industrie. Ein Beitrag zur Emanzipation der Technik im 19. Jahrhundert. Berlin 1970.

Mason, Stephen F.: Geschichte der Naturwissenschaft in der Entwicklung ihrer Denkweisen. Stuttgart 1961. = Kröner Taschenausgabe 307.

Mathes, Wilhelm: Fritz Raschig. In: Ludwigshafener Chemiker. Hg. v. Kurt Oberdorffer. Düsseldorf 1958. 1. Bd. S. 79 ff.

Matschoß, Conrad: Vom Ingenieur, seinem Werden und seiner Arbeit in Deutschland. In: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie 20 (1930) S. 1 ff.

Maue, Kurt: Die Aufnahme naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden durch die Ingenieure im 19. Jahrhundert. In: Technikgeschichte in Einzeldarstellungen Nr. 11. Düsseldorf 1969. S. 189 ff.

Meltzer, Karl: Die Entwicklung der Papierfabrikation in den letzten fünfundzwanzig Jahren unter dem Einfluß wissenschaftlicher Forschung. In: Zellstoff und Papier 10 (1930) S. 709 ff.

Merck, E.: Deutsche Wertarbeit in der chemisch-pharmazeutischen Industrie auf Grund einer Darstellung der Chemischen Fabrik E. Merck. Darmstadt, Berlin 1927. = Industrie-Bibliothek. Deutschlands Großbetriebe 14.

Merck, Johann Heinrich: Entwicklung und Stand der pharmazeutischen Großindustrie Deutschlands. Berlin 1923.

Meyer, Hans H.: Die Beziehungen der experimentellen Pharmakologie zur chemischen Wissenschaft. In: Berichte 60 (1927) S. A 21 ff.

Meyer, Richard: Emil Erlenmeyer. In: Chemiker-Zeitung 33 (1909) S. 161 f.

Ders.: Victor Meyer. Leben und Wirken eines deutschen Chemikers und Naturforschers. 1848–1897. Leipzig 1918.

Mittasch, Alwin: Der Stickstoff als Lebensfrage. München 1941. = Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte 1941. H. 1.

Ders.: Geschichte der Ammoniaksynthese. Weinheim 1951.

Müller-Clemm, Hellmuth: Hans Clemm. In: Tradition 6 (1961) S. 22 ff.

Musson, A. E., Eric Robinson: Science and Technology in the Industrial Revolution. Manchester 1969.

Nagel, Alfred v.: Carl Bosch. In: Ludwigshafener Chemiker. Hg. v. Kurt Oberdorffer. Düsseldorf 1958. 1. Bd. S. 109 ff.

Ders.: Alwin Mittasch. Ebd. S. 137 ff.

Ders.: Aus den Anfängen moderner Chemieforschung, Carl Graebe – Carl Liebermann. In: Darstellungen und Quellen zur Geschichte der deutschen Einheitsbewegung im 19. und 20. Jahrhundert. Hg. v. K. Stephenson und A. Scharff. 7. Bd. Heidelberg 1967. S. 96 ff.

Ders.: Stickstoff. Die technische Chemie stellt die Ernährung sicher. Ludwigshafen a. Rh. 1969. = Schriftenreihe des Firmenarchivs der BASF 3.

Ders.: Fuchsin, Alizarin, Indigo. Der Beginn eines Weltunternehmens. 4. Aufl. Ludwigshafen a. Rh. 1970. = Schriftenreihe des Firmenarchivs der BASF 1.

Naglo, Emil: Die ersten 25 Jahren des Elektrotechnischen Vereins. Berlin 1904.

Nauck, E. Th.: Die Privatdozenten der Universität Freiburg i. Br. 1818–1955. Freiburg i. Br. 1956. = Beiträge zur Freiburger Wissenschafts- und Universitätsgeschichte H. 8.

Nernst, W.: Die Entwicklung der allgemeinen und physikalischen Chemie. In: Berichte 40 (1907) S. 4617 ff.

