

Wolfgang König, Helmuth Schneider (Hrsg.)

Die technikhistorische Forschung in Deutschland
von 1800 bis zur Gegenwart

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de> abrufbar

ISBN 978-3-89958-318-2

© 2007, kassel university press GmbH, Kassel
www.upress.uni-kassel.de

Umschlagbild: Turmbau zu Babal, Universitätsbibliothek Kassel – Landesbibliothek und Murhardsche
Bibliothek der Stadt Kassel, Sign. 2° Ms. Theol 4, Blatt 28r

Umschlaggestaltung: Jörg Batschi Grafik Design, Kassel
Druck und Verarbeitung: Unidruckerei der Universität Kassel
Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

- 7 Einleitung: Die technikhistorische Forschung in Deutschland
Wolfgang König, Helmuth Schneider

Teil 1: Die Anfänge technikhistorischer Forschung in Deutschland

- 13 Die Anfänge der Technikgeschichte bei Johann Beckmann
und Johann Heinrich Moritz von Poppe
Günter Bayerl
- 35 Von der Geschichte der Technik zur Technikgeschichte:
Die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts
Helmut Lackner
- 63 Karl Marx und die Technik
Günter Ropohl
- 85 Von Hugo Blümner bis Franz Maria Feldhaus: Die Erforschung der
antiken Technik zwischen 1874 und 1938
Helmuth Schneider
- 117 Bibliothek und Archiv als Grundlage der Forschung:
Franz Maria Feldhaus und seine Sammlung
Axel Halle

Teil 2: Die Technikgeschichte als Disziplin in Deutschland vom Zweiten Weltkrieg bis zur Gegenwart: Die praemodernen Gesellschaften

- 139 Die Technikgeschichte und die Wissenschaften vom Alten Orient –
Prolegomena und Perspektiven
Eva Cancik-Kirschbaum
- 163 Die antike Technik in der althistorischen Forschung
Burkhard Meißner
- 191 Die antike Technik in der deutschen Archäologie nach 1945
Helmuth Schneider
- 207 Die Technik als Thema der Mediävistik
Marcus Popplow

- 227 Die Technik der Frühen Neuzeit in der neueren deutschen
Technikgeschichte
Ulrich Troitzsch

Teil 3: Die Technikgeschichte in Deutschland vom Zweiten Weltkrieg bis zur Gegenwart: Die modernen Gesellschaften

- 257 Technik in der Industriellen Revolution. Wirtschaftshistorische
Gedanken zum deutschen Fall
Toni Pierenkemper
- 285 Die Entwicklung der Technik in Deutschland im 19. Jahrhundert
Wolfgang König
- 305 Die Technik des 20. Jahrhunderts in der Geschichtsforschung
oder: Technikgeschichte in der Konfrontation mit der Entgrenzung
der Technik
Joachim Radkau
- 337 Technikgeschichte in der Bundesrepublik Deutschland nach 1945
Lutz Engelskirchen
- 365 Abbildungsverzeichnis
- 367 Die Autoren
- 371 Register

Wolfgang König und Helmuth Schneider

Einleitung: Die technikhistorische Forschung in Deutschland

Die moderne Technikgeschichte¹ hat in Deutschland eine lang zurückreichende Tradition; in dem von Ulrich Troitzsch und Gabriele Wohlauf herausgegebenen Band ‚Technik-Geschichte. Historische Beiträge und neuere Ansätze‘² werden Johann Beckmann, Karl Marx und Friedrich Engels, Theodor Beck, Conrad Matschoß und Friedrich Klemm als führende Vertreter der älteren Technikgeschichte genannt. Gegenwärtig gilt Johann Beckmann (1739-1811), der als Professor Ökonomie an der Universität Göttingen lehrte, als einer der Begründer der technikhistorischen Forschung in Deutschland. Das Interesse an der Technikgeschichte ist auf die Bestrebungen von Ökonomen zurückzuführen, durch Erfindungen im Bereich der Technik zu einer Verbesserung der wirtschaftlichen Situation beizutragen. Bei Karl Marx sind die technikhistorischen Ausführungen in die ökonomische Darstellung und politische Argumentation eingebettet. Die Namen Theodor Beck, Conrad Matschoß und Friedrich Klemm stehen exemplarisch für die Ingenieure und Techniker, die den Versuch unternahmen, die Geschichte ihrer eigenen technischen Disziplin zu erforschen.

Durch die Einbeziehung der Technikgeschichte in die Geschichtswissenschaften kam es dann nach 1950 sowohl in England, Frankreich und den USA als auch mit einer Verzögerung in Deutschland zur Herausbil-

¹ Der Begriff ist zum ersten Mal programmatisch von K. Hausen, R. Rürup (Hg.), *Moderne Technikgeschichte*, Köln 1975 verwendet worden; die Technikgeschichte wird damit als eine Disziplin der Geschichtswissenschaften gesehen, die in ihren Methoden und Fragestellungen den Ansprüchen der modernen historischen Forschung genügen muss.

² U. Troitzsch, G. Wohlauf (Hg.), *Technikgeschichte. Historische Beiträge und neuere Ansätze*, Frankfurt/M. 1980.

dung der modernen Technikgeschichte als einer Teildisziplin der Geschichtswissenschaft. Das Konzept einer modernen Technikgeschichte orientiert sich nicht mehr wie viele ältere Arbeiten an den Erfindungen und den Erfinderpersönlichkeiten, es werden vielmehr die wechselseitigen Beziehungen zwischen der Technik einerseits und der Gesellschaft und Wirtschaft andererseits thematisiert und analysiert. In den letzten Jahren wurden im Rahmen technikhistorischer Arbeiten auch neue Themen erschlossen, so etwa die Auswirkungen technischer Entwicklungen auf die natürliche Umwelt.

Unter dem Eindruck der eminenten Bedeutung der technischen Entwicklung und der Technik für die modernen Industrienationen ist die technikhistorische Forschung seit 1950 in ungeahntem Ausmaß intensiviert worden. In den folgenden Jahrzehnten wurden an mehreren Universitäten und Technischen Hochschulen Professuren für Technikgeschichte eingerichtet und Zeitschriften und Publikationsreihen zur Technikgeschichte herausgegeben.³ Gleichzeitig wurden auch nach dem Vorbild des Deutschen Museums in München neue technische Museen gegründet.

Dennoch bestand in Deutschland noch lange Zeit eine Diskrepanz zwischen der weit verbreiteten Einsicht in die Bedeutung der Technik für die soziale und wirtschaftliche Entwicklung auf der einen Seite und der insgesamt unzureichenden Berücksichtigung der Technikgeschichte in geschichtswissenschaftlichen Darstellungen und Handbüchern oder im Geschichtsstudium sowie im Geschichtsunterricht der Schulen auf der anderen Seite. Dies trifft besonders für die Epochen vor der Industrialisierung zu; im Bereich der Althistorie und der Mediävistik blieb die Technik noch Jahrzehnte ein weitgehend vernachlässigtes Thema wissenschaftlicher Forschung.

³ W. Weber, L. Engelskirchen, Streit um die Technikgeschichte in Deutschland 1945-1975, Münster 2000 (=Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt).

Charakteristisch für die neueren Arbeiten zur Technikgeschichte ist der Tatbestand, dass nicht allein die technische Entwicklung seit Beginn der Industriellen Revolution Gegenstand der Forschung war, sondern seit 1975 zunehmend auch die Technik der Frühen Neuzeit, des Mittelalters und der Antike untersucht wurde; für die frühen Kulturen Ägyptens und Mesopotamiens gilt dies bislang in geringerem Maße. Dabei haben sich in der Praxis technikhistorischer Forschung zwei Schwierigkeiten ergeben: Für einzelne Epochen und Regionen existieren eine Fülle von Spezialstudien, die unser Wissen über ein Gewerbe, über eine bestimmte Maschine oder ein bestimmtes Verfahren entschieden erweitert haben, es fehlen aber Gesamtdarstellungen, die dem Historiker, der selbst nicht auf dem Gebiet der Technikgeschichte arbeitet, sich jedoch über die Technik einer Epoche informieren will, oder dem auf einem engen Felde arbeitenden Technikhistoriker einen Überblick über die technische Entwicklung vermitteln. Die andere Schwierigkeit besteht darin, dass Technikhistoriker normalerweise auf eine einzige Epoche spezialisiert sind und dadurch eine Kommunikation zwischen den Historikern über die technische Entwicklung in verschiedenen Epochen nur selten zustande kommt.

In wissenschaftshistorischen Arbeiten galt das Interesse primär solchen Technikhistorikern, die sich mit der Technik der Neuzeit beschäftigt hatten. Solche Autoren, die etwa die Technik der Antike oder des Mittelalters untersuchten, wurden hingegen oft übergangen. Damit existiert aber bislang keine zusammenfassende Darstellung der technikhistorischen Forschung in Deutschland. In dieser Situation sollen im ersten Abschnitt des vorliegenden Bandes zunächst die Anfänge der technikhistorischen Forschungen in Deutschland untersucht und in den folgenden Abschnitten die thematischen Schwerpunkte, die Fragestellungen und die Ergebnisse der technikhistorischen Forschung in Deutschland seit 1945 umfassend dargestellt werden.

Dem Band liegen Vorträge zugrunde, die auf der Tagung ‚Technikhistorische Forschung in Deutschland‘ an der Universität Kassel am 11. und 12. November 2005 gehalten worden sind. Anlass der Tagung war der Abschluss der Katalogisierung der Bestände der Feldhaus-Bibliothek in der Landesbibliothek und Murhardschen Bibliothek der Stadt Kassel. Diese technikhistorisch außerordentlich wertvollen Bestände und das Wirken des Technikhistorikers Franz Maria Feldhaus (1874-1957) in Kassel werden in dem Beitrag von Axel Halle ausführlich beschrieben. Der Nachlass von Feldhaus, sein privates Archiv und die früher in Berlin erworbenen Buchbestände sind seit längerem bekannt und befinden sich heute in Berlin. Durch glückliche Umstände haben die Kasseler Bestände den 2. Weltkrieg ohne Schäden überstanden; sie wurden nach Gründung der Universität Kassel in die Universitätsbibliothek integriert. Dort war dieser Bestand lange nicht katalogisiert und stand damit der Wissenschaft faktisch nicht zur Verfügung. Nachdem die Bedeutung dieser Bestände erkannt worden war, bewilligte die DFG schließlich die für eine Erschließung der Bestände benötigten Finanzmittel. Inzwischen ist die Bibliothek Feldhaus katalogisiert, zahlreiche Bände sind zudem restauriert worden. Damit ist die Bibliothek Feldhaus über den Katalog der Universitätsbibliothek Kassel nun für die Wissenschaft zugänglich.

Die Universität Kassel sowie die Herausgeber und Autoren des Bandes danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Finanzierung der Katalogisierung der Feldhaus-Bibliothek; die Herausgeber danken darüber hinaus der Universitätsbibliothek Kassel und dem Arbeitgeberverband Metall Nordhessen und insbesondere Herrn Hans-Hellmut Breithaupt für die vielfältige Förderung der Tagung. Besonderer Dank gilt ferner Frau Tina Langner, die als studentische Hilfskraft den Band in Kassel mit Engagement und großer Sorgfalt redaktionell betreut hat.

Wolfgang König, Berlin

Helmuth Schneider, Kassel

Beiträge
zur Geschichte
der
Erfindungen.

Von
Johann Beckmann,
ordentlichem Professor der Oekonomie zu Göttingen.

Erstes Stück.



Zweite etwas verbesserte Ausgabe.

Leipzig,
im Verlage Paul Gottlieb Kummer.

1783.

Teil 1: Die Anfänge technikhistorischer Forschung in Deutschland

Günter Bayerl

Die Anfänge der Technikgeschichte bei Johann Beckmann und Johann Heinrich Moritz von Poppe

Der Stand der Beckmann-Forschung

Mehrfach sind gerade in jüngerer Zeit „Bilanzen“ der Beckmann-Forschung erstellt worden. Als eine der frühesten, durchaus als „Bilanz“ verstehbaren Schriften kann man die knappe Biographie „Johann Beckmann“ von Manfred Beckert sehen, die 1983 als Band 68 der „Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner“ erschien.¹ Ulrich Troitzsch gab dann einen Überblick der Beckmann-Forschung in seinem Nachwort zum Reprint der Exner-Schrift von 1989.² Bereits 1987 hatte er in der Festschrift für Wolfgang von Stromer unter dem Titel „Landwirtschaftslehre, Technologie, Warenkunde und Technikgeschichte als neue Wissenschaften im späten 18. Jahrhundert: Neuere Forschungen zu Johann Beckmann (1739-1811)“ den Stand der Forschung umfänglich bilanziert und mit einer Liste der nach 1945 erschienenen Veröffentlichungen zu Johann Beckmann ergänzt.³

¹ M. Beckert, Johann Beckmann, Leipzig 1983 (= Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, Bd. 68).

² U. Troitzsch, Nachwort, in: Reprint W. F. Exner, Johann Beckmann. Begründer der technologischen Wissenschaft (Wien 1878), Hoya 1989.

³ U. Troitzsch, Landwirtschaftslehre, Technologie, Warenkunde und Technikgeschichte als neue Wissenschaften im späten 18. Jahrhundert: Neuere Forschungen zu Johann Beckmann (1739-1811), in: U. Bestmann, F. Irsigler, J. Schneider (Hg.), Hochfinanz, Wirtschaftsräume, Innovationen. Festschrift für Wolfgang von Stromer, Trier 1987, Bd. III, S. 1149-1176.

Den Ertrag der Jahre einer funktionierenden Johann Beckmann-Gesellschaft evaluierte Hans-Peter Müller in seinem Beitrag „Ein Jahrzehnt Beckmann-Forschung 1987-1997“ zur Festschrift für Ulrich Troitzsch.⁴ Als jüngste Zusammenfassung kann man den Aufsatz von Torsten Meyer über Beckmanns 'Anleitung zur Technologie' und ihren historischen Kontext sehen.⁵

Gerade dank der ursprünglichen „Johann Beckmann-Gesellschaft“ und ihrer Nachfolgeorganisation „Wissenschaftliches Collegium Johann Beckmann“ sind die Ergebnisse der jüngeren Beckmann-Forschung, die auch Arbeiten zu Johann Heinrich Moritz Poppe einschließen, leicht zugänglich.

Am 9. Mai 1987 war in der Geburtsstadt Johann Beckmanns, in Hoya an der Weser, von rund 40 Gründungsmitgliedern die Johann Beckmann-Gesellschaft ins Leben gerufen und Ulrich Troitzsch zu ihrem Präsidenten gewählt worden. Das in der Folge zehn Jahre lang erscheinende Johann Beckmann-Journal berichtete nicht nur über Vereinsangelegenheiten und „Beckmanniana“, sondern profilierte sich durchaus zu einer wissenschaftlichen Zeitschrift, die der durch die Gesellschaft koordinierten Beckmann-Forschung das publikatorische Forum bot.⁶

⁴ H.-P. Müller, Ein Jahrzehnt Beckmann-Forschung 1987-1997, in: G. Bayerl, W. Weber (Hg.), Sozialgeschichte der Technik. Ulrich Troitzsch zum 60. Geburtstag, Münster 1998 (= Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, Bd. 7), S. 3-14.

⁵ T. Meyer, Die „Anleitung zur Technologie“ (1777) von Johann Beckmann und ihr historischer Kontext. Technologische Bildung in modernisierender Absicht, in: Zeitsprünge. Forschungen zur Frühen Neuzeit 8, 2004, S. 442-465.

⁶ 1. Jahrgang, H. 1, erschien - noch in Eigenanfertigung mittels Kopiersystem - im Dezember 1987 am Institut für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte der Universität Hamburg. Herausgeber war das Präsidium der Johann Beckmann-Gesellschaft e.V., Redakteur G. Bayerl. Bis zum 6. Jg. (1992) erschienen, vom 1. Jahrgang abgesehen, jeweils 2 Hefte, der 7. (1993) und 8. Jahrgang (1994) dann jeweils als „Jahrbuch“ in einem Heft. Die nach dem Zerfall der Johann Beckmann-Gesellschaft von K. T. Kanz redigierten letzten Hefte erschienen als 9./10. (1995/96) und 11./12. Jahrgang (1997/98). Vom Hamburg-Münsteraner LIT-Verlag war 1995/96 zum Verlag für

Die Beckmann-Gesellschaft förderte ferner die Forschung durch Besorgung oder Anregung von Reprints Beckmannscher Werke oder von Werken über Beckmann.⁷

Zu einer ersten Bilanzierung einschlägiger Forschungen veranstaltete die Gesellschaft 1989 in Göttingen das Internationale Johann Beckmann-Symposium, das gleichzeitig des 250. Geburtstages Johann Beckmanns am Ort seiner langjährigen Wirkungsstätte, der Georg-August-Universität Göttingen, gedenken sollte.⁸

Allerdings zerbrach die Beckmann-Gesellschaft, noch bevor sie ihr zehnjähriges Bestehen feiern konnte. Eine Fraktion eifernder Laien um die lokalen Honoratioren in Hoya war mehr an der Verteilung von Gipsbüsten und Grußadressen als an zielgerichteter Forschung interessiert. Nach einer Eskalation des Konfliktes zwischen beiden Gruppen im Dezember 1995 kehrten über fünfzig Prozent der Mitglieder der Gesellschaft den Rücken, darunter alle bisherigen Präsidenten sowie zahlreiche Gründungsmitglieder. Im Februar 1996 wurde anlässlich einer Tagung über „Allgemeine

Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik in Bassum übergewechselt worden.

Da die meisten Hefte des Journals bald vergriffen waren, wurden dessen wissenschaftliche Beiträge fast vollständig in einer Buchpublikation nachgedruckt: G. Bayerl, J. Beckmann (Hg.), Johann Beckmann (1739-1811). Beiträge zu Leben, Werk und Wirkung des Begründers der Allgemeinen Technologie, Münster u.a. 1999 (= Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, Bd. 9), der die in lockerer Reihenfolge erschienenen „Beiträge zur Beckmann-Forschung“ als Unterreihe der „Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt“ eröffnete.

⁷ Reprint von W. F. Exner (wie Anm. 2); Johann Beckmann, Schwedische Reise nach dem Tagebuch der Jahre 1765-1766, nach der von Thore Magnus Fries besorgten Originalausgabe, Hrsg. von der Johann-Beckmann-Gesellschaft und der Svenska Linné-Sällskapet, besorgt von R. Reith, Lengwil/Schweiz 1995; auszugsweiser Nachdruck von: Johann Beckmann, Vorrath kleiner Anmerkungen über mancherley gelehrte Gegenstände, Göttingen 1795, 1803 und 1806, Hrsg. v. M. Beckert, Leipzig 1990.

⁸ Vgl. H.-P. Müller, U. Troitzsch (Hg.), Technologie zwischen Fortschritt und Tradition. Beiträge zum Internationalen Johann Beckmann-Symposium Göttingen 1989, Frankfurt/Main 1992

Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie“⁹ an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus mit der „Cottbuser Erklärung“ der Arbeitskreis „Wissenschaftliches Collegium Johann Beckmann“ in der „Gesellschaft für Technikgeschichte“ gegründet.¹⁰

Während die geschrumpfte Johann Beckmann-Gesellschaft nach Herausgabe der letzten beiden Jahrgänge des Beckmann-Journals seit 1998 keine selbständigen wissenschaftlichen Publikationen mehr vorlegte, veranstaltet das „Collegium“ in regelmäßigen Abständen Tagungen, die Themenbereichen des Beckmannschen Werkes verpflichtet sind und deren Ergebnisse in den „Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt“ publiziert werden.¹¹

Die Begründung der Technikgeschichte - Beckmanns Werk?

Albrecht Timm wies seit Ende der 1950er Jahre auf Johann Beckmanns Bedeutung vor allem für die Etablierung der Technologie im Rahmen der Staatswissenschaften des 18. Jahrhunderts hin. Ulrich Troitzsch griff diesen Ansatz auf und untersuchte in seiner 1966 publizierten Dissertation die „Ansätze technologischen Denkens bei den Kameralisten des 17. und 18.

⁹ Vgl. G. Banse (Hg.), Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen, Berlin 1997.

¹⁰ Die „Cottbuser Erklärung“ wurde unterzeichnet von G. Bayerl, J. Beckmann, R. Fischbach, H. Lackner, H. Lindner, E. Lindner, K.-B. Mandelkow, H.-P. Müller, K. Pichol, G. Ropohl, K. Schlottau, B. Thiele, U. Troitzsch.

¹¹ Vgl. H.-P. Müller (Hg.), Sozialpolitik der Aufklärung. Johann Beckmann und die Folgen: Ansätze moderner Sozialpolitik im 18. Jahrhundert, Münster 1999. G. Banse, H.-P. Müller (Hg.), Johann Beckmann und die Folgen. Erfindungen - Versuch der historischen, theoretischen und empirischen Annäherung an einen vielschichtigen Begriff, Münster 2001. R. Reith/T. Meyer (Hg.), „Luxus und Konsum“ - eine historische Annäherung, Münster 2003. Die Ergebnisse der Tagung „Popularisierung von Technik - Vom Fachwissen zum technischen Allgemeinwissen“, vom Collegium 2002 in Münster veranstaltet, wurden wegen der inhaltlichen Nähe zusammen mit den Beiträgen der 11. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Gesellschaft für Technikgeschichte „Vermittlung von Technik“ publiziert: L. Bluma, K. Pichol, W. Weber (Hg.), Technikvermittlung und Technikpopularisierung. Historische und didaktische Perspektiven, Münster 2004.

Jahrhunderts“. Eher noch zaghaft weist er dabei auf den „Technikhistoriker Beckmann“ hin:

„Hinzu kommt noch eine starke Beachtung der Technikgeschichte, die zwar nicht ausdrücklich erwähnt wird, zu der sich aber in seinen Schriften Ansätze erkennen lassen.“¹²

Technikgeschichtliche und agrargeschichtliche Ausführungen sieht er aber auch bei Julius Bernhard von Rohr vorliegen.¹³

Dabei hatte schon 1878 Wilhelm Franz Exner Beckmanns „historische Potenz“ recht stark betont, wenngleich es sich hierbei eigentlich um freizeitorientierte Nebentätigkeit handeln sollte:

„Viel wichtiger und viel nachhaltiger war die Leistung Beckmann's, welche aus der Herausgabe seiner 'Beiträge zur Geschichte der Erfindungen', Leipzig 1782 bis 1805, 5 Bände, hervorging. Diese Beiträge sollen gleichsam ein Dilettiren, eine Erholung von den gewöhnlichen Beschäftigungen des Gelehrten darstellen. Er sammelt, ohne besondere Auswahl.“¹⁴

Exner bezieht sich damit auf Beckmanns Vorrede, die wohl dem Leser die ziemliche Beliebigkeit der ausgewählten „Erfindungen“ erläutern sollte.¹⁵ Dessen ungeachtet schreibt er: „Was die geschichtlich-technologischen

¹² Zu Timm vgl. Müller, Ein Jahrzehnt (wie Anm. 4), S. 3 ff. U. Troitzsch, Ansätze technologischen Denkens bei den Kameralisten des 17. und 18. Jahrhunderts, Berlin 1966, S. 154.

¹³ Troitzsch, Ansätze (wie Anm. 12), S. 59.

¹⁴ Reprint W. F. Exner (wie Anm. 2), S. 46.

¹⁵ Um die Beliebigkeit zu veranschaulichen, die „Erfindungen“ des ersten Stückes des ersten Bandes: „Vom Italienischen Buchhalten...Odometer, Wegmesser...Notensetzer, Extemporiermaschine..., Brantewein...Scheidung des Goldes und Silbers durch Quecksilber. Vergoldung mit Amalgama...Die trockne Vergoldung...Erfindung des Goldfirnisses...Erleuchtung der Gassen...Die ältesten Bücherprivilegien...Büchercensur...Kalender...Bandmühle...Nachricht von dem seltenen Buche, des Vannucio Biringoccio Pirotechnia. Vgl. Johann Beckmann, Beyträge zur Geschichte der Erfindungen, Erster Band, Zweite Auflage, Leipzig 1783, hier nach dem Reprint Hildesheim 1965, Inhaltsverzeichnis.

Artikel in den fünf Bänden anbelangt, so steht ihr Werth für Heute und alle Zukunft fest. In der Erforschung der Geschichte von technischen Erfindungen, soweit diese Forschungen auf literarischen Quellen fußen, ist Beckmann noch von keinem Zweiten übertroffen worden und dürfte wohl auch niemals übertroffen werden. Es wird im Gegentheil von Tag zu Tag unwahrscheinlicher, bei der heutigen Scheidung der philologischen und technischen Studien, dass jemals ein zweiter Beckmann entstehen werde.“¹⁶

Und Exner bedauert - lediglich Samuel Smiles als weitere Ausnahmeerscheinung neben Beckmann nennend - die Nichtexistenz einer - zumindest bemerkenswerten - Technikgeschichte:

„Die Engländer besitzen in dem classischen Werke 'Lives of the Engineers von Samuel Smiles, London 1874' ebenfalls einen unübertrefflichen Beitrag zur Geschichte der Technik. Leider haben in dieser Richtung weder Beckmann noch Smiles bemerkenswerte Nachahmer gefunden... Diese literarische Thätigkeit in den exklusiven Kreisen der Göttinger Societät hat der Technologie die gleiche Berechtigung mit den übrigen Richtungen der Gelehrsamkeit erobert. Allerdings ist diese durch Beckmann's eigene Kraft errungene Stellung der Technologen unter den Gelehrten wieder seither verloren gegangen, was jedoch sein Verdienst in unseren Augen um so größer erscheinen lassen muß.“¹⁷

Erheblich distanzierter und kritischer sieht Karl-Heinz Ludwig die technikhistorische Pionierleistung von Beckmann und Poppe. Er konstatierte 1978 in einem Forschungsbericht über den Stand der Technikgeschichte, dass Karl Marx nicht nur eine kritische Geschichte der Technologie forderte, sondern durchaus bereits auf einige einschlägige Werke zurückgreifen konnte, so Beckmanns ins Englische übersetzten „Beyträge zur Geschichte der Erfindungen“:

¹⁶ Reprint W. F. Exner (wie Anm. 2), S. 47.

¹⁷ Reprint von W. F. Exner (wie Anm. 2), S. 47-48.

„Der Göttinger Ökonom Beckmann, übrigens ein guter Freund des Historikers A. L. Schlözer, erscheint dann auch hierzulande ebenso wie in Übersee gelegentlich als 'Vater' einer wissenschaftlichen Technikgeschichtsschreibung. Seine 'Beyträge' werden als unentbehrliches Nachschlagewerk für die Zeit vor 1800 gepriesen. Tatsächlich trug Beckmann, in seiner Arbeit wie auch andere deutsche Kameralisten von französischen Vorbildern, den 'Descriptions des arts et métiers' und der aufklärerischen 'Encyclopédie', inspiriert, mit aner kennenswerter Akribie aus dem ihm seinerzeit verfügbaren Material technisch-gewerbliche Einzelangaben zusammen, die eher ein lexigraphisches als ein historiographisches Werk entstehen ließen.“¹⁸

Dem Lob von Ulrich Troitzsch über die unentbehrlichen Nachschlagewerke von Beckmann und Poppe will Ludwig nicht ganz folgen¹⁹:

„Heute muß jede einzelne historische Angabe in jenen Werken kritisch überprüft werden.“

Ferner weist Ludwig auf bekannte „lexikalische“ Vorläufer und frühe „Kompendien technischer Einzeldisziplinen hin, die ebenfalls auf die Geschichte zurückgriffen, um aus ihr heraus praktisch verwertbare Erkenntnisse zu gewinnen.“ An lexikalischen Werken nennt er Polidorus Vergilius sowie für England John Harris.²⁰ Kompendien erschienen v.a. in der Kriegstechnik, im Bergbau und Hüttenwesen.

Allerdings hatte Troitzsch in seinem Aufsatz über die „Anfänge der deutschen Technikgeschichtsschreibung“, in dem er die Pionierrolle Beckmanns für die Technikgeschichte erstmals zentral herausstellte (1973), einige fundierte Argumente hierfür anzuführen.²¹ Etwaige Zweifel an dieser

¹⁸ K.-H. Ludwig, Entwicklung, Stand und Aufgaben der Technikgeschichte, in: Archiv für Sozialgeschichte, 18, 1978, S. 502-523, hier S. 503-504.

¹⁹ Ludwig, Entwicklung (wie Anm. 18), S. 503.

²⁰ Ludwig, Entwicklung (wie Anm. 18), S. 504. Polidorus Vergilius, De inventoribus rerum, 1499; Augsburg 1537 (dt. Übersetzung). John Harris, Lexicon Technicum, or, an Universal Dictionary of Arts and Sciences, 2 Bde., 1704 – 1710.

²¹ U. Troitzsch, Zu den Anfängen der deutschen Technikgeschichtsschreibung um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert, in: Technikgeschichte 40, 1973, S. 33-57.

Rolle sieht er in der unzureichenden Erkenntnis der Methode Beckmanns, aber auch der rasch einsetzenden Engführung der Technikgeschichte begründet: Die Beiträge zur Geschichte der Erfindungen seien zwar in der Technikgeschichtsschreibung als Informationsquelle häufig genutzt, die für die Ausprägung der wissenschaftlich orientierten Technikgeschichtsschreibung wichtigen methodischen Ansätze aber nicht rezipiert worden.²²

Dies betont auch Hans-Peter Müller, wenn er die „Beckmann-Renaissance“ im Zusammenhang mit einer „sozial- und wirtschaftswissenschaftlich eingebetteten Technikgeschichte“ sieht, wobei diese Beckmann entdeckt aufgrund der Tatsache, „...daß Beckmann weder ein technologisches Geschichtsbild teilte, indem er die Technologie gleichsam zur Schlüsselfrage der gesellschaftlichen Entwicklung erklärte, noch daß Beckmann umgekehrt als Nicht-Techniker die Technologie gleichsam sozialkonstruktivistisch in ihren gesellschaftlichen Konnex auflösen wollte.“²³

Müller hat in seiner historisch-kritischen Ausgabe der „technologisch-historischen Exzerpte“ von Karl Marx u.a. darauf verwiesen, dass Karl Marx gerade die historischen Ausführungen bei Beckmann, Ure und vor allem Poppe nutzte:

„Marx verwendet nur das technologisch-historische Material (aus der 'Geschichte der Technologie', Ure's 'Technischem Wörterbuch', und Beckmanns 'Beyträgen...'). Er macht dort davon Gebrauch, wo konkrete technologisch-historische Kenntnisse im Zusammenhang mit der Analyse bestimmter konkreter Ausprägungsformen der Organisation der gesellschaftlichen Produktion und deren Veränderung benötigt werden.“²⁴

²² Troitzsch, Landwirtschaftslehre (wie Anm. 3), S. 1163.

²³ Müller, Ein Jahrzehnt (wie Anm. 4), S. 5.

²⁴ Karl Marx, Die technologisch-historischen Exzerpte. Historisch-kritische Ausgabe, Transkribiert und herausgegeben von H.-P. Müller, Frankfurt/Main u.a. 1981, S. XCVI.

An Beispielen nennt Müller die von Sklaven angetriebenen Getreidemühlen, den Zusammenhang zwischen gesellschaftlichen Produktionsverhältnissen und verschiedenen Produktionsweisen am Beispiel der Papierproduktion vom 17. - 19. Jahrhundert, die Watt'sche Dampfmaschine, die Gleichsetzung von Mühle/mill mit Maschine und Fabrik sowie die sozialen Folgen der Verbreitung von Schermühle und Bandmühle.²⁵

Bei aller Beliebtheit der „Beiträge zur Geschichte der Erfindungen“ ist ihnen also dennoch eine gewisse Bedeutsamkeit zugewachsen: Seit Karl Marx im „Kapital“ nutzten viele Autoren diese fünf Bände, bis hin zur Studiengruppe des japanischen Patentamtes in Tokio, die 1976 mit der Arbeit begann und die vollständige Übersetzung der Beiträge 1980 - 1982 präsentierte.²⁶

Ulrich Troitzsch ist beizupflichten, dass in diesen Bänden Ansätze historisch-kritischen Arbeitens zu finden sind - insbesondere, wenn man die kompilatorische Schreibwut dieser Zeit, häufiger eher eine Abschreibwut, berücksichtigt. Beckmann aber als „Vater der Technikgeschichtsschreibung“ zu bezeichnen, lehnen sowohl Troitzsch wie Ludwig ab²⁷ - dies hieße, seine diesbezüglichen Leistungen zu überschätzen.

Gleiches gilt - das haben Torsten Meyer und Sven Tetzlaff festgestellt - für Beckmanns Göttinger Kollegen, den Historiker August Ludwig von Schlözer, der immerhin die Geschichtswissenschaften aufforderte, die technischen Erfindungen gleichberechtigt neben der politischen Entwicklung zu behandeln,²⁸ und für Beckmanns Schüler Johann Heinrich Moritz Poppe wohl ebenfalls. Meyer und Tetzlaff fassen zusammen:

²⁵ Marx/Müller (wie Anm. 24), S. XCVI/XCVII.

²⁶ Troitzsch, Landwirtschaftslehre (wie Anm. 3), S. 1164-65.

²⁷ Troitzsch, Zu den Anfängen (wie Anm. 21), S. 50; T. Meyer/S. Tetzlaff, Zur Geschichte der deutschen Technikhistoriographie bis 1945. Eine Problemskizze, in: G. Bayerl/J. Beckmann (Hg.), (wie Anm. 6), S. 275-286, hier S. 276.

²⁸ Meyer/Tetzlaff, Technikhistoriographie (wie Anm. 27), S. 277.

„Es bleibt festzuhalten, daß man sich an der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert erstmalig bemühte, eine durch Quellen abgesicherte Darstellung technikgeschichtlicher Ergebnisse zu erarbeiten. Aus der Geschichtswissenschaft wurden hierbei die Methoden der Quellenkritik und die der Philologie entliehen. Die in dieser Zeit entwickelte Forschungsprogrammatik zur Technikgeschichte war durchaus interdisziplinär angelegt. Erst die Verbindung von Naturwissenschaft und Technik im 19. Jahrhundert führte zu einer Verengung der technikhistorischen Forschung auf die Entwicklungsgeschichte von Maschinen, Geräten und Apparaten. Doch gilt anzumerken, daß nach wie vor die Anfänge technikhistorischen Arbeitens in Deutschland inhaltlich, methodisch und theoretisch weitgehend im Dunkeln liegen.“²⁹

Ist dem wirklich so? Ist nicht Poppes „Geschichte der Technologie seit der Wiederherstellung der Wissenschaften bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts“ (1807 - 1811) und quasi deren Fortschreibung durch Karl Karmarsch mit seiner 1872 erschienenen „Geschichte der Technologie seit der Mitte des 18. Jahrhunderts“ die Fortsetzung der durch Beckmann begründeten technikhistorischen Tradition? Das Werk von Beckmanns Schüler Poppe scheint mir ein Schlüssel, dieser Frage näher zu kommen.

Johann Heinrich Moritz (von) Poppe

Poppe wurde am 16. Januar 1776 in Göttingen als sechstes Kind des Uhrmachers und Universitätsmechanikers Heinrich Balthasar Poppe, dem die Universität Göttingen „Geschicklichkeit und gutes Genie in Verfertigung mathematischer und physikalischer Instrumente“ bescheinigte, geboren.³⁰

²⁹ Meyer/Tetzlaff, Technikhistoriographie (wie Anm. 27), S. 278.

³⁰ Nach R. Seubert, Handwerkerbildung als Beitrag zum Aufbau einer Nationalindustrie. Johann Heinrich Moritz Poppe und der Zusammenhang von Technologieentwicklung und beruflicher Bildung, in: Bayerl/Beckmann, Johann Beckmann (wie Anm. 6), S. 185-201, hier S. 189; vgl. zu Lebenslauf und Wirken Poppes ferner: H. Kahlert, Johann Heinrich Moritz von Poppe (1776-1854). Würdigung einer umstrittenen Persönlichkeit, in: Zeitschrift für Württembergische Landesgeschichte 64, 2005, S. 211-225.

Wie von den Lehrern lernte Poppe auch vom Vater, von ihm vor allem die Liebe zur Mathematik und die praktische Uhrmacherkunst. Durch Einschreibung an der Universität zusätzlich zu seiner praktischen Arbeit verfolgte Poppe nach Rolf Seubert quasi einen „selbst organisierten zweiten Bildungsweg“:

„Ich war jetzt praktischer Mechanicus und zugleich Studiosus. Welcher von beiden in Hinsicht meines Fortkommens vorherrschend seyn würde, wußte ich noch nicht.“

Durch den späteren Professor für Technologie an der Universität Gießen Johann Georg Ludolph Blumhof (1771 - 1825), der im Hause der Poppes während seiner Göttinger Zeit einquartiert war, wurde der junge Poppe zum Publizieren motiviert. 1797 erschien als erste selbständige Veröffentlichung der „Versuch einer Geschichte der Entstehung und Fortschritte der theoretisch-praktischen Uhrmacherkunst.“ Damit hatte Poppe ein Thema seines Lebenswerkes gefunden: Die systematische Darstellung von Erfindungen in ihrer Entstehungsgeschichte. Kein Wunder, dass in dieser Zeit Johann Beckmann auf ihn aufmerksam wurde.

Mit einer Studie über die „Reibung in Hinsicht auf das Maschinenwesen“ profilierte sich Poppe im Maschinenwesen. Er blieb allerdings pädagogisch orientiert und wollte v.a. zwischen Theorie und Praxis vermitteln.

1802 begann er dann die Arbeit an der „Encyclopädie des gesammten Maschinenwesens“, gewann aber auch Preisgelder mit einem „Abfallprodukt“ dieser Studien: Seiner Beschreibung der Geräte und Verfahren zur Rettung von Menschen aus vielerlei Lebensgefahren. 1803 wurde er von der Universität Helmstedt promoviert, 1805 in Frankfurt/Main am Gymnasium Frankofortanum angestellt. Jetzt begann er mit den Studien zu seiner „Geschichte der Technologie“. Bei seiner eifrigen Publikationstätigkeit entstanden auch naturwissenschaftliche

Lehrbücher für den Unterricht, ferner Kinder- und Jugendbücher, wie z.B. der mehrbändige „Physikalische Jugendfreund“ (1811 - 1821).

Nachdem seine Hoffnungen, nach Beckmanns Tod 1811 als dessen Nachfolger nach Göttingen berufen zu werden, gescheitert waren, engagierte er sich vermehrt für die Handwerkerbildung. Handwerker sollten im Fach „Allgemeine Technologie“ einen zweckmäßigen Unterricht erhalten. Zur Eröffnung der Sonntagsschule in Frankfurt, einer Gründung der Frankfurter Polytechnischen Gesellschaft, bemerkte er 1817:

„Die meisten Handwerker lernen nur mechanisch von ihrem Meister, was dieser wußte. Lehrknaben und Gesellen glauben die meiste Zeit genug gelernt zu haben, wenn sie die Vorschriften und Gewohnheiten ihrer Meister wissen und diese in der Folge wieder eben so auszuüben verstehen. Zum Selbstdenken und zum Raffinieren auf etwas Neues, Vollkommeneres sind die wenigsten aufgelegt, weil sie auch nie dazu angeleitet wurden.“³¹

Poppe starb 1854 in Tübingen. Poppes Werk und seine Qualifikation sind stark umstritten, auch wenn er von Frankfurt aus auf den Lehrstuhl für Technologie der (neugegründeten) Staatswissenschaftlichen Fakultät der Universität Tübingen berufen worden war. Der dortige Staatswissenschaftler Robert von Mohl schreibt über ihn: „Poppe, der Technolog, war wissenschaftlich eine Null, von Hause aus Uhrmacher; hatte keine Ahnung von der Bedeutung der Gewerbe und Gewerbekunde für den Staat und für die künftigen Beamten, dagegen den unbeneidenswerten Ruf, der entsetzlichste Vielschreiber in Deutschland zu sein...“³² Vor allem seine Tübinger Zeit wird ihm als unproduktiv angelastet. Auch Karmarsch urteilt, dass Poppe „mehr als viele Andere zu grenzenloser Verflachung und zur Herabsetzung der Wissenschaft in den Augen praktischer Techniker beigetragen“ habe.

³¹ Seubert, Handwerkerbildung (wie Anm. 30), S. 199.

³² Seubert, Handwerkerbildung (wie Anm. 30), S. 185-86; vgl. zur Auseinandersetzung um Poppe insbesondere Kahlert (wie Anm. 30).

Bis heute hat sich an dieser Beurteilung nicht viel geändert. Das mag auch daran liegen, dass weder Biographie noch Opus Poppes hinreichend aufgearbeitet sind - hier liegt ein Desiderat vor. Andererseits stellt sich hier auch die Frage nach der Rolle der Technologie zu Poppes Zeit: War einfach der Adressatenkreis der Technologen verfallen? War ihre Wissenschaft richtungslos geworden? War Poppes Anliegen der Handwerkerbildung und des Aufbaus einer Nationalindustrie durch den Wirtschaftsliberalismus hinfällig geworden?

Torsten Meyer meint, dass Poppes gesellschaftliche Orientierung nicht unbedingt überholt gewesen sei: Zwar erarbeitete er Richtlinien für staatliche Gewerbeförderung, dominierte bei ihm die staatliche Regulierung (auch in ihrer Bedeutung für den technischen Fortschritt), doch sah er auch notwendige Bedingungen für den technischen Fortschritt, die durchaus modernisierenden Charakter trugen:

- Aufhebung der Leibeigenschaft (war das aber um diese Zeit noch besonders progressiv?)
- Technologietransfer
- Marktmechanismus (Profit motiviert zu Innovationen)
- Bedeutung des Luxus, der steigenden Bedürfnisse für den technischen Wandel
- Herausbildung eines Arbeitsethos.³³

Eine totale Verkennung modernisierender Vorgänge kann man Poppe also keinesfalls vorwerfen! Seine Bemühungen um Handwerkerbildung, also Qualifikation technischer Intelligenz, treffen eine wesentliche Dimension des Industrialisierungsprozesses.

³³ Meyer, „Anleitung“ (wie Anm. 5), interpretiert bei: Günter Bayerl, Erfindungen des „alten“ und „neuen“ Systems an der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert - Eine Fragestellung, in: G. Banse/H.-P. Müller (Hg.), Johann Beckmann und die Folgen. Erfindungen - Versuch der historischen, theoretischen und empirischen Annäherung an einen vielschichtigen Begriff, Münster 2001 (= Cottbuser Studien zur Geschichte der Technik, Arbeit und Umwelt, Bd. 17), S. 201-218, hier S. 203.

Man kann Poppe auch nicht mangelnde technische Qualifikation vorwerfen. Im Gegenteil: Vielleicht war er zu sehr Praktiker in seinem alten traditionellen Handwerk! Vielleicht war er zu sehr historisch in seiner „Enzyklopädie des Maschinenwesens“ und seiner „Geschichte der Erfindungen...“? Vielleicht zu befangen in der Ausarbeitung und Differenzierung eines Kanons der Technologie, der zu Beckmanns Zeiten noch auf der Tagesordnung stand, zu seiner Zeit aber schon historisch geworden war?

Vielfach verkannte Poppe aber auch die neueren technischen Entwicklungen, wie an seiner Behandlung der „Eisen-Bahn“ deutlich wird: So betont er zwar die positiven Auswirkungen der spezifischen „Bahn“ mit ihren ebenen Wegen, die zu erheblichen Zeitverkürzungen führe und „Reisen gleichsam im Fluge“ ermögliche, macht aber keinen großen Unterschied zwischen Pferde- und Dampfeisenbahn, übersieht also die wesentliche Innovation des neuen Transportmittels, der Dampflokomotive. So findet sich auch keinerlei Hinweis auf gesellschaftliche Folgen, auf die strukturelle Revolution, die für Warenaustausch und Massenverkehr mit dieser Technik verbunden ist.³⁴ Dass derartige Erkenntnisse zu dieser Zeit möglich waren, belegt am besten das Werk des Ökonomen Friedrich List, der klar den neuen technologischen Systemcharakter und die hieraus folgende gesamtgesellschaftliche Umwälzung analysierte.

Poppe war zum Technikhistoriker geworden, der in seiner Schilderung der Technologie keine prognostischen Qualitäten mehr unterbrachte und nicht mehr „Technologie als Handlungsanleitung“ verkörperte! Sowohl von Seiten der „Techniker“ wie auch von Seiten der „Gesellschaftswissenschaftler“ war er „unzeitgemäß“ geworden. Das war die Aufhebung der Transdisziplinarität der Technologie und damit der Rückfall hinter Beckmann zurück, bei dem Geschichte und Technologie noch Handlungsanweisung bedeuteten und somit eine aktuelle Funktion hatten. Diese sollte

³⁴ Bayerl, Erfindungen (wie Anm. 33), S. 201 u. 211 ff.

die Technikgeschichte mit Poppe für lange Zeit verlieren. Damit nochmals zurück zu Beckmann.

Die Begründung der Technikgeschichte: ein „Gemeinschaftswerk“ des 18. Jahrhunderts

Beckmann hat zumindest die Technikgeschichte mitbegründet und war gleichzeitig und bis heute der Technikhistoriker, der die größte gesellschaftliche Wirkung hatte! Es waren nicht allein die Studenten aus ganz Europa, die bei ihm hörten und in ihren Ländern die Beckmannschen Auffassungen von Kameralismus, Ökonomie und Technologie weitergaben oder in die Praxis umzusetzen sich bemühten. Es war zu einem großen Teil auch die „utilitaristische Wendung“, der Glaube an die Technologie als „Lenkungswissenschaft und Handlungsanweisung“³⁵ und damit letztlich die neue Dimension der Überzeugung vom wissenschaftlich-technischen Fortschritt, die sich mit Aufklärung und Utilitarismus durchsetzte.³⁶

Zwei Fragen sind in diesem Zusammenhang relevant:

Die Frage nach der Rolle Göttingens innerhalb der europäischen Wissenslandschaft, da sie mit ursächlich ist für die Ausstrahlung des Beckmannschen Werkes, und die Frage, ob der technikhistorische Teil des Beckmannschen Werkes speziell neben dessen Technologie, Landwirtschaftslehre und Warenkunde tragendes Element des Fortschrittglaubens war. War die Technikgeschichte in ihren Anfängen gesellschaftlich

³⁵ Auf diese Komponente hat schon frühzeitig aufmerksam gemacht: W. Weber, Technik zwischen Wissenschaft und Handwerk. Die Technologie des 18. Jahrhunderts als Lenkungswissenschaft des spätabolutistischen Staates, in: V. Schmidtchen, E. Jäger (Hg.), Wirtschaft, Technik und Geschichte. Beiträge zur Erforschung der Kulturbeziehungen in Deutschland und Osteuropa. Festschrift für Albrecht Timm zum 65. Geburtstag, Berlin 1980, S. 137-154.

³⁶ Vgl. hierzu als interessanten und schlüssigen Versuch, diesen Wandel mit dem Rückgriff auf das Modell der „Risikogesellschaft“ zu erklären: T. Meyer, Natur, Technik und Wirtschaftswachstum im 18. Jahrhundert. Risikoperzeption und Sicherheitsversprechen, Münster 1999 (= Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, Bd. 12).

relevant oder war sie es gerade nicht? Würde man Beckmanns technikgeschichtliche Arbeit allein auf die „Beyträge zur Geschichte der Erfindungen“ reduzieren, könnte man diese Frage wohl sofort mit Nein beantworten.

Die bedeutende Rolle der 1737 ihren Lehrbetrieb aufnehmenden Georg-August-Universität Göttingen muss nicht näher belegt werden; spätestens mit den umfänglichen Publikationen zur Feier ihres 250jährigen Bestehens 1987 wurde diese hinreichend dokumentiert.³⁷ Die Neugründung trat seinerzeit vor allem in Konkurrenz zu den mitteldeutschen Universitäten Wittenberg, Leipzig, Jena und Halle, die eine wesentliche Rolle bei der Verbreitung des aufklärerischen Gedankengutes spielten:

„Göttingen unterstrich seine führende Position dadurch, dass deutlicher als in dem mit der pietistischen Tradition August Hermann Franckes verbundenen Halle der praktische Nutzen der Wissenschaft für das allgemeine Wohl des Menschen und der Gesellschaft als Studienmotivation herausgestellt wurde...Die moderne Neugründung Münchhausens wurde innerhalb einer Generation zur führenden deutschen Universität, die nunmehr in stärkerem Maße von Wittenberg, Leipzig, Halle, Jena und Erfurt die Mittlerfunktion der mitteldeutschen Aufklärung übernahm. Göttingen wurde damit zum Anziehungspunkt für viele Studenten aus ganz Europa einschließlich des Russischen Reichs und zu einem Knotenpunkt der deutsch-russischen Wissenschaftsbeziehungen.“³⁸

Folkwart Wendland spricht damit das spezifische Kapitel der Beziehungen zwischen Göttingen und Russland an, das durch eine umfängliche

³⁷ Vgl. die Göttinger Universitätsschriften, zu unserem Thema insbesondere die Bände 4 und 12: H.-G. Herrlitz, H. Kern (Hg.), Anfänge Göttinger Sozialwissenschaft. Methoden, Inhalte und soziale Prozesse im 18. und 19. Jahrhundert, Göttingen 1987; J. von Stackelberg, Zur geistigen Situation der Zeit der Göttinger Universitätsgründung 1737, Göttingen 1988.

³⁸ F. Wendland, Deutsch-russische Wissenschaftsbeziehungen im 18. Jahrhundert - Göttingen und St. Petersburg. Historische Bedingungen und Inhalte, in: E. Mittler, S. Glitsch (Hg.), 300 Jahre St. Petersburg. Russland und die „Göttingische Seele“, Göttingen 2003, S. 52-66, hier S. 56.

Ausstellung mit entsprechendem Katalogband zur Wiederkehr des 300. Gründungsjahres von St. Petersburg dokumentiert wurde. Wenn er die „Beziehungsträger“ des engen wissenschaftlichen Austausches zwischen Göttingen und St. Petersburg nennt, finden wir genauso wie bei der Aufzählung der für die Göttinger Russland-Rezeption wichtigen Persönlichkeiten an vorderster Stelle Johann Beckmann, Anton Friedrich Büsching, August Ludwig (von) Schlözer, Christian Gottlob Heyne, ferner Abraham Gotthelf Kästner, Johann Friedrich Blumenbach, Ernst Gottfried Baldinger, Johann Christian Polycarp Erxleben, Christoph Meiners und Johann David Michaelis.³⁹

Die hinreichend bekannten Begriffe „Wissenschaftsrepublik“ und „Netzwerke“ umreißen die Strukturen, die diese beiden Landschaften des Wissens miteinander und zum anderen mit den weiteren Wissenslandschaften Europas verbanden:

„Die zwischen Göttingen und St. Petersburg bestehenden, wechselseitigen Beziehungen waren Teil der deutsch-russischen Verbindungen und sind einem größeren, nordosteuropäischen Kommunikationssystem, das Mitteldeutschland, Skandinavien, Polen und Russland umfasste, zuzuordnen. Dieses war wiederum auf vielfältige Weise und Bande mit dem westeuropäischen (Frankreich, Großbritannien, Holland) und anderen untrennbar verbunden und bildete ein ganz Europa umfassendes Beziehungssystem...Die Anbahnung wissenschaftlicher Beziehungen...erfolgte auf vielfältige Weise: die persönliche Bekanntschaft im Rahmen des Universitätsstudiums oder der 'peregrinatio academica', die Schulenburg deutscher Universitätsprofessoren,...wechselseitige Berufungen von Gelehrten zu Mitgliedern gelehrter Akademien und Gesellschaften sowie vor allem Briefkorrespondenzen.“⁴⁰

Neben der bedeutenden Rolle der Briefkorrespondenz im „schreibwütigen“ 18. Jahrhundert stellt Wendland die Bedeutung von „Informationszeitschriften“ heraus, „die in Form von frühen Referateorganen Fachinfor-

³⁹ Wendland, Göttingen und St. Petersburg (wie Anm. 38), S. 64-65.

⁴⁰ Wendland, Göttingen und St. Petersburg (wie Anm. 38), S. 56-57.

mationen über die transferierten Informationsquellen vermittelten. In Göttingen gehörten dazu die 'Göttingischen Anzeigen von gelehrten Sachen'...“ Aber auch Beckmanns 'Physikalisch-ökonomische Bibliothek' stellt er heraus, nicht zuletzt als wichtiges Rezeptionsorgan des russischen Wissens.⁴¹ Damit bestätigt er eine Auffassung, die gerade in jüngster Zeit an Bedeutung gewinnt - eine gewisse Abwendung von den philosophisch-literarischen und eine Hinwendung zu den eher praxisorientierten Werken des 18. Jahrhunderts stellt die Aufklärung in mancher Beziehung auf feste Beine!

Hierzu hatte schon die Beschäftigung mit dem Werk Beckmanns beigetragen. Die technikgeschichtliche Ausdeutung seiner Beiträge zu den unterschiedlichen entstehenden Wissenschaften wie Technologie, Landwirtschaftslehre und Warenkunde verweist auf die materielle Basis aufklärerischen und utilitaristischen Denkens gleichermaßen wie physio-kratischer und merkantilistischer Theorien. Die Folgerichtigkeit dieser Überlegungen zeigt sich im inneren Spannungsbogen des Beckmannschen Werkes:

„Die Wechselbeziehung: Naturreich/Rohstoff - Fertigung, also Produktionsprozeß - Produkt/Ware - Handel ist Thema des Beckmannschen Gesamtwerkes...Beckmanns geistiges Leben selbst war dieser Gang durch den Verwandlungsprozeß des Rohstoffes in die Ware. In der Reihenfolge der Prozeßschritte behandelt er im Laufe seines Lebens:

- anfangs die Naturlehre und Landwirtschaft: das sind das Rohstoffreich und die natürlichen Ressourcen
- dann die Technologie und die Erfindungen: das sind der Produktions- und Verarbeitungsbereich und entsprechende Innovationen

⁴¹ Wendland, Göttingen und St. Petersburg (wie Anm. 38), S. 63 u. 65.

- und schließlich die Warenkunde, das ist Produkten- aber auch Rohstoffkunde, bezogen aufeinander und auf den Handel.“⁴²

Die Steigerung der Produktion als Voraussetzung der „Wohlfahrt“ und „Glückseligkeit“ aller Bürger des Staates hat als notwendige Voraussetzung die Eruierung der Schätze des Naturreiches, also die Erfassung aller Ressourcen, die Steigerung des „natürlichen Dargebotes“ durch neue Aufschlussverfahren, durch Verbesserung der Landwirtschaft, durch Zucht etc. Damit sind die aufklärerische Sicht der Gesellschaft, die Propagierung des wissenschaftlich-technischen Fortschrittes und eine verschärfte Naturausbeutung, ein qualitativ neuer „Zugriff auf das Naturreich“, als untrennbare Erscheinungen des späten 18. Jahrhunderts miteinander verbunden. Botanik, Geologie, Mineralogie, Physik und Chemie - die beiden letzteren auch in ihren praxisorientierten Erscheinungsformen zuerst als Technologie, später als mechanische und chemische Technologie - werden nicht zufällig als wissenschaftliche Disziplinen zu diesem Zeitpunkt gegründet oder blühen neu auf: Sie alle sind aus dem alten Wissenskanon heraus entwickelte neue Methoden und Instrumente des Zugriffs auf das Naturreich.⁴³

Im Schnittpunkt all dieser Bemühungen stehen - oft noch bevor sich die neuen Disziplinen herausbilden - „Querschnittszeitungen“ oder „Informationszeitungen“. Dies war auch wesentliches Thema eines workshops über „Landschaften agrarisch-ökonomischen Wissens. Regionale Fallstudien zu landwirtschaftlichen und gewerblichen Themen in

⁴² G. Bayerl, Der Zugriff auf das Naturreich. Technologie im 18. Jahrhundert, in: Müller/Troitzsch, Technologie (wie Anm. 8), S. 81-94, hier S. 88.

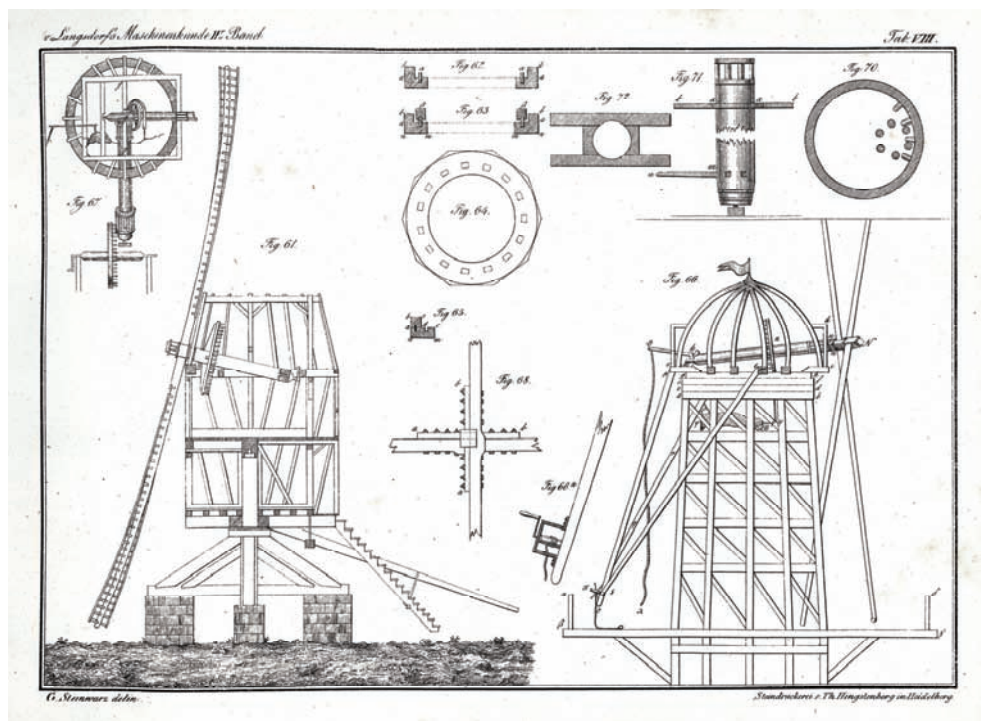
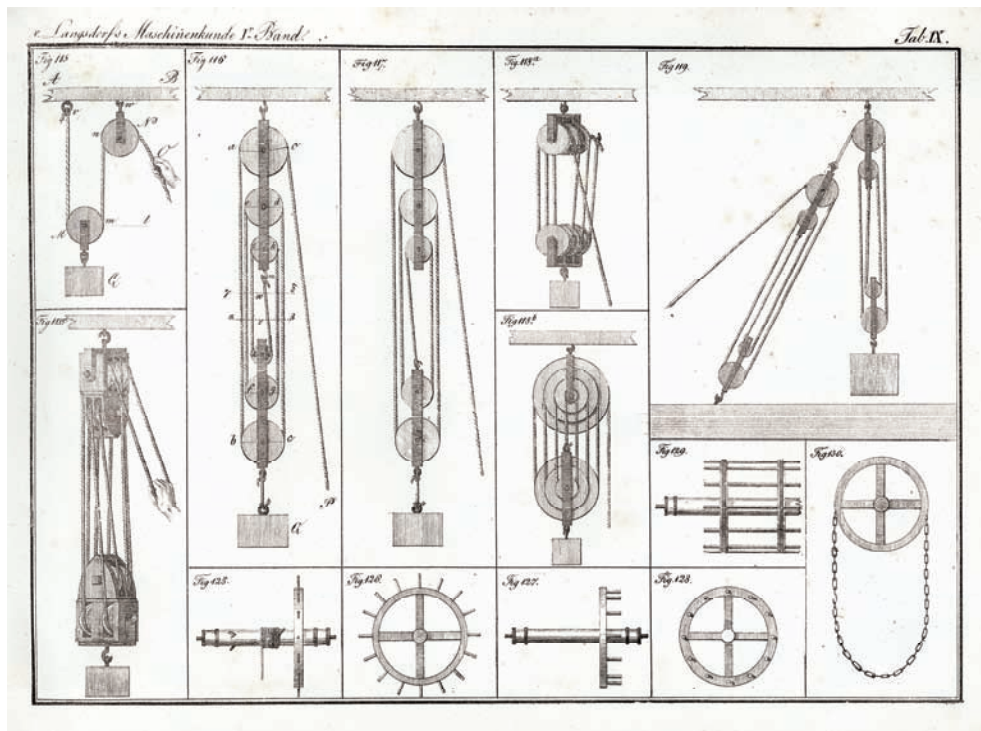
⁴³ Vgl. als umfängliche und spezifische Darstellungen dieses Zusammenhanges: T. Meyer, Natur, Technik und Wirtschaftswachstum, (wie Anm. 36); G. Bayerl, Prolegomenon der 'Großen Industrie'. Der technisch-ökonomische Blick auf die Natur im 18. Jahrhundert, in: Werner Abelshauser (Hg.), Umweltgeschichte. Umweltverträgliches Wirtschaften in historischer Perspektive, Göttingen 1994, S. 29-56; T. Meyer/M. Popplow, „To employ each of Nature's products in the most favorable way possible“ - Nature as a Commodity in Eighteenth-Century German Economic Discourse, in: Historical Social Research 29 (2004), No. 4, S. 4-40.

Zeitschriften und Sozietäten des 18. Jahrhunderts“ im Frühjahr dieses Jahres.⁴⁴ Dort wurde beim Austausch von Forschungsergebnissen aus diversen europäischen „Landschaften des Wissens“ gerade die Bedeutung der Zeitschriften und Netzwerke, aber auch der lokal-regionalen Wissensvernetzungen für den Austausch über die Möglichkeiten der verbesserten Ressourcennutzung und des verstärkten Zugriffs auf das Naturreich deutlich.

In dieser Hinsicht war Beckmann also kein einzigartiger, sondern eher ein typischer Vertreter dieses Bemühens. Durch die besondere Stellung Göttingens im europäischen Wissensnetzwerk des 18. Jahrhunderts allerdings wurde seine Wirkung verstärkt. Dies belegt die Beckmann-Forschung vielfältig. Deshalb ist es meines Erachtens nicht unbedingt der erfolgreiche Weg, die Beckmann-Forschung biographisch zu verengen: man sollte sie eher ausweiten auf die „Landschaften des Wissens“, auch die „Problem-Landschaften“ (Ausbeutung des Naturreiches). Denn hierdurch gewann die Technikgeschichte ihre gesellschaftliche Relevanz!

Die Anfänge der Technikgeschichte zu erforschen, ist noch Desiderat. Beckmann wird hier zentral bleiben. Er muss aber im zeitgenössischen Umfeld gesehen werden: Die Technikgeschichte entstand als „Gemeinschaftswerk des späten 18. Jahrhunderts.“

⁴⁴ Veranstaltet in Potsdam vom 22. - 24. April 2005 vom Forschungszentrum Europäische Aufklärung Potsdam DFG-Projekt „Preisfragen als Institution der Wissenschaftsgeschichte im Europa der Aufklärung“ (Leiterin: Dr. C. Buschmann) und dem Lehrstuhl Technikgeschichte der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, DFG-Projekt „Die Ökonomisierung der Natur im 18. Jahrhundert“ (Prof. Dr. G. Bayerl, Dr. M. Popplow), in Kooperation mit DFG-Graduiertenkolleg Interdisziplinäre Umweltgeschichte der Universität Göttingen (Dr. K. Hünemörder) und dem SNF-Projekt „Nützliche Wissenschaft. Naturaneignung und Politik: Die Ökonomische Gesellschaft Bern im europäischen Kontext (1750-1850)“ am Historischen Institut der Universität Bern (Dr. M. Stuber). Der Tagungsband ist im Erscheinen.



Helmut Lackner

Von der Geschichte der Technik zur Technikgeschichte: Die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts

Einleitung

Im Gegensatz zur Zeit nach 1945¹ fehlt für die Anfänge der Etablierung der Disziplin Technikgeschichte in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine zusammenfassende, kritische Bearbeitung. Wolfgang König lieferte einen Baustein² und Torsten Meyer und Sven Tetzlaff legten „in einem ersten Schritt“ (!) eine „überblicksartige Problemskizze“ vor.³ Der hier vorgelegte Abriss kann diese Lücke ebenfalls nicht schließen, wenngleich er sich auf die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts und auf Conrad Matschoß, sein Umfeld und die Anfänge der Ingenieurgeschichtsschreibung konzentriert.

Als Matschoß sich nach 1900 als Maschinenbauingenieur ganz der Geschichte der Technik zuwandte, berief er sich – abgesehen von den Vorläufern Johann Beckmann, Johann Heinrich Moriz Poppe und der Wiener polytechnischen Schule⁴ – auf wenige ältere Ingenieurkollegen, die in ihre Arbeit die Geschichte des Faches integriert hatten und der Technik als „Culturfactor“ gesellschaftliche Anerkennung zu geben versuchten. Neben Matschoß lieferten u.a. die beiden Außenseiter Hugo Theodor

¹ W. Weber, L. Engelskirchen, Streit um die Technikgeschichte in Deutschland 1945-1975, Münster 2000 (Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt 15).

² W. König, Auffassungen von den Aufgaben des Faches Technikgeschichte zwischen 1900 und 1945 in der Ingenieurwelt, in: Humanismus und Technik 29, 1986, S. 23-45.

³ T. Meyer, S. Tetzlaff, Zur Geschichte der deutschen Technikhistoriographie bis 1945. Eine Problemskizze, in: G. Bayerl, J. Beckmann (Hg.), Johann Beckmann (1739-1811). Beiträge zu Leben, Werk und Wirkung des Begründers der Allgemeinen Technologie, Münster 1999 (Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt Bd. 9), S. 275-286. Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 1), S. 21-51, stellen ihrer Arbeit einen quellenbasierten Exkurs zum „Erbe“ der Technikgeschichte vor 1945 voran.

⁴ Vgl. dazu den Beitrag von Günter Bayerl in diesem Band.

Horwitz und Franz Maria Feldhaus auf unterschiedliche Weise historische Beiträge, ebenso die Ingenieure Theodor und Ludwig Beck. Ihnen allen ist ein Interesse für Geschichte, eine gewisse Sammlerleidenschaft und ein literarisches Talent nicht abzusprechen. Nach 1900 bezogen auch Soziologen und Nationalökonominnen wie Ferdinand Tönnies und Werner Sombart sowie Historiker wie Karl Lamprecht und Franz Schnabel die Technik als Kategorie in ihre historischen Studien ein. Damit konnte man nach dem Zweiten Weltkrieg bereits auf einen ausgebreiteten Fächer an möglichen Ansätzen einer Geschichte der Technik zurückblicken.

Anfänge der Ingenieurgeschichtsschreibung

Beeinflusst von der französischen Tradition und der Beckmann'schen Technologie entstand 1815 in Wien eine der ältesten polytechnischen Schulen. Eine zweite Generation hier ausgebildeter Ingenieure ergänzte ihre Lehr- und Fachbücher im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts durch historische Rückblicke und legte erste Monographien zur „Geschichte der Technologie“ vor.⁵ So nannte Karl Karmarsch (1803-1876), der in Wien studiert hatte und seit 1831 in Hannover unterrichtete, sein historisches Hauptwerk, das auf Basis der allgemeinen Technologie von Beckmann, den „historischen Gang der Industrie“ und die Entwicklung der Technologie zur Wissenschaft seit 1750 beschreibt.⁶ Karmarsch' Kollege in Hannover, Moritz Rühlmann (1811-1896), ergänzte in seiner „Allgemeinen

⁵ K. Maue, Das technische Lehr- und Fachbuch im Maschinenbau des 19. Jahrhunderts, in: Technikgeschichte in Einzeldarstellungen 17 (1969), S. 165-186; H.-J. Braun, Methodenprobleme der Ingenieurwissenschaft, 1850 bis 1900, in: Technikgeschichte 44, 1977, Nr. 1, S. 1-18; G. Zweckbronner, Die Bedeutung der Technikgeschichte für die Ingenieurzerziehung um die Jahrhundertwende und heute, in: FERRUM. Nachrichten aus der Eisen-Bibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG, Schaffhausen 50 (1979), S. 18-24 und K. Maue: Technikgeschichte in ingenieurwissenschaftlichen Werken des 19. Jahrhunderts, in: Technikgeschichte 50, 1983, Nr. 4, S. 289-305.

⁶ K. Karmarsch, Geschichte der Technologie seit der Mitte des 18. Jahrhunderts, München 1872.

Maschinenlehre“ von 1875 jeden Abschnitt durch einen historischen Rückblick.⁷ Zehn Jahre später forderte Rühlmann „Vorträge über die Geschichte der technischen Wissenschaften“ und des Maschinenwesens an den Technischen Hochschulen ein, wodurch auf einen „der gewichtigsten Theile von Kulturgeschichte der civilisirten Menschheit“ hingewiesen werden könnte.⁸

Weit über diesen ingenieurwissenschaftlichen Ansatz hinaus ging Franz Reuleaux (1829-1905),⁹ der in Karlsruhe bei Ferdinand Redtenbacher Maschinenbau studiert hatte und zuerst am Gewerbeinstitut und seit 1879 an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg unterrichtete. Seine „Theoretische Kinematik“ von 1875 enthält einen „Blick auf die Entwicklungsgeschichte der Maschine“.¹⁰ Reuleaux wollte damit nicht „den Staub alter Pergament-Folianten aufwirbeln“, sondern versuchen „das Gesetz der stattgehabten Entwicklung“ und zugleich „die allgemeinen Beziehungen, in welchen die Maschine zum Menschen und zur menschlichen Thätigkeit im Ganzen steht“ beschreiben. In engerem Sinn ging es ihm um „die Verbindung zwischen der Maschinenwissenschaft und der Gesamtheit der übrigen Wissenschaften“ im Kontext einer von ihm kritisierten Spezialisierung.¹¹ Rund 15 Seiten widmete Reuleaux der

⁷ M. Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Braunschweig 1875, 5 Bände.

⁸ M. Rühlmann, Vorträge über Geschichte der Technischen Mechanik und der damit in Zusammenhang stehenden mathematischen Wissenschaften, Leipzig 1885. Neudruck Hildesheim 1979 (Documenta Technica. Darstellungen und Quellen zur Technikgeschichte. Reihe I: Darstellungen zur Technikgeschichte).

⁹ H.-J. Braun, W. Weber, Ingenieurwissenschaft und Gesellschaftspolitik. Das Wirken von Franz Reuleaux, in: R. Rürup (Hg), Wissenschaft und Gesellschaft. Beiträge zur Geschichte der Technischen Universität Berlin 1879-1979, Berlin 1979, Bd. 1, S. 285-300 und Ders., Technik als „Kulturhebel“ und „Kulturfaktor“. Zum Verhältnis von Technik und Kultur bei Franz Reuleaux, in: B. Dietz u.a. (Hg.), Technische Intelligenz und „Kulturfaktor Technik“, Münster 1996, S. 35-43 (= Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt Bd. 2).

¹⁰ F. Reuleaux, Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens, Braunschweig 1875, S. 195-242. Von Reuleaux auch: Kurzgefaßte Geschichte der Dampfmaschine, Braunschweig 1891.

¹¹ Reuleaux, Kinematik (wie Anm. 10), S. XIII f.

„Bedeutung der Maschine für die Gesellschaft“, wobei er Probleme wie Arbeitsteilung, Dequalifikation, Schnelligkeit, Konzentration in Fabriken und die „Arbeiterfrage“ ansprach. Für ihn war die Dampfmaschine „der Kernpunkt unserer heutigen Industrieentwicklung, der Quell ihrer Segenswirkung und zugleich der Keimpunkt ihrer Uebel.“¹² Auch wenn er die Situation nicht konsequent analysierte, wie etwa zeitgleich Karl Marx, so ging er mit seinen Anmerkungen doch weiter als die meisten seiner Kollegen, auch als später Conrad Matschoß. Darauf verweist ebenfalls sein Vortrag zu „Cultur und Technik“, in dem er fragte, „welche Stellung die Technik unserer Tage in der Gesamttätigkeit am Culturprobleme einnimmt.“¹³ Damit nahm Reuleaux eine Fragestellung vorweg, die in den nächsten Jahrzehnten an der Tagesordnung blieb, ohne sie zu beantworten.

Vornehmlich national und standespolitisch argumentierte Reuleaux' Gegenspieler in Berlin, der praktisch orientierte Alois Riedler in seinem Engagement um die gesellschaftliche Anerkennung der technischen Ausbildung, wenn er dabei die „geschichtliche und zukünftige Bedeutung der Technik“ ins Treffen führte.¹⁴

Theodor Beck, Conrad Matschoß und der Verein Deutscher Ingenieure

An einem offensichtlich von den Zeitgenossen wahrgenommenen Höhepunkt der industriellen Entwicklung – Friedrich Gottl-Ottlilienfeld sprach 1923 von der „modernen Großtechnik“,¹⁵ – manifestiert insbesondere in

¹² Reuleaux, Kinematik (wie Anm. 10), S. 514-530, hier S. 515 und 517.

¹³ F. Reuleaux, Cultur und Technik. Vortrag gehalten im Niederösterreichischen Gewerbevereine, Wien 1884, S. 4.

¹⁴ A. Riedler, Ueber die geschichtliche und zukünftige Bedeutung der Technik. Zwei Reden zur Feier der Jahrhundertwende und zum Geburtstagsfest Seiner Majestät des Kaisers am 9. und 26. Jänner 1900 in der Halle der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin, Berlin 1900.

¹⁵ F. Gottl-Ottlilienfeld, Wirtschaft und Technik (Grundriß der Sozialökonomik. II. Abteilung: Die natürlichen und technischen Beziehungen der Wirtschaft), Tübingen 1923, S. 56.

einem ausdifferenzierten Kraft- und Werkzeugmaschinenbau, im Eisenbahnbau, in der neueren chemischen und elektrotechnischen Industrie sowie in teilweise bereits absehbaren Entwicklungen im Straßenverkehr, in der Luftfahrt und in der Kommunikationstechnik, als man bereits auf ein Jahrhundert technischen Fortschritts zurückblicken konnte, begannen einzelne Naturwissenschaftler und Ingenieure um 1900 sich hauptberuflich mit der Geschichte ihrer Disziplin zu befassen. Diese Bewegung fand ihr erfolgreichstes Modell im Industrie- und Technikmuseum, vor allem nach der Gründung des Deutschen Museums 1903 durch den Elektrotechniker Oskar von Miller.

In diesem Kontext begann sich der VDI als bedeutendste und größte Standesorganisation der Techniker in den 1890er Jahren konkret der Geschichte der Technik zu besinnen und diese zur Hebung des Ansehens des Ingenieurstandes zu fördern. Noch vor dem bekannteren Conrad Matschoß unterstützte der VDI auf Anregung von Riedler die historischen Arbeiten des Privatdozenten an der TH-Darmstadt Theodor Beck (1839-1917).¹⁶ Beck hatte wie Reuleaux und Rühlmann bei Redtenbacher in Karlsruhe studiert¹⁷ und sein philologisches und maschinenbautechnisches Wissen für die Untersuchung von Maschinenbüchern der Antike und der

¹⁶ Dr.-Ing. e.h. Theodor Beck †, in: Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 61, 1917, Nr. 37, S. 772f. und F.M. Feldhaus, Theodor Beck †, in: Geschichtsblätter für Technik, Industrie und Gewerbe IV, 1917, S. 161f.; F. Meisel, Beck, Theodor, in: Deutsches Biographisches Jahrbuch. Überleitungsband II: 1917-1920, Berlin 1928, S. 18-21; C. Graf von Klinckowstroem, Theodor Beck, in: Neue Deutsche Biographie 1, 1952, S. 699f.; K.-H. Manegold, Vorwort zur Neuausgabe, in: Theodor Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaus (Documenta Technica. Darstellungen und Quellen zur Technikgeschichte. Reihe 1: Darstellungen zur Technikgeschichte), Hildesheim 1970, S. VI-X und R.J. Gleitsmann, Theodor Beck, in: U. Troitzsch, G. Wohlauf (Hg.), Technik-Geschichte. Historische Beiträge und neuere Ansätze, Frankfurt/Main 1980, S. 71-80.

¹⁷ Beck hatte sich nach 20jähriger Tätigkeit als Maschinenbau-Unternehmer 1888 an der TH-Darmstadt habilitiert und 1900 eine Professur erhalten. In Anerkennung seiner Arbeiten zur „Geschichte der Technik“ verlieh ihm die TH-Karlsruhe 1909 den Titel Dr.-Ing.e.h. Im selben Jahr ernannte ihn das Deutsche Museum zum Ausschuss-Mitglied auf Lebenszeit.