Obermann, Karl: Wirtschafts- und sozialpolitische Aspekte der Krise von 1845–1847 in Deutschland, insbesondere in Preußen. In: Die bürgerliche Revolution von 1848/49 in Deutschland. Studien zu ihrer Geschichte und Wirkung. 1. Bd. Hg. v. Horst Bartel u. a. Berlin-Ost 1972. S. 141 ff. = Jahrbuch für Geschichte 7.

Ost, H.: Die chemische Technologie an den Technischen Hochschulen. In: Zeitschrift für angewandte Chemie 13 (1900) S. 659 ff.

Ostwald, Grete: Wilhelm Ostwalds Begegnungen mit der BASF. In: Die BASF 5 (1955) H. 5, S. 207 ff.

Ostwald, Wilhelm: Der Werdegang einer Wissenschaft. 2. Aufl. Leipzig 1908.

Ders.: Abhandlungen und Vorträge allgemeinen Inhalts. Leipzig 1916.

Paulsen, Friedrich: Die deutschen Universitäten und das Universitätsstudium. Berlin 1902.

Ders.: Die deutsche Universität als Unterrichtsanstalt und als Werkstätte der wissenschaftlichen Forschung. In: Gesammelte Pädagogische Abhandlungen. Hg. v. Eduard Spranger. Stuttgart und Berlin 1912. S. 151 ff.

Perkin, William Henry: History of Discovery. In: Textile Manufacturers Journal. Okt. 1906. S. 2074 ff.

Peters, Th.: Geschichte des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1912.

Pfetsch, Frank R.: Wissenschaft als autonomes und integriertes System. In: Neue Politische Literatur 17 (1972) S. 15 ff.

Ders.: Zur Entwicklung der Wissenschaftspolitik in Deutschland 1750–1914. Berlin 1974.

Pfetsch, Frank R., Avraham Zloczower: Innovation und Widerstände in der Wissenschaft. Düsseldorf 1973.

Pflücke, Maximilian: Hundert Jahre Chemisches Zentralblatt. In: Berichte 62 (1929) S. A 132 ff.

Pieper, Wolfgang: Seligman Ladenburg als Finanzier der BASF. In: Tradition 12 (1967) S. 553 ff.

Pinner, Felix: Emil Rathenau und das elektrische Zeitalter. Leipzig 1918.

Ders.: Die großen Weltkrisen im Lichte des Strukturwandels der kapitalistischen Wirtschaft. Zürich und Leipzig 1937.

Pinnow, Hermann: Aus alten Schriften der Portland-Cement-Fabrik Dyckerhoff & Söhne. Mainz-Amöneburg o. J. (1939).

Planck, Max: Die Einheit des physikalischen Weltbildes. In: Internationale Wochenschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik 3 (1909) S. 45 ff.

Ders.: Die Stellung der neueren Physik zur mechanischen Naturanschauung. Ebd. 4 (1910) S. 1275 ff. und S. 1321 ff.

Ders.: Theoretische Physik. In: Aus fünfzig Jahren deutscher Wissenschaft. Hg. v. Gustav Abb. Berlin 1930. S. 300 ff.

Plessner, Helmut (Hg.): Untersuchungen zur Lage deutscher Hochschullehrer. 3 Bde. Göttingen 1913–1956.

Plewe, Ernst: Die Industrie von Mannheim-Ludwigshafen. In: Geographische Rundschau. Zeitschr. f. Schulgeographie VI, S. 193.

Pohl, Dieter: Zur Geschichte der pharmazeutischen Privat Institute in Deutschland von 1779 bis, 1873. Diss. Marburg 1972.