Frühen Neuzeit genutzt.¹⁸ Die 1899 vom VDI herausgegebenen „Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaus“ enthalten Analysen fünf antiker und 17 neuzeitlicher Autoren¹⁹ sowie einen Vortrag über James Watt, um „an einem klassischen Beispiele zu zeigen, was es mit dem Erfinden für eine Bewandnis hat, welche Rolle das Kapital bei den Fortschritten der Menschheit spielt...“ Becks Hauptverdienst besteht in der Wiederentdeckung und Erschließung der klassischen Maschinenbücher.²⁰ Sein für die Technikgeschichte nicht minder bedeutender, an den Bergakademien Freiberg und Leoben ausgebildeter Bruder Ludwig Beck, veröffentlichte 1884 bis 1903 das bis heute gültige fünfbandige Standardwerk „Geschichte des Eisens“.²¹

¹⁸ Beck publizierte seine Beiträge zuerst 1886 bis 1896 im „Civilingenieur“. Weitere Artikel in der VDI-Zeitschrift 1901 bis 1908, in der Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1900 bis 1903 und in den Beiträgen zur Geschichte der Technik und Industrie 1909 bis 1911.

¹⁹ Th. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, Berlin 1899. Reprografischer Nachdruck (wie Anm. 16). U.a. mit Beiträgen zu Heron d.Ä., Vitruv, Leonardo da Vinci, Biringuccio, Agricola, Besson, Ramelli, Zonca, Zeising, Fontana, De Caus. 2. Aufl. 1900 vermehrt um vier Beiträge: Branca, Strada, Mersenne, Harstörffer.

²⁰ Der Nachruf in der VDI-Zeitschrift (wie Anm. 16) beschreibt ihn als „wohlbekannt als Forscher auf dem Gebiete der Geschichte der Technik.“ „Beck war mit einer von den ersten, die erkannt hatten, daß eine »historische Vergangenheit« für das Ansehen eines Standes von außerordentlicher Wichtigkeit ist...“

²¹ L. Beck, Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung, Braunschweig 1884-1903, 5 Bde. Jeder der chronologisch gegliederten Bände enthält einen allgemeinen Teil zu den wissenschaftlichen und technischen Fortschritten sowie einen besonderen Teil nach Ländern gegliedert. Auf dieser beeindruckenden Basis verfasste 1924 der Chemiker und Eisenhütteningenieur Otto Johannsen (1882-1960) im Auftrag des Vereins deutscher Eisenhüttenleute eine einbändige Geschichte des Eisen.

Conrad Matschoß (1871-1942)²² hatte 1891 bis 1895 an der Technischen Hochschule Mannheim Maschinenbau studiert, nach kurzen Intermezzi in Unternehmen als Oberlehrer an der Königlichen Maschinenbauschule in Köln unterrichtet und in dieser Funktion eine „Geschichte der Dampfmaschine“ bei Springer, dem Hausverlag des VDI, veröffentlicht.²³ Bereits in diesem Frühwerk zur wohl wichtigsten Maschine der Industrialisierung formulierte der Dreißigjährige einige Grundsätze einer zukünftigen Geschichte der Technik: „...die Größe der Technik, ihre Leistungen und ihre Bedeutung für unsere gesamte Kultur klar zu legen, ist eine der Aufgaben, die die Geschichte der Technik zu erfüllen hat.“ Noch gab es seiner Meinung nach wenige einschlägige Beiträge, etwa jene von Theodor und Ludwig Beck, denn „die Technik ist noch nicht Gegenstand der zünftigen Geschichtsschreibung“. Aber „wenn es neben den zahlreichen Literatur- und Kunstgeschichten auch eine Technikgeschichte – wie ungewohnt klingt sogar das Wort uns noch – geben wird, dann werden auch die Verfasser unserer Welt- und Kulturgeschichten an den großen Thaten der Ingenieure nicht mehr wie bisher stillschweigend vorbei oder mit einigen Zeilen darüber hinweggehen können. Ja es wird dann auch die Zeit kommen, wo in den Museen nicht nur die Werkzeuge der Stein- und Eisenzeit, sondern auch die geschichtlich denkwürdigen Erzeugnisse des Maschinenzeitalters Platz finden werden.“ Denn, so Matschoß weiter kritisch, „unsere Geschichtsschreiber haben zu viel von Kriegen und

²² A. Bihl, Conrad Matschoß†, in: Mitteilungen zur Geschichte der Medizin der Naturwissenschaften und der Technik 40, 1941/42, Heft 3/4, S. 193-199; H. Ude, Conrad Matschoß. Ein Leben für die Technik und ihre Geschichte (Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte 14.3), Berlin 1942; F. Haßler, Conrad Matschoß' Weg zur Technikgeschichte, in: Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften 42, 1950, S. 16-26; W. Treue, Conrad Matschoß 100 Jahre, in: Technikgeschichte 38, 1981, S. 87-92 und G. Wohlauf, Conrad Matschoß, in: Troitzsch, Wohlauf (Hg.), Technik-Geschichte (wie Anm. 16), S. 81-91.

²³ C. Matschoß, Geschichte der Dampfmaschine. Ihre kulturelle Bedeutung, technische Entwicklung und ihre großen Männer, Berlin 1901.

Helden, von Königen und Kaisern, von hoher Staatspolitik und Allenfalls von Künsten und Wissenschaften zu berichten...“²⁴

Zwar hatte Matschoß mit diesem Erstlingswerk nicht die Vorgaben des vom VDI ausgeschriebenen Preises für eine Geschichte der Dampfmaschine erfüllt, aber er wagte nun, an den Verein mit der Bitte um Unterstützung heranzutreten. Die Zeit dafür war reif, der VDI nahm sein Angebot an und förderte ab nun den jungen Ingenieur, der damit die sein weiteres Leben bestimmende systematische und – zumindest anfänglich – quellenbasierte technikgeschichtliche Arbeit aufnehmen konnte.²⁵ 1904 ermöglichte ihm der VDI die Freistellung vom Schuldienst und beschäftigte ihn zwei Jahre später als Beamten, nach einer erfolglosen Bewerbung am Deutschen Museum.²⁶ Danach ging es Schlag auf Schlag: 1908 erschien die zweibändige „Entwicklung der Dampfmaschine“,²⁷ ein bis heute – bezogen auf die Technik, nicht auf die allgemeine Einschätzung²⁸ – gültiges Standardwerk der Ingenieurgeschichtsschreibung,

²⁴ Matschoß, Geschichte (wie Anm. 23), Vorwort.

²⁵ W. König, Die Ingenieure und der VDI als Großverein in der wilhelminischen Gesellschaft 1900 bis 1918, in: Technik, Ingenieure und Gesellschaft. Geschichte des Vereins Deutscher Ingenieure 1856-1981, Düsseldorf 1981, S. 235-287.

²⁶ M. Osietzki, Die Gründungsgeschichte des Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaften und der Technik in München 1903-1906, in: Technikgeschichte 52, 1985, Nr. 1, S. 49-75, hier S. 66. Als etablierter VDI-Direktor erhielt Matschoß später unterschiedliche Funktionen im Deutschen Museum: Seit 1929 gab er mit Zenneck die „Abhandlungen und Berichte“ heraus, saß seit 1932 mit Hugo Bruckmann und Jonathan Zenneck im Vorstand und betreute den von ihm mitkonzipierten Ehrensaal. Vgl. W. Füßl u.a, Forschung, Bibliothek und Archiv. Der Wissenschaftsstandort Deutsches Museum, in: W. Füßl, H. Trischler (Hg.), Geschichte des Deutschen Museums. Akteure, Artefakte, Ausstellungen, München 2003, S. 323-361.

²⁷ C. Matschoß, Die Entwicklung der Dampfmaschine. Eine Geschichte der ortsfesten Dampfmaschine und der Lokomobile, der Schiffsmaschine und der Lokomotive, Berlin 1908, 2 Bde. Vgl. W. König, Der Technikhistoriker Conrad Matschoß und seine „Entwicklung der Dampfmaschine“, in: Matschoß, Entwicklung, Reprint der Ausgabe Berlin 1908 (Klassiker der Technik), Düsseldorf 1997, S. X-XV.

²⁸ Bekanntlich widmet Matschoß bescheidene sieben Seiten den „sozialen Wirkungen der Dampfmaschine“, Bd. 1, S. 271-277.

1909 erhielt er einen Lehrauftrag für „Geschichte der Maschinentechnik“ an der TH Berlin-Charlottenburg,²⁹ 1912 eine Honorarprofessur, wurde 1913 stellv. Direktor und 1916 Direktor des VDI. Seit 1909 erschien im Auftrag des Vereins und herausgegeben von Matschoß die Zeitschrift „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Jahrbuch des Vereins deutscher Ingenieure“.³⁰ Im Vorwort des ersten Jahrgangs dieses rasch zum zentralen Organ der Ingenieurgeschichtsschreibung avancierten Periodikums finden sich Anmerkungen zum Programm der neuen Disziplin:

„Die Technik hat unserer Zeit ihr Gepräge gegeben. Aus dem Leben der Kulturvölker lassen sich die Meisterwerke der großen Ingenieure nicht mehr hinwegdenken... [und] das Zeitalter der Technik hat gewaltige soziale Verschiebungen heraufbeschworen.“ Und daraus abgeleitet: „Wenn diese allgemeine Bedeutung der Technik für unser gesamtes Kulturleben Tatsache ist, so wird sie auch in immer gesteigertem Maße die Grundlage unserer allgemeinen Bildung beeinflussen müssen.“³¹

Im Jahre 1913, Matschoß hatte das Fundament seiner Karriere als Historiker der Technik gelegt, schickte ihn der VDI mit dem Auftrag einer

²⁹ Ab 1913 las Matschoß „Geschichte der Technik“. Vgl. König, Auffassungen (wie Anm. 2), S. 31.

³⁰ Die Jahrgänge 22 (1933) bis 30 (1941) erschienen mit dem Zusatz „Technikgeschichte“. Mit diesem Titel erscheint diese wichtigste deutschsprachige Zeitschrift des Faches wieder seit 1965.

In dieser Aufbruchphase erschienen an weiteren Zeitschriften die Monatsschrift des VD „Technik und Wirtschaft“ seit 1908 (u.a. mit Beiträgen von Matschoß), die Zeitschrift des Verbandes Deutscher Diplom-Ingenieure seit 1910, seit 1922 mit dem Haupttitel „Technik und Kultur“ (u.a. mit Beiträgen von Horwitz und Klinkowstroem), die von Karl Sudhoff begründeten „Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften“ seit 1902 als Gesellschaftsorgan und dann die eigentlichen historisch-wissenschaftlichen Organe dieser Gesellschaft, das „Archiv für die Geschichte der Medizin“ seit 1908 bzw. das „Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik“ seit 1910 sowie das Konkurrenzperiodikum zu Matschoß’ „Beiträgen“, die von Klinkowstroem und Feldhaus begründeten „Geschichtsblätter“ von 1914 bis 1927.

³¹ Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Jahrbuch des Vereins deutscher Ingenieure 1, 1909, Vorwort.

Bestandserhebung des technischen Schulwesens auf eine dreimonatige Studienreise in die USA.³² Matschoß liefert ein differenziertes Bild der technischen Ausbildung in den USA im Vergleich mit Deutschland, erwähnt jedoch nicht die aktuelle Diskussion über Frederick W. Taylor, Henry Ford oder die Schlachthofindustrie in Chicago.³³ Zusammenfassend nutzt Matschoß seinen Reisebericht zu einem Plädoyer für die über die technische Bildung hinausgehende Formung der „Charaktereigenschaften“ und „Persönlichkeitswerte“ der „großen Männer“ der Technik, die im Deutschen Museum – dem die USA noch nichts gleichwertiges entgegenzusetzen hatte – eine würdige Heimstätte gefunden hätten.³⁴

In den 1920er und 1930er Jahren legte Matschoß mit Unterstützung des VDI die organisatorischen und inhaltlichen Grundlagen einer Geschichte der Technik aus der Perspektive des Ingenieurs. Mit Hilfe zahlreicher Mitarbeiter, u.a. Friedrich Haßler, Otto Mahr, Adolf Bihl und Irene Witte, erschienen zahlreiche Publikationen, die ein breites Themenspektrum absteckten. Ein immer wiederkehrender Topos sind die „großen Männer“ der Technik und ihre Taten. Das taucht bereits im Titel des ersten Dampfmaschinen-Buches auf, zieht sich durch zahlreiche biographische Arbeiten³⁵ und kulminiert in zwei, lange für eine auf Personen fokussierte

³² C. Matschoss, Die geistigen Mittel des technischen Fortschritts in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, in: Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 57, 1913, Nr. 39, S. 1529-1536, Nr. 40, S. 1570-1576, Nr. 41, S. 1609-1615, Nr. 42, S. 1651-1654, Nr. 43, S. 1696-1698 und Ders.: Die geistigen Mittel des technischen Fortschritts in den Vereinigten Staaten von Amerika (Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens 148/149), Berlin 1914.

³³ Matschoß besuchte u.a. Westinghouse in Pittsburg, General Electric in West Lynn und Schenectady, Browne & Sharpe in Providence, International Harvester und die Gary Stahlwerke in Chicago.

³⁴ Matschoß, Mittel (wie Anm. 32), S. 1698.

³⁵ C. Matschoß, Friedrich der Große als Beförderer des Gewerbefleißes, Berlin 1912; Ders., Preußens Gewerbeförderung und ihre großen Männer, Berlin 1921; Ders., Werner Siemens. Ein kurzgefaßtes Lebensbild nebst einer Auswahl seiner Briefe, Berlin 1916, 2 Bde.; Ders., Robert Bosch und sein Werk, Berlin 1931 sowie die kleineren Arbeiten in den Abhandlungen und Berichten des Deutschen Museums:

Historiographie einflussreichen Sammelbänden über „Männer der Technik“³⁶ und „Große Ingenieure“.³⁷ In der während der Wirtschaftskrise 1931 erschienenen Biographie von Robert Bosch ließ Matschoß erkennen, was er sich von den „großen Männern“ erwartete:

„Schwere Sorgen lasten auf Deutschlands Industrie. Die Sehnsucht nach großen schaffenden Männern ist stärker denn je.“³⁸

Auf die Geschichte der „großen Männer“ folgt in diesem Konzept logisch die Firmen- oder Unternehmensgeschichte mit teilweise aufwendig ausgestatteten großformatigen Bänden,³⁹ denn, „im Reich der Technik zählen die Taten und nicht die Worte“⁴⁰ bzw. die Ideen. Einen „Baustein“ in dieser Serie von ebenfalls richtungsweisenden Publikationen, die einerseits die technischen Produktionseinrichtungen und andererseits die Fabrikorganisation und sozialen Einrichtungen in Text und Bild darstellen,

Gottlieb Daimler 6, 1934, Heft 1; Max Eyth 8, 1936, Heft 2; Friedrich der Große 8, 1936, Heft 3; Julius Robert Mayer 11, 1936, Heft 4; Ernst Alban 12, 1940, Heft 6.

³⁶ C. Matschoß, Männer der Technik. Ein biographisches Handbuch, Berlin 1925. Reprint Düsseldorf 1985 (Klassiker der Technik). Gewidmet Oskar von Miller, der das Deutsche Museum „zu einem Denkmal der großen Männer der Technik werden ließ“, denn „die Männer der Technik hat der Ruhm noch nie verwöhnt.“ Mit insgesamt 850 Biographien.

³⁷ C. Matschoß, Große Ingenieure. Lebensbeschreibungen aus der Geschichte der Technik, München 1937. U.a. Oskar von Miller, S. 313-325 (engl. Übersetzung London 1939).

³⁸ Matschoß, Bosch (wie Anm. 35), Vorwort.

³⁹ C. Matschoß, Geschichte der Gebrüder Sulzer Winterthur und Ludwigshafen a. Rh., Berlin 1910; Ders., Die Maschinenfabrik R. Wolf Magedburg-Buckau 1862-1912, Magdeburg 1912 (mit Kunstblättern von O. Kampf); Ders., Geschichte der Gasmotoren-Fabrik-Deutz, Berlin 1921 (mit Abbildungen von Otto Bollhagen); Ders., August Thyssen und sein Werk, Berlin 1921; Ders., 1872-1922 Donnersmarckhütte, Berlin 1923; Osnabrücker Kupfer- und Drahtwerk 1873-1922, Berlin 1923 und Ders., Vom Werden der Wanderer-Werke, Berlin 1935 (mit Fotos von Paul Wolff).

⁴⁰ Matschoß, Entwicklung (wie Anm. 27), S. VIII.

widmete Matschoß am Beispiel der mechanischen Werkstätte in Wetter an der Ruhr einem Jahrhundert deutscher Maschinenbau.⁴¹

Ein drittes Feld eröffnete Matschoß in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Museum und dem Deutschen Bund Heimatschutz ebenso geschichtswirksam mit dem Blick auf die vor Ort erhaltenen Objekte der handwerklichen und industriellen Produktion. Der Schwerpunkt lag in der ersten, 1932 im Auftrag der 1926 gegründeten Agricola-Gesellschaft erschienenen Publikation „Technische Kulturdenkmale“ noch auf vorindustrieller, handwerklicher Technik.⁴² Hier wird der Technik und ihren Denkmälern ein „kultureller Wert“, „der Wert des Bodenständigen“ zugeschrieben. In der Einleitung begründen die Herausgeber Matschoß und Werner Lindner ihr Anliegen:

„Die Entwicklung im 19. Jahrhundert ging mit solcher Geschwindigkeit vor sich, daß es dem menschlichen Empfinden nicht gelang, alle diese neuen Schöpfungen in den Kreis des kulturellen Lebens mit einzufügen.“

Aber „auch die Werke der Technik haben ihre kulturellen Werte, die man begreifen lernt, wenn man sich die Unsumme menschlicher Arbeit, die notwendig war, um sie entstehen zu lassen, vergegenwärtigt...“ Die Protagonisten beriefen sich auf das Freilichtmuseum Skansen in Stockholm, begründeten mit ihrer Initiative aber eine eigenständige Tradition, die nach 1945 mit dem Freilichtmuseum in Hagen sowie der

⁴¹ C. Matschoß, Ein Jahrhundert deutscher Maschinenbau. Von der mechanischen Werkstätte zur deutschen Maschinenfabrik 1819-1919, Berlin 1919 (mit Holzschnitten von Theodor Schultze-Jasmer).

⁴² Technische Kulturdenkmale. Im Auftrag der Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum herausgegeben von C. Matschoß und W. Lindner, München 1932. Faksimile-Ausgabe Düsseldorf 1984 (Klassiker der Technik). Matschoß fungierte seit der Gründung 1926 als Geschäftsführer der Agricola-Gesellschaft.

Verankerung einer Industriedenkmalpflege und Industriearchäologie Erfolge verbuchen konnte.⁴³

Matschoß vertrat das (später so genannte) Fach Technikgeschichte erstmals 1909 an einer Technischen Hochschule, institutionalisierte es dort 1935 durch die Einrichtung eines bescheidenen Seminars mit Otto Mahr als Assistenten und hinterließ mit der „Entwicklung der Dampfmaschine“ ein auf Quellen basiertes Standardwerk, zahlreiche schulbildende Publikationen zur Geschichte „großer Männer“, „großer“ Firmen und zu technischen Kulturdenkmalen, jedoch keine theoretischen und programmatischen Schriften. Wolfgang König unternahm trotzdem den Versuch, prägende Leitbilder aus seinen Publikationen herauszufiltern: seine Vorstellungen von Technik umfassen alle Zeiten, gründeten sich in der Herrschaft über die Natur, sind von gesellschaftlichen Bedürfnissen geleitet, von Gesetzen deterministisch bestimmt, insgesamt positiv wertend und von Männern als handelnde Personen dominiert.⁴⁴

1940 fasste Matschoß in einem Rückblick das Erreichte zusammen und verwies auf die Ur- und Frühgeschichte, die Firmengeschichte, die Einrichtung von Werksarchiven und Werksmuseen, die Biographien großer Männer, die Eröffnung technischer Museen und nicht zuletzt auf das 1931 am Wiener Technischen Museum eingerichtete Forschungsinstitut für Technikgeschichte.⁴⁵ Parallel dazu war Matschoß 1930 die Gründung der „Fachgruppe für Geschichte der Technik“ innerhalb des VDI gelungen.⁴⁶

⁴³ W. König, Zur Geschichte der Erhaltung technischer Kulturdenkmale in Deutschland, in: Technische Kulturdenkmale, Faksimile-Ausgabe (wie Anm. 42), S. XXIII-XXVII.

⁴⁴ W. König, Programmatik, Theorie und Methodologie der Technikgeschichte bei Conrad Matschoß, in: Technikgeschichte 50, 1983, S. 306-336.

⁴⁵ C. Matschoß, Die neuere Entwicklung der deutschen Technikgeschichte, in: Forschungen und Fortschritte. Nachrichtenblatt der Deutschen Wissenschaft und Technik. Organ des Reichsforschungsrates 16, 1940, Nr. 7/8, S. 73-75.

⁴⁶ VDI-Nachrichten 10, 1930, Nr. 39, 24. September, S. 2.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich das Bemühen um eine Positionierung der Technik im kulturellen Kanon des Bildungsbürgertums wie ein roter Faden durch sein Werk zieht. Wenn auch aus unterschiedlichen Motiven, so fand die Forderung nach Anerkennung des Kulturwerts der Technik und einer geistesgeschichtlich beeinflussten Kulturgeschichtsschreibung unter Ingenieuren und Naturwissenschaftlern eine breite Zustimmung.⁴⁷ In den Begründungen zum Ausbau des technikgeschichtlichen Seminars zitierte Matschoß 1938 als zentrales Argument die Brückenkopffunktion der Technikgeschichte zwischen Geisteswissenschaften und Technik.⁴⁸ In diesem Bemühen um eine Versöhnung zwischen „enger“ und „weiter“ Technikgeschichte, zwischen den „zwei Kulturen“,⁴⁹ hatte Matschoß Kontakt zum Historiker Karl Lamprecht und zum Nationalökonom Werner Sombart gesucht.

Außenseiter der Ingenieurgeschichtsschreibung: Feldhaus, Horwitz u.a.

Als 1904/08 der Naturwissenschaftler und Unternehmer Ludwig Darmstaedter (1846-1927) als Ergebnis einer Sammlung zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik zwei, nach Jahren gegliederte lexikalische Handbücher veröffentlichte,⁵⁰ entzündete sich am

⁴⁷ C. Weihe, Der Kulturwert der Technik, in: Technik und Wirtschaft 11 (1918), 9. Heft, S. 329-339. Matschoß' Konkurrent Weihe war 1919-1945 Honorarprofessor für Geschichte und Kultur der Technik an der TH-Dresden und 1920-1928 Schriftleiter der Zeitschrift „Technik und Kultur“. In diesem Kontext ist auch der von Matschoß geförderte Physiker Hans Schimank (1888-1979) zu nennen oder der Schnabel-Schüler Gustav Goldbeck (1861-1940). Vgl. G. Goldbeck, Technik als geistige Bewegung in den Anfängen des deutschen Industriestaates (Schriftenreihe der Fachgruppe für Geschichte der Technik beim Verein Deutscher Ingenieure), Berlin 1934.

⁴⁸ König, Auffassungen (wie Anm. 2), S. 33.

⁴⁹ C.P. Snow, Die zwei Kulturen. Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz, Stuttgart 1967.

⁵⁰ L. Darmstaedter, 4000 Jahre Pionier-Arbeit in den exakten Wissenschaften, Berlin 1904. 2. Auflage unter dem Titel: Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften

ausgebreiteten Material ein Konflikt, ausgelöst durch den gleichzeitig mit dem Sammeln von Daten befassten Franz Maria Feldhaus (1874-1957).⁵¹ Dieser die inhaltlichen Diskussionen überlagernde Kleinkrieg eitler Männer bestimmte später das Verhältnis zwischen Feldhaus und Matschoß. Die Aktivitäten von Matschoß und dem VDI auf dem Gebiet der auch finanziell einträglichen Firmengeschichte beschnitten Feldhaus die finanzielle Basis. Das ist eine der Erklärungen für den lebenslangen Kampf der beiden,⁵² für die „Matschoß-Feldhaus-Kontroverse“.⁵³ Der Konflikt eskalierte nach dem Erscheinen des Bandes „Männer der Technik“. Nachdem Matschoß und der VDI auf die von Feldhaus erhobenen Vorwürfe nicht reagierten, ging dieser an die Öffentlichkeit.⁵⁴ Allerdings hatte Matschoß mit dem VDI im Hintergrund die besseren Karten und das professionellere Umfeld.⁵⁵

und Technik, Berlin 1908. Insgesamt 13.000 Einträge von 3500 v.Chr. bis in die Gegenwart.

⁵¹ H.-E. Lessing, Franz Maria Feldhaus. Kann man von Technikgeschichte leben?, in: P. Blum (Hg.), Pioniere aus Technik und Wirtschaft in Heidelberg, Aachen 2000, S. 80-91; M. Popplow, Franz Maria Feldhaus - Die Weltgeschichte der Technik auf Karteikarten, in: A. te Heesen (Hg.), cut and paste um 1900. Der Zeitungsausschnitt in den Wissenschaften (Kaleidoskopien, Heft 4), Berlin 2002, S. 100-114 und M. Krajewski, Der Privatregistrator. Franz Maria Feldhaus und seine Geschichte der Technik, in: S. Spieker (Hg.): Bürokratische Leidenschaften. Kultur- und Mediengeschichte im Archiv (copyrights 13), Berlin 2004, S. 295-318.

⁵² Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 1), S. 30.

⁵³ W. König, Männer machen Technikgeschichte. Die „Matschoß-Feldhaus-Kontroverse“ als Exempel früher Technikgeschichte zwischen Wissenschaft, Kommerz und Rivalität, in: C. Matschoß, Männer (wie Anm. 36), S. V-XIII.

⁵⁴ F.M. Feldhaus, Offener Brief an Herrn Dr.-Ing. ehr. Conrad Matschoß..., Eberswalde 1925.

⁵⁵ H. Schimank geht im Nachruf in den VDI-Nachrichten 11, 1957, Nr. 13, S. 15 nach einer durchaus positiven Würdigung auch auf den historischen Konflikt ein und spricht von „einer Art manischem Haß gegen Matschoß“. Feldhaus' Stärke habe „nicht in der geschichtlichen Synthese, sondern im Sammeln“ gelegen.

Feldhaus, „ein Mensch besonderer Prägung“,⁵⁶ begann als Autodidakt,⁵⁷ angeregt von Max von Eyth und Theodor Beck, dessen Nachlass er 1917 erbt, um 1900 mit der Anlage umfangreicher Karteien, den „Quellenforschungen zur Geschichte der Technik und Industrie“ (1909), die er seit 1919 als GmbH und seit 1927 als „Geschichte der Technik, e.V.“ im Spannungsfeld zwischen kommerziellem Betrieb und wissenschaftlichem Anspruch führte. Die Sammlung bestand im Kern aus den „Akten“ (Schriftwechsel, Fragebögen, Sonderdrucke) in 70 Ordnern, der Sach-, Personen- und Jahreskartei mit über 100.000 Karten zu deren Erschließung, einer Bildersammlung und Bibliothek.⁵⁸ Auf dieser Fakten-Basis entwickelte Feldhaus den Ehrgeiz eines Vielschreibers, ohne je den großen Wurf einer geplanten sechsbändigen Technikgeschichte zu schaffen. Nach Erfindungsgeschichten⁵⁹ erschien 1914 das Handbuch „Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker“.⁶⁰ Dem Angriff, nur „Bausteine“ vorzulegen, trat Feldhaus entschieden entgegen:

⁵⁶ W. Kothe, Franz Maria Feldhaus†, in: Der Archivar 11, 1957, S. 79-81, hier S. 79.

⁵⁷ Feldhaus hatte seine Studien an den Technischen Hochschulen Zürich und Darmstadt nicht abgeschlossen und danach kurz als Elektroingenieur gearbeitet. Als selbsternannter Ingenieur verfügte Feldhaus also weder über eine abgeschlossene technische noch historische Ausbildung. Moralische Unterstützung erhielt Feldhaus durch die Verleihung des Dr.Ing.e.h. der TH-Aachen, ein Ehrentitel, der ihm 1936 wieder entzogen wurde. Auch das ist ein Hinweis auf die widersprüchliche Einschätzung der Person Feldhaus.

⁵⁸ W. Kohte, Technikgeschichtliche Quellenerschließung im „Feldhaus-Archiv“, in: Der Archivar 9, 1956, S. 206-210. Akten und Zettelkataloge befinden sich heute im Deutschen Technikmuseum Berlin, die Bibliothek in der UB-Kassel.

⁵⁹ F.M. Feldhaus, Deutsche Erfinder. Bilder aus der Vergangenheit heimatlicher Handwerke und Industrien, München 1908; Ders., Buch der Erfindungen. Unterhaltende Belehrungen aus der Geschichte der Technik, Berlin 1908 (gewidmet Theodor Beck) und Ders., Ruhmesblätter der Technik von den Urerfindungen bis zur Gegenwart. Leipzig 1910.

⁶⁰ F.M. Feldhaus, Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker. Ein Handbuch für Archäologen und Historiker, Museen und Sammler, Kunsthändler und Antiquare, Leipzig, Berlin 1914. 2. Auflage München 1965. Alphabetisch von „Abacus“ bis „Zwirn“.

„Meine ganz am kleinen Gegenstand hängenden und vom Kleinen zum Großen nur vorsichtig fortschreitenden Forschungen sind nicht nur von Spezialisten als Kritikern, sondern auch von andern manchmal falsch beurteilt worden. Ich betone aber trotzdem immer wieder, daß ich die Kleinarbeit für die Grundbedingung aller Geschichte der Technik halte.“⁶¹

Charakteristisch für diese Einstellung sind seine in den 1920er Jahren veröffentlichten „Tage der Technik“⁶² und auch die mit seinem Förderer Carl Graf Klinckowstroem (1884-1969)⁶³ 1914 erfolgte Gründung der Zeitschrift „Geschichtsblätter für Technik, Industrie und Gewerbe“, die er bis 1927 finanzieren konnte. Im letzten Jahrgang bemerkte er resignierend und durchaus selbstkritisch:

„Es hätte in den seitdem vergangenen 24 Jahren in Deutschland weit mehr in unserem Fach geleistet werden können.“⁶⁴

Das trifft auch auf die 1928 erschienene zweibändige „Kulturgeschichte der Technik“ zu, einem Sammelurium weder chronologisch noch alphabetisch geordneter Bemerkungen zu Erfindungen und Erfinder.⁶⁵ Eingeladen, für den Sammelband „Wissen ist Macht“ das Kapitel zur Technik zu schreiben, entschloss sich Feldhaus zur Zweiteilung in einen chronologischen und einen sachlichen Abschnitt. Letzterer fasste unter den Begriffen Zeit, Kraft, Sprache, Nachricht, Verkehr und Kampf die wichtigsten Erfindungen bis

⁶¹ Feldhaus, Technik (wie Anm. 60), S. VII.

⁶² F.M. Feldhaus, Tage der Technik. Illustrierter technisch-historischer Abreiß-Kalender, München, Berlin 1(1922) bis 9 (1930). Jg. 1-2 unter dem Titel „Tage der Kultur“, Jg. 7 (1928) verfasst im Auftrag des Vereins „Geschichte der Technik e.V.“, Jg. 9 (1930) herausgegeben von seinem Sohn Gilbert W. Feldhaus. Tageweise bebildertes Verzeichnis technischer Ereignisse und Gedenktage seit dem Mittelalter, mit Schwerpunkt 19. Jahrhundert.

⁶³ V. Husberg, Technikgeschichte als Kulturgeschichte: Carl Graf von Klinckowstroem, in: Technische Intelligenz (wie Anm. 9), S. 133-154.

⁶⁴ Geschichtsblätter für Technik, Industrie und Gewerbe 11, 1927, Heft 1, S. 2.

⁶⁵ F.M. Feldhaus, Kulturgeschichte der Technik I/II (Mathematisch-naturwissenschaftlich-technische Bücherei 20/21), Berlin 1928. Reprographischer Nachdruck Hildesheim 1976.

zur Gegenwart zusammen.⁶⁶ Wenn auch zeitlich nur bis zum Mittelalter reichend, erreichte Feldhaus 1931 mit der Monographie „Die Technik der Antike und des Mittelalters“ den Höhepunkt seines literarischen Schaffens, einerseits durch den großen historischen Überblick von der Urzeit, über den Orient und die Antike bis zum Mittelalter und andererseits durch die Aufteilung des Stoffes in größere Kapitel.⁶⁷

Eine Ausnahmeerscheinung anderer Art blieb der studierte Maschinenbauingenieur Hugo Theodor Horwitz (1882-1941),⁶⁸ der sich – auf Reuleaux berufend – gegen eine „registrierende und referierende“ Technikgeschichte und für die Suche nach Entwicklungsgesetzen der Technik engagierte und dabei auch für eine Übernahme der vom Historiker Karl Lamprecht vertretenen genetischen Geschichtsauffassung plädierte:

⁶⁶ F.M. Feldhaus und K. Koll, Die Technik, ihr Werden und Wirken, in: Wissen ist Macht. Ein Handbuch des Wissens unserer Zeit und der Kulturfortschritte der Menschheit. Hg. von Arthur Krause, Band 3, Nordhausen 1930, S. 165-360.

⁶⁷ F.M. Feldhaus, Die Technik der Antike und des Mittelalters (Museum der Weltgeschichte. Hg. von Paul Herre), Potsdam 1931. Nachdruck Hildesheim, New York 1971 (Documenta Technica. Darstellungen und Quellen zur Technikgeschichte. Reihe I: Darstellungen zur Technikgeschichte). 2. Nachdruckauflage 1985. U.a. bezieht sich Feldhaus auf Darmstaedter „(fehlerhaft)“, Neudeck „(unzulängliche Arbeit)“, Matschoß, Männer der Technik „(sehr fehlerhaft)“, die Beiträge „(in den letzten Jahren nicht frei von Fehlern)“. Danach erschien noch: Männer deutscher Tat, München 1934 (mit einer Widmung an Robert Ley). An diesen Erfolg versuchte Feldhaus nach dem Zweiten Weltkrieg nochmals vergeblich anzuknüpfen: Die Maschine im Leben der Völker. Ein Überblick von der Urzeit bis zur Renaissance, Basel 1954.

⁶⁸ U. Troitzsch, H.Th. Horwitz – ein fast vergessener Theoretiker der Technikgeschichte, in: Technikgeschichte 50, 1983, Nr. 4, S. 337-358. Ulrich Troitzsch und Thomas Brandstetter bereiten – auf der Basis seines Nachlasses im Technischen Museum Wien – für 2007 einen Sammelband zu Horwitz vor. Horwitz hatte in Wien und Berlin Maschinenbau studiert, lebte seit dem Ersten Weltkrieg in Wien und bewarb sich 1920 erfolglos im Deutschen Museum. Als Jude durfte er nach 1933/34 nicht mehr publizieren und wurde am 28.11.1941 deportiert. Namentliche Erfassung der österreichischen Holocaust-Opfer: www.doew.at (15.05.2006).

„Es wirkt vollkommen unwissenschaftlich und fast dilettantisch, wenn manche Techniker meinen, daß die bloße chronologische Aufzählung einiger Entwicklungstypen und ihre Beschreibung allein schon das bildet, was man unter 'Geschichte der Technik' zu verstehen hat.“⁶⁹

Ein Beispiel für die Entdeckung gesetzmäßiger Entwicklungen war für ihn die von Reuleaux und Lamprecht erwähnte Geschichte der Drehbewegung.⁷⁰ Trotz seiner Opposition zu Feldhaus' Methode des Sammelns veröffentlichte Horwitz auch in dessen „Geschichtsblättern“.⁷¹

Ende der 1920er Jahre plädierte auch der Chemiker und Nobelpreisträger Wilhelm Ostwald in einem Leitartikel in der VDI-Zeitschrift für eine Technikgeschichte als Gesetzeswissenschaft. Ostwald vertrat eine Extremposition, die als Wissenschaft nur Gesetzeswissen anerkannte.⁷² Von der Philosophie und der chemischen Technologie kam Eberhard Zschimmer (1873-1940), der ebenfalls der „bloßen Aufzählung“ die Suche nach einer „Gesetzlichkeit“ bzw. einer „bestimmte[n] schöpferische[n] Idee“ entgegenstellte und 1936 die – erst in den 1950er Jahren wissenschaftlich eingelöste – Forderung nach „Abfassung einer allgemeinen Geschichte der Technik“ aufstellte.⁷³ Eine solche – erstmals explizit mit diesem Titel – schrieb 1923 der pensionierte Marinebaumeister Georg Neudeck.⁷⁴ In sechs

⁶⁹ H.Th. Horwitz, Forschungsgang und Unterrichtslehre der Geschichte der Technik (Methodologie der Technohistorie), in: Technik und Kultur 20, 1929, S. 214-220.

⁷⁰ H.Th. Horwitz, Die Entwicklung der Drehbewegung, in: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie 10, 1920, S. 179-195 und Ders., Die Drehbewegung in ihrer Bedeutung für die Entwicklung der materiellen Kultur, in: Anthropos 28, 1933, S. 721-755 und 29, 1934, S. 99-125.

⁷¹ Feldhaus erwähnt 1931 auch einen gemeinsamen Besuch mit Horwitz in in einer Berliner Bibliothek zum Studium eines chinesischen Lexikons des 18. Jahrhunderts. Vgl. Feldhaus, Technik (wie Anm. 66), S. 70.

⁷² W. Ostwald, Grundsätzliches zur Geschichte der Technik, in: Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 73, 1929, Nr. 1, S. 1-8.

⁷³ E. Zschimmer, Ideen zu einer Geschichte der Technik, in: Technikgeschichte 25, 1936, S. 139-144.

⁷⁴ G. Neudeck, Geschichte der Technik, Stuttgart, Heilbronn 1923 (mit 550 Abbildungen und Tafeln). Von Neudeck ebenfalls Das kleine Buch der Technik. Ein

großen, populärwissenschaftlich angelegten Abschnitten war es sein primäres Anliegen, den technischen Unterricht durch eine Kulturgeschichte der Technik zu ergänzen:

„Weniger Geschichte von großen sogenannten Kriegshelden und mehr Kulturgeschichte tut not.“⁷⁵

Im wissenschaftlichen Diskurs zur Geschichte der Technik blieb Neudeck offensichtlich unberücksichtigt.

Die vom Chemiker Edmund Oskar von Lippmann (1857-1940)⁷⁶ erstmals 1923 mit Unterstützung von Karl Sudhoff, publizierten „Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik“ erschließen seine gesammelten Beiträge zur Geschichte der Chemie, insbesondere des Zuckers, und lösen damit das im Titel Versprochene nur teilweise ein.

Historiker: Lamprecht und Schnabel

Gesellschaftliche, soziale und politische Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge blieben, im Unterschied zum wirtschaftlichen Kontext, in der Ingenieurgeschichtsschreibung weitgehend ausgeblendet. So sah Matschoß im Historiker Karl Lamprecht (1856-1915)⁷⁷ einen Verbündeten⁷⁸ und verknüpfte damit große Hoffnungen:

Handbuch über die Entwicklung und den Stand der Technik, Stuttgart 1905 (mit 530 Seiten!, bis 1923 in 40 Auflagen).

⁷⁵ Neudeck, Geschichte (wie Anm. 74), S. 4.

⁷⁶ E.O. von Lippmann, Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Berlin 1923. Zweiter Band hg. von R. von Lippmann, Weinheim 1955.

⁷⁷ Lamprecht lehrte von 1890 bis zu seinem Tod in Leipzig, als Kollege u.a. von Wilhelm Wundt, Wilhelm Ostwald, Karl Bücher und Wilhelm Roscher. Vgl. L. Schorn-Schütte, Karl Lamprecht. Kulturgeschichtsschreibung zwischen Wissenschaft und Politik (Schriftenreihe der Historischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 22), Göttingen 1984. Dies., Karl Lamprecht und die Internationale Geschichtswissenschaft an der Jahrhundertwende, in: Archiv für Kulturgeschichte 67, 1985, S. 417-464. G. Cacciatore, Karl Lamprecht an den Ursprüngen der Sozialgeschichte, in: Geschichte und Gegenwart. Vierteljahresshfte für Zeitgeschichte, Gesellschaftsanalyse und politische Bildung 12, 1993, Heft 3, S.

„Die Ingenieurwelt darf hoffen, daß, wenn diese Anschauungen allgemein werden, dann endlich auch auf unseren Schulen die kulturgeschichtliche Bedeutung der Technik miterwähnt werden wird.“⁷⁹

Aber gerade der von Lamprecht vertretene Kulturbegriff provozierte in den Geschichtswissenschaften einen intensiven Diskurs, bekannt als „Methodenstreit“ zwischen ihm und der traditionell orientierten universitären Historiographie, so dass sich diese Hoffnung nicht erfüllte. Der Streit entzündete sich an der materialistischen Geschichtsauffassung seiner zwölfbändigen „Deutschen Geschichte“. Wie Sombart des „Marxismus“ bezichtigt, versuchte Lamprecht diesem Vorwurf durch eine Psychisierung der Geschichte zu entkommen, insbesondere im 1905 erschienenen zweiten Ergänzungsband zur „jüngsten Deutschen Vergangenheit“.⁸⁰

Die bedeutende und in dieser Form erstmalige Einbeziehung der Technik in die geschichtswissenschaftliche Analyse der Epoche der „Reizsamkeit“ dürfte auch ein Resultat der USA-Reise von Lamprecht 1904 gewesen sein.⁸¹ Auf Einladung des VDI nahm er 1913 nochmals

131-140. R. Chickering, Karl Lamprecht. A German Academic Life (1856-1915), New Jersey 1993 und G. Diesener (Hg.), Karl Lamprecht weiterdenken. Universal- und Kulturgeschichte heute, Leipzig 1993 (Beiträge zur Universalgeschichte und vergleichenden Gesellschaftsforschung 3).

⁷⁸ Matschoß, Dampfmaschine (wie Anm. 21), Bd. 1, S. 276: „Hier [bei Lamprecht] ist wohl zum ersten Mal innerhalb der Geschichtswissenschaft auch die Technik mit ihrem Einfluß auf das Weltgeschehen zu ihrem Recht gekommen.“

⁷⁹ C. Matschoß, Die Technik in der heutigen Geschichtswissenschaft, in: Technik und Wirtschaft 3, 1910, 5. Heft, S. 295-300, hier S. 299.

⁸⁰ K. Lamprecht, Deutsche Geschichte. Zweiter Ergänzungsband. Erste Hälfte: Zur jüngsten Deutschen Vergangenheit. Wirtschaftsleben – Soziale Entwicklung, Freiburg im Breisgau 1905. Kap. III: „Wirtschaftsleben, Naturwissenschaft und Technik in den inneren Zusammenhängen ihrer Entwicklung vom hohen Mittelalter bis zur Gegenwart“, S. 69-114 und Kap. IV: „Der moderne Verkehr und seine Folgen“, S. 115-175. Als ein „Hauptprinzip der modernen Technik“ interpretierte Lamprecht „das Prinzip der zwangsläufigen Bewegung“, die Rotation, S. 100f.

⁸¹ K. Lamprecht, Americana. Reiseeindrücke, Betrachtungen, Geschichtliche Gesamtansicht, Freiburg im Breisgau 1906.

explizit zu Technik und Kultur Stellung. Aus der entwickelten Technik leitete Lamprecht Pflichten für Arbeiter, das Kapital und das Kunstgewerbe zur „Vermenschlichung“ der Arbeit und zur Qualitätsproduktion ab. Naturwissenschaft und Technik interpretierte er als Ausdruck des Seelenlebens der Zeit.⁸²

War Lamprechts Kulturgeschichtsschreibung offensichtlich zu früh am Markt, so erschien der in unserem Kontext wichtige Band 3 „Erfahrungswissenschaft und Technik“ der „Deutsche[n] Geschichte im 19. Jahrhundert“ von Franz Schnabel (1887-1966)⁸³ zu spät, um vor dem Zweiten Weltkrieg von der Technikgeschichte noch rezipiert zu werden.⁸⁴ Schnabel seinerseits rezipierte – mit Ausnahme von Horwitz – die gesamte Palette der technikgeschichtlichen Literatur,⁸⁵ um daraus ein Bild der von Naturwissenschaften und Technik geprägten ersten Hälfte des 19. Jahrhundert zu zeichnen. Nach seiner zwangsweisen Emeritierung veröffentlichte Schnabel in Wien noch einen Aufsatz zu Redtenbacher.⁸⁶

⁸² K. Lamprecht, Die Technik und die Kultur der Gegenwart, in: Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 1913, Nr. 57, S. 1523-1526. Rede auf der Hauptversammlung des VDI in Leipzig.

⁸³ 1922 bis zur zwangsweisen Emeritierung 1936 Professor für Geschichte an der TH-Karlsruhe, 1947-1962 an der Universität München (Konzentration auf die Lehre). Vgl. Franz Schnabel. Zu Leben und Werk (1887-1966). Vorträge zur Feier seines 100. Geburtstages. Hg. von der Historischen Kommission der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München 1988 und Th. Hertfelder, Franz Schnabel und die deutsche Geschichtswissenschaft. Geschichtsschreibung zwischen Historismus und Kulturkritik (1910-1945) (Schriftenreihe der Historischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 60), Göttingen 1998.

⁸⁴ F. Schnabel, Deutsche Geschichte im neunzehnten Jahrhundert. Bd. 3: Erfahrungswissenschaft und Technik, Freiburg im Breisgau 1934. Unveränderter photomechanischer Nachdruck Freiburg im Breisgau 1987. 3. Abschnitt: „Die Naturwissenschaften“, S. 163-238 und 4. Abschnitt: „Die Technik“, S. 239-453. Von den 5 geplanten Bänden sind Bd. 1-4, 1929-1937, erschienen.

⁸⁵ Beck, Darmstaedter, Dessauer, Eyth, Feldhaus, Kapp, Karmarsch, Matschoß, Schmoller, Sombart, Zschimmer.

⁸⁶ F. Schnabel, Ferdinand Redtenbacher, in: Blätter für Geschichte der Technik 4, 1938, S. 66-71.

Nationalökonom: Schmoller, Sombart u.a.

Seit Anfang des 20. Jahrhunderts begannen auch Nationalökonom:innen und Soziolog:innen in ihren umfassenden Arbeiten, in denen sie ökonomische, politische und gesellschaftliche Faktoren zueinander in Bezug setzten, die Technik zu integrieren.⁸⁷

Einer der einflussreichsten Nationalökonom:innen der jüngeren Historischen Schule, Gustav Schmoller (1836-1917), der Professor in Berlin war, berücksichtigte im ersten Band seines „Grundrisses“ im Jahre 1900 auch die „Entwicklung der Technik“ als Massenerscheinung und Element der Volkswirtschaft.⁸⁸ Für ihn gab es „kaum ein interessanteres und wichtigeres Kapitel der Volkswirtschaftslehre und dabei kein vernachlässigteres und von Dilettanten mißhandeltes.“⁸⁹ Trotzdem konnte auch er in diesem Kapitel nur einen allgemeinen, referierenden, positivistischen Überblick geben. Ein Vierteljahrhundert später widmete der Nationalökonom Friedrich Gottl-Ottlilienfeld dem Verhältnis von „Wirtschaft und Technik“ einen ganzen Band,⁹⁰ der extrem systematisch strukturiert ist. Neben den „Prinzipien der modernen Technik“ und dem „technischen Fortschritt“ analysierte Gottl-Ottlilienfeld die „geschichtliche

⁸⁷ K.-H. Ludwig, Entwicklung, Stand und Aufgaben der Technikgeschichte, in: Archiv für Sozialgeschichte 18, 1978, S. 502-523, hier S. 505-507..

⁸⁸ G. Schmoller, Grundriß der Allgemeinen Volkswirtschaftslehre, München, Leipzig 1900, S. 190-233. Nach Schmoller hatten sich Techniker bisher wenig mit Geschichte befasst und Historiker und Nationalökonom:innen ein mangelhaftes technisches Verständnis – ein das 20. Jahrhundert grundsätzlich prägender Konflikt. Von Schmoller sind in diesem Zusammenhang auch zu berücksichtigen: Zur Geschichte des deutschen Kleingewerbes im 19. Jahrhundert, Halle 1870. Neudruck Hildesheim, New York 1975 (Documenta Technica. Darstellungen und Quellen zur Technikgeschichte. Reihe I: Darstellungen zur Technikgeschichte) und Das Maschinenzeitalter im Zusammenhang mit Volkswohlstand und der sozialen Verfassung der Volkswirtschaft, Berlin 1903.

⁸⁹ Schmoller, Grundriß (wie Anm. 88), S. 192.

⁹⁰ Gottl-Ottlilienfeld, Wirtschaft (wie Anm. 15).

Entwicklung“ und gliederte sie in vier Stufen.⁹¹ U.a. reagierte Gottl-Ottlilienfeld ganz aktuell auf den Taylorismus „als letzte Konsequenz moderner Technik“ und publizierte zum „Fordismus“.⁹²

Als sich wenig später der nach Heidelberg berufene Nationalökonom Walter Georg Waffenschmidt (1887-1980) ebenfalls mit dem Thema „Technik und Wirtschaft“ befasste und rund 70 Seiten für die „Geschichte der Technik“ verwendete, berief er sich u.a auf Gottl-Ottlilienfeld.⁹³ Bereits hochbetagt, widmete der Nationalökonom August Sartorius von Waltershausen (1852-1938) 1936 eine Spezialstudie dem Verhältnis von „Wirtschaft und Technik“⁹⁴ „einem Stiefkind der Forschung.“ Sein Ziel war, den „so vielgestalteten Zusammenhang zwischen Wirtschaft und Technik oder die Anwendung der technischen Ideen im Versorgungsleben zu untersuchen.“⁹⁵ Bei allen Unterschieden interpretierten diese Ökonomen die Technik als Quelle des Fortschritts durch Beherrschung der Natur.

Systematischer analysierte der in Kiel lehrende Soziologe Ferdinand Tönnies (1855-1936) im Rahmen seines Gesamtwerks die Technik. Sein 1905 erschienener Aufsatz zur „Entwicklung der Technik“ betont die Rolle der Kriegstechnik, differenziert zwischen handwerklicher und verwissenschaftlicher industrieller Technik und untersucht letztere aus naturwissen-

⁹¹ Gottl-Ottlilienfeld, Wirtschaft (wie Anm. 15), S. 29-59: Urtechnik, Stammestechnik, Handwerkertechnik und Berufstechnik. Gottl-Ottlilienfeld zitiert in diesem Kapitel u.a. Poppe, Karmarsch, Darmstaedter, Feldhaus und Matschoß.

⁹² F. Gottl-Ottlilienfeld, Fordismus. Über Industrie und Technische Vernunft, Jena 1926.

⁹³ W.G. Waffenschmidt, Technik und Wirtschaft (Grundrisse zum Studium der Nationalökonomie 18), Jena 1928, S. 4-76. Waffenschmidt zitiert u.a. Darmstaedter, Feldhaus, Matschoß, Karmarsch und Beck.

⁹⁴ A. Sartorius von Waltershausen, Wirtschaft und Technik als Entwicklung und in der Geschichte, Jena 1936; darin „Die technische Entwicklung“ S. 52-89. Waltershausen wissenschaftlicher Text blieb auffällig unbeeinflusst von nationalsozialistischer Ideologie. U.a. spricht er sich gegen die Spezialisierung nach Ländern aus. Prioritätsstreitigkeiten wären oft nicht zu entscheiden und „entgleisen oft in nationale Gehässigkeiten.“ „Die Technik hat einen universellen Charakter.“, S. 61.

⁹⁵ Sartorius von Waltershausen, Wirtschaft (wie Anm. 94), S. 58.

schaftlicher, technologischer und sozialwissenschaftlicher Perspektive.⁹⁶ Der grundlegende Beitrag von Tönnies, dem 1933 die Professur entzogen worden ist, wurde bis heute wenig rezipiert.

In großem Umfang berücksichtigte Werner Sombart (1863-1941) in seinem Hauptwerk „Der moderne Kapitalismus“⁹⁷ die Technik. Sie ist für ihn neben Staat, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft eine beinahe gleichwertige und eigens zu beurteilende ökonomische und auch kulturelle Kategorie. Die Entwicklungsstufen der Technik tragen grundlegend zur Definition der jeweiligen gesellschaftlichen Entwicklungsstufen bei. Den Stadien des Früh-, Hoch- und Spätkapitalismus entspricht eine empirisch-handwerkliche Technik (Mittelalter), eine Frühform mechanisierter Technik der Maschinen- und Mühlenbücher (Frühe Neuzeit) und eine naturwissenschaftlich geprägte Technik des späten 18. und des 19. Jahrhunderts.

In einem Referat am ersten deutschen Soziologentag in Frankfurt am Main präzisierte Sombart 1910 nochmals seine Überlegungen zu „Technik und Kultur“ in komprimierter Form.⁹⁸ Nach Begriffsdefinitionen geht es ihm einerseits um den Einfluss der Kultur auf die Technik⁹⁹ und andererseits den Einfluss der Technik auf die Kultur. Dabei greift die technologische Geschichtsbetrachtung, die Marx'sche materialistische Geschichtsauffassung, zu kurz, denn es gäbe keinen zwingenden Zusammenhang,

⁹⁶ F. Tönnies, Die Entwicklung der Technik, in: Festgaben für Adolph Wagner zur siebenzigsten Wiederkehr seines Geburtstages, Leipzig 1905, S. 127-148. Wiederabdruck in: Klagenfurter Beiträge zur Technikdiskussion 52, Klagenfurt 1991.

⁹⁷ W. Sombart, Der moderne Kapitalismus. Historisch-systematische Darstellung des gesamteuropäischen Wirtschaftslebens von seinen Anfängen bis zur Gegenwart, München, Leipzig 1902 (2. Auflage Berlin 1927), 6 Halbbde. (Nachdruck 1987).

⁹⁸ W. Sombart, Technik und Kultur, in: Archiv für Sozialwissenschaften und Sozialpolitik 33, 1911, S. 305-347. Vgl. T. Meyer, Zwischen Ideologie und Wissenschaft: „Technik und Kultur“ im Werk Werner Sombarts, in: Technische Intelligenz (wie Anm. 9), S. 67-86.

⁹⁹ Z.B. Handwerk versus Kapitalismus.

jedoch hätte die Technik einen überragenden Einfluss. Das Ziel müsse daher sein, besonders durch die Technik bedingte Wirkungen, ob positiv oder negativ, aufzuspüren. Sombart erwähnt als ein Beispiel „die aus dem Jagen und dem Lärm unserer Zeit“ erwachsene „harte, kalte, lieblose Musik“, „die selbst nur noch Technik ist.“¹⁰⁰ Für eine Geschichte der Technik sah er „nicht die geringsten Ansätze“.¹⁰¹ Als Matschoß in den 1930er Jahren mit Sombart Kontakt aufnahm, war es für einen Dialog zu spät.

Resumee und Ausblick

In den Jahrzehnten bis zum Zweiten Weltkrieg schufen Naturwissenschaftler, Ingenieure, Historiker und Nationalökonomien eine breite Basis von Ansätzen für eine sich noch zu formierende Technikgeschichte. In dem beinahe ausschließlich von Männern dominierten Feld konnte sich eine „enge“, von Ingenieuren ausgeübte Technikgeschichte der Erfinder und Erfindungen, der Maschinen und Branchen, durchsetzen. Basierend auf seiner „Entwicklung der Dampfmaschine“ profilierte sich Conrad Matschoß weitgehend unangefochten als Leitfigur dieser Ingenieurgeschichtsschreibung, als deren zentrales Anliegen eine Anerkennung der Technik als Kulturwert verfolgt wurde. Dabei blieb eine Auseinandersetzung mit den ebenfalls an der Geschichte der Technik im Rahmen gesamtgesellschaftlicher Entwicklung interessierten Historikern und Nationalökonomien auf der Strecke. Ihre Rezeption erfolgte nach 1945 mit einiger Verzögerung. Die Autoren der ersten technikgeschichtlichen Monographien der 1950er Jahre, Friedrich Klemm (1904-1983)¹⁰² und Carl

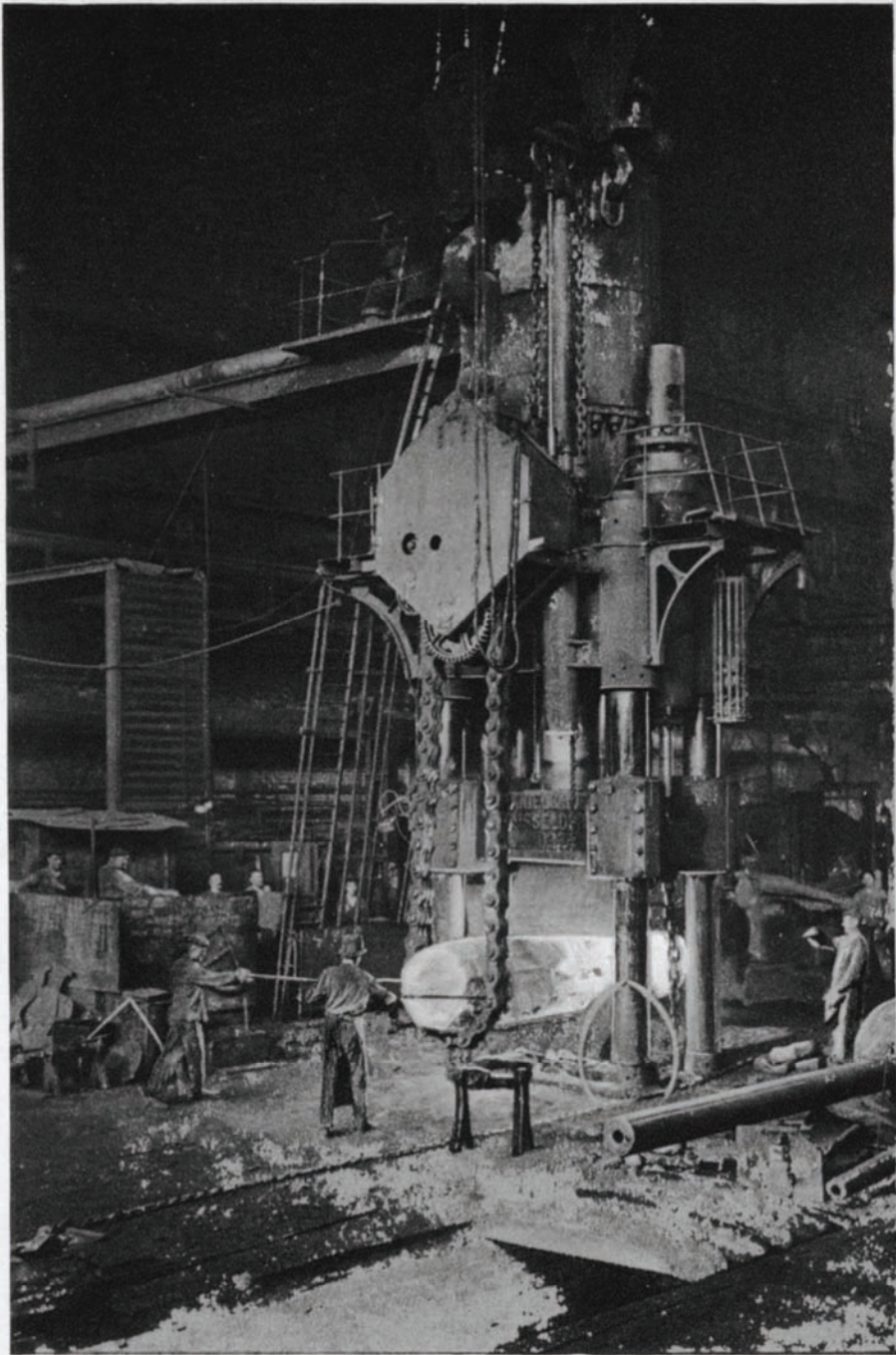
¹⁰⁰ Sombart, Technik (wie Anm. 98), S. 343.

¹⁰¹ Sombart, Technik (wie Anm. 98), S. 314.

¹⁰² F. Klemm, Technik. Eine Geschichte ihrer Probleme, München 1954. Seit 1932 Leiter der Bibliothek des Deutschen Museums, hatte Klemm 1941 die drei Bände „Die Technik der Neuzeit“, eine „Schöpfung des nordisch-indogermanischen Menschen“ (Vorwort, Bd. 1) herausgegeben.

Graf von Klinckowstroem¹⁰³ hatten ihre Karrieren in den Jahrzehnten zuvor begonnen.

¹⁰³ C. Graf von Klinckowstroem, Knaurs Geschichte der Technik, München, Zürich 1959.



2500 t. Schmiedepresse

Günter Ropohl

Karl Marx und die Technik

Perspektive und Methode

Bekanntlich bin ich kein professioneller Marx-Exeget, und in der Technikgeschichte spiele ich auch nur ganz gelegentlich eine Gastrolle. Wenn ich dennoch vor Technikhistorikern über Karl Marx und die Technik spreche, muss ich eingangs ein paar Worte dazu sagen, wie ich überhaupt das Interesse an Marx gefunden habe. In den 1960er Jahren wurde ich, damals mit einer produktionswissenschaftlichen Untersuchung befasst, von meinem Doktorvater C.M. Dolezalek¹ mit der so genannten Automationsdebatte bekannt gemacht. Erst auf Grund der Renaissance des Marxschen Werkes im Westdeutschland der 1970er Jahre lernte ich dann, dass die Argumente, die in der Automationsdebatte ausgetauscht wurden, längst von Marx durchdacht worden waren, so insbesondere die Frage, ob die Technisierung grundsätzlich Arbeitskräfte freisetzt oder solche Freisetzungen anschliessend kompensiert. Doch hundert Jahre später hatten dies die Protagonisten der vermeintlich neuen Diskussion nicht bemerkt – nicht einmal F. Pollock aus der „Frankfurter Schule“!² Da kam meine Neugier auf, was Marx denn sonst wohl noch zur Technik zu sagen hat.³

Damit habe ich bereits die Perspektive angedeutet, die ich hier einnehmen werde, und ferner will ich die Methode skizzieren, mit der ich diese Perspektive erschliessen will. Zunächst stellt sich die Frage, welche Rolle Karl Marx in der technikhistorischen Forschung spielen kann. Es sind

¹ Vgl. K. Pentzlin, O. Kienzle (Hg.), *Fertigungstechnische Automatisierung*. C. M. Dolezalek zum 70. Geburtstag, Berlin 1969.

² F. Pollock, *Automation*, 2. Aufl. Frankfurt/M 1964.

³ Zu ersten Ergebnissen vgl. H. Lenk, G. Ropohl, *Praxisnahe Technikphilosophie*, in: W. Ch. Zimmerli (Hg.), *Technik oder: wissen wir, was wir tun?* Basel 1976, bes. S. 116-120.

wohl im Wesentlichen drei Perspektiven, die für diese Frage in Betracht kommen:

1. Man kann die technikgeschichtliche Arbeit würdigen, die Marx selbst geleistet hat. Immerhin ist er einer der bedeutenden Chronisten der „Industriellen Revolution“. Nicht nur diesen Begriff hat er, wenn schon nicht geschaffen, so doch wirksam in der Literatur verbreitet; auch eine Vielzahl von Einzelentwicklungen hat er beschrieben und die grossen Linien der Gesamtentwicklung deutend strukturiert.

2. Man kann ferner den geschichtsphilosophischen Ansatz von Marx thematisieren, der die grundlegende Bedeutung materieller Faktoren, also der Arbeit und der Technik, kurz: der „Produktivkräfte“, für die Universalgeschichte reklamiert und deren „Beschränkung auf hochtönende Haupt- und Staatsaktionen“ zurückweist.⁴

3. Schliesslich kann man das theoretische Technikverständnis von Marx rekonstruieren und damit Bausteine zu einer Geistesgeschichte der transdisziplinären Technikforschung modellieren. Es ist diese dritte Perspektive, aus der ich die historische Bedeutung von Karl Marx entwickeln will. Mit anderen Worten: Ich will Marx als einen Klassiker in der Geschichte der Technikphilosophie würdigen.⁵

Methodisch will ich mich nicht auf eine Sammlung einschlägiger Zitate beschränken, wie das seiner Zeit in einer höchst verdienstvollen Vorarbeit A.A. Kusin gemacht hat⁶ (auch wenn sich wörtliche Zitate dank der aussergewöhnlichen Treffsicherheit der Marx'schen Sprache immer wieder anbieten), auch will ich auf hermeneutische Feinarbeit verzichten, wie sie von H.-P. Müller, R. Winkelmann und A. Paulinyi ausgeführt wurde, die den Einfluss technologischer Gewährsleute (Beckmann, Poppe, Babbage,

⁴ K. Marx, F. Engels, Die deutsche Ideologie (1845/46), in: Marx/Engels, Werke (MEW) Bd. 3, Berlin 1958 u.ö., S. 36.

⁵ Vgl. Ch. Hubig, A. Huning, G. Ropohl (Hg.), Nachdenken über Technik. Die Klassiker der Technikphilosophie, Berlin 2000; siehe darin meinen Artikel über Karl Marx, S. 258-263, aus dem ich einzelne Passagen übernommen habe.

⁶ A.A. Kusin, Karl Marx und Probleme der Technik (1968), Leipzig 1970.

Ure, Nasmith u.a.) auf Marxens Denken im Detail analysiert haben.⁷ Demgegenüber will ich eine systematische Rekonstruktion versuchen, die das heutige Problemverständnis der Allgemeinen Technologie zu Grunde legt⁸ und auf dieser Basis prüft, in welchem Maße Marx dieses moderne Technikverständnis vorgeprägt hat. Es geht mir also weniger um werkimmanentes Verstehen - das sich dann ja auch mit zahlreichen Ungenauigkeiten, Inkonsistenzen und Widersprüchen auseinandersetzen müsste –, sondern um jene techniktheoretische Quintessenz, die sich aus dem Marxschen Werk in heutiger Sicht herauspräparieren lässt.

Ich knüpfe an eine Übersicht an, in der die zentralen Probleme der Allgemeinen Technologie folgendermassen aufgezählt werden:

- Technikbegriff;
- Theorie der Sachsysteme;
- Theorie der technischen Entwicklung;
- Theorie des Gebrauchs;
- Theorie der Technikbewertung.⁹

In den nächsten Abschnitten werde ich erörtern, welche Grundgedanken zu diesen Themen bei Marx jeweils zu finden sind.

Der Technikbegriff

Wer sich in vordergründiger Textexegese auf den Wortlaut der Marxschen Darlegungen beruft, könnte dem Eindruck verfallen, dass sich darin der Technikbegriff kaum auffinden lässt. Zieht man das Sachregister zum ersten Band des „Kapital“ oder eine elektronische Volltextsuche für andere

⁷ H.-P. Müller (Hg.), Karl Marx. Die technologisch-historischen Exzerpte, Berlin 1981; R. Winkelmann (Hg.): Karl Marx: Exzerpte über Arbeitsteilung, Maschinerie und Industrie, Berlin 1982; A. Paulinyi, Karl Marx und die Technik seiner Zeit, Mannheim 1998.

⁸ Vgl. dazu G. Ropohl, Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik, 2. Aufl., München 1999.

⁹ G. Banse, A. Grunwald, W. König, G. Ropohl (Hg.), Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften, Berlin 2006.

Bände der Werke von Marx und Engels zu Rate,¹⁰ muss man tatsächlich feststellen, dass das Wort „Technik“ nur ganz vereinzelt vorkommt und nirgendwo systematisch erklärt wird; das Adjektiv „technisch“ findet sich zwar etwas öfter, wird aber nicht nur im modernen Sinn, sondern auch im Sinn von „fachspezifisch“ (z.B. „Terminus technicus“) benutzt. Diese Äusserlichkeit mag dazu beigetragen haben, dass Marx nur selten als Technikphilosoph gewürdigt worden ist; aber sie ist sprachgeschichtlich natürlich leicht zu erklären, da die moderne, artefaktbezogene Bedeutung des Wortes sich erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts allmählich einzubürgern begann. Für ein aufgeklärtes techniktheoretisches Vorverständnis dagegen ist es offenkundig, dass Marx mit Ausdrücken wie „Arbeitsmittel“, „Maschine“, „Produkt“ u.a. genau das umschrieben hat, was wir heute unter „Technik“ verstehen – besser gesagt: verstehen sollten, denn der moderne Technikbegriff, den Marx vorgeprägt hat, ist wohl immer noch nicht überall Gemeingut geworden.¹¹

Marx entwickelt seinen Technikbegriff aus der Analyse der menschlichen Arbeit, also jenes Handelns, in dem die Menschen die notwendigen Lebensgrundlagen für sich schaffen. „Der Arbeitsprozess [...] ist zweckmässige Tätigkeit zur Herstellung von Gebrauchswerten, Aneignung des Natürlichen für menschliche Bedürfnisse, allgemeine Bedingung des Stoffwechsels zwischen Mensch und Natur, ewige Naturbedingung des menschlichen Lebens“.¹² Dazu gehören „die Arbeit selbst, ihr Gegenstand und ihr Mittel“.¹³ „Das Arbeitsmittel ist ein Ding, oder ein Komplex von Dingen, die der Arbeiter zwischen sich und den

¹⁰ In diesem Zusammenhang ist die hervorragende „Digitale Bibliothek“ zu würdigen; vgl. M. Bertram u.a. (Hg.): Marx/Engels, Ausgewählte Werke. CD, Berlin 1998. Vgl. auch: www.mlwerke.de.

¹¹ Vgl. z.B. A. Grunwald, Y. Julliard, Technik als Reflexionsbegriff. Überlegungen zur semantischen Struktur des Redens über Technik, in: *Philosophia naturalis* 42, 2005, S. 127-157.

¹² K. Marx, Das Kapital, Bd. 1 (1867), in: Marx/Engels: Werke (MEW) Bd. 23, Berlin 1962 u.ö., S. 198.

¹³ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 193.

Arbeitsgegenstand schiebt [...]. Der Gebrauch und die Schöpfung von Arbeitsmitteln [...] charakterisieren den spezifisch menschlichen Arbeitsprozess, und Franklin definiert daher den Menschen als ‘a toolmaking animal’, ein Werkzeuge fabrizierendes Tier“.¹⁴

Diese Explikation benennt als wesentliche Momente des Arbeitsprozesses: den Gegenstand, der durch den Arbeitsprozess zum Produkt wird (häufig „Rohmaterial“, das schon zuvor einer Bearbeitung unterzogen worden war); das künstlich verfertigte Arbeitsmittel, das Werkzeug oder die Werkzeugmaschine; und schliesslich den Gebrauch des Arbeitsmittels im Arbeitsprozess. Drückt man das in heutiger Sprache aus, so umfasst „Technik

- die Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde (Artefakte oder Sachsysteme);
- die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen;
- die Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden“.¹⁵

So modern Marxens Technikbegriff ist, hat er doch eine Schwäche: Er ist weitgehend auf den Produktionsbereich ausgerichtet. Ausdrücklich sagt Marx: „Von allen Waren sind eigentliche Luxuswaren die unbedeutendsten für die technologische Vergleichung verschiedener Produktionsepochen“.¹⁶ Die Technisierung des Konsumbereichs mit ihren vielfältigen „Luxuswaren“ (Haustechnik, Rundfunk- und Fernsehgeräte, Kassetten- und Videorekorder, Kameras, Sportgeräte und dergleichen mehr) hat Marx seiner Zeit nicht in Betracht ziehen können, und redlicher Weise muss man zugeben, dass erst die neueste Technikgeschichte diesem Bereich grössere Aufmerksamkeit schenkt.¹⁷ So ist es auch nicht unverständlich, dass

¹⁴ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 194.

¹⁵ VDI-Richtlinie 3780, Technikbewertung. Begriffe und Grundlagen, Düsseldorf 1991, S. 2.

¹⁶ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 195, Fußnote 5.

¹⁷ Vgl. W. König, Geschichte der Konsumgesellschaft, Stuttgart 2000.

„Arbeit“ weithin als gewerbliche Produktionstätigkeit begriffen wurde und wird; die „Eigenarbeit“ in Haushalt, Familie und Freizeit, obwohl prinzipiell dem Marxschen Arbeitsbegriff durchaus subsumierbar, wird weithin noch nicht als eigentliche Arbeit verstanden. Wie man gleichwohl von Marx lernen kann, „ist ein Technikbegriff ohne die Dimension der Arbeit ebenso unvollständig wie ein Arbeitsbegriff ohne die Dimension der Technik“. ¹⁸

Die Theorie der Sachsysteme

Die Sachsysteme, also die von Menschen geschaffenen künstlichen technischen Gebilde, erweisen sich als Kristallisationskern des Marxschen und des modernen Technikbegriffs. Sie treten zunächst als „Arbeitsmittel“ auf, die freilich allein im Blick auf einen bestimmten einzelnen Arbeitsprozess als solche erscheinen.

„Wenn ein Gebrauchswert als Produkt aus dem Arbeitsprozeß herauskommt, gehn andre Gebrauchswerte, Produkte früherer Arbeitsprozesse, als Produktionsmittel in ihn ein. Derselbe Gebrauchswert, der das Produkt dieser, bildet das Produktionsmittel jener Arbeit. Produkte sind daher nicht nur Resultat, sondern zugleich Bedingung des Arbeitsprozesses“. ¹⁹

Die unglückliche Dichotomie zwischen Prozess und Produkt, die bis heute die Innovationsökonomik beherrscht, hat mithin Marx schon vor 150 Jahren „dialektisch aufgehoben“, indem er den Doppelcharakter des Sachsystems als Produkt und Produktionsmittel herausarbeitet; wann es sich als das eine und wann als das andere zeigt, ist keine Frage seiner technologischen Spezifik, sondern allein seiner jeweiligen Rolle im produktionswirtschaftlichen Zusammenhang.

¹⁸ D. Kahsnitz, G. Ropohl, A. Schmid (Hg.), Handbuch zur Arbeitslehre, München/Wien 1997, S. 12.

¹⁹ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 196.

Als Arbeits- oder Produktionsmittel identifiziert Marx insbesondere die Werkzeuge und Maschinen. Dass er den Maschinenbegriff, den er der technologischen Literatur seiner Zeit entnimmt, zunächst wenig befriedigend und zum Teil widersprüchlich benutzt, spiegelt einen terminologischen Mangel wider, den die Technikwissenschaften bis heute nicht behoben haben. Schliesslich aber schöpft Marx aus Andeutungen seiner technologischen Gewährsleute²⁰ eine funktionale Bestimmung, mit der er wiederum die moderne Techniktheorie vorweg nimmt:

„Alle entwickelte Maschinerie besteht aus drei wesentlich verschiedenen Teilen, der Bewegungsmaschine, dem Transmissionsmechanismus, endlich der Werkzeugmaschine oder Arbeitsmaschine“.²¹

Letztere, „die Werkzeugmaschine, ist es, wovon die industrielle Revolution im 18. Jahrhundert ausgeht“,²² aber die beiden anderen Funktionen, modern gesprochen: die Energieversorgung und -übertragung, sind ebenfalls Gegenstand des „Fortschritts der Technik“,²³ bei der „Bewegungsmaschine“ etwa durch den Übergang vom menschlichen, tierischen oder Wasserkraftantrieb zur Dampfmaschine oder „elektro-magnetischen Maschine“.²⁴ Ein wenig unklar bleibt allerdings die Charakterisierung des „Transmissionsmechanismus“, in dem spätere Interpreten lediglich die, historisch inzwischen längst überholte, mechanische Energieverteilung von der zentralen „Kraftmaschine“ an die dezentralen „Arbeitsmaschinen“ sehen wollten. Marxens Kennzeichnung jedoch umfasst mehr:

„Der Transmissionsmechanismus, zusammengesetzt aus Schwungrädern, Treibwellen, Zahnrädern, Kreiselrädern, Schäften, Schnüren, Riemen, Zwischengeschirr und Vorgelege der verschiedensten Art, regelt die

²⁰ Vgl. Winkelmann (wie Anm. 7), bes. S. CXXXVII-CXLIII.

²¹ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 393

²² A.a.O.

²³ A.a.O., S. 456.

²⁴ A.a.O., S. 393.

Bewegung, verwandelt, wo es nötig, ihre Form, z.B. aus einer perpendikulären in eine kreisförmige, verteilt und überträgt sie auf die Werkzeugmaschinerie“.²⁵

Dieses Zitat spricht dafür, dass nicht nur die Energieübertragung, sondern auch die Erzeugung der Relativbewegungen zwischen Werkzeug und Arbeitsgegenstand gemeint ist, eine Funktion also, die Marx am Beispiel des Drehmaschinensupports von Maudsley ausdrücklich würdigt²⁶ und die tatsächlich als Teilfunktion der Werkzeugmaschine zu betrachten ist.