- Portland-Cementwerke Heidelberg und Mannheim. Actiengesellschaft Heidelberg 1860–1910. O. O., o. J. (1910).
- Precht, H.*: Die Entwicklung der Kaliindustrie. In: Zeitschrift für angewandte Chemie 19 (1906) S. 1 ff.
- Quincke, Georg*: Geschichte des physikalischen Instituts der Universität Heidelberg. Heidelberg 1885. = Heidelberger Rektoratsreden.
- Rassem, Mohammed*: Bemerkungen zur Entstehung der modernen Technik. In: Technik im technischen Zeitalter. Hg. v. H. Freyer u. a. Düsseldorf 1965.
- Rassow, Berthold*: Geschichte des Vereins Deutscher Chemiker in den ersten fünfundzwanzig Jahren seines Bestehens. Leipzig 1912.
- Ders.*: Justus Liebig als Förderer der chemischen Industrie. In: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie 13 (1923) S. 10 ff.
- Redlich, Fritz*: Die volkswirtschaftliche Bedeutung der deutschen Teerfarbenindustrie. München und Leipzig 1914. = Staats- und sozialwissenschaftliche Forschungen H. 180.
- Redtenbacher, Ferdinand*: Resultate für den Maschinenbau. Mannheim 1856.
- Rheinboldt, Heinrich*: Bunsens Vorlesung über Allgemeine Experimentalchemie. In: Chymia. Philadelphia 3 (1950) S. 223 ff.
- Riedel-de Haen*: 150 Jahre Riedel-de Haen. Geschichte eines deutschen Unternehmens. Seelze-Hannover 1964.
- Riedler, A.*: Emil Rathenau und das Werden der Großwirtschaft. Berlin 1916.
- Riese, Reinhard*: Die Hochschule auf dem Wege zum wissenschaftlichen Großbetrieb. Diss. Heidelberg 1975. Maschr.
- Ritschl, Hans*: Die Stellung der Technik in den Wirtschaftsordnungen. In: Technik im technischen Zeitalter. Hg. v. H. Freyer u. a. Düsseldorf 1965.
- Ritter, Richard*: Gedenkschrift zum 28. Dez. 1919, dem Tage des 25jährigen Bestehens der Kraftübertragungswerke Rheinfelden A. G. (1894–1919). Lörrach 1919.
- Rosenberg, Hans*: Die Weltwirtschaftskrise von 1857–1859. Stuttgart und Berlin 1934. = Beiheft 30 zur Vierteljahresschr. f. Sozial- und Wirtschaftsgeschichte.
- Ders.*: Große Depression und Bismarckzeit. Berlin 1967. = Veröffentlichungen der Hist. Kommission zur Berlin 24.
- Rosenheim, Arthur*: Fritz Raschig. In: Berichte 62 (1929) S. A 109 ff.
- Rostow, Walt Whitman*: The Stages of Economic Growth. Cambridge 1960. (Deutsch als: Stadien wirtschaftlichen Wachstums. Göttingen 1960.)
- Rothschuh, Karl E.*: Geschichte der Physiologie. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1953.
- Ders.*: Spontanität und Zwangsläufigkeit im Erkenntnisfortschritt der Wissenschaften, gezeigt an der Geschichte der Medizin und Physiologie. In: Entwicklungstendenzen in der Forschung. Hg. v. Hans Wilhelm Hetzler. Dortmund 1966. S. 87 ff. = Materialien aus der empirischen Sozialforschung H. 4.
- Ders.*: Physiologie. Der Wandel ihrer Konzepte, Probleme und Methoden vom 16. bis 19. Jahrhundert. Freiburg, München 1968.
- Ruske, Walter*: August Kekulé und die Entwicklung der chemischen Strukturtheorie. In: Naturwissenschaften 52 (1965) S. 485 ff.