Wie immer sich das im Detail verhält, Marx hat im Kern die Maschinenbeschreibung einer – heute kann man sagen – systemtechnisch-funktionalen Analyse erschlossen. Folgerichtig sieht er, dass die Technisierung nicht nur darin besteht, traditionell handwerkliche Arbeitsverrichtungen durch maschinelle Abläufe zu ersetzen, sondern „jeden Produktionsprozeß, an und für sich und zunächst ohne alle Rücksicht auf die menschliche Hand, in seine konstituierenden Elemente aufzulösen“. Die „ganz moderne Wissenschaft der Technologie [...] entdeckte [...] die wenigen großen Grundformen der Bewegung, worin alles produktive Tun des menschlichen Körpers, trotz aller Mannigfaltigkeit der angewandten Instrumente, notwendig vorgeht“.²⁷ Mit einem Wort: Statt in empirischen Technisierungsdetails befangen zu bleiben, erkennt Marx theoretisch das abstrakte Prinzip der soziotechnischen Arbeitsteilung (die er allerdings nicht so nennt). Zunächst wird ein Arbeitsprozess funktional analysiert, und dann erst entscheiden technisch-wirtschaftliche Gestaltungskriterien darüber, welche Teilfunktionen der Arbeit auf Sachsysteme verlagert und welche weiterhin dem menschlichen Vollzug belassen bleiben. Implizit bestätigt Marx damit die Auffassung von A. Smith,²⁸ dass

²⁵ A.a.O., S. 393.

²⁶ A.a.O., S. 405f

²⁷ A.a.O., S. 510

²⁸ A. Smith, *Der Wohlstand der Nationen* (1776), übers. u. hg. v. H. C. Recktenwald, 5. Aufl. München 1990, S. 12-15.

die Arbeitsteilung der Technisierung Vorschub leisten kann, auch wenn er ihr explizit zu widersprechen scheint.²⁹

Marx nähert sich mit solchen Überlegungen dem allgemeinen Begriff des Sachsystems, auch wenn er sich vom überkommenen Maschinenbegriff nicht wirklich frei machen kann. Immerhin übernimmt er von Andrew Ure ausdrücklich den Systembegriff,³⁰ wenn er die Automatisierung als Integration mehrerer Einzelmaschinen erklärt:

„Sobald die Arbeitsmaschine alle zur Bearbeitung des Rohstoffs nötigen Bewegungen ohne menschliche Beihilfe verrichtet und nur noch menschlicher Nachhilfe bedarf, haben wir ein automatisches System der Maschinerie“,³¹ wo der Arbeitsgegenstand eine zusammenhängende Reihe verschiedener Stufenprozesse durchläuft, die von einer Kette verschiedenartiger, aber einander ergänzender Werkzeugmaschinen ausgeführt werden“.³²

Allerdings widerspricht Marx mit dieser richtigen technologischen Vision seiner häufig wiederholten Auffassung, dass „die Teilung der Arbeit größere Teilung der Arbeit [...] notwendig nach sich zieht“.³³ Ganz richtig aber erkennt Marx, was Automatisierungsfachleute erst hundert Jahre später begreifen sollten: dass nämlich die Automatisierung auf eine sachtechnische Systembildung hinausläuft,³⁴ die, wie die Debatten über „computerintegrierte Produktion“ und „digitale Fabrik“ zeigen, noch heute keineswegs abgeschlossen ist.

²⁹ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 369, Fussnote 44.

³⁰ Vgl. Winkelmann (wie Anm. 7), bes. S. CXLff; darin ferner Marxens Exzerpt aus Ure S. 73-87.

³¹ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 402.

³² A.a.O., S. 400.

³³ K. Marx, Lohnarbeit und Kapital (1849), in: Marx/Engels, Werke (MEW) Bd. 6, Berlin 1959 u.ö., S. 418.

³⁴ Vgl. G. Ropohl, Flexible Fertigungssysteme, Mainz 1971.

Die Theorie der technischen Entwicklung

Mit den Analysen der „Maschinerie“ beschreibt Marx, jedenfalls für die Produktionstechnik, phänomenologisch den Gang der technischen Entwicklung, so weit er ihn damals überblicken und in Grundzügen vorhersehen konnte. Anhand zahlreicher Beispiele gelangt er zu folgender Reihenfolge von Entwicklungsschritten:

„Einfache Werkzeuge; Akkumulation von Werkzeugen; zusammengesetzte Werkzeuge; In-Bewegung-Setzen eines zusammengesetzten Werkzeuges durch einen einzigen Handmotor, den Menschen; In-Bewegung-Setzen dieser Instrumente durch die Naturkräfte; Maschinen; System von Maschinen, die nur einen Motor haben; System von Maschinen, die einen automatischen Motor haben - das ist die Entwicklung der Maschine“.³⁵

So erweist sich die technische Entwicklung als eine sukzessive Verlagerung ursprünglich menschlicher Arbeitsfunktionen auf Maschinenfunktionen. Diese Entwicklung vollzieht sich mit wachsender Dynamik:

„Die moderne Industrie betrachtet und behandelt die vorhandne Form eines Produktionsprozesses nie als definitiv. Ihre technische Basis ist daher revolutionär, während die aller früheren Produktionsweisen wesentlich konservativ war. Durch Maschinerie, chemische Prozesse und andre Methoden wälzt sie beständig mit der technischen Grundlage der Produktion die Funktionen der Arbeiter und die gesellschaftlichen Kombinationen des Arbeitsprozesses um“.³⁶

Und an anderer Stelle heisst es:

³⁵ K. Marx, Das Elend der Philosophie (1847), in: Marx/Engels, Werke (MEW) Bd. 4, Berlin 1959 u.ö., S. 153.

³⁶ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 510f.

„Dampf, Elektrizität und Spinnmaschine waren Revolutionäre von viel gefährlicherem Charakter als selbst die Bürger Barbès, Raspail und Blanqui“³⁷.

Wohl gemerkt, sieht Marx den revolutionären Charakter der technischen Entwicklung nicht allein in ihrer zunehmenden Geschwindigkeit, sondern vor allem auch in ihren sozioökonomischen Hintergründen und Folgen;³⁸ auf die Folgen werde ich im nächsten Abschnitt zurück kommen.

Zu den Triebkräften der technischen Entwicklung zählt Marx gewiss auch die erfinderische Antizipationsfähigkeit der Menschen.

„Was [...] von vornherein den schlechtesten Baumeister vor der besten Biene auszeichnet, ist, daß er die Zelle in seinem Kopf gebaut hat, bevor er sie in Wachs baut“.³⁹

Aber selbst wenn neue Erfindungsideen in den Köpfen der Menschen entstehen, würde „eine kritische Geschichte der Technologie [...] nachweisen, wie wenig irgendeine Erfindung des 18. Jahrhunderts einem einzelnen Individuum gehört“;⁴⁰ so hat Marx schon vor 140 Jahren jene Listen von Erfindernamen und Erfindungsdaten relativiert, die bis vor Kurzem technikgeschichtliche Handbücher schmückten.

„Es ist nicht das Bewußtsein der Menschen, das ihr Sein, sondern umgekehrt ihr gesellschaftliches Sein, das ihr Bewußtsein bestimmt“,⁴¹ und so haben denn auch die individuellen Erfindungen ihre überindividuellen

³⁷ K. Marx, Rede auf der Jahresfeier des "People's Paper" am 14. April 1856 in London, in: Marx/Engels, Werke (MEW) Bd. 12, Berlin 1961 u.ö., S. 3. Die erwähnten Personen waren Aktivisten in den französischen Revolutionen von 1830 und 1848.

³⁸ Vgl. G. Ropohl, Die Gesellschaftlichkeit der Technik und die Zukunft der sozio-ökonomischen Ordnung, in: G. Bayerl, J. Beckmann (Hg.), Johann Beckmann (1739-1811). Beiträge zu Leben, Werk und Wirkung des Begründers der Allgemeinen Technologie, Münster 1999, S. 319-328.

³⁹ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 193.

⁴⁰ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 392, Fussnote 89.

⁴¹ K. Marx, Zur Kritik der politischen Ökonomie (1859), in: Marx/Engels, Werke (MEW) Bd. 13, Berlin 1961 u.ö., S. 9.

Bedingungen. Das sind zum Einen neue Bedürfnislagen, weil nämlich „das befriedigte erste Bedürfnis selbst, die Aktion der Befriedigung und das schon erworbene Instrument der Befriedigung zu neuen Bedürfnissen führt - und diese Erzeugung neuer Bedürfnisse ist die erste geschichtliche Tat“.⁴² Marx führt für die „Bedarfsinduktion“ – wie die InnovationsökonomInnen heute sagen⁴³ – konkrete technikgeschichtliche Beispiele an, so etwa die Tatsache, dass in der Textiltechnik die Verbesserung der Spinnmaschine das Bedürfnis nach leistungsfähigeren Webmaschinen und überhaupt die Entfaltung der Produktionstechnik das Bedürfnis nach wirksameren Kommunikations- und Transportmitteln weckte.⁴⁴ Zugleich aber entwickeln Wissenschaft und Technologie, im Sinne „eines selbständigen Factors des Produktionsprocesses“, neue Potenziale, die ihrerseits Erfindungen anstossen – also das bewirken, was man heute als „Angebotsinduktion“ bezeichnet:

„Jede Entdeckung wird Basis neuer Erfindung oder neuer verbesserter Methoden der Produktion“.⁴⁵

So versteht Marx die technische Gesamtentwicklung als einen Systemzusammenhang von Einzelentwicklungen, die teils von wissenschaftlich-technischen Potenzialen und teils von manifesten Bedürfnissen angeregt werden. Zugegebenermaßen stilisiere ich dieses Hypothesenbündel, deren Elemente nicht systematisch besprochen, sondern in den Texten sehr verstreut skizziert werden. Sehr präzise wird Marx allerdings, wenn er die hinreichende Bedingung namhaft macht, ohne die jene notwendigen Bedingungen wenig bewirken würden. Diese hinreichende Bedingung – jetzt komme ich zu jener Kernthese von Karl Marx, die allgemein bekannt ist – ergibt sich aus dem Imperativ der Kapital-

⁴² MEW 3 (wie Anm. 4), S. 28.

⁴³ W. Pfeiffer, Allgemeine Theorie der technischen Entwicklung, Göttingen 1971.

⁴⁴ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 404ff.

⁴⁵ K. Marx, Zur Kritik der politischen Ökonomie (Manuskript 1861-1863), in: Marx-Engels-Gesamtausgabe (MEGA), II. Abt., Bd. 3, Berlin 1982, S. 2060.

akkumulation, jenem Imperativ, der die fortgesetzte Selbstvermehrung des Kapitals durch regelmässige Erzielung von Gewinnen zum obersten Gesetz erhebt.

„Die Profitrate ist die treibende Macht in der kapitalistischen Produktion, und es wird nur produziert, was und soweit es mit Profit produziert werden kann“.⁴⁶

Das gilt selbstverständlich nicht nur für die Produktion materieller Güter, sondern auch für die immaterielle Erzeugung von Erfindungen und Innovationen; auch „die Wissenschaft erhält den Beruf, Produktionsmittel des Reichthums zu sein; Mittel der Bereicherung“.⁴⁷ In der Produktion wird „der Maschinengebrauch begrenzt durch die Differenz zwischen dem Maschinenwert und dem Wert der von ihr ersetzten Arbeitskraft“;⁴⁸ mit anderen Worten werden Maschinen nur dann entwickelt und eingesetzt, wenn sie weniger Kosten verursachen als die dadurch eingesparte Arbeit und somit den Gewinn steigern. Ebenso werden Güter für den Gebrauch ausserhalb der Produktion – ein Feld freilich, das für Marx nicht im Vordergrund steht – nur dann entwickelt, wenn davon zusätzliche Gewinne erwartet werden. So erweist sich in der Neuzeit der Imperativ der Kapitalakkumulation als das grundlegende Movens der technischen Entwicklung.

„Mit der Akkumulation des Kapitals entwickelt sich die spezifisch kapitalistische Produktionsweise und mit der spezifisch kapitalistischen Produktionsweise die Akkumulation des Kapitals“.⁴⁹

Dieser rückgekoppelte Selbststeigerungsprozess begründet die wachsende Kapitalintensität, und das heisst: die fortschreitende Technisierung der

⁴⁶ K. Marx, Das Kapital Bd.3, in: Marx/Engels, Werke (MEW) Bd. 25, Berlin 1962 u.ö., S. 269.

⁴⁷ K. Marx, Zur Kritik ... (wie Anm. 45), S. 2060.

⁴⁸ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 414.

⁴⁹ A.a.O., S. 653.

Produktion, aber auch deren Ausweitung, die "hier das gesellschaftliche Bedürfnis, dort die technischen Mittel jener gewaltigen industriellen Unternehmungen schafft".⁵⁰ So führt die Anhäufung von Kapital zu dessen Konzentration und Zentralisation – eine Tendenz, die inzwischen ihren Höhepunkt in globalen transnationalen Konzernen gefunden hat.

Die Theorie des Gebrauchs

Die Problematik der Arbeitsteilung durchzieht Marxens Werk wie ein roter Faden, und immer wieder wird sie mit der Technisierung in Verbindung gebracht. An einer Stelle setzt er auch zu einer Systematik an, wenn er zwischen der „gesellschaftlichen Teilung der Arbeit“ und der „Teilung der Arbeit innerhalb einer Werkstatt“, modern gesprochen, der Arbeitserlegung unterscheidet, und für die erstgenannte „Teilung der Arbeit im allgemeinen“ mehrere Stufen wachsender Differenzierung beschreibt; heute würde man von Wirtschaftsteilung, Produktionsteilung und Berufsdifferenzierung sprechen.⁵¹ Als historisch und systematisch grundlegend erweist sich die Wirtschaftsteilung, also die Trennung von Produktion und Konsumtion, von Entstehung und Verwendung, von Herstellung und Gebrauch. Insofern ist auch die Gliederung der vorliegenden Darstellung, die sich daran orientiert, techniktheoretisch noch einmal zu reflektieren. Auch das hat Marx bereits getan und herausgearbeitet, dass sich das gesellschaftliche Verhältnis zwischen Produzent und Konsument nicht nur vordergründig im Verkauf und Kauf von Produkten bildet, sondern sich in den Produkten so zu sagen gegenständlich verkörpert. Die Warenproduktion schafft zunächst potenzielle Gebrauchswerte, die erst der spätere Nutzer realisiert:

⁵⁰ A.a.O., S. 655.

⁵¹ G. Ropohl, Allgemeine Technologie (wie Anm. 8), S. 136ff.

⁵² K. Marx, Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie (1857/58), Berlin 1953, S. 11f.

„Das Produkt erhält erst den letzten finish in der Konsumtion; [...] ein Kleid wird erst wirklich Kleid durch den Akt des Tragens, sodass erst in der Konsumtion das Produkt wirkliches Produkt wird“.⁵²

Auch ist es häufig erst das fertige Produkt mit seinem Nutzungspotenzial, das ein entsprechendes Nutzungsbedürfnis schafft; neue Technik vermag also neue Bedürfnisse zu erzeugen. Schliesslich prägt die spezifische Beschaffenheit des Produktes auch die Art und Weise, wie die Menschen damit handeln. „Hunger ist Hunger, aber Hunger, der sich durch gekochtes, mit Gabeln und Messer gegessnes Fleisch befriedigt, ist ein anderer Hunger als der rohes Fleisch mit Hilfe von Hand, Nagel und Zahn verschlingt“.⁵³ Die technischen Sachen verändern also nicht nur die Bedürfnisse, sondern auch die Art ihrer Befriedigung.

So erhält, über die Fabrikarbeit hinaus, „mit der Maschinerie [...] die Herrschaft der vergangenen Arbeit über die lebendige nicht nur sociale, [...] sondern so zu sagen *technologische* Wahrheit“,⁵⁴ wenngleich sich diese „Herrschaft“ in der Lohnarbeit natürlich besonders krass bemerkbar macht. Bekanntlich wird Marx nicht müde, in immer neuen Wendungen zu beklagen, dass „nicht der Arbeiter die Arbeitsbedingung, sondern umgekehrt die Arbeitsbedingung den Arbeiter anwendet“, und dass „die Maschine nicht den Arbeiter von der Arbeit befreit, sondern seine Arbeit vom Inhalt“.⁵⁵ Allgemein bedeutet die Technisierung die „Trennung der geistigen Potenzen des Processes von dem Wissen, Kenntniß und Geschick des einzelnen Arbeiters“, und „die Wissenschaft erscheint als der Arbeit *fremde, feindliche* und sie *beherrschende Potenz*“.⁵⁶ Versteht man die „Wissenschaft“ als das Wissen, das im technischen Sachsystem vergegenständlicht worden ist, so analysiert Marx hier ein Grundverhältnis jeglicher Techniknutzung. In der Sphäre des alltäglichen Gebrauchs wird

⁵³ A.a.O.

⁵⁴ K. Marx, Zur Kritik (wie Anm. 45), S. 2059; Hervorhebung im Original.

⁵⁵ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 446.

⁵⁶ K. Marx, Zur Kritik (wie Anm. 45), S. 2061; Hervorhebung im Original.

das vergegenständliche Wissen häufig nicht als feindlich wahrgenommen, aber fremd bleibt es dem Nutzer allemal.

Das ist die Entfremdung in ihrem harten Kern, dass die Menschen fremde Arbeitsmittel benutzen, die ihrer Arbeit Wesentliches hinzutun, was nicht von ihnen selbst stammt. Diese Form der Entfremdung erlebt, auch ausserhalb der Lohnarbeit, jeder, der technische Gegenstände verwendet, die er nicht selbst hergestellt hat; das hat Marx nicht ausreichend gewürdigt, teils, weil er zu sehr auf die Produktionssphäre fixiert ist, teils wohl auch, weil die Technik der Konsumgüter zu seiner Zeit noch wenig entwickelt ist. Unter den Bedingungen der Lohnarbeit verschärft sich natürlich die Entfremdung, wenn das Arbeitsmittel fremdes Eigentum darstellt, wenn die Ziele der Arbeit fremd bestimmt sind, wenn die Produkte der eigenen Arbeit in fremde Hände übergehen, und wenn die Partner der arbeitsteiligen Zusammenarbeit zu einander fremden Konkurrenten um Lohn und Rang werden.

Auch die Beschäftigungsfolgen der Automatisierung beschreibt Marx sehr klar. Mit zahlreichen Beispielen belegt er, dass die Technisierung der Produktion prinzipiell Arbeitskräfte "freisetzt" (und er polemisiert gegen den Zynismus dieses schönfärberischen Wortes). Auch kritisiert er die schon zu seiner Zeit vorgebrachte Variante der Kompensationstheorie, derzufolge die "freigesetzten" Arbeiter vom zusätzlichen Arbeitsbedarf der Produktionsmittelherstellung aufgefangen würden; träfe dies zu, würde der Maschineneinsatz insgesamt gar keine Arbeit einsparen.⁵⁷ So zieht schon Marx die heute geläufige Folgerung, dass allein das Wachstum, in dem betreffenden und in anderen Produktionszweigen, vorübergehend neue Beschäftigung bietet, doch er beklagt nicht nur die Umstellungsschwierigkeiten für die betroffenen Arbeiter, sondern er hält solche Effekte

⁵⁷ MEW 23 (wie Anm. 12), S. 461ff.

auch nicht für dauerhaft – eine Einschätzung, die bis heute strittig ist.⁵⁸ Mit gleicher Schärfe analysiert er die Dequalifizierungstendenzen in der technisierten Produktionsarbeit, „denn die Maschinerie wird missbraucht, um den Arbeiter [...] in den Teil einer Teilmaschine zu verwandeln“.⁵⁹ Auch dies kann man bis heute beobachten, und erst neuerdings erreicht die Automatisierung ein Niveau, das nur noch von hochqualifizierten Arbeitskräften zu bewältigen ist; die Unqualifizierten werden nun in die Langzeitarbeitslosigkeit „freigesetzt“.

Theorie der Technikbewertung

Bei aller Kritik der frühindustriellen Arbeitsverhältnisse ist doch Marx keineswegs technikfeindlich, „da die Maschinerie an sich betrachtet die Arbeitszeit verkürzt, während sie kapitalistisch angewandt den Arbeitstag verlängert, an sich die Arbeit erleichtert, kapitalistisch angewandt ihre Intensität steigert, an sich ein Sieg des Menschen über die Naturkraft ist, kapitalistisch angewandt den Menschen durch die Naturkraft unterjocht“. Gegen die Maschinenstürmer spricht Marx ausdrücklich von der „Dummheit, nicht die kapitalistische Anwendung der Maschinerie zu bekämpfen, sondern die Maschinerie selbst“.⁶⁰ Inhumane Folgen werden also nicht von der Technik determiniert, sondern treten nur dann auf, wenn der Technikeinsatz von privatwirtschaftlichen Zielen beherrscht wird, statt sich planmässig an der Lebensqualität der Menschen zu orientieren.

Überhaupt hat Marx die Bedeutung der Technik für die gesellschaftliche Entwicklung vielfach gewürdigt. Gelegentliche Zuspitzungen – z.B. „Die Handmühle ergibt eine Gesellschaft mit Feudalherren, die Dampfmühle eine Gesellschaft mit industriellen Kapitalisten“⁶¹ – haben

⁵⁸ Vgl. z.B. A.Schmid, S. Krömmelbein, Informationstechnologischer Wandel und Zukunft der Arbeit, in: N.C. Karafyllis, T. Haar (Hg.), Technikphilosophie im Aufbruch. Festschrift für Günter Ropohl, Berlin 2004, S. 211-227.

⁵⁹ A.a.O., S. 445.

⁶⁰ A.a.O., S. 465

⁶¹ MEW 4 (wie Anm. 35), S. 130.

ihm den Vorwurf eingetragen, er hänge einem technologischen Determinismus an, aber tatsächlich hat er den Zusammenhang zwischen den Menschen und den von ihnen gemachten Sachen grundsätzlich als Wechselwirkungsverhältnis betrachtet, in dem „die Umstände ebenso sehr die Menschen, wie die Menschen die Umstände machen“.⁶² Im späteren Marxismus ist das als die „Dialektik von Produktivkräften und Produktionsverhältnissen“ apostrophiert worden,⁶³ eine wechselseitige Abhängigkeit, die Marx zwar nicht systematisch differenziert, aber doch immer wieder unter dem einen oder dem anderen Aspekt behandelt hat. Und der „Grundwiderspruch“, den Marx und Engels zwischen dem gesellschaftlichen Charakter der technisierten Produktion und den privaten Verfügungsformen in vielen Passagen ihrer Werke analysiert haben,⁶⁴ ist noch immer ein Grund für die zwiespältigen Folgen der fortschreitenden Technisierung.

Das Marxsche Erbe

In dem Versuch, Marx als einen Vorläufer und Vordenker der modernen Technikforschung zu rekonstruieren, habe ich selbstverständlich andere bedeutsame Facetten seines Werkes übergehen müssen, Facetten wohl auch, die aus heutiger Sicht weniger akzeptabel scheinen als seine Auffassungen zur Technik. Diese hat Marx in den verschiedensten Passagen eingestreut; da wären bei minutiöser Lektüre der vielen tausend Druckseiten gewiss noch zahlreiche weitere Details aufzuspüren. In diesem Beitrag habe ich mich darauf beschränken müssen, die grossen Linien seiner Techniktheorie heraus zu präparieren. Marx allerdings liess sich von der dialektisch-systemischen Überzeugung leiten, dass man nicht einzelne

⁶² MEW 3 (wie Anm. 4), S. 38.

⁶³ Z.B. G. Bohring, *Technik im Kampf der Weltanschauungen*, Berlin 1976, S. 41.

⁶⁴ Der „Grundwiderspruch“ findet sich wörtlich bei F. Engels, *Die Entwicklung des Sozialismus von der Utopie zur Wissenschaft* (1882), in: Marx/Engels, *Werke* (MEW) Bd. 19, Berlin 1962 u.ö., S. 227.

Momente der gesellschaftlichen Wirklichkeit künstlich isolieren dürfe und so auch die Technik nur im Zusammenhang mit Arbeit, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik verstehen könne. „Eine besondere ‚Philosophie der Technik‘ ist jedoch nicht möglich“, haben dann spätere Autoren aus der Sicht des Marxismus gefolgert;⁶⁵ „heute, da eine wissenschaftliche, in der Praxis bewährte Gesellschaftstheorie vorliegt, bedarf es objektiv der ‚bürgerlichen‘ Technikphilosophie überhaupt nicht“.⁶⁶

Gewiss haben diese Äusserungen den Status jener „Gesellschaftstheorie“, wie die jüngere Entwicklung gezeigt hat, beträchtlich überschätzt. Gleichwohl war ihr Urteil über die „bürgerliche Technikphilosophie“ nicht ganz abwegig, denn zur gleichen Zeit formulierten nichtmarxistische Philosophen eine „Kritik der traditionellen Technikphilosophie“⁶⁷ und leiteten damit ein, was ich später die „realistische Wende in der Technikphilosophie“ genannt habe.⁶⁸ Die moderne Technikphilosophie, die sich seitdem entfaltet hat, beschränkt sich nicht länger auf eine „Technik an sich“. Sie hat den Elfenbeinturm der Schulphilosophie gemieden, sich auf theoretische und empirische Ergebnisse der Erfahrungswissenschaften eingelassen und mit wohlbegründeten Empfehlungen an soziotechnischer Praxis teilgenommen. Sie ist zu einer Integrationsinstanz transdisziplinärer Technikforschung geworden, die relevante Einzelresultate aus Technikwissenschaften, Techniksoziologie, Technikgeschichte usw. zur Synthese bringt. Die moderne Technikphilosophie ist eine *synthetische Philosophie* geworden, die den grossen Atem zurück gewonnen hat, der das dialektisch-systemische Denken eines Karl Marx durchzog. Wohl ist sie weit davon entfernt, diesen Philosophen als Säulenheiligen nachzubeten,

⁶⁵ Vgl. Bohring, Technik ... (wie Anm. 63), bes. S. 20.

⁶⁶ S. Wollgast, G. Banse, Technik und Philosophie, Berlin 1979, S. 32.

⁶⁷ H. Lenk, S. Moser (Hg.), *Techne – Technik – Technologie*, Pullach b. München 1973; vgl. darin bes. S. Moser, Kritik der traditionellen Technikphilosophie, S. 11-81, und H. Lenk, Zu neueren Ansätzen der Technikphilosophie, S. 198-231.

⁶⁸ Mehr dazu bei G. Ropohl, Die Philosophie der Technik. Ein Exempel für die Synthetische Philosophie, in: *Philosophia naturalis* 39, 2002, S. 189-207.

denn grosse Denker machen auch grosse Fehler. Immerhin gewinnt sie davon, Marxens zutreffende Analysen der Technik aufzubereiten, und in diesen Analysen zeigt sich ein ganz anderer Marx als jener abseitige Revolutionär, den mittlerweile der Zeitgeist als längst veralteten Sonderling glaubte verabschieden zu dürfen.

Die moderne Technikphilosophie hat ein Stück des Marxschen Erbes angetreten.

TECHNOLOGIE UND TERMINOLOGIE
DER GEWERBE UND KÜNSTE
BEI GRIECHEN UND RÖMERN

VON

HUGO BLÜMNER

ERSTER BAND

ZWEITE, GÄNZLICH UMGEARBEITETE AUFLAGE
MIT 135 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN
HOLZSCHNITTEN



VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN 1912

Helmuth Schneider

Von Hugo Blümner bis Franz Maria Feldhaus: Die Erforschung der antiken Technik zwischen 1874 und 1938

Der Kontext der Forschungen zur antiken Technik: Die Rolle der Altertumswissenschaften im deutschen Bildungssystem

Die wirtschaftlichen, sozialen, politischen und kulturellen Entwicklungen in den Jahrzehnten zwischen der Gründung des Deutschen Reiches und dem Ausbruch des Zweiten Weltkrieges hatten auf das Bildungswesen und damit auch auf die Geisteswissenschaften tief greifende Auswirkungen. In einer Zeit, in der das humanistische Gymnasium seine exklusive Position als die Schule verlor, deren Abschluss den Zugang zum Hochschulstudium eröffnete, neu gegründete Technische Hochschulen an die Seite der Universitäten traten und darüber hinaus neue Wissenschaften, darunter insbesondere die Naturwissenschaften sowie die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, unter den Fächern, die an den Universitäten gelehrt wurden, an Bedeutung gewannen, war eine Neubestimmung der Rolle der Klassischen Altertumswissenschaften, der Klassischen Philologie, der Althistorie und der Archäologie, im Wissenschaftssystem und im Bildungswesen notwendig geworden. Besonders auf die im Jahr 1890 vom Preußischen Innenministerium einberufene Schulkonferenz reagierten einige jüngere Althistoriker, so Eduard Meyer (1855-1930) und Robert Pöhlmann (1852-1914), indem sie durch die Darstellung sozialer und wirtschaftlicher Entwicklungen im antiken Griechenland und Rom die Modernität der Antike und die Aktualität der Altertumswissenschaften für die Gegenwart nachzuweisen versuchten.¹ In diesem Zusammenhang sind vor allem die Vorträge von Eduard Meyer „Die wirtschaftliche

¹ Zu R. Pöhlmann und Ed. Meyer vgl. K. Christ, Von Gibbon zu Rostovtzeff. Leben und Werk führender Althistoriker der Neuzeit, Darmstadt 1972, S. 201-247. 286-333.

Entwicklung des Altertums' und ‚Die Sklaverei im Altertum' zu erwähnen; beide Vorträge, die bald publiziert und später in die ‚Kleinen Schriften' (1910, ²1924) Meyers aufgenommen wurden, fanden in der Öffentlichkeit eine große Resonanz und übten bis in die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg einen erheblichen Einfluss auf die Erforschung der antiken Wirtschaftsgeschichte aus. Die Ausführungen von Eduard Meyer stellten aber nicht nur eine Antwort auf die aktuelle bildungspolitische Situation dar, sondern boten auch eine kritische Auseinandersetzung mit den Auffassungen des Wirtschaftswissenschaftlers K. Bücher, der im Rahmen einer Theorie wirtschaftlicher Entwicklungsstufen die antike Wirtschaft wesentlich als Hauswirtschaft und damit als eine im Vergleich mit den modernen Verhältnissen primitive Wirtschaftsform charakterisierte. Nach Meinung von Meyer hätte man aus der wirtschaftlichen Entwicklung des Altertums aber nichts mehr für die Gegenwart lernen können, wenn man die Auffassungen Büchers akzeptierte. Damit hätte die Alte Geschichte aber ihre Aufgaben im Bildungswesen verloren.

Auffallend an beiden Arbeiten von Meyer ist die Tatsache, dass zwar deutliche Parallelen zwischen der Antike und der Neuzeit gezogen werden und von einer „Industrialisierung der griechischen Welt“ die Rede ist, aber weder auf technische Erfindungen in der Antike noch auf die mit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert verbundenen technischen Innovationen eingegangen wird. Eduard Meyer fehlte jegliches Verständnis für die technische Dimension sowohl der antiken wie auch der modernen Wirtschaftsgeschichte.² Auf eine andere Weise reagierte auf diese für die

² Zur Bücher-Meyer Kontroverse vgl. M. Mazza, Meyer vs Bücher: Il dibattito sull' economia antica nella storiografia tedesca tra otto e novecento, *Società e storia* 29, 1985, S. 507-546. H. Schneider, Die Bücher-Meyer Kontroverse, in: William M. Calder III., Alexander Demandt (Hg.), *Eduard Meyer. Leben und Leistung eines Universalhistorikers* (Mnemosyne Suppl. 112), Leiden 1990, S. 417-445. Vgl. außerdem Ed. Meyer, *Geschichte des Altertums*, Einleitung. Elemente der Anthropologie, 6. Aufl. Stuttgart 1953, S. 63-70. Hier sieht Meyer zwar den Übergang zur Rinderzucht, zum Ackerbau und damit zur Sesshaftigkeit als

Altertumswissenschaften als bedrohlich empfundene Situation der bedeutende Gräzist Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff (1848-1931),³ der nach der zweiten Schulkonferenz im Jahr 1900 in Zusammenarbeit mit anderen Gelehrten ein Lehrbuch für den Griechischunterricht herausgab. Nach Meinung von Wilamowitz-Moellendorff sollte das Ziel des humanistischen Gymnasiums nicht mehr die ästhetische, sondern die historische Bildung sein. Dementsprechend wurden in das ‚Griechische Lesebuch‘ neben Texten aus der griechischen Dichtung und Philosophie auch Abschnitte aus Werken der griechischen Astronomie, Mathematik und Medizin aufgenommen. Wilamowitz-Moellendorff wies dem Sprachunterricht auf diese Weise die Aufgabe zu, den Schülern alle Aspekte der griechischen Welt und nicht nur die Kenntnis der griechischen Literatur zu vermitteln. Bemerkenswert ist allerdings, dass mit der Abwendung von der klassizistischen Auffassung, die in der Antike ein ästhetisches Ideal sah, keineswegs der Vorrang der griechischen Kultur in Frage gestellt wurde, im Gegenteil, gerade durch die Berücksichtigung der wissenschaftlichen Texte der Griechen sollte ihre Bedeutung für die Entwicklung der Wissenschaften im neuzeitlichen Europa erwiesen werden: Im Rückblick auf die Schulkonferenz von 1900 und das ‚Griechische Lesebuch‘ verlieh Wilamowitz-Moellendorff dieser Sicht prononciert Ausdruck: „Griechisch als Weltsprache lehrt erst, dass jede Wissenschaft aus Hellas stammt, Mathematik und Technik, Grammatik und Medizin, jede Philosophie und die Bibel samt den ältesten Dokumenten des Christentums“.⁴

entscheidenden Schritt in der Geschichte der Menschheit an, aber spätere technische Entwicklungen bleiben unbeachtet.

³ R. L. Fowler, Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff, in: W. W. Briggs, W. M. Calder III. (Hg.), *Classical Scholarship. A Biographical Encyclopedia*, New York-London 1990, S. 489-522. William M. Calder III, Hellmut Flashar, T. Lindken (Hrsg.), *Wilamowitz nach 50 Jahren*, Darmstadt 1985.

⁴ Wilamowitz zur Schulkonferenz und zum ‚Griechischen Lesebuch‘: U. von Wilamowitz-Moellendorff, *Erinnerungen 1848-1914*, Leipzig o. J., S. 250-253. L.

Die Beziehungen zwischen den Naturwissenschaftlern und Technikern auf der einen Seite und den Altphilologen sowie Althistorikern auf der anderen Seite waren in der Zeit vor 1914 überaus schwierig und von Konflikten, Ressentiments sowie gegenseitiger Polemik geprägt.⁵ Welches Ausmaß die Empfindlichkeiten angenommen hatten, zeigt eine von Wilamowitz-Moellendorff in seinen ‚Erinnerungen‘ erwähnte Begebenheit: Als Wilamowitz-Moellendorff in seiner Eigenschaft als Rektor der Friedrich-Wilhelms Universität den Minister August von Trott zu Solz durch die Gebäude und Anlagen der Universität führte, waren sich beide, der Rektor und der Minister, darin einig, dass das Denkmal des bedeutenden Physikers Hermann von Helmholtz (1821-1894)⁶ von seinem Standort entfernt werden müsse. Wilamowitz-Moellendorff kommentiert dies mit den Worten, es schicke „sich auch nicht, dass die Naturwissenschaft sich einen Herrschaftsplatz anmaßt.“⁷ Aber auch die Naturwissenschaftler waren mit ihrer Kritik an der humanistischen Bildung keineswegs zurückhaltend: So warf der Biologe Hugo von Mohl bereits 1863 auf einer Rede anlässlich der Gründung der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Tübingen den Philologen vor, den Menschen auf dem Gymnasium „künstlich zu einem der Natur entfremdeten Wesen“ zu erziehen, und der Chemiker Wilhelm Ostwald bemerkte über das von den alten Sprachen beherrschte Abitur, es sei ein „Verbrechen an unserer geistigen Jugend.“⁸ Altphilologen haben diese Angriffe auf die Stellung der Alten Sprachen durchaus wahrgenommen,

Canfora, Wilamowitz und die Schulreform: Das ‚Griechische Lesebuch‘, in: W. M. Calder III u. a. (Hg.), Wilamowitz (wie Anm. 3), S. 632-648.

⁵ A. Demandt, Natur- und Geisteswissenschaft im 19. Jahrhundert, in: Ders., Geschichte der Geschichte. Wissenschaftshistorische Essays, Köln 1997, S. 81-105.

⁶ Zu Helmholtz vgl. M. Heidelberger, Hermann von Helmholtz (1821-1894), in: K. von Meyenn, Die großen Physiker. Erster Band: Von Aristoteles bis Kelvin, München 1997, S. 396-415.

⁷ Wilamowitz-Moellendorff, Erinnerungen (wie Anm. 4), S. 291. Vgl. Demandt, Natur- und Geisteswissenschaft (wie Anm. 5), S. 84.

⁸ J. Radkau, Max Weber. Die Leidenschaft des Denkens, München 2005, S. 236. 119.

wie das Vorwort von Hermann Diels (1848-1922) zu seiner Aufsatzsammlung „Antike Technik“ zeigt.

Diels spricht an dieser Stelle von dem „Kampf der modernen Technik und Naturwissenschaft gegen die Antike, der das vorige Jahrhundert durchtobte“ und konstatiert, dass die „heutigen klassischen Philologen [...] zu der bestgehassten Spezies der modernen Menschheit gehören.“⁹ Es ist bemerkenswert, dass nach Meinung von Diels ein Grund für die Kritik an der humanistischen Bildung auch in den Versäumnissen der Altphilologen zu suchen ist: „Die Humanisten, im unklaren Idealismus befangen, kannten die reale Welt zu wenig, um ihren Zusammenhang mit den heutigen Realitäten zu begreifen.“ Immerhin behauptet Diels aber, dass die Philologen seiner Zeit sich verstärkt modernen Fragestellungen zugewandt haben: „Sie haben sich zum größten Teile mit den Realitäten der antiken Kultur ebenso vertraut gemacht wie mit ihren unsterblichen Formschönheiten und ihrer idealen Gedankenwelt. Sie lassen es sich angelegen sein, den modernen, für die Wunder der Technik von Kindesbeinen an begeisterten Menschen geduldig einzuführen in die oft geringen und wirkungslosen Anfänge technischen Denkens, um ihm zu zeigen, dass der Scharfsinn und die Ideenkraft des antiken und speziell der hellenischen Techniken nicht geringer ist als die der modernen Tausendkünstler.“ Damit steht für Diels die Antike am Beginn einer technischen Entwicklung, die nur durch das Mittelalter unterbrochen worden ist:

„Aber wer die Geschichte der Technik kennt, weiß, dass wir ohne das phantastische Vordenken und tastende Versuchen der alten Künstler und Handwerker und ohne die kärglichen und durch die Dumpfheit des Mittelalters durchgeretteten mannigfach verstümmelten Überreste ihrer

⁹ H. Diels, *Antike Technik*, 2. Aufl. Leipzig, 1920, S. VI. Zu Diels vgl. E. Schütrumpf, Hermann Diels, in: Briggs, Calder III. (Hg.), *Classical Scholarship* (wie Anm. 3), S. 52-60.

technischen Literatur nicht den Höhepunkt der industriellen und technischen Kultur erreicht haben würden, auf den die heutige Welt so stolz ist.“¹⁰

Die Beschäftigung mit der antiken Technik hat demnach mehrere Funktionen: Sie soll dazu beitragen, die Missverständnisse zwischen den Technik- und Naturwissenschaften einerseits und der klassischen Philologie andererseits zu überwinden und darüber hinaus die Stellung der Altertumswissenschaften im Bildungswesen durch den Nachweis der in der Antike erbrachten technischen Leistungen und ihrer Bedeutung für die moderne Technik legitimieren. Unter dem Eindruck der militärischen Niederlage Deutschlands im Ersten Weltkrieg hat Diels im Vorwort zur zweiten Auflage des Buches 1919 seine Auffassung bekräftigt:

„Es gilt jetzt alle Kräfte zusammenzunehmen, den Idealismus unserer klassischen und den Realismus unserer technischen Blütezeit. Sonst geht Deutschland und mit ihm die Kultur der ganzen Welt in Trümmer!“¹¹

Die Initiativen von Wilamowitz-Moellendorff und Diels fanden jedoch keine größere Resonanz; Wilamowitz-Moellendorff selbst bezeichnete sein ‚Griechisches Lesebuch‘ resigniert als einen Misserfolg, und Diels erwähnt im Vorwort von 1919 kritische Stimmen zu seinem Buch.¹² Diese Reaktion ist nicht überraschend, denn sowohl in den Klassischen Altertumswissenschaften als auch in den Geschichtswissenschaften waren die Wirtschaftsgeschichte und die Technikgeschichte weitgehend vernachlässigte Spezialdisziplinen. Allein Johann Gustav Droysen hatte in seiner kurzen Übersicht über die Vorlesung zur Historik die Technik thematisiert, aber dieser Hinweis blieb unbeachtet, und die Bemühungen von Karl Lamprecht um eine methodische und theoretische Neuorientierung stießen

¹⁰ Diels, *Antike Technik* (wie Anm. 9), S. VI-VII.

¹¹ Diels, *Antike Technik* (wie Anm. 9), S. VIII.

¹² Wilamowitz-Moellendorff, *Erinnerungen* (wie Anm. 4), S. 252. Diels, *Antike Technik* (wie Anm. 9), S. VIII.

in der Geschichtswissenschaft auf eine entschiedene Ablehnung.¹³ Trotz dieser Situation erschien noch vor 1900 die umfassende, bis heute als Standardwerk geltende Darstellung der antiken Technik von Hugo Blümner (1844-1919);¹⁴ der wissenschaftshistorische Kontext dieser Arbeit ist allerdings weniger in den bildungspolitischen Auseinandersetzungen oder in der Wahrnehmung technischer Fortschritte im Zeitalter der Industrialisierung zu suchen als vielmehr in der Tradition der antiquarischen Forschung und in der wachsenden Bedeutung, die dem archäologischen Material für eine Darstellung der antiken Kultur beigemessen wurden.

Die Grundlage aller späteren Forschung: Hugo Blümner

Hugo Blümner, der in Breslau, Berlin und Bonn Klassische Philologie studiert hatte und 1870 in Breslau für Klassische Philologie und Archäologie habilitiert worden war, erhielt die Anregung, sich mit dem antiken Handwerk zu beschäftigen, von außen, durch eine Preisaufgabe der Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft; die Preisschrift ‚Die gewerbliche Tätigkeit der Völker des klassischen Altertums‘¹⁵ war die Grundlage der späteren Forschungen Blümnners auf dem Gebiet der antiken Technik. 1872

¹³ J. G. Droysen, *Historik. Vorlesungen über Enzyklopädie und Methodologie der Geschichte*, hg. v. R. Hübner, München 1937 ND Darmstadt 1974, S. 347: „Die Natur erforschend und begreifend, beherrschend und zu menschlichen Zwecken umgestaltend, erhebt sie [die geschichtliche Arbeit, H.S.] sie in die sittliche Sphäre und legt über den Erdkreis die *aerugo nobilis* menschlichen Wollen und Könnens (Entdeckungen, Erfindungen usw. Anbau, Feldbau, Bergbau usw. Zählung, Züchtung der Tiere usw. Veränderung der Länder und Landschaften durch Übersiedlung von Pflanzen, Tieren usw. Der Kreis der Naturwissenschaften usw.)“ Zu K. Lamprecht vgl. L. Schorn-Schütte, Karl Lamprecht. Wegbereiter einer historischen Sozialwissenschaft?, in: N. Hammerstein (Hg.), *Deutsche Geschichtswissenschaft um 1900*, Stuttgart 1988, S. 153- 191.

¹⁴ H. Blümner, *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*, Bd. 1, 2. Aufl. Leipzig 1912; Bd 2-4 Leipzig 1879-1887, ND Hildesheim 1969. H. P. Isler, Hugo Blümner 1844-1919, in: R. Lullies, W. Schiering (Hg.), *Archäologenbildnisse. Porträts und Kurzbiographien von Klassischen Archäologen deutscher Sprache*, Mainz 1988, S. 86-87.

¹⁵ H. Blümner, *Die gewerbliche Tätigkeit der Völker des klassischen Altertums*, 1869.

vereinbarte Blümner dann mit dem Verlag B. G. Teubner die Publikation „eines Werkes über die Technik der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern;“¹⁶ das Werk erschien in den Jahren von 1874 bis 1887 in vier umfangreichen Bänden, 1912 legte Blümner schließlich eine völlig neu bearbeitete zweite Auflage des ersten Bandes vor.

Mit den beiden Begriffen „Gewerbe und Künste“ greift Blümner auf die in seiner Zeit traditionelle Terminologie zurück, die das Handwerk zu den ‚artes‘ zählte. Die Gliederung des gesamten Werkes orientiert sich an den Stoffen, die technisch bearbeitet werden: Der erste Band ist der Verarbeitung von pflanzlichen und tierischen Materialien gewidmet: An erster Stelle steht die Verarbeitung des Getreides und die Brotherstellung, es folgen Abschnitte über die Gewinnung und Verarbeitung von Wolle und pflanzlichen Fasern wie Leinen und Hanf, über das Färben von Stoffen, die Verarbeitung von Tierhäuten, die Herstellung von Papyrus und zuletzt die Herstellung von Ölen und Salben. Im zweiten Band stellt Blümner die Arbeit in „weichen“ und „harten Stoffen“ dar; es wird zunächst die Herstellung von Tonziegeln und die „Fabrication“ von Tongefäßen, dann die Verarbeitung des Holzes und anderer Rohstoffe wie Elfenbein oder Bernstein beschrieben. Das Thema des dritten Bandes ist die „Arbeit in Stein“; hier wird neben der antiken Bautechnik auch die Bildhauerkunst und die Steinschneidekunst berücksichtigt. Die Metalle, der Bergbau und die Metallurgie sind schließlich Gegenstand des letzten Bandes.

Die Thematik und vor allem die Anordnung der einzelnen Abschnitte geht ohne Zweifel auf die technologische Literatur des 18. und frühen 19. Jahrhunderts zurück.¹⁷ Blümner, dem es vorrangig um eine Rekonstruktion der im antiken Handwerk verwendeten Techniken und um eine präzise

¹⁶ H. Blümner, *Technologie* (wie Anm. 14), Bd. 1, S. III.

¹⁷ A. Timm, *Kleine Geschichte der Technologie*, Stuttgart 1964. G. Bose (Hg.), *Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen*, Berlin 1997. G. Bayerl, J. Beckmann (Hg.), *Johann Beckmann (1739-1811). Beiträge zu Leben, Werk und Wirkung des Begründers der Allgemeinen Technologie*, Münster 1999.

Klärung der antiken Begrifflichkeit ging, lässt damit wichtige Bereiche der antiken Technik, etwa die Landwirtschaft (abgesehen vom Getreideanbau), den Landtransport und die Schifffahrt außer acht, und in dem Abschnitt über die Bautechnik wird nicht auf den Bau von Brücken oder von Wasserleitungen eingegangen. Darüber hinaus wird die Interdependenz zwischen Technik, Wirtschaft und Gesellschaft kaum berücksichtigt; grundlegende Voraussetzungen der Produktion im antiken Handwerk werden nicht geklärt: Weder der Handel mit Handwerkserzeugnissen noch die Sklavenarbeit oder die Arbeitsorganisation in den Werkstätten werden systematisch beschrieben, und ebenso wenig wird die Bedeutung technischer Erfindungen und Entwicklungen für die antike Zivilisation thematisiert. Obwohl das Werk also keineswegs eine modernen Vorstellungen entsprechende Konzeption aufweist, kann die Leistung Blümners angesichts der schwierigen Quellenlage auf dem Gebiet der antiken Technikgeschichte und angesichts der Tatsache, dass die altertumswissenschaftliche Forschung das Thema der griechischen und römischen Technik bis dahin eher vernachlässigt hatte, nicht hoch genug eingeschätzt werden.

Die Zeugnisse zur antiken Technik finden sich verstreut in Schriften aller literarischen Gattungen; die technische Fachliteratur der Antike bietet insgesamt nur einen geringen Teil der Informationen, die der Althistoriker bei einer Untersuchung technikhistorischer Fragen zu berücksichtigen hat. So werden einzelne für die Landwirtschaft oder das Handwerk typische Arbeitsvorgänge ausführlich in der antiken Dichtung beschrieben, in philosophischen Texten in exemplarischer Form zur Analyse politischen Handelns herangezogen oder in der Geschichtsschreibung beiläufig erwähnt. Daneben existiert ein umfangreiches archäologisches Material, darunter vor allem die Abbildungen auf der griechischen Keramik, die Mosaiken und die Weih- und Grabreliefs.¹⁸ Blümner hat in

¹⁸ Zur Quellenlage der antiken Technikgeschichte vgl. H. Schneider, Einführung in die antike Technikgeschichte, Darmstadt 1992, S.30-39.

bewundernswerter Weise das gesamte in seiner Zeit zugängliche literarische und archäologische Material gesichtet und damit Standards für jede weitere Beschäftigung mit der antiken Technik gesetzt. Wie sehr es Blümner darauf ankam, neben den antiken Texten gerade das archäologische Material für die Darstellung der antiken Technik zu erschließen, geht aus seinen Bemerkungen im Vorwort zur zweiten Auflage des ersten Bandes hervor; hier betont Blümner, dass die erste Auflage angesichts der zahlreichen neu gefundenen Denkmäler „als völlig antiquiert erscheinen musste“ und daher die Zahl der Abbildungen von antiken Artefakten gegenüber der ersten Auflage stark vermehrt wurde.¹⁹

Wie Blümner selbst sah, lag die Thematik seines wissenschaftlichen Hauptwerkes „der großen Mehrzahl der Philologen so fern, dass auf einen raschen Absatz des Buches gar nicht zu rechnen war.“²⁰ Die Leistung Blümners fand zunächst jedenfalls nicht die verdiente Anerkennung, was man daran sehen kann, dass es in der späteren wissenschaftlichen Literatur nur selten erwähnt wird;²¹ damit blieb die Wirkung des Buches begrenzt, die Chance, die Forschung auf dem Gebiet der antiken Technikgeschichte zu intensivieren, wurde von den Klassischen Altertumswissenschaften nur in Ansätzen wahrgenommen. Dieser Tatbestand ist vielleicht auch darauf zurückzuführen, dass Blümner keinen Lehrstuhl an einer der renommierten deutschen Universitäten erhielt, sondern von 1877 bis zu seinem Tod als ordentlicher Professor Archäologie und Klassische Philologie an der Universität Zürich lehrte und die Schweiz stets sein Lebensmittelpunkt blieb.²²

¹⁹ Blümner, *Technologie* (wie Anm. 14), Bd. 1, S. III-IV.

²⁰ Blümner, *Technologie* (wie Anm. 14), Bd. 1, S. III.

²¹ So ist auffallend, dass etwa H. Diels das Werk Blümners in seinem Vorwort zu der Aufsatzsammlung *Antike Technik* (wie Anm. 9) nicht als Beispiel für das Interesse der Altertumswissenschaftler an der „realen Welt des Altertums“ anführt.

²² Vgl. hierzu H. P. Isler, *Hugo Blümner* (wie Anm. 14), S. 86.

Die Missachtung der Technik in der Antike: Hermann Diels

Nach Blümner machte Hermann Diels durch seine zuerst in Salzburg 1912 gehaltenen und 1914 in Buchform publizierten Vorträge die antike Technikgeschichte erneut zum Gegenstand einer umfangreichen wissenschaftlicher Publikation.²³ Während es Blümner darum ging, die Technik der verschiedenen Handwerkszweige enzyklopädisch zu erfassen, hat Diels sich auf sehr spezielle Fragen konzentriert, so auf die Türen und Schlösser, die Automatentechnik, die Telegraphie, die Artillerie, die Chemie und die Uhr in der Antike. Einen souveränen Überblick über die technische Entwicklung sowie die Beziehung zwischen Wissenschaft und Technik im antiken Griechenland bietet allerdings die erste Abhandlung des Bandes „Wissenschaft und Technik bei den Hellenen.“²⁴ Es geht Diels darum zu zeigen, wie eng die Bewältigung praktischer Aufgaben mit der Naturforschung und der Anwendung mathematischer Kenntnisse verbunden war; durch eine auf die Vermehrung des Wissens abzielende Forschung erwarben die Griechen jene Kompetenz, die sie zu den bedeutenden Leistungen vor allem im Bereich der Architektur und Bautechnik befähigte. Als Beispiele für diesen Tatbestand führt Diels den Bau der Brücke über den Bosporos durch den samischen Architekten Mandrokles oder den Bau des Eupalinos-Tunnels auf Samos an. Die Bedeutung der Mathematik für das Denken dieser Zeit wird durch den Hinweis auf Pythagoras, auf die Stadtplanung des Hippodamos oder den Kanon des Polyklet verdeutlicht. Besonders erfolgreich waren die Griechen im Bereich der Militärtechnik; es gelang ihnen in der Zeit des Hellenismus,

²³ Vgl. zu H. Diels E. Schütrumpf, Hermann Diels (wie Anm. 9), S. 57-58 und W. M. Calder, J. Mansfeld, Hg., Hermann Diels (1848-1922) et la science de l'antiquité, Genf 1999; in diesem Band fehlt allerdings ein Beitrag zu den technikhistorischen Arbeiten von Diels; vgl. dazu die Ausführungen von S. Rebenich, „Mommsen ist er niemals näher getreten.“ Theodor Mommsen und Hermann Diels, a. a. O. S. 85-134, besonders S. 91-92. Zu diesem Themenkomplex s. H. Wilsdorf, Hermann Diels in seiner Bedeutung für die Geschichte der antiken Technik, *Philologus* 117, 1973, 284-293.

²⁴ Diels, *Antike Technik* (wie Anm. 9), S. 1-39.

mit Hilfe von Experimenten und mathematischen Methoden leistungsfähige Katapulte zu konstruieren. Diels vertritt die Auffassung, dass die Mechaniker, die das Katapult entwickelt haben, über eine gute mathematische Vorbildung verfügen haben; damit ist es nach Meinung von Diels wahrscheinlich, dass sie aus dem Kreis der Pythagoreer stammten.

Im zweiten Teil des Vortrags geht Diels auf das mangelnde „Interesse des Altertums an den technischen Erfindungen und an der Persönlichkeit der Erfinder“ ein;²⁵ er führt diese auffallende „Missachtung der Technik“ auf zwei Ursachen zurück, auf die aristokratische Mentalität der Griechen und auf die Existenz der Sklaverei. Die weite Verbreitung der Sklavenwirtschaft machte es nach Meinung von Diels überflüssig, „die Maschine zum Ersatz der Handarbeit auszubilden.“²⁶ Dementsprechend gab es in römischer Zeit keine relevanten technischen Fortschritte mehr. Der Niedergang der Wissenschaft, die Diels hier als „Nährmutter der Technik“ bezeichnet, führte zur technischen Stagnation. Die Tätigkeit des Archimedes dient im letzten Abschnitt des Vortrags als ein Beispiel für die „fruchtbare Vereinigung von Theorie und Praxis;“ damit kann Diels zum entscheidenden Ergebnis seiner Überlegungen überleiten: „Die Technik kann der Wissenschaft nicht entbehren, und umgekehrt wird die reine Spekulation in der Wissenschaft, wenn sie nicht immer und immer wieder von dem frischen Hauche des Lebens berührt wird, steril und stirbt ab,“ eine Position, die bereits in der Antike vertreten wurde, wie eine von Diels angeführte Äußerung des Vitruvius deutlich macht.²⁷ Dieses Erkenntnis wird schließlich auch auf die Situation Deutschlands im beginnenden 20. Jahrhundert bezogen:

„Der hohe Stand unserer heutigen Kultur wird nur durch die innige Durchdringung von Wissenschaft und Technik gewährleistet. Das Ausland

²⁵ Diels, Antike Technik (wie Anm. 9), S. 29.

²⁶ Diels, Antike Technik (wie Anm. 9), S. 31-32.

²⁷ Diels, Antike Technik (wie Anm. 9), S. 37. Diels zitiert hier Vit. 1,1,2.

erkennt an, dass Deutschland seinen Aufschwung zumeist dieser gesunden Verbindung von Theorie und Praxis zu verdanken hat.“²⁸

Die wissenschaftshistorische Bedeutung der Thesen von Diels beruht darauf, dass seine Auffassung, durch soziale und wirtschaftliche Faktoren seien mögliche technische Fortschritte in der Antike verhindert worden, die Diskussion über die antike Technik bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts weitgehend bestimmen sollte. Dabei sind die bei Diels genannten Ursachen für die in römischer Zeit einsetzende technische Stagnation, nämlich die vorherrschende aristokratische Gesinnung der antiken Gesellschaft und die Sklavenwirtschaft, auch in der Folgezeit immer wieder angeführt worden, um die technische Entwicklung der Antike zu erklären.²⁹

In einer weiteren umfangreichen Studie aus dem Jahr 1917 hat Diels die von Prokopios verfasste Beschreibung einer Kunstuhr in Gaza interpretiert und die Uhr zu rekonstruieren versucht; zugleich hat Diels den Text ediert und mit einer Übersetzung versehen.³⁰ Der spätantike Autor hat nach Meinung von Diels „für das Technische keinen Sinn und kein Verständnis“³¹ besessen; sein Text beschränkt sich auf die inhaltlichen Programme der Uhr. Diels wertet die Konstruktion als ein Zeugnis „technischer Meisterschaft“ hellenistischer Mechaniker und stellt sie

²⁸ Diels, *Antike Technik* (wie Anm. 9), S. 38. Diese Betonung der Verbindung von Technik und Wissenschaft entspricht den Postulaten der Ingenieurausbildung in Deutschland, gilt aber keineswegs allgemein für die technische Entwicklung im 19. Jahrhundert. In England etwa wurde viel stärker die Berufspraxis betont. Vgl. dazu jetzt W. Kaiser, W. König (Hg.), *Geschichte des Ingenieurs. Ein Beruf in sechs Jahrtausenden*, München 2006.

²⁹ Vgl. zu dieser Diskussion F. Kiechle, *Sklavenarbeit und technischer Fortschritt im römischen Reich*, Wiesbaden 1969, S. 1-11. H. Schneider, *Einführung* (wie Anm. 18), S. 22-30.

³⁰ H. Diels, *Über die von Prokop beschriebene Kunstuhr von Gaza*, Abhandl. der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften 1917, Phil.-hist. Klasse 7, Berlin 1917.

³¹ Diels, *Kunstuhr* (wie Anm. 30), S. 5.

einerseits in die Tradition der alexandrinischen Technik, andererseits sieht er die Uhr von Gaza als ein Beispiel jener antiken Uhrmacherkunst, die später in der arabischen Welt und im mittelalterlichen Europa fortgeführt worden sei. Bei der Erwähnung der Kunstuhr im Straßburger Münster finden die Anschauungen des Philologen, der das Wissen um die technische Leistung der Antike mit nationalem Stolz verbindet, pathetischen Ausdruck: „Er [der Besucher des Straßburger Münsters, H.S.] wird dankbar des Erbes gedenken, das die Menschheit der hellenischen Wissenschaft und Kunst verdankt, und dann mit Stolz der Tüchtigkeit des eigenen Volkes innewerden, welches das Ererbte schöner und reicher zu entwickeln verstanden hat.“³²

Die Grenzen der technischen Entwicklung: Albert Rehm

In Deutschland wurde die Diskussion über die antike Technik erst 1938 von Albert Rehm³³ aufgegriffen und weitergeführt; zu Beginn seines Aufsatzes über die Rolle der Technik in der Antike stellt Rehm zunächst fest, dass die antike Technik seit der Renaissance sehr unterschiedlich bewertet wurde; dem früher vorherrschenden positiven Urteil und vor allem der Bewunderung der Überreste römischer Bauten folgte im späten 19. Jahrhundert eine kritische Sicht. Rehm, der durchaus zugesteht, dass es in der Antike keine Warenproduktion wie in der Moderne gab, beabsichtigt nicht, die „antike Technik zu retten“, sondern setzt sich zum Ziel „zu zeigen, wie sich die Technik in das griechische und römische Gesamtleben einfügt.“³⁴ Dabei charakterisiert Rehm zunächst die technischen Leistungen der Griechen und Römer in den unterschiedlichen Epochen der Antike, wobei für die Zeit des Hellenismus auch die Grenzen der technischen Entwicklung verdeutlicht werden: Eine „Umwälzung der Technik oder

³² Diels, Kunstuhr (wie Anm. 30), S. 23.

³³ A. Rehm, Zur Rolle der Technik in der griechisch-römischen Antike, AKG 28, 1938, S. 135-162.

³⁴ Rehm, Rolle der Technik (wie Anm. 33), S. 136. 137.

auch nur eine bedeutende Steigerung ihrer Wichtigkeit für das Leben ist daraus nicht gefolgt.“ Die hellenistische Technik blieb im wesentlichen dem Spieltrieb verhaftet;³⁵ Fortschritte sind allerdings im Bereich der Mechanik festzustellen, so in der Verwendung des Zahnrades und der Schraube, Erfindungen, hinter denen nach Meinung von Rehm „eine durchaus wissenschaftliche Theorie steckt.“³⁶ Nach einem längeren Exkurs über die Strukturen der antiken Wirtschaft und die Thesen des Wirtschaftswissenschaftlers Karl Bücher unternimmt Rehm den Versuch, die Grenzen der technischen Entwicklung in der Antike genauer zu bestimmen. Entscheidend ist hier nach Auffassung von Rehm die Tatsache, dass es in der Antike nie eine planmäßige „Verwendung der nichtanimalischen Kräfte“ gegeben hat; die Wassermühle war zwar in der Antike erfunden worden, hatte sich aber nicht durchgesetzt, obwohl es in Italien und selbst in Griechenland genügend Wasserläufe gab, um Wassermühlen einzurichten.³⁷ Unter solchen Umständen blieb „in dieser ganzen Epoche die Rolle der Technik so bescheiden.“³⁸ Dasselbe gilt, wie Rehm in Anlehnung an Diels meint, auch „für die Stellung des Technikers“: Die Historiker haben Techniker nicht erwähnt, und zu einer wirklichen Spezialisierung der technischen Berufe ist es nicht gekommen; damit hat sich das Band „zwischen Technik und Wissenschaft“ gelockert, was schließlich „zum Absterben der Technik führte.“³⁹

³⁵ Rehm, Rolle der Technik (wie Anm. 33), S. 143. 144.

³⁶ Rehm, Rolle der Technik (wie Anm. 33), S. 145.

³⁷ Rehm, Rolle der Technik (wie Anm. 33), S. 160-161. Zur Frage der Wasserkraft vgl. die inzwischen klassische Schrift von Ö. Wikander, *Exploitation of Water-Power or Technological Stagnation? A Reappraisal of the Productive Forces in the Roman Empire*, Lund 1984. Wikander stellt das gesamte Quellenmaterial zur Nutzung der Wasserkraft im Imperium Romanum zusammen und kommt zum Ergebnis, dass die Wassermühle weiter verbreitet war als in der älteren Forschung angenommen worden war.

³⁸ Rehm, Rolle der Technik (wie Anm. 33), S. 161.

³⁹ Rehm, Rolle der Technik (wie Anm. 33), S. 162. Die These, eine enge Verbindung zwischen Technik und Wissenschaft sei notwendig für jeglichen technischen Fortschritt, wird mit Hinweis auf Ortega y Gasset begründet; Rehm zitiert folgende

Die kurze Übersicht über die ältere Literatur bei Rehm⁴⁰ bietet nur wenige Titel; die Bemerkung von Diels, die Philologen hätten sich „zum größten Teile mit den Realitäten der antiken Kultur [...] vertraut gemacht, erweist sich damit im Rückblick als zu optimistisch.“⁴¹ Ein weiteres Defizit der deutschen Forschung dieser Zeit ist in der mangelnden Wahrnehmung der internationalen Diskussion zu sehen; so findet sich bei Rehm kein Hinweis auf die wegweisende Studie von Gina Lombroso-Ferrero oder auf die Arbeiten von R. Lefebvre des Noëttes und A. G. Drachmann.⁴²

Das mangelnde Interesse der deutschen Altertumswissenschaften an Fragen der antiken Technik zeigt sich auch daran, dass in dem von A. Rehm verfassten Abschnitt über die exakten Wissenschaften in der „Einleitung in die Altertumswissenschaft“ von Alfred Gercke und Eduard Norden die Technik nur eine untergeordnete Rolle spielt: Im Kapitel über die vorsokratische Zeit wird allein das im 4. Jh. v. Chr. entwickelte Katapult behandelt, der Abschnitt über den Hellenismus bietet nur einige Bemerkungen über Ktesibios und seine Erfindungen, und die Abschnitte

Feststellung von Ortega y Gasset: „Man vergisst nur zu gern, wenn man von der Technik spricht, dass ihre Lebensader die reine Wissenschaft ist und die Bedingungen ihrer Fortdauer an diejenigen gebunden sind, die reine Wissenschaftsausübung möglich machen.“ Diese Auffassung kann allerdings kaum uneingeschränkt für die gesamte Geschichte der antiken Technik Geltung beanspruchen, denn technische Neuerungen beruhten in vorindustriellen Gesellschaften in großem Umfang nicht auf der Tätigkeit von Wissenschaftlern, sondern auf der Erfahrung und der manuellen Geschicklichkeit der Handwerker, so im Bereich der Metallurgie, der Keramik oder der Glasherstellung.

⁴⁰ Rehm, Rolle der Technik (wie Anm. 33), S. 138 Anm. 4.

⁴¹ Vgl. o. Anm. 10.

⁴² G. Lombroso-Ferrero, *Pourquoi le Machinisme ne fut pas adopté dans l'antiquité*, *Revue du Mois* 21, 1920, 448-469. R. Lefebvre des Noëttes, *Force motrice animale à travers les âges*, Paris 1924. A. G. Drachmann, *Ancient Oil Mills and Presses*, København 1932. Zwar wird die deutsche Übersetzung von Rostovtzeffs Werk zur römischen Sozial- und Wirtschaftsgeschichte (M. I. Rostovtzeff, *The Social and Economic History of the Roman Empire*, Oxford 1926, dt. Leipzig 1930) erwähnt, aber der für die Technikgeschichte interessante Aufsatz *The Decay of the Ancient World and its Economic Explanations*, *Econ. Hist. Rev.* 2, 1930, S. 197-214 bleibt unbeachtet.

zur römischen Kaiserzeit beschränken sich auf wenige Hinweise zur spätantiken Architektur, zu Frontinus, Vitruvius, dessen Ausführungen über die technischen Aufgaben des Architekten als „mehr oder minder unzulänglich“ abqualifiziert werden, und zur technischen Mechanik im Werk von Heron. Auch hier herrscht eine kritische Sicht vor: Rehm spricht von einer erstaunlichen „Menge von hübschen Spielereien und allerhand Vexierkunststücken“ und konstatiert, dass „nur ganz Weniges in dem, übrigens schlecht geordneten, Werk [...] auch praktische Bedeutung“ hat. Die Altertumswissenschaften waren von einer angemessenen Darstellung der antiken Technik noch weit entfernt.⁴³

Immerhin wurden aber nach 1930 technikhistorische Themen in Paulys Realencyclopädie zunehmend berücksichtigt. So erschienen 1935 und 1937 in der Realencyclopädie mehrere Artikel zur antiken Technik; Autor des Artikels über die Schraube war der dänische Wissenschaftler A. G. Drachmann, der 1932 eine umfassende Untersuchung über die antiken Ölmühlen und Pressen vorgelegt hatte.⁴⁴

Die Edition der Schriften Herons

Neben diesen Veröffentlichungen zur antiken Technikgeschichte ist ferner auf die Edition der Schriften des Mechanikers Heron in der Bibliotheca Teubneriana hinzuweisen.⁴⁵ Die Werke Herons, der im 1. Jh. n. Chr. in Alexandria tätig war, sind für die Kenntnis der antiken Technik auch deswegen von herausragender Bedeutung, weil sonst zahlreiche

⁴³ A. Rehm, Exakte Wissenschaften, in: A. Gercke, E. Norden (Hg.), Einleitung in die Altertumswissenschaft II 5, 4. Aufl. Leipzig 1933, S. 1-78. Vgl. besonders S. 21f. 55f. 71-74.

⁴⁴ Rehm, Rolle der Technik (wie Anm. 33), S. 138 Anm. 4. G. Drachmann, RE Suppl. 6 (1935), Sp. 654-659, s. v. Schraube sowie Hörle, RE 12 A, (1937), Sp. 1727-1748, s. v. Torcular. Vgl. A. G. Drachmann, Ancient Oil Mills and Presses, København 1932.

⁴⁵ W. Schmidt, L. Nix, H. Schöne, J. L. Heiberg (Hg.), Heronis Alexandrini opera quae supersunt omnia, vol. 1-5, Leipzig 1899-1914.

Abhandlungen antiker Techniker nicht überliefert sind und Heron in verschiedenen Texten den Inhalt älterer Schriften, etwa von Philon von Byzanz oder von Ktesibios, wiedergibt. Der erste 1899 publizierte Band, der von W. Schmidt herausgegeben wurde, enthält die Pneumatik und die Schrift über die Herstellung von Automaten, der zweite Band (L. Nix und W. Schmidt, 1900) die Mechanik, die nur in einer arabischen Übersetzung überliefert ist, und das Werk über die Optik. Mit der insgesamt fünfbändigen Ausgabe, die 1914 abgeschlossen war, lagen wichtige Texte der antiken technologischen Fachliteratur in einer modernen Edition vor. Es ist dabei bemerkenswert, dass nicht nur der arabische Text der Mechanik in das Deutsche übertragen wurde, sondern auch die übrigen im griechischen Original überlieferten Schriften eine Übersetzung erhielten. Auf diese Weise wurde das Werk Herons auch jenen Technikhistorikern zugänglich gemacht, die keine altsprachliche Ausbildung erhalten hatten.

Ein Überblick über die Arbeiten der Altertumswissenschaften zur antiken Technikgeschichte zeigt ein Nebeneinander von Versäumnissen und von bedeutenden Leistungen, unter denen zuerst das Werk Hugo Blümners zu nennen ist. Insgesamt ist es den deutschen Altertumswissenschaften jedoch nicht gelungen, auf der Grundlage der präzisen Darstellung der Handwerkstechnik bei Blümner die antike Technik unter Einbeziehung der Landwirtschaft und Agrartechnik umfassend zu beschreiben und gleichzeitig die Interdependenz zwischen der Technik einerseits und der antiken Wirtschaft und Gesellschaft andererseits angemessen zu erfassen.

Geringe Fortschritte seit den Ramessiden und Assurbanipal: Die antike Technik bei Max Weber

Die antike Technik war auch Gegenstand der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften; von Interesse ist hier besonders die Stellungnahme von Max Weber, der zwar Rechtswissenschaft studiert hatte, aber mit Arbeiten zur antiken und mittelalterlichen Wirtschaftsgeschichte promoviert und

habilitiert worden war⁴⁶ und der in dem umfangreichen Lexikonartikel ‚Agrarverhältnisse im Altertum‘⁴⁷ auf Fragen der antiken Technik eingegangen ist. Gerade die nach 1945 einsetzende internationale Rezeption der Auffassungen Max Webers zur Antike macht es notwendig, an dieser Stelle seine mit großer Entschiedenheit vorgetragene Sicht der antiken Technik ausführlich zu zitieren: „Die *Oekonomik* und *Technik* der Wirtschaft hat dagegen in den Zeiten seit den Ramessiden und Assurbanipal, mit Ausnahme der Erfindung der *Münze*, im Altertum offenbar *relativ* geringe Fortschritte gemacht. Wieviel – oder wie wenig – die im Licht der Geschichte liegende Zeit des Altertums an *technischen* Neuerungen geschaffen hat, wird sich erst entscheiden lassen, wenn einmal eine dem heutigen Quellenstand entsprechende *Industriegeschichte* Aegyptens und Mesopotamiens (für die *Technik*: vornehmlich Aegyptens) vorliegt. Es ist sehr möglich, dass alsdann der Orient, - wie er der Vater aller bis gegen Ende unseres Mittelalters hinein herrschenden *Handelsformen* (Babylon), ferner der Frönhöfe (Aegypten), der unfreien Heimarbeit (Aegypten), des Leiturgiesystems (Aegypten), der Bureaukratie (Aegypten), der Kloster- und anderer kirchlicher Organisationen (Aegypten, Juden) war, - auch als Schöpfer der größten Mehrzahl aller *technischen* Neuerungen erscheint, welche auf dem Gebiete des *Gewerbes* bis zum Ende des Mittelalters gemacht worden sind. Auf *landwirtschaftstechnischem* Gebiet sind im Lauf des Altertums einzelne

⁴⁶ Zu Max Weber s. A. Heuss, Max Webers Bedeutung für die Geschichte des griechisch-römischen Altertums, HZ 201, 1965, S. 529-556. D. Käsler, Einführung in das Studium Max Webers, München 1979, S. 30- 55. J. Kocka (Hg.), Max Weber, der Historiker, Göttingen 1986 (Kritische Studien zur Geschichtswissenschaft 73). Chr. Meier, Max Weber und die Antike, in: Chr. Gneuss, J. Kocka (Hg.), Max Weber. Ein Symposium, München 1988, S. 11-24. J. Radkau, Max Weber (wie Anm. 8).

⁴⁷ M. Weber, Agrarverhältnisse im Altertum, in: Ders., Gesammelte Aufsätze zur Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Tübingen 1924, S. 1-288. Ursprünglich war der Artikel im „Handwörterbuch der Staatswissenschaften“ (3. Aufl. 1909) erschienen; schon für die beiden vorangegangenen Auflagen (1897 und 1898) hatte Weber jeweils eine kürzere Fassung dieses Artikels geschrieben.

Umgestaltungen zu verzeichnen, welche der *Vergrößerung* der, mit einem gegebenen Quantum Arbeit in gegebener Zeit zu bewältigender Fläche, also der Arbeitersparung, dienten (bessere Dresch-, Pflüge- und Erntewerkzeuge – die letzteren beiden charakteristischerweise erst nach Schluss der klassischen Epoche und im nordischen *Binnenland*). Im Gewerbe ist, wenn, wie billig, von den Kriegsmaschinen und den ihnen verwandten Hebevorrichtungen u. dgl. wesentlich bei *öffentlichen* Arbeiten verwandten Instrumenten abgesehen wird, der Fortschritt, soviel erkennbar, hauptsächlich ein der *Spezialisierung* des *Einzelarbeiters*, nicht oder doch nicht im wesentlichen Maß, der *Arbeitsvereinigung* dienender.“⁴⁸

Die Auffassungen von Weber unterscheiden sich signifikant von den Positionen der Althistoriker: Obwohl Weber in seinem 1896 in Freiburg gehaltenen Vortrag „Die sozialen Gründe des Untergangs der antiken Kultur“ die Bedeutung der Sklaverei für die antike Wirtschaft hervorgehoben hat,⁴⁹ nennt er an dieser Stelle die Arbeitersparung als Ziel technischer Fortschritte in der antiken Landwirtschaft; die Sklaverei hat nach Meinung von Weber also keineswegs Fortschritte in der Agrartechnik gänzlich ausgeschlossen. Im Bereich der handwerklichen Produktion hat nach Weber technischer Fortschritt die Spezialisierung des einzelnen Handwerkers, nicht aber die Arbeitsteilung vorangetrieben; in diesem Tatbestand sieht er einen charakteristischen Unterschied zu der Entwicklung im Mittelalter und in der Neuzeit.⁵⁰ Insgesamt vertritt Weber

⁴⁸ Weber, Agrarverhältnisse, (wie Anm. 47), S. 267.

⁴⁹ M. Weber, Die sozialen Gründe des Untergangs der antiken Kultur, in: Ders. Gesammelte Aufsätze zur Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Tübingen 1924, 289-311. Vgl. etwa S. 293: „Die antike Kultur ist Sklavenkultur.“ In diesem Aufsatz sieht Weber jedoch in der Sklaverei durchaus einen hemmenden Faktor für die technische Entwicklung: „Es wurde verhindert, dass mit Entwicklung der Konkurrenz freier Unternehmer mit freier Lehnarbeit um den Absatz auf dem Markt diejenige ökonomische Prämie auf arbeitssparende Erfindungen entstand, welche die letzteren in der Neuzeit hervorrief“ (a. a. O. S. 293f.).

⁵⁰ Diese Auffassung Max Webers wird von der neueren Forschung durchaus geteilt; vgl. hierzu etwa E. M. Harris, Workshop, marketplace and household: the nature of technical specialization in classical Athens and its influence on economy and society,

aber die Auffassung, dass die Antike im Vergleich mit dem Alten Orient und dem Alten Ägypten nur wenig zur technischen Entwicklung beigetragen habe. Weber gehört damit zu jenen Autoren, die sich in der Zeit vor 1914 kritisch über den Stand der antiken Technik geäußert haben.⁵¹

Die Werke der Ingenieure: C. Merckel und Th. Beck

An dieser Stelle darf der Beitrag der Ingenieure und Techniker, die sich für die Geschichte ihrer eigenen technischen Disziplin interessierten und in diesem Rahmen spezielle Bereiche der Technik der Antike und des Mittelalters untersuchten, nicht übersehen werden.⁵² Charakteristisch für das Motiv dieser Ingenieure ist die Bemerkung, die Curt Merckel an den Anfang seines Buches „Die Ingenieurtechnik im Alterthum“ gestellt hat: „Die Liebe zu meinem Fache war die Ursache gewesen, dass ich mich mit dessen geschichtlicher Entwicklung beschäftigte.“⁵³ Die Publikationen dieser Ingenieure besitzen ein hohes Niveau und sind als beachtliche Leistung technikhistorischer Forschung einzuschätzen.

Curt Merckel (1858-1921), der als Baurat der Baudeputation in Hamburg tätig war, legte 1899 eine umfangreiche, imponierende Darstellung der antiken Ingenieurtechnik vor; die Einleitung des Buches bietet eine glänzende Verteidigung des technischen Fortschritts gegen die zeitgenössische Kritik und einen Überblick über die Geschichte der Ingenieurtechnik bis zum Ende des 19. Jahrhunderts. Damit ist der Rahmen für eine umfassende Darstellung der antiken Bautechnik gegeben; in den einzelnen Abschnitten werden Wasserbauanlagen, darunter der Abfluss-

in: P. Cartledge, E. E. Cohen and Lin Foxhall (Hg.), *Money, Labour and Land. Approaches to the economies of ancient Greece*, London 2002, S. 67-99 und S. Treggiari, *Urban Labour in Rome: mercenarii and tabernarii*, in: P. Garnsey (Hg.), *Non-Slave Labour in the Greco-Roman World*, Cambridge 1980, S. 48-64.

⁵¹ Vgl. später Rehm, *Rolle der Technik* (wie Anm. 33), S. 136.

⁵² Für wichtige Informationen zu diesem Abschnitt danke ich den Kollegen W. König und U. Troitzsch.

⁵³ C. Merckel, *Die Ingenieurtechnik im Alterthum*, Berlin 1899, S. V.

kanal des Albaner Sees sowie die großen Projekte zur Trockenlegung des Lago Fucino und der Pomptinischen Sümpfe, der Straßen- und Brückenbau, die Hafenbauten und die Anlagen für die Wasserversorgung der Städte eingehend beschrieben. Merckel hat für seine Darstellung die antiken Quellen in großem Umfang ausgewertet, in dem Kapitel über die Wasserversorgung zitiert er längere Passagen von Vitruvius und Frontinus über die römischen Wasserleitungen.⁵⁴ Neben den Leitungen der Stadt Rom berücksichtigt Merckel auch die Anlagen in Italien und in den Provinzen; diese Abschnitte enthalten wichtige Informationen zu einzelnen Wasserleitungen und Aquädukten in Frankreich, Spanien oder Kleinasien, wobei gerade auch die Überreste der römischen Bauten und die Ergebnisse der archäologischen Forschung zur Darstellung der Ingenieurtechnik mit herangezogen werden.

Das Buch ist mit zahlreichen Abbildungen versehen, darunter finden sich zahlreiche Radierungen aus dem 18. Jahrhundert. Insbesondere hat Merckel die Schriften von G. B. Piranesi (1720-1778)⁵⁵ ausgewertet, der intensiv die römischen Straßen, Brücken und Wasserleitungen untersucht hatte; die Veröffentlichungen Piranesis stellten in vielen Fällen die einzige zuverlässige archäologische Publikation solcher Bauten dar, und seine Radierungen sind für viele antike Baudenkmäler lange Zeit die besten Illustrationen gewesen. Dies gilt gerade für den Abflusskanal des Albaner Sees, und so ist es durchaus sachgerecht, wenn Merckel bei der Wahl der Abbildungen in verschiedenen Kapiteln auf die Radierungen Piranesis zurückgriff. Es zeichnet Merckels Darstellung der Ingenieurtechnik des Altertums aus, dass alle frühen Zivilisationen, also auch China, Indien, der Alte Orient und das Alte Ägypten in dem Buch berücksichtigt werden; der

⁵⁴ Merckel, Ingenieurtechnik (wie Anm. 53), S. 515-558. Vgl. ferner die Auswertung der Briefe des Plinius zu Baumaßnahmen in Bithynien a. a. O. S. 572-573.

⁵⁵ Zu Piranesi vgl. vor allem J. Wilton-Ely, Giovanni Battista Piranesi. Vision und Werk, München 1978. N. Miller, Archäologie des Traums. Versuch über Giovanni Battista Piranesi, München 1978. C. Höper, Hg., Giovanni Battista Piranesi. Die poetische Wahrheit, Ostfildern-Ruit 1999.

Schwerpunkt der Darstellung liegt aber deutlich auf Griechenland und Rom. Eine Schlussbetrachtung fasst nicht nur die Ergebnisse prägnant zusammen, sondern es wird auch der Versuch unternommen, die Leistungen der verschiedenen Völker zu vergleichen und zu bewerten. Einige Übersichten erleichtern den Zugang zu dem Material, so führt Merckel in chronologischer Reihenfolge die wichtigsten Ingenieure⁵⁶ und die bedeutenden Ingenieurbauten⁵⁷ der Antike auf.

Die Rezeption dieses in vieler Hinsicht beeindruckenden Werkes in den klassischen Altertumswissenschaften wurde dadurch erschwert, dass Merckel an keiner Stelle die in den Altertumswissenschaften übliche Zitierweise beachtet. So bietet er bei Zitaten antiker Texte normalerweise keine Stellenangaben, die griechischen und römischen Inschriften werden nicht hinreichend ausgewertet,⁵⁸ viele Informationen scheinen allein aus der Sekundärliteratur übernommen zu sein. Wahrscheinlich wurde das Buch aus solchen Gründen von der Althistorie übergangen, es erhielt damit nicht die verdiente Resonanz.⁵⁹

Im Jahr 1899 erschien ein weiteres bedeutendes Werk zur Technikgeschichte, das allerdings weit über die Antike hinausgreifend den Maschinenbau bis zur Erfindung der Dampfmaschine und bis James Watt darstellte.⁶⁰ Der Verfasser, Theodor Beck (1839-1917), war nach dem Studium am Polytechnicum in Karlsruhe Teilhaber einer Maschinenfabrik in Darmstadt geworden. Er publizierte zunächst eine Reihe von Untersuchungen zur Geschichte des Maschinenbaus, die dann als Buch

⁵⁶ Merckel, Ingenieurtechnik (wie Anm. 53), S. 619-626.

⁵⁷ Merckel, Ingenieurtechnik (wie Anm. 53), S. 640-643.

⁵⁸ Vgl. beispielsweise die Erwähnung der Inschriften an der Brücke von Alcantara: Merckel, Ingenieurtechnik (wie Anm. 53), S. 299; es erfolgt weder ein Hinweis auf die Edition der Inschrift (CIL II 759. 760. ILS 287) noch wird eine genaue Interpretation gegeben.

⁵⁹ Vgl. etwa das apodiktische Urteil von A. Rehm, Exakte Wissenschaften (wie Anm. 43), S. 22: „Philologisch unzulänglich.“ Ähnlich urteilte später Wilsdorf, Hermann Diels (wie Anm. 23), 287.

⁶⁰ Th. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaus, Berlin 1899.

herausgegeben wurden. Dieses Werk ist völlig anders gegliedert als die Arbeit von Merckel; es handelt sich bei den einzelnen Kapiteln um Detailstudien, die jeweils einen Techniker oder Autor zum Gegenstand haben; für die Antike sind dies Heron von Alexandria und seine Vorgänger sowie ferner Pappos, Vitruvius, Frontinus und Cato der Ältere. Vorrangig kam es Beck darauf an, den Inhalt der Schriften dieser Techniker wiederzugeben und mit einem kurzen Sachkommentar zu versehen. Im Abschnitt über Heron steht die Schrift zur Pneumatik im Zentrum, im folgenden Kapitel wird der Inhalt des achten Buches der „Synagogé“ des Pappos, das sich eng an die Mechanik Herons anlehnt, referiert; in den Ausführungen zum zehnten Buch von „de architectura“ des Vitruvius beschreibt Beck präzise die einzelnen von Vitruvius erwähnten Geräte, so etwa die Hebegeräte, die Wasserhebegeräte, die Wassermühle und Waffen wie das Katapult. Beck geht zwar auf die Schrift des Frontinus ausführlich ein, stellt aber resümierend fest, der Text enthalte „doch nichts von eigentlicher Mechanik.“ Im Kapitel über Cato geht es vor allem um die Rekonstruktion der von Cato beschriebenen Wein- und Olivenpresse. Zur Interpretation der Beschreibung von Pressen bei Cato zieht Beck frühneuzeitliche Schriften,⁶¹ archäologische Berichte über Ausgrabungen in Afrika und Italien (Stabiae)⁶² sowie den Abschnitt über die Pressen bei Plinius⁶³ heran. Der Text ist mit einer Vielzahl von Rekonstruktionszeichnungen versehen, die dem besseren Verständnis der Ausführungen dienen und die Argumentation Becks begründen sollen. Am Schluss des Kapitels über Cato wird noch einmal die Sicht der antiken Technik bei Beck mit folgender Bemerkung verdeutlicht: „Viele unserer Leser dürften wohl dem dritten Jahrhunderte vor Christi Geburt den Gebrauch so großer Maschineneinrichtungen, wie sie die römischen Presshäuser enthielten,

⁶¹ Vgl. Beck, Maschinenbau (wie Anm. 60), S. 68: Vittorio Zonca, *Novo Teatro di Machine et edificii*, Padua 1621.

⁶² Beck, Maschinenbau (wie Anm. 60), S. 70-71 und S. 72-75.

⁶³ Beck, Maschinenbau (wie Anm. 60), S. 76-77. Plin. nat. 18,317.

nicht zugetraut haben.“⁶⁴ Beck, der ein hervorragender Kenner der Geschichte des Maschinenbaus bis zum 18. Jahrhundert war, hat die technischen Errungenschaften der Römer positiv bewertet; er tritt dafür ein, die Leistungen früherer Epochen auf dem Gebiet der Technik angemessen zu würdigen und nicht gering zu schätzen.⁶⁵ Seine eigenen Arbeiten sollen als „kurzgefasste und doch klare, das Wesentliche enthaltende Berichte über den Inhalt der wichtigeren älteren Werke über Maschinenbau [...] zur Verbreitung kulturhistorischer Kenntnisse wesentlich beitragen.“⁶⁶

Die Rekonstruktion der antiken Katapulte: General E. Schramm

Ein anderer Bereich der antiken Technik steht bei Generalleutnant Erwin Schramm (1856-1935) im Mittelpunkt; Schramm unternahm den Versuch, die antiken Katapulte zu rekonstruieren; diese Waffe, die im frühen 4. Jahrhundert v. Chr. erfunden und im Hellenismus immer wieder verbessert worden war, hatte die antike Militärtechnik tief greifend verändert. Veranlasst durch Funde im Legionslager Haltern und durch den Fund bei Ampurias in Spanien begann Schramm, verschiedene Typen solcher Katapulte zu rekonstruieren und zum Teil in Originalgröße nachzubauen. Die Schrift von Schramm gibt einen Überblick über die Geschichte der Katapulte in der Antike und über die erhaltenen bildlichen Darstellungen aus römischer Zeit; es folgen ein Kapitel über die Reste des bei Ampurias gefundenen römischen Katapultes und zuletzt die detaillierte Beschreibung der rekonstruierten und in der Saalburg aufgestellten Katapulte. Ohne

⁶⁴ Beck, Maschinenbau (wie Anm. 60), S. 87.

⁶⁵ Vgl. Beck, Maschinenbau (wie Anm. 60), S. 1: „Das Interesse für die Entwicklungsgeschichte der Mechanik und des Maschinenbaus ist erfreulicherweise im Wachsen begriffen. Die ehemals üblichen geringschätzigen Äußerungen über die Leistungen früherer Jahrhunderte beginnen zu verstummen und sorgfältiger erwogene Urteile werden immer häufiger ausgesprochen.“

⁶⁶ Beck, Maschinenbau (wie Anm. 60), S. 1.

Zweifel ist die Schrift Schramms als ein wichtiger Beitrag zur Erforschung der antiken Militärtechnik anzusehen.⁶⁷

Gesamtdarstellungen der antiken Technik: A. Neuburger und F. M. Feldhaus

Die beiden vor 1933 publizierten Gesamtdarstellungen der antiken Technik sind von Technikern verfasst worden, die sich wie Merckel und Beck der Technikgeschichte zugewandt hatten. Zuerst ist hier das Buch von Albert Neuburger (geb. 1867) zu nennen, der in München und Erlangen studiert hatte und nach einer Tätigkeit in technischen Betrieben als Redakteur bei der „Berliner Morgenpost“ in Berlin arbeitete; Neuburger hat seit 1905 eine Reihe von Büchern zu Themen der Naturwissenschaften und der Technik veröffentlicht; 1919 erschien schließlich „Die Technik des Altertums.“⁶⁸ Unter Altertum versteht Neuburger die Geschichte der frühen Hochkulturen bis zum Untergang des weströmischen Reiches im späten 5. Jahrhundert n. Chr.; dementsprechend wird die Technik des Alten Ägyptens und des Alten Orients in der Darstellung berücksichtigt, die insgesamt systematisch gegliedert ist: Auf die Abschnitte über den Bergbau und die Metallverarbeitung, die Bearbeitung des Holzes sowie die Lederherstellung folgen Kapitel zur Landwirtschaft und zur Erzeugung der Nahrungsmittel; hier wird auch auf das Mahlen des Getreides und das Backen des Brotes eingegangen. Mit den Ausführungen über die Keramik, das Glas und die Textilherstellung sind wesentliche Bereiche des Handwerks erfasst; ein längerer Abschnitt ist der Mechanik und den

⁶⁷ E. Schramm, Die antiken Geschütze der Saalburg. Bemerkungen zu ihrer Rekonstruktion, Berlin 1918. ND Bad Homburg v. d. Höhe 1980 (mit einer Einführung von D. Baatz). Standardwerk der modernen Forschung zu den Katapulten ist E. W. Marsden, Greek and Roman Artillery. Historical Development, Oxford 1969 und ders., Greek and Roman Artillery. Technical Treatises, Oxford 1971. Vgl. außerdem D. Baatz, DNP 6, 1999, Sp. 340-343, s. v. Katapult.

⁶⁸ A. Neuburger, Die Technik des Altertums, Leipzig 1919. Das Buch erschien bereits 1921 in 3. Auflage.

mechanischen Instrumenten gewidmet. Der Städtebau, der Hausbau, die Errichtung von Monumentalbauten und die Bautechnik sind Gegenstand weiterer Kapitel; danach werden die Wasserversorgung sowie der Straßen- und Brückenbau beschrieben, den Abschluss bildet die Darstellung des Schiffbaus, der Schifffahrt und der Hafenanlagen.

Sowohl der zeitliche Rahmen als auch der thematische Umfang des Buches sind weit gespannt; es ist beeindruckend, welche Fülle an Informationen Neuburger verarbeitet hat und dem Leser präsentiert. Die Bilddokumentation ist umfangreich und umfasst neben Rekonstruktionszeichnungen und Photographien von antiken Bauten und Artefakten auch antike Abbildungen wie etwa griechische Vasenbilder, römische Reliefs oder Wandgemälde. Da Neuburger auch die frühen Hochkulturen in seine Darstellung einbezieht und so die Technik vieler, sehr unterschiedlicher Gesellschaften beschreibt, kann die Interdependenz zwischen Technik, Wirtschaft und Gesellschaft nicht angemessen erfasst werden. Teilweise orientiert sich die Gliederung an rein technischen Sachverhalten; so steht das Kapitel über die Militärtechnik, die unter dem Aspekt der Nutzung der Elastizität (Bogen, Armbrust, Geschütze) betrachtet wird, zwischen den Abschnitten über Zahnräder und Göpelrad einerseits und über Hydraulik und Wasserrad andererseits. Das Befestigungswesen wiederum, dessen Entwicklung seit dem 4. Jahrhundert v. Chr. wesentlich durch die Erfindung des Katapultes beeinflusst wird, erhält an anderer Stelle ein eigenes Kapitel.⁶⁹

Die 1931 publizierte Darstellung der antiken und mittelalterlichen Technik von Franz Maria Feldhaus (1874-1957)⁷⁰ ist noch wesentlich ambitionierter als das Buch von Neuburger. Feldhaus hatte bereits 1914 ein Lexikon über die „Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der

⁶⁹ Neuburger, Technik (wie Anm. 68), S. 221-228 und 285-307.

⁷⁰ F. M. Feldhaus, Die Technik der Antike und des Mittelalters, Potsdam 1931.

Naturvölker“ verfasst;⁷¹ eine unglaubliche Fülle von Fakten hat Feldhaus hier dem Leser vorgelegt; die antike Technik wird in einer Vielzahl von Artikeln berücksichtigt, daneben gibt es auch Artikel, die allein der antiken Technik gewidmet sind.⁷² Wie dies Lexikon zeigt, besaß Feldhaus die notwendigen Kenntnisse, um eine umfassende Geschichte der Technik von den Anfängen bis zum Beginn der Neuzeit zu schreiben. Tatsächlich setzt seine Darstellung der Technikgeschichte – ähnlich wie das Lexikon – mit der Vor- und Frühgeschichte ein; es folgt dann ein längeres Kapitel über die „Technik des Alten Orient“ (Ostasien, Indien, Vorderasien, Ägypten). Die Ausführungen über Griechenland und Rom tragen den Titel „Techniten und Architekten der klassischen Welt.“⁷³ Auch die Überschrift zum Teil über das Mittelalter nennt die Techniker: „Erfinder und Ingenieure des Mittelalters.“ Damit ist die Perspektive des Buches klar charakterisiert: Bei Feldhaus stehen Erfindungen und Erfinder im Zentrum.

Das größte Problem des Buches besteht in dem fehlenden Nachweis der Quellen und in einer Gliederung, die einzelne Fakten rein assoziativ aneinander reiht. Dies kann bereits an den ersten Seiten des Kapitels über Griechenland demonstriert werden: Nach einigen Absätzen zu Homer, dessen technisches Wissen kurz skizziert wird, wendet sich Feldhaus der Frage der Triere zu, geht auf den Bronzeguss und die Löttechnik ein, erwähnt den Diolkos am Isthmos von Korinth (einen Weg, über den Boote von einer Küste zu der anderen geschleppt werden konnten) und den Bau von Brunnen in Athen, um schließlich Thales, Krösos und Anaximandros als frühe Erfinder und Entdecker anzuführen. Merkwürdig ist, dass Feldhaus die Wasserleitung des Eupalinos, eine der größten Leistungen der griechischen Bautechnik, nur kurz abhandelt. Obwohl die Darstellung

⁷¹ F. M. Feldhaus, Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker. Ein Lexikon, 1914.

⁷² Vgl. etwa Feldhaus, Die Technik (wie Anm. 71), Sp. 383-391, s. v. Geschütz des Altertums.

⁷³ Feldhaus, Technik der Antike (wie Anm. 70), S. 117-218.

insgesamt chronologisch gegliedert ist, folgt auf die Bemerkung über den Tunnel auf Samos, der im späten 6. Jahrhundert v. Chr. gebaut worden war, eine Beschreibung und Würdigung der Druckrohrleitung von Pergamon, die aus der Zeit des Hellenismus stammt.⁷⁴

Einzelne Behauptungen sind schlicht rätselhaft, können aber nicht überprüft werden, da kein Hinweis auf die Quellen erfolgt. Dies trifft etwa auf folgende Feststellung zu: „Ich glaube z. B., dass die Maschinen zum Bearbeiten von Baumwolle, die um 475 v. Chr. in Griechenland nachweisbar sind, auf die Perserkriege zurückgehen.“⁷⁵ Wenn Feldhaus erwähnt, die Nachricht von der Eroberung Troias sei durch Fackelzeichen nach Griechenland übermittelt worden, kann diese Tatsache kaum richtig beurteilt werden, da der Hinweis auf die Quelle unterbleibt; es handelt sich hier nicht um einen Bericht in einem historiographischen Werk, sondern um die Erzählung der Klytaimestra in einer Tragödie des 5. Jahrhundert v. Chr., also um eine Aussage in einem fiktiven Text.⁷⁶ Daneben sind auch Fehler in den Einzelheiten festzustellen; so datiert Feldhaus den Koloss von Rhodos auf das Jahr vor dem Tod Alexanders des Großen (also auf 324 v. Chr.), obwohl in der antiken Literatur die Errichtung dieser monumentalen Statue eindeutig in die Zeit nach der Belagerung der Stadt durch Demetrios Poliorketes gesetzt wird (also nach 306 v. Chr.).⁷⁷ Das Kapitel über die römische Technik reiht in chronologischer Folge meist in Verbindung mit der Regierungszeit der römischen Principes Erfindungen jeglicher Art, technische Projekte, Großbauten, Anlagen für die Infrastruktur und einzelne Informationen aus der technologischen Fachliteratur sowie aus den übrigen literarischen Texten aneinander. Die Bemerkungen von Feldhaus zu den Projekten einzelner Principes wie etwa Caligula oder Nero

⁷⁴ Feldhaus, *Technik der Antike* (wie Anm. 70), S. 118-122.

⁷⁵ Feldhaus, *Technik der Antike* (wie Anm. 70), S. 123.

⁷⁶ Feldhaus, *Technik der Antike* (wie Anm. 70), S. 118 und Aischyl. *Ag.* 281-316.

⁷⁷ Feldhaus, *Technik der Antike* (wie Anm. 70), S. 136. Zu dem Koloss vgl. Plin. *nat.* 34, 41-42 und W. Hoepfner, *Der Koloss von Rhodos*, Mainz 2003.

sind durchaus aufschlussreich und beleuchten die Einstellung zur Technik und zu technischen Planungen, aber dennoch gelingt es Feldhaus auch hier wiederum allenfalls in Ansätzen, die Entwicklung der Technik in römischer Zeit adäquat darzustellen. Vieles wird übergangen; die ungemein wichtigen Bemerkungen Catos etwa zu den in der Landwirtschaft verwendeten Pressen und Ölmühlen werden nur oberflächlich gestreift, das Werk Columellas, das als die wichtigste Darstellung der römischen Agrartechnik anzusehen ist, wird nur kurz abgehandelt.⁷⁸

So bleibt ein zwiespältiger Eindruck; auch in diesem Fall ist zu bewundern, welche Menge an einzelnen Informationen der Autor verarbeitet hat, aber eine klare Vorstellung von der Entwicklung der antiken Technik wird nicht vermittelt. Aus diesem Grund hat A. Rehm das Buch von Feldhaus nicht zu Unrecht als „schwere Enttäuschung“ bezeichnet: Das „Fehlen aller genaueren Quellenangaben macht das Buch für den Forscher schwer benutzbar, und im einzelnen ist es von der Gründlichkeit des älteren Werkes weit entfernt. Was soll der Altertumsforscher mit einem Buch anfangen, in dem er liest, dass Vitruv ‚nicht Fachmann war, sondern als Laie schrieb‘?“⁷⁹

Neben diesen umfangreichen Darstellungen zur antiken Technik ist noch auf den kurzen Überblick zu diesem Thema von Eduard Stemplinger hinzuweisen.⁸⁰ Zu Beginn der kleinen Schrift zitiert Stemplinger eine Reihe von kritischen Äußerungen zur Technik der Griechen und Römer, um dann einige Bereiche der antiken Technik herauszugreifen, um den hohen Standard antiker Technik nachzuweisen. Die Errungenschaften der Mechanik werden aufgezählt,⁸¹ und die Wasserversorgung Roms und

⁷⁸ Feldhaus, *Technik der Antike* (wie Anm. 70), S. 150 und 174.

⁷⁹ Rehm, *Rolle der Technik* (wie Anm. 33), S. 138 Anm. 4. Zu den Abschnitten über Vitruv bei Feldhaus vgl. Feldhaus, *Technik der Antike* (wie Anm. 70), S. 161.

⁸⁰ E. Stemplinger, *Antike Technik*, München 1924 (Tusculum Schriften).

⁸¹ E. Stemplinger, *Technik* (wie Anm. 80), S. 10-12. 20-22.

anderer Städte wird kurz beschrieben.⁸² Der Straßenbau der Römer wird ebenso gewürdigt wie der Schiffbau.⁸³ Die abschließenden Bemerkungen gelten der Tatsache, dass einerseits die Renaissance an die technologischen Schriften der Antike anknüpfen konnte und andererseits die im Humanismus entstehende Philologie es über lange Zeit versäumt hat, sich mit der Technik der Antike zu beschäftigen.⁸⁴

Mit dieser Schrift wurden – teilweise in Anlehnung an Diels⁸⁵ – die Ergebnisse der technikhistorischen Forschung über die Fachgelehrten hinaus einem breiten Leserkreis vermittelt.

Bei einem Versuch einer Bilanz der Erforschung der antiken Technik zwischen 1871 und 1939 ist zu konstatieren, dass es den Altertumswissenschaften nicht gelungen ist, die Technik der Antike zu einem Forschungsfeld zu machen, auf dem kontinuierlich gearbeitet wurde und beständig Fortschritte erzielt wurden. Die wichtigen Publikationen sind vielmehr als Leistungen einzelner Gelehrter anzusprechen. Wichtig für die Technikgeschichte der Antike sind ohne Zweifel die Arbeiten der Techniker selbst, die sich für die Geschichte ihres Fachs engagiert haben. Zu einer wirklichen interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Technikern und Altertumswissenschaftlern ist es allerdings kaum gekommen. Gleichzeitig ist jedoch auch zu betonen, dass mit den technikhistorischen Arbeiten dieser Zeit die Grundlage für die spätere Forschung gelegt worden ist und die Fortschritte, die nach 1950 auf dem Gebiet der antiken Technikgeschichte erzielt worden sind, nicht denkbar sind ohne Vorläufer wie Hugo Blümner und Hermann Diels.

⁸² E. Stemplinger, Technik (wie Anm. 80), S. 15-18.

⁸³ E. Stemplinger, Technik (wie Anm. 80), S. 24-33.

⁸⁴ E. Stemplinger, Technik (wie Anm. 80), S. 37-40.

⁸⁵ E. Stemplinger, Technik (wie Anm. 80), S. 8 (Verbindung von Theorie und Praxis). S. 12 (geringes Interesse der Antike an den Erfindern). 22 (Zeitmessung und Uhren).



Ex Libris
Franz W. Feldhaus

No.

L. Hoffmann

Axel Halle

Bibliothek und Archiv als Grundlage der Forschung: Franz Maria Feldhaus und seine Sammlung

Lebenslauf und Lebenswerk

Franz Maria Feldhaus wurde am 26. 4. 1874 in Neuss geboren und starb am 22. 5. 1957 in Wilhelmshaven, er war viermal verheiratet und hatte neun Kinder. Nach seinen eigenen Angaben hat er Elektrotechnik an der ETH Zürich und der TH Darmstadt studiert, seine Ingenieurtätigkeit im Jahr 1900 aufgegeben und seit dieser Zeit als freier Schriftsteller gearbeitet. Seine ersten Publikationen sind für das Jahr 1903 nachgewiesen.¹ Für diesen publizistischen Anfang steht die Förderung durch Max Eyth und den Universitätsverlag Winter in Heidelberg.² Sein erstes größeres Werk, das „Lexikon der Erfindungen und Entdeckungen auf den Gebieten der Naturwissenschaft und der Technik“, veröffentlichte Feldhaus 1904.³ Diese Arbeit wurde vom Publikum positiv aufgenommen, doch fallen Feldhaus bereits bald nach der Veröffentlichung Fehler auf. Nach seinen eigenen Aussagen ist hierin der Ausgangspunkt für seine weitere Arbeit und Sammeltätigkeit zu sehen.⁴

Der Autor bedankt sich für Hinweise, die er von Harald Weber und Ludolf von Mackensen erhalten hat.

¹ F. M. Feldhaus, Die Erfindung der elektrischen Verstärkerflasche durch Ewald Jürgen von Kleist, Heidelberg 1903; Das Leben des Freiherrn Karl Friedrich Christian Ludwig Drais von Sauerbronn, Erfinder des Fahrrades; in: Deutsche Radfahrer Zeitung 1903; Die Geschichte der Magnet-Operation im Auge; Leipzig 1903.

² I. Mieck, Bemerkungen zum Feldhaus-Archiv (Berlin), in: Der Archivar 22.1969, S. 285-290; H.-E. Lessing, Franz Maria Feldhaus. Kann man von Technikgeschichte leben?, in: Pioniere aus Technik und Wirtschaft in Heidelberg / Hrsg. Peter Blum; Aachen 2000, S.83.

³ F. M. Feldhaus, Lexikon der Erfindungen und Entdeckungen auf den Gebieten der Naturwissenschaft und Technik, Heidelberg 1904.

⁴ Lessing, Feldhaus (wie Anm. 2), S. 83.

Im Firmenprospekt der Zeit nach 1920 und auf dem Briefkopf seiner Firma „Quellenforschungen zur Geschichte der Technik und Industrie G.m.b.H., Berlin-Tempelhof“ nennt er allerdings später präzise das Jahr 1900 als Beginn seiner Sammlungen.⁵ Historisch korrekt ist, dass die Anfänge von Archiv und Bibliothek erst etwa im Jahr 1904 und zwar während seiner Heidelberger Zeit liegen.⁶ Die Sammlung umfasste sämtliche für Feldhaus beschaffbaren gedruckten Texte und Fotos zur Technikgeschichte. Auf der Basis seiner Fotosammlung baute er die 1908 gegründete „Historia-Photo GmbH“ auf. Nach seiner Scheidung wurde allerdings seine zweite Frau mit dieser Firma abgefunden, so dass er anschließend erneut eine Fotosammlung aufbaute, nun aber als Bestandteil seiner Sammlungen. Heute befindet sich diese Sammlung im „Archiv für Kunst und Geschichte“ in Berlin.⁷

Die „Quellenforschungen zur Geschichte der Technik und Industrie G.m.b.H.“ hat Feldhaus erst nach dem Ersten Weltkrieg mit dem Kapital seines Gönners Carl Graf Klinckowstroem (1884-1969) gegründet, wobei dieser 120.000 RM investierte.⁸ Die Firma bot die Ausführung von Recherchen zu Jubiläumsschriften und Patentfragen an. Feldhaus ging wie sein Gönner Klinckowstroem davon aus, dass angesichts der Technikbegeisterung der damaligen Zeit und auf der Grundlage umfangreicher Sammlungen zur Technikgeschichte (in gedruckter Form und als Bilddokumente) sowie eines ausgeklügelten Erschließungssystems ein selbständiges Erwerbsleben durch technik- und unternehmenshistorische Publikationen und Patentrecherchen möglich wäre, zumal Feldhaus sich bis zum damaligen Zeitpunkt als einer der führenden Technikhistoriker des deutschsprachigen Raumes profiliert hatte.

⁵ Akte Feldhaus, Universitätsbibliothek Kassel.

⁶ Lessing, Feldhaus (wie Anm. 2), S. 84.

⁷ www.akg-images.de

⁸ Lessing ebd., S. 85.

Seine publizistischen Leistungen führten am 10. März 1924 zur Ehrenpromotion zum Dr. Ing. e.h. an der TH Aachen⁹ „in Ehrung seiner unermüdlichen, sich durch Jahrzehnte erstreckende Forschungsarbeit auf dem Gesamtgebiet der Technik, sowohl was die hingebungsvolle Sammel- und Kleinarbeit, die kritische Sichtung und Anlage bedeutungsvoller Archive anbelangt, wie auch die Verarbeitung des weltgeschichtlichen Stoffes zu selbständigen Monographien bleibenden wissenschaftlichen Wertes“ (Begründungstext auf der Urkunde der Ehrenpromotion (Universitätsarchiv RWTH Aachen)).¹⁰ Diese Ehrung darf als Höhepunkt seines Schaffens und seiner Anerkennung angesehen werden. Zwar war er immer ein Mann, der schon zuvor mehrfach mit Technikhistorikern Kontroversen hatte, doch insbesondere in den Jahren ab 1925 machte er sich unerbittliche persönliche Feinde. Auslöser war seine maßlose Kritik an dem von Conrad Matschoß beim VDI herausgegebenen Sammelband „Männer der Technik“.¹¹ Damit löste er in kurzer Zeit eine heftige Diskussion – auch über den Stil intellektueller Auseinandersetzungen – aus.¹² Mit Matschoß griff Feldhaus einen führenden Technikhistoriker an, der ihm bereits seit etwa 1911 ein Gegner war. Seinerzeit lehnte Matschoß eine Veröffentlichung von Feldhaus in der VDI-Zeitschrift ab, weil sie „aufgrund der Verquickung von Historie und Kommerz in seinen Firmenschriften keinen wissenschaftlichen Anspruch erheben könne.“¹³

Die Gegnerschaft wichtiger Technikhistoriker, insbesondere aber deren einflussreiche Position beim VDI, erschwerte offenbar die kommerziellen

⁹ Lessing, Feldhaus (wie Anm. 2), S. 87.

¹⁰ Siehe Wikipedia (<http://www.wikipedia.de>), Stichwort: Feldhaus, Franz M.

¹¹ C. Matschoß (Hg.), Männer der Technik. Ein biographisches Handbuch, Berlin 1925.

¹² Vgl. W. König, Männer machen Technikgeschichte: Die „Matschoß-Feldhaus-Kontroverse“ als Exempel früher Technikgeschichte zwischen Wissenschaft, Kommerz und Rivalität, in: C. Matschoß, Männer der Technik, Reprint Düsseldorf 1985, S. V-XIV.

¹³ Zitiert nach M. Popplow, Franz Maria Feldhaus – Die Weltgeschichte der Technik auf Karteikarten, in: Kaleidoskopien. Medien-Wissen-Performance, Heft 4, 2002, cut and paste um 1900. Der Zeitungssauschnitt in den Wissenschaften S. 110.

Aktivitäten von Feldhaus. Fortan erhielt er praktisch keine relevanten, lukrativen Aufträge für Firmenjubiläumsschriften oder Patentrecherchen. Spätestens in der Weltwirtschaftskrise war für ihn nicht mehr ausreichend Geld mit Literatur zur Technik- und Unternehmensgeschichte und Patentrecherchen zu verdienen. Am Ende stand der Konkurs 1930. Die Versuche, sich durch den Verkauf seiner Bibliothek und des Archives zu sanieren, blieben lange erfolglos. Zu Beginn der NS-Diktatur versuchten er und Graf Klinckowström sogar eine Unterbringung unter dem organisatorischen Dach der „Deutschen Arbeitsfront.“¹⁴ Ob dies Karl Wiesinger, Professor an der ETH Zürich, verhinderte oder Feldhaus sich mit den Nationalsozialisten überwarf, ist nicht klar, jedenfalls scheiterte dieser Versuch.

1934 wurde Feldhaus außerdem aus der Reichsschrifttumkammer ausgeschlossen, was letztlich einem Berufsverbot gleichkam. Parallel liefen Aktivitäten seiner Gegner, ihm auch seinen Ehrendokortitel aberkennen zu lassen. Treibende Kraft war Karl Wiesinger. Schon vor der NS-Diktatur versuchte er direkt beim Rektorat der TH Aachen die Aberkennung durchzusetzen. 1936 war diese gegen die Person – und nicht gegen das Werk von – Feldhaus gerichtete ehrabschneidende Aktivität erfolgreich.¹⁵

Erst 1937 kam es zur Wende. Feldhaus hatte Kontakt zum Technikhistoriker Paul Adolf Kirchvogel,¹⁶ einem wissenschaftlichen Mitarbeiter des Hessischen Landesmuseums in Kassel. Über den Oberpräsidenten für Hessen wurde dann 1938 vereinbart, dass Archiv und Bibliothek an Hessen geschenkt wurden. Mit Feldhaus-Bibliothek und -Archiv sollte der wichtigste Grundstock für das zu gründende Landesamt für Kulturgeschichte der Technik gelegt werden. Ausdruck der prekären

¹⁴ Lessing, Feldhaus (wie Anm. 2), S. 89.

¹⁵ Lessing, Feldhaus (wie Anm. 2), S. 89.

¹⁶ A. Hoffmann, Väter der Wissenschafts- und Technikgeschichte. Biographische Skizzen zum 10. Todestag von Paul Adolf Kirchvogel, in: Jahrbuch Landkreis Kassel 2005, S. 119-124.

wirtschaftlichen Situation in der sich Feldhaus befinden haben musste, war die Bedingung, dass seine vierte Ehefrau, Magdalena, eine Lebenszeitanstellung beim neu zu gründenden Landesamt für Kulturgeschichte der Technik erhalten sollte. Erst nach Vollzug der Schenkung wurde in Kassel bekannt, dass Archiv und Bibliothek verpfändet waren. Auf ihr lastete ein Schuldtitel über 28 000 RM, was Feldhaus verschwiegen hatte. Dr. Kirchvogel schreibt rückblickend in einem Brief vom 13.6. 1949 an Dr. v. Both (Direktor der Landesbibliothek), „dass die Landesverwaltung durch notariell beurkundeten Vergleich vom 24.5.1940 von dem Gläubiger des Herrn Feldhaus, Rechtsanwalt Dr. Voss, Berlin und durch Zahlung von RM 7500 zuzüglich der Gerichtskosten die ehemalige Bibliothek des Herrn Feldhaus rechtmäßig erworben hat und eine Rückgabe an Herrn Feldhaus so gut wie ausgeschlossen sei.“¹⁷

Am 1. April 1939 nahm das dem Oberpräsidenten unterstellte Landesamt im Kurhessischen Kulturhaus in Kassel, Königsplatz 59, seinen Betrieb auf. Hauptaufgabe war „die Förderung der allgemeinen technikgeschichtlichen Forschung“¹⁸ mit dem Ziel, „diese Geschichte mit zu dem zu entwickeln, was sie in Zukunft sein soll: eine wissenschaftlich begründete Methodik“. Was diese Methodik sein sollte, bleibt trotz folgender Ausführungen letztlich unklar:

„Jetzt gilt es, das Vorhandene auf dem Weg einer Geschichtstheorie in einem zusammenhängenden System zu sammeln, zu verbinden und damit gleichzeitig neuen Untersuchungen den Weg zu weisen, wie es die Aufgabe der Theorie ist, das Experiment zu klären und in neue Bahnen zu leiten. Dass dieses System nur ein aus der Technik gewachsenes sein darf, muss noch einmal betont werden.“¹⁹

¹⁷ Akte Feldhaus, Universitätsbibliothek Kassel.

¹⁸ P. A. Kirchvogel, Das Landesamt für Kulturgeschichte der Technik in Kassel, in: Technikgeschichte 29, 1940, S. 165.

¹⁹ Kirchvogel, Landesamt (wie Anm. 18), S. 165.

Nach der Zerstörung der Landesbibliothek im Museum Fridericianum am 9. September 1941 unternahm die Landesbibliothek umgehend den Versuch, die Bibliothek des Landesamtes, also im Wesentlichen die Feldhaus-Bibliothek, in die Landesbibliothek organisatorisch zu integrieren. Es war beabsichtigt, die Sammlung als einen wichtigen Grundstock für den Neuaufbau der Bibliotheksbestände zu nehmen. Allerdings verfügte die Landesbibliothek zunächst nicht mehr über eigene Räume und das Landesamt für die Kulturgeschichte der Technik bestand unabhängig weiter. Angesichts der Kriegslage erfolgte dann 1942 die Auslagerung des Landesamtes mit den Buch- und Archivmaterialien nach Ziegenhain bei Kassel. Bereits im Januar 1946 versuchte Feldhaus wieder in Besitz und Eigentum von Bibliothek und Archiv zu gelangen. Die Bibliothek benötige er, da er „keine Möglichkeit (sehe) ohne sie irgendwo anders arbeiten zu können.“²⁰ Die Provinzialverwaltung verwahrte sich gegen das Herausgabeersuchen von Feldhaus und betonte, dass die Landesbibliothek einen Rechtsanspruch auf die Bibliothek habe, weil die Sammlung rechtmäßig dem Rechtsnachfolger des Oberpräsidiums gehöre. An den Archivmaterialien und den Karteien hatte die Landesbibliothek keinerlei Interesse; diese stünden „zur jederzeitigen Abholung zur Verfügung.“²¹

Bibliothek und Archiv des Landesamtes wurden im November 1948 in die provisorischen Räume der Landesbibliothek nach Kassel zurücktransportiert. Die Auseinandersetzung zwischen Feldhaus und dem Rechtsnachfolger des Oberpräsidenten, der Kommunalverwaltung des Regierungsbezirks Kassel (heute: Regierungspräsident), führte schließlich zu einem Prozess, der am 3. 12. 1951 mit einem Vergleich endete. Demnach erhielt die Landesbibliothek die Feldhaus-Bibliothek. „Alles übrige Material erhält

²⁰ Akte Feldhaus, Universitätsbibliothek Kassel, Brief von Feldhaus am 29.1.1946 an Bezirksverband Kassel.

²¹ Akte Feldhaus, Universitätsbibliothek Kassel, Kirchvogel im Brief an Prof. Hans Schimank, Hamburg vom 10.6.1949.

der Kläger zurück.“²² Allerdings wurde auch vereinbart, dass Feldhaus aus der Bibliothek bis zu 60 Bände seiner Wahl herausnehmen könne, deren Verfasser oder Mitverfasser er sei. Die Beklagte verpflichtete sich, die Bibliothek als Teil der Landesbibliothek zu erhalten und die ihr verbleibenden Bücher zur Benutzung nur im Lesesaal der Landesbibliothek zur Verfügung zu stellen. Frau Magdalena Feldhaus wurde eine Abfindung von 2.200 DM zugesprochen, sofern sie ihre Klage beim Arbeitsgericht zurückziehe. Am 13. Juni 1952 erfolgte die Übergabe von 60 Büchern. Feldhaus beschwerte sich aber schon ab 1. Juli 1952 mehrfach, dass ihm viele Werke, die Kataloge und Teile des Archivs, die ihm wichtig sind, nicht ausgehändigt worden seien bzw. er Bücher erhalten habe, die er gar nicht haben wollte. Die Korrespondenz entwickelte sich, bis sich der Bezirksverband des Regierungsbezirks (Nachfolgeeinrichtung der Kommunalverwaltung des Regierungsbezirks Kassel) einschaltete. Feldhaus wurde von dort abschlägig beschieden und der Landesbibliothek „empfohlen“, Schreiben des Feldhaus-Archivs, also von Franz Maria Feldhaus, „nicht mehr zu beantworten.“²³

Feldhaus, der nach dem Krieg in Wilhelmshaven lebte, unternahm trotz seines inzwischen hohen Alters einen erneuten Versuch, von technikhistorischen Publikationen zu leben, hatte aber offenbar wiederum keinen wirtschaftlichen Erfolg. Auch seine Versuche, die Aachener Ehrenpromotion zurückzuerhalten, blieben erfolglos.

Die Neue Deutsche Biographie schreibt 1961 über Franz Maria Feldhaus: „Aus seiner Sammlung entstanden Sammelwerke und eine sehr große Zahl von Büchern und Aufsätzen, für die jedoch die Quellen nicht immer genügend kritisch ausgewertet wurden.“²⁴ Er verfasste 52 Bücher und über 3800 Aufsätze und Artikel.²⁵ Einige größere Arbeiten wurden

²² Akte Feldhaus, Universitätsbibliothek Kassel.

²³ Akte Feldhaus, Universitätsbibliothek Kassel.

²⁴ Neue Deutsche Biographie, Band 5, Berlin 1961, S. 68, s. v. Feldhaus.

²⁵ Mieck, Feldhaus-Archiv, (wie Anm. 2), S. 286.

mehrfach aufgelegt bzw. erschienen in den siebziger Jahren als Reprints. Seine technikhistorischen Schriften können aus heutiger Sicht wie folgt abschließend bewertet werden: „Ihrer faktenseligen Naivität wegen belächelt, stehen sie doch als Klassiker neben Mumfords ‚Geschichte der Maschine‘ und Siegfried Giedions ‚Herrschaft der Mechanisierung.“²⁶

Die Produkte seines großen Arbeitsfleißes sind der Nachwelt nahezu vollständig erhalten geblieben. Das Archiv²⁷ befindet sich im Deutschen Technikmuseum Berlin²⁸ und die Bibliothek in der Universitätsbibliothek Kassel.

Das Feldhaus-Archiv

Neben der Büchersammlung beruht eine der wesentlichen Lebensleistungen von Franz Maria Feldhaus sicherlich in der Anlage seines Archives. Eine Bestandsermittlung Anfang 1942²⁹ ergab, dass diese aus einer Sachkartei mit etwa 70.000 Karten, einer Personenkartei mit 20.000, einer Tages- und einer Zeitkartei mit jeweils 15.000 Karten sowie 1000 Akten mit Briefwechsel, Autographen usw. sowie rund 5.000 Fotos bestand.

Nach Feldhaus' eigenen Angaben enthielt das Archiv im August 1954, also zu einer Zeit, als es vollständig an Feldhaus zurückgegeben war und in Wilhelmshaven unter seiner Leitung weitergeführt wurde, „68 000 Karteikarten mit je 1 Datum über ein Ereignis der technischen Entwicklung aller Zeiten und vieler Völker. 24 000 Personenkarten über Techniker, Industrielle, Erfinder und Leute, die irgendwie mit der Technik in

²⁶ U. Raulff, Radiergummi, Wärmflasche, Weltwunder: Franz Maria Feldhaus, der Sammler und Historiker, in: FAZ 9. 3. 1996.

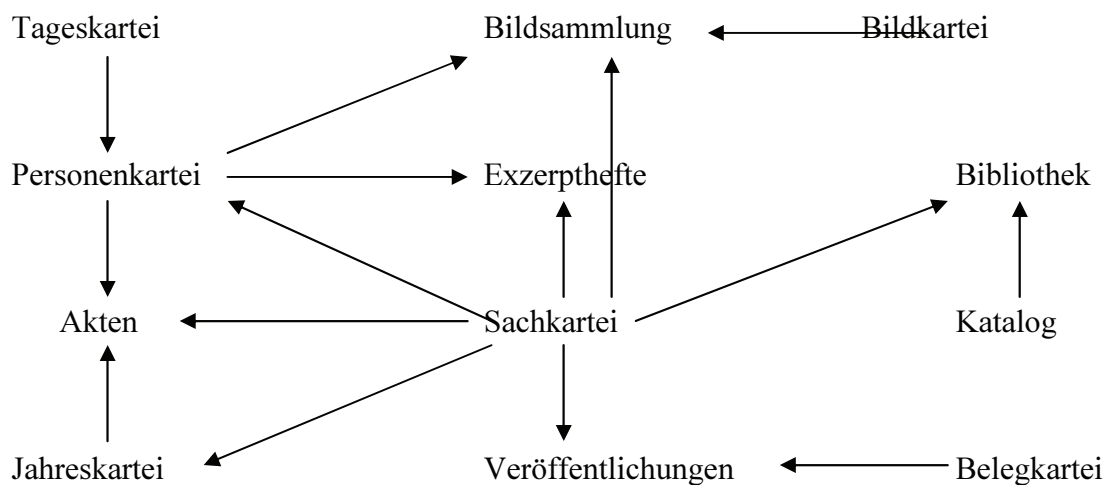
²⁷ W. Kohte, Technikgeschichtliche Quellenerschließung im „Feldhaus-Archiv“, in: Der Archivar 9, 1956, S. 206-210; Popplow, Feldhaus (wie Anm. 13).

²⁸ www.dtm.de/Rundgang/p22.html

²⁹ Akte Feldhaus, Universitätsbibliothek Kassel, Gutachten von Dr. Thele, Leiter der Landesbibliothek Fulda, abgeordnet an die Landesbibliothek Kassel, vom 22.4.1942.

Berührung kamen. 15 000 Karten mit den Nachweisen, was sich in jedem Jahr ereignete (Jahres-Kartei). 21 000 Karten mit den Nachweisen, was sich an jedem Tag des Jahres ereignete (Tages-Kartei). 12 650 Akten als Belege zu den einzelnen Daten: Biographien, Firmengeschichten, Berichte über Erfindungen, Sonderdrucke usw., insgesamt 7950 Themen umfassend. 16 300 Bilder aus allen Gebieten der technischen Entwicklung, aus allen Zeiten, von allen Völkern. Seit dem Jahr 1900 wurden über 14 000 Bücher zur Geschichte der Technik gesammelt. Der Inhalt der meisten technischen Bilderhandschriften – zumal des Mittelalters – wurden registriert. Aus dem Feldhaus-Archiv erschienen fast 1000 Arbeiten.“³⁰

Das Erschließungssystem von Karteien, Archiven und Bibliothek stellt sich laut Mieck ³¹ wie folgt dar:



„Bei der Vielfalt der Registraturen und der Menge der Stichworte ist ein Gesamturteil über den wissenschaftlichen Wert des Feldhaus-Archivs kaum möglich.... Sehr kritisch wird man die zahlreichen Notizen, Zeitungsausschnitte und ähnlichen Mitteilungen betrachten müssen. Feldhaus war in erster Linie Sammler. War zu einem Stichwort genügend Material

³⁰ Akte Feldhaus, Universitätsbibliothek, Prospekt des Feldhaus-Archivs, ca. 1955.

³¹ Mieck, Feldhaus-Archiv (wie Anm. 2), S. 285-290.

zusammengekommen, begann die Sichtung zwecks eigener Veröffentlichung... wobei seine Arbeiten nicht immer den Maßstäben einer strengen Quellenkritik genügen.“³²

Popplow schreibt der großen Bedeutung, die die Karteikarte als neues Ordnungsmittel im ausgehenden 19. Jahrhundert in Bibliotheken, Archiven etc. erlangte, eine entscheidende Funktion im Arbeits- und Publikationsprozess von Feldhaus zu.³³ Demnach werden die Karteikarten, die er auf Basis seiner Materialien (Fotos, Archivmaterialien, Bibliothek) anlegt, zum methodischen Fundament. Feldhaus war offenbar der Auffassung, dass die Erschließung seiner Sammlungen die Grundlage für technikhistorische Forschungen bieten müsse. Nur durch Ordnung der sich in den Materialien spiegelnden „Fakten“ könnten die im Schrifttum (verbreiteten) Fehler und Erkenntnisse aufgedeckt und belegt werden. Für ihn hatte das Ordnen sicherlich den Vorteil, seine vielfältigen publizistischen Aktivitäten, z.B. die Abreißkalender „Tage der Geschichte“, die sich dem breiten Publikum gut verkaufen ließen, schnell produzieren zu können. Aus heutiger Sicht verwechselte Feldhaus aber damit das Arbeitsinstrument mit der wissenschaftlichen Methode, zumal er mit seinen „Quellen“, also vor allem gedrucktem Material, dann unkritisch umging, wenn in unterschiedlichen „Quellen“ keine inhaltlich unterschiedlichen Positionen, Daten etc. vertreten wurden.

Die Feldhaus-Bibliothek

Im Gutachten des Dr. Thele vom April 1942 an den hessischen Oberpräsidenten wird festgestellt:

„Die Bibliothek ist im Wesentlichen zunächst als ein Werkzeug zu betrachten, mit welchem die verschiedenen archiv- und karteimäßigen

³² Mieck, Feldhaus-Archiv (wie Anm. 2), S. 289.

³³ Popplow, Feldhaus (wie Anm. 13).

Arbeiten der Sammlung Feldhaus durchgeführt wurden... Eine genaue Zählung der Bibliothek ist z.Zt. nicht möglich.“

Thele versucht dennoch diesen Bestand zu schätzen und ermittelt anhand der Stellfläche von 145 lfd. Metern bei 60 Stück je Meter ca. 8700 Werke. Das Gutachten relativiert die Bedeutung des Bestandes durch Vergleich damaliger technikhistorischer Spezialbibliotheken (Bibliothek des Deutschen Museums München, Bibliothek des VDI etc.) und kommt zum Schluss: „Vom Standpunkt der bibliothekarischen Verwaltung aus muss man die Bibliothek des Landesamtes als reine Privatbücherei bezeichnen, der alle Spuren der Entstehung einer solchen und ihres weiteren Aufbaus anhaften. So ist z.B. für die Signierung nach springenden Nummern oft die rein räumliche Unterbringung auf den Gestellen der Berliner Wohnung des Vorbesitzers maßgebend gewesen. Der Gesamtaufstellung liegt eine fortlaufende Zählung zugrunde, die jedoch nicht gleichmäßig durchgeführt wurde, so dass zahlreiche Nummern frei geblieben sind.“³⁴ Dennoch beabsichtigte die Landesbibliothek, die Bestände baldmöglichst zu katalogisieren. Aufgrund der Kriegsbedingungen und der provisorischen Unterbringung war das allerdings unmöglich.

In den Jahren nach Ende des 2. Weltkrieges zog die Bibliothek mehrfach um, wechselte auch den Eigentümer mehrfach. Dem Auslagerungsort Ziegenhain folgte die Aufstellung im Neuen Museum Kassel bis ca. 1957; dann wurde die Bibliothek in der Murhardschen Bibliothek und Landesbibliothek der Stadt Kassel und schließlich um 1988 im Hauptgebäude der Universitätsbibliothek Kassel aufgestellt. 2004 kam die Bibliothek zurück in das Gebäude der Murhardschen Bibliothek. Dabei blieb sie stets als Ganzes erhalten. Eigentümer waren nach dem Oberpräsidium dessen Rechtsnachfolger, ab 1957 die Stadt Kassel und zum 1.1. 1976 mit der Übernahme der Murhardschen Bibliothek und

³⁴ Akte Feldhaus, Universitätsbibliothek Kassel, Gutachten Dr. Thele vom 22. April 1942.

Landesbibliothek durch die Gesamthochschule Kassel (heute Universität Kassel) das Land Hessen. Die Bibliothek blieb über Jahrzehnte unkatalogisiert und war nur eingeweihten Technikhistorikern und Kasseler Bibliothekaren bekannt. Erste Überlegungen zur Katalogisierung der Feldhaus-Bibliothek wurden erst ab Anfang 1985 angestellt, verliefen aber zunächst ergebnislos. Anlässlich einer technikhistorischen Tagung in Kassel besichtigten am 6. 9. 1995 die Professoren Ulrich Troitzsch (Hamburg), Dietrich Lohrmann (Aachen) und Helmuth Schneider (Kassel) die Feldhaus-Bibliothek. Der außerordentliche Wert dieser Bibliothek wurde sogleich erkannt.

Es ist weniger die Zahl der Bände, es ist die Zusammensetzung des Bestandes, die dessen Bedeutung ausmacht. Die Monographien und in geringerem Umfang Zeitschriften (meist einzelne Hefte oder wenige Jahrgänge) umfassen nämlich eine größere Anzahl „grauer“ Schriften, also Publikationen, die nicht im Verlagsbuchhandel erschienen, mithin nicht von der Deutschen Bücherei Leipzig gesammelt wurden.

Der Bestand der Feldhaus-Bibliothek kann wie folgt klassifiziert werden: Er umfasst:

1. Allgemeine Enzyklopädien, Fachwörterbücher, Warenkunden
2. Bestandskataloge, Antiquariatskataloge etc.
3. Chroniken, Ausstellungsführer von Museen und Gewerbeausstellungen
4. Firmenfestschriften (1890er – 30er Jahre)
5. Biographik
6. Handwerks- und Handwerker Geschichte
7. Geschichte der Kriegstechnik
8. Geschichte der Baukunst
9. Technologische Literatur des 18. und 19. Jh.
10. Überblicks- und Entwicklungsdarstellungen (z. B. Geschichte des Papiers)
11. Technische Mechanik
12. Warenkunde

Die rund 9500 Titel mit insgesamt rund 11000 Bänden verteilen sich nach Erscheinungsjahren wie folgt:

1600-1700	ca. 40 Titel
1701-1750	ca. 35 Titel
1751-1800	ca. 240 Titel
1801-1850	ca. 530 Titel
1851-1900	ca. 1550 Titel
1901-1950	ca. 7150 Titel

1901-1910	ca. 1500 Titel
1911-1920	ca. 2000 Titel
1921-1930	ca. 2900 Titel
1931-1940	ca. 1300 Titel
1941-1950	ca. 350 Titel ³⁵

Ein großer Teil der Bestände der Feldhaus-Bibliothek kann als selten gelten, weil diese Publikationen entweder von anderen wissenschaftlichen Bibliotheken als nicht wertvoll erachtet und damit nicht gesammelt wurden oder deren Bestände im Zweiten Weltkrieg zerstört wurden (z.B. die VDI-Bibliothek). Darüber hinaus bildet die vollständig erhaltene Provenienz einen Wert an sich.

Das Gutachten von Prof. Helmuth Schneider vom 25.6.1997 stellt fest:

„Wissenschaftshistorisch ist diese Bibliothek als ein bedeutendes Zeugnis der Anfänge der technikhistorischen Forschung in Deutschland zu bewerten...“³⁶

Prof. Troitzsch (5.6.1997) urteilt, dass es sich um einen „in seiner Qualität und auch Quantität außergewöhnlichen Schriftenbestand...“ handelt, der

³⁵ Ein kleiner Teil des Bestandes mit Erscheinungsjahren ab 1943 wurde offenbar in der Nachkriegszeit von den Bibliothekaren der Landesbibliothek auf die Feldhaus-Signatur gesetzt, wenn es sich um einschlägige Literatur dieses Sammelschwerpunktes gehandelt hat, obwohl diese Titel weder von Feldhaus noch vom Landesamt für Kulturgeschichte der Technik gesammelt worden waren.

³⁶ Akte Feldhaus, Universitätsbibliothek Kassel.

„als Privatsammlung einzigartig [ist und in der] fachspezifischen Dichte – und auch das nur teilweise – in Deutschland nur noch von den Beständen der Bibliothek im Deutschen Museum München übertroffen wird.“³⁷

Die Retrokatalogisierung wurde unter Beifügung dieser beiden Gutachten am 16.1.1998 bei der DFG beantragt. Die DFG forderte die Bibliothek angesichts der Hinweise beider Gutachter auf, die Singularität des Bestandes zu prüfen. Durch Abgleich mit den Beständen der Bibliothek des Deutschen Museums konnte nachgewiesen werden, dass die Überschneidungen sich im Wesentlichen auf den kleinen Anteil von Standard- und Nachschlagewerke konzentrieren. Nach Beantwortung einiger weiterer Rückfragen der DFG erfolgte die Bewilligung am 6. Mai 1999 (2 Jahre eine Stelle der Besoldungsgruppe BAT Vb). Nach der Stellenausschreibung konnte die Katalogisierungsarbeit am 1.10.1999 beginnen.

Von Anfang an standen diejenigen Kolleginnen, die sich als Stammkräfte und als Projektbearbeiterinnen mit der Feldhaus-Bibliothek beschäftigten, vor schwierigen Herausforderungen:³⁸

1. Von der Feldhaus-Bibliothek gibt es keinen Standort- und keinen Alphabetischen Zettelkatalog. In den Büchern finden sich immer wieder verschiedene und unklare Hinweise auf ein von Feldhaus verwendetes Signaturesystem. Nachfragen beim Feldhaus-Archiv in Berlin brachten jedoch keine Klärung. Die von Feldhaus angebrachten runden roten Signaturmarken konnten dennoch überwiegend rekonstruiert werden.
2. Der Bestand war über die Jahrzehnte physisch in Mitleidenschaft gezogen, so dass buchpflegerische und restauratorische Arbeiten

³⁷ Akte Feldhaus, Universitätsbibliothek Kassel.

³⁸ Es ist insbesondere den Diplombibliothekarinnen der Universitätsbibliothek Kassel, Frau Marion Drechsel-Schmid, Frau Marion Gernhardt-Riemann und Sylvia Aehle für die kontinuierliche Beschäftigung mit der bibliothekarischen Einarbeitung der Feldhaus-Bibliothek zu danken.

geleistet werden mussten, um eine bibliothekarische Bearbeitung und eine Benutzbarkeit zu ermöglichen.

3. Die DFG fordert für ihre Altbestandserfassungsprojekte eine durchschnittliche Katalogisierungsleistung von 20 Titelaufnahmen pro Tag. Im vorliegenden Fall lag die durchschnittliche Nutzung von Fremdleistungen aber bei unter 20 Prozent. Was für den Forscher ein Zeichen für den Seltenheitsgrad der Schriften ist, hat für die Bibliothekarinnen den Nachteil, dass für gut 80 Prozent der Titel eigene Katalogisate zu erstellen waren. Würde es sich um einfache Verfasser- oder Sachtitelschriften handeln, wäre auch das leicht. Doch Feldhaus hat in erheblichem Umfang Material gesammelt, das so genannte körperschaftliche Verfasser hat, also v.a. Unternehmensschriften, Produkt- und Messekataloge etc. Dies wiederum erforderte erhebliche Arbeit bei der Ansetzung von Körperschaften in der bundeseinheitlichen Gemeinsamen Körperschaftsdatei (GKD). In der Zeitschriftenbearbeitung bestand darüber hinaus das Problem, dass Feldhaus meist nur einzelne Jahrgänge, häufig auch nur einzelne Hefte oder Aufsätze aus Zeitschriften, gesammelt hat, was wiederum für die Bearbeiterinnen die Problematik des Nachweises in der Zeitschriftendatenbank (ZDB) zur Folge hatte.

In der Konsequenz wurden dann neben einer aus den DFG-Mitteln finanzierten Kraft immer auch Stammkräfte der Bibliothek eingesetzt, um alle Probleme zu überwinden und die geforderte durchschnittliche Katalogisierungsleistung gegenüber der DFG zu erbringen. Endgültig konnten die Arbeiten erst Ende 2004 abgeschlossen werden.

Der Bestand ist online im Internet über die Homepage der Universitätsbibliothek Kassel www.uni-kassel.de/bib recherchierbar. Dort ist der OPAC (Online-Public-Access-Catalog) aufzurufen, oder direkt: <http://opac.bibliothek.uni-kassel.de>. Um ausschließlich im Bestand der Feldhaus-Bibliothek zu recherchieren, ist im Recherchemenü „ABT“ (=Abteilungscode) auszuwählen und „031“ anzugeben. (Der ebenfalls unter technikhistorischen Gesichtspunkten interessante Bestand des Hessischen Landesamts für Bodenkunde ist über Code 032 recherchierbar.)

Nach erfolgreicher Recherche kann eine verfeinerte Suche durchgeführt werden. Beispielsweise kann der All-Index („All“) ausgewählt und in der Eingabezeile eine „und“-Verknüpfung mit einem Stichwort durchgeführt werden. Man kann aber auch den so genannten „Suchfilter“ auswählen und gezielt nach Erscheinungsjahren suchen. (Bitte die Sicherung der Suchoption nicht vergessen!).

Statt der Onlinesuche ist mit der DVD, die dieser Publikation beiliegt, eine Suche im Bestand der Feldhaus-Bibliothek möglich. Über die technischen Anforderungen an die Hardware und die Suchoptionen wird im Anhang informiert.

Wir wissen leider nicht, wann Feldhaus welchen Titel erworben hat. Wir können lediglich sehen, in welchen Jahren die Werke erschienen sind. Selbst das ist allerdings in vielen Fällen nicht mit Sicherheit möglich. Nicht selten musste das vermutliche Erscheinungsjahr anlässlich der Katalogisierung geschätzt werden. Da auch Titel vorhanden sind, die ab Ende der dreißiger Jahre erschienen sind, ist davon auszugehen, dass auch vom Landesamt für Kulturgeschichte der Technik Titel zum Bestandsaufbau erworben wurden. Eindeutiger Bestandsschwerpunkt ist aber die Zeit zwischen 1880 und 1940. Innerhalb dieses Zeitkorridors ist vor allem der Zeitraum zwischen 1905 und 1935 besonders stark vertreten.

In der heutigen Nutzung der Feldhaus-Bibliothek kommt ihre singuläre Bedeutung für die Forschung klar zum Ausdruck. Seit der Bestand in der Wissenschaft bekannt ist und in den bibliothekarischen Nachweissystemen die Titel weltweit nachgewiesen sind, kommen Leihverkehrsanfragen aus der ganzen Bundesrepublik und dem deutschsprachigen Ausland. Eine Analyse der Fernleihbestellungen ergibt, dass der Bestand intensiv genutzt wird. Nachfrage kommt sowohl aus den Universitäten als auch von Regionalnutzern. Es sind offenbar schwerpunktmäßig folgende Forschungsgebiete, die hier mit Literatur bedient werden können: Unternehmensgeschichte, regionale Wirtschaftsgeschichte, Heimatforschung, Sozialgeschichte, Technikgeschichte, Wirtschaftsrechtsgeschichte.

Auch wenn heutige Wissenschaftler anders mit den Beständen als Grundlage für Forschung umgehen, als Feldhaus dies tat, so bleibt doch festzustellen, dass die Feldhaus-Bibliothek weiterhin eine wichtige Grundlage für technikhistorische Forschungen darstellen kann und Feldhaus auch mit seiner Bibliothek ein bedeutendes Lebenswerk hinterlassen hat.

Die Persönlichkeit

Bei der Beschäftigung mit der Bibliothek und dem Archiv, die Feldhaus aufgebaut hat, gerät immer auch der Mensch Franz Maria Feldhaus in den Blick. Neben seinen unbestreitbaren Verdiensten wird immer hervorgehoben, dass Feldhaus ein schwieriger Mann gewesen sei, dessen Persönlichkeit nicht ausreichend charakterisiert werden könne und dass er Ecken und Kanten gehabt habe. Insbesondere in der Matschoß-Feldhaus-Kontroverse, aber auch in den Akten der Universitätsbibliothek und den Aussagen von Zeitzeugen, vor allem in den autobiographischen Romanen von Eva Zeller³⁹, erscheint ein Mann mit problematischer und egomanischer Persönlichkeitsstruktur. Zurückhaltend - und wohlwollend - beschrieben ist er „eine der schillerndsten Persönlichkeiten der deutschen Technikgeschichte“⁴⁰. Was trieb ihn an und um?

Da ist zunächst das Charakterbild eines Sammlers und detailbesessenen Arbeiters zu zeichnen. Sammelleidenschaft kann beim Einzelnen – psychoanalytisch gedeutet - ein „emotionales, leidenschaftliches Engagement mit allen Sinnen“ annehmen und ein „in der Zeit relativ konstantes Verhalten“⁴¹ darstellen. In der pathologischen Form kann die Sammlung für den Sammler die Funktion haben, „intensiv ,an ihrer Zeit teilzunehmen’

³⁹ E. Zeller, Solange ich denken kann. Roman einer Jugend, 4. Aufl., Stuttgart 1983; E. Zeller, Nein und Amen. Ein autobiographischer Roman, Berlin 1986.

⁴⁰ Lessing, Feldhaus (wie Anm. 2), S. 81.

⁴¹ P. Subkowski, Zur Psychodynamik des Sammelns; in: Psyche. Zeitschrift für Psychoanalyse und ihre Anwendungen 58, 2004, S. 324.

und sich sozial zugehörig zu fühlen.“⁴² Feldhaus war – mit aller Zurückhaltung formuliert – ein besessener Sammler, Mieck bezeichnet ihn als „leidenschaftlichen“ - Sammler aller Informationen zur Technikgeschichte.⁴³ Er wollte unzweifelhaft dazugehören, nämlich als anerkannter Technikhistoriker. Dass dies im vorliegenden Fall zwanghafte Ausprägungen fand, erscheint evident.

Für ihn galt in besonderer Weise, dass seine Sammel-, Archivierungs- und Erschließungstätigkeit narzisstische Aspekte hatte:

„Feldhaus sammelte alles, was Zufall, Finderglück und systematische Recherche ihm in die Hände spielte, illustrierte Blätter, Patentschriften, Gebrauchsanweisungen, Werbebroschüren von Firmen, aber auch Bildbände und Tafelwerke, Holz- und Kupferstiche und natürlich Fotografien jedweder ProvenienzUnter Feldhaus' Blick zerfällt die Welt in eine Unendlichkeit von Quellen und Dokumenten der Technikgeschichte. Die Welt wird gleichsam zum Makroarchiv, das der Sammler im Mikrokosmos seiner Zettelkästen und Bilderalben nachzustellen sucht.“⁴⁴

Der entscheidende Punkt in diesem Zusammenhang ist wohl darin zu sehen, dass er seine Vorgehensweise bei der Erarbeitung technikhistorischer Publikationen als wissenschaftliche Methode missverstand. Sicherlich konnte er manchen Fehler anderer Autoren damit nachweisen, zumal wenn deren Werke weniger gründlich recherchiert waren, wie dies beispielsweise im von Matschoß herausgegebenen Werk über „Männer der Technik“ geschehen war.

In einer Zeit, in der zwar allgemein Technikbegeisterung herrschte, sich die Technikgeschichte letztlich aber weder im Rahmen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge noch im Rahmen der akademischen Geschichtswissenschaft als Wissenschaft etablieren konnte, muss ihm klar

⁴² Subkowski, Psychodynamik (wie Anm. 41), S. 329.

⁴³ Mieck, Feldhaus-Archiv (wie Anm. 2), S. 28.

⁴⁴ Raulff, Feldhaus (wie Anm. 26).

gewesen sein, dass er mangels akademischer Vorbildung keinerlei Chance auf Anerkennung im akademischen Rahmen hatte. Die Aachener Ehrenpromotion, also nach über zwanzigjähriger Arbeit mit vielen Publikationen, darf als Ausnahme angesehen werden. Die bereits sehr bald einsetzenden intensiven Bemühungen, die Ehrenpromotion ihm wiederum abzuerkennen, machen deutlich, dass ihm akademische Anerkennung versagt bleiben musste, weil er ein Außenseiter war.

Gerade die Empfindlichkeiten in diesem Punkt, die zu Selbstüberschätzung und Ehrverletzung tendierenden Aussagen in technikhistorischen Kontroversen, wie sie vor allem in der berühmten Matschoß-Feldhaus-Kontroverse⁴⁵ zu finden sind, weisen viel eher auf psychopathologische Probleme hin als dass sie Ausdruck des üblichen Stils akademischer Auseinandersetzungen der damaligen Zeit waren. Dieser öffentlich ausgetragene Streit reflektiert ein grundsätzliches Persönlichkeitsmuster, das ihm im Laufe seines Lebens viele – teilweise erbitterte – Feindschaften einbrachte, u.a. die von Conrad Matschoß und seinen Mitstreiter beim VDI, Alfred Schlomann, Kurt Wiesinger und später Paul Adolf Kirchvogel. Letzterer schreibt:

„F. hat fleißig gearbeitet wie jeder andere, Fehler gemacht wie jeder andere, er ist auf diesem Gebiet weder ein Stümper, noch ein Herrgott. Alles was er sich darüber hinaus eingebildet hat, ist nicht mit normalen Maßstäben zu messen. Mein Bedarf an Feldhaus ist restlos gedeckt, und dies haben mir ebenso zahlreiche Leute gesagt, die je mit ihm in nähere Berührung kamen.“⁴⁶

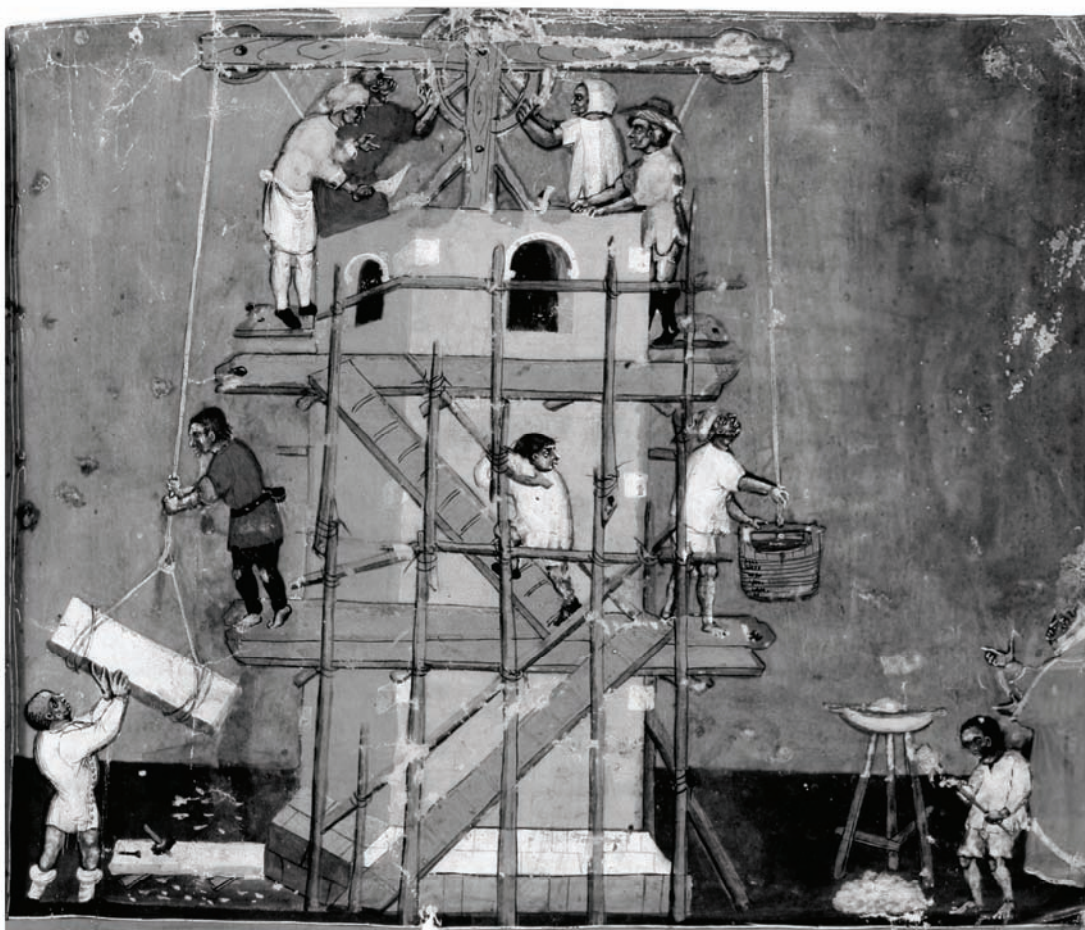
Über die Ursachen solchen Verhaltens lässt sich nur spekulieren. Bekannt ist, dass er in jungen Jahren schwer erkrankte und als Folge bis in die Pubertät hinein an Epilepsie litt. Die Aussagen in Eva Zellers auto-

⁴⁵ König, Technikgeschichte (wie Anm. 12). Lessing, Feldhaus (wie Anm. 2), S. 87f.

⁴⁶ Akte Kirchvogel, Staatsarchiv Marburg.

biographischem Roman⁴⁷ deuten darauf hin, dass er im Alter von vier Jahren an Meningitis erkrankt war. Mediziner gehen davon aus, dass dies bei manchen Menschen nicht nur zu Folgeerkrankungen (z.B. Epilepsie), sondern auch zu Veränderungen der Psyche führen kann. Eine derartige Schlussfolgerung lässt sich allerdings nicht beweisen. Wahrscheinlicher ist, dass er die Anerkennung suchte – und auch brauchte –, weil er in wirtschaftlich sehr schwierigen Zeiten versuchte etwas einmaliges zu tun: von technik- und unternehmenshistorischen Publikationen sowie Patentrecherchen seinen Lebensunterhalt zu verdienen, ohne Anstellung bei einer einflussreichen Institution wie dem VDI, was Matschoß vergönnt war, oder ohne Professur. Feldhaus war von Beginn an Außenseiter, ohne akademischen Grad, weder Ingenieur noch Geisteswissenschaftler. Er war in einem Themengebiet tätig, das zwar populär war, aber sich nur mit viel Mühe und Fleiß ökonomisch für einen selbständigen Broterwerb eignete. Als Fazit bleibt: Die Hinterlassenschaft von Franz Maria Feldhaus ist außerordentlich bedeutend, ein Teil seiner Schriften ist auch heute noch lesenswert, sein persönliches Schicksal, trotz seines hohen Lebensalters, das er erreichte, tragisch.

⁴⁷ Zeller, Roman einer Jugend (wie Anm. 39), S. 223.