- Sack, Ernest*: Le Centenaire de la Découverte de la Fuchsine. In: Chimie et Industrie 80 (1958) S. 720 ff.
- Saftien, Karl*: Heinrich von Brunck. In: Ludwigshafener Chemiker. Hg. v. Kurt Oberdorffer. Düsseldorf 1958. 1. Bd. S. 11 ff.
- Schelenz, Hermann*: Geschichte der Pharmacie. Hildesheim 1962. Nachdruck von 1904.
- Scheler, Max*: Die Wissensformen und die Gesellschaft. 2. Aufl. Bern und München 1960.
- Schenck, Rudolf*: Arbeitsgemeinschaft und Gemeinschaftsarbeit in Naturwissenschaft und Technik. In: Aus fünfzig Jahren deutscher Wissenschaft. Hg. v. Gustav Abb. Berlin 1930. S. 286 ff.
- Schimank, Hans*: Physik und Chemie im 19. Jahrhundert. Ihre Abkunft, ihre Hilfsmittel und ihre Wandlungen. In: Technikgeschichte 32 (1965) S. 103 ff.
- Schmauderer, Eberhard*: Die Stellung des Wissenschaftlers zwischen chemischer Forschung und chemischer Industrie im 19. Jahrhundert. In: Technikgeschichte in Einzeldarstellungen Nr. 11. Düsseldorf 1969. S. 37 ff.
- Ders.*: Der Einfluß der Chemie auf die Entwicklung des Patentwesens in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. In: Tradition 16 (1971) S. 144 ff.
- Ders.*: Leitmodelle im Ringen der Chemiker um eine optimale Ausformung des Patentwesens auf die besonderen Bedürfnisse der Chemie während der Gründerzeit. In: Chemie Ingenieur Technik 43 (1971) S. 531 ff.
- Schmitz, Rudolf*: Die deutschen pharmazeutisch-chemischen Hochschulinstitute. C. H. Boehringer Sohn Ingelheim a. Rh. 1969.
- Schnabel, Franz*: Die Anfänge des technischen Hochschulwesens. In: Festschrift anlässlich des 100jährigen Bestehens der Technischen Hochschule Fridericiana zu Karlsruhe. Karlsruhe 1925. S. 1 ff.
- Ders.*: Deutsche Geschichte im 19. Jahrhundert. 3. Bd.: Erfahrungswissenschaften und Technik. 3. Aufl. Freiburg 1954.
- Schneider, Max*: Über Technik, technisches Denken und technische Wirkungen. Diss. Erlangen. Nürnberg 1912.
- Schnell, Walther*: Das Städtische Gaswerk Freiburg im Breisgau. Erinnerungen an die ersten 25 Betriebsjahre. O. O., o. J. (1910).
- Schöberl, H.*: Die Rheinische Elektrizitäts-Aktiengesellschaft (Rheinelektra) Mannheim. Ein Rückblick über fünfundzwanzig Jahre, 1897–1922. München o. J. (1922).
- Schöler, Walter*: Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts im 17. bis 19. Jahrhundert. Berlin 1970.
- Schreiber, Georg*: Deutsche Wissenschaftspolitik von Bismarck bis zum Atomwissenschaftler Otto Hahn. In: Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen H. 6 (1952).
- Schröter, Alfred, Walter Becker*: Die deutsche Maschinenbauindustrie in der industriellen Revolution. Berlin-Ost 1962.
- Schulemann, Werner*: Entwicklung der Arzneistoffsynthese. In: Die Naturwissenschaften 15 (1927) S. 633 ff.
- Schulte, O.*: Rhenania Verein Chemischer Fabriken, Aktiengesellschaft Aachen. Aachen 1925.

Schultze, H.: Die Entwicklung der chemischen Industrie Deutschlands. Halle 1908.

Schuster, Curt: Heinrich Caro. In: Ludwigshafener Chemiker. Hg. v. Kurt Oberdorffer. Düsseldorf 1960. 2. Bd. S. 45 ff.

Ders.: Hochschulwissenschaft und Industrieforschung. In: Die BASF 10 (1960) H. 3, S. 92 ff.

Ders.: Heinrich Caro. Aus Anlaß seines 50. Todestages am 10. Sept. 1960. In: Tradition 6 (1961) S. 49 ff.

Schwalbe, Carl G.: Die chemischen Arbeiten der Papierfabrikation während der letzten 50 Jahre. In: Verein deutscher Papierfabrikanten. Festschrift zum 50jährigen Jubiläum des Vereins. Berlin 1922. S. 211 ff.

Seidel, Bruno: Zeitgeist und Wirtschaftsgesinnung im Deutschland der Jahrhundertwende. In: Schmollers Jahrbuch 83, 1 (1963) S. 129 ff.

Seiffert, Karl: Carl Grünzweig. In: Ludwigshafener Chemiker. Hg. v. Kurt Oberdorffer. Düsseldorf 1960. 2. Bd. S. 85 ff.