Alhie hant Nemrot den türn paven ze Babelonia mit grozzer maisterchaft
 3 iegel vnd selich stame
 Daz unser werch werde volbracht
 Alz wir haben sein gedacht
 Wan der hochuerlich man
 Nemrot von erste began
 Fingen nach gewaltres chraft
 Wan er in seiner chünnechaft
 Herr was vnd hauptman
 Vnd darzu werden began
 Daz er herre wurde gar
 Vber all dy dier d'grozzen schar

Alz im sein tumber mit geriet
 Da wider sagte sich die diet
 So fere daz si namen da
 Alz yegleichem geslechte sa
 Vnwidere einen hauptman
 Der sich ir solde nemen an
 Vnd dem si wern vnder tan
 Insems chünne wart setan
 Der edel degen wolgeporn
 3 v einem hauptman erhorn
 Der pflag ir dy selben zeit

Teil 2: Die Technikgeschichte als Disziplin in Deutschland vom Zweiten Weltkrieg bis zur Gegenwart: Die praemodernen Gesellschaften

Eva Cancik-Kirschbaum

Die Technikgeschichte und die Wissenschaften vom Alten Orient – Prolegomena und Perspektiven

*Man muß das technische Geschehen eines
jeden Zeitalters nach den diesem Zeitalter
vorausgehenden und folgenden Erfindungen
und Verfahren beurteilen, nicht nach den
heutigen.¹*

Einleitung: Der Alte Orient als Epoche der Technikgeschichte bei Franz M. Feldhaus

Im Jahr 1931 veröffentlicht Franz Maria Feldhaus unter dem Titel „Die Technik der Antike und des Mittelalters“ ein gelehrtes Kompendium zur Geschichte der Technik von der Urzeit bis zur Zeit um 1500 n.Chr. Den größten Teil des Werkes nehmen die Ausführungen zu Antike und Mittelalter ein. Doch vorangestellt sind ihnen zwei Kapitel, die den durch den Titel bezeichneten Chronotop chronologisch wie geographisch um ein Vielfaches erweitern: „I. Die Technik der Urzeit“ (S. 1-35), und „II. Die

¹ F. M. Feldhaus, Die Technik der Antike und des Mittelalters, Potsdam 1931, S. 1, zit. nach dem Nachdruck i.d.R. Documenta Technica. Darstellungen und Quellen zur Technikgeschichte, hrsg. v. K.-H. Mangold & W. Treue, Reihe I, Hildesheim / Zürich / New York 1985. Die Schwierigkeiten der Darstellung von Feldhaus sind nicht Gegenstand dieses Beitrags, doch ist zumindest auf die fast regelhaft fehlenden Nachweise und die grundsätzlich fehlende im weitesten Sinne sozio-ökonomische Problematisierung hinzuweisen.

Technik des Alten Orient“ (S. 36-116), das in vier Abschnitten Ostasien, Indien, Vorderasien und Ägypten abhandelt. In der von Feldhaus angelegten Systematik erhält das traditionelle Schema der zumeist enzyklopädisch nach Werkstoffen und Gewerken, Technologien und Anwendungsgebieten organisierten technikhistorischen Darstellungen eine neue Dimensionierung: Zeit und (Kultur-)Raum werden als Faktoren im Bedingungsgefüge von technischer Entwicklung berücksichtigt. In der Bestimmung der Technik nicht nur als einem eigenständigen, sondern eben auch regional wie kulturell zu differenzierenden Gegenstand historischer Forschung wird Technikgeschichte als Bestandteil von Kulturgeschichte kenntlich gemacht.

Der Schwierigkeiten, hinreichend verlässliche Informationen zu den zeitlich wie räumlich entfernten außereuropäischen Kulturen zu erlangen, ist sich Feldhaus wohl bewusst. So leitet er den 6. Abschnitt über Vorderasien folgendermaßen ein: „Nur mit größter Vorsicht läßt sich heute einiges über die Technik der vorderasiatischen Völker, der Sumerer, Semiten, Babylonier, Assyrer, Meder und Trojaner sagen. Die Forschung in diesen Kulturgebieten ist noch im vollen Gang. Andere technische Nachrichten sind in der umfangreichen neueren Fachliteratur verstreut. Manche Erklärung wird dadurch erschwert, daß die Bedeutung der Schriftzeichen nicht feststeht.“²

Feldhaus Bemerkungen machen die Konditionen deutlich, unter denen die Frage nach der Rezeption technikhistorischer Fragestellungen in den Wissenschaften vom Alten Orient verhandelt werden musste und muss: Nicht nur die Verfügbarkeit des Gegenstandes in Form von Primärquellen, sondern auch die Art des Fragens, d.h. die Berücksichtigung der jeweiligen kulturellen Spezifik bestimmen die Möglichkeiten technikhistorischer Forschung in den altorientalischen Kulturen.

² Feldhaus (wie Anm. 1) S.84.

Alter Orient und Technikgeschichte: Zeit und Raum

Mit dem Alten Orient tritt ein gewaltiger geographischer Raum in den Blick, dessen geschichtlicher Horizont viele Jahrhunderte vor die Geschichte Europas und des Mittelmeerraumes zurückführt. Um die Wende vom 10. zum 9. Jahrtausend vor Chr. scheinen in Vorderasien jene Prozesse, die zur Ausbildung von komplexen Gesellschaften führen, mit der Gründung von räumlich verdichteten Siedlungsformen in ein Stadium einzutreten, das gänzlich neue Herausforderungen an das Gemeinwesen stellt.³ Langfristige Gemeinschaftsprojekte, Arbeitsteiligkeit und systematische Administration von Ressourcen zählen zu den grundlegenden Veränderungen, welche die Entwicklungen der Folgezeit prägen sollten. Ackerbau und Viehzucht, die Gründung von Städten und schließlich die Verwendung eines Schriftsystems im ausgehenden 4. Jahrtausend verändern die sozio-ökonomische Basis der frühstaatlichen Gesellschaften. Das Einsetzen der schriftlichen Überlieferung markiert die ‚historische‘ Phase der Keilschriftkulturen, die sich durch räumliche Verdichtung, Erweiterung des geographischen Aktionsradius und Intensivierung der Beziehungen zwischen den verschiedenen Kulturräumen auszeichnet. In großer Vielfalt und wachsender Dynamik wurden soziale, politische, wirtschaftliche, kulturelle, militärische, religiöse, wissenschaftliche und eben auch technisch-technologische Instrumentarien ausgebildet, erprobt, verworfen und weiterentwickelt. Über vielfältige Austauschbeziehungen fanden nicht nur Rohstoffe und Fertigprodukte, sondern auch Fertigkeiten

³ Nur einige Titel zu dieser Thematik seien hier herausgegriffen: K. Bartl, Vorratshaltung. Die spätepipaläolithische und frühneolithische Entwicklung im westlichen Vorderasien. Voraussetzungen, typologische Varianz und sozio-ökonomische Implikationen im Zeitraum zwischen 12.000 und 7600 BP. *Studies in Early Near Eastern Production, Subsistence, and Environment* 10, Berlin 2004. – E.B. Banning, M. Chazan (Hgg.), *Domesticating Space: Construction, Community, and Cosmology in the Late Prehistoric Near East. Studies in Early Near Eastern Production, Subsistence, and Environment* 12, Berlin 2006. – H. J. Nissen, *Grundzüge einer Geschichte der Frühzeit des Vorderen Orients*. Darmstadt ³1995.

und Kenntnisse den Weg aus dem Orient in den Mittelmeerraum (und umgekehrt). Mit der Eroberung des vorderasiatischen Raumes durch die Makedonenherrscher im späten 4. Jahrhundert v. Chr. entsteht eine Koiné, in der die ‚traditionellen‘ Beziehungen durch gänzlich neue Formen ergänzt und überlagert werden.

Die Wiederentdeckung des Alten Orients in der Neuzeit

Die systematische wissenschaftliche Erforschung Alt-Vorderasiens nimmt ihren Anfang um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert n. Chr. Händler, Reisende, Eroberer hatten bereits in den Jahrhunderten zuvor den Kulturraum des Alten Orients aufgesucht, hatten Beschreibungen und Zeichnungen von Ruinenfeldern, Gebäuderesten, Monumenten sowie gelegentlich Originalfunde nach Europa gebracht. Als Primärzeugnisse traten diese neben die Überlieferung der hebräischen Bibel und der antiken Autoren, der nachantiken Legendenbildung und der arabischen Überlieferung – bislang die einzig verfügbaren Nachrichten über jene seit vielen Jahrhunderten untergegangenen Kulturen. Die mehr oder weniger aus Liebhaberei und Interesse betriebene Suche nach den ‚Alterthümern‘ Persiens, Babyloniens und Assyriens gewann durch staatlich-institutionell beförderte Expeditionen und Ausgrabungen seit dem zweiten Viertel des 19. Jahrhunderts an Intensität. Wirtschaftliche und politische Interessen spielten dabei ebenso eine Rolle wie das Prestige, das die fremdartigen Objekte den repräsentativen Sammlungen des Abendlandes und der Neuen Welt einbrachten.⁴

⁴ Einen Eindruck von den zeitgeschichtlichen und forschungsgeschichtlichen Bedingungen der Wiederentdeckung des Vorderen Orients im 19. und frühen 20. Jhs. vermitteln u.a. die folgenden Titel: N. Crüsemann, Vom Zweistromland zum Kupfergraben. Vorgeschichte und Entstehungsjahre der Vorderasiatischen Abteilung der Berliner Museen vor fach- und kulturpolitischen Hintergründen (Jahrbuch der Berliner Museen 42 Beiheft), Berlin 2001. F.M. Fales & B.J. Nickey (Hrsg.), Austen Henry Layard tra l’oriente e Venezia, Venedig 1987. E. Fontan (Hrsg.), De Khorsabad à Paris, Paris 1994. B. Kucklick, Puritans in Babylon. The Ancient Near East and American Intellectual Life 1880-1930. M.T. Larsen, The Conquest of

In den Ruinen von Ninive, Khorsabad und Nimrud, in Tello, Nippur und Ur, in Susa und Persepolis fanden sich nicht nur Architektur, Skulpturen, kostbare Gefäße, Schmuck, Waffen, Gegenstände des täglichen Bedarfs. Es fanden sich auch Texte, Schriftzeugnisse in einer Schriftart, die man nach ihrer äußeren Form *Keilschrift* genannt hatte. Neben der Tontafel, dem wichtigsten und alltäglichen Schriftträger, waren Texte als monumentale Steininschriften auf Reliefs, Rundplastiken aber auch auf Fußbodenplatten angebracht oder in den Fels gehauen worden. Es kamen beschriftete Zylinder und Prismen aus gebranntem Ton ans Licht, es fanden sich Amulette und beschriebene Tafeln aus kostbarem Stein und Edelmetall. Schon im 17., vermehrt aber im 18. Jahrhundert war die Frage nach der Schrift der Assyrier und Babylonier aufgekommen. Nach ersten Erfolgen in der Entzifferung der einfachsten Schriftvarietät zu Beginn des 19. Jahrhunderts führte der Zuwachs an Textmaterial durch die Ausgrabungstätigkeit zu raschen Fortschritten, so dass im ausgehenden 19. Jahrhundert vier Schriftvarietäten, nämlich die persische, die akkadische (mit assyrisch und babylonisch), die sumerische und die elamische Keilschrift im Grundsatz lesbar und die darin abgefassten Texte prinzipiell übersetzbar waren.

Die Bedeutung der altorientalischen Kulturen – in den hebräischen, griechischen, römischen Texten zu errahnen – erwies sich nun positiv in der ungeheuren materiellen Vielfalt ihrer Überlieferung. Ließen sich Bauten, Monumente und Objekte als konkrete, materielle Exempel studieren, so eröffnete die schriftliche Hinterlassenschaft Einblicke in die Anschauungen und Vorstellungen, die konkreten und theoretischen Wissensräume der Assyrier, Babylonier, Elamer, Hethiter, Hurriter, Perser, Sumerer und

Assyria. Excavations in an Antique Land, Kopenhagen 1995. J. Marzahn & B. Salje (Hrsg.), Wiedererstehendes Assur. 100 Jahre deutsche Ausgrabungen in Assyrien, Mainz 2003. J. Reade, The discovery of Nineveh. Bulletin of the Society for Mesopotamian Studies 11, 198, 11-17. G. Wilhelm (Hrsg.), Zwischen Tigris und Nil. 100 Jahre Ausgrabungen der Deutschen Orient-Gesellschaft in Vorderasien und Ägypten, Mainz 1998.

Urartäer. Der Bedarf an spezialisierter Forschung an und zu diesen Zeugnissen führte zur Begründung eigenständiger universitärer Fachdisziplinen, zunächst der vor allem philologisch-historisch arbeitenden Assyriologie (später Altorientalistik), sowie einige Jahrzehnte später auch der zunächst vor allem baugeschichtlich und denkmalkundlich ausgerichteten Vorderasiatischen Archäologie.

Technikgeschichte und Alter Orient: Zur Systematik einer Forschungssituation

Angesichts der Bedeutung des vorderasiatischen Kulturraumes für die jüngere Menschheitsgeschichte im allgemeinen, angesichts der enormen Entwicklungspotentiale, die durch die sogenannten Frühen Hochkulturen dort realisiert bzw. angestoßen wurden, und nicht zuletzt angesichts der Rolle dieser Gesellschaften wiederum für die Kultur- und damit Technikgeschichte des mediterranen Raumes, erscheint die Frage nach dem soziokulturellen Ort und dem konkreten Stand der *Technik* in den altorientalischen Kulturen nur folgerichtig. Dass der Alte Orient jedoch *de facto* in der technikgeschichtlichen Forschung bislang eine Randposition einnimmt, erklärt sich – so kann man zumindest vermuten – aus dem Zusammenwirken mehrerer wissenschaftssystematischer und forschungsgeschichtlicher Faktoren.

Zunächst ist festzustellen, dass das (traditionelle) Blickfeld der Technikhistorie mit zunehmender historischer Tiefe zugleich eine geographische Verengung erfährt. Die Perspektive führt aus einer globalen Wahrnehmung der Technik in der Gegenwart zurück über technische Interkontinentalität, Industrialisierung, Frühe Neuzeit, Mittelalter, Spätantike und Antike auf und in den europäischen bzw. mediterranen Raum. Es sind die Überlieferungen der ‚Klassischen Antike‘, welche für technisches Können und Technikverständnis der europäischen Vormoderne

(jenseits des Mittelalters) stehen.⁵ Die Straßen- und Wasserbauten Roms, die Tempelanlagen Griechenlands, die Abhandlungen eines Vitruvius prägen Systematik und historisch-geographische Dimension der (folgerichtig antiken) Technikgeschichte. Ägypten und der Vordere Orient fungieren in solcher Perspektive als Randkulturen.

Zum zweiten spielt der Zeithorizont der wissenschaftlichen Verfügbarkeit des vorderasiatischen Materials eine nicht unerhebliche Rolle. Während viele antike Zeugnisse früher Technik in Texten, Bildern und Monumenten lange bekannt und vielfach eben auch unmittelbar vor Ort, d.h. in Britannien, Gallien, Germanien, Italien, Spanien, Hellas, ja sogar in Asia Minor zugänglich waren, blieb der nahöstliche Raum länger noch als Ägypten *terra incognita*. Sollten die spektakulären Bauwerke, welche die antiken Autoren unter den Weltwundern für Vorderasien nannten, existiert haben – so war davon so gut wie nichts zu sehen – nicht einmal der genaue Ort der Hängenden Gärten war bekannt. Die ‚Wiederentdeckung des Alten Orients‘ im eigentlichen Sinne, d.h. die Freilegung von Siedlungen, die Veröffentlichung von Bau- und Bildwerken, die Erschließung der schriftlichen Quellen, die Errichtung von Chronologien, der Anschluss an die historischen Räume des Klassischen Altertums – erst in den beiden letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts wurde hier ein Status erreicht, der es ‚technikhistorisch‘ Interessierten überhaupt erlaubte, auf Material aus diesem Raum zuzugreifen.

Als dritter Faktor sind die (methodischen und zeithistorisch bedingten) Interessenschwerpunkte zu nennen, die wiederum die Art und Intensität der wissenschaftlichen Primär-Erschließung von Quellengruppen determinieren. Hier sind auf der einen Seite historisch-historiographisch-chronologische Interessen zu nennen, welche im weitesten Sinne auf Rekonstruktion von Ereignisgeschichte zielten. Hier sind zum zweiten die philologisch-textgeschichtlichen Perspektiven zu sehen, welche die

⁵ Vgl. hierzu die Beiträge von H. Schneider, M. Popplow und B. Meißner in diesem Band.

Entzifferung und Wiedergewinnung der vielen Schriften und Sprachen als Basis der inhaltlichen Erschließung der schriftlichen Überlieferung in den Mittelpunkt der Bemühungen stellten. Unter bau- und kunstgeschichtlicher Perspektive schließlich stellte sich zunächst die Aufgabe der Errichtung chronologischer Sequenzen, der Bestandsaufnahme und methodischen Aufschlüsselung der Denkmäler und Befundsituationen. All diese Aufgaben sind nach wie vor nicht abgeschlossen; noch immer sind größere Teile der vorhandenen Bestände nicht oder nicht hinreichend veröffentlicht, vom anhaltenden Zustrom an Primärmaterial und –befunden, bzw. der teilweise erforderlichen Revision der Altbestände ganz zu schweigen.

Die drei genannten Faktoren konvergieren in einer Situation, für die analog die von Albert Neuburger 1919 für die Technikgeschichte des Altertums gestellte Diagnose gilt: „Die Techniker, die sich mit diesem Gegenstände beschäftigten, verfügten vielfach nicht über die nötigen Sprachkenntnisse oder hatten keine Gelegenheit, tiefer in die sprachwissenschaftliche Seite der alten technischen Fachausdrücke einzudringen. Die Philologen hingegen, die zwar über das nötige sprachwissenschaftliche Rüstzeug verfügten, waren ihrerseits wiederum technisch nicht genügend vorgebildet, um das große Gebiet der alten Technik erschöpfend zu behandeln.“⁶

Die Eigenart der altorientalischen Überlieferung: Texte als Quellen zur Technikgeschichte

Die forschungssystematische Konstellation, die Neuburger 1919 für den Stand der technikhistorischen Forschungen zur Antike verantwortlich macht, kann nicht nur auf das Verhältnis der Technikhistorie zu den altorientalischen Kulturen übertragen werden, sie wird hier in deutlich gesteigerter Form wirksam: Die Zahl von drei Sprachen der altorientalischen Haupt- und wenigstens fünf Sprachen der

⁶ A. Neuburger, Die Technik des Altertums. Leipzig 1919.

Nebenüberlieferung einschließlich der Kenntnis der vermittelnden Schriftsysteme, aber auch das ungünstige Verhältnis von publizierten zu unpublizierten Quellen erweist sich gegenüber den verhältnismäßig gut erschlossenen griechischen und lateinischen Texten als entschiedenes Obstaculum. Diese Situation bestand – wie der Hinweis von Feldhaus deutlich machte – für den Vorderen Orient noch zu Beginn der 30er Jahre des 20. Jhs. und sie hat sich seither nur graduell verändert.

Diese Veränderungen betreffen einerseits die Sprachkompetenz und andererseits die Verfügbarkeit von Texten. Die Kenntnis der Sprachen und Schriften des altorientalischen Raumes hat zwar große Fortschritte gemacht – für das Akkadische liegen inzwischen zwei Wörterbücher vor,⁷ die Erfassung des sumerischen Wortschatzes ist weit vorangeschritten,⁸ die hethitische Sprache wird durch das Projekt des Chicago Hittite Dictionary erfasst. D.h. die sprachlichen Voraussetzungen für die technikhistorische Erschließung der keilschriftlichen Überlieferung, die von Feldhaus zu Recht problematisiert wurden, haben sich sehr verbessert. Dennoch ist – was z.B. die Erschließung der Fachtermini für Rohstoffe, Produkte, Gerätschaften und Verarbeitungsprozesse angeht – noch viel zu tun. So lange z.B. die Benennung der Mineralien und Gesteine unklar ist, bleibt die Möglichkeit zur Auswertung diesbezüglicher Texte begrenzt. Dies gilt in Sonderheit für die technischen Fachsprachen, die beispielsweise in der Beschreibung von Rezepturen oder Arbeitsvorgängen, respektive im Bereich der rechnerischen Kalkulation gebraucht werden.

Auch die Zahl der publizierten und in Übersetzung vorgelegten Texte nimmt kontinuierlich zu. Doch zeigt sich zugleich immer deutlicher, dass nicht ohne weiteres auf die ‚technikhistorisch‘ verwertbaren Inhalte

⁷ The Chicago Assyrian Dictionary, begonnen in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts, ist fast abgeschlossen. Seit 1965 liegen die drei Bände „Akkadisches Handwörterbuch“, herausgegeben durch W. v. Soden vor, - die zweite Auflage erschien Wiesbaden, 1985.

⁸ Die ersten Bände des Philadelphia Sumerian Dictionary liegen in gedruckter Form vor, die weiteren Sammlungen sind elektronisch verfügbar.

der sumerischen, akkadischen, hethitischen oder ugaritischen Texte zugegriffen werden kann. Lässt man einmal die grundsätzliche Schwierigkeit einer vielfach am ‚Stand‘ der technischen Moderne geprägten Technikauffassung beiseite (diese kann durch Anerkenntnis der kultur- und geistesgeschichtlichen Heteronomie möglicherweise zumindest bewusst werden), so erweist sich die andersartige Erscheinungsform von ‚Technik‘ in den schriftlichen Quellen als echtes hermeneutisches Problem. Typische Formate, die man mit technisch-technologischen Problemstellungen assoziieren könnte, z.B. Zeichnungen, illustrierte Problemstellungen und Handlungsanleitungen, Berechnungen für konkrete Projekte, fachkundliche Darstellungen, Planwerke, Materialkunden, thematische Abhandlungen – all dies findet keine unmittelbaren Entsprechungen in der keilschriftlichen Überlieferung. Der Grund hierfür liegt auch in einer restriktiven, d.h. in Umfang und Anwendung, begrenzten Schriftlichkeit – im Bereich der diskursiven Formate deutlich eingegrenzter noch als die Schriftlichkeit der Klassischen Antike. Hier scheint sich auf den ersten Blick ein erheblicher Widerspruch zur schier Masse des Geschriebenen zu ergeben, der sich jedoch bei näherer Betrachtung der Art der Texte relativiert. Während die keilschriftlichen Texte aus 32 Jahrhunderten, die sich erhalten haben und gefunden wurden, im Umfang der Textüberlieferung der griechischen und lateinischen Antike aus 10 Jahrhunderten wohl gleichkommen, sie womöglich inzwischen übertreffen, so ist jedoch zu konstatieren, dass der weitaus größere Anteil dieser Texte dem Bereich der staatlichen bzw. persönlichen Wirtschaftsadministration zuzurechnen ist.

Dieser Befund führt zugleich auf den zweiten, unmittelbar mit der Art der Schriftlichkeit zusammenhängenden Grund: es finden sich in diesen Texten zahlreiche technikhistorisch interessante Details, jedoch anlass- und gegenstandsgebunden. Anders ausgedrückt, eine für technikhistorische Fragestellungen besonders ertragreiche „Aktenlage“ bspw. einer staatlichen Behörde liegt nicht vor. Stattdessen finden sich entsprechende Angaben

verstreut in Abrechnungen, Materialanforderungen, Korrespondenzen, Personallisten, Kontrakten etc. Innerhalb der diskursiv-narrativen Textgenres wiederum, z.B. in Mythen, Epen, militärischen Annalen, Bauinschriften etc. spielen technikhistorisch relevante Themen durchaus eine Rolle, doch nur in Ausnahmefällen stehen sie im Zentrum der Darstellung.⁹ Besonders schwer zugänglich schließlich, jedoch für die Technikhistorie zentral, ist der Bereich der im weitesten Sinne ‚methodisch-theoretischen‘ Überlieferung. Einerseits betrifft dies konkrete analytisch-operative Instrumentarien, z.B. die rechnende und konstruierende Mathematik, die in der Vermessungstechnik, der Statik und Bauplanung, im Wasser- und Festungsbau, aber auch beispielsweise in der Astronomie zur Anwendung kam. Andererseits betrifft dies Fachsprachen bzw. Spezialterminologien, die in besonderen Kompendien (sogen. Thematischen Listen) gesammelt wurden, und die z. T. bis heute nicht wirklich übersetzt werden können.

Das bedeutet, eine – etwa der technikhistorischen Verwertung der antiken Autoren vergleichbare – Auswertung der schriftlichen Quellen aus dreieinhalb Jahrtausenden altorientalischer Texttradition ist noch immer nur unter Vorbehalten möglich. Sie erfordert in unvermindertem Maße die von Neuburger angemahnte Verbindung von technikhistorischem Interesse und assyriologischer Kompetenz.

Objekte, Darstellungen, Materialien: Die gegenständliche Seite der Quellen

Eine Materialbasis, die Neuburger in seiner systematischen Analyse völlig ausklammert – wiewohl in der Darstellung durchaus nutzt – sind die Denkmäler, Objekte und Ausgrabungsbefunde. Völlig selbstverständlich werden zur Illustration der antiken Technik Darstellungen auf Reliefs herangezogen, werden Gussformen und Messinstrumente, Töpferöfen,

⁹ Vgl. z.B. A.M. Bagg, *Assyrische Wasserbauten* (Baghdader Forschungen 24), Mainz 2000.

Verhüttungsplätze oder Wasserverteiler abgebildet, Materialzusammensetzungen und Arbeitsspuren beschrieben. Die ‚Objektebene‘, gewissermaßen die empirische Seite technikhistorischer Forschung, die Produkte, Produktionsstätten und Werkzeuge, die sichtbaren (und rekonstruierbaren) Zeugnisse der Produktionsprozesse ergänzen die Deskription, illustrieren den Text. Zugleich führt die Herausnahme aus den sozial- und kulturhistorischen Kontexten zu einer faktischen ‚Entwertung‘ dieser Quellen.

Für den Alten Orient war lange Zeit – das hat Feldhaus zu Recht angemerkt – die Zusammenfassung allein der materialbasierten Erkenntnisse problematisch. Die Ausgrabungsberichte hatten vor allem dokumentarisch-repräsentativen Charakter, technologische Fragen stellten sich allenfalls mit Blick auf Materialbestimmung und Verarbeitungsmöglichkeiten. Andererseits war die systematische Einbindung naturwissenschaftlicher Analytik, z.B. zur Bestimmung von Legierungen, die Untersuchung von Bohr- und Schleifspuren oder die Dokumentation von ‚Fehlbränden‘ und ‚Werkstattabfällen‘ – heute eine Selbstverständlichkeit – nicht üblich. Noch am ehesten trat im Bereich der Architekturbefunde die Frage nach den technischen Lösungswegen in den Blick – bedingt wohl auch durch die Tatsache, dass z.B. die Leiter der beiden großen Ausgrabungsstätten Assur und Babylon Bauforscher waren.¹⁰ Noch Sammelwerke der 1960er Jahre wie z.B. die *Studies in Ancient Technology* von R.J. Forbes (erstmalig 1955 ff., 2. rev. ed. Leiden 1964 und passim) sind nicht zuletzt aufgrund der Art und Auswahl archäologischer Quellen (neben anderem) zumindest für den altorientalischen Raum hochproblematisch.

Erst seit 1994 ist mit der umfangreichen Monographie *Ancient Mesopotamian Materials and Industries. The Archaeological Evidence* von P. Roger S. Moorey ein durch einen Spezialisten für die materiellen

¹⁰ Walther Andrae grub in Assur, Robert Koldewey leitete die Ausgrabungen in Babylon.

Kulturen des alten Orients verfasstes Kompendium verfügbar, das für den Alten Orient die wichtigsten Bereiche technischen Wissens und technologischer Verfahren systematisch anhand der Materialgruppen bzw. Werkstoffe zusammenstellt.¹¹ Auch wenn der Titel eine thematische Beschränkung auf die archäologischen Perspektiven andeutet, so werden doch in einiger Dichte immer wieder die Aussagen der Schriftquellen ergänzend und erläuternd herangezogen. Einen etwas anderen Fokus hat der im gleichen Jahr erschienene Sammelband, *Handwerk und Technologie im Alten Orient*, der im Spektrum der Beiträge das Spannungsfeld der im Titel angelegten Begriffe illustriert.¹² Der Notwendigkeit, vermittels solcher Überblicksdarstellungen einen Zugang zu Spezialdarstellungen und Materialkontexten zu schaffen, wurde hier erstmals umfassend Rechnung getragen.

Doch eine ganze Reihe weiterer wichtiger Aspekte wird nur aus der Verbindung von archäologischer und philologisch-historischer und technikhistorischer Kompetenz sinnvoll zu erarbeiten sein: dazu gehört die Interpretation der raren bildlichen Darstellungen mit Blick auf ihre technologische Aussagekraft; dazu gehört sicher auch der Komplex der Umweltgeschichte, die Frage nach Ressourcennutzung, -erschließung, -ausbeutung und den Folgen für Mensch und Umwelt; dazu gehört aber auch und vor allem der gesamte Komplex der gesellschaftlichen Positionierung von Technik in den altorientalischen Kulturen.

Von der heuristischen Problematik graeco-lateinischer Begriffe

Die altorientalische Quellensituation zur Technikhistorie ist im Vergleich zur Überlieferung der Klassischen Antike teilweise deutlich anders profiliert. So verzeichnen wir für den Alten Orient ein überwiegendes Fehlen theoretisch-reflektierender Texte. Man trieb keine Technik-

¹¹ P.R.S. Moorey, *Ancient Mesopotamian Materials and Industries. The Archaeological Evidence*. Oxford 1994.

¹² R. B. Wartke (Hg.), *Handwerk und Technologie im Alten Orient*, Mainz 1994.

geschichte, weder im historischen noch im philosophischen Sinne. Dieser Befund führt auf das grundsätzliche Problem der Eigenbegrifflichkeit. Mit dem Orient begeben wir uns in einen Kulturraum, den mit dem Wort Technik nicht einmal mehr die sprachgeschichtliche Tradition verbindet. Demgegenüber lässt sich allerdings auch kein äquivalenter indigener Begriff eruieren, weder im Sumerischen noch im Akkadischen oder im Hethitischen, den wichtigsten altorientalischen Sprachen. Die Frage nach dem Ort der Technik in diesen Gesellschaften kann – so scheint es zumindest – nicht ohne weiteres durch Rückgriff auf Sprachgeschichte und disziplinär-theoretische Materialisierung geklärt werden. Allerdings ändert sich die Situation grundlegend, wenn man versucht, die Spezifik der altorientalischen Kulturen und damit auch die Eigenart ihrer Schriftlichkeit zu berücksichtigen. Dann nämlich findet man in verschiedenen literarischen Texten sehr wohl Äußerungen, die nicht nur das Bewusstsein für Technik zum Ausdruck bringen. Es wird darin deutlich, dass technischem Wissen ein hoher Stellenwert in den altorientalischen Zivilisationen zukam.

Vergleichbares ergibt sich mit Blick auf eine weitere zentrale Konstituente der modernen Technikgeschichte – die Person des Ingenieurs: Wir kennen aus dem Alten Orient keine Erfinder- und Expertenpersönlichkeiten. Wenn die Technikgeschichte der Neuzeit eben auch und vor allem eine Geschichte der Personen, der Erfinder, Ingenieure, Konstrukteure ist,¹³ so steht demgegenüber die Anonymität der technischen Leistung in sämtlichen Epochen der altorientalischen Geschichte. Es fehlt die Person und Persönlichkeit des Erfinders, ebenso wie die Individualität des Künstlers oder Autors. Dieses Proprium der altorientalischen Kulturen darf jedoch nicht als Hinweis auf das Nichtvorhandensein entsprechender ‚Berufsgruppen‘ interpretiert werden. Stattdessen haben wir es auch hier – wie zu Teilen auch im europäischen Mittelalter oder im klassischen

¹³ Vgl. die entsprechenden Abschnitte in W. Kaiser, W. König (Hg.), *Geschichte des Ingenieurs. Ein Beruf in sechs Jahrtausenden*, München 2006.

Altertum – mit technischen Spezialisten, ‚Techniten‘ (Feldhaus), Experten zu tun, die in multiplen Funktionszusammenhängen, systematisch in verantwortlicher Position mit der Lösung komplexer Problemstellungen betraut waren. Ihre Namen kennen wir nur in wenigen Fällen. Anders als mit späteren technologischen Höchstleistungen, verbindet sich mit vergleichbaren Werken im Vorderen Orient allenfalls der Name des jeweiligen Herrschers und Auftraggebers.¹⁴

Der Alte Orient – technikhistorische Perspektiven: Antike und Mittelalter

Bereits für die Antike ist der Ort der Technik umstritten; umso mehr gilt dies für die Zivilisationen Alt-Vorderasiens. Zwar handelt es sich um sogenannte *Frühe Hochkulturen*, denen einzelne durchaus erstaunliche Leistungen zuerkannt werden, doch eine ausführliche Darstellung der Rolle von Technik und Technologie für und in diesen Kulturen ist bislang ein Desiderat.

Im Altertum gab es stets ein Bewusstsein für die technologischen Fähigkeiten und Leistungen der östlichen Nachbarn. Plakativ verankert ist dieses Bewusstsein in der Tradition der ‚Weltwunder‘, jener „großartigen menschlichen Leistungen, die sich durch technisches Können und auch durch künstlerische Schönheit auszeichnen“.¹⁵ Je nachdem, welcher Tradition man folgt, waren zwei bis drei der sieben oder acht Wunder in Vorderasien zu finden: die *Mauern von Babylon*,¹⁶ die *hängenden Gärten*

¹⁴ Vgl. dazu E. Cancik-Kirschbaum, A. Bagg, Technische Experten in frühen Hochkulturen: Der Alte Orient. In: W. Kaiser, W. König (Hg.), *Ingenieur* (wie Anm. 13), München 2006, 4-31, bsd. 6-12.

¹⁵ C. J. Classen, *Der Kleine Pauly* 5, Sp. 1366 s.v. Weltwunder. Vgl. Chr. Höcker, *Der Neue Pauly* 12/2, Sp. 477-8, s. v. Weltwunder

¹⁶ Zu den symbolischen Funktionen der Mauern von Babylon vgl. E. Cancik-Kirschbaum, *Die Mauern von Babylon. Techniken der Visualisierung von Raum und Begrenzung*. In: *Räume und Grenzen*, hrsg. v. R. Albertz & P. Funke (Münster 2007, im Druck).

der *Semiramis*, manche Listen nennen auch *Ekbatana*, den *Palast des Kyros*. Über diesen Topos hinaus finden sich in den Texten griechischer wie lateinischer Autoren zahlreiche Passagen zu technischem Wissen und technischer Praxis. Vor allem Ethnographie und Historiographie enthalten entsprechende Nachrichten. Von besonderem Interesse sind darunter diejenigen, welche auf direkte Abhängigkeiten der eigenen Verfahren von orientalischen Vorbildern verweisen, wie dies z.B. Herodot für die Vermessungstechnik benennt. Die klassische Antike bescheinigt den altorientalischen Zivilisationen nicht nur ein hohes Niveau im Bereich wissenschaftlicher Intellektualität, sondern auch für denjenigen Bereich, den wir heute mit dem Sammelbegriff Technik belegen.

Und noch in einem ganz anderen Diskurs spielt der Alte Orient quasi als Inbegriff erster technischer Höchstleistung eine wichtige Rolle: in der Rezeption der Erzählung vom Turmbau zu Babylon. Die Veränderung der bildlichen Darstellung dieser Thematik vom Mittelalter zur Renaissance macht dies besonders deutlich. War der Turmbau in der mittelalterlichen Malerei meist als Architektur-Thema gefasst worden, so erhält er in der Folge von Breughel und anderen eine völlig neue Deutung. Der Turm zu Babel markiert den Geburtsort der technischen Hybris, indem er als technisches Großprojekt wider die Natur begriffen und dargestellt wird.¹⁷ Mit den Spekulationen über die Machbarkeit des babylonischen Turmes verbindet sich auch eine der frühesten Technikfolgenabschätzungen im Bereich der Forschungen zum Alten Orient. Athanasius Kircher berechnet im 17. Jahrhundert die Folgen des Schattenwurfs durch den Turm und

¹⁷ H. Bost, *Babel. Du texte au symbole*, Genf 1985. E. Klengel-Brandt, *Der Turm von Babylon*, Leipzig 1982. H. Schmid, *Der Tempelturm Etemenanki in Babylon* (Baghdader Forschungen 17), Mainz 1995. S. Albrecht, *Der Turm zu Babel als bildlicher Mythos. Malerei – Graphik – Architektur*, in: J. Renger (Hg.), *Babylon, Focus mesopotamischer Geschichte, Wiege früher Gelehrsamkeit, Mythos in der Moderne* (Colloquien der Deutschen Orient-Gesellschaft, Bd. 2), Saarbrücken 1999, S. 553-574. J.-J. Glassner, *La Tour de Babylone. Que reste-t-il de la Mésopotamie*, Paris 2003.

prognostiziert ein Kippen der Erdachse aufgrund des Eigengewichts des Turmes.¹⁸

Die Frühphase der Erschließung

In der Frühphase der Erschließung der altorientalischen Primärquellen (d.h. im 19. und frühen 20. Jh.) spielt die Überlieferung zu Vorderasien aus den oben dargelegten systematischen Gründen nur eine begrenzte Rolle in den Sammelwerken über die Technik des Altertums.¹⁹ So bezieht z.B. Curt Merckel in seiner 1899 veröffentlichten Studie *Ingenieurtechnik im Altertum* auch den Alten Orient mit ein, aufgrund seiner eigenen Profession liegt der Schwerpunkt der Abhandlungen auf Bewässerungstechnik und Verkehrswege-, bzw. Infrastrukturtechnik. Hier wie in vielen anderen thematisch eher technikgeschichtlich ausgerichteten Werken – so z.B. später auch Neuburger und Feldhaus – spielen sozialhistorische, wirtschaftshistorische oder kulturhistorische Aspekte keine Rolle. Innerhalb der Wissenschaften vom Alten Orient selbst entstehen wiederum nur vereinzelt thematisch ausführlichere Ausführungen zu Technik und Technologie, so z.B. in der von dem Assyriologen Bruno Meissner 1920 veröffentlichten Kulturgeschichte *Babylonien und Assyrien*.²⁰

Beide Wege der Projektion technikhistorischer Fragestellungen und Methodik auf den Alten Orient sind – das haben die Ausführungen zur Forschungssituation gezeigt – notwendigerweise unbefriedigend. Charakteristisch ist die additive Reihung von Fakten, sei es kontrastierend, sei es vergleichend zu den Phänomenen der Klassischen Antike. Die schriftliche Überlieferung findet kaum Berücksichtigung. Ebenso wenig kann zu diesem Zeitpunkt wirklich der Versuch unternommen werden,

¹⁸ E. Cancik-Kirschbaum, Arche und Turm: technische Großprojekte im Alten Orient, i.V. für Zeitschrift für Technikgeschichte.

¹⁹ S. z. B. Jaubert de Passa, Recherches sur les arrosages chez les peuples anciens“, Paris 1846 - darin „De l’arrosage dans l’empire assyrien“.

²⁰ B. Meissner, Babylonien und Assyrien. Heidelberg 1920; rev. und erw. 1925.

technikhistorische Erkenntnisse in historische, politische, sozio-ökonomische Kontexte einzubinden.

Perspektiven

Der Versuch einer Bestandsaufnahme zum Ort der Technikgeschichte innerhalb der Wissenschaften vom Alten Orient hat gezeigt, in welchem Umfang dieser Ort einerseits von den forschungsgeschichtlichen Konstellationen und andererseits von systematischen Voraussetzungen, insbesondere der Wahrnehmung der außereuropäischen Praemoderne als genuiner Teil der Technikgeschichte bestimmt sind.

Dieser Befund ist umso auffälliger, als die Erforschung des Alten Orients ihrerseits stets von den technischen Innovationen der Zeitgeschichte profitiert hat. Der Einsatz der Eisenbahn als logistischem Mittel zur Erschließung gewaltiger Grabungsareale, der Rückgriff auf Bergbau- und Tiefbautechnik in der Untertagearbeit und zum Umgang mit hochanstehendem Grundwasser, die Nutzung der Schwarz-weiß-, bzw. bereits 1903 der Farbphotografie in der Funddokumentation sind nur drei Beispiele für die Bedeutung des technischen Fortschrittes für die Primärererschließung der altorientalischen Kulturen. Mit Blick auf die Bedeutung spezifisch technikhistorischer Fragestellungen für die Erforschung der altorientalischen Kulturen selbst sind in erster Linie drei Punkte anzuführen:

1. Technikgeschichte ist Kulturgeschichte. Sie ist weder ein Proprium der Moderne noch ein Proprium Europas. Die (systematische) Ausgrenzung bzw. Vernachlässigung entsprechender Fragestellungen ignoriert die Bedeutung der technologischen Entwicklungen, der in ihr verorteten Herausforderungen, Erfolge und Irrtümer für die Menschheitsgeschichte seit ihren Anfängen.
2. Spätestens seit dem zweiten Jahrtausend v.Chr. verbindet ein regelmäßiger, wenn auch wechselnd intensiver Kontakt den Vorderen Orient mit den Kulturen des östlichen Mittelmeerraumes.

Mit diesem Kulturkontakt treten nicht nur die Möglichkeiten des Rohstoff- und Güteraustausches, sondern eben auch von Technik- und Technologietransfer in den Blick: Die Leistungen der Zivilisationen Griechenlands und Roms sind auch mit Blick auf ihre chronologisch-geographische Position im Einflussbereich der großen Hochkulturen des Vorderen Orients und Ägyptens zu betrachten. Das jahrhundertealte Erfahrungswissen und die technologischen Kompetenzen dieser Gesellschaften sind dem Mittelmeerraum nicht etwa nur in einer ‚einmaligen‘ Anschubleistung zugute gekommen. Selbst über die Zeitenwende hinaus ist mit einem permanenten Zustrom, Austausch, Transfer dieser Potentiale – in Gestalt von Personen, Texten, Prozeduren – zu rechnen.

3. Die Funktion von ‚Technik‘ im weitesten Sinne, die Rolle von technologischen ‚Fortschritten‘, aber auch die Bedeutung von nicht realisierten Möglichkeiten ist für unser Verständnis der altorientalischen Geschichte unabdingbar. Die – zeitweise höchst einflussreiche These von den ‚hydraulischen Gesellschaften‘ – basiert zu einem nicht unerheblichen Teil auf einer technologisch verorteten Systematik. Die Frage nach ‚Herrschaft durch technologische Dominanz‘, nach Technokratie ist nicht erst für die Imperien des klassischen Altertums zu stellen. Implizit wird dieser Aspekt z.B. auch für die assyrische Vormachtstellung in Rechnung gestellt, ohne dass jedoch dieser Anteil je genauer definiert wurde. Die Untersuchung des Kulturraumes ‚Alter Orient‘ von den Anfängen bis zum Untergang der altorientalischen Hochkulturen muss technische Neuerungen nicht nur als materielles Faktum, sondern auch in ihren sozio-ökonomischen und ideologischen Dimensionen wahrnehmen.

Welche Konsequenzen und damit auch Perspektiven ergeben sich für das Verhältnis von Technikgeschichte und den Wissenschaften vom Alten Orient? Auf inhaltlicher Ebene sind zunächst jene drei Bereiche, die bereits

das Raster der Analyse bestimmt haben, sowohl sachlich wie auch methodisch zu entwickeln.

Zuerst ist hier auf die Forschung am Befund einzugehen: Die Untersuchung und Bestandsaufnahme zu Techniken bzw. Lösungen anhand von technischem Wissen in allen Bereichen der kulturellen Praxis muss unter Einbeziehung möglichst sämtlicher Quellen erfolgen. Die Analyse von bildlichen Darstellungen muss auch die schriftliche Überlieferung heranziehen, denn hier findet sie nicht nur Hinweise auf Verfahrensweise, Problemstellung und Organisation der Lösungsansätze, sondern auch jene technische Fachsprache, die – deutlicher als alles andere – die Existenz eines kulturellen Segmentes „Technik“, eines „Technikbewusstseins“ und „technischer Experten“ belegt. Ähnliches gilt für die Objekt- und Materialanalyse, mit deren Hilfe sich aus den vorgefundenen Ergebnissen Rückschlüsse auf Verfahrensweisen ziehen lassen. Auch hier ist – wie z.B. die keilschriftliche Überlieferung zur Glasproduktion zeigt – aus dem Ineinanderführen von archäologischen, philologischen und naturwissenschaftlich-technologischen Ansätzen ein deutlicher Informationszuwachs zu erwarten.

Die Erforschung der verschiedenen Übermittlungsformen im Bereich des technischen Wissens kann als der zweite wichtige Schwerpunkt technikhistorischer Forschung benannt werden. Die Frage nach den Formen und Bedingungen der Weitervermittlung von technischem Wissen und Können hat für die Frühen Hochkulturen allenfalls im Rahmen des prähistorischen Technologietransfers eine Rolle gespielt. Diffusionsmodelle, die Frage nach dem Verhältnis von Zentrum und Peripherie, Implementationshypothese und Split-Chance-Modelle versuchen Synchronizität oder Nacheinander der technologischen Entwicklung zu erklären. Für die vorschriftlichen Kulturen gilt hier ebenso wie für die frühschriftlichen eine starke Personengebundenheit des Wissens. Die Möglichkeit der Entpersonalisierung von Wissen und die ‚theoretische‘ Weiterentwicklung von Problemlösungen werden meist in Abrede gestellt.

Fast diametral entgegengesetzt wird für die historischen Epochen die Frage nach dem Technologietransfer fast vollständig ausgeblendet. Hier geht es im wesentlichen um den Zugang zu Rohstoffen, indem die Materialbeschaffung für die rohstoffarmen Stromkulturen als wesentliches *Movens territorialer Expansion* betrachtet wird. Ein parallel dazu verlaufender Experten-Import wird mehr oder weniger stillschweigend unterstellt. Auf diesem Gebiet dürfte die quellenübergreifende Arbeit und insbesondere der epochenübergreifende Vergleich hilfreich sein, indem bislang nicht gestellte Fragen möglicherweise neue Perspektiven auf das Material ergeben. Das Ineinandewirken von technologischem Herrschaftswissen und den Möglichkeiten politisch-militärischer Dominanz oder ökonomischer Monopolisierung aufgrund von technologischen Kenntnissen ist für den Alten Orient allenfalls am Rande thematisiert worden.

Das Stichwort ‚Transfer‘ führt also nicht nur in den Bereich der Generierung, Systematisierung und Vermittlung von technischem Wissen, sondern ist auch relevant für den dritten Bereich, der dringend der näheren Untersuchung bedarf: Der Stellenwert von und die Reflexion *über* Technik – also die gesellschaftliche Verortung von Technik, ihre Einbindung in Weltbilder, Eliten- und Prestigekonstellationen, Macht- und Unterdrückungsmechanismen. Häufig werden in der Technikgeschichte Fortschrittsdenken und Innovationswillen als entscheidende Faktoren für das technologische Potential von Gesellschaften benannt. Die Berechtigung dieser These wäre an anderer Stelle zu prüfen, in jedem Falle ist eine Negierung entsprechender Intentionen für praemoderne Gesellschaften unangebracht.

Der Ort der Technik in einer Gesellschaft wird durch diese selbst bestimmt und ist daher zuvörderst innerhalb der Vorstellungen und Orientierungen der jeweiligen Gesellschaft zu betrachten. Außerdem stellen die unterschiedlichen Tempi und Qualitäten der technischen Entwicklung ein wichtiges Problem dar. Wodurch werden sie konditioniert? Für die Frühen Hochkulturen zeichnet sich hier ein

interessantes Bild ab: Neben Phasen mit enormer technischer Schubkraft stehen Phasen der Stagnation, ja des Rückschrittes. Doch auch aus Mangelsituationen erwächst der Bedarf nach neuen Lösungen – unter welchen Bedingungen wird diesem Bedarf nachgegeben? In der Langzeitperspektive von mehr als drei Jahrtausenden schriftlich dokumentierter und nahezu acht Jahrtausenden allgemeiner Geschichte geben hier die Frühen Hochkulturen wichtige Hinweise auf die Bedingungen, unter denen technische Potentiale zum Tragen kommen. Die Technikgeschichte der Frühen Hochkulturen ist daher zunächst emisch, das heißt mit Blick auf die geoklimatischen Bedingungen, die politischen, sozioökonomischen und kulturellen Strukturen dieser Zivilisationen zu betreiben. Nur dann lässt sich zum Beispiel die Frage nach dem technischen Optimum und im weiteren dann auch die Frage nach der Rolle von Fortschrittsdenken und Innovationswillen adäquat stellen. Auch wenn das Ideal der Binnen-Perspektive aufgrund der Überlieferungssituation nicht zu erreichen ist, lässt doch – das haben z.B. die Untersuchungen zum Wasserbau bereits gezeigt – ein entsprechender methodischer Zugriff die Grenze von technischem Können und gesellschaftlichem Wollen relativ genau bestimmen.

Dies bedeutet auch, dass die Fächer, welche die Primärquellen erschließen, namentlich die Archäologien und Philologien, ihre Ergebnisse in geeigneter Form anderen Disziplinen, z.B. der Technikgeschichte, zugänglich machen müssen. Denn es ist klar, dass innerhalb der Altorientalistik, der Ägyptologie, der Vorderasiatischen Archäologie oder auch der Ur- und Frühgeschichte bestenfalls Spezialkompetenz zu einzelnen Feldern entwickelt werden kann. Die Einreihung der vorderasiatischen und nordostafrikanischen Befunde in die Geschichte der Technik im Sinne einer Analyse der gesellschaftlichen Bedingungen geht weit über die Möglichkeiten dieser Fächer hinaus.

Die technikhistorische Forschung zu den Frühen Hochkulturen – und nicht nur diese – erfordert also dezidiert einen interdisziplinären Ansatz. Sie steht

damit beinahe idealtypisch für das Ineinandergreifen der verschiedenen Forschungs- und Fachkulturenkulturen. Wenn Technik als ein Spezifikum menschlichen Handelns eben sämtliche Bereiche betrifft, so bedarf ihre Erforschung der gemeinsamen Kompetenz von Geistes-, Sozial- und Naturwissenschaften.

FORSCHUNGEN ZUR ANTIKEN SKLAVEREI
IM AUFTRAG DER KOMMISSION FÜR GESCHICHTE DES ALTERTUMS
DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER LITERATUR
HERAUSGEGEBEN VON
JOSEPH VOGT UND HANS ULRICH INSTINSKY
BAND III

SKLAVENARBEIT
UND TECHNISCHER FORTSCHRITT
IM RÖMISCHEN REICH

VON
FRANZ KIECHLE



FRANZ STEINER VERLAG GMBH
WIESBADEN

Burkhard Meißner

Die antike Technik in der althistorischen Forschung

Das neuzeitliche Interesse an der antiken Technik

Der Blick richtet sich im Folgenden auf altertumswissenschaftliche Forschungen zur antiken Technik. Um auf Zusammenhänge zwischen der Erforschung der antiken Technik und grundsätzlichen Problemen der Deutung von Fortschritt, Geschichte, Staat, Gesellschaft und Wirtschaft hinzuweisen, werden Einflüsse der allgemeinen Geistesgeschichte auf die Forschungen zur antiken Technik gelegentlich zur Sprache kommen. Weil die Forschungen auf dem Gebiet der Alten Geschichte zudem auf internationaler Kooperation beruhen, wird die Darstellung sich nicht auf die Forschung in Deutschland beschränken. Den Leitfaden sollen Interessen bilden, die die Moderne an der antiken Technik genommen hat. Die Entwicklung des modernen Interesses an antiker Technik und Technologie kann nämlich etwas vereinfachend beschrieben werden als Bewegung von einer noch als gegenwärtig empfundenen Antike zur Antike als schlechthin anderer, fremder Kultur. Eine ähnlich mit dem Wissen zunehmende Distanz zwischen moderner Forschung und ihren Gegenständen kennzeichnet die klassischen Altertumswissenschaften allgemein.

Eine kurze Bemerkung zu Wort und Begriff unseres Gegenstandes, Technik und Technologie: Technik wird seit dem späten 18. Jahrhundert im Deutschen verwendet, und ähnlich wie man damals aus Geschichten oder *les histoires* Singulare (Geschichte, *histoire*) zur Bezeichnung der systematischen Einheit von zuvor als Vielfalt wahrgenommenen politischen Weltereignissen¹ bildete, wurde Technik zur Einzahlbezeichnung

¹ R. Koselleck, *Historia Magistra Vitae*, in: ders., *Vergangene Zukunft*, Frankfurt/M. 1979, 38-66; R. Koselleck u. C. Meier u. O. Engels u. H. Günther, *Geschichte, Historie*, in: O. Brunner u. W. Conze u. R. Koselleck (Hg.), *Geschichtliche Grundbegriffe II*, Stuttgart 1975, 593-717. Condorcet spricht im Plural von

für eine frühere Vielfalt von Gegenständen. Im 16. und 17. Jahrhundert schrieb man nämlich noch *Mechanica* oder behandelte einzelne Techniken als Teile der Architektur;² im 18. Jahrhundert kamen dann Begriffe für einzelne Techniken wie für die Technik als ganze in Gebrauch,³ denn man verstand darunter nicht mehr nur ein Aggregat, sondern ein geordnetes System. In Gestalt der 1795 gegründeten *École polytechnique*⁴ richtet man

Techniken und Wissenschaften wie auch im Singular von Wissenschaft und Technik: M.-J.-A.-N. Caritat, Marquis de Condorcet, *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain* (1793/1795), dt. v. W. Alff, *Entwurf einer historischen Darstellung der Fortschritte des menschlichen Geistes*, Frankfurt/M. 1976, 207f. Zu singularisierenden Begriffen: O. Marquard, *Der angeklagte und der entlastete Mensch*, in: Ders., *Abschied vom Prinzipiellen*, Stuttgart 1981, 39-66, bes. 40-42.

² Bernard Forest de Bélidor, *La science des ingenieurs* (1729); ders., *Architectura hydraulica*, dt. Augsburg (1740); M. R. de Prony, *Nouvelle Architecture Hydraulique* (1790), dt. K.C. Langsdorf, *Neue Architectura Hydraulika von Herrn von Prony*, Frankfurt/M. 1795.

³ Fabrikwesen: Réaumur et al., *Déscriptions des arts et métiers, faites ou approuvées par messieurs de l'Académie Royale des sciences*, Paris 1761-89; P. Jaubert, *Dictionnaire raisonné universel des arts et metiers, contenant l'histoire, la description, la police de fabriques et manufactures de France [et] des Pays Etrangers...*, Paris 1766. J. E. Silberschlag, *Ausführlichere Abhandlung der Hydrotechnik oder des Wasserbaues I-II*, Leipzig 1772-1773. Wasserbau: A. Brahms, *Anfangs-Gründe der Deich- und Wasserbaukunst...*, 2. Aufl. Aurich 1767-1773. Technik als Allgemeinbegriff: K. F. v. Boehmer, *Über die Grubenfoerderung. Ein Beitrag zu Technik und Haushalt*, Freiberg 1791. Allumfassende Lehre: J. Leupold, *Theatrum Machinarum Generale. Schauplatz des Grundes mechanischer Wissenschaften, das ist: Deutliche Anleitung zur Mechanic oder Bewegungs-Kunst, darinnen nicht nur die fünf einfachen Rüst-Zeuge und die dabey nöthigen Lehr-Sätze deutlich erkläret...*, Leipzig 1724; H. Zeising, *Theatrum Machinarum Erster Theil, In welchem Vilerley Künstliche Machinae in unterschiedlichen Kupferstücken zu sehen sindt durch welche iegliche schwere last mit vorthail kan bewegt erhoben gezogen und gefüret werden... Allen denen so sich mechnischer Künste fürnehmlich bauens befleissen Zum besten im Druck zusammen geordnet*, Leipzig 1612-13. Theatermetapher für die Einheit der Darstellung: J. Leupold, *Theatrum Pontificale, Oder Schau-Platz der Brücken und Brücken-Baues, Das ist: Eine deutliche Anweisung, Wie man nicht nur auf mancherley Arth über Gräben, Bäche und Flüsse gelangen, auch so gar in Wassers-Noth mit gewissen Maschinen und besonderem Habit sein Leben retten kan...*, Leipzig 1726.

⁴ G. Buchheim u. R. Sonnemann (Hg.), *Geschichte der Technikwissenschaften*, Leipzig 1990, 148.

Institutionen ein, an denen ein solches System gelehrt wurde: Die neuen Lehrinstitute, eine neue Didaktik und die systematische schriftliche Durchdringung und Durchbildung technischer Lehrstoffe wandelten Gestalt und Gehalt der Technik um. Hatte diese zuvor ganz antik einen losen Zusammenhang des für Architekten Wissenswerten gebildet, wurde daraus nunmehr eine systematische Wissenschaft für Spezialisten, die ihre Einheit nicht mehr in deren Person oder ihrem Tun hat, sondern in den Kausal- und Begründungszusammenhängen, aus denen das Wissen aufgebaut ist.

Den Beginn der modernen Auseinandersetzung mit antiker Technik bestimmt noch ein Verhältnis zu ihr als gegenwärtiger Möglichkeit und zu ihren Konstruktionen als unmittelbar bewussten, von deren Kontinuität mit gegenwärtigen Lösungen und Konstruktionen man überzeugt war. Diese Nähe zur antiken Technik war allerdings eher gewünscht, vorausgesetzt oder imaginiert als alltäglich erlebt; der besondere kulturelle Wert, den man der Antike als Vorbild beilegte, ließ diese Nähe auch der antiken Technik wünschenswert oder denkbar sein. Zu erkennen ist das Nahverhältnis zu antiken Konstruktionen noch dort, wo die Moderne auf dem Wege einer methodisch-literarischen Bestandsaufnahme ihrer technischen Möglichkeiten beginnt, sich von der Antike als Norm zu distanzieren: in der *Encyclopédie* Diderots und d'Alemberts. Im Gegensatz zu antiken Stilen und antiker Kunst wird darin antike Technik noch als Teil der Gegenwartstechnik behandelt: Zahlreiche Abbildungen zur Kriegs- und Belagerungstechnik entstammen antiken Fachschriften, und sogar noch die imaginären Vorschläge eines spätantiken Anonymus, dessen Schrift über die Reform von Münze und Militärtechnik (*de rebus bellicis*) mit farbigen Abbildungen zusammen mit der *Notitia Dignitatum* überliefert ist, erscheinen unter den Geräten der Militär- und Belagerungstechnik in der *Encyclopédie*. Nur projizierte oder imaginierte Konstruktionen eines spätantiken Autors werden im 18. Jahrhundert also noch als Teil einer zwar antiken, aber prinzipiell gegenwärtigen militärtechnischen Realität dargestellt, wie etwa das mobile Torsionsgeschütz (*ballista quadrirotis*),

dessen Abbildung in der *Encyclopédie* eine Bildvorlage kopiert, die die Funktion des Gerätes schon gar nicht mehr verstand:

Am Ende des wissenschaftlichen Distanzierungsprozesses steht dann, wie in der maßgeblichen deutschsprachigen Darstellung der antiken Technikgeschichte,⁵ die Zusammenordnung der antiken Technik mit der des Mittelalters unter den Begriff der Agrargesellschaft: Die Moderne als industrielle bzw. postindustrielle Gesellschaft ist schlechthin different von der Gesellschaft der Antike.

Nicht zufällig wahrscheinlich war es Beckmann, der innerhalb des geistigen Klimas der Spätaufklärung die Grundlagen für die Systematisierung der Technik legte und auch für ihre Distanzierung von vormodernen Wurzeln, wie auch auf der anderen Seite für die historische Selbstaufklärung der Technik über eben diese ihre Wurzeln: Neben einem ‚Entwurf der allgemeinen Technologie‘⁶ verfasste er ‚Beyträge zur Geschichte der Erfindungen‘ (1780-1804): Die Darstellung der Technik als System und die ihrer Entwicklung treten auseinander. Beckmanns Geschichte der Erfindungen versucht dabei bereits, Erfindung, Entwicklung und Verbreitung neuer Konstruktionen nicht nur anekdotisch zu sammeln oder aus kontingenten Umständen zu erklären, sondern auch aus den Bedingungen von Wirtschaft und Gesellschaft.

Eine Gedankenfigur, mit deren Hilfe die Moderne sich von der antiken Technik distanzierte, besteht in der Überzeugung von einer Abfolge verschiedener technischer, ökonomischer oder politischer Systeme, die

⁵ H. Schneider, Die Gaben des Prometheus. Technik im antiken Mittelmeerraum zwischen 750 v.Chr. und 500 n. Chr., in: D. Hägermann u. H. Schneider (Hg.), *Landbau und Handwerk* (Propyläen Technikgeschichte I), Berlin 1991, 19-313.

⁶ H. Lenk, *Zur Sozialphilosophie der Technik*, Frankfurt/M. 1982, 14f.; H. Schneider, *Das griechische Technikverständnis. Von den Epen Homers bis zu den Anfängen der technologischen Fachliteratur*, Darmstadt 1989, 17; J. Beckmann, *Anleitung zur Technologie oder zur Kenntniß der Handwerke, Fabriken und Manufacturen, vornehmlich derer, die mit der Landwirthschaft, Polizey und Cameralwissenschaft in nächster Verbindung stehn. Nebst Beiträgen zur Kunstgeschichte*, Göttingen 7. Aufl. 1823.

revolutionär oder durch kontinuierliche Evolution einander ablösen und so eine qualitative Distanz zwischen Antike und Moderne schufen. Je deutlicher dabei die Überzeugung von der Ferne an die Stelle derer von der Nähe trat, umso deutlicher trat aber eine scheinbar paradoxe Frage in der Forschung hervor. Weil sich nämlich nicht bestreiten lässt, dass die moderne Wissenskultur methodisch der Anregung der Antike viel verdankt, fragte man angesichts des großen Entwicklungsunterschiedes zwischen antiker und moderner Technik, warum es diesen gegeben habe, warum also gleichsam antike Technik nicht moderne Konstruktionen wie die Dampfmaschine hervorgebracht habe und also defizitär gewesen sei. Diese Frage war aufs engste verbunden mit einer Voraussetzung, die der historische Materialismus über die Abfolge ökonomischer und politischer Systeme machte: Er setzte die massenhafte Verfügbarkeit von Sklaven und daher ein nur geringes Rationalisierungsinteresse in der Antike voraus, und er postulierte, dass nur beim Vorliegen eines entsprechenden materiellen Interesses technische Innovationen eintreten.

Die Verfügbarkeit von Sklaven und Rationalisierungsdefizite

Die Verfügbarkeit von Sklaven in antiken Gesellschaften erschien deswegen als Ursache in Erklärungen der vermeintlichen Rückständigkeit antiker Techniken, weil ein wesentliches Kennzeichen moderner Industrietechnik der Ersatz menschlicher Arbeitskraft als Produktionsfaktor durch Kapital, Energie und Maschinen ist, um einen knappen Produktionsfaktor durch billigere, leichter verfügbare zu ersetzen, - jedenfalls unter Umständen, unter denen Entwicklungsprozesse schnell neue Tätigkeitsfelder erschlossen und daher die Nachfrage nach Arbeit und deren Preis steigen ließen. Da eine derartige Rationalisierung in der Antike nicht geschah, zog man Schluss, dass einsparbare Produktionsfaktoren wie Arbeit in der Antike entweder nicht knapp und teuer waren, oder dass antike Mentalitäten den Wunsch nach Verbilligung der Produktion gar nicht entstehen ließen. Rehm beispielsweise meinte, die Antike habe

menschliche und tierische Arbeitskraft nie effektiv durch Maschinenkraft substituieren können.⁷ Man betrachtete vor allem die Verfügbarkeit von Sklaven und von billigen freien Arbeitskräften oder aber die grundsätzlichen Grenzen der antiken Wirtschaftsmentalität, die eine Rationalisierung nicht erstrebt habe, als Ursache der wirtschaftlich-technischer Stagnation in der Antike.⁸

Arbeiten in der Nachfolge von Marx sahen die Antike als geprägt durch Produktionsverhältnisse der Sklaverei und schlossen, eine unbegrenzte Verfügbarkeit menschlicher Arbeitskraft habe den Bedarf nach Mechanisierung und Automatisierung gar nicht entstehen lassen. Aristoteles' Äußerung, nur wenn Werkzeuge intelligent genug würden, ihre Arbeit selbsttätig zu verrichten, brauche man keine Sklaven mehr,⁹ deutete man als Ausdruck eines Standes der Entwicklung der Produktivkräfte, der komplexe Maschinen ausschloss, Sklaven erforderte, diese allenfalls durch billige Lohnarbeitskräfte ersetzte und in seiner technischen Entwicklung gehemmt blieb.¹⁰ Empirische technikgeschichtliche Arbeiten sind dabei selten entstanden, denn die Aufgabe der Technikgeschichte in diesem Argumentationskontext ist immer wieder dieselbe: den Entwicklungsstand der Produktivkräfte als einen notwendig eingetretenen zu erklären. Diesen Gedanken rekapitulierte beispielsweise die Arbeiten Rigobert Günthers

⁷ A. Rehm, Zur Rolle der Technik in der griechisch-römischen Antike, AKG 28, 1938, 135-162.

⁸ H. Hodges, Technology in the Ancient World, London, New York ND 1996, S. 177f.; D. W. Reece, The Technological Weakness of the Ancient World, Greece & Rome XVI 1969 S. 32-47; M. Mazza, Lotte sociali e restaurazione autoritaria nel IIIo secolo d.C., Catania 1970; A. Koyré, Dal mondo del pressapoco all'universo della precisione, Torino 1967; Vgl. R. Descartes, Discours de la méthode pour bien conduire sa raison, et chercher la verité dans les sciences (1637), Hamburg 1996, S. 10 erwartet, es sei Zweck mathematisch angeleiteter arts, diminuer le travail des hommes. Zum wiss.-techn. Fortschritt vgl. S. 98-106.

⁹ Aristot. pol. 1253b33-1254a1; Krates ap. Athen. VI 267e-268a.

¹⁰ Zum Verhältnis von Sklaverei und Lohnarbeit G. E. M. de Ste. Croix, The Class Struggle in the Ancient Greek World, London 1981.

über Religion, Wirtschaft und Gesellschaft.¹¹ Nichtmarxisten, die strukturell ähnlich argumentierten, wie K.D. White,¹² erklärten die vermeintliche technische Rückständigkeit antiker Zivilisationen mit Mentalitätsdefiziten: einer Abneigung gegen manuelle Arbeit, Wandel und Rationalisierung.

Empirische technikhistorische Leistungen ergaben sich in der Althistorie weniger aus der Variation dieser Thesen¹³ als aus der Auseinandersetzung mit ihnen. Ein gutes Beispiel sind Arbeiten von Kiechle, der zeigte, dass technische Entwicklungen zur Einsparung von Arbeitskraft in der Antike eintraten, obwohl Sklavenarbeitskraft generell günstig verfügbar war: Zwischen Mechanisierung und Knappheit der Arbeitskraft besteht also entweder kein direkter kausaler Zusammenhang,¹⁴ oder die Sklaverei führte gar nicht zu einem Überfluss an Arbeitskräften.

Während sich die Ingenieurwissenschaften von der Antike als Leit- und Vorbild während des 19. Jahrhundert verabschiedeten, entwickelte das Verhältnis der wort- und textbezogenen klassischen Altertumswissenschaften sich zu ihrem Gegenstand komplizierter: Einerseits führte

¹¹ Vgl. B. Meißner, Die Alte Geschichte an der Karl-Marx-Universität Leipzig: Anmerkungen zum Geschichtsbild Rigobert Günthers, in: I. Stark (Hg.), Elisabeth Charlotte Welskopf und die Alte Geschichte in der DDR, Wiesbaden 2005, S. 90-107.

¹² K. D. White, *Agricultural Implements of the Roman World*, Cambridge 1967; ders., *Roman Farming*, London, Southampton 1970; ders., *Technology and Industry in the Roman Empire*, *Acta Classica* II 1959, S. 78-89.

¹³ Vgl. M. Rebrük, *Geologie und Bergbau in der Antike*, Leipzig 1987. Ferner P. Rosumek, *Technischer Fortschritt und Rationalisierung im antiken Bergbau*, Bonn 1982. H. Kalcyk, *Untersuchungen zum attischen Silberbergbau. Gebietsstruktur, Geschichte und Technik*, Frankfurt/Main 1982.

¹⁴ F. Kiechle, *Sklavenarbeit und technischer Fortschritt im Römischen Reich*, Wiesbaden 1969; gegen J. Kolendo, *Postep techniczny a problem sily robotniczy w rolnictwie starozytny Italii*, Wroclaw, Warszawa, Krakow; ital.: *L'Agricoltura romana: Tecniche agrarie e progresso economico dalla tarda repubblica al principato*, Roma 1968, der eine vermeintliche Verknappung der Sklaven an der Wende vom 1. zum 2. Jahrhundert n. Chr. zum Motiv für die Entwicklung produktiverer Verfahren in der italischen Landwirtschaft erklärt hatte.

die szientifische Entwicklung der Moderne zu einer methodischen und sachlichen Distanzierung von ihrem Gegenstand, der Antike, andererseits bewahrten die klassischen Altertumswissenschaften eine besondere Nähe zum Altertum und setzten die Strukturähnlichkeit zwischen Antike und Moderne in vielen Dingen voraus: Hermann Diels¹⁵ etwa vertrat die Auffassung, die antike Technik sei mit der modernen in ihren Problemstellungen und -lösungen grundsätzlich kompatibel; andererseits attestierte Diels ihr der Antike begrenzte Entwicklungsmöglichkeiten. Der Grund liege darin, dass Technik und Technikern in der Antike die seit der Renaissance übliche Breitenwirkung versagt geblieben sei und ein aristokratisches Ethos ihrem Ansehen Grenzen gesetzt habe. Die Verfügbarkeit von Sklavenarbeit habe darüber hinaus den Anreiz zur Maschinisierung genommen.¹⁶ Diels' zu diesem Urteil in paradoxer Spannung stehende Einschätzung der mittelalterlichen Technik als der einer Zwischenzeit hat die Technikgeschichte des Mittelalters als Vorurteil erkannt.¹⁷

Markt- oder Hauswirtschaft und Rationalisierungsdefizite

Eine zweite Form kausaler Erklärung des vermeintlichen Fortschrittsdefizites der antiken Zivilisationen wurde vorgetragen von der Wirtschaftsgeschichte: Ob antike Wirtschaften in ähnlicher Weise wie moderne durch die Rückwirkungsrationalität von Märkten beschrieben werden können, und ob daher angenommen werden dürfe, das Verhalten der Wirtschaftssubjekte habe nach Rationalisierung gestrebt, war lange umstritten und wurde nach dem zweiten Weltkrieg durch die Arbeiten Moses Finley zum Gegenstand einer lang dauernden, ihrer Nebenprodukte wegen aber fruchtbaren wissenschaftlichen Debatte. Eduard Meyer, Karl

¹⁵ H. Diels, *Antike Technik*, 2. Aufl. Leipzig 1920 ND Osnabrück 1965.

¹⁶ Diels, *Technik* (wie Anm. 15) S. 29-33; 40-41.

¹⁷ Vgl. F. Gies u. J. Gies, *Cathedral, Forge and Waterwheel*, New York 1995.

Julius Beloch und Michail Rostovtzeff setzten voraus, wirtschaftliches Handeln und Institutionen der Antike ließen sich beschreiben in den Begriffen für moderne Volkswirtschaften; Bücher, Hasebroek, Heichelheim, Polanyi, und Finley dagegen sahen die antike Wirtschaft auf einer zu einfachen und nicht durch Austausch geprägten Entwicklungsstufe als dass volkswirtschaftliche Perspektiven auf sie anzuwenden wären; Wirtschaftssysteme, die als Märkte beschrieben werden können, seien selbst das Ergebnis eines Entwicklungsprozesses. Ein wesentliches Argument gegen die Modernität antiker Wirtschaftsformen wurde daraus abgeleitet, dass der Antike volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen gefehlt hätten. Antike Wirtschaft sei daher prinzipiell Hauswirtschaft gewesen, denn sie habe den Begriff ihrer selbst als einer Gesamtheit nicht entwickelt; antike Wirtschaftsliteratur habe sich vielmehr konzentriert auf Einzelbetrieb und Einzelgehöft¹⁸ mit nur beschränkten Möglichkeiten zur

¹⁸ E. Meyer, Die wirtschaftliche Entwicklung des Altertums, in: ders., Kleine Schriften I, 2. Aufl. Halle 1924, S. 79-168; K. J. Beloch, Griechische Geschichte, 2. Aufl. Berlin 1912-1927 ND 1967; ders., Bevölkerungsgeschichte Italiens, Berlin 1937 ND 1965; ders., Die Bevölkerung der griechisch-römischen Welt, Leipzig 1886; M. Rostovtzeff, The Social and Economic History of the Hellenistic World, Oxford 1972; ders., Wirtschaft und Gesellschaft im Römischen Kaiserreich, Leipzig 1929; ders., The Hellenistic World and its Economic Development, American Historical Review XLI, 1936, S. 231-252; ders., A Large Estate in Egypt in the third Century B.C. A Study in Economic History, Madison 1922 ND Roma 1967; M. Finley, The Ancient Economy Berkeley 1973, dt.: Die antike Wirtschaft, 2. Aufl. München 1980; ders., Aristotle and Economic Analysis, in: ders., Studies in Ancient Society, London 1974, 26-52; K. Polanyi, Aristotle discovers the Economy, in: ders., u. C. M. Arensberg u. H. W. Pearson, Trade and Markets in the Early Empires, Glencoe Ill. 1957, 64-94; K. Polanyi, The Livelyhood of Man, New York 1977; J. Hasebroek, Staat und Handel im alten Griechenland, Tübingen 1928 ND Hildesheim 1966; J. A. Schumpeter, History of Economic Analysis, Oxford, London 1954, 60ff. Vgl. B. Schefold, Wirtschaftsstile I, Frankfurt/M. 1994, 111ff.; M. M. Austin u. P. Vidal-Naquet, Economic and Social History of Ancient Greece, Berkeley, Los Angeles 1977. Kritik der These von der Primitivität antiker Wirtschaftstheorie: S. Meikle, Aristotle and the Political Economy of the Polis, JHS 99, 1979, S. 57-73; ders., Aristotle and Exchange Value, in: D. Keyt u. F. D. Miller jr. (Hg.), A Companion to Aristotle's Politics, Oxford, Cambridge Mass. 1991, S. 156-181; ders., Aristotle on Equality and Market Exchange, JHS 111, 1991, 193-196. Investive Landwirtschaft: D. M. Kehoe, The Economics of Agriculture on Roman Imperial Estates in North

Rationalisierung im Markt. Der sachliche Grund für die Beschränkung des antiken Wirtschaftsdenkens auf die Hauswirtschaft liege in den tatsächlich nur gering entwickelten über den Einzelhaushalt hinausgehenden Austauschbeziehungen. Zutreffend an dieser Beobachtung ist, dass antike Theoretiker die ausgleichende Rückwirkungsrationalität von Adam Smith's *invisible hand* nicht von Marktmechanismen, sondern vom politischen System erwarteten; weniger gültig ist der Schluss, antikes Wirtschaften könne daher nur ungenügende Rationalisierungsmotive entwickelt haben, denn um sich am Markt rational zu verhalten, muss man die Rationalität des Marktes nicht theoretisch durchschauen. Dennoch sah Finley in der wirtschaftlichen Mentalität eine Ursache der vermeintlichen technischen Stagnation der Antike: Arbeitsteilung habe etwa Platon nicht als Voraussetzung der Effizienzsteigerung, also quantitativer, sondern allein qualitativer Verbesserungen betrachtet.¹⁹ Eine ähnliche Auffassung vertritt Pleket: Nicht quantitative Verbesserungen – Produktivitäts- und Ertragssteigerungen – seien Ziel antiken Wirtschaftens gewesen, sondern sozialer Geltungsnutzen.²⁰ Wie arbiträr eine solche Entgegensetzung

Africa, Göttingen 1988; ders., Approaches to Economic Problems in the "Letters" of Pliny the Younger: the question of risk in agriculture, ANRW II 33,1, 1989, 555-590; ders., Investment in Estates by Upper-Class Landowners in Early Imperial Italy: The Case of Pliny the Younger, in: H. Sancisi-Weerdenburg u. R. J. van der Spek u. H. C. Teitler u. H. T. Wallinga (Hg.), *De agricultura*, FS P. W. de Neeve, Amsterdam 1994, 214-237; ders., Approaches to Profit and Management in Roman Agriculture: the Evidence of the Digest, in: J. Carlsen u. P. Ørsted u. J. E. Skydsgaard (Hg.), *Landuse in the Roman Empire*, *Analecta Romana Instituti Danici*, Roma 1994, 45-58; D. Rathbone, *Economic Rationalism and Rural Society in Third-Century A.D. Egypt. The Heroninos Archive and the Appianus Estate*, Cambridge 1991.

¹⁹ M. Finley, Technical Innovation and Economic Progress in the Ancient World, *Economic History Review* 2nd. ser. XVIII, 1965, S. 29-45, dt.: Technische Innovation und wirtschaftlicher Fortschritt im Altertum, in: H. Schneider (Hg.), *Sozial- und Wirtschaftsgeschichte der römischen Kaiserzeit*, Darmstadt 1981, S. 168-195.

²⁰ H. W. Pleket, Technology in the Greco-Roman World, *Talanta* V-VI, 1973-74, S. 6-47; ders., Technology and Society in the Greco-Roman World, *Acta Historiae Neerlandica* II, 1967, S. 1-25.

quantitativer und qualitativer Momente in der Erklärung ist, zeigt sich an Giusto Trainas gegensätzlicher Erklärung der Entwicklungsgrenzen antiker Technik: Technischer Fortschritt habe sich in der Antike eher quantitativ als durch qualitative Sprünge manifestiert.²¹ Wirtschaftliche Faktoren, nämlich die begrenzten Möglichkeiten zur Kapitalakkumulation und zur Erschließung von Rohstoffen und Energie²² erklärte Lombroso Ferrero zur Ursache dafür, dass die antike Technik in geringerem Maße als die moderne Maschinen zum Ersatz menschlicher oder tierischer Arbeitskraft nutzen konnte. Trotz seines wirtschaftstheoretischen Modernismus argumentierte Rostovtzeff technikhistorisch ähnlich: Er sah in der fordistischen Massenproduktion ein Kennzeichen moderner Technik; der antiken Technik hätten weniger strukturelle Defizite als das Fehlen von Massenmärkten und die vermeintliche Verelendung breiter Schichten Grenzen gesetzt.²³

Gemeinsam ist den hier betrachteten Überlegungen, dass sie die Frage stellten, inwiefern weniger technologieimmanente, strukturelle Faktoren, als vielmehr wirtschaftliche Gegebenheiten die antike Technikentwicklung gehemmt hätten.

Mentalitäten und Rationalisierungsdefizite

Die wissenschaftlichen Auseinandersetzungen um die Frage der Modernität antiker Technik wurden zunehmend weniger mit dem Blick allein auf deren materielle oder institutionelle Voraussetzungen geführt, sondern nahmen zunehmend Bezug auf Anschauungen, Verhaltensformen, Denken und Mentalitäten. L. White jr. schrieb dem Christentum zu, erstmals eine technische Ausbeutung der Natur bejaht und gefördert zu haben, doch die Althistoriker konnten diese vermeintliche Mentalitätsdifferenz relati-

²¹ G. Traina, *La tecnica in Grecia e a Roma*, Roma, Bari 1994, S. 11.

²² G. Lombroso Ferrero, *Pourquoi le machinisme ne fut pas adopté dans l'antiquité*, *Révue du Mois* XXI, 1920, 448-469.

²³ Rostovtzeff, *Wirtschaft und Gesellschaft im Römischen Kaiserreich* (wie Anm. 18).

vieren.²⁴ Eric Robertson Dodds und Moses Finley identifizierten ein Moment antiker Stagnation in pessimistischen Grundeinstellungen und schwachen Zukunftserwartungen. Eine rasch und nachhaltig technisch sich entwickelnde Gesellschaft, so setzen sie voraus, sei durch Zukunftsoptimismus gekennzeichnet, eine Gesellschaft der Stagnation durch Pessimismus.²⁵ Dieser kausale Zusammenhang ist aber nicht gesichert, und nicht ausgemacht ist, ob Stagnation die antike Technik und Technologie zutreffend charakterisiert.

Sambursky meinte daher, nicht ein mentaler Konservatismus, sondern die Struktur der antiken Mechanik selbst, die mangelnde Präzision ihrer Kraft-, Raum-, Orts- und Bewegungsbegriffe, hätte ihr Scheitern in technischer Hinsicht bedingt.²⁶ Eine extreme Position vertrat Aymard: Die Antike habe technische Innovationen regelrecht verweigert.²⁷ Farrington und White äußerten die Ansicht, im alten Griechenland seien die angewandten Disziplinen gegenüber den theoretischen gering geschätzt

²⁴ Technische Rückständigkeit antiker Zivilisationen: M. Finley, *Wirtschaft* (wie Anm. 18) pass. Grenzen des Fortschrittes: J. B. Bury, *The Idea of Progress*, New York 1932, S. 7; H. W. Pleket, *Technology and Society* (wie Anm. 20). Anders: L. Edelstein, *The Idea of Progress in Classical Antiquity*, Baltimore 1967; J. de Romilly, *Thucydide et l'idée de progrès*, *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa* XXXV 1966, S. 143-191. Zur Ausbeutung der Natur: L. White jr., *The Historical Roots of our Ecological Crisis*, *Science* CLV 1967, S. 1203-1207. Beispiele antiker Bejahung der Naturausbeutung: H. Schneider, *Natur und technisches Handeln im antiken Griechenland*, in: L. Schäfer u. E. Ströker (Hg.), *Naturauffassungen in Philosophie, Wissenschaft, Technik I, Antike und Mittelalter*, Freiburg München 1993, S. 107-160.

²⁵ E. R. Dodds, *The Ancient Concept of Progress and other Essays on Greek Literature and Belief*, Oxford 1973 [dt.: *Der Fortschrittsgedanke in der Antike und andere Aufsätze zu Literatur und Glauben der Griechen*, München 1977; M. Finley, *Wirtschaft* (wie Anm. 18) pass.

²⁶ S. Sambursky, *Das physikalische Weltbild der Antike*, Zürich, Stuttgart 1965. Relativierend: F. Krafft, *Dynamische und statische Betrachtungsweise in der antiken Mechanik*, Wiesbaden 1970.

²⁷ A. Aymard, *L'idée de travail dans la Grèce archaïque*, *Journal de Psychologie* XLI 1948, S. 29-50; ders., *Remarques sur la poliorcétique grecque*, *Étud. d'Arch. Class.* II 1959, S. 3-15.

worden, technische Stagnation sei die Folge gewesen.²⁸ Neben der Sklaverei und dem dadurch fehlenden, über Arbeitspreise vermittelten Zwang zur Rationalisierung seien Idealismus und mangelnde empirische Orientierung Ursachen technischer Stagnation gewesen. Bilden hier relativ einfache Überzeugungen des Liberalismus und des Empirismus den Werthintergrund des Urteils über die Ursachen angeblicher Stagnation in der Antike, so urteilten französische Forscher vor dem Hintergrund der komplexeren gewerblich-technisch-politischen Entwicklung ihres eigenen Landes differenzierter, wenn auch im Ergebnis ähnlich. In Frankreich hatten ja die Enzyklopädisten durch die Veröffentlichung technischen Wissens zu einem zuvor undenkbaren Aufschwung an gegenseitiger Befruchtung sowie interdisziplinärer Anregung und außerdem zur Überprüfung, Ergänzung und Erweiterung dieses Wissens geführt. Die Schranke zwischen Fachmann und Laien wurde dadurch zwar nicht eingerissen, der moderne Professionalisierungs- und Spezialisierungsprozess nicht abgebrochen, sondern im Gegenteil befördert, aber dieser wurde bürokratisch oder politisch kontrollierbar, und die Differenzen zwischen Fach- und Laienöffentlichkeit kommunikativ übersteigbar. Aus der Spannung zwischen Theoretikern und Praktikern sowie Fachleuten und Laien erwachsen Anregungen in technischer wie wissenschaftlicher Hinsicht, aus denen sich im 19. Jahrhundert die Entwicklung ganzer Disziplinen (Astronomie) und noch im 20. Jahrhundert ganzer neuer Technikbereiche speiste (Informatik). Hier knüpft eine Überlegung an, die Schuhl andeutete und Jean-Pierre Vernant ausführte: Indem beide "un

²⁸ B. Farrington, *Greek Science - Its meaning for us*, Harmondsworth 1949 ND 1963, S. 13-41; ders., *Science in Antiquity*, 2. Aufl. London 1962, S. 133ff.; ders., *Head and Hand in Ancient Greece*, London 1947; ders., *Science and Politics in the Ancient World*, London 1939. K. D. White, *Technology and Industry in the Roman Empire*, *Acta Classica* II 1959, S. 78-89; ders., *Greek and Roman Technology*, London 1984, S. 27-48; 172f.; ders., *Technological Development in the Transition from Antiquity to the Middle Ages*, in: AAVV, *Tecnologia, economia e società nel mondo romano*, Como 1980, S. 235-251.

véritable blocage de la pensée technique des Grecs" diagnostizierten,²⁹ verwiesen sie auf die soziale Dimension dieser vermeintlichen Mentalitätsgrenze. Methodisch, persönlich und gesellschaftlich hätten Theoretiker und Praktiker in der Antike anders als in der nachenzyklopädischen Moderne nie zueinander gefunden. Platon und seine Ideenlehre werden als repräsentativ für antikes Denken überhaupt angesehen: Beispiel für eine statische, rein reproduktive und nie innovatorische Deutung von Handwerk und Gewerbe sei Platons Philosophie zugleich der Beleg für eine methodische Abschließung der antiken Technik. Diese habe aufgehört, sich dynamisch zu entwickeln, als man sie als statisches System hypothetischer Imperative zu deuten begann. Eine solche Deutung überschätzt aber die Repräsentativität Platons, und sie missdeutet dessen Anliegen: Die Vorstellung von Techniken und Gewerben, die durch Gesetze in ihrer Entwicklung begrenzt sind, erscheint den Gesprächspartnern in Platons *Politikos* ja unmöglich und auch unsympathisch.³⁰ Dennoch blieb diese Interpretation lange bestimmend, und die liberale Deutung der vermeintlichen Stagnation antiker Technik durchzog noch Hodges' Buch über die antike Technik: Nur während kurzer Phasen, während des Hellenismus, habe es Fortschritt gegeben. Autoritäre Regierungen, Bürokratien und zentralisierte Investitionsentscheidungen hätten ansonsten Entwicklung verhindert; lern- und entwicklungsfähiger als die Völker der klassischen Welt seien diejenigen gewesen, die sie schließlich ablösten.³¹

²⁹ J. P. Vernant, Remarques sur les formes et les limites de la pensée techniques chez les grecs, in: J. P. Vernant u. P. Vidal-Naquet (Hg.), Travail & esclavage en Grèce ancienne, Bruxelles 1985 ND 1988, S. 35-57, bes. 39; 53-57. P.M.Schuhl, Machinisme et philosophie, 2. Aufl. Paris 1947, S. XIII; ders., Remarques sur Platon et la technologie, REG LXVI 1953, S. 465-472.

³⁰ Plat. polit., 299b-e; vgl. B.Meißner, Über Modelle antiker Geldverkehrssysteme, in: R.Rollinger u. C.Ulf (Hg.), Commerce and Monetary Systems in the Ancient World: Means of Transmission and Cultural Interaction, Wiesbaden 2004, S. 311-326, bes. 320 Anm. 35.

³¹ H. Hodges, Technology (wie Anm. 8), London, New York 1970 ND 1996, S. 241f.

In der Diskussion über die vermeintlich geringe technische Innovativität der Antike und die Bedeutung der Mentalität für die technische Entwicklung wurde auch die Frage gestellt, ob die Antike einen Begriff des Fortschritts überhaupt kannte. Edelstein und Dodds relativierten die Bedeutung der Fortschrittsidee in der vorchristlichen Welt.³² Die These, dass erst die christliche Eschatologie eine Fortschrittsidee formuliert habe, hat auch technikgeschichtliche Implikationen. Nach Kinzig³³ hat erst das Christentum Geschichte als Zustandsfolge in der Zeit begreifen können, bei der jeder neue Zustand gegenüber den früheren höherwertig sei bzw. sein sollte. Technische Fortschritte habe es zwar in der heidnischen Antike gegeben, aber eine allgemein verbreitete, auf der Fortschrittsidee beruhende Geschichtsvorstellung oder Geschichtsmetaphysik habe es in der Antike nicht gegeben. Kinzig zieht daraus jedoch nicht mehr wie frühere Forscher den Schluss, dass dies ein Indikator oder Faktor tatsächlichen Stagnierens antiker Technik sei, meint paradoxerweise aber in der durch die Fortschrittsidee bestimmten christlichen Spätantike solches Stagnieren ausmachen zu können. Diese These unterschätzt aber das technische Entwicklungspotential der Spätantike;³⁴ Kinzigs Überlegung über die paradoxe Beziehung zwischen Fortschrittsidee und tatsächlichem Fortschritt entkoppelt die allenthalben vorausgesetzte Beziehung zwischen Fortschritt und Fortschrittserwartung und lässt deren kausalen Zusammen-

³² E. R. Dodds Fortschrittsgedanke (wie Anm. 25); L. Edelstein, Progress (wie Anm. 24).

³³ W. Kinzig, *Novitas Christiana. Die Idee des Fortschritts in der Alten Kirche bis Eusebius*, Göttingen 1994, S. 66-78; 376-441; 571-574 gegen C. Meier, Ein antikes Äquivalent des Fortschrittsgedankens: das "Könnensbewußtsein" des 5. Jahrhunderts v. Chr., in: HZ 226, 1978, S. 265-316; erneut in: ders., *Die Entstehung des Politischen bei den Griechen*, 3. Aufl. Frankfurt/M. 1995, S. 435-499. Vgl. auch L. White jr., *Historical Roots* (wie Anm. 24).

³⁴ Vgl. dazu H. Schneider, *Einführung in die antike Technikgeschichte*, Darmstadt 1992, S. 34f.; 111f.; 158; 199; 221: Wassermühlen, Glasherstellung, insbesondere Fensterglas, Kuppelbau, Codex. Vgl. auch P. James u. N. Thorpe, *Ancient Inventions*, London 1995.

hang umso problematischer erscheinen, gerade weil das Urteil der Technikhistorie über die Entwicklungen der Spätantike differenzierter ausfällt.

In der durch den historischen Materialismus bestimmten Forschung wurde zwar auch die vermeintlich fortschrittsfeindliche Mentalität als Ursache mangelnder Innovativität namhaft gemacht (etwa die Praxisfeindlichkeit der Eliten in der römischen Kaiserzeit in den Beiträgen zum italienischen *Tecnologia, economia e società*-Projekt³⁵), im Zentrum des Interesses standen aber v.a. Produktions- und Herrschaftsverhältnisse. Miglio beispielsweise macht müßiggängerische Eliten verantwortlich für Entwicklungsdefizite,³⁶ und Cracco Ruggini behauptete, die römischen Eliten seien der Technik gegenüber fremd geblieben und hätten keine ökonomischen Fortschritte von technischen Verbesserungen erwartet;³⁷ der Zusammenbruch des römischen Systems habe daher erst neue Innovationspotentiale freigesetzt.

Die Untersuchung der Frage, warum sich antike Techniken nicht rascher oder höher entwickelten, hat zu empirisch wertvollen Einsichten als Nebenprodukten geführt, doch zu keiner überzeugenden Antwort. Diese Frage ist daher in den letzten Jahren als falsch gestellt erkannt worden (Helmut Schneider): Nicht die Rückständigkeit antiker Gesellschaften als Agrargesellschaften sei erklärungsbedürftig, „... sondern vielmehr die Tatsache technischen Fortschritts in einer agrarisch strukturierten Welt [...]

³⁵ I. Lana, *Scienza e politica in età imperiale romana*, in: AAVV, *Tecnologia, economia e società nel mondo romano*, Como 1980, S. 21-43. Vgl. auch R. Müller, *Poiesis, Praxis, Theoria. Zur Bewertung der Technik in der Kulturtheorie der griechischen Antike*, Berlin 1989.

³⁶ G. Miglio, *Posizione del problema: ciclo storico e innovazione scientifico-tecnologica. Il caso della tarda antichità*, in: AAVV, *Tecnologia* (wie Anm. 35), S. 9-20, bes. 19.

³⁷ L. Cracco Ruggini, *Progresso tecnico e manodopera in età imperiale romana*, in: AAVV, *Tecnologia* (wie Anm. 35), S. 45-66.

Ein solcher Wandel der Fragestellung prägt bereits die Konzeption von K. D. White's 'Greek and Roman Technology'.³⁸

Neue Fragestellungen und empirische Orientierung der Technikgeschichte

Bis in die 30er Jahre des 20. Jahrhunderts, teilweise bis in die 80er Jahre, konzentrierte sich eine Forschungsrichtung auf die Produktionsmethoden der antiken Technik und auf das Gewerbe und erforschte, wie aus Rohmaterialien Halbzeuge und aus Halbzeuge Fertigwaren wurden. Das Paradigma war der Mensch, der an Materie formende Arbeit verrichtet. Diese Forschungen wiesen ein überraschend hohes Maß an Differenziertheit und Arbeitsteiligkeit des vorindustriellen Gewerbes nach, das die verschiedenen Produktionsschritte in einzelne kleinste und spezialisierteste Einzelstufen zerlegte und oft auch beruflichen Spezialisten zuwies. Eine Fülle gerade deutscher Arbeiten hat diese antike Produktionswelt für dargestellt: Blümner legte seine umfassende Monographie ‚Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern‘,³⁹ Merckel stellte die antike Ingenieurtechnik dar,⁴⁰ und Petrikovits betonte den Spezialisierungsgrad des römischen Handwerks.⁴¹ Bereits zuvor hatte Büchschütz die Stellen aus der klassischen Literatur zusammengestellt, die Gewerbe und Handwerk betrafen und Aussagen darüber machten, wo sich bestimmte Gewerbe und Produktionen räumlich konzentrierten⁴² und teilweise wie in mittelalterlichen Städten auf engerem Raum arbeitsteilig

³⁸ H. Schneider, Einführung (wie Anm. 34), S. 29.

³⁹ H. Blümner, Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern. I-IV, Leipzig 1874-1887. 2. Aufl. I 1912 ND Hildesheim 1969.

⁴⁰ C. Merckel, Die Ingenieurtechnik im Alterthum, Berlin 1899 ND Hildesheim 1969.

⁴¹ H. v. Petrikovits, Die Spezialisierung des römischen Handwerks, in: H. Jankuhn u.a. (Hg.), Das Handwerk in vor- und frühgeschichtlicher Zeit, Abh. Akad. Wiss. Göttingen, Phil.-hist. Kl. F 3, 122 1981, S. 63-132.

⁴² B. Büchschütz, Die Hauptstätten des Gewerbefleißes im klassischen Alterthume, Leipzig 1869.

kooperierten. Feldhaus beschrieb die antike und mittelalterliche Technik, und die umfangreichste Darstellung der Produktion in der Antike legte in den 60er und 70er Jahren Forbes vor.⁴³ Es ging dabei weniger um die Entwicklung und Vernetzung einzelner Techniken als vielmehr um die Erschließung der Verfahrensweisen selbst: Dies zeigt, wie brüchig noch bis in die jüngere Vergangenheit unsere Kenntnis der Herstellungs- und Verarbeitungsmethoden, Verfahren und Vorgehensweisen war, wenn auch vor allem die großen technischen Systeme (Wasserversorgung und Wasserentsorgung, Bäder, Urbanistik), von deren Funktion die antiken Zivilisationen abhängig waren, schon länger im Fokus des technikhistorischen Interesses standen. Jüngere Arbeiten wie die der Frontinus-Gesellschaft über die Wasserversorgung antiker Städte konnten daher auf der Basis fruchtbarer archäologischer und philologischer Detailerschließungen diese Systeme vergleichend darstellen und in ihre ökonomischen, funktionalen, regionalen und politischen Zusammenhänge einordnen.⁴⁴ Diese großräumig vergleichenden technikhistorischen Studien machten deutlich, dass die Entwicklungspotentiale antiker Technik größer waren als lange vorausgesetzt: Während beispielsweise Marc Bloch die Wassermühle als Innovation des Mittelalters ansah,⁴⁵ weiß man heute durch

⁴³ R. J. Forbes, *Studies in Ancient Technology I-IX*, 2. Aufl. Leiden 1964-1971. F. M. Feldhaus, *Die Technik der Antike und des Mittelalters*, Potsdam 1931 ND Hildesheim 1985. Vgl. H. Klingelhöfer, *Römische Technik*, Zürich 1961.

⁴⁴ Frontinus-Gesellschaft (Hg.), *Sextus Iulius Frontinus. Curator Aquarum, Wasserversorgung im antiken Rom*, München, 4. Aufl. Wien 1989; Frontinus-Gesellschaft (Hg.), *Die Wasserversorgung antiker Städte. Geschichte der Wasserversorgung II-III*, 2. Aufl. Mainz 1991-1994; B. Tölle-Kastenbein, *Das archaische Wasserleitungsnetz für Athen*, Mainz 1994; D. P. Crouch, *Water Management in Ancient Greek Cities*, Oxford 1993; L. Jeancolas, *Les aquaeducs antiques de Lyon, Avignon* 1986; E. Brödner, *Die römischen Thermen und das antike Badewesen*, Darmstadt 1983; K. Grewe, *Planung und Trassierung römischer Wasserleitungen*, 2. Aufl. Wiesbaden 1992; H.J. Kienast, *Die Wasserleitung des Eupalinos auf Samos*, Bonn 1995. R. Tölle-Kastenbein, *Antike Wasserkultur*, München 1990.

⁴⁵ M. Bloch, *Avènement et conquêtes du moulin à eau*, *Annales d'histoire économique et sociale* VII 1935, S. 538-563.

die Arbeiten Wikanders, dass die Wassermühle sich schon seit dem 2. Jahrhundert n. Chr. im römischen Reich ausbreitete.⁴⁶ Stellt man die Innovationen zusammen, die in der Antike Eingang in die wirtschaftliche Praxis fanden, ergibt sich eine eindrucksvolle Fülle, die bautechnische Innovationen ebenso umfasst wie Möbelformen, Waffentechnik, Fahrzeug- und Schiffbautechnik, Werkzeuge und administrative Verfahren.⁴⁷ Entwicklung und Leistungen des politisch, ökonomisch und militärisch wichtigen römischen Betonbaus fanden eine eindrucksvolle Darstellung im Werk von Lamprecht.⁴⁸ Nicht zuletzt archäologische Arbeiten ließen Funktion und Entwicklung immer weiterer Bereiche von Technik und

⁴⁶ Ö. Wikander, *Water-Mills in Ancient Rome*, *Opuscula Romana* XII 1979, S. 13-36; ders., *The Use of Waterpower in Classical Antiquity*, *Opuscula Romana* XIII 1980, S. 91-104; ders., *Exploitation of Water-Power or technological Stagnation? A Reappraisal of the Productive Forces in the Roman Empire*, Lund 1984.

⁴⁷ M. Daumas (Hg.), *A History of Technology and Invention - Progress through the Ages I*, New York 1969, S. 256-258 (Rom): Zementbau (Bogen, Kuppel, Treppenhaus, Brücke, Aquaedukt usw.), Dachziegel, Heizung, Straßenbau, Hafenbau, Landvermessung, Steuerruder, Mosaiken, Massenkeramik, Glas, Fibern, Wassermühle, Militärmaschinen, Baumpflanzung, Weinbau, Austernzucht, Naturdüngung, Einsatz der Brache; Übernahme: Fahrzeuge, Segel, Pflug, Erntemaschine, Fässer, Nähkleidung, Seife, Emaille, Damaszenerwaffen, Armsessel; Erfindungen: Bogenkuppel, Fensterglas, Meilenstein, Brückenquaedukt, Laufgewichtswaage, Schraubenpresse, Werkzeuge (Schere, Hobel, Rahmensäge, Dorn, Bohrer, Bohrkurbel, Schlüssel, Weberkamm), archimedische Schraube, Blasebalg, Dünger, Wachskerze, metallene Bettgestellfeder, Theatervorhang, Sonnenzelt, Kodex, Stenographie. Vermeintliches Fehlen staatlich-administrativer Förderung von Forschung und Entwicklung. Vgl. K. D. White, *Technology* (wie Anm.). Seefahrt: L. Casson, *The ancient mariners: seafarers and sea fighters of the Mediterranean in ancient times*, 2. Aufl. Princeton 1991; ders., *Ships and seafaring in ancient times*, Austin 1994; ders., *Ships and seamanship in the ancient world*, Princeton 1986; L. Casson u. J. R. Steffy u. E. Linder, *The Athlit ram*, College Station 1991; O. Höckmann *Antike Seefahrt*, München 1985; ders., *Zwammerdam und Nemi: Zur Bauplanung römischer Schiffe*, *Archäologisches Korrespondenzblatt*, XVIII 1988, S. 389-396; I. Pekáry, *Repertorium der hellenistischen und römischen Schiffsdarstellungen*, Berlin Münster 1999.

⁴⁸ H. O. Lamprecht, *Opus Caementitium*, 5. Aufl., Düsseldorf 1996. Vgl. auch P. Scurati-Manzoni, *L'architettura romana. Dalle origini a Giustiniano*, Milano 1991 ND 1996; R. Marta, *Architettura romana. Tecniche costruttive e forme architettoniche del mondo romano*, Roma 1990.

Gewerbe besser erkennen, und die Zusammenstellung und Erschließung von dinglichen Zeugnissen und Bildern antiker Technik haben die Forschung vielfach angeregt und trafen auch auf ein breites Interesse; Kretzschmers auf eine Ausstellung des VDI 1958 zurückgehender Band mit Abbildungen zur römischen Technik hat inzwischen eine Vielzahl von Auflagen erfahren.⁴⁹ Arbeiten, die wie hier skizziert, größere technisch, ökonomische und administrative Funktionszusammenhänge in den Blick nahmen, zeigen, dass neben Sektoren, in denen es lange Zeit keine staatliche Förderung und Anerkennung technischer Innovation gab,⁵⁰ solche standen wie die Kriegstechnik, der Bau repräsentativer Unterhaltungsautomaten oder die Bewässerungstechnik, in denen eine regelrechte Projektförderung durch die untereinander in scharfem Wettbewerb stehenden hellenistischen Herrscher festzustellen ist.⁵¹ Hier ergaben sich kontinuierliche Verbesserungen, die auch durch archäologische Funde belegt sind; Dietwulf Baatz hat die Miniaturisierung, Leistungssteigerung und Mobilisierung der Torsionsartillerie durch die Römer nachgezeichnet,⁵² und ganz besonders aufwendige technische Lösungen wurden oft dort angestrebt, wo, ähnlich der modernen bemannten Raumfahrt, der Aufwand selbst als Teil staatlicher oder herrscherlicher Repräsentation wirkte: beim Bau großer Prunkschiffe oder von Automatentheatern.

Die Umkehrung der falsch gestellten Frage nach den Ursachen antiker Rückständigkeit geschah schrittweise während der letzten ca. 30 Jahre: B. Gille beschrieb die Fortschritte der mechanischen Technologie und zeigte,

⁴⁹ F. Kretzschmer, Bilddokumente römischer Technik, 5. Aufl. Düsseldorf 1983.

⁵⁰ Fehlen der gesellschaftlichen Anerkennung für ideenreiche Techniker als Anreiz für Innovationen: J. P. Oleson, Greek and Roman Water-Lifting Devices, Dordrecht 1984 (Wasserversorgung, Bau- und Kriegstechnik).

⁵¹ E. W. Marsden, Greek and Roman Artillery, Historical Development, Oxford 1969 ND 1999, S. 62f.; ders., Greek and Roman Artillery, Technical Treatises, Oxford 1971 ND 1999, S. 108f. A. Schürmann, Griechische Mechanik und antike Gesellschaft. Studien zur staatlichen Förderung einer technischen Wissenschaft, Stuttgart 1991. Philon., Belop. 1-3 (49-51).

⁵² D. Baatz, Bauten und Katapulte des römischen Heeres, Stuttgart 1994.

dass diese einen eigenen, von der Sphäre manueller Arbeit getrennten Lebensbereich bildete,⁵³ und J. G. Landels Buch über die Ingenieurtechnik der Antike⁵⁴ trug eine differenziertere Sicht auf die Entwicklung der Technik vor. Kiechle zeigte, dass technischer Fortschritt in manchen Bereichen sachlich, zeitlich und räumlich mit dem Einsatz von Sklaven parallel ging, und dass deshalb zwischen Sklavenarbeit und technischer Rückständigkeit kein kausaler Zusammenhang besteht;⁵⁵ vergleichend betrachtete Kiechles Arbeit weite Bereiche arbeitsteiliger Produktion und beschrieb deren technische Entwicklung (Terra Sigillata-Manufaktur, Brotteigbereitung, Mühlenwesen, Heizung, Pressen, Glasherstellung, Seeverkehr). Insbesondere auf der Ebene der Mentalität tendiert man heute eher dazu, Griechen und Römern Fortschrittserwartung und -hoffnung zuzuschreiben als das Gegenteil; die Technikgeschichte konnte zeigen, inwieweit die Griechen und Römer sich um ökonomisch und technisch effiziente Lösungen bemühten. Schneider wies bereits im frühgriechischen Epos eine technikbejahende und technikinteressierte Einstellung nach,⁵⁶ und Frontisi-Ducroux interpretierte den griechischen Daedalus-Mythos als Beleg für eine mythische Überhöhung des Handwerkers und seines Tuns mit gleich mehreren göttlichen Pendants (Hephaistos, Apollon, Athene) in der griechischen Götterwelt.⁵⁷ An die Stelle der Frage nach der Fortschrittlichkeit antiker Technik traten die Frage nach deren Umgang mit ihrem Wandel und dessen Umständen und die Suche nach bisher weniger ausgewerteten Zeugnissen dieses Wandels. So hat Werner Krenkel die Hinweise auf technische Entwicklungen aus Varros Menippeischen Satiren

⁵³ B. Gille, *Les mechaniciens grecs. La naissance de la technologie*, Paris 1980.

⁵⁴ J. G. Landels, *Engineering in the Ancient World*, London 1978 ND 1998, dt.: *Die Technik in der antiken Welt*, 4. Aufl. München 1989.

⁵⁵ F. Kiechle, *Sklavenarbeit* (wie Anm. 14).

⁵⁶ H. Schneider, *Technikverständnis* (wie Anm. 6) S. 131; 293f.

⁵⁷ F. Frontisi-Ducroux, *Die technische Intelligenz des griechischen Handwerkers, Hephaistos XI-XII 1992/93*, S. 93-104; dies., *Dédale, mythologie de l'artisan en Grèce ancienne*, Paris 1975.

zusammengestellt (u.a. Landkarten, Pneumatik, mechanische Weltmodelle, Tierzucht), die belegen, wie verbreitet das Interesse an und die Kenntnis von technischen Entwicklungen in den literarischen Kreisen Roms im 1. Jhdt. v. Chr. gewesen sein muss, damit sich ihnen die Pointen dieser Werke erschlossen haben können, und Plinius' ‚Naturkunde‘ ist in den letzten 20 Jahren als Zeugnis für das wissenschaftlich-technische Interesse und Wissen der Eliten des römischen Reiches intensiver studiert, neu übersetzt und kommentiert worden.⁵⁸ Giusto Traina formulierte die These, dass das Verhältnis zwischen Spezialisten und Laien in der antiken Technik anders war als das, welches sich seit der Renaissance im Abendland herausgebildet hat: In der Moderne begleiten Spezialisierungs- und Professionalisierungsprozesse die Entwicklung der Techniken und Wissenschaften sowie ihrer Literatur; technische Literatur reflektiert diese Prozesse: Es gibt Literaturformen für die einen oder die anderen, ggf. auch für beide. Trainas Beobachtung, dass in antiken so genannten Fachliteraturen die Scheidung zwischen Fachmann und Laien eine geringere Rolle spiele als in der Moderne, ist zutreffend und weiterführend: Im strengen Sinne handelt es sich bei der antiken Fachliteratur nicht ausschließlich um Literatur für Fachleute. Zwar bildete sich eine berufliche Literatur von Juristen, Ärzten, Architekten, Mechanikern, Landbesitzern, Ärzten und Tierärzten heraus, doch gehörten zu deren Lesern nicht nur und in erster Linie Berufskollegen, wohl aber in einem weiteren Sinne Standesgenossen. Während das handwerkliche Berufsgeheimnis scharf

⁵⁸ W. A. Krenkel, Varro: Menippeische Satiren. Wissenschaft und Technik. Ber. Sitz. d. Joachim-Jungius-Ges. d. Wiss. Hamburg XVIII 2000 Heft 1. Vgl. ders., Technik der Antike, Göttingen 1994; K. Bayer, K. Brodersen, W. Glöckner, R. König, J. Hopp u. G. Winkler (Hg./Übers.), C. Plinius Secundus d. Ä. Naturkunde, München/Darmstadt (1973-1997); T. Murphy, Pliny the Elder's Natural history. The Empire in the encyclopedia, Oxford 2004; V. Naas, Le projet encyclopédique de Pline l'Ancien, Rome 2002; J. F. Healy, Pliny the Elder on science and technology, Oxford 1999; R. K. French, Science in the early Roman Empire. Pliny the Elder, his sources and influence, London 1986. R.C.A. Rottländer (Hg.), Plinius Secundus d. Ä. über Glas und Metalle, St. Katharinen 2000.

schied zwischen Kundigen und Laien, wurde technisches Wissen auch literarisch kommuniziert, aber gerade diese literarische Kommunikation unterwarf die Techniken auch der Kontrolle von Nichttechnikern und relativierte die Differenz zwischen Laien und Fachleuten.⁵⁹

Andererseits zeigt die Existenz spezialisierter technischer Literaturen in der heidnischen Antike, dass einige ihrer Techniken sich raffinierter und komplexer entwickelten, als in anderen Agrargesellschaften, und das Selbstverständnis ihrer Eliten sah die Gesellschaften der Barbaren als weit weniger raffiniert, fortgeschritten und technisch sowie ökonomisch auf Verbesserung und Fortschritt hin orientiert an als die eigenen. Die antiken Eliten standen Handwerk und Technik also nicht ohne Einschränkungen ablehnend gegenüber, denn sie integrierten technisches Wissen in ihre Lektüre (Cato, Vitruvius, Plinius, Galenos) und bedienten sich der Literatur zum Zwecke des Technologie- und Kulturtransfers. So eigneten sich die Römer systematisch karthagisches und griechisches Landbauwissen an, und zu diesem Zweck ordneten sie es und ließen es mit großem Aufwand ins Lateinische übersetzen.⁶⁰ Neben dieser Form kultureller Aneignung steht als Gegenteil der Export griechischer und römischer

⁵⁹ G. Traina, *La tecnica in Grecia e a Roma*, Bari 1994, S. 8-22; M. Horster, *Literarische Elite? Überlegungen zum sozialen Kontext lateinischer Fachschriftsteller in Republik und Kaiserzeit*, in: M. Horster u. C. Reitz (Hg.), *Antike Fachschriftsteller: Literarischer Diskurs und sozialer Kontext*, Wiesbaden 2003, S. 176-197; B. Meißner, *Mündliche Vermittlung und schriftliche Unterweisung in der antiken Berufsausbildung*, in: ebda. S. 153-175; ders., *Die technologische Fachliteratur der Antike*, Berlin 1999; H. Geertmann, *Teoria e attualità della progettistica architettonica di Vitruvio*, in: AAVV, *Le projet de Vitruve, objet, destinataires et réception du de architectura*, Roma 1994, S. 7-30; G. A. Ferrari, *Meccanica "allargata"*, in: G. Giannantoni u. M. Vegetti (Hg.), *La scienza ellenistica*, Napoli 1984, S. 225-296; C. Nicolet (Hg.), *Les littératures techniques dans l'Antiquité romaine: statut, public et destination, tradition*, *Entretiens sur l'Antiquité Classique*, tome XLII, Vandœuvres-Genève 1996.

⁶⁰ Vgl. J. P. Mahaffy, *The Work of Mago on Agriculture*, *Hermathena* VII 1890, S. 29-35; V. Lundström, *Magostudien*, *Eranos* II 1897, S. 60-67; K. D. White, *Roman Farming*, London 1970, S. 17ff.; J. Heurgon, *L'agronome carthaginois Magon et ses traducteurs en latin et grec*, *CRAI* 1976, S. 441-456.

Techniken. So hat man in den letzten Jahren erkannt, dass nicht allein das römische Militär weit im Vorfeld des Limes Basen unterhielt und dort auch operierte, sondern man hat die Aneignung von Techniken römischer Keramik-Produktion bis nach Thüringen hinein archäologisch nachweisen können.⁶¹ Zu den literarischen Medien des Wissenstransfers müssen nicht nur textliche, sondern auch bildliche gerechnet werden. Illustrierte Fach- und Sachbücher der Antike hat Stückelberger dargestellt⁶², Bauzeichnungen zur Kommunikation über Gesamtvorhaben und Einzelteile von Bauten Heisel.⁶³ Die Technikgeschichte hat also nicht nur die Bereitschaft der antiken Gesellschaften und der antiken Techniker, tatsächlich technische Fortschritte zu erzielen, deutlich gezeigt, sondern auch die Bereitschaft zu Lern-, Lehr- und Austauschprozessen.

Zusammenfassung

Die Erforschung der antiken Technik hat davon profitiert, dass vor allem in der Zeit des Kalten Krieges die Auseinandersetzung um die Frage nach der Tragfähigkeit der Deutung der Wirtschaftsgeschichte durch den

⁶¹ S. Dušek, Römische Handwerker im germanischen Thüringen, Stuttgart 1992; dies., Römische Töpferei im germanischen Thüringen, Archäologie in Deutschland I 1991, S. 6-11; dies., Römischer Technologietransfer in das germanische Thüringen, Das Altertum XXXIV 1 1988, S. 31-38. Dazu: O. Stoll, Der Transfer von Technologie in der römischen Antike. Einige zusätzliche Bemerkungen zu einem Buch von Sigrid Dušek, Münstersche Beiträge zur antiken Handelsgeschichte XII 2 1993, S. 93-118.

⁶² A. Stückelberger, Bild und Wort - Das illustrierte Fachbuch in der antiken Naturwissenschaft, Medizin und Technik, Mainz 1994. Torsionsgeschütze: R. Schneider, Geschütze auf antiken Reliefs, MDAI(R) XX 1905, S. 166-184; ders., Herons Cheiromballistra, MDAI(R) XXI 1906, S. 142-168; ders., Geschütze auf handschriftlichen Bildern, Metz 1907; ders., Griechische Poliorketiker, Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Phil-hist. Kl. N.F. XII 1 ii, Berlin 1908.

⁶³ J. P. Heisel, Antike Bauzeichnungen, Darmstadt 1993; J. Coulton, Greek Architects and the Transmission of Design, in: P. Gros (Hg.), Architecture et Société, Paris, Rome 1983, S. 453-468; ders., Greek Architects at Work, London 1977; F. Otto, Was könnten die alten Steinbaumeister gewußt haben, um entwerfen und bauen zu können?, in: R. Graefe (Hg.), Zur Geschichte des Konstruierens, Wiesbaden 1989 ND 1997, S. 196-210.

historischen Materialismus als Nebenprodukt technikhistorische Einsichten abwarf; insbesondere die Erforschung der Bedeutung der Landtechnik, der Wasserversorgung und der mit dem Urbanismus zusammenhängenden Techniken von Infrastruktur und Produktion profitierten von der Auseinandersetzung um die Rolle der Sklavenarbeit. Beispiele raffinierter Inventionen (Kriegstechnik, Bau von Automaten zur Unterhaltung und Repräsentation, Herstellung von Bronzestandbildern⁶⁴), weiträumiger Diffusion (Terra Sigillata) und komplexer Innovation (Wassermühlen) hat die Technikgeschichte der Antike beschrieben, und in jüngerer Zeit werden auch Prozesse des Wissens- und Könnenstransfers systematisch untersucht. Diese sind im Bereich der römischen Landwirtschaft literarisch fassbar, im Falle der Keramikproduktion durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Archäologen und Historikern mit Philologen und Orientalisten. Die Rolle derartiger Transferprozesse interkulturell, aber auch intrakulturell, im mediterranen Binnenverhältnis wie im Außenverhältnis zu erschließen, dürfte für die antike Wissenschafts-, Technik- und Wirtschaftsgeschichte in den nächsten Jahren von besonderem Wert sein, wenn diese auf dem Weg von der Distanzlosigkeit gegenüber ihrem Gegenstand über die Erfindungsgeschichte und die Sozialgeschichte der Produktion zu einer systematischen vergleichenden Geschichte der Technik fortschreitet.

Die Technik der Antike erweist sich, je nach Sektor, als teilweise weit entwickelt - antike Grabwerkzeuge (Hacke, Schaufel, Spaten) aus römischer Zeit unterscheiden sich nicht von heutigen - und teilweise hochkomplex. Die Verlaufsformen der technischen Entwicklung in der Antike unterscheiden sich nicht grundsätzlich von heutigen. Die antike Technikgeschichte trägt daher, trotz aller Differenzen zwischen den technischen Systemen, zum Verständnis der Technikentwicklung auch der

⁶⁴ P. C. Bol, *Antike Bronzetechnik. Kunst und Handwerk antiker Erzbildner*, München 1985. Vgl. außerdem A.G. Drachmann, *Große griechische Erfinder*, Zürich 1967. K. Brodersen, *Die Sieben Weltwunder. Legendäre Kunst- und Bauwerke der Antike*, 6. Aufl. München 2004.

späteren Epochen bei. Sie ist durch Darstellungen und Lehrbücher inzwischen auch im akademischen Unterricht etabliert⁶⁵.

⁶⁵ Vgl. J. W .Humphrey, Greek and Roman technology. A sourcebook, London 1998; H. Schneider, Einführung (wie Anm. 34).



Fig. 70. Walker. Wandgemälde der großen Fullonica in Pompeji.

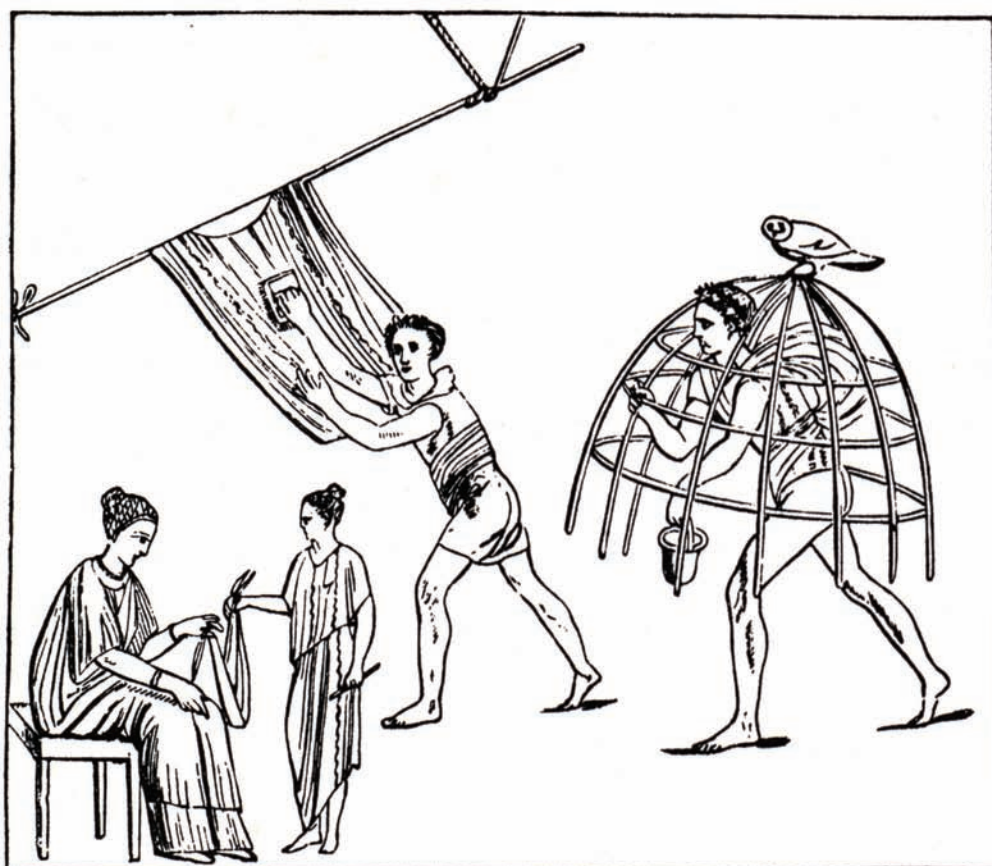


Fig. 71. Walkerarbeiten. Wandgemälde der großen Fullonica in Pompeji.

Helmuth Schneider

Die antike Technik in der deutschen Archäologie nach 1945¹

Die antike Technik und die Archäologie: Das Problem der Quellen

In dem Vorwort zu der zweiten Auflage des ersten Bandes von „Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern“ erklärte Hugo Blümner, die zahlreichen neugefundenen Denkmäler hätten eine völlige Neubearbeitung der Darstellung notwendig gemacht.² Mit dieser Bemerkung hat Blümner auf den für die Technikgeschichte der Antike grundlegenden Tatbestand hingewiesen, dass jegliche Erforschung der antiken Technik neben den schriftlichen Zeugnissen auch das archäologische Material zu erfassen und auszuwerten hat. Dabei handelt es sich um Abbildungen auf attischen Vasen, auf römischen Grabreliefs oder Mosaiken, um Votivgaben, um Funde von Werkzeugen, um Ausgrabungen von Werkstätten, um die Artefakte und im Fall der Infrastruktur und der Bautechnik um die Überreste von antiken Bauten. Dieses überaus wichtige Quellenmaterial hat insgesamt nicht nur einen erheblichen Umfang, sondern es wächst auch aufgrund von Ausgrabungen und Zufallsfunden etwa auf den zahllosen Baustellen im Mittelmeerraum und auf dem Gebiet der römischen Provinzen beständig

¹ Dieser Beitrag wurde nicht auf der Tagung in Kassel vorgetragen; er hat die Funktion, die Ausführungen von B. Meissner, in denen die archäologische Forschung kaum berührt wurde, zu ergänzen.

² H. Blümner, *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*, Bd. 1, 2. Aufl. Leipzig 1912, S. III.

an; oft sind solche neuen Funde nur an entlegener Stelle publiziert und daher schwer überschaubar.³

Die archäologischen Zeugnisse besitzen meist eine große Anschaulichkeit und einen hohen Informationsgehalt. Allerdings ist zu bedenken, dass die antiken Abbildungen von Arbeiten in der Landwirtschaft oder im Handwerk, von Werkzeugen oder Werkstätten nicht primär die Funktion hatten, über technische Sachverhalte zu informieren. Auf attischen Vasen erscheint etwa die Arbeit eines Schmiedes im Kontext des Mythos, und auf den Grabsteinen sollen der Fleiß und das handwerkliche Können des Verstorbenen zum Ausdruck gebracht werden. Bei Funden von Werkzeugen oder Werkstücken und bei den Überresten antiker Bauten ist deren Funktion oft nicht unmittelbar erkennbar. Ohne Zweifel bedürfen die archäologischen Zeugnisse einer genauen und umsichtigen Interpretation. Die Technikgeschichte der Antike ist aufgrund der Quellenlage immer auf die interdisziplinäre Kooperation zwischen Archäologen, Philologen und Althistorikern angewiesen.

Für die Archäologen gibt es ein wichtiges Motiv, sich mit Technik und Technikgeschichte zu beschäftigen: Es war nicht immer klar, wie die von der Archäologie untersuchten Artefakte hergestellt worden sind. Dies trifft beispielsweise auf die Produktion der attischen Keramik zu; bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts wussten die Archäologen nicht, mit welchen technischen Verfahren die schwarz- und rotfigurigen Vasenbilder geschaffen worden sind. Viele Fragen zur Technik stellten sich auch bei der Untersuchung von Bronzeskulpturen der archaischen und klassischen Zeit. Es ist daher nicht überraschend, dass in der Archäologie technischen Sachverhalten gerade im Bereich der Keramik und der Metallurgie große Aufmerksamkeit gewidmet wurde. Hinzu kamen Themen der Bautechnik

³ Vgl. H. Schneider, Einführung in die antike Technikgeschichte, Darmstadt 1992, S.30-39. Vgl. jetzt auch K. Greene, Archaeology and Technology, in: J. Bintliff (Hg.), A Companion to Archaeology, Oxford 2003, S. 155-173.

und der Infrastruktur, wobei in der deutschen Archäologie vor allem die Wasserversorgung im Vordergrund stand.

In welchem Umfang das archäologische Material nach 1945 zunächst zum Verständnis der antiken Technik beigetragen hat, zeigt gerade die Schrift von Fritz Kretschmer über die römische Technik;⁴ hier werden ausschließlich Bilddokumente präsentiert, während auf die antiken Texte kaum eingegangen wird. Das in diesem Band gezeichnete Bild der römischen Technik ist außerordentlich positiv, wie Bemerkungen im Vorwort deutlich machen: „Herausragende Zeugnisse aus allen Bereichen des täglichen Lebens dokumentieren die genialen technischen Leistungen des römischen Volkes in Architektur, Straßen- und Brückenbau, Schiffsverkehr, Kriegstechnik, Industrie, Handwerk und Kunst.“

Die Forschungen zur antiken Keramik: Von R. Hampe bis zu Ingeborg Scheibler

Einen bedeutenden Beitrag zur Erforschung der Technik der antiken Keramik leistete der Heidelberger Archäologe R. Hampe; zusammen mit A. Winter, einem Töpfer, der die für die Untersuchung antiker Keramikgefäße notwendigen handwerklichen Kenntnisse besaß, erforschte er die vorindustriellen Töpfereien im Mittelmeerraum, um auf diese Weise Informationen über die antike Keramikproduktion zu gewinnen. Gerade in ländlichen Regionen wurde die traditionelle Töpferei, die sich gegenüber den antiken Verhältnissen wenig verändert hatte, oft noch im Haushalt und noch nicht gewerblich betrieben. Die Darstellung von Hampe und Winter kann als eine methodische Pionierleistung gelten, die durch eine Erforschung gegenwärtig noch existierender vorindustrieller Technik entscheidend zur Klärung von Produktionstechniken der Antike

⁴ F. Kretschmer, Bilddokumente römischer Technik, Düsseldorf 1967, zuerst Begleitbuch einer Ausstellung des Vereins deutscher Ingenieure 1958. Kretschmer selbst war nicht Archäologe, sondern Ingenieur.

beigetragen hat.⁵ Spätere Arbeiten zur antiken Keramik folgten dem methodischen Ansatz von Hampe und Winter insofern, als die Resultate der Ethnographie zunehmend Berücksichtigung fanden.⁶

Ingeborg Scheibler behandelte in ihrer umfassenden Monographie zur griechischen Keramik drei Themenbereiche, die Verwendung und Bedeutung der griechischen Tongefäße, wobei den Vasenbildern ein längerer Abschnitt gewidmet ist, ferner das Töpferhandwerk und zuletzt den Handel mit Tongefäßen und Tongeschirr.⁷ Das Kapitel über das Töpferhandwerk stellt die Technik der Keramikherstellung sehr genau dar, wobei das Formen der Vasen auf der Töpferscheibe, die Technik der Vasenmalerei und der Brand der Gefäße in den Töpferöfen ausführlich beschrieben werden; diese Abschnitte bieten eine hervorragende Einführung in einen wichtigen Bereich der antiken Technik. In dem Buch von Scheibler werden die Eigenheiten der archäologischen Darstellungsweise deutlich: Nicht die Produktionstechnik steht im Zentrum, sondern das Artefakt, das unter verschiedenen Fragestellungen untersucht wird; die Abschnitte zur Technik des Töpferhandwerks sind in die Darstellung integriert, die Ausführungen über die Technik der Handwerker sind dabei ein wesentlicher Teil des Buches. Es wird jedoch nicht der Versuch unternommen, am Beispiel der Keramik grundlegende Merkmale des antiken Handwerks oder der antiken Technik insgesamt zu erfassen oder Bezüge zu anderen Zweigen des Handwerks herzustellen.

⁵ R. Hampe, A. Winter, *Bei Töpfern und Töpferinnen in Kreta, Messenien und Zypern*, Mainz 1962. Dies., *Bei Töpfern und Ziegeln in Südtalien, Sizilien und Griechenland*, Mainz 1965.

⁶ Ein Beispiel hierfür ist die Monographie von D. P. S. Peacock, *Pottery in the Roman World. An ethnoarchaeological approach*, London 1982. Vgl. außerdem G. London, F. Egoumenidou, V. Karageorghis, *Töpferei auf Zypern damals – heute*, Mainz 1989.

⁷ I. Scheibler, *Griechische Töpferkunst. Herstellung, Handel und Gebrauch der antiken Tongefäße*, München 1983.

Das Buch von Ingeborg Scheibler erschien in einer von Hans von Steuben herausgegebenen Schriftenreihe, in der noch weitere Bände zu Themen der Archäologie publiziert wurden. Es war ein beträchtliches Verdienst dieser Bände, wichtige Themen der antiken Technik auf hohem Niveau sowohl der Fachwelt als auch einer breiten Öffentlichkeit präsentiert zu haben.⁸

Die Metallurgie und der Bronzeguss

Der Bronzehohl-guss wurde im 6. Jahrhundert v. Chr. entwickelt; damit besaßen die Griechen ein Verfahren, um aus Bronze lebensgroße Statuen verfertigen zu können. Bei der Herstellung der älteren Bronzen wurde die Technik der verlorenen Form angewendet; die Figur wurde in Wachs geformt und dann mit einem Mantel aus feinem Ton umgeben. Nachdem das Wachs ausgeschmolzen war, konnte Bronze über einen oder mehrere Gusskanäle in die hohle Form gegossen werden. Damit entstand eine Figur aus massiver Bronze; mit diesem Verfahren wurden die zahlreichen Votivgaben, in der Regel kleine Statuetten, die in Heiligtümern wie Olympia gefunden wurden, angefertigt. Die Aufstellung großer Statuen erforderte eine vollständig andere Technik, die erst mit Hilfe von modernen naturwissenschaftlichen Methoden analysiert werden konnte. Die Entwicklung des griechischen Bronzegusses haben vor allem Wolf-Dieter Heilmeyer und Gerhard Zimmer⁹ untersucht, die Ergebnisse der Forschung

⁸ Beck's Archäologische Bibliothek: P. C. Bol, *Antike Bronzetechnik. Kunst und Handwerk antiker Erzbildner*, München 1985. O. Höckmann, *Antike Seefahrt*, München 1985. W. Müller-Wiener, *Griechisches Bauwesen in der Antike*, München 1988. A. Pekridou-Gorecki, *Mode im antiken Griechenland*, München 1989. R. Tölle-Kastenbein, *Antike Wasserkultur*, München 1990. Weitere Bände galten kulturhistorischen, wissenschaftsgeschichtlichen und kunsthistorischen Themen, die Fragen der Technikgeschichte nicht berühren; es handelte sich also keineswegs um eine technikhistorische Schriftenreihe im engeren Sinn.

⁹ W.-D. Heilmeyer, *Gießereibetriebe in Olympia*, JDAI 84, 1969, 1-28. G. Zimmer, *Griechische Bronzegusswerkstätten. Zur Technologieentwicklung eines antiken Kunsthandwerkes*, Mainz 1990.

hat P. C. Bol zusammengefasst.¹⁰ Am Schluss seiner Untersuchung geht Gerhard Zimmer auf die Frage des technischen Fortschritts ein;¹¹ Zimmer sieht ein entscheidendes Problem archäologischer Arbeiten zur antiken Technik darin, dass die Produktionstechnik in einem bestimmten Handwerk jeweils für die griechische und römische Zeit erklärt wird, Veränderungen aber nicht wahrgenommen werden. Demgegenüber betont Zimmer in diesem Kapitel die von den griechischen Bronzegießer erreichten Fortschritte im Bronzegussverfahren und geht präzise auf die technischen Probleme ein, die von den Handwerkern jeweils durch Anwendung neuer technischer Verfahren gelöst werden mussten.

Eine exemplarische Studie, in der auch technische Fragen des Bronzegusses berührt werden, legte W. Hoepfner vor, der den Kontext des sogenannten „Kolosses von Rhodos“ und die Quellen zu dieser Statue, von der keine Überreste mehr existierten, untersucht hat. Der „Koloss“, der nach der Belagerung der Stadt Rhodos durch Demetrios Poliorketes im Jahr 305 v. Chr. von Chares errichtet worden war, stellte bei einer Höhe von über 30 Metern eine eminente technische Herausforderung dar. Damit wird an diesem Beispiel deutlich, über welches Potential die antike Metallurgie verfügt hat.¹² Für die römische Zeit ist jetzt auch die instruktive Arbeit von Bettine Gralfs über die metallverarbeitenden Werkstätten in Pompeji heranzuziehen.¹³

Bei der Analyse von antiken Artefakten und von Verfahren der Herstellung spielen naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden eine immer größere Rolle. Solche Methoden der Laboruntersuchung dienen primär dazu, die Frage zu klären, ob Artefakte überhaupt aus der Antike

¹⁰ Bol, *Antike Bronzetechnik* (wie Anm. 8).

¹¹ Zimmer, *Bronzegusswerkstätten* (wie Anm. 9), S. 176-180.

¹² W. Hoepfner, *Der Koloss von Rhodos und die Bauten des Helios. Neue Forschungen zu einem der Sieben Weltwunder*, Mainz 2003. Vgl. insbesondere 83-98.

¹³ B. Gralfs, *Metallverarbeitende Produktionsstätten in Pompeji*, Oxford 1988 (BAR International Series 433).

stammen oder wesentlich jüngeren Datums sind, daneben aber auch der Analyse des verwendeten Materials und der Herstellungstechniken. Einen Einblick in diese modernen Verfahren gibt für den Bereich der Metallurgie der von Hermann Born herausgegebene Band ‚Archäologische Bronzen. Antike Kunst, moderne Technik‘.¹⁴

Die Forschungen zum antiken Glas

Glas, ein Stoff, von dem keine natürlichen Vorkommen existieren, gewann durch zwei grundlegende Erfindungen in der Principatszeit eine herausragende Bedeutung als Werkstoff; während die Glasmacher mit dem älteren Verfahren der Sandkerntechnik kleine, buntgefärbte Gefäße herstellten, wurde es durch das Blasen von Glas mit der Glasmacherpfeife möglich, größere Gefäße und vor allem Flaschen herzustellen, und durch Zusätze konnte man ein farbloses, durchsichtiges Glas erlangen, das sich dann auch für Fensterscheiben eignete. Die große Monographie von Axel von Saldern geht auch auf technische Fragen ein; in den verschiedenen Kapiteln wird die Technik der Herstellung von Glasgefäßen jeweils ausführlich erläutert.¹⁵ Die herausragende Rolle der Museen in der Vermittlung der Ergebnisse technikhistorischer Forschung zur Antike kommt auch in einzelnen Bestands- oder Ausstellungskatalogen über antikes Glas zum Ausdruck.¹⁶

¹⁴ H. Born (Hg.), Archäologische Bronzen. Antike Kunst, moderne Technik, Berlin 1985 (Staatliche Museen Preussischer Kulturbesitz). Vgl. dazu auch F. G. Maier, Neue Wege in die alte Welt. Methoden der modernen Archäologie, Hamburg 1977 und J. Riederer, Archäologie und Chemie – Einblicke in die Vergangenheit, Berlin 1987 (Rathgen-Forschungslabor Staatliche Museen Preussischer Kulturbesitz).

¹⁵ A. von Saldern, Antikes Glas, München 2004 (Handbuch der Archäologie). Vgl. S. 7-9 (kerngeformtes Glas). S. 201 (Fensterglas). S. 202-205 (Kameoglas), S. 218- 224 (Glasblasen).

¹⁶ Vgl. etwa U. Liepmann, Glas der Antike, Kestner-Museum Hannover, Hannover 1982. G. Platz-Horster, Antike Gläser. Ausstellung im Antikenmuseum Berlin, Staatliche Museen Preußischer Kulturbesitz, Berlin 1976.

Die Textilherstellung

Ein knapper, informativer Überblick über die Technik der Textilherstellung findet sich in einem Buch, dessen Titel kaum technikhistorische Ausführungen erwarten lässt: Es handelt sich um die Studie von Anastasia Pekridou-Gorecki über Mode im antiken Griechenland.¹⁷ Als wichtige Arbeitsschritte der Textilherstellung werden die Verarbeitung der Wolle, das Spinnen und Weben ebenso wie das Spinngerät und der Webstuhl beschrieben. Da die wichtigsten Vasenbilder in das Buch aufgenommen worden sind, bietet es eine vorzügliche Einführung in das archäologische Quellenmaterial.

Die Römerschiffe von Mainz und die Technik des Schiffbaus

Der Fund von Überresten mehrerer römischer Schiffe bei Bauarbeiten am Rheinufer in Mainz im Winterhalbjahr 1981/82 war Anlass zu umfassenden Forschungen auf dem Gebiet der römischen Schiffbautechnik; aufgrund der Mainzer Funde konnte gezeigt werden, dass in der Spätantike beim Bau von Schiffen, die auf dem Rhein eingesetzt wurden, die mediterrane Schalenbauweise durch eine Bauweise ersetzt wurde, die als Übergang zur Skelettbauweise anzusehen ist.¹⁸ Darüber hinaus bestand die Intention, die Überreste der römischen Schiffe der Öffentlichkeit zu präsentieren; dies führte zur Gründung eines neuen Museums in Mainz, das neben den Funden auch Nachbauten der Rheinschiffe sowie Modelle anderer antiker Schiffe zeigt und einen Einblick in die antike Schiffbautechnik gewährt.¹⁹

¹⁷ Pekridou-Gorecki, *Mode* (wie Anm. 8), S. 13-37.

¹⁸ G. Rupprecht (Hg.), *Die Mainzer Römerschiffe*, Mainz 1982. O. Höckmann, „Keltisch“ oder „römisch“? Bemerkungen zur Typgenese der spätrömischen Ruderschiffe von Mainz, in: *JRGZ* 30, 1983, S. 403-434. Vgl. außerdem Höckmann, *Seefahrt* (wie Anm. 8), S. 52-74.

¹⁹ B. Pferdehirt, *Das Museum für Antike Schifffahrt. Ein Forschungsbereich des Römisch-Germanischen Zentralmuseums*, Mainz 1995.

Die Bautechnik der Antike

Es lag nahe, dass Archäologen, die sich mit der griechischen und römischen Architektur beschäftigten, neben der künstlerischen Gestaltung vor allem der griechischen Tempel auch Fragen der Bautechnik untersuchten. Der monumentale, aus Steinquadern errichtete Tempel stellte an die griechischen Architekten vollständig neue technische Anforderungen. Das Heben der in der Regel mehrere Tonnen schweren Steinblöcke etwa auf die Höhe der Säulen erforderte neue technische Vorrichtungen; aber auch der Transport des Baumaterials von den Steinbrüchen zur Baustelle erwies sich in vielen Fällen als schwierig. Unter diesen Voraussetzungen wird verständlich, dass Wolfgang Müller-Wiener in seiner Monographie über das griechische Bauwesen Baumaterial, Werkzeuge und Baukonstruktion ein längeres Kapitel gewidmet hat.²⁰ In dem Abschnitt über die Baukonstruktion werden das Mauerwerk, die Hebevorrichtungen und die horizontale und vertikale Verklammerung der Quadersteine eingehend behandelt. Zwei Jahre nach dem Erscheinen von Müller-Wieners Monographie veranstaltete das Architekturreferat des Deutschen Archäologischen Instituts in Berlin ein Kolloquium zur Bautechnik der Antike; 1991 erschienen die auf dem Kolloquium vorgetragenen Referate als Buch.²¹ In den meisten Beiträgen werden einzelne Detailprobleme der antiken Bautechnik analysiert, es wird allerdings kein systematischer Überblick gegeben, und die Beziehungen zwischen der Bautechnik und sozialen und wirtschaftlichen Entwicklungen werden nicht thematisiert.

Zwei Publikationen zur antiken Bautechnik, die das archäologische Material auswerten, aber von Technikern verfasst worden sind, verdienen hier Beachtung. Die Verwendung des *opus caementicium*, eines aus vulkanischen Erden bestehenden Gussmörtels, der nach dem Trocknen eine

²⁰ Müller-Wiener, *Bauwesen* (wie Anm. 8), 40-111.

²¹ A. Hoffmann, E.-L. Schwandner, W. Hoepfner und G. Brands (Hg.), *Bautechnik der Antike*, Mainz 1991.

solche Festigkeit erreicht, dass mit Gewölben oder Kuppeln aus diesem Baustoff große Räume überdacht werden konnten, stehen im Mittelpunkt einer Monographie von Heinz-Otto Lamprecht. Bemerkenswert sind hier vor allem die naturwissenschaftlichen Analysen des für verschiedene Bauten verwendeten *opus caementicium*.²² Mit dem Tunnelbau machte Klaus Grewe einen speziellen Bereich der Bautechnik zum Gegenstand einer Monographie; Tunnel wurden in der Antike angelegt, um das Wasser von Seen abzuleiten, um bei der Trassierung von Straßen die Umgehung von Felsmassiven zu vermeiden oder um Wasserleitungen durch ein Gebirge zu führen; alle diese verschiedenen Aspekte finden bei Grewe Beachtung.²³

Die Wasserversorgung antiker Städte

Ein wichtiges Themenfeld archäologischer Forschungen war die Wasserversorgung antiker Städte; im 6. Jahrhundert v. Chr. gab es zahlreiche Initiativen für eine Verbesserung der Wasserversorgung der Städte; bekannt sind vor allem die Vasenbilder der Zeit um 550 v. Chr., auf denen Brunnenhäuser dargestellt sind. In der Zeit der römischen Republik und des Principats wurden durch den Bau großer Wasserleitungen erhebliche Anstrengungen unternommen, um die wachsende Bevölkerung der Städte in Italien und in den römischen Provinzen mit Trinkwasser zu versorgen. Unter diesen Voraussetzungen gibt es in dem Mittelmeerraum, aber auch in den nordwestlichen Provinzen zahlreiche Überreste von römischen Wasserversorgungsanlagen. Die Wasserversorgung der Stadt Athen in

²² H.-O. Lamprecht, *Opus Caementitium. Bautechnik der Römer*, 2. Aufl. Düsseldorf 1985. Zu den Materialanalysen vgl. S. 41-67.

²³ K. Grewe, *Licht am Ende des Tunnels. Planung und Trassierung im antiken Tunnelbau*, Mainz 1998. Vgl. zu den Straßentunneln auch das kurz zuvor erschienene Werk von M. S. Busana, *Via per montes excisa. Strade in galleria e passaggi sotterranei nell'Italia romana*, Rom 1997.

archaischer Zeit hat Renate Tölle-Kastenbein untersucht;²⁴ im Zentrum der Darstellung steht die über 7 Kilometer lange Fernleitung, die Wasser vom Hymettos-Gebirge nach Athen leitete. Eine weitere Untersuchung zur Wasserversorgung in archaischer Zeit liegt mit der Monographie von Hermann J. Kienast über die Eupalinos-Leitung vor:²⁵ Im 6. Jahrhundert baute der Architekt Eupalinos für die Stadt Samos eine Wasserleitung; da die Quelle, deren Wasser in die Stadt geleitet werden sollte, hinter einem Bergrücken lag, musste ein Tunnel gebaut werden, der im Gegenortverfahren, also von beiden Seiten des Berges gleichzeitig, begonnen wurde. Der Tunnel, der nur durch Herodot bekannt war,²⁶ wurde im 19. Jahrhundert entdeckt und ist im Rahmen eines DFG-Projektes umfassend erforscht worden, insbesondere ist die Vermessung des Tunnels genau analysiert worden; die Ergebnisse wurden von H. J. Kienast publiziert. Das archäologische Material zur Planung und zum Bau römischer Wasserleitungen hat der Diplom-Ingenieur Klaus Grewe in einem reich bebilderten Band präsentiert und interpretiert.²⁷ Als exemplarischen Fall römischer Wasserversorgungstechnik in Deutschland hat Waldemar Haberey die Wasserleitungen nach Köln beschrieben.²⁸

Renate Tölle-Kastenbein hatte bereits vor ihrer Untersuchung zum archaischen Wasserleitungsnetz von Athen im Rahmen der

²⁴ R. Tölle-Kastenbein, Das archaische Wasserleitungsnetz für Athen und seine späteren Bauphasen, Mainz 1994.

²⁵ H. J. Kienast, Die Wasserleitung des Eupalinos auf Samos, Bonn 1995 (Samos Bd. XIX).

²⁶ Hdt. 3,60.

²⁷ K. Grewe, Planung und Trassierung römischer Wasserleitungen, 2. Aufl. Wiesbaden 1992.

²⁸ W. Haberey, Die römischen Wasserleitungen nach Köln, Bonn 1972. Vgl. S. 7: „Der ‚Eifelkanal‘ darf sich mit seiner Länge von fast 100 km zu den großen römischen Aquädukten rechnen [...] Dennoch kann er hinsichtlich seiner Planung und Ausführung, seiner Hydraulik und effektiven Leistung als Musterbeispiel eines römischen Wasserwerkes gelten, das eine größere Stadt zu versorgen hatte.“ Vgl. ferner K. Grewe, Atlas der römischen Wasserleitungen nach Köln, Köln 1986.

Archäologischen Bibliothek einen Band über die antike Wasserkultur verfasst.²⁹ Das Buch besitzt eine systematische Gliederung: Die Leitungen, die Wasservorratsanlagen (Zisternen und Talsperren), die Wasserverteilung innerhalb der Städte und die Wasserversorgung sind die Themen der zentralen Kapitel, daneben werden auch das Wasserrecht und das Wasser als ästhetisches Element berücksichtigt. Die Ausführungen von Renate Tölle-Kastenbein gelten primär technikhistorischen Fragen, wobei nicht die historische Entwicklung der Wasserversorgung und die Rolle der Politik bei dem Ausbau der antiken Infrastruktur vorrangig behandelt werden, sondern vor allem die Struktur antiker Wasserversorgungsanlagen beschrieben wird.³⁰

Vasenbilder und Reliefs als Quellen zur Technikgeschichte der Antike

Wichtige Informationen zur antiken Technik bieten für Griechenland die Vasenbilder der spätarchaischen und der klassischen Zeit und für Rom die große Zahl der erhaltenen Grabreliefs. Die Abbildungen auf der attischen Keramik zeigen neben Szenen aus dem Mythos auch einzelne Handwerker bei der Arbeit und Werkstätten mit einer größeren Zahl von arbeitenden Menschen. Die Grabreliefs bringen das Selbstverständnis und Selbstbewusstsein römischer Handwerker zum Ausdruck; dabei gab es

²⁹ Tölle-Kastenbein, Wasserkultur (wie Anm. 8).

³⁰ Bei einem Überblick über die Literatur zur antiken Wasserversorgung darf der Beitrag der Wasserbauingenieure nicht vergessen werden. Es war vor allem Günther Garbrecht von der TU Braunschweig, der Arbeiten auf diesem Gebiet angeregt hat und selbst exemplarisch einzelne Anlagen untersuchte, so die Leitungen von Pergamon. Informativ ist auch der von Garbrecht verfasste Überblick über die antike Hydrotechnik. Die Aufsätze von Garbrecht finden sich neben weiteren wichtigen Arbeiten von Technikern, Althistorikern und Archäologen in den folgenden Bänden: Frontinus-Gesellschaft e. V. (Hg.), Wasserversorgung im antiken Rom, München 1982. Frontinus-Gesellschaft e. V. (Hg.), Die Wasserversorgung antiker Städte, Mainz 1987 (= Geschichte der Wasserversorgung Bd. 2). Frontinus-Gesellschaft e. V. (Hg.), Die Wasserversorgung antiker Städte, Mainz 1988 (= Geschichte der Wasserversorgung Bd. 3).

verschiedene Möglichkeiten der bildlichen Darstellung: Auf einigen Grabsteinen wird das Handwerk des Verstorbenen durch Abbildung seiner Werkzeuge angedeutet, auf anderen Reliefs erscheint der Handwerker mit seinen Erzeugnissen im Laden oder bei der Arbeit in der Werkstatt. Obgleich diese Bilder im Detail oft ungenau sind und unterschiedlich interpretiert werden können, ist ihre Bedeutung als Quelle für die antike Technikgeschichte unstrittig. Die Anregung zu einer Beschäftigung mit den bildlichen Darstellungen gab das Antikenmuseum der Staatlichen Museen Preußischer Kulturbesitz in Berlin; dieses Museum verfügt über eine Reihe von attischen Tongefäßen mit bedeutenden Werkstattbildern und darüber hinaus über einige Votivtäfelchen mit Bildern von Töpfern. Gerade diese Pinakes aus Penteskouphia bei Korinth sind für den Technikhistoriker von unschätzbarem Wert. Es lag nahe, den Museumsbesuchern die Informationen zu vermitteln, die für ein Verständnis dieser Bilder notwendig sind. Dies geschah in einer von Gerhard Zimmer verfassten Broschüre, die neben einer Einführung in die attischen Werkstattbilder und Erläuterungen zu den dargestellten Techniken einen kommentierten und illustrierten Katalog der in Berlin vorhandenen Gefäße und Tontäfelchen enthält.³¹ Daneben legte Gerhard Zimmer auch einen Katalog der römischen Berufsdarstellungen aus Italien vor;³² es handelt sich dabei in

³¹ G. Zimmer, *Antike Werkstattbilder*. Bilderhefte der Staatlichen Museen Preußischer Kulturbesitz Berlin, Berlin 1982. Obgleich in dem darstellenden Teil auch Bilder auf attischen Vasen anderer Museen aufgenommen wurden, sind die antiken Vasenbilder zum griechischen Handwerk hier keineswegs vollständig erfasst. Weitere für die Technik der Antike relevanten Vasenbilder sind in der englischen Literatur zu finden, so vor allem bei J. Boardman, *Athenian Black Figure Vases*, London 1974. Ders., *Athenian Red Figure Vases. The Archaic Period*, London 1975. Ders., *Athenian Red Figure Vases. The Classical Period*, London 1989. Für die Vasenbilder von Töpfern, Töpfereien und Vasenmalern ist Scheibler, *Töpferkunst* (wie Anm. 7) heranzuziehen.

³² G. Zimmer, *Römische Berufsdarstellungen*, Berlin 1982 (= *Archäologische Forschungen* Bd. 12). Für das römische Gallien ist das Material zusammengestellt bei: E. Espérandieu, *Recueil général des bas-reliefs, statues et bustes de la Gaule romaine*, Paris 1907 ff.

der überwiegenden Mehrzahl um Grabreliefs der Principatszeit. Zimmer hat das Material nach Berufszweigen gegliedert, so dass ein schneller Überblick über das römische Bildmaterial zu Werkzeugen, Werkstätten und Läden verschiedener Zweige des Handwerks möglich ist.

Die antike Technik in der deutschen Archäologie. Ein Résumé

Ein Überblick über die archäologischen Arbeiten zur antiken Technik offenbart eine auffallende Diskrepanz: Einerseits haben Archäologen insgesamt einen wichtigen Beitrag zur Kenntnis der antiken Technik in einzelnen Bereichen des antiken Handwerks und Gewerbes geleistet, andererseits werden die Ergebnisse der archäologischen Forschung zur antiken Technik meist in Darstellungen präsentiert, in denen eine bestimmte Gattung von Artefakten untersucht oder ein einzelnes Handwerk oder Gewerbe thematisiert und oft primär unter kunsthistorischen oder ästhetischen Aspekten behandelt wird. Es geht vor allem um die Klärung der Frage, mit welcher Technik die Artefakte, die im Zentrum archäologischer Forschung stehen, hergestellt worden sind. Ohne Zweifel haben die Ergebnisse dieser Untersuchungen erheblich zur Kenntnis der antiken Technik beigetragen. Teilweise sind auch die Werkzeuge, die Werkstatt und die Werkstattorganisation analysiert worden. In dieser Hinsicht ist die Arbeit von Gerhard Zimmer sicherlich vorbildlich.³³

Da die Arbeiten der Archäologen in der Regel einem einzigen Handwerk gelten, wird nicht die Frage gestellt, welche Zusammenhänge es zwischen den technischen Entwicklungen in verschiedenen Zweigen des antiken Handwerks gibt. Das technische System der Antike kommt auf diese Weise nicht in den Blick. Ferner ist von Seiten der Archäologen kaum der Versuch unternommen worden, die Methoden und Fragestellungen der modernen Technikgeschichte, so wie sie etwa von

³³ Zimmer, Bronzegusswerkstätten (wie Anm. 9).

Karin Hausen und Reinhard Rürup oder von Ulrich Troitzsch in Anlehnung an die internationale Forschung entwickelt worden sind,³⁴ zu rezipieren und zu prüfen, inwieweit sie für Forschungen zur antiken Technik Anwendung finden können. Obwohl Archäologen die antiken Texte zur Interpretation der archäologischen Funde in großem Umfang heranziehen, fehlt in der Regel eine systematische Auswertung von literarischen und archäologischen Quellen, um technikhistorische Fragen zu klären. Die große Diskussion über die Frage, ob die antike Technik von Fortschritt oder von Stagnation geprägt sei,³⁵ wurde von Archäologen nicht aufgegriffen, obwohl gerade die Bauforschung zur Klärung dieses Problems entscheidend beitragen könnte.