Siemens, G.: Der Weg der Elektrotechnik. 2 Bde. Freiburg, München 1961.

Sonnemann, R.: Der Einfluß des Patentwesens auf die Herausbildung von Monopolen in der deutschen Teerfarbenindustrie (1877–1904). Rer. oec. Habil. Halle 1963.

Ders.: Zur Geschichte der Teerfarben-Industrie in Deutschland von ihren Anfängen bis zur Bildung der beiden Dreibünde (1905/1907). Leuna-Merseburg 1963. = Informations- und Studienmaterial der zentralen Forschungsstelle an der TH für Chemie Leuna-Merseburg. Reihe A Lehrmaterialien. Folge 14.

Stadelmann, Rudolf: Soziale und politische Geschichte der Revolution von 1848. 2. Aufl. Darmstadt 1962.

Stäckel, Paul: Geltung und Wirksamkeit der Mathematik. In: Internationale Wochenschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik 5 (1911) S. 1 ff.

Stoepel, Karl Theodor: Die Deutsche Kaliindustrie und das Kalisyndikat. Halle a. S. 1904.

Straus, Fritz: Johannes Thiele. In: Berichte 60 (1927) S. A 75 ff.

Technische Hochschule Karlsruhe (Hg.): Festgabe zum Jubiläum der vierzigjährigen Regierung seiner Königlichen Hoheit des Großherzogs Friedrich von Baden. Karlsruhe 1892.

Terres, Ernst (Hg.): Die technische Hochschule Fridericiana Karlsruhe. Festschrift. Karlsruhe 1950.

Thomasmehl. Fünfzig Jahre Thomasmehl (1879–1929). Berlin 1930.

Tiemann, F.: Gedächtnisrede auf A. W. von Hofmann. In: Berichte 25 (1892) S. 3379.

Timm, B.: Die Wechselwirkung in den Beziehungen zwischen Hochschule und Wirtschaft. In: Gesellschaft der Freunde der Universität Mannheim 19, 2 (1970) S. 8 und S. 17.

Tompert, Helene: Lebensformen und Denkweisen der akademischen Welt Heidelbergs im Wilhelminischen Zeitalter. Lübeck und Hamburg 1969. = Historische Studien H. 411.

Trautz, M.: August Friedrich Horstmann. In: Berichte 63 (1930) S. 61 ff.

Treue, Wilhelm: Erfinder und Unternehmer. In: Tradition 8 (1963) S. 255 ff.

Ders.: Das Verhältnis der Universitäten und Technischen Hochschulen zueinander und ihre Bedeutung für die Wirtschaft. In: Die wirtschaftliche Situation in Deutschland und Österreich um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert. Hg. v. Friedrich Lütge. Stuttgart 1964. S. 223 ff.

Ders.: Unternehmer, Technik und Politik im 19. Jahrhundert. In: Technikgeschichte 32 (1965) S. 175 ff.

Ders.: Die Bedeutung der chemischen Wissenschaft für die chemische Industrie 1770–1870. Ebd. 33 (1966) S. 25 ff.

Ders. u. a. (Hg.): Quellen zur Geschichte der industriellen Revolution. Frankfurt 1966.

Ders.: Das Interesse des Wirtschafts- und Sozialhistorikers der Neuzeit an der Medizingeschichte. In: Medizinhistorisches Journal 2 (1967) S. 197 ff.

Uhlenhuth, Paul: Paul Ehrlich und Emil Behring in ihren Beziehungen zu den Farbwerken Hoechst. In: Arzneimittel-Forschung 4 (1954) S. 635 f.

Ullmann, Martin: Die deutsche chemische Dünger-Industrie. Festschrift zum 25jährigen Jubiläum der Begründung des Vereins Deutscher Dünger-Fabrikanten 1880–1905. Stralsund 1906.

Ungewitter, C.: Ausgewählte Kapitel aus der chemisch-industriellen Wirtschaftspolitik 1877–1927. Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands e. V. Berlin 1927.

Ders.: Chemie in Deutschland. Rückblick und Ausblick. Berlin 1938.

Unterburg, Gerd: Die Bedeutung der Patente in der industriellen Entwicklung. Berlin 1970. = Schriftenreihe zur Industrie- und Entwicklungspolitik. Hg. v. Fritz Voigt. Bd. 3.

Veith, Wilhelm: Das Gaswerk Heidelberg. Seine Entstehung und Entwicklung in den 60er Jahren. Heidelberg 1914.

Verein Deutscher Dünger-Fabrikanten 1880–1930. Die Geschichte des Vereins in den letzten 25 Jahren 1905–1930. Hamburg 1930.

Vershofen, Wilhelm: Die Anfänge der chemisch-pharmazeutischen Industrie. 3 Bde. 1. Bd.: Berlin, Stuttgart 1949. 2. u. 3. Bd.: Aulendorf i. Württ. 1952/58.

Vieweg, Richard: Gedanken und Taten aus der Entwicklung der Elektrotechnik im Wandel der Zeit. 50 Jahre Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V. Hg. v. Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V. Frankfurt 1968. S. 8 ff.

Voit, C. v.: Max von Pettenkofer zum Gedächtnis. München 1902.

Volhard, Jacob: Hofmann-Biographie. In: Berichte 35 (1902) S. 1 ff.

Walden, P.: Berliner Chemiker und chemische Zustände im Wandel von vier Jahrhunderten. In: Berichte 63 (1930) S. 87 ff.

Wallach, O.: Chemie und chemische Technologie. In: Die deutschen Universitäten. Hg. v. W. Lexis. Berlin 1893. 2. Bd. S. 35 ff.

Walter, Friedrich: Mannheim in Vergangenheit und Gegenwart. Mannheim 1907. 2. u. 3. Bd.

Wankmüller, Armin: Ausländische Studierende der Pharmazie und Chemie bei Liebig in Gießen. In: Deutsche Apotheker-Zeitung 107 (1967) S. 463 ff.

Warburg, Emil: Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Charlottenburg. In: Internationale Wochenschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik 1 (1907) S. 537 ff.

Weech, Friedrich v.: Badische Biographien. Bd. 1—4. Heidelberg 1875/91.

Wehler, Hans-Ulrich: Bismarck und der Imperialismus. Köln, Berlin 1969.

Weiher, Sigfrid v.: Gelenkte Forschung schon im 19. Jahrhundert. In: VDI-Nachrichten 49 (1962) S. 10.

Weinberg, Alvin M.: Probleme der Großforschung. Frankfurt a. M. 1970. = Theorie Suhrkamp.

Weinberg, Arthur v.: August Kekulé und seine Bedeutung für die chemische Industrie. In: Zeitschrift für angewandte Chemie 43 (1930) S. 167 ff.

Weinberg, Boris: L'enseignement pratique de la physique dans 206 laboratoires de l'Europe, de l'Amerique et de l'Australie. Odessa 1902.

Welsch, Fritz: Zur Herstellung künstlicher Farbstoffe im 19. Jahrhundert und deren Bedeutung für die Entwicklung der Chemie. In: NTM. Zeitschrift für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin 1 (1960) H. 2, S. 81 ff.

Ders.: Die Gründung der Deutschen Chemischen Gesellschaft und ihre Bedeutung für die Entwicklung der Chemie (1867—1892). In: NTM. Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin 4 (1967) S. 107 ff.

Welte, Erwin: Die Bedeutung der Mineralischen Düngung und die Düngemittelindustrie in den letzten 100 Jahren. In: Technikgeschichte 35 (1968) S. 37 ff.

Wendel, Günter: Zur gesellschaftlichen Stellung und Funktion der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V. Dargestellt anhand ihrer Gründungsgeschichte und Entwicklung bis zum Ersten Weltkrieg (1911—1914). Diss. Leipzig 1965.

Westphal, J.: Geschichte des Königlichen Salzwerks zu Staßfurt unter Berücksichtigung der allgemeinen Entwicklung der Kaliindustrie. Berlin 1901.

Weyrich, Ad.: Über die Entwicklung der Gasbeleuchtung. In: Licht und Lampe Jg. 1927, S. 503 ff. u. S. 541 ff.