So sind an dieser Stelle nicht nur die bedeutenden Leistungen technikhistorischer Forschung zu nennen, sondern auch Perspektiven einer künftigen Forschung zu formulieren. Die Archäologie sollte die Technik der Antike als eines ihrer wichtigen Themen begreifen und dementsprechend Forschungsprogramme entwickeln, die über die Klärung der Produktionstechnik in einzelnen Zweigen des Handwerks hinausgehen und relevante Fragen der Technikgeschichte in interdisziplinärer Zusammenarbeit in Angriff nehmen. Ziel solcher Bemühungen muss es sein, mit der Technik einen bedeutenden Bereich der antiken Kultur wissenschaftlich zu erschließen.

³⁴ Vgl. K. Hausen, R. Rürup (Hg.), *Moderne Technikgeschichte*, Köln 1975. U. Troitzsch, G. Wohlauf (Hg.), *Technikgeschichte. Historische Beiträge und neuere Ansätze*, Frankfurt/M. 1980.

³⁵ Vgl. dazu den Beitrag von B. Meissner.

dem brule . dat hyf eeff vnd die d' moly
 durch eyn fust vnder die Bece, hiedvnt
 hyf man die stad Eeffuet . Also la
 fyt man in der doringsfyn reomken u



hyf sal fchyn wie die stad Eeffuet gebuuet wort .

Marcus Popplow

Die Technik als Thema der Mediävistik

Einleitung

Eine institutionalisierte „Technikgeschichte des Mittelalters“ ist in Deutschland, trotz viel versprechender Ansätze, weder als anerkannter Teilbereich der Mediävistik, noch als eigenständiger Teilbereich der Technikgeschichte etabliert. Mit reduziertem Anspruch von der „Technik als Thema der Mediävistik“ zu sprechen verweist damit schon zu Beginn auf die eher marginale Position entsprechender Forschungen. Die materielle Kultur des Mittelalters wird im Allgemeinen mit Ansätzen aus der Mittelalterarchäologie, der Handwerksgeschichte oder der historischen Anthropologie erforscht. Im Vergleich dazu nimmt Technikgeschichte mit komplexeren Artefakten als Ergebnisse spezifischer Expertise nur einen Teilbereich der mittelalterlichen Sachkultur in den Blick. Ein Schwerpunkt des Interesses liegt dabei traditionell auf der Geschichte entsprechender Innovationen, die in der Agrartechnik ebenso zu finden sind wie in der mechanischen Technik, im Kontext von Bergbau und Salzgewinnung, dem Kriegswesen, der Bautechnik, im Schiffbau, bei der Textilherstellung oder im Kunsthandwerk. Eine präzise Definition des Technikbegriffes mit Blick auf das Mittelalter, die auch dazu beitragen könnte, den Gegenstandsbereich eines entsprechenden Forschungszweiges genauer abzustecken, steht bislang noch aus.

Es wird im Folgenden nicht möglich sein, die Vielzahl von Arbeiten zu speziellen Themen der mittelalterlichen Technikgeschichte in unterschiedlichen Teilbereichen der Mediävistik und gerade auch in der regional- oder lokalthistorischen Forschung zu würdigen. Die Aufmerksamkeit soll vielmehr auf Ansätzen zu konzeptionellen und übergreifenden Interpretationen technischen Wandels im Mittelalter liegen, auf Initiativen also, die Detailstudien erst zu einem Forschungsfeld zusammenfassen und

letztlich auch die Voraussetzung für die interdisziplinäre Kommunikation sind. Nach einigen einführenden Bemerkungen skizziert dieser Beitrag kurz die Themen und Fragestellungen, die nach 1950 im internationalen Rahmen zur Technikgeschichte des Mittelalters bearbeitet worden sind. Dieser Blick auf das internationale Parkett scheint unabdingbar, um entsprechende Aktivitäten in Deutschland, auf die im zweiten Abschnitt eingegangen wird, angemessen beurteilen zu können. Schließlich wird abschließend die aktuelle Problemlage einer Technikgeschichte des Mittelalters umrissen. Zeitlich beschränkt sich der Beitrag aus pragmatischen Gründen auf die Zeit etwa zwischen 500 und 1500, auch wenn sowohl der Übergang von der Spätantike zum Mittelalter als auch der vom Mittelalter zur Frühen Neuzeit aus technikhistorischer Sicht vielfach graduell erfolgte und scharfe Zäsuren hier kaum auszumachen sind – eine Feststellung, die bekanntlich auch für andere Bereiche der Mittelalterforschung gilt.

Mittelalterliche Technikgeschichte im internationalen Kontext

Seit der Renaissance war die (spät-)mittelalterliche Herkunft spektakulärer Erfindungen wie Kompass, mechanische Räderuhr, Kanone und Schießpulver oder Buchdruck in Europa Allgemeingut gelehrten Wissens. Um die Wende zum 20. Jh. wuchs das Interesse an technischen Innovationen des Mittelalters im Kontext neuer sozial- und wirtschaftshistorischer, aber auch – im damaligen Verständnis – kulturhistorischer Fragestellungen. Im Rahmen solcher frühen Arbeiten – vielfach zitiert wurde später der Aufsatz von Marc Bloch zur Verbreitung der Wassermühle (1935)¹ – kam den seit den 1940er Jahren veröffentlichten

¹ M. Bloch, *Avènement et conquêtes du moulin à eau*, in: *Annales d'histoire économique et sociale* 7, 1935, S. 538-563 (dt.: ders., *Antritt und Siegeszug der Wassermühle*, in: C. Honegger (Hg.), M. Bloch, F. Braudel, L. Febvre u.a., *Schrift und Materie der Geschichte*, Frankfurt a.M. 1977, S. 171-197. Mein dank gilt Jan Ulrich Büttner, Michael Herdick, Horst Kranz und Reinhold Reith für kritische Kommentare zu früheren Fassungen diese Beitrags.

Studien des amerikanischen Historikers Lynn White, jr. eine Schlüsselrolle für die Verbreitung und Erweiterung der Kenntnisse über technische Innovationen des Mittelalters zu.² Mit den entsprechenden Abschnitten der von Charles Singer herausgegebenen, mehrbändigen „History of Technology“ (1956-58) lag zudem bald ein konziser, faktenorientierter Überblick vor. In der Summe widerlegten diese Arbeiten zunehmend das überkommene Vorurteil, dass das Mittelalter eine zivilisationsferne und damit technikfeindliche Epoche gewesen sei. Gerade Lynn White suchte demgegenüber stets die Rationalität des mittelalterlichen Umgangs mit Technik herauszuarbeiten, betonte ihre Einbettung in gesellschaftliche Kontexte und unterstrich ihre Rolle für langfristige Modernisierungsprozesse.³ Ein besonderes Verdienst von White mag demnach darin gesehen werden, dass er technische Innovationen des europäischen Mittelalters nicht nur registrierte, sondern auch nach Gründen für entsprechende Wandlungsprozesse fragte. Eine Identifizierung des erfinderischen homo faber als anthropologische Konstante reichte ihm dabei nicht aus. Als Triebkraft für die spezifisch mittelalterlichen Wandlungsprozesse identifizierte White zunehmend bestimmte Grundzüge der mittelalterlichen Glaubenspraxis, insbesondere das positiv besetzte Arbeitsethos. Darüber hinaus interessierte sich White für gesellschaftliche Wandlungsprozesse als Ergebnis technischer Innovationen, für den „Import“ zahlreicher „Erfindungen“ aus dem nahen und fernen Osten nach Europa, für Vermittlung und Transfer technischen Wissens sowie den gesellschaftlichen Status von Trägern technischer Expertise im Mittelalter. Diese von White behandelten Grundprobleme einer Technikgeschichte des Mittelalters wurden von späteren Autoren vielfach aufgenommen. Die

² Zusammengefasst L. White jr., *Medieval technology and social change*, Oxford 1962 und ders., *Medieval religion and technology*, Berkeley 1978.

³ So B. S. Hall in seiner späteren Würdigung der Arbeiten Whites: Lynn White's *Medieval Technology and Social Change* after thirty years, in: Robert Fox (Hg.), *Technological change*, Amsterdam 1996, S. 85-101.

Bedeutung des Mittelalters als Schlüsselepoche technischen Wandels strich am markantesten Jean Gimpel im Titel seines 1975 erschienenen Buches zur „Industriellen Revolution“ des Mittelalters heraus.⁴ Auch in seinen Übersetzungen erfüllte Gimpels Werk die wichtige Funktion eines gut lesbaren Forschungsüberblicks, in Frankreich wurde es bald darauf mit enzyklopädischem Ansatz durch die entsprechenden Abschnitte in der von Bertrand Gille edierten „Histoire des techniques“ (1978) ergänzt.

In der Folgezeit wurden die Thesen Whites und anderer „Gründerväter“ der mittelalterlichen Technikgeschichte vielfach modifiziert und abgeschwächt. Seit Mitte der 1980er Jahre haben Detailstudien zu den „klassischen“ technischen Innovationen des Mittelalters vielfach ein differenzierteres Bild ihrer Verbreitung und ihrer gesellschaftlichen Konsequenzen gezeichnet. Dass die Erfindung des Steigbügels ein wesentlicher Faktor für die Entstehung des Feudalismus gewesen sei, hat sich beispielsweise nach neueren Forschungen als unhaltbar erwiesen, auch die revolutionäre Bedeutung des Kummets für die Leistungsfähigkeit von Zugpferden gegenüber antiken Systemen der Anschirrung, eine These, die auf Arbeiten von Richard Lefebvre des Noëttes (1924/31) zurückgeht, ist zwischenzeitlich stark relativiert worden.⁵ Die Verbreitung gewerblich genutzter Mühlen im Hoch- und Spätmittelalter wird ebenfalls skeptischer eingeschätzt und damit die These einer „Industriellen Revolution“ des Mittelalters abgeschwächt – gleichzeitig ist die Bedeutung der Wassermühle bereits in Spätantike und Frühmittelalter, gerade unter Einbeziehung archäologischer Funde, in jüngerer Zeit deutlicher zu Tage

⁴ J. Gimpel: Die industrielle Revolution des Mittelalters, Zürich, München 1980 (Originaltitel: La révolution industrielle du Moyen Age, Paris 1975).

⁵ Vgl. zuletzt z. B. A. Roland, Once More into the Stirrups: Lynn White jr., Medieval Technology and Social Change, in: Technology and Culture 44, 2003, S. 574-585; P. J. Gans, The medieval horse harness, in: M.-T. Zenner (Hg.), Villard's Legacy. Studies in Medieval Technology, Science and Art in Memory of Jean Gimpel, Aldershot 2004, S. 175-187.

getreten.⁶ Zudem wurde vielfach explizit oder implizit moniert, dass frühere Arbeiten zur mittelalterlichen Technikgeschichte der komplexen Wechselwirkung von sozialen, wirtschaftlichen, technischen und mentalen Faktoren nicht angemessen Rechnung getragen hätten – die in den 1970er und 1980er Jahren erreichte Öffnung der Technikgeschichte hin zur Sozial- und Wirtschaftsgeschichte machte sich nun auch in Bezug auf das Mittelalter bemerkbar. Auch der Nachweis konkreter Bezüge zwischen spezifischen Glaubenshaltungen des Christentums und technischen Innovationen, beispielsweise der Mechanisierung von Arbeitsprozessen durch die Mühlentechnik, standen weiterhin aus. Solche Korrekturen weitreichender Thesen, die zunächst ein neues Forschungsfeld erschlossen haben, können dabei allerdings wohl als durchaus typischer, konstitutiver Prozess wissenschaftlicher Teildisziplinen gelten.

Mittelalterliche Technikgeschichte in der deutschen Forschung bis zur Mitte der 1990er Jahre

In Deutschland machten zunächst vornehmlich die Publikationen von Franz Maria Feldhaus, die sich auch an ein breiteres Publikum wandten, auf technische Entwicklungen des Mittelalters aufmerksam.⁷ Nach dem Zweiten Weltkrieg schloss insbesondere Friedrich Klemm inhaltlich an die Arbeiten von Feldhaus an und bot solide Zusammenfassungen des damaligen Wissensstandes, beispielsweise in seinem Aufsatz „Der Beitrag des Mittelalters zur Entwicklung der abendländischen Technik“ (1961).⁸

⁶ Vgl. Ö. Wikander, The water-mill, in: ders. (Hg.), Handbook of ancient water technology, Brill 2000, S. 371-400, und ders., Industrial applications of water-power, a. a. O. S. 401-410. H. W. Böhme, Wassermühlen im frühen Mittelalter, in: Bretzenheimer Beiträge zur Geschichte 1, 1999, S. 26-55.

⁷ Vgl. z.B. F. M. Feldhaus, Kulturgeschichte der Technik. Skizzen, v.a. Bd. I, Hildesheim 1976 (zuerst Berlin 1928); ders.: Die Maschine im Leben der Völker, Basel, u.a. 1954, S. 169-294.

⁸ Wiederabdruck in F. Klemm, Zur Kulturgeschichte der Technik. Aufsätze und Vorträge 1954-1978, München 1979, S. 67-84, vgl. in demselben Band auch „Die

Nach weiteren vereinzelten Arbeiten widmeten sich dann Dieter Hägermann und Karl-Heinz Ludwig Mitte der 1980er Jahre in der von ihnen begründeten „Wissenschaftlichen Einheit für Sozial-, Technik- und Wirtschaftsgeschichte des Mittelalters und der Frühen Neuzeit“ an der Universität Bremen auf der Basis des inzwischen erreichten Standes der internationalen Diskussion dezidiert diesem Themenbereich. In ihren Forschungen analysierten Hägermann und seine Mitarbeiter beispielsweise die Bedeutung der Getreidemühle in der frühmittelalterlichen Grundherrschaft und trugen damit wesentlich zu der bereits angesprochenen, neuen Beurteilung der Chronologie und Verbreitung dieser Technologie im Frühmittelalter bei.⁹ Karl-Heinz Ludwig legte eine Reihe von Arbeiten zum hoch- und spätmittelalterlichen Bergbau vor, die technik- ebenso wie sozialhistorische Aspekte behandelten. Hägermann und Ludwig verfassten Anfang der 1990er Jahre zudem die Abschnitte zum Früh- und Hochmittelalter in der fünfbandigen Propyläen-Technikgeschichte. Auf diese Weise wurde der aktuelle Forschungsstand zur mittelalterlichen Technikgeschichte in Deutschland erstmals einem breiteren Publikum zugänglich. Nicht zuletzt gelang es ihnen gleichzeitig durch ihre Mitarbeit im Herausgebergremium des „Lexikon des Mittelalters“, in diesem Werk eine Reihe technikhistorischer Lemmata in durchaus prominenter Stellung unterzubringen. Insofern Fachherausgeber aus dem Bereich der Technikgeschichte später auch am „Neuen Pauly“ (Antike) und gegenwärtig der „Enzyklopädie der Neuzeit“ (1450-1850) beteiligt waren bzw. sind, kann die Berücksichtigung technikhistorischer Themen in diesen drei Standardwerken als einer der wesentlichen Erfolge hinsichtlich der Verankerung der Technikgeschichte vorindustrieller Epochen in der Geschichtswissenschaft gelten.

sieben mechanischen Künste des Mittelalters“ (S. 85-89) und „Energiequellen der mittelalterlichen Technik“ (S. 90-95).

⁹ Vgl. K. Elmsäuser, A. Hedwig, Studien zum Polyptychon von Saint-Germain-des-Prés, Köln, u.a. 1993.

So wie Hägermann und Ludwig ihre technikhistorischen Interessen im Rahmen ihrer Lehrstühle für mittelalterliche bzw. neuzeitliche Geschichte verfolgten, geschah dies auch andernorts: zu denken wäre hier zuerst an Wolfgang von Stromers (Erlangen-Nürnberg) zahlreiche Einzelstudien, die in beeindruckender Detailarbeit das Zusammenspiel von technik-, wirtschafts-, sozial- und konsumhistorischen Entwicklungen im Spätmittelalter verdeutlicht haben; an die Arbeiten von Dietrich Lohrmann (Aachen) zur mittelalterlichen Mühlentechnik; sowie an Gerhard Dohrn-van Rossum, der später den Lehrstuhl für mittelalterliche Geschichte in Chemnitz übernahm. Dohrn-van Rossums epochenübergreifende „Geschichte der Stunde“ (1992) dürfte dabei mit ihrem inhaltlichen Schwerpunkt auf dem spätmittelalterlichen Innovationsprozess der Räderuhr die einzige deutsche Monographie zu einer klassischen Erfindung des Mittelalters sein, die, mehrfach übersetzt, auch ein internationales Echo gefunden hat. Zur Technikgeschichte im weiteren Sinne können zudem Beispiele wie die Arbeiten von Günter Binding und seinen Mitarbeitern zu bautechnischen Aspekten des mittelalterlichen Kirchenbaus gezählt werden, die jedoch meist eher der Architektur- bzw. der Kunstgeschichte zugerechnet werden. Grundlegende Bedeutung hatte weiterhin der von der Frontinus-Gesellschaft herausgegebene Band zur Wasserversorgung im Mittelalter¹⁰ oder Volker Schmidtchens Arbeit zur spätmittelalterlichen Kriegstechnik,¹¹ hinzuzurechnen wäre die bereits erwähnte Vielzahl von Regional- und Detailstudien zu Einzelfragen.

Unter den größeren deutschen Technikmuseen blieben Forschungsaktivitäten zum Mittelalter – nicht zuletzt aufgrund der eher raren Exponate aus dieser Zeit – die Ausnahme. Ansätze finden sich am ehesten im Deutschen Bergbau Museum in Bochum und insbesondere im Deutschen

¹⁰ Frontinus-Gesellschaft (Hg.), Die Wasserversorgung im Mittelalter (=Geschichte der Wasserversorgung, IV). Mainz 1991.

¹¹ V. Schmidtchen, Kriegswesen im späten Mittelalter: Technik, Taktik, Theorie, Weinheim 1990.

Schiffahrtsmuseum in Bremerhaven mit seinem spektakulären Exponat einer fast vollständig erhaltenen Hansekogge von 1380. Das Deutsche Museum in München hat sich hingegen nach den Arbeiten von Friedrich Klemm praktisch gar nicht mehr der mittelalterlichen Technikgeschichte gewidmet, ähnliches gilt für das Deutsche Technikmuseum in Berlin. Allerdings erwuchs aus einem großen, letztlich nicht realisierten Ausstellungsprojekt des Römisch-Germanischen Zentralmuseums in Mainz der vorläufig letzte Meilenstein der mittelalterlichen Technikgeschichte in Deutschland: Der 1996 von Uta Lindgren herausgegebene, opulent illustrierte Sammelband „Technik im Mittelalter. Tradition und Innovation 800-1400“. Hier stand nach dem synthetischen Ansatz der Propyläen-Technikgeschichte nun eher vertiefende Detailarbeit auf dem Programm. Die etwa fünfzig Beiträge dieses Handbuches widmeten sich –in allerdings sehr unterschiedlicher Tiefenschärfe – einzelnen Technologien oder auch technischen Detailfragen. Die Interpretation und Deutung dieser Wandlungsprozesse wurde hier jedoch nicht weiter vorangetrieben. Wenn Karl-Heinz Ludwig diesen Band 1998 noch recht hoffnungsfroh als „weiteres Vorspiel neuer Mittelalterdeutung“ rezensierte,¹² sollte sich dies letztlich als zu optimistisch erweisen. In vieler Hinsicht markiert der Band in Deutschland eher den bis dato letzten Höhepunkt technikhistorischer Arbeiten zum Mittelalter mit übergreifendem Anspruch.

Strukturelle Probleme der mittelalterlichen Technikgeschichte in Deutschland seit Mitte der 1990er Jahre

Die ohnehin schwache institutionelle Basis der mittelalterlichen Technikgeschichte in Deutschland ist in den letzten zehn Jahren weitgehend weggebrochen. Eigenständige Lehrstühle für Technikgeschichte des Mittelalters gab es, wie bereits angemerkt, ohnehin nie. Die Arbeit der genannten Wissenschaftlichen Einheit in Bremen fand mit der

¹² VSWG 85, 1998, S. 432-434.

Emeritierung von Karl-Heinz Ludwig und Dieter Hägermann ihr Ende. Auch die Forschungen von Wolfgang von Stromer und Dietrich Lohrmann haben an deren Institutionen nach ihrer Emeritierung bislang keine Fortsetzung gefunden. So vertritt nur Gerhard Dohrn-van Rossum in Chemnitz die Technikgeschichte des Mittelalters im Rahmen seines Lehrstuhls für mittelalterliche Geschichte. Dieser immer dünneren Basis entsprechend sind auch einschlägige Kooperationsprojekte in der Forschung oder entsprechende Konferenzen ausgeblieben. Zumindest wurden jedoch auf den Historikertagen in Aachen (2000) und Konstanz (2006) von Dietrich Lohrmann bzw. Horst Kranz organisierte Sektionen zur mittelalterlichen Technikgeschichte in das Programm aufgenommen.

Unter diesen Rahmenbedingungen wurde zur Technikgeschichte des Mittelalters hierzulande zuletzt vornehmlich an Einzelfragen gearbeitet. Dabei sind, häufig in Form von durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Dissertationen oder Habilitationen, beeindruckende Arbeiten vorgelegt worden. Erwähnt sei die Edition des so genannten mittelalterlichen Hausbuches (1997) mit seinen auch technischen Inhalten oder aktuell die Edition der illustrierten Bilderhandschrift des Ingenieurs Konrad Gruter aus Werden, der um 1400 in italienischen Diensten stand, durch Dietrich Lohrmann unter Mitarbeit von Horst Kranz und Ulrich Alertz. Hier handelt es sich zweifellos um das spektakulärste in den letzten Jahrzehnten neu aufgefundene technische Manuskript des Mittelalters.¹³ Unter die Großprojekte ist auch die Würzburger Habilitation zu spätmittelalterlichen Büchsenmeisterbüchern von Rainer Leng mit ihrem umfassenden Handschriftenverzeichnis zu rechnen.¹⁴ Es ist vielleicht kein Zufall, dass sich diese Arbeiten zum

¹³ D. Lohrmann, H. Kranz, U. Alertz, Konrad Gruter von Werden, *De machinis et rebus mechanicis*. Ein Maschinenbuch aus Italien für den König von Dänemark 1393–1424, 2 Bde., Città del Vaticano 2006.

¹⁴ R. Leng, *Ars belli*. Deutsche taktische und kriegstechnische Bilderhandschriften und Traktate im 15. und 16. Jahrhundert, 2 Bde., Wiesbaden 2002.

spätmittelalterlichen technischen Schrifttum auch dem „klassischen“ Thema der Ingenieure der Renaissance zurechnen lassen, dem traditionell das Interesse der Forschung wie auch einer breiteren Öffentlichkeit gilt. Eine solche, in vieler Hinsicht nahe liegende, gemeinsame Behandlung von Mittelalter und Früher Neuzeit liegt auch einem neueren, von Klaus Grubmüller herausgegebenen Sammelband zur Rezeption von Automatenkonstruktionen zugrunde, ebenso der auf Englisch publizierte, detailreichen Dissertation von Daniela Gräf über die Schiffmühlen vom frühen Mittelalter bis zur Neuzeit.¹⁵ Hervorzuheben ist zudem, gerade auch aufgrund seines umfassenden Ansatzes, ein in der Schriftenreihe des Schifffahrtsmuseums in Bremerhaven erschienener Sammelband zur Schifffahrtsgeschichte des Mittelalters.¹⁶ Die Zahl einschlägiger monographischer Darstellungen ist darüber hinaus gering, zu erwähnen wäre die Arbeit von Mark Feuerle zum mittelalterlichen Hebelwurfgeschütz¹⁷ sowie mehrere Bände der von Dietrich Lohrmann begründeten Reihe der „Aachener Studien zur älteren Energiegeschichte“. Gerhard Fouquets Studie zum kommunalen Baubetrieb des Spätmittelalters wiederum, angesiedelt im Schnittfeld von Stadt-, Verwaltungs- und Handwerksgeschichte, verfolgt nicht ausschließlich technikhistorische Fragestellungen.¹⁸

Auffällig ist gerade auch vor dem Hintergrund dieser Einzelstudien, dass die Diskussion übergreifender Fragestellungen zur mittelalterlichen

¹⁵ K. Grubmüller (Hg.): Automaten in Kunst und Literatur des Mittelalters und der frühen Neuzeit, Wolfenbüttel 2003. D. Gräf, Boat Mills in Europe from Early Medieval to Modern Times, Dresden 2006.

¹⁶ K. Elmshäuser (Hg.), Häfen, Schiffe, Wasserwege. Zur Schifffahrt des Mittelalters, Hamburg 2002.

¹⁷ M. Feuerle, Blide - Mange - Trebuchet. Technik, Entwicklung und Wirkung des Wurfgeschützes im Mittelalter. Eine Studie zur mittelalterlichen Innovationsgeschichte, Berlin 2005.

¹⁸ G. Fouquet, Bauen für die Stadt. Finanzen, Organisation und Arbeit in den kommunalen Baubetrieben des Spätmittelalters, Köln, u.a. 1999.

Technikgeschichte in jüngerer Zeit praktisch zum Erliegen gekommen ist¹⁹ – auch in der maßgeblichen Fachzeitschrift „Technikgeschichte“ ist seit 1990 kein entsprechender Artikel mehr erschienen.²⁰ Reinhold Reiths kritische Einschätzung der traditionellen These der „Technikfeindlichkeit“ der Zünfte untersucht diese Frage vornehmlich mit Bezug auf frühneuzeitliches Quellenmaterial, dennoch deckt sich seine Argumentation mit der Auffassung der Mittelalterarchäologie, die vielmals das Innovationspotenzial des mittelalterlichen Handwerks betont hat.²¹ Generell konzentrieren sich Forschungen zum mittelalterlichen Handwerk ansonsten stark auf Fragen der Organisationsformen handwerklicher Arbeit und nehmen technische Wandlungsprozesse nur vereinzelt in den Blick.²² Als systematischer Neuansatz kann demgegenüber in den letzten Jahren im Wesentlichen nur das Kooperationsprojekt zwischen Archäologie, Mittelalterlicher Geschichte und Sprachwissenschaft „Innovation und Professionalisierung des mittelalterlichen Handwerks im südlichen Ostseeraum“ (Universität Kiel / Universität Greifswald / HU Berlin)

¹⁹ Vgl. zu einer ähnlichen Einschätzung der deutschen Wirtschaftsgeschichte des Mittelalters N. Fryde, M. Rothmann, *Nouvelles approches dans la recherche en histoire économique allemande*, in: J.-C. Schmitt, G. Oexle (Hg.), *Les tendances actuelles de l'histoire du Moyen Age en France et en Allemagne*, Paris 2003, S. 555-560.

²⁰ D. Hägermann, K.-H. Ludwig, *Verdichtungen von Technik als Periodisierungsindikatoren des Mittelalters*, in: *Technikgeschichte* 57, 1990, S. 315-328.

²¹ R. Reith, *Technische Innovationen im Handwerk der frühen Neuzeit. Traditionen, Probleme und Perspektiven der Forschung*, in: K. H. Kaufhold, W. Reininghaus (Hg.), *Stadt und Handwerk im Mittelalter und früher Neuzeit*, Köln, u.a. 2000, S. 21-60.

²² Es mag symptomatisch sein, dass die Frage technischer Innovationsprozesse in einem maßgeblichen Überblick über die Palette ausgewählter Forschungsprobleme zum Verhältnis von Stadt und Handwerk keine Erwähnung fand, vgl. W. Reininghaus, *Stadt und Handwerk. Eine Einführung in Forschungsprobleme und Forschungsfragen*, in: Kaufhold / Reininghaus (wie Anm. 21), S. 1-19.

gelten.²³ Für eine solche, disziplinenübergreifende Perspektive bietet im deutschsprachigen Raum ansonsten wohl das österreichische Institut für Realienkunde des Mittelalters und der frühen Neuzeit in Krems das herausragendste Beispiel. Generell kann zurzeit zweifellos die Mittelalterarchäologie als lebendigstes Forschungsfeld für technikhistorische Fragen gelten, auch wenn Modellbildungen und konzeptionelle Ansätze für diesen Themenkomplex hier eher noch am Anfang stehen. Ein Überblick über entsprechende Publikationen, in denen zunehmend auch die langfristige Entwicklung technologischer Prozesse und Kompetenzen in den Blick gerät, wäre ebenso dringend geboten wie eine inhaltlich vergleichende Standortbestimmung der Forschungsergebnisse von mittelalterlicher Technikgeschichte und Mittelalterarchäologie – Aufgaben, die allerdings an dieser Stelle nicht geleistet werden können.²⁴

Die hier für die deutsche Forschung skizzierte Situation ist in ihren Grundzügen durchaus nicht untypisch. Der Verzicht auf übergreifende Interpretationen der technischen Wandlungsprozesse des Mittelalters kennzeichnet auch die internationale Forschung der letzten zehn Jahre: Aufgrund der zwischenzeitlich viel breiteren Basis an Detailstudien wird hier zwischen den überkommenen Thesen von Stagnation oder Revolution ein dritter Weg gesucht, der gerade die lokal und regional zuweilen sehr

²³ Vgl. zu ersten Ergebnissen, mit programmatischem Ansatz: J.-M. Becker, D. Bulach, U. Müller, Skora, corium, ledder – Innovation und Professionalisierung im Lederhandwerk des südlichen Ostseeraumes, in: *Hansische Geschichtsblätter* 122, 2004, S. 87-116.

²⁴ Zu Entwicklung und Selbstverständnis der Mittelalterarchäologie vgl. G. Fehring, *Die Archäologie des Mittelalters. Eine Einführung*, 3. Aufl. Darmstadt 2000. P. Crabtree (Hg.), *Medieval Archaeology. An Encyclopedia*, New York u. a. 2001; Chr. M. Gerrard, *Medieval Archaeology: Understanding Traditions and Contemporary Approaches*, London 2003 und die Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters (1973ff.). Als Beispiele für entsprechende Arbeiten, die technikhistorisch relevante Fragen ansprechen, vgl. H. Steuer, U. Zimmermann (Hg.), *Montanarchäologie in Europa*, Sigmaringen 1993. M. Herdick, *Handwerk auf der Burg - Gewerbe auf dem Lande*, in: M. Häberlein, Chr. Jeggle (Hg.), *Vorindustrielles Gewerbe. Handwerkliche Produktion und Arbeitsbeziehungen in Mittelalter und früher Neuzeit*, Konstanz 2004, 37-62.

unterschiedlichen Rahmenbedingungen technischer Wandlungsprozesse im Mittelalter differenziert herausarbeitet.²⁵ Die Crux dieser begrüßenswerten Entwicklung liegt dementsprechend darin, dass mit dem genaueren Blick die plakativen Thesen verloren gehen, die für eine stärkere Berücksichtigung marginaler Forschungsfelder im etablierten Kanon der historischen Wissenschaften scheinbar unabdingbar sind. Die institutionelle Verankerung technikhistorischer Forschungen zum Mittelalter ist in anderen europäischen Ländern oder den USA ebenfalls vergleichbar schwach. Dennoch ist die Forschung in den letzten zehn Jahren hier vielfach weit lebendiger, zu wichtigen Veröffentlichungen, dies sei im Folgenden an einigen Beispielen erläutert, ist in der deutschen Forschung kein Pendant zu erkennen. Das gilt für resümierende Artikel wie Bert Halls Einordnung von Lynn Whites Lebenswerk oder die Einschätzungen der Bedeutung der mittelalterlichen Mühlentechnik von Richard Holt und zuletzt Adam Robert Lucas – wobei diese sich allerdings im Wesentlichen auf die Situation in England beschränken bzw. nur englischsprachiger Literatur auswerten.²⁶ Dies gilt auch für die Bücher von Kelly De Vries und Bert S. Hall zur mittelalterlichen Kriegstechnik, John Langdons auf breiter Quellenbasis angelegte Studien zur Verbreitung des Pferdes in der Landwirtschaft bzw. zur Mühlentechnik im mittelalterlichen England, Roberta Magnussons Überblick zu technischen Fragen der mittelalterlichen Wasserversorgung oder Pamela O. Longs epochenübergreifende Studie zur

²⁵ Vgl. zu diesem Argument M.-C. Amouretti, Introduction, in: D. Meeks, D. Garcia (Hg.), *Techniques et économie antiques et médiévales: le temps de l'innovation*, Paris 1997, S. 7-12; P. Squatriti, Introduction, in: ders. (Hg.), *Working with water in medieval Europe. Technology and resource-use*, Leiden, u.a. 2000, S. XV-XX.

²⁶ Hall, Lynn White (wie Anm. 3); R. Holt, *Medieval Technology and the Historians: The Evidence for the Mill*, in: ebd., S. 103-121; vgl. auch ders., *The mills of medieval England*, Oxford 1988; A. R. Lucas, *Industrial milling in the ancient and medieval worlds*, in: *Technology and Culture* 46, 2005, S. 1-30. Der jüngst erschienene, umfassende Forschungsüberblick von A. R. Lucas konnte für diesen Beitrag nicht mehr im Detail ausgewertet werden: *Wind, Water, Work. Ancient and Medieval Milling Technology*, Leiden 2006.

Frage von Geheimhaltung und „Veröffentlichung“ technischen Wissens.²⁷ Zu nennen wären darüber hinaus die Sammelbände des Ashgate-Verlages, die wichtige ältere Artikel beispielsweise zu technischen Fragen des Kathedralenbaus oder materialinduzierten Grenzen und Möglichkeiten mittelalterlicher Technik neu zugänglich machen.²⁸ An gleicher Stelle erscheint seit 2002 auch die Veröffentlichungsreihe der amerikanischen „Association Villard de Honnecourt for Interdisciplinary Study of Medieval Technology, Science and Art“ (AVISTA), die zusammen mit der englischen „Society for the History for Medieval Technology and Science“ (SHMTS) als maßgebliche wissenschaftliche Gesellschaft zur mittelalterlichen Technikgeschichte im internationalen Rahmen gelten kann. Zu wichtigen neueren Publikationen hinzuzurechnen wären des Weiteren eine ganze Reihe meist in Frankreich oder Italien herausgegebener Tagungsbände, beispielsweise „Techniques et économie antiques et médiévales“ und „L’innovation technique au moyen age“ mit jeweils dutzenden kurzer Beiträge zahlreicher europäischer Autorinnen und Autoren, „I mulini nell’Europa medievale“ und zuletzt „Le technicien dans la cité en Europe occidentale“.²⁹ Von hiesigen Forschern waren oder sind

²⁷ K. De Vries, *Medieval military technology*. Peterborough 1992; ders., *Guns and men in medieval Europe, 1200 – 1500*, Aldershot 2002; ders., *The artillery of the Dukes of Burgundy, 1363-1477*, Woodbridge 2005; B. S. Hall, *Weapons & Warfare in Renaissance Europe*, Baltimore, u.a. 1997; J. Langdon, *Horses, oxen and technological innovation. The use of draught animals in English farming from 1066 to 1500*, Cambridge 1986; ders., *Mills in the medieval economy. England 1300 – 1540*, Oxford 2004; R. Magnusson: *Water technology in the Middle Ages. Cities, monasteries, and waterworks after the Roman Empire*, Baltimore, u.a. 2001; Pamela O. Long, *Openness, secrecy, authorship: Technical arts and the culture of knowledge from Antiquity to the Renaissance*, Baltimore, u.a. 2001.

²⁸ L. T. Courtenay (Hg.), *The engineering of medieval cathedrals*, Aldershot 1997; E. B. Smith, M. Wolfe (Hg.), *Technology and resource-use in medieval Europe: cathedrals, mills, and mines*, Aldershot 1997.

²⁹ Meeks, Garcia, *Techniques* (wie Anm. 25); P. Beck (Hg.), *L’innovation technique au Moyen Age*, Paris 1998; P. Galetti, P. Racine (Hg.), *I mulini nell’Europa medievale*, Bologna 2003; M. Arnoux, P. Monet (Hg.), *Le technicien dans la cité en Europe*

hier regelmäßig nur Wolfgang von Stromer, Dietrich Lohrmann und Gerhard Dohrn-van Rossum mit Beiträgen präsent. Zu denken wäre zudem an den exzellenten, von Paolo Squatriti herausgegebene Sammelband zum mittelalterlichen Wasserbau in europäischer Perspektive,³⁰ für den Klaus Grewe den entsprechenden Überblicksartikel zum deutschsprachigen Raum beige-steuert hat. Auch die neueren populärwissenschaftlichen und einführenden Darstellungen kommen schließlich nicht aus Deutschland, zu nennen wären „Cathedral, Forge, and Waterwheel“ von Frances und Joseph Gies (1994), „Medioevo sul naso“ von Chiara Frugoni (2001) oder Elspeth Whitneys Einführung „Medieval science and technology“ (2004), in welcher der Überblick über die technischen Wandlungsprozesse allerdings vergleichsweise kurz ausfällt.

Es ist sicher Ansichtssache, inwiefern eine Technikgeschichte des Mittelalters bei allem Interesse an entsprechenden Fragestellungen überhaupt eine eigenständige historische Teildisziplin sein muss. Die genannten Beispiele, sei es im internationalen Kontext, sei es in der deutschen Forschung belegen, dass bemerkenswerte Einzelstudien durchaus ohne dezidiert fachpolitisches Anliegen möglich sind. Allerdings sind größere Forschungsprojekte gerade auch mit vergleichenden Ansätzen auf der skizzierten, schwachen institutionellen Basis kaum denkbar. Damit wird jedoch, nun wieder mit Blick auf die deutsche Forschungslandschaft, der einleitend genannte, problematische Zustand möglicherweise perpetuiert: Es ist bislang weder gelungen, die Forschungsergebnisse technikhistorischer Arbeiten der letzten Jahrzehnte in der Mediävistik zu verankern, noch kann die mittelalterliche Technikgeschichte als viel beachteter Gegenstand einer epochenübergreifenden Technikgeschichte selbst gelten. Diese beiden Punkte seien abschließend kurz erläutert.

occidentale, 1250-1650 (=Collection de l'École française de Rome, 325). Rome 2004.

³⁰ Squatriti, Working with water (wie Anm. 25).

Die Integration technikhistorischer Fragestellungen in die Mediävistik ist nicht gelungen, obwohl entsprechende Ansätze – wie die Aufnahme technikhistorischer Lemmata in das „Lexikon des Mittelalters“ – zeitweise durchaus erkennbar waren. Dieses Manko sei an zwei symptomatischen Beispielen erläutert. 1999 ging Hans Werner Goetz in seinem umfassenden Überblick „Moderne Mediävistik. Stand und Perspektiven der Mittelalterforschung“ kurz, aber wohlwollend auf technikhistorische Arbeiten ein – unter Nennung der Propyläen-Technikgeschichte, des von Uta Lindgren herausgegebenen Bandes und der Arbeiten von Dietrich Lohrmann – und würdigte insbesondere die erreichte Öffnung zur Sozial- und Wirtschaftsgeschichte.³¹ Nur vier Jahre später wurde Technikgeschichte in dem ebenfalls von Hans Werner Goetz und Jörg Jarnut herausgegebenen Sammelband „Mediävistik im 21. Jahrhundert. Stand und Perspektiven der internationalen und interdisziplinären Mittelalterforschung“ auf gut 500 Seiten nur noch in sehr diffuser Form mit Blick auf die materiellen Grundlagen einer Mediengeschichte des Mittelalters erwähnt. Die Mittelalterarchäologie hingegen, in der Mediävistik inzwischen weit besser positioniert als die Technikgeschichte, ist demgegenüber in diesem Band mit einem selbständigen Beitrag vertreten.³² Zuletzt erschienene Studienführer wie Martina Hartmanns „Mittelalterliche Geschichte studieren“ werden mit ein, zwei Randbemerkungen vermutlich bei Studierenden ebenfalls kein größeres Interesse für technikhistorische Fragestellungen wecken, während der Wirtschafts- und Sozialgeschichte, der Alltagsgeschichte oder wiederum der Mittelalterarchäologie jeweils kurze Abschnitte gewidmet sind. Man darf die unumgänglichen Lücken solcher Einführungswerke sicherlich

³¹ H. W. Goetz, *Moderne Mediävistik. Stand und Perspektiven der Mittelalterforschung*, Darmstadt 1999, S. 250-251.

³² Vgl. im Begriffsregister die Angaben zum Stichwort „Technikgeschichte, Technologiegeschichte“: H. W. Goetz, J. Jarnut (Hg.), *Mediävistik im 21. Jahrhundert. Stand und Perspektiven der internationalen und interdisziplinären Mittelalterforschung*, München 2003, S. 511.

nicht auf die Goldwaage legen, aber es passt doch in das Gesamtbild, wenn in diesem Fall allein der Brille im Kapitel „Lebensbedingungen“ unter Bezug auf Chiara Frugonis Buch vergleichsweise breiter Raum gewidmet wird, ansonsten nur noch das Kummet und der Pflug mit Streichbrett im Kontext der mittelalterlichen Landwirtschaft genannt werden, die Mühle als breitenwirksame Technologie jedoch mit keinem Wort erwähnt wird.³³

Was die Technikgeschichte als zwischenzeitlich etablierte historische Teildisziplin selbst angeht, mag festgestellt werden, dass vormoderne Epochen (Ur- und Frühgeschichte, Antike, Mittelalter, Frühe Neuzeit) meist separat erforscht werden und die auf diesen Gebieten tätigen Kolleginnen und Kollegen bislang untereinander nur wenig vernetzt sind. Dementsprechend ist auch der Stellenwert technischer Wandlungsprozesse des Mittelalters für den europäischen Modernisierungsprozess nicht systematisch in epochenübergreifender Perspektive zu bestimmen gesucht worden. Wenn Wilfried Reininghaus für die Handwerksgeschichte in bewusster Zuspitzung festgestellt hat: „Viele Wirtschaftshistoriker in Deutschland sind dabei, die Brücken zur vorindustriellen Zeit abubrechen“,³⁴ so ist diese Tendenz – mit signifikanten Ausnahmen³⁵ – durchaus auch in der Technikgeschichte zu erkennen. Kommt dementsprechend dem Mittelalter schon innerhalb der Technikgeschichte selbst nur vergleichsweise geringe Aufmerksamkeit zu, gilt dies noch verstärkt mit Blick auf verschiedene Nachbardisziplinen. Der Technikphilosophie scheint die Zeit zwischen der Antike und der Industrialisierung in der Regel kaum der Reflexion wert, und auch von Seiten der Wirtschaftsgeschichte blieb Joel Mokyr's Diskussion technischer

³³ M. Hartmann, *Mittelalterliche Geschichte studieren*, Konstanz 2004, zur Brille dort S. 55-57, zu Streichbrettpflug und Kummet S. 62.

³⁴ Reininghaus, *Stadt und Handwerk* (wie Anm. 22), S. 3.

³⁵ In der unlängst erschienenen „Geschichte des Ingenieurs“ haben die Herausgeber vorindustriellen Epochen erhebliches Gewicht eingeräumt, vgl. W. Kaiser / W. König (Hg.), *Geschichte des Ingenieurs. Ein Beruf in sechs Jahrtausenden*, München 2006.

Wandlungsprozesse des Mittelalters im Rahmen seiner epochenübergreifenden Skizze des Verhältnisses von technischen Innovationen und wirtschaftlicher Entwicklung eine Ausnahme.³⁶ Angesichts der oben konstatierten Zurückhaltung bezüglich der Diskussion übergreifender Fragen innerhalb der mittelalterlichen Technikgeschichte selbst scheint es demnach zweifelhaft, inwiefern dieser Themenkomplex in Zukunft einmal verstärkt von anderen Disziplinen aufgegriffen werden könnte – sei es von der Technikphilosophie, sei es von der Umwelt-, der Wirtschafts- oder der Sozialgeschichte.

Dass gerade auch neue methodische Anregungen aus der Mediävistik mehr als genügend Potenzial für zukünftige Forschungen und Fragestellungen einer Technikgeschichte des Mittelalters bieten, steht außer Frage. Entsprechende „Wiederbelebungsmaßnahmen“ scheinen jedoch gerade in Deutschland schwierig – nicht zuletzt aufgrund des fehlenden akademischen Nachwuchses wie auch aufgrund des Umstandes, dass in der universitären Welt Ingenieure und Naturwissenschaftler häufig größeres Interesse an Fragestellungen der vormodernen Technikgeschichte zeigen als Vertreter der historischen und anderer geisteswissenschaftlichen Disziplinen selbst. Denkbare Möglichkeiten lägen zum einen darin, die entstandenen Lücken von Seiten stärker etablierter „Nachbardisziplinen“ wie der Sozial- und Wirtschaftsgeschichte des Mittelalters oder der Mittelalterarchäologie aus zu füllen. Zum anderen ließe sich auch versuchen, innerhalb der Technikgeschichte selbst neue konzeptionelle Ansätze einer epochenübergreifenden „Technikgeschichte der Vormoderne“ zu entwickeln, um in diesem Rahmen das Potenzial einer Technikgeschichte des Mittelalters erneut darzulegen und Anschlussmöglichkeiten für weitergehende Reflexionen zu eröffnen.

Um eines bräuchten sich Initiativen in diese Richtung vermutlich nicht zu sorgen: um Möglichkeiten einer breitenwirksamen Streuung ihrer

³⁶ J. Mokyr, *The lever of riches. Technological creativity and economic progress*, Oxford 1992 (erstmals 1990), S. 201-208.

Forschungsergebnisse. Dabei muss nicht einmal die Prüfung konkreter Möglichkeiten der Übertragbarkeit mittelalterlicher Technologien in Entwicklungs- oder Schwellenländer im Mittelpunkt stehen, die in den 1980er Jahren von Jean Gimpel engagiert propagiert wurde.³⁷ Eine an technikhistorischen Aspekten des Mittelalters interessierte Öffentlichkeit ist im Zuge der regelmäßig wiederkehrenden Mittelalter-Konjunkturen wie auch im Rahmen des wachsenden Interesses an einer breiten „Allgemeinbildung“ zweifellos vorhanden. So brachte „Spektrum der Wissenschaft“ 2003 ein Sonderheft „Forschung und Wissenschaft im Mittelalter“ auf den Markt, und anscheinend stellt eine Übersetzung von Chiara Frugonis Buch ins Deutsche kein allzu großes verlegerisches Wagnis dar; das von Uta Lindgren herausgegebene Handbuch verkauft sich inzwischen in der vierten Auflage. Versteht man universitäre Forschung auch als Dienstleistung für solche gesellschaftlichen Interessen, so wird diese Funktion in Deutschland gegenwärtig nicht mehr erfüllt. Natürlich wäre eine kontinuierliche Forschung erst recht im Hinblick auf eher wissenschaftsinterne Diskussionen erforderlich – Erklärungsmodelle langfristiger europäischer Modernisierungsprozesse können technikhistorische Entwicklungen des Mittelalters eigentlich kaum unbeachtet lassen. Ob Technikgeschichte des Mittelalters jedoch im Hinblick auf solche Horizonte zukünftig in der Mediävistik erneut Raum gewinnen und durch die Einsetzung entsprechender Schwerpunktprogramme gerade auch ihr interdisziplinäres Potenzial entfalten kann, ist zurzeit ungewiss.

³⁷ R. Pernoud, R. Delatouche, J. Gimpel, *Le moyen âge pour quoi faire?*, Paris 1986, dazu kurz auch C. Stegeman, Jean Gimpel and the Legacy of Medieval Technology, in: Zenner, Villard's Legacy (wie Anm. 5), S. XXIX-XXXIII.



Ulrich Troitzsch

Die Technik der Frühen Neuzeit in der neueren deutschen Technikgeschichte

Die Frühe Neuzeit als Epoche der Technikgeschichte

In der allgemeinen Geschichtsschreibung gilt die Epochenbezeichnung Frühe Neuzeit, *cum grano salis*, für den Zeitraum zwischen 1500 und 1800, von der Entdeckung Amerikas bis zur Französischen Revolution. Diese Periode, zwischen ausgehendem Mittelalter und Industrieller Revolution mit ihren jeweiligen zahlreichen Basisinnovationen, weist zwei charakteristische Merkmale auf:

1. Nach den Innovationsschüben im Hoch – und im Spätmittelalter lässt sich die Zahl an wirklich grundlegenden Erfindungen fast an einer Hand abzählen (darunter die Anfänge der Dampfmaschine und die Nacherfindung des Porzellans). Stattdessen beobachten wir eine ständige räumliche Ausbreitung und Optimierung der vorhandenen Maschinen, Gerätschaften und Produktionsverfahren sowie deren Adaption in anderen als den ursprünglichen Produktionszweigen.

2. Seit dem späten 16. Jahrhundert vollzieht sich der Aufstieg der modernen Naturwissenschaften parallel zur noch ausschließlich handwerklich-empirischen Technik. Engere Berührungen ergeben sich erst mit der Entwicklung und dem Bau der für die wissenschaftlichen Experimente erforderlichen Instrumente und Messgeräte, vor allem seit der Mitte des 17. Jahrhunderts.

Ein Bericht über die Technikgeschichtsschreibung zur Frühen Neuzeit nach 1945 impliziert naturgemäß vorab die Beantwortung der noch immer umstrittenen Frage, was denn unter Technik bzw. Technikgeschichte zu verstehen sei. Die pragmatische Antwort lautet: Es sollen bei diesem kursorischen Überblick wissenschaftliche Arbeiten vorgestellt werden, die Fragestellungen zur Genese und Wirkung von Technik, technischem

Denken, Wissen und Handeln im gesellschaftlichen Kontext der Frühen Neuzeit behandeln.

Zu den Fachdisziplinen, die sich mit technikgeschichtlichen Fragestellungen im erwähnten Sinne befassen, zählen neben der immer noch von Ingenieuren praktizierten genetischen Technikgeschichte insbesondere die Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, die (Natur-) Wissenschaftsgeschichte, die Geschichte der Technikwissenschaften, die Kunstgeschichte und die Volkskunde, vereinzelt auch die Philosophie und die Theologie. Diese Fokussierung sehr unterschiedlicher Wissenschaftszweige auf die Technik erklärt sich aus dem in der Frühen Neuzeit noch engen Zusammenhang von Kunst (im damaligen umfassenden Sinne), Technik, Wissenschaft und Naturverständnis.

Grundzüge der Forschung zur Technikgeschichte der Frühen Neuzeit an historischen Instituten nach 1945.

Um den tief greifenden Wandel bei der Technikgeschichtsschreibung zu verdeutlichen, der sich vor allem in der alten Bundesrepublik seit Mitte der sechziger Jahre vollzogen hat, zunächst ein kurzer Rückblick: Einen informativen Eindruck vom Stand der Technikgeschichtsschreibung vor dem Ende des Zweiten Weltkrieges vermittelt das ab 1941 leider nur in Teillieferungen publizierte Sammelwerk „die Technik der Neuzeit“, herausgegeben von Friedrich Klemm, Bibliotheksleiter des Deutschen Museums in München.¹ Fast alle durchweg fachlich soliden Beiträge sind der engeren Technikgeschichte verpflichtet, sind vom linearen Fortschrittsgedanken geprägt und heben die Rolle der schöpferischen Persönlichkeit, also des Ersterfinders, hervor. Wirtschafts- und sozialgeschichtliche Zusammenhänge werden nicht thematisiert. Lediglich die Physikhistoriker Klemm und Hans Schimank bemühten sich um einen kulturgeschichtlichen

¹ F. Klemm (Hg.), Die Technik der Neuzeit, Potsdam 1941-1943 (11 von 26 geplanten Lieferungen).

Ansatz, der sich aber im Wesentlichen auf die geistes- und kunstgeschichtlichen Zusammenhänge von Naturwissenschaften und Technik richtete. Diese „alte Garde“, darunter mehr als die Hälfte der Autoren aus der „Technik der Neuzeit“, prägte auch die ersten Nachkriegsjahrzehnte mit ihren Veröffentlichungen, wobei Technik vorwiegend als angewandte Naturwissenschaft verstanden wurde.² Unterstützt wurde diese Tendenz durch die Einrichtung von Lehrstühlen zur Naturwissenschafts- und Technikgeschichte (Hamburg, Stuttgart, Berlin) sowie des Institutes für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik am Deutschen Museum in München.³

Mit der Einrichtung von Lehrstühlen zur Wirtschafts-, Sozial- und Technikgeschichte im Bereich der Geschichtswissenschaften (Bochum, Hannover, Bremen) seit Mitte der sechziger Jahre richtete sich der Blick nun stärker auch auf die Zusammenhänge von Technik, Wirtschaft und Gesellschaft. Hier galt es, neben dem Schließen von vorhandenen Lücken, neue Fragestellungen zu entwickeln. Der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft eingerichtete Forschungsschwerpunkt „Geschichte der Frühindustrialisierung in Deutschland“ bot dem Bochumer Lehrstuhl und seinen Mitarbeitern die Möglichkeit, die bereits in Hamburg von Albrecht Timm und seinen damaligen Doktoranden begonnene Forschungsfokussierung auf das 17. und 18. Jahrhundert als Vorfeld der späteren Industrialisierung fortzusetzen und zu erweitern. Das Ergebnis waren etliche Dissertationen und Aufsätze zu den Beziehungen von Kameralismus und Technik, Wissens- und Technologietransfer (auch durch Industriespionage) zwischen England und den deutschen Territorien, zur Gewerbeförderung und dem staatlichen Hütten- und Salinenwesen in

² F. Klemm, *Technik. Eine Geschichte ihrer Probleme*, Freiburg i. Br. 1954; C. Graf von Klinckowstroem, *Knaurs Geschichte der Technik*, München 1959; O. Johannsen, *Geschichte des Eisens*, Düsseldorf ³1953; F.M. Röss, *Geschichte der Kokereitechnik*, Essen 1957.

³ W. Weber, L. Engelskirchen, *Streit um die Technikgeschichte in Deutschland 1945-1975*, Münster 2000.

Preußen, wobei auch Anregungen aus dem Theorien- und Methodenspektrum der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften aufgegriffen wurden.⁴ Vor allem galt dies für die innovationstheoretischen Ansätze, die den Blick der jungen Technikhistoriker weg von der traditionellen Erfinder- und Erfindungsgeschichte hin zur Struktur und dem Verlauf von Innovationsprozessen, ihrer Durchsetzung, Nachahmung und Verbreitung lenkten.

Die Jahre zwischen 1965 und 1975 brachten eine Reihe von Geschehnissen, die auf die Gesellschaft und somit auch auf die Wissenschaften nachdrücklich einwirkten: Hier sind vor allem die Studentenbewegung und in ihrem Gefolge die (Wieder-) Entdeckung von Karl Marx in der Bundesrepublik, die Thesen von Dennis Meadows über die Grenzen des Wachstums, die Ölkrise, der Paradigmenwechsel von der politischen Geschichte zur Geschichte als historischer Sozialwissenschaft sowie die Methodendiskussion in der Technikgeschichte zu nennen.

Zentren für solche neuartigen Fragestellungen zur frühneuzeitlichen Technikgeschichte bildeten neben dem Bochumer Lehrstuhl seit 1975 der Lehrstuhl für Wirtschafts- und Sozialgeschichte an der Hamburger Universität und seit 1995 der Lehrstuhl für Technikgeschichte an der Technischen Universität in Cottbus. Hinzu kamen auch Impulse von anderen Hochschulen und Museen – genannt seien hier nur das Deutsche Museum und das Deutsche Bergbaumuseum in Bochum – in Form wichtiger Forschungsbeiträge, ohne dass es dabei aber zu Schwerpunktbildungen kam.

Bei den nachfolgend vorgestellten Publikationen handelt es überwiegend um wissenschaftliche Monographien sowie im Zusammenhang

⁴ W. Kroker, Wege zur Verbreitung technologischer Kenntnisse zwischen England und Deutschland in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, Berlin 1971; H.-J. Braun, Technologische Beziehungen zwischen Deutschland und England. Von der Mitte des 17. bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts, Düsseldorf 1974; W. Weber, Innovationen im frühindustriellen deutschen Bergbau und Hüttenwesen. Friedrich Anton von Heynitz, Göttingen 1976.

mit Ausstellungen oder Tagungen entstandene Sammelwerke. Aufsätze, vor allem aus der jüngsten Zeit, finden dann Berücksichtigung, wenn sie neue Fragestellungen behandeln, methodische Zugriffe wie die Diskursanalyse einsetzen oder Anregungen aus der Debatte um die neue Kulturgeschichte aufgreifen.⁵ Die durch die vielen am Forschungsprozess beteiligten Fachdisziplinen bedingte Heterogenität der jeweiligen Annäherung an das Thema Technik in der Frühen Neuzeit erlaubt keine in sich stringente Strukturierung des Stoffes. Zunächst erfolgt daher ein Forschungsüberblick über relevante Sektoren und Bereiche, in denen technische Innovationen eine maßgebliche Rolle spielten, anschließend werden Untersuchungen mit speziellen Fragestellungen zur Entwicklung der Technik im sozio-ökonomischen und kulturellen Kontext vorgestellt. Die Fülle der Untersuchungen ermöglicht allerdings nur eine exemplarische und damit subjektive Auswahl.

Energetische Grundlagen

Die Debatte um die Thesen des „Club of Rome“ über die Endlichkeit der Ressourcen, die Ölkrise und die Forderung nach der stärkeren Nutzung erneuerbarer Energien in den frühen siebziger Jahren führte – mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung – auch zu Forschungen über die Energie- und Rohstoffsituation in der vorindustriellen Periode. Ein wesentlicher thermischer Energieträger für Haushalt und Gewerbe war das Holz, das aber gleichzeitig auch als Bau- und Konstruktionswerkstoff genutzt wurde. Angeregt durch die so genannte Holzsparliteratur konstatierte Rolf-Jürgen

⁵ Leider gibt es bislang keine Bibliographie zur frühneuzeitlichen Technikgeschichte. Lediglich für das 18. Jahrhundert hat der Verfasser dieses Beitrages zwei Literaturberichte vorgelegt. Vgl. U. Troitzsch, Technik und Gesellschaft in Deutschland im 18. Jahrhundert. Forschungsstand und Forschungsdefizite, in: Derselbe. (Hg.), Technologischer Wandel im 18. Jahrhundert, Wolfenbüttel 1981, S. 9-38; Derselbe., Veröffentlichungen zur Geschichte Deutschlands im 18. Jahrhundert. 1981-1995), in: Derselbe, (Hg.), „Nützliche Künste“. Kultur- und Sozialgeschichte der Technik im 18. Jahrhundert, Münster 1999, S. 257-279.

Gleitsmann für die ausgehende Frühe Neuzeit eine allgemeine „Holzkrise“.⁶ Auch der rasche Übergang vom Brennstoff Holz zur Steinkohle im frühindustriellen England wurde von Rolf-Peter Sieferle auf die Verknappung des Holzes zurückgeführt.⁷ Diese Thesen von einer generellen Verknappung wurden von Joachim Radkau bestritten, was dann zu einer mehrjährigen literarischen Kontroverse führte⁸

Neben der menschlichen und tierischen Muskelkraft standen in der Frühen Neuzeit als weitere Energiequellen Wasser und Wind zur Verfügung, die mit den seit dem Mittelalter zunehmend sich ausbreitenden Wasser- und Windmühlen genutzt wurden.⁹

Das in den letzten Jahrzehnten wachsende Interesse an der Erhaltung historischer Mühlen hat zu einem Aufschwung der Mühlenforschung geführt, was zu einer Fülle wissenschaftlicher und populärwissenschaftlicher Publikationen geführt hat.¹⁰ Dabei lassen sich zwei Gruppen unterscheiden, einmal jene Darstellungen, die sich vorwiegend mit der eigentlichen Mühlentechnologie befassen¹¹, und solche, die den Versuch

⁶ R.-J. Gleitsmann, Rohstoffmangel und Lösungsstrategien. Das Problem vorindustrieller Holzknappheit, in: F. Duve (Hg.), Demokratische und autoritäre Technik. Beiträge zu einer anderen Technikgeschichte, Reinbek bei Hamburg 1980. S. 104-154.

⁷ R.-P. Sieferle, Der unterirdische Wald. Energiekrise und Industrielle Revolution, München 1982.

⁸ H.-J. Radkau, Holzverknappung und Krisenbewußtsein im 18. Jahrhundert, in Geschichte und Gesellschaft (1983), H. 4, S. 513-543; Derselbe, I. Schäfer, Holz. Ein Naturstoff in der Technikgeschichte, Reinbek bei Hamburg 1987 (dort weitere Literaturhinweise zur Kontroverse).

⁹ G. Bayerl (Hg.), Wind und Wasserkraft. Die Nutzung regenerierbarer Energiequellen in der Geschichte, Düsseldorf 1989.

¹⁰ K. Schlottau, G. Bayerl, U. Troitzsch, Bibliographie deutschsprachiger Mühlenliteratur, Ehestorf 2003.

¹¹ H. Jüttemann, Alte Bauernsägen im Schwarzwald und in den Alpenländern, Karlsruhe 1984; J. Mager, Mühlenflügel und Wasserrad, Leipzig 1990; O. Wagenbreth, H. Düntzsch, R. Tschiersch, E. Wächtler, Mühlen: Geschichte der Getreidemühlen. Technische Denkmale in mittel- und Ostdeutschland, Leipzig 1994; J. Gaebeler, Ein Beitrag zur Frühgeschichte der Sägemühlen (1200-1600): Neue

unternehmen, die sich über mehrere Jahrhunderte hinziehende Weiterentwicklung der Mühlentechnik in den gesellschaftlichen Kontext einzubetten.¹² Eines der monströsesten und kostspieligsten Mühlenprojekte des späten 17. Jahrhunderts war die Errichtung der Maschine von Marly in den Jahren 1681-1685. Unter dem Einsatz von 14 Wasserrädern wurde Wasser aus der Seine auf eine Höhe von 162 Metern zu den Fontänen des Schlosses von Versailles gepumpt. In seiner jüngst publizierten wissenschafts- und kulturgeschichtlichen Dissertation über die Maschine von Marly zeigt Thomas Brandstetter, wie die Anlage bis zu ihrem Abbruch im Jahre 1817 „eine entscheidende Rolle vom Substanzbegriff zum Funktionsbegriff der Maschine spielte.“¹³ Galt sie zunächst als herausragendes architektonisches Monument, als Sinnbild der Größe Ludwig XIV, so kritisierten sie später die Physiokraten als Sinnbild der Verschwendungssucht. Gleichzeitig war sie aber auch Untersuchungsgegenstand der Wissenschaftler, die die geringe Effizienz der Maschine zu verbessern suchten:

„Die Maschine von Marly war ein wichtiger Schauplatz für die Entstehung eines ökonomischen Kraftmaßes...Den vorläufigen Endpunkt erreichte die Entstehung des ökonomischen Kraftmaßes um 1830 mit der Formulierung des Begriffs der ‚mechanischen Arbeit‘.“¹⁴

Erfassungen und kritische Überlegungen zur Entstehung aus der Mühlendiversifikation, Remagen 2002.

¹² H. Herzberg, Mühlen und Müller in Berlin. Ein Beitrag zur Geschichte der Produktivkräfte, Berlin 1986; Centrum Industriekultur Nürnberg (Hg.), Räder im Fluß. Die Geschichte der Nürnberger Mühlen, Nürnberg 1986.

¹³ Th. Brandstetter, Kräfte messen. Die Maschine von Marly und die Kultur der Technik 1680-1840. URL: <http://e-pub.uni-weimar.de/volltexte/2006/798/> -Zitat von S. 242.

¹⁴ A. a. O. in der der Dissertation vorangestellten Kurzfassung.

Montanwesen

Einer der bislang am besten untersuchten Produktionsbereiche ist das Montanwesen, vor allem dabei der Bergbau mit seiner bis in das späte 15. Jahrhundert zurückreichenden landesherrlichen Aktenüberlieferung und seiner eigenständigen Kultur.¹⁵ Zentren der Forschung in Deutschland sind hier vor allem das Deutsche Bergbau-Museum in Bochum mit der Zeitschrift „Der Anschnitt“ sowie die Bergakademie im sächsischen Freiberg. Eine Symbolfigur des frühneuzeitlichen Bergbaus ist der Arzt, Humanist, Montanwissenschaftler und Politiker Georgius Agricola (1494-1555), der auf ungebrochenes Forschungsinteresse stößt. Seit 1955, der 400. Wiederkehr seines Todes, erscheint eine Auswahl und Übersetzung seiner Werke, die mittlerweile auf 10 Bände angewachsen ist.¹⁶ Mehrere Faksimileausgaben der deutschen Übersetzung seines Hauptwerkes „De re metallica“ machten es einer breiten Öffentlichkeit bekannt. Das Jahr 1994 bot wiederum Anlass zu einer umfassenden Ausstellung und zu wissenschaftlichen Tagungen.¹⁷

Nach wie vor finden aufwändige Ausstellungen zur Kunst und Volkskunst im Montanwesen öffentliches Interesse, wobei in den Fachartikeln der Kataloge auch unbekannte oder nur lokal bekannte

¹⁵ G. Heilfurth, *Der Bergbau und seine Kultur. Eine Welt zwischen Dunkel und Licht*, Zürich 1981.

¹⁶ H. Prescher (Hg.), *Georgius Agricola. Ausgewählte Werke. Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden*, Bde I-X (Bd. IX hg. von G. Mathé), Berlin 1955-1993.

¹⁷ B. Ernsting, (Hg.): *Georgius Agricola. Bergwelten. 1494 1994. Ausstellungskatalog*, Essen 1994. (A. als Arzt, Humanist, Politiker, Montanwissenschaftler); Friedrich Naumann (Hg.), *Georgius Agricola, 500 Jahre. Wissenschaftliche Konferenz vom 25.-27. März 1994 in Chemnitz*, Basel 1994. – Auch der 450. Todestag von Agricola (2005) bot Gelegenheit für eine Ausstellung: Andrea Kramarczyk (Hg.), *Das Feuer der Renaissance. Georgius Agricola Ehrung 2005. Ausstellungskatalog* Schlossbergmuseum Chemnitz.

technikhistorische Entwicklungen in den gesellschaftlichen Zeitrahmen eingebettet werden.¹⁸

Die Anzahl der technikgeschichtlichen Monographien zum Montanwesen, die explizit den technischen Wandel in den sozioökonomischen, rechtlichen und politischen Kontext stellen, ist immer noch relativ gering. Zu nennen ist hier als erstes die Dissertation von Lothar Suhling zur Innovation und Durchsetzung des Seigerprozesses seit dem letzten Drittel des 15. Jahrhunderts, ein metallurgisches Verfahren zur Scheidung des Silbers aus dem Kupfer¹⁹, sowie die vorbildliche Untersuchung über den Erzbergbau im Oberharz zwischen 1635 und 1866 von Christoph Bartels, in der bergrechtliche Entwicklung sowie technischer und sozialer Wandel in ihrer engen Verflechtung dargestellt und analysiert werden;²⁰ wegweisend ist ebenfalls der Sammelband von Werner Kroker und Ekkehard Westermann zur mitteleuropäischen Montanwirtschaft vom 12. bis zum 17. Jahrhundert und den anstehenden Forschungsproblemen.²¹

Neue Wege beschritt auch der Freiburger Historiker Eberhard Wächtler mit zwei Bänden zur Geschichte des Bergbaus in Freiberg und im Erzgebirge, die er mit der Darstellung der bergbaulichen Überreste und technischen Denkmale verknüpfte, wenn auch unter weitgehender Ausblendung der Sozialgeschichte.²² Als geschicktes didaktisches Mittel

¹⁸ M. Bachmann, H. Marx und E. Wächtler (Hg.), *Der silberne Boden. Kunst und Bergbau in Sachsen*, Leipzig 1990; R. Slotta, R., Chr. Bartels (Hg.), *Meisterwerke bergbaulicher Kunst vom 13. bis 19. Jahrhundert*. Ausstellungskatalog, Bochum 1990.

¹⁹ L. Suhling, *Der Seigerhüttenprozeß. Die Technologie des Kupferseigerns nach dem frühen metallurgischen Schrifttum*, Stuttgart 1976.

²⁰ Chr. Bartels, *Vom frühneuzeitlichen Montangewerbe zur Bergbauindustrie. Erzbergbau im Oberharz 1635-1866*, Bochum 1992.

²¹ W. Kroker, E. Westermann (Bearbeiter), *Montanwirtschaft Mitteleuropas vom 12. bis 17. Jahrhundert. Forschungsprobleme*, Bochum 1984.

²² O. Wagenbreth, E. Wächtler (Hg.), *Der Freiburger Bergbau. Technische Denkmale und Geschichte*, Leipzig 1988; Dies. (Hg.), *Bergbau im Erzgebirge. Technische Denkmale und Geschichte*, Leipzig 1990.

zum Verständnis der Grubenverhältnisse und ihrer technischen Anlagen über- und untertage sind hier die hervorragend gezeichneten Raum- und Blockschemata von Wagenbreth zu erwähnen. Zum Montanbereich zählt auch das gerade für die Frühe Neuzeit wichtige Salinenwesen. Dazu entstanden ebenfalls wichtige Studien zu seiner Geschichte und seinen technischen Denkmälern.²³

Eng mit dem Montanwesen verknüpft ist auch die Nacherfindung des sächsischen Hartporzellans in Sachsen als Resultat der engen Zusammenarbeit zwischen dem Naturwissenschaftler v. Tschirnhaus, Johann Friedrich Böttger und Freiburger Metallurgen.²⁴ Und abschließend sei noch auf die Arbeit des Wirtschaftshistorikers Eckart Schremmer verwiesen, der an einem Fallbeispiel einer Innovation im bayerischen Salinenwesen im späten 18. Jahrhundert die Zusammenhänge von technischer Innovation und Ökonomie herausarbeitet.²⁵

Manufakturen und Großgewerbe

In der Zeit des Absolutismus entwickelte sich neben den dem zünftigen Handwerk mit der arbeitsteiligen Manufaktur eine neue Produktionsweise, die vor allem im 17. und 18. Jahrhundert bei der Herstellung von Luxusartikeln wie Massengütern zunehmend an Bedeutung gewann. Zu

²³ H.-W. Walter, Zur Entwicklung der Siedesalzgewinnung in Deutschland von 1500 bis 1900 unter besonderer Berücksichtigung chemisch-technologischer Probleme, Diss. Freiberg 1985; H.-H. Emons, H.-W. Walter, Alte Salinen in Mitteleuropa, Leipzig 1988; Chr. Lamschus (Hg.), Salz-Arbeit Technik. Produktion und Distribution in Mittelalter und Früher Neuzeit, Lüneburg 1989; P. Piasecki, Das deutsche Salinenwesen. Invention – Innovation – Diffusion, Idstein 1987; G. Schmidt, Das löbliche Saltzwerck zu Sülbeck. Geschichte und Entwicklung einer niedersächsischen Saline, Bochum 1995.

²⁴ R. Sonnemann, E. Wächtler (Hg.), Johann Gottfried Böttger. Die Erfindung des europäischen Porzellans, Leipzig 1982; K. Hoffmann, Johann Friedrich Böttger. Vom Alchemistengold zum weißen Porzellan, Berlin 1985.

²⁵ E. Schremmer, Technischer Fortschritt an der Schwelle zur Industrialisierung. Ein innovativer Durchbruch mit Verfahrenstechnologie bei den alpenländischen Salinen, München 1980.

Beginn der siebziger Jahre lagen bereits eine stattliche Reihe von Studien zu einzelnen Manufakturen und Regionen vor, die allerdings primär auf der Auswertung ökonomischer und sozialer Daten fußten und den eigentlichen Produktionsprozess lediglich am Rande berücksichtigen. Ausgehend von der These, dass erst eine genaue Rekonstruktion der in den Manufakturen eingesetzten Produktionsmittel und Produktionsverfahren genauere Aufschlüsse über Arbeitsplatz und Arbeitsqualifikationen sowie die daraus resultierenden unterschiedlichen Entlohnungen zu geben vermögen, entstanden seit 1980 am Institut für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte der Universität Hamburg Studien zur Spiegelglasherstellung, zur Papier- und Nadelproduktion, zur Produktion von Gewehren und Messingerzeugnissen sowie zur Mühlentechnologie.²⁶ Wesentliche Grundlage dafür bildete die erstmalige gründliche Auswertung der zeitgenössischen technologischen Literatur, einschließlich der Bildquellen, sowie technologischer Archivalien. Als Fazit aus diesen Studien resultierten nachfolgende, bislang nicht widerlegte generalisierende Thesen (1987):

„Der Mechanisierungsgrad in den Produktionszweigen auch außerhalb des Montangewerbes war deutlich höher, als bisher in der wirtschafts- und technikgeschichtlichen Literatur dargestellt wurde.

²⁶ H. Aagard, Die deutsche Nähadelherstellung im 18. Jahrhundert. Darstellung und Analyse ihrer Technologie, Produktionsorganisation und Arbeitskräftestruktur, Altena 1987; R. Bake, Arbeits- und Lebensweise von Manufakturarbeiterinnen im Deutschland des 18. Jahrhunderts unter besonderer Berücksichtigung Hamburg, Köln 1984; G. Bayerl, Die Papiermühle. Vorindustrielle Papiermacherei auf dem Gebiet des alten deutschen Reiches - Technologie, Arbeitsverhältnisse, Umwelt, 2 Bde., Frankfurt a. Main 1987; R.-J. Gleitsmann, Die Spiegelglasmanufaktur im technologischen Schrifttum des 18. Jahrhunderts, Düsseldorf 1985; G. Wohlauf, Die Spiegelglasmanufaktur Grünenplan im 18. Jahrhundert. Eine Studie zu ihrer Betriebstechnologie und Arbeiterschaft, Hamburg 1981. – Anhand zeitgenössischer technischer Abbildungen werden ausführlich zahlreiche Herstellungsverfahren behandelt von E. Herzfeld, Preußische Manufakturen. Großgewerbliche Porzellan-, Gobelin-, Seiden-, Uhren-, Tapeten- und Waffenfertigung im 17. und 18. Jahrhundert, Berlin 1994.

Die Mechanisierung im Produktionsbereich hat einerseits Arbeitsteilung zur Voraussetzung, andererseits fördert sie die weitere Zerlegung des Produktionsprozesses in einzelne Verfahrensschritte.

Die Mechanisierung erstreckt sich in der vorindustriellen Zeit in der Regel nicht auf den gesamten Fertigungsprozeß, sondern vorwiegend auf die Bereiche Rohstoffaufbereitung und Produktveredlung (Ausrüstung), wobei die Mechanisierung der Einzelarbeitsschritte zu unterschiedlichen Zeiten erfolgen kann.

Bereits mechanisierte Produktionsabschnitte üben auf die vor- bzw. nachgelagerten Abschnitte einen ‚Mechanisierungsdruck‘ aus, da es an diesen Stellen zu produktivitätshemmenden Diskontinuitäten im Fertigungsprozeß kommt.

Der Übergang von Hin- und Her- bzw. Auf- und Abbewegung bei Arbeitsmaschinen hin zum technisch und auch ökonomisch effizienteren Rotationsprinzip ist nicht, wie noch immer oft behauptet wird, typisch für die Industrialisierungsphase, sondern läßt sich schon lange davor nachweisen.

Der eigentliche ‚Kernprozeß‘ der Produktion – die Herstellung der Produkte, die Stoffumwandlung und -verformung – ist in der Regel mit den damals zur Verfügung stehenden technischen Mitteln nicht mechanisierbar, da dieser Bereich erhebliche manuelle und sinnliche Fähigkeiten erfordert und zudem Steuerungs- und Kontrollfunktionen komplexer Art auszuführen sind. Hinzu kommt der potentielle Widerstand der qualifizierten Handwerker und Arbeiter, die Arbeitsplatz-, Status- und Einkommensverluste befürchten müssen.

So ergibt sich am Ende der ‚vorindustriellen‘ Periode ein ‚Mechanisierungsüberhang‘ in den dem ‚Kernprozeß‘ vor- und nachgelagerten Bereichen, d.h. ein technisch rückständiger Bereich ist von hochproduktiven Verfahrensschritten eingeschlossen.