Wichelhaus, H.: Über die Geschichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. In: Berichte 25 (1892) S. 3371.

Ders.: Wirtschaftliche Bedeutung chemischer Arbeit. 2. Aufl. Braunschweig 1900.

Wiegand, C.: Entwicklung des deutschen Patentwesens und Patentrechts, insbesondere die Entwicklung der technisch-rechtlichen Begriffe unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Industrie. In: Zeitschrift für angewandte Chemie 40 (1927) S. 609 ff.

Will, W.: Der Fortschritt der Sprengtechnik seit der Entwicklung der organischen Chemie. In: Berichte 37 (1904) S. 268 ff.

Willstätter, Richard: Carl Dietrich Harries. In: Berichte 59 (1926) S. A 123 ff.

Ders.: Adolf von Baeyer. In: Das Buch der großen Chemiker. Hg. v. Günther Bugge. Berlin 1930. 2. Bd. S. 321 ff.

Wilsing, H.: Ernest Solvay. In: Berichte 55 (1922) S. A 119 f.

Winderlich, R.: Kekulé. In: Das Buch der großen Chemiker. Hg. v. Günther Bugge. Berlin 1930. 2. Bd. S. 200 ff.

Ders.: Justus Liebig. Ebd. S. 1 ff.

Wislicenus, J.: Die wichtigsten chemischen Errungenschaften des letzten Vierteljahrhunderts. In: Berichte 25 (1892) S. 3399.

Witt, Otto N.: Die Entwicklung der technischen Chemie. In: Berichte 40 (1907) S. 4644 ff.

Ders.: Die chemische Industrie des Deutschen Reiches am Beginne des 20. Jahrhunderts. Berlin 1902.

Wittsack, P.: 30 Jahre Elektrotechnischer Verein Mannheim-Ludwigshafen. In: Mitteilungen des Mannheimer Bezirksvereins deutscher Ingenieure 1929, H. 10.

Wolf, Gerhard: Die BASF. Das Werden eines Weltunternehmens. Ludwigshafen a. Rh. 1970. = Schriftenreihe des Firmenarchivs der Badischen Anilin- & Soda-Fabrik AG 6.

Wolf, Herbert: Rudolf Knietsch. In: Ludwigshafener Chemiker. Hg. v. Kurt Oberdorffer. Düsseldorf 1960. 2. Bd. S. 111 ff.

Wolz, Willi: Das ehemalige pharmazeutisch-medizinisch-chemische Laboratorium der Universität Freiburg i. Br. In: Pharmazeutische Zeitung 90 (1954) S. 1189 ff.

Ders.: Pharmazeutische Ausbildung an der Universität Freiburg im Breisgau und im Oberrheingebiet. Freiburg i. Br. 1960. = Beiträge zur Freiburger Wissenschafts- und Universitätsgeschichte 24. H.

Württembergische Jahrbücher Jg. 1832.

Zart, Arthur: Die Entwicklung der chemischen Großindustrie. München und Berlin 1922.

Zellstofffabrik Waldhof, 75 Jahre. Chronik 1884—1949. Hg. anlässlich des 75jährigen Jubiläums der Zellstofffabrik Waldhof am 26. Juni 1959. O. O., o. J. (1959).

Zenneck, Jonathan: Technische Physik. In: Aus fünfzig Jahren deutscher Wissenschaft. Hg. v. Gustav Abb. Berlin 1930. S. 323 ff.

Zimmermann, Paul A.: Patentwesen in der Chemie. Ursprünge, Anfänge, Entwicklung. Ludwigshafen a. Rh. 1965.

Ders.: Über die Grenzen hinaus. Notizen zur industriellen Entwicklung im 19. Jahrhundert. Ludwigshafen a. Rh. 1971. = Schriftenreihe des Firmenarchivs der Badischen Anilin- & Soda-Fabrik AG 8.

Zunkel, Friedrich: Die Entfesselung des neuen Wirtschaftsgeistes 1850—1875. In: Moderne deutsche Wirtschaftsgeschichte. Hg. v. Karl Erich Born. Köln und Berlin 1966. S. 42 ff.