Im Zuge der ‚Industriellen Revolution‘ konzentriert sich die Erfindungstätigkeit vor allem auf die Mechanisierung der Kernprozesse: Erst durch die Schließung dieser Lücken wird ein kontinuierlicher Produktionsprozeß möglich.²⁷

²⁷ G. Bayerl, U. Troitzsch, Mechanisierung vor der Mechanisierung? Zur Technologie des Manufakturwesens, in: Th. Pirker, H.-P. Müller, R. Winkelmann (Hg.), Technik

Handwerk

Trotz der teilweise überlegenen Produktionsweise betrug der Anteil der in Manufakturen erzeugten Güter nur annähernd zehn Prozent, d. h. neun Zehntel der gewerblichen Produktion stammten aus dem Handwerk. Dennoch hat sich die ältere wirtschaftsgeschichtliche und volkswirtschaftliche Handwerksforschung mehr mit den Problemen der Zunftverfassung und dem Brauchtum der Handwerke als mit der konkreten Arbeitswelt befasst, d. h. der sozialen Situation der im Handwerk Tätigen, insbesondere der Gesellen, und den verwendeten Produktionsmitteln. Erst seit den beginnenden achtziger Jahren erlebt die Handwerksforschung einen lebhaften Aufschwung mit der Diskussion neuer Fragestellungen und Methoden. Mittlerweile finden dabei auch technikgeschichtliche Aspekte verstärkte Aufmerksamkeit, wobei die innovativen Impulse vorwiegend von Reinhold Reith ausgehen. 1990 gab er das viel benutzte Lexikon des alten Handwerks heraus, in dem die Entwicklung von 60 alten Handwerken in ihrem sozial-, und wirtschaftsgeschichtlichen sowie technik- und kulturgeschichtlichen Kontext vorgestellt wird.²⁸ In seiner 1998 erschienenen Habilitationsschrift werden die engen Zusammenhänge zwischen Arbeitsprozess, eingesetzter Technik und den unterschiedlichen Lohnformen überzeugend herausgearbeitet und interpretiert.²⁹ In mehreren Aufsätzen hat Reith in jüngster Zeit zudem neue Fragestellungen entwickelt und erste Ergebnisse vorgestellt zu Problemfeldern wie dem im Gegensatz zu heute umgekehrten Verhältnis von Rohstoff- und Lohnkosten, dem Recycling und dem Reparieren von Werkzeugen und Produkten, dem Technologietransfer und der Geheimhaltung von Fertigungsmethoden oder den chemischen Rezepturen im Zusammenhang

und Industrielle Revolution. Vom Ende eines sozialwissenschaftlichen Paradigmas, Opladen 1987, S. 123-135 (dort S. 133f.).

²⁸ R. Reith, (Hg.): Lexikon des alten Handwerks. Vom späten Mittelalter bis ins 20. Jahrhundert, München 1991.

²⁹ R. Reith, Lohn und Leistung. Lohnformen im Gewerbe 1450-1900, Stuttgart 1999.

mit dem Gesellenwandern.³⁰ Das die ältere Forschung durchziehende Vorurteil von der Innovationsfeindlichkeit der Zünfte ist in der handwerksgeschichtlichen Forschung mittlerweile einer differenzierteren Betrachtungsweise gewichen. Widerstand gegenüber technischen Neuerungen regte sich in der Regel nur dann, wenn sie Arbeitsplätze gefährdeten, nicht jedoch, wenn sie der Erleichterung der Arbeit dienten. Auch neue Produktionsverfahren und Maschinen, sofern sie nicht die Zünfte tangierten, stießen selten auf Abwehr

Ein noch zu wenig untersuchter Bereich ist die Geschichte der Werkzeuge, die sich im Laufe der Jahrhunderte zu ganzen Werkzeugfamilien ausdifferenzierten. Wann dies im einzelnen geschah und welchen Zwecken manche Werkzeuge dienten, ist häufig nur schwer zu ermitteln, da die vorhandenen Bildquellen –schriftliche existieren kaum – sowie die wenigen erhaltenen Artefakte keine lückenlose Genealogie ermöglichen.³¹ Lediglich aus den feinmechanischen Gewerben mit ihren relativ kleinen und häufig ornamental ausgestalteten Präzisionswerkzeugen und Instrumenten hat eine größere Anzahl die Zeiten überdauert.

Militärtechnik

Die Geschichte der militärischen Technik war bis in die jüngere Zeit hinein ein Teil der überwiegend von historisch interessierten Militärs betriebenen allgemeinen Militärgeschichte und beschränkte sich im Wesentlichen auf die Entwicklung der Waffentechnik. Auch im Rahmen der neueren

³⁰ R. Reith, Praxis der Arbeit. Überlegungen zur Rekonstruktion von Arbeitsprozessen in der handwerklichen Produktion, in: Derselbe (Hg.), Praxis der Arbeit. Probleme und Perspektiven der handwerklichen Forschung, Frankfurt am Main 1998, S. 11-54; Derselbe, Recycling im späten Mittelalter und der frühen Neuzeit, in: C. MartinezTurek, L. Noggler-Gürtler (Hg.), Frühneuzeit-Info 14 (2003), H. 1, S. 47-65.

³¹ H.-T. Schadwinkel, G. Heine, Das Werkzeug des Zimmermanns. Mit einer Einführung „Das Zimmerhandwerk“ von M. Gerner, Hannover 1986; G. Heine, Das Werkzeug des Schreiners und Drechslers, Hannover 1990.

Technikgeschichte findet dieser Bereich zumindest für die Frühe Neuzeit nur marginales Interesse. Die wenigen hier zu nennenden Arbeiten verdienen allerdings Aufmerksamkeit, da sie die militärtechnische Entwicklung in den jeweiligen gesamtgesellschaftlichen Kontext zu stellen suchen. So behandelt Volker Schmidtchen in seiner Dissertation von 1977 einerseits die technische Entwicklung des Geschützwesens vom Beginn des 15. bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts, und stellt sie in die soziökonomischen und politischen Zusammenhänge der Zeit.³² Wichtige neue Akzente setzte vor allem Henning Eichberg 1976 bzw. 1989 mit zwei umfänglichen Arbeiten zur Festungsgeschichte des 17. Jahrhunderts, die politische, technikhistorische und sozialgeschichtliche Faktoren in ihrer Wechselbeziehung herausarbeiten. Anregend, wenn auch in ihren Ansatz nicht unumstritten, ist vor allem die zweite Untersuchung, in der Eichberg das Kriessingenieurwesen des 17. Jahrhundert aus der Perspektive der historischen Verhaltensforschung beleuchtet, wobei er, wie in Aufsätzen zuvor, seine Thesen von der Sozialgeometrie als „barocker Verhaltensform“, das heißt die zeitgleiche Geometrisierung von Festungsarchitektur, Fechtübungen und Tanz sowie das jeweils an die Epoche gebundene eigne Verständnis von Rationalität („Rationalität ist veränderlich“) zu belegen sucht. Nachdrücklich stellt er auch die noch immer virulente Vorstellung vom linearen Fortschritt in der Militärtechnikgeschichte in Frage; er spricht stattdessen lediglich von technischer Veränderung. Auf Grund einer günstigen Quellenlage enthält die Arbeit zudem erstmals eine umfängliche Prosographie des Festungspersonals.³³

³² V. Schmidtchen, Bombarden, Befestigungen, Büchsenmeister. Von den ersten Mauerbrechern des Mittelalters zur ‚Belagerungsartillerie der Renaissance. Eine Studie zur Entwicklung der Militärtechnik, Düsseldorf 1977.

³³ H. Eichberg, Militär und Technik. Schwedenfestungen des 17. Jahrhunderts in den Herzogtümern Bremen und Verden, Düsseldorf 1976; Derselbe, Festung, Zentralmacht und Sozialgeometrie. Kriessingenieurwesen des 17. Jahrhunderts in den Herzogtümern Bremen und Verden, Köln 1989.

In eher traditioneller Weise, aber gleichfalls Technik-, Sozial und Wirtschaftsgeschichte in ihrer Wechselwirkung reflektierend, behandelt Dirk Götschmann das Oberpfälzer Büchsenmacherhandwerk mit seinen Produktionsverfahren, wobei die berühmte Büchsenmeisterdynastie der Kuchenreuter den Mittelpunkt bildet. Auch diese Monographie enthält neben einem Stammbaum der Kuchenreuter eine Prosographie aller übrigen, so weit erfassbaren, Oberpfälzer Büchsenmacher.³⁴ Am Beispiel des Kurfürstentums Hannover im 18. Jahrhundert untersucht Reiner Zenke in seiner Pionierstudie die manufakturmäßige und handwerkliche Produktion von Handfeuerwaffen, Geschützen, Schwarzpulver und Munition und beschreibt die Werkzeuge, Arbeitsmaschinen und Rohstoffe unter Berücksichtigung von Betriebsverfassung, Personal Produktionsmengen und Betriebskosten.³⁵

Technische Literatur und technische Abbildungen, technische Fachsprachen und Erfindungsschutz

Neben der Aktenüberlieferung ist die technische Literatur, die seit dem ausgehenden 15. Jahrhundert in zunehmendem Umfange erscheint, die wichtigste Quellengruppe für den Technikhistoriker. 1948 wurde Friedrich Klemm mit einer Arbeit über „Form und Funktion des gedruckten technischen Buches“ bis zum beginnenden 19. Jahrhundert promoviert.³⁶ Dabei hatte er den Vorteil, dass er im Deutschen Museum von fast all den Buchausgaben umgeben war, über die er schrieb. Zahlreiche andere

³⁴ D. Götschmann, Die Kuchenreuter und ihre Zunftgenossen. Das Oberpfälzer Büchsenmacherhandwerk von seinen Anfängen bis um 1850, Regensburg 1991.

³⁵ R. Zenke, *Ultima Ratio Regum*. Feuerwaffen und ihre Produktion im Kurfürstentum Hannover und im Alten Reich im 18. Jahrhundert, Osnabrück 1997.

³⁶ F. Klemm, Die Geschichte des technischen Schrifttums. Form und Funktion des gedruckten technischen Buchs von ausgehenden 15. bis zum beginnenden 19. Jahrhunderts Diss. TH München 1948 (maschinenschriftlich); Derselbe, Das alte technische Schrifttum als Quelle der Technikgeschichte, in: *Humanismus und Technik* 10, 1965, S. 27-42. Wiederabdruck in: F. Klemm, *Zur Kulturgeschichte der Technik. Aufsätze und Vorträge 1954-1978*, München 1979.

Bibliotheken hatten herbe Kriegsverluste zu beklagen, so dass die frühe Technikliteratur nur noch an wenigen Orten verfügbar war. Insofern war es ein Glücksfall für die Forschung, dass im Zuge der Wohlstandswelle in den sechziger und siebziger Jahren eine Vielzahl von Maschinenbüchern und Enzyklopädien des 16. bis 18. Jahrhunderts als Faksimiles nachgedruckt werden konnten.

Die Verfasser solcher technischen Fachbücher waren in der Regel Personen, die sowohl über handwerklich-empirisches Wissen verfügten wie auch Kenntnisse in der angewandten Mathematik besaßen. Die Künstler-Ingenieure der Renaissance mit ihren Kontakten zur Gelehrtenwelt bildeten, schon von der älteren Technikhistoriographie untersucht, lediglich die schmale Spitze einer breiten und ihrer Ausbildung nach sehr heterogenen Gruppe der technischen Intelligenz, in höfischen oder städtischen Diensten stehend, aus der sich allmählich der Beruf des Ingenieurs, zunächst noch Kriegs- und Zivilingenieur in einem, herausbildete. Hans Schimank hat 1961 erstmals die Entwicklung des Ingenieurberufes von der Antike bis zur Industrialisierung nachgezeichnet.³⁷ Inzwischen sind weitere Untersuchungen sowohl zum –so der Titel einer Ausstellung 1984 – „Architect und Ingenieur. Baumeister in Krieg und Frieden“ wie auch zu einzelnen Persönlichkeiten erschienen, die als Rechenmeister, studierte Mathematiker oder Maschinenbauer auch die Aufgaben von Ingenieuren wahrnahmen, als Instrumentenbauer und Mechaniker arbeiteten und häufig auch Rechenbücher und technische Schriften verfassten.³⁸

³⁷ H. Schimank, *Der Ingenieur. Entwicklungsweg eines Berufes bis Ende des 19. Jahrhunderts*, Köln 1961.

³⁸ U. Troitzsch, *Zum Stande der Forschung über Jacob Leupold (1674-1727)*, in: *Technikgeschichte* 42 (1975), S. 263-286; L. Hiersemann, *Jacob Leupold – ein Wegbereiter der technischen Bildung in Leipzig*, Leipzig 1982; U. Schütte, *Architect und Ingenieur, Baumeister in Krieg und Frieden. Ausstellungskatalog der Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel*, Wolfenbüttel 1984; A. Fischer, *Daniel Specklin aus Straßburg (1536-1589): Festungsbaumeister, Ingenieur und Kartograph*, Sigmaringen 1996.

Die Abbildungen aus der technischen Literatur sind in der Technikgeschichtsschreibung häufig lediglich zur Illustration oder Erläuterung von Texten und weniger als eigenständige, kritisch zu hinterfragende Quelle genutzt worden. So hat man beispielsweise Abbildungen aus der Französischen Enzyklopädie auch für die Beschreibung von Produktionsprozessen und Werkzeugen in Deutschland herangezogen und die Darstellung der Werkstätten und der darin Tätigen als Wiedergabe der Realität unterstellt.³⁹ Die so genannten Maschinenbücher des späten 16. und 17. Jahrhunderts mit ihren zum Teil bizarren Maschinenentwürfen wurden noch bis vor kurzem vor allem als Prachtgeschenke für fürstliche Liebhaber der mechanischen Künste eingeschätzt, aber wenig brauchbar als Vorlagen für praktische Anwendungen erachtet. Dass dies nur ein Teil der Wahrheit ist, hat jüngst Marcus Popplow überzeugend in seiner Untersuchung „Neu, nützlich und erfindungsreich. Die Idealisierung der Technik in der Frühen Neuzeit“ sowie mehreren Aufsätzen nachgewiesen.⁴⁰ Mit einem diskursanalytischen Ansatz bei der Auswertung der Vorreden solcher Publikationen weist er nach, dass die meisten Verfasser als Fachleute im Festungs- und Zivilbau und Maschinenkonstrukteure durchaus erfahrene Praktiker mit Kenntnissen in der angewandten Mathematik waren, die Teilelemente ihrer Neuerungen aus Gründen der Geheimhaltung in den Zeichnungen versteckten, darüber hinaus aber auch, wie aus den Vorreden hervorgeht, sich als Angehörige eines erfindungsreichen Berufsstandes, der Neues und Nützliches schafft,

³⁹ H. Aagard, Zur Aussagekraft von bildlichen Darstellungen in französischen und deutschen technologischen Werken des 18. Jahrhunderts, in: Technikgeschichte 49 (1982), S. 290-305; H. Aagard, G. Bayerl, R.-J. Gleitsmann, Die technologische Literatur des 18. Jahrhunderts als historische Quelle. – Eine kommentierte Auswahl-Bibliographie, in: Das achtzehnte Jahrhundert. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für die Erforschung des 18. Jahrhunderts 4 (1980), H.1, S. 31-61.

⁴⁰ M. Popplow, Neu, nützlich und erfindungsreich. Die Idealisierung von Technik in der Frühen Neuzeit, Münster 1998.

vom zünftigen Handwerk, aus dem sie ursprünglich hervorgegangen waren, absetzen wollten.

Zur bereits angedeuteten Problematik der Abbildung von Maschinen, Geräten und Apparaten gab vor sieben Jahren der Kunsthistoriker Hans Holländer ein monumentales Werk heraus, das auch für die Technikgeschichtsschreibung von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist.⁴¹ Der Ausgangspunkt von Projekt und Buch war zunächst die Feststellung, dass die traditionelle Kunstgeschichte Bilder mit technischen und naturwissenschaftlichen Inhalten nur dann als kunsthistorische Gegenstände wahrgenommen hat, „wenn sie sich auch einwandfrei als ästhetische Gegenstände der Kunstgeschichte einfügen ließen.“⁴², gefolgt von der These, dass mit dem Beginn der Frühen Neuzeit die bis dahin vorherrschenden Bildtraditionen mit konstanter Darstellungsmethode den sich abzeichnenden Umbrüchen in Naturwissenschaft und Technik nicht mehr adäquat waren, denn:

„Die Innovation, die neue Erkenntnis, der neue physikalische Effekt, dies alles setzte auch neue Methoden der Darstellung voraus, die nicht nur selbst bedeutende Innovationen, sondern auch neue Erfindungen und Entdeckungen begünstigte.“⁴³

Da es, abgesehen von der fortbestehenden ikonographischen und literarischen Tradition (Berufung auf die Bibel, auf Pythagoras oder Archimedes) keine bildliche Überlieferung gab, waren die Künstler gezwungen, sich auf die Gegenwart zu beziehen und im Zusammenhang

⁴¹ H. Holländer (Hg.), Erkenntnis, Erfindung, Konstruktion. Studien zur Bildgeschichte von Naturwissenschaften und Technik vom 16. bis zum 19. Jahrhundert, Berlin 2000. Dieses Werk mit 1003 Seiten Umfang, 700 Schwarz-Weiß Abbildungen und 36 Farbtafeln wurde vom Herausgeber, seiner Frau sowie weiteren 17 Autorinnen und Autoren im Rahmen eines langfristigen Forschungsprojektes erstellt. – Bei den obigen Ausführungen beziehe ich mich, zum Teil wörtlich, auf meine Rezension des Werkes in: Technikgeschichte 70 (2003), S. 141-143.

⁴² Holländer, Erkenntnis (wie Anm. 41), S. 9.

⁴³ Holländer, Erkenntnis (wie Anm. 41), S. 11f.

mit den rasch aufeinander folgenden Entdeckungen und Erfindungen ständig neue Formen der Bildgestaltung zu entwickeln, von Holländer als „Innovationsikonographie“ bezeichnet. Als Technikhistoriker kann man sich nun zuverlässig darüber informieren, wie frühneuzeitliche Bilder mit technischen Inhalten über die ins Auge springende technische Erstinformation hinaus „gelesen“ werden müssen, um möglichst viele der darin enthaltenen Aussagen zu erfassen.

Ein Problem bei der Interpretation von frühneuzeitlichen Quellen sind die *termini technici*, das heißt die in den verschiedenen Gewerben vorhandenen und nach Region dazu meist noch sehr unterschiedlichen Fachsprachen der Handwerke und Gewerbebereiche. Historisch erfassbar in größerem Umfang sind sie erst seit dem Aufkommen der gedruckten technischen Literatur und insbesondere der Wörterbücher und Enzyklopädien des 17. und 18. Jahrhunderts. In den fünfziger und sechziger Jahren sind drei sprachwissenschaftliche Dissertationen erschienen, die sich mit dem Wortschatz des Maschinenbaus vom 16. bis zum 18. Jahrhundert, der Fachsprache der Textilgewerbe im 17. und 18. sowie dem Fachwortschatz des Eisenhüttenwesens im 18. Jahrhundert befassen und mittlerweile wichtige Nachschlagewerke für den Technikhistoriker darstellen.⁴⁴ Aus den späten 50er Jahren stammt die grundlegende sprachgeschichtliche Untersuchung von Wilfried Seibicke zur Geschichte der Wortfamilie um *téchne* im Zeitraum der Frühen Neuzeit.⁴⁵

⁴⁴ W. Taenzler, Der Wortschatz des Maschinenbaus im 16., 17. und 18. Jahrhundert. Ein lexikalischer und sprachwissenschaftlicher Beitrag zur Kultur- und Volkskunde. Phil. Diss. Bonn 1955 (maschinenschriftlich); W. von Hahn, Die Fachsprache der Textilindustrie im 17. und 18. Jahrhundert, Düsseldorf 1971; H.-R. Spiegel, Zum Fachwortschatz des Eisenhüttenwesens im 18. Jahrhundert in Deutschland, Düsseldorf 1972.

⁴⁵ W. Seibicke, Technik. Versuch einer Geschichte der Wortfamilie um *τέχνη* in Deutschland vom 16. Jahrhundert bis etwa 1830, Düsseldorf 1968.

Im Gegensatz zum „papyrophilen“ Wissenschaftler ist der Techniker „papyrophob“ (Derek de Solla Price). Und wenn er technische Neuerungen ersonnen hat, so möchte er sie zwar auch zwecks lukrativer Verwertung auf publizistischem Wege bekannt machen, ohne jedoch, wie oben dargelegt, das Wesentliche seiner Erfindung preiszugeben.

Ein wichtiges Instrument des Schutzes von Erfindungen waren in der Frühen Neuzeit Privilegien und Patente. Das erste formalisierte Patentverfahren wurde 1474 in Venedig installiert, um neue Erfindungen und Verfahren in die Stadtrepublik zu ziehen. 1961 erschien die Arbeit von Marcel Silberstein über „Erfindungsschutz und merkantilistische Gewerbeprivilegien“ und 1978 diejenige von Helmut Öhlschlegel, der den Ursprung des Patentrechts aus dem mittelalterlichen deutschen Bergrecht herzuleiten sucht.⁴⁶ Die Privilegierung von Erfindungen bzw. Innovationen zur mechanischen Erzaufbereitung und zur Senkung des Holzverbrauches im 16. und 17. Jahrhundert haben Karl-Heinz Ludwig und Rolf-Jürgen Gleitsmann 1978 bzw. 1984 in Aufsätzen erörtert.⁴⁷ Weiterführend im Bereich der patentgeschichtlichen ist ein jüngst erschienener diskursanalytischer Beitrag von Christian Mathieu zur „Wahrnehmung von Technikfolgen und ihren Auswirkungen auf das venezianische Patentverfahren in der Frühen Neuzeit“.⁴⁸ Als Quellen hat er dabei die Fachgutachten herangezogen, die für die Gewährung oder – was die

⁴⁶ M. Silberstein, *Erfindungsschutz und merkantilistische Gewerbeprivilegien*, Zürich 1961; H. Öhlschlegel, *Das Bergrecht als Ursprung des Patentrechts*, Düsseldorf 1978.

⁴⁷ K.-H. Ludwig, *Invention, Innovation und Privilegierung in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts. Das Beispiel der mechanischen Erzaufbereitung*, in: *Technikgeschichte* 45 (1978), S. 148-161; R.-J. Gleitsmann, *Erfinderprivilegien auf holzsparende Technologien im 16. und frühen 17. Jahrhundert*, in: *Technikgeschichte* 52 (1984), S. 217-231.

⁴⁸ Chr. Mathieu, *„Fiat experientia!“*. Zur Wahrnehmung von Technikfolgen und ihren Auswirkungen auf das venezianische Patentverfahren in der Frühen Neuzeit, in: G. Engel, N. C. Karafyllis (Hg.), *Technik in der Frühen Neuzeit – Schrittmacher der europäischen Moderne*, Frankfurt am Main 2004.

bisherige Forschung weitgehend negiert hat – Ablehnung von Patentersuchen maßgebend waren.

Technik und Naturwissenschaft

An der Wende zur Frühen Neuzeit kam es zu ersten Berührungen zwischen der empirisch-handwerklichen Technik und der Welt der Wissenschaften. Die angewandte Mathematik erwies sich als hilfreich zur Lösung konkreter technischer Aufgaben und die Gelehrten wiederum erhielten Forschungsanregungen durch das Gewerbe. Mit dem Aufkommen der modernen Naturwissenschaften gestalteten sich die Beziehungen zwischen speziellen Handwerken und den wissenschaftlichen Experimentatoren zunehmend enger. Die Handwerker lieferten die gewünschten Beobachtungs- und Messinstrumente und steigerten wiederum die Präzision ihrer Erzeugnisse dank neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse.⁴⁹ Damit begann auch der Prozess der allmählichen Verwissenschaftlichung der Technik, der schließlich seit dem 19. Jahrhundert in die Ausbildung von eigenständigen Technikwissenschaften mündete.⁵⁰ Die Mehrzahl dieser hoch qualifizierten Handwerker hatten ihre Werkstätten in Reichs- und Residenzstädten oder standen im Dienst von Fürsten, wobei letztere meist künstlerisch gestaltete und entsprechend kostbare astronomische Instrumente, Globen, Planetarien, Fernrohre und Mikroskope, Luftpumpen und andere

⁴⁹ Eine vorzügliche Einführung in diese Problematik bietet E. Weigl, *Instrumente der Neuzeit. Die Entdeckung der modernen Wirklichkeit*, Stuttgart 1990.

⁵⁰ Im Zuge der marxistischen Konzeption von der Phase der „Technisch-wissenschaftlichen Revolution“ erhielt Ende der siebziger Jahre der Lehrstuhl für Wirtschaftsgeschichte an der Technischen Hochschule Dresden von der SED den Auftrag, Ingenieure in Lehrgängen zu Dozenten für die Geschichte der Technikwissenschaften an den Technischen Hochschulen der DDR auszubilden. 1990 erschien in Leipzig dazu die von Gisela Buchheim und Rolf Sonnemann herausgegebene „Geschichte der Technikwissenschaften“, die sich auch ausführlich mit den Anfängen in der Frühen Neuzeit befasst. Von der zeitgleich begonnenen Reihe „Dresdner Beiträge zur Geschichte der Technikwissenschaften“, die auch nach der Wende fortgesetzt wurde, liegt mittlerweile Heft 30 (2005) mit zahlreichen Beiträgen zur Frühen Neuzeit vor.

naturwissenschaftliche Instrumente für sich anfertigen ließen. Hinzu kamen Uhren und Automaten, die über ihre technische Funktion hinaus als Statussymbole, aber auch als Modelle der Welterklärung und Metaphern menschlicher Tugenden dienten.⁵¹ Aus dieser Konstellation heraus erklärt sich nun, dass der mit den aufkommenden neuen Naturwissenschaften in engem Konnex stehende Bereich der Feinmechanik nicht nur das Interesse der Technik- und Wissenschaftshistoriker, sondern darüber hinaus - noch ist der Begriff „Kunst“ allumfassend - der Kunsthistoriker, aber auch der historischen Zweige von Theologie, Philosophie, Politik oder Pädagogik fand. Entsprechend vielgestaltig und fast unüberschaubar ist daher die Literatur zur Verbindung von Technik und technischem Wandel mit anderen Lebens- und Wissensbereichen.

Wie bereits am Beispiel von Agricola gezeigt, richtet sich das Interesse trotz aller immer wieder formulierten Kritik am Heroenkult ungebrochen auf die großen, vielseitigen Persönlichkeiten, die dann, nicht zuletzt weil reichliche öffentliche Mittel bereitgestellt werden, in großen Ausstellungen gewürdigt werden. Die dazu erscheinenden Begleit-Kataloge enthalten neben der Beschreibung der Artefakte eine Vielzahl von Forschungsbeiträgen, die sich multiperspektivisch der jeweiligen Persönlichkeit zu nähern suchen. Ich nenne hier nur die Titel der Ausstellungen: „Die Welt im leeren Raum: Otto von Guericke 1602-1688“,⁵² „Gottfried Wilhelm Leibniz. Das Wirken des großen Philosophen

⁵¹ K. Maurice, O. Mayr, Die Welt als Uhr. Uhren und Automaten 1550-1650. Ausstellungskatalog Bayrisches Nationalmuseum München, München 1980; O. Mayr, Uhrwerk und Waage. Autorität, Freiheit und technische Systeme der Frühen Neuzeit, München 1987. Derselbe, Zur Frühgeschichte der technischen Regelungen, München 1969; H. Heckmann, Die andere Schöpfung. Geschichte der frühen Automaten in Wirklichkeit und Dichtung, Frankfurt am Main 1982. A. Beyer, Faszinierende Welt der Automaten: Uhren, Puppen Spielereien, München 1983.

⁵² M. Puhle (Hg.), Die Welt im leeren Raum: Otto von Guericke 1602-1688. Ausstellungskatalog., Berlin 2002.

als Mathematiker, Physiker, Techniker“⁵³ und „Philipp Matthäus Hahn 1739-1790. Pfarrer, Astronom, Ingenieur, Unternehmer“.⁵⁴

Ferner seien Ausstellungen über den Astronomen, Uhren- und Instrumentenbauer Jost Bürgi (1552-1632) am Hof in Kassel⁵⁵ und den Augsburger Instrumentenbauer G. F. Brander (1713-1783) erwähnt.⁵⁶ Mehrfach wurde auch der vielseitige Tübinger Mathematiker, Astronom und erste Konstrukteur einer Rechenmaschine, Wilhelm Schickard (1592-1635) gewürdigt.⁵⁷ Selbst eine so schillernde Figur wie der Mediziner, Alchemist, Wirtschaftstheoretiker und Erfinder Johann Joachim Becher (1636-1682), der lange Zeit lediglich als windiger Projektemacher eingeschätzt wurde, erfuhr durch die Präsentation neuer Forschungsergebnisse eine gerechtere Würdigung.⁵⁸ Auch das Wirken des erfindungsreichen Jenaer Mathematikers und Technikers Erhard Weigel (1625-1699) findet neuerdings wieder verstärkte Aufmerksamkeit.⁵⁹ Persönlichkeiten wie er und die bereits erwähnten Becher und Leupold

⁵³ E. Stein, A. Heinekamp (Hg.), Gottfried Wilhelm Leibniz. Das Wirken des großen Philosophen als Mathematiker, Physiker, Techniker, Hannover 1990.

⁵⁴ Philipp Matthäus Hahn 1739-1790. Pfarrer, Astronom, Ingenieur, Unternehmer. Teil 1: Katalog, Teil 2: Aufsätze, Stuttgart 1989.

⁵⁵ L. von Mackensen, Die erste Sternwarte Europas mit ihren Instrumenten und Uhren. 400 Jahre Jost Bürgi in Kassel. Ausstellungskatalog Kat., München 1979.

⁵⁶ A. Brachner (Projektleiter), G. F. Brander 1713-1783. Wissenschaftliche Instrumente aus seiner Werkstatt, München 1983.

⁵⁷ Wilhelm Schickard, 1592-1635: Astronom, Geograph, Orientalist, Erfinder der Rechenmaschine, Tübingen 1978; F. Seck (Hg.), Zum 400. Geburtstag von Wilhelm Schickard. Zweites Tübinger Schickard-Symposium, 25. bis 27. Juni 1992, Sigmaringen 1995.

⁵⁸ U. Troitzsch, Johann Joachim Becher als Techniker und Erfinder, in: G. Frühsorge, G. Strasser (Hg.), Johann Joachim Becher (1635-1682), Wiesbaden 1993, S. 85-102; derselbe, Erfinder, Forscher und Projektemacher. Der Aufstieg der praktischen Wissenschaften, in: R. van Dülmen, S. Rauschenbach (Hg.), Macht des Wissens. Die Entstehung der modernen Wissensgesellschaft, Köln 2004, S. 439-464.

⁵⁹ J. Dorschner, Erhard Weigel – ein Jenaer Universalgelehrter und früher Erfinder technischer Geräte, in: Jenaer Jahrbuch zur Technik- und Industriegeschichte 6 (2004), S.9-31; K.-D. Herbst, Erhard Weigels mechanische Werkstatt, ebenda, S. 33-40; S. Kratochwil, Die Himmelsgloben von Erhard Weigel, ebenda, S. 41-54.

oder der Mathematiker und Architekturtheoretiker Leonhard Christoph Sturm (1669-1719) traten für eine Verbreitung technisch-praktischen Wissens ein, womit sie sich bewusst von den Autoren der älteren Maschinenbuchliteratur abhoben, wie neuere Untersuchungen belegen.⁶⁰

Lange Zeit wurden die so genannten Kunst- und Wunderkammern des 16.-18. Jahrhunderts mit ihren Objekten aus dem Tier- Pflanzen und Mineralreich sowie aus der materiellen Kultur, darunter auch technische Artefakte, vorwiegend als Kuriositäten, Lehr- und Schausammlungen von Fürsten und wohlhabenden Bürgern verstanden. Der Kunsthistoriker Horst Bredekamp hat in seinem schmalen, aber wegweisenden Buch, das 1982 erstmals als Aufsatz und später in erweiterter Form unter dem Titel „Antikensehnsucht und Maschinenglauben. Die Geschichte der Kunkammer und die Zukunft der Kunstgeschichte“ erschienen ist, gezeigt, dass diese Sammlungen als Abbild der gesamten Kosmos zu verstehen seien.⁶¹

Technik und Gesellschaft in der Phase der Aufklärung

Stand in den sechziger Jahren noch der Einfluss des frühindustriellen England auf den Nachzügler Deutschland im Vordergrund der Forschung, so richtet sich seit einigen Jahren das Forschungsinteresse zunehmend auf die Antriebskräfte für den Übergang von der ständischen zur bürgerlichen

⁶⁰ T. Meyer, Perspektiven der Popularisierung von Technik in der Frühen Neuzeit (1500-1800), in: L. Bluma, K. Pichol, W. Weber (Hg.), Technikvermittlung und Technikpopularisierung. Historische und didaktische Perspektiven, Münster 2004, S. 145-170; M. Popplow, Popularisierung von Technik um 1700. Das „neu=eröffnete Maschinen-Haus“ von Leonhard Christoph Sturm, ebenda, S. 171-196; W. Schlagenhauf, Ansätze einer technikbezogenen Bildung in Schulkonzepten um 1700, ebenda, S. 197-211.

⁶¹ H. Bredekamp, Antikensehnsucht und Maschinenglauben. Die Kunkammer und die Zukunft der Kunstgeschichte, Berlin 1993 (?2000). Wunderkammer des Abendlandes. Museum und Sammlung im Spiegel der Zeit. Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland in Bonn., 23. November 1994 bis 26. Februar 1995. Th. Müller-Bahlke, Die Wunderkammer. Die Kunst- und Naturalienkammer der Franckeschen Stiftungen, Halle (Saale) 1998.

Gesellschaft. Mehr und mehr schält sich dabei die seit der Mitte des 18. Jahrhunderts anwachsende Bedeutung des Faktors Technik mit seinen enger werdenden Beziehungen zu Wirtschaft, Staat, Bildung und Wissenschaftsentwicklung heraus. Als ein typischer Vertreter der Spätaufklärung zieht schon seit den frühen sechziger Jahren Johann Beckmann (1739-1811), Professor der Ökonomie in Göttingen, das Forschungsinteresse auf sich.⁶² Er schrieb das erste landwirtschaftswissenschaftliche Lehrbuch, begründete das kameralistische Lehrfach Technologie, schuf Grundlagen für die Warenkunde und gilt –auf philologisch-kritischer Quellengrundlage arbeitend - als einer der Väter der wissenschaftlichen Technikgeschichtsschreibung.⁶³ Die universale Breite der Gelehrsamkeit Beckmanns, die auch die Naturwissenschaften einbezog, bot vielfältige Anregungen, sich mit dem naturwissenschaftlichen, ökonomischen, technologischen und pädagogischen Schrifttum der Aufklärungsepoche befassen, seien es die nun auch den Bereich Technik enthaltenden Enzyklopädien⁶⁴, die Popularisierung von Technik⁶⁵, die zunehmende Ausbeutung der Natur mit Hilfe der sich im späten 18. Jahrhundert zu Disziplinen entwickelnden biologischen Wissenschaften sowie der Chemie und der Geologie⁶⁶ oder die zunehmende Bewusstwerdung des Lebensrisikos nach dem Verlust der mittelalterlichen

⁶² H.-P. Müller, U. Troitzsch (Hg.), *Technologie zwischen Tradition und Fortschritt. Beiträge zum Internationalen Johann-Beckmann Symposium Göttingen 1989*, Frankfurt am Main 1992; G. Bayerl, J. Beckmann (Hg.), *Johann Beckmann (1739-1811). Beiträge zu Leben, Werk und Wirkung des Begründers der Allgemeinen Technologie*, Münster 1999. Mit Bibliographie von Torsten Meyer zur Forschungsliteratur seit 1960, a. a. O., S. 361-381.

⁶³ Vgl. den Beitrag von Günter Bayerl in diesem Band.

⁶⁴ A. Fröhner, *Technologie und Enzyklopädismus im Übergang vom 18. zum 19. Jahrhundert: Johann Georg Krünitz (1728-1796) und seine Oeconomisch-technologische Encyklopädie*, Mannheim 1994.

⁶⁵ Vgl. Anm 60.

⁶⁶ G. Bayerl, *Die Natur als Warenhaus. Der technisch-ökonomische Blick auf die Natur in der Frühen Neuzeit*, in: S. Hahn, R. Reith (Hg.), *Umwelt-Geschichte. Arbeitsfelder, Forschungsansätze, Perspektiven*, München/Wien 2001, S. 33-52.

Heilsgewissheit.⁶⁷ Alles in allem handelt es sich hier allerdings lediglich um erste Suchgräben in einem Forschungsareal mit zahlreichen Sektoren, die keineswegs bisher alle erfasst und ihre internen Vernetzungen aufgedeckt sind.

Technik und Umwelt

Neben der Energie- und Ressourcenproblematik Anfang der siebziger Jahre führten in den Industrieländern die zunehmenden Belastungen durch Umweltverschmutzung und –zerstörung in den Industrieländern zu Protesten und schließlich zur Entstehung einer breiten Ökologiebewegung, die Ende der siebziger Jahre auch Technikhistoriker zu Fragen an die Geschichte anregte, wobei man rasch erkannte, dass zahlreiche Umweltprobleme keine „Erfindung“ des Industriezeitalters waren, sondern bis weit in das Mittelalter zurück reichten, wenngleich sie damals vorwiegend auf den lokalen oder den regionalen Raum, wie etwa bei den Bergrevieren, begrenzt waren⁶⁸ Problemfelder der nun verstärkt einsetzenden Forschung waren insbesondere die Wasserversorgung in den Städten⁶⁹, die Verschmutzung der Gewässer durch Gewerbeabfälle, Müll und Fäkalien⁷⁰ sowie die Verhinderungsstrategien durch kommunale und

⁶⁷ Torsten Meyer, *Natur, Technik und Wirtschaftswachstum im 18. Jahrhundert. Risikoperzeptionen und Sicherheitsversprechen*, Münster 1999.

⁶⁸ Die Mehrzahl der Tagungen zu Umwelt- und Energieproblemen behandelten den Zeitraum vom Mittelalter bis ins Industriezeitalter. Exemplarisch seien genannt: G. Bayerl, N. Fuchsloch, T. Meyer (Hg.), *Umweltprobleme – Methoden, Themen, Potentiale*, Münster 1996; S. Hahn, R. Reith (Hg.), *Umwelt-Geschichte* (wie Anm. 66).

⁶⁹ E. Suter, *Wasser und Brunnen im alten Zürich. Zur Geschichte der Wasserversorgung der Stadt vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert*, Zürich 1981; T. Kluge, E. Schramm, *Wassernöte. Umwelt- und Sozialgeschichte des Wassers*, Aachen 1986.

⁷⁰ J. Sydow, (Hg.), *Städtische Ver- und Entsorgung im Wandel der Geschichte*, Sigmaringen 1981. G. Hösel, *Unser Abfall aller Zeiten. Kulturgeschichte der Städtereinigung*, München 1987. M. Illi, *Von der Schissgruob zur modernen Stadtentwässerung*, Zürich 1987.

landesherrliche Ge- und Verbote,⁷¹ die Luftverschmutzung in den Städten durch Gewerbe und Hausbrand⁷² sowie Berufskrankheiten in den Gewerben.⁷³

Fazit

Eine Bilanz über mehr als viereinhalb Jahrzehnte technikgeschichtlicher Forschung zur Frühen Neuzeit fällt durchaus positiv aus. Durch die weitere Erforschung der engeren Technikgeschichte konnte so manche Lücke geschlossen werden; darüber hinaus wurden insbesondere von Seiten der Geschichtswissenschaften durch neue Fragestellungen und die Einbeziehung theoretischer Ansätze aus den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, neuerdings auch den Kulturwissenschaften, die den Blick für die Zusammenhänge zwischen Technik und Gesellschaft, vor allem auch zwischen Technik, Arbeit und Umwelt eröffneten, zahlreiche Forschungsfelder erschlossen. Angesichts des Wegfalls mehrerer technikgeschichtlicher Lehrstühle und der Reduzierung der Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter in den letzten Jahren sieht die Zukunft der frühneuzeitlichen Technikgeschichtsforschung allerdings eher trübe aus. Die verbliebenen technikhistorischen Lehrstühle in Deutschland konzentrieren sich in ihren Forschungen vorrangig auf die Technikentwicklung der letzten beiden Jahrhunderte. Lediglich Cottbus bildet hier die Ausnahme.⁷⁴

⁷¹ Beispiele aus dem Mittelalter und der Frühen Neuzeit bei: G. Bayerl, U. Troitzsch, Quellentexte zur Geschichte der Umwelt von der Antike bis heute, Göttingen 1998. Mit ausführlicher Bibliographie zur Umweltgeschichte.

⁷² F. Spiegelberg, Reinhaltung der Luft im Wandel der Zeit, Düsseldorf 1984.

⁷³ H. Aagard, Gefahren und Schutz am Arbeitsplatz in historischer Perspektive. Am Beispiel des Nadelschleifens und Spiegelbelegens im 18. und 19. Jahrhundert, in: F. Duve (Hg.), Demokratische und autoritäre Technik (wie Anm. 6), S. 155-179. Auch in den bereits erwähnten Studien zur Technologie des Manufakturwesens wurden die durch die Produktion verursachten Umweltbelastungen sowie die gesundheitlichen Gefährdungen am Arbeitsplatz näher untersucht (Vgl. Anm.26).

⁷⁴ Die von Günter Bayerl nach seiner Berufung 1994 begründete Reihe „Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt“ umfasst mittlerweile 28

Es bleibt nur zu hoffen, dass diese für das Entstehen der Moderne so entscheidende Epoche möglichst bald wieder mehr Aufmerksamkeit erhält.



Hochofen 7 in Ruhrort

Teil 3: Die Technikgeschichte in Deutschland vom Zweiten Weltkrieg bis zur Gegenwart: Die modernen Gesellschaften

Toni Pierenkemper

Technik in der Industriellen Revolution. Wirtschaftshistorische Gedanken zum deutschen Fall¹

Einleitung

„Kaum dem Gehirn der beiden genialen Männer Watt und Arkwright entsprossen, nahm die industrielle Revolution von England Besitz“ (Adolph-Jérôme Blanqui, 1837)²

Kaum ein Satz sagt mit so wenigen Worten so viel Falsches, wie diese Einlassung des Pariser Professors Adolph-Jérôme Blanqui, seit 1833 Professor für Politische Ökonomie am Conservatoire des Arts et Métiers und seit 1838 Mitglied der Akademie der moralischen und politischen Wissenschaften. Blanquis' gewagte These beinhaltet zwei fragwürdige Implikationen. Sie suggeriert erstens, dass die Genese neuen Wissens (sogar der Industriellen Revolution) ein individuell-intellektuell geleiteter Prozess sei, gleichsam dem Gehirn zweier Genies entsprungen. Und zweitens erscheinen die implizit angesprochenen Neuerungen, die atmosphärische Dampfmaschine und die „Waterframe“, eine Spinnmaschine, als völlig neue, vorbildlose geniale Schöpfungen.

¹ Leicht überarbeitete und durch Fußnoten ergänzte Fassung meines Vortrags vom 12. November 2005.

² A.-J. Blanqui, *Histoire de l'économie politique en Europe depuis les anciens jusqu'à nos jours*, Paris 1837, S. 209, zitiert nach E. Nolte, *Marxismus und Industrielle Revolution*, Stuttgart 1983, S. 24.

Nun haben sich die Wissenschaften in den letzten 170 Jahren weiterentwickelt, Blanqui war immerhin quasi noch ein Zeitzeuge der Industriellen Revolution. Doch ich bleibe bei diesem Beispiel, um meine Argumentation zu entwickeln. Zunächst bestätigen fast alle wissenschaftlichen Erkenntnisse der letzten Jahrzehnte, dass die Generierung von Wissen kein genialischer Akt, sondern ein überwiegend sozial bestimmter Prozess ist.³ Und gerade die beiden Erfindungen von James Watt und Richard Arkwright, bezeichnender Weise ein Friseur und Perückenmacher, zeigen paradigmatisch, dass viele neue technische Lösungen auf mehr oder weniger bekannten Praktiken basieren, die durch Probieren und Tüfteln verbessert wurden. Denn beide Apparaturen sind Teil einer längeren technischen Entwicklungsgeschichte. Die atmosphärische Dampfmaschine hatte zahlreiche Vorläufer, von denen die Newcomenschen Dampfmaschinen besonders als Pumpen in Bergwerken bereits beachtliche Verbreitung gefunden hatten. Auch die Arkwrightsche Waterframe kann als Fortentwicklung früherer mechanischer Spinngeräte angesehen werden.⁴ Gerade diese beiden Neuerungen lassen sich schwerlich ausschließlich den

³ Statt vieler Einzelbelege seien hier nur drei wichtige ökonomische Aufsätze zitiert: F. A. Hayek, *Economics and Knowledge*, in: *Economica* NS 4, 1937, S. 33-54; ders., *The Use of Knowledge in Society*, in: *American Economic Review* 35, 1945, No. 4, S. 519-530; E. Helmstädter, *Das gesellschaftliche Wissen als Leistungsquelle. Seine Bedeutungsschwankungen von Adam Smith bis heute* (Vortrag auf der 27. Jahrestagung des Dogmenhistorischen Ausschusses des Vereins für Socialpolitik, Graz 2006).

⁴ Zu Arkwright und den Vorläufern seiner Erfindung P. Mantoux, *The Industrial Revolution in the Eighteenth Century*, London 1952, S. 213-244; J. de L. Mann, *The Textile Industry: Machinery for Cotton, Flax, Wool, 1760-1850*, in: C. Singer u.a. (Hg.), *A History of Technology. Vol. IV: The Industrial Revolution c1750 to c1850*, Oxford 1967, S. 277-282; A. P. Usher, *The Textile Industry, 1750-1830*, in: M. Kranzenberg/C.W. Pursell jr. (Hg.), *Technology in Western Civilization. Vol. I: The Emergence of Modern Industrial Society. Earliest Times to 1900*, London 1967, S. 230-239. Zu James Watt und seiner Dampfmaschine vgl. Mantoux, *Revolution* (1952), S. 138-346, zu den Vorläufern E. S. Ferguson, *The Steam Engine before 1830*, in: C. Singer u.a. (Hg.), *Technology in Western Civilisation, Vol. I*, Oxford 1955, S. 245-263 und D. S. Landes, *Der entfesselte Prometheus*, Köln 1973, S. 101-106.

genannten „genialen“ Erfindern zurechnen. James Watt benötigte bis zur technischen Vollendung der Maschine und zur Patentlegung nicht nur viel Zeit, sondern vor allem die Unterstützung vieler weiterer Personen, nicht zuletzt derjenigen von Matthew Boulton, mit dem er schließlich gemeinsam die Fabrikation von Dampfmaschinen aufnahm.⁵ Im Falle von Arkwright weist die Auseinandersetzung um das Patent für „seine“ Spinnmaschine, in deren Verlauf mehrere weitere Personen erfolgreich eigene Anrechte erstreiten konnten, nicht nur darauf hin, dass die Vaterschaft an der epochalen Erfindung höchst umstritten war, sondern dass in dieser Zeit viele ähnliche Vorstellungen und Ideen, sogar Zeichnungen und Prototypen kursierten.

Abgesehen davon wird gegenwärtig kontrovers diskutiert, ob die Industrielle Revolution England tatsächlich so plötzlich in „Besitz“ nahm, wie das Zitat von Blanqui annehmen lässt. So wird seit den 1970er Jahren immer wieder die regionale Dimension der europäischen Industrialisierung betont,⁶ und die quantitative wirtschaftshistorische Forschung zeigt, dass der britischen Industrialisierung eine beachtliche Wachstumsphase voranging und dass diese „Revolution“ weit gemächlicher voranschritt, als der Begriff „Industrielle Revolution“ nahe legt, an dem die britische Forschung gleichwohl festhält, ihn aber differenziert interpretiert.⁷

⁵ Vgl. F.M. Scherer, Erfindung und Innovation bei der Entwicklung der Dampfmaschine durch Watt-Boulton, in: R. Braun u.a. (Hg.), Industrielle Revolution. Wirtschaftliche Aspekte, Köln 1976, S. 139-160.

⁶ Einführend: S. Pollard, *Peaceful Conquest. The Industrialization of Europe 1760-1970*, Oxford 1981.

⁷ Die Orthodoxie einer „plötzlichen“ Industriellen Revolution in England lässt sich auch auf Friedrich Engels zurückführen, z.B. F. Engels, Die Lage der arbeitenden Klasse in England. Nach eigener Anschauung und authentischen Quellen (1845), in: Marx-Engels-Werke, Bd. 2, Berlin/DDR 1972, 225-506, S. 227. Er prägte lange Zeit die Lehrbuchliteratur; vgl. exemplarisch Ph. Deane, *The First Industrial Revolution*, Cambridge 1965, P. Mathias, *The First Industrial Nation. An Economic History of Britain, 1700-1914*, London 1969. Diese Sicht wurde vor allem durch N. F.R. Crafts, *British Economic Growth during the Industrial Revolution*, Oxford 1985, in Frage gestellt, der neue, fundierte Schätzungen des ökonomischen Wachstums vorlegte und eine langfristige, stetigere, weniger „revolutionäre“ Entwicklung konstatiert. Für

Schließlich ist auch die kritische Frage zu stellen, ob die genannten neuen Technologien tatsächlich als *auslösende* Faktoren der Industriellen Revolution angesehen werden können, oder ob sie nicht als Reaktionen auf veränderte Marktbedingungen zu interpretieren sind, wie die vielen gleichzeitigen Bemühungen um eine Mechanisierung des Spinnens in der Mitte des 18. Jahrhunderts annehmen lassen. Die exorbitante Steigerung der Nachfrage nach Baumwollstoffen, so das Argument, hat einen regelrechten „Garnhunger“ der Weber hervorgebracht und die Suche nach neuen technischen Lösungen, die Erfindung der Spinnmaschine quasi „erzwungen“.⁸

Vor einer simplifizierenden technikzentrierten Sicht der frühen Industrialisierung, wie sie das vorangestellte Zitat auszeichnet, muss also gewarnt werden! Doch wie könnte eine angemessene Beurteilung der Rolle der Technik in diesem kritischen Zeitraum wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung in England bzw. mit einiger zeitlicher Verzögerung auch in Deutschland aussehen? Ohne den Versuch einer Beantwortung der schwierigen Frage, was denn „Technik“ eigentlich bedeutet und umfasst, möchte ich im Folgenden den Zusammenhang zwischen Technik und Wirtschaft auf einer relativ allgemeinen Ebene für den Zeitraum der deutschen Industrialisierung erörtern.

Die an Schumpetersche Kategorien angelehnte Trias „Invention-Innovation-Diffusion“ scheint mir dazu nur in Grenzen geeignet,⁹ weil sie

einen Überblick vgl. T. Pierenkemper, Wirtschaftsgeschichte. Eine Einführung – oder: Wie wir reich wurden, München 2005, S. 21-26.

⁸ Vgl. Landes, Prometheus (wie Anm. 4), S. 88f., J. Mokyr, Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress, New York 1990 und ders., Demand vs. Supply in the Industrial Revolution, in: Journal of Economic History 37 (1977), S. 981-1008; unter Bezug auf E. W. Gilboy: Demand as a factor in the Industrial Revolution, in: R. M. Hartwell (Hg.), The causes of the Industrial Revolution, London 1967, S. 121-138; Jacob Schmookler: Invention and Economic Growth, Cambridge/Mass. 1966.

⁹ Vgl. Joseph Schumpeter: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus, Berlin 1997 (Orig. 1911); R.M. Hartwell, Technik und

eine quasi gesetzmäßige Abfolge von Entdeckung und Neuerungen, ihren erstmaligen Erprobungen und eine folgende allgemeine Verbreitung suggeriert. Ein solches Verlaufsschema entspricht aber keinesfalls dem komplexen Verhältnis von Technik und Wirtschaft im Allgemeinen wie im betrachteten Zeitraum. Es gibt nämlich Innovation ohne Invention, wenn beispielsweise längst praktiziertes Alltagswissen in die Sphäre der Produktion eindringt; umgekehrt vermehren viele Erfindungen zwar unser Wissen, bleiben jedoch für die wirtschaftliche Nutzung irrelevant. Es gibt also Invention ohne Innovation. Zudem lehrt die Wirtschaftsgeschichte, dass Pioniertaten scheitern, etwa weil sie sich als unwirtschaftlich erweisen und keine Verbreitung finden. In diesem Fall führt Innovation nicht zu Diffusionsprozessen. Die idealtypische Vorstellung einer Sequenz von einer Erfindung über ihre experimentelle Einführung in die Praxis und schließlich deren erfolgreiche, flächendeckende Verbreitung kann jedenfalls nur begrenzt die vielfältigen Bedingungen und Erscheinungen von Wissensproduktion und Wissensnutzung abbilden. Mir kommt es daher im Folgenden darauf an, die Entstehung und die Verbreitung systematischen Wissens und seiner Nutzung im Rahmen des Industrialisierungsprozesses, und das heißt insbesondere dessen ökonomische Anwendung, zu analysieren. Denn das Eigentümliche des Industrialisierungsprozesses und seine weitreichende Bedeutung scheinen mir in dieser technikhistorischen Perspektive darin zu liegen, dass es damals gelungen ist, das gesellschaftliche – insbesondere das naturwissenschaftliche und mathematische – Wissen für die Produktion nutzbar gemacht zu haben,¹⁰ oder – wenn man Marxschen Begriffen folgen

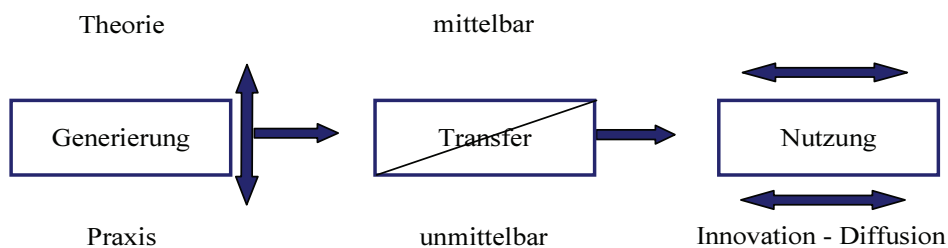
Industrielle Revolution, in: K. Hausen/R. Rürup (Hg.): *Moderne Technikgeschichte*, Köln 1975, S. 125-135, hier S. 126.

¹⁰ J. Mokyr, *The Gifts of Athena. Historical Origins of the Knowledge Economy*, Princeton/Oxford 2002, unterscheidet daher zwischen „propositional knowledge“ (Ω -knowledge) und „prescriptive knowledge“ (λ -knowledge), bes. S. 4-15; vgl. auch Simon Kuznets: *Modern Economic Growth. Rate, Structure and Spread*, New Haven/London 1973, S. 116, insbes. S. 9.

will – so wurden Wissen und auch Wissenschaft zur Produktivkraft. Allerdings geschah dies nicht einem der Technik inhärenten Zwang (oder den genialen Gedanken einzelner Individuen) folgend, wie traditionelle Sichtweisen nahe zu legen scheinen, die von einer spezifischen Entwicklungslogik der Technik bzw. technologischer Systeme ausgehen.¹¹

Für die Darstellung möchte ich an einem Drei-Phasen-Schema festhalten, dem auch die Gliederung dieses Beitrages folgt. Allerdings sei nicht auf die Schumpetersche Trias „Invention-Innovation-Diffusion“ rekurriert, sondern auf die Kategorie „Wissen“ als dem Bestand der jeweils verfügbaren Kenntnisse und Fähigkeiten einer Gesellschaft. Mit den Bedingungsfaktoren und einer möglichen Konzeptionalisierung der Generierung, des Transfers und der praktischen Nutzung von „Wissen“ möchte ich mich zunächst befassen.

Schaubild 1: Gewinnung, Transfer und Nutzung von „Wissen“



Zunächst gilt es, Wege der Generierung von „Wissen“ und die vielfältigen Entstehungsarten und -weisen aufzuzeigen, die durch die Gegenüberstellung der Gewinnung theoretischen und praktischen Wissens nur sehr unvollkommen ausgedrückt ist. Anschließend soll reflektiert werden, wie verfügbares Wissen möglicherweise seinen Weg in die praktische wirtschaftliche Nutzung finden kann. Es ist leicht einsichtig, dass die möglichen Wege verschlungen sind und auch Umwege mit

¹¹ Eine umfassende Kritik dieser Sichtweise in Hinblick auf eine technologische Determination der Arbeitsverhältnisse vgl. W. Fricke, Arbeitsorganisation und Qualifikation. Ein industriesoziologischer Beitrag zur Humanisierung der Arbeit, Bonn 1975, insbes. S. 95-135.

einschließen. Nur selten gelangt z.B. theoretisch generiertes Wissen unmittelbar in die Produktion. Der Transfer von Wissen erfolgt eher indirekt als direkt, eher mittelbar als unmittelbar oder in kaum eindeutig zu bestimmender Form. Schließlich erfolgt die praktische Nutzung des verfügbaren Wissens in der Produktion nicht gleichförmig, sondern manchmal zögerlich und experimentell, manchmal rasch und flächendeckend, manchmal zwar nicht kurzfristig, aber langfristig erfolgreich, manchmal umgekehrt. Von der Innovation (der ersten praktischen Nutzung) bis zur Marktreife und der umfassenden Diffusion erfordert es oft viel Zeit und große Anstrengungen, falls es schließlich überhaupt einen Erfolg gibt.¹² Das verwendete Schema (Abbildung 1) trägt also einen heuristischen Charakter; die Sequenz hat weder einen theoretischen noch einen empirischen Anspruch auf eine genaue Abbildung von Wissensgenerierung, -transfer und -nutzung. Zudem finden Rückkopplungen zwischen und innerhalb der verschiedenen Stufen in der Abbildung keine Berücksichtigung, obschon gerade die Nutzung von Wissen häufig neues, praktisches Wissen hervorbringt und neue Entwicklungen in Gang setzt.

Bevor ich mich diesen Prozessen zuwende, bedarf aber zunächst der Terminus „Wissen“ einer näheren Erörterung, denn es ist keineswegs selbstverständlich, was genau darunter zu verstehen ist. Es muss zumindest zwischen „Wissen“ als dem Bestand ökonomisch nutzbarer Güter und der sozial determinierten Situation unterschieden werden, in der Menschen ihr Können zu praktizieren vermögen. Versteht man unter „Wissen“ ein ökonomisches Gut, so handelt es sich um ein besonderes Gut, dessen Wert durch den Gebrauch nicht abnimmt, sondern möglicherweise sogar noch

¹² Ein Standardbeispiel für die deutsche Industrialisierung ist die Innovation des Pilgerschritt-Verfahrens durch die Brüder Mannesmann, das schließlich erst ökonomisch effizient verwertet werden konnte, als die Erfinder aus dem Unternehmen ausschieden, vgl. H. A. Wessel, *Kontinuität im Wandel. 100 Jahre Mannesmann 1890-1990*, Gütersloh 1990.

wächst, d.h. positive Skalenerträge oder Netzwerkeffekte aufweist.¹³ Der Gebrauch von „Wissen“ begründet Erfahrung, und diese vermag selbst zur Quelle neuen „Wissens“ zu werden. Ein Teil des Wissens lässt sich schriftlich festhalten, formal kommunizieren, ausbilden und formal lernen und sogar rechtlich schützen (Patente); ein anderer Teil ist einer solchen Nutzung nicht zugänglich. Nennt man den kodifizierbaren Teil des Wissens explizites Wissen (Mokyr: „prescriptive knowledge“), so muss man den nicht eindeutig bestimmbaren Teil des Wissens einer Gesellschaft als implizites Wissen (tacit knowledge; Mokyr: „propositional knowledge“) bezeichnen.¹⁴ Weitere Differenzierungen wären denkbar, für eine kurze Skizze der Bedeutung der Technik in der Industrialisierung jedoch nicht erforderlich, weil die historischen Belege kaum den Ansprüchen einer differenzierten Terminologie und noch viel weniger einer komplexen Theorie des Wissens standhalten.

Die Generierung von Wissen in der deutschen Industrialisierung

In Deutschland herrschten in der frühen Neuzeit Formen der praktischen Wissensgenerierung vor. Die Grundlagen einer „theoretischen“, d.h. von einer modernen Wissenschaft getragenen Generierung von Wissen wurden hier erst im 18. Jahrhundert gelegt. Dabei konnte man sich an Erfahrungen in England und Frankreich orientieren¹⁵ und diese in spezifischer Weise

¹³ Die Annahme steigender Skalenerträge bildet auch den Ausgangspunkt der sogenannten „neuen“ Wachstumstheorie, mit der der späte Versuch unternommen wird, wirtschaftliches Wachstum endogen aus dem Wirtschaftsprozess zu „erklären“ und nicht als exogenes „measure of ignorance“ als technischen Fortschritt zu unterstellen. Vgl. dazu P. M. Romer, Increasing returns and long-term growth, in: Journal of Political Economy 94, 1986, S. 1002-1037, und ders., Endogenous technological change, in: Journal of Political Economy 98, 1990, S. 71-102.

¹⁴ F. Klemm, Die Rolle der Technik in der Aufklärung, in: K.-H. Manegold (Hg.), Wissenschaft, Wirtschaft und Technik. Studien zur Geschichte, München 1969, S. 318-331, hier S. 318f.

¹⁵ A. Schindling, Bildung und Wissenschaft in der Frühen Neuzeit 1650-1800, München 1994, S. 26-29.

weiterentwickeln. Allerdings entstand auch in Preußen bereits 1694 die Universität Halle als richtungsweisende Reformuniversität, deren früher Glanz schon bald durch die Universität Göttingen überstrahlt wurde.¹⁶ Hier war bereits eine Hinwendung der abstrakten Wissenschaften zur Empirie deutlich sichtbar; dies galt sowohl für die Geistes- wie auch für die Naturwissenschaften und die Medizin. Zur gleichen Zeit und in den folgenden Jahrzehnten entstand eine ganze Reihe neuer wissenschaftlicher Institutionen, z.T. in Verbindung mit den Universitäten, so beispielsweise die Berliner Akademie mit Wilhelm Leibniz als Präsident (1700), die Societät der Wissenschaften in Göttingen (1751) oder die Kurbayerische Akademie der Wissenschaften in München (1759).¹⁷ Auch mit Hilfe dieser Institutionen wandten sich die Naturwissenschaften gegen die vorherrschende naturphilosophische Betrachtung, die bis in die Romantik hinein vorherrschend blieb. Die Chemie besaß für die Durchsetzung einer exakten Naturwissenschaft in Deutschland eine besondere Funktion. Hier entstand 1806 bereits ein universitärer Laborunterricht und schon bald durften die Labore von Liebig (1825 in Gießen), Erdmann (1831 in Leipzig), Wöhler (1836 in Göttingen) oder Bunsen (1839 in Marburg) internationalen Vorbildcharakter beanspruchen.¹⁸

Der Aufschwung der exakten Wissenschaften fußte vor allem auf den methodischen Errungenschaften des 19. Jahrhunderts: Im Zentrum standen das Experiment und die Messtechnik. Aus Beobachtungen gewonnene Hypothesen und das prüfende Experiment traten in einen dauerhaften wechselseitigen Zusammenhang. Diese Entwicklung war ein

¹⁶ W. Wetzel, *Naturwissenschaften und Chemische Industrie in Deutschland. Voraussetzungen und Mechanismen ihres Aufstiegs im 19. Jahrhundert*, Stuttgart 1991, S. 23-43.

¹⁷ W. Kroker, *Wege zur Verbreitung technischer Kenntnisse zwischen Deutschland und England in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts*, Berlin 1971, S. 16-25; Schindling, *Bildung* (wie Anm. 15), S. 64f.

¹⁸ U. Troitzsch, *Die Entwicklung der (poly-) technischen Zeitschriften in Deutschland zwischen 1820 und 1850*, in: K.-H. Manegold (Hg.), *Wissenschaft, Wirtschaft und Technik* (wie Anm. 14), S. 331-340, insbes. S. 332.

wissenschaftsimmanenter Prozess und entstand nicht auf Grund eines technisch-industriellen Bedarfs:¹⁹ Die Naturwissenschaften entwickelten sich als Universitäts-Wissenschaften!

Die Begründung angewandter Wissenschaften schritt in der gleichen Zeit voran. In Halle an der Saale und in Frankfurt an der Oder wurden 1727 Lehrstühle für Kameralistik geschaffen und in Göttingen 1770 durch Johann Beckmann eine systematische Handwerkswissenschaft begründet, die er „Technologie“ nannte. 1777 fasste er seine Anschauungen in einem Lehrbuch, der „Anleitung zur Technologie“ zusammen und trug damit als einer der ersten in Deutschland zur Verbreitung kodifizierten Wissens bei.²⁰ Die Aufklärer der Zeit forderten einen stärkeren Praxisbezug der Wissenschaften und dieser sollte vor allem der Ausbildung der Staatsbeamten zugute kommen; die Curricula der bestehenden Universitäten öffneten sich immer mehr diesen Anforderungen. Vor allem aber kennzeichnet die Gründung von berufsbezogenen Fachschulen durch verschiedene aufgeklärte Landesherren diese Tendenz. Dies gilt etwa für die Bergakademien in Freiberg und Clausthal oder die Forst-, Bau- und Militär-Akademien dieser Zeit. Diese Tradition der höheren Spezialschulen wurde im 19. Jahrhundert weitergeführt und durch eine aus Frankreich stammende Neuerung ergänzt. Dort wurden seit 1794 in der Pariser „École Polytechnique“ erstmals auch Ingenieurwissenschaften unterrichtet. An diesem Vorbild orientiert folgten bald ähnliche Gründungen im deutschen Sprachraum, so beispielsweise 1806 die „Polytechnische Anstalt“ in Prag und 1815 das „Polytechnische Institut“ in Wien.²¹ In Wien wurden in vier

¹⁹ T. Nipperdey, *Deutsche Geschichte 1800-1866. Bürgerwelt und starker Staat*, München 1993, S. 482-484.

²⁰ J. Radkau, *Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart*, Frankfurt a.M. 1989, S. 163f.; J. J. Beer, *Die Teerfarbenindustrie und die Anfänge des industriellen Forschungslaboratoriums*, in: Hausen/ Rürup (Hg.), *Technikgeschichte* (wie Anm. 9), S. 106-118.

²¹ L. Burchardt, *Wissenschaftspolitik im Wilhelminischen Deutschland. Vorgeschichte, Gründung und Aufbau der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften*, Göttingen 1975; ders.: *Zwischen Staat und Wissenschaft. Die*

unterschiedlichen Abteilungen Mathematik und Geometrie, Mechanik und Hydraulik, Land- und Wasserbaukunst sowie technische Chemie unterrichtet. Von Beginn an wurde das Polytechnische Institut als eine Hochschule betrieben, deren Schüler und Lehrer den Studenten und Professoren der philosophischen Fakultät der Wiener Universität gleichgestellt waren. Die deutschen technischen Hochschulen haben sich in den folgenden Jahrzehnten mehrheitlich an der Wiener Gründung orientiert.

In Deutschland entstand durch die Fusion zweier bereits bestehender Bau- und Ingenieursschulen zuerst 1825 die badische „Polytechnische Schule“ in Karlsruhe. Später wurde sie noch um eine Forstschule ergänzt. Sie gliederte sich ähnlich wie das Wiener Vorbild in mehrere, hier fünf, fakultätsähnliche Fachschulen. Schnell folgten weitere deutsche Staaten mit ähnlichen Gründungen²² und bis zum Ende der dreißiger Jahre des 19. Jahrhunderts waren in den meisten deutschen Bundesstaaten derartige Fachschulen fest etabliert. Zunächst entsprachen die Polytechnika noch überwiegend bürgerlichen Gewerbebedürfnissen.²³ Eine Verwissenschaftlichung der Fächer und Institutionen der Polytechnischen Schulen erfolgte erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Die darstellende Geometrie fand Anwendung in der Maschinenkunde, wo Maschinenzeichnungen in Form von Projektionen dargestellt wurden und die bis dahin in der Praxis noch häufig üblichen Modelle ersetzten. In Karlsruhe spielte hierbei Ferdinand Redtenbacher eine herausragende Rolle, der den Maschinenbau auf eine wissenschaftliche, d.h. theoretisch-mathematische Grundlage stellte. Auf diese Weise erhielt die Technik sukzessive eine exakte wissenschaftliche Basis und entfernte sich immer mehr von der

Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft bis zum Ende des Ersten Weltkriegs, in: R. vom Bruch/R.A. Müller (Hg.), Formen staatlicher Wissenschaftsförderung im 19. und 20. Jahrhundert. Deutschland im europäischen Vergleich, Stuttgart 1990, S. 63-86.

²² Dresden (1826), München (1827), Stuttgart (1829), Kassel (1830), Hannover (1831), Braunschweig (1835), Darmstadt (1836).

²³ F. R. Pfetsch, Zur Entwicklung der Wissenschaftspolitik in Deutschland 1750-1914, Berlin 1974, S. 136.

Technik der vorindustriellen Zeit, die nahezu ausschließlich auf Anschauung und Empirie beruhte. Als bedeutende Wissenschaftler und Autoren wären für den Maschinenbau beispielsweise Karl Karmasch (ab 1837 in Hannover) mit seinem „Grundriss der mechanischen Technologie“²⁴ und Gustav Zeuner (ab 1855 Professor für Mechanik und theoretische Maschinenlehre am Eidgenössischen Polytechnikum Zürich) mit seinen „Grundzüge[n] der mechanischen Wärmetheorie“²⁵ zu nennen, die sich mit der Dampfkraft beschäftigte. Auch andere Zweige der Technik formierten sich allmählich. So wurde 1850 in Karlsruhe ein Lehrstuhl für chemische Technologie eingerichtet und ab 1882 die Elektrotechnik zu einem speziellen Lehrfach. Zwischen 1865 und 1890 wurden die bestehenden Polytechnika sukzessive in Technische Hochschulen umgewandelt und zumeist mit Forschungslaboren ausgestattet. Die Verwissenschaftlichung des technischen Hochschulsystems fand mit der Verleihung des Promotionsrechts (Dr. Ing.) an die ehemals als „Klempnerakademien“ diffamierten Technischen Hochschulen im Jahre 1900 ihren vorläufigen Abschluss.²⁶

Mit einer stärkeren Hinwendung der preußischen und deutschen Universitäten zu den Realwissenschaften und ihren Forschungsmethoden wie mit der Verwissenschaftlichung der höheren technischen Lehranstalten war im frühen 19. Jahrhundert eine wichtige Voraussetzung für die Generierung und Vermittlung praxisorientierten Wissens auch in Deutschland geschaffen. Doch die Entwicklung ging weiter, denn die Umsetzung naturwissenschaftlich-technischen Wissens in praktische

²⁴ K. Karmasch, Grundriß der mechanischen Technologie. Als Leitfaden für den technologischen Unterricht an polytechnischen Instituten und Gewerbeschulen, 2 Bde., Hannover/Wien 1838.

²⁵ G. Zeuner, Grundzüge der mechanischen Wärmetheorie, Freiberg 1860; Zeuner wechselte 1871 nach Freiberg und 1873 nach Dresden, wo er das Polytechnikum zur Technischen Hochschule ausbaute.

²⁶ K. Jarausch, Art. Universität und Hochschule, in: Chr. Berg (Hg.): Handbuch der deutschen Bildungsgeschichte. Bd. IV: 1870-1918, München 1991, S. 320-323.

Verwendung innerhalb der Wirtschaft wurde immer komplexer. Auf der Seite der Wissensgenerierung trennte sich die Grundlagenforschung immer mehr von der anwendungsbezogenen Forschung und letztere wurde immer stärker zu einer Domäne der Wirtschaft selbst.

Hierbei gingen die „modernen“ Industrien voran.²⁷ Zwar hatte die Firma Krupp bereits im Jahr 1862 ein Betriebslabor für die Stahl- und Rohstoffanalyse eingerichtet, doch dieses diente zunächst nur der Qualitätskontrolle, so dass die Gründung von Industrielaboren der elektrotechnischen Industrie (1872 bei Siemens & Halske), der chemischen Industrie (1885, Farbenfabriken Bayer) und der Kältetechnik (1879 durch den Aufbau eines kältetechnischen Instituts durch Carl Linde in München) vorbehalten blieb. Ähnliche Einrichtungen entstanden zeitgleich in anderen Branchen, wie das glastechnische Labor in den Jenaer Zeißwerken, gegründet durch Ernst Abbe 1882. In und mittels dieser Industrielabore entwickelte sich eine enge Zusammenarbeit zwischen der Industrie und der Forschung an den Universitäten; zu den Pionieren dieser Kooperation zählte der Universitätschemiker Justus Liebig in Gießen, dessen Labor später mit der BASF kooperierte.²⁸

Der Staat forcierte die Grundlagenforschung in besonderer Weise, z.T. auch auf Anregung und mit Unterstützung der Industrie. Mit der 1887 gegründeten Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, an deren Spitze mit Hermann Helmholtz einer der bedeutendsten Physiker der Zeit stand, war die erste Großforschungseinrichtung in Deutschland geschaffen. Den Abschluss derartiger Bemühungen bildete vor dem Ersten Weltkrieg 1910/11 die Gründung der „Kaiser Wilhelm Gesellschaft“, in der für die wichtigsten Wissenschaftsbereiche besondere Institute entstanden (z. B.

²⁷ Radkau, Technik (wie Anm. 20), S. 163f.; Beer, Teerfarbenindustrie (wie Anm. 20), S. 106-118.

²⁸ W. von Hippel, Auf dem Weg zum Weltunternehmen (1865-1900), in: W. Abelshauser (Hg.), Die BASF. Eine Unternehmensgeschichte, München 2002, S. 61-64.

Chemie, Kohleforschung, Biologie und Physik).²⁹ Diese Institute waren keinesfalls auf die Grundlagenforschung beschränkt, sondern betrieben auch anwendungsorientierte Forschung.³⁰ Die Universitäten hatten mit den Großforschungseinrichtungen und mit den Forschungslaboren in der Industrie ihr Monopol auf die wissenschaftliche Forschung jedoch verloren.

Wenn man die Veränderungen in diesem Bereich der Wissensgenerierung in Deutschland im 19. Jahrhundert resümierend überschaut, so ist die ungeheure Ausweitung des wissenschaftlichen und technischen Wissens kaum zu übersehen. Das der Gesellschaft zur Verfügung stehende theoretische Wissen hatte sich enorm vermehrt, wozu vor allem der Auf- und Ausbau eines Universitäts- und Bildungssystems beigetragen hat, das den Bedürfnissen der Gesellschaft offenbar entsprach. Die Form der Wissensgenerierung hatte sich entsprechend diesen neuen Institutionen gewandelt, denn wissenschaftliche Forschung und Experiment traten immer stärker an die Stelle der praktischen Erfahrung und des Ausprobierens und bestimmten zunehmend den Wissensfortschritt. Dieser Prozess betraf natürlich auch die Technik, die auf diese Weise „verwissenschaftlicht“ wurde, was durch die Entstehung der Technischen Hochschulen einen sichtbaren institutionellen Ausdruck fand, der international auf große Anerkennung stieß.³¹ Wie gelangte dieser enorm ausgeweitete Bestand an gesellschaftlichem „Wissen“ in die wirtschaftliche Nutzung, und wie konnte dieser angehäuften „Schatz“ gehoben werden?

²⁹ Burchardt, Wissenschaftspolitik (wie Anm. 21); Burchardt, Staat (wie Anm. 21).

³⁰ M. Rasch, Vorgeschichte und Gründung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Kohleforschung in Mülheim a. d. Ruhr, Hagen 1987.

³¹ Vgl. beispielsweise A. Marshall, *Industry and Trade. A study of industrial technique and business organization; and of their influence on the conditions of various classes and nations*, Chapter VIII: „The Industrial Leadership of Germany: science in the service of industry“, London 1919, S. 350-364.

Der Transfer von Wissen in der deutschen Industrialisierung

Eine Sache ist es, neues Wissen zu generieren und zu akkumulieren, eine ganz andere Sache ist es, das vorhandene Wissen einer nützlichen Verwendung im Rahmen wirtschaftlicher Aktivitäten zuzuführen. Dies setzt „Können“ voraus, die Handlungskompetenz, Wissen im ökonomischen Zusammenhang zu nutzen.³² Dazu bedarf es der Vermittlung zwischen einerseits dem Bestand an Wissen und konkreten wissenschaftlichen Kenntnissen und andererseits dessen Nutzungsmöglichkeiten. Dieser Vermittlungsprozess ist keineswegs einseitig. Denn wissenschaftlicher Fortschritt, die Generierung expliziten Wissens vollzieht sich nicht autonom, zwar nach eigenen Regeln, jedoch nicht isoliert im Elfenbeinturm. Dazu sind in den modernen Wissenschaften die materiellen Voraussetzungen sowohl institutionell als auch personell viel zu umfangreich und die notwendigen Investitionen im Universitäts- und Bildungsbereich viel zu hoch. Und diese wurden in Deutschland im 19. Jahrhundert tatsächlich vorgenommen, das Bildungssystem expandierte.

Für den mittelbaren Wissenstransfer spielte der Ausbau des Bildungssystems eine überragende Rolle. Die Allgemeinbildung der deutschen Bevölkerung war zunächst äußerst bescheiden. Zwar bestand in Preußen bereits seit 1717 die allgemeine Schulpflicht, sie wurde jedoch nur sehr lückenhaft durchgesetzt und das Ausbildungsniveau war niedrig. Die preußischen Reformen zu Beginn des 19. Jahrhunderts führten zu ersten Verbesserungen im Bereich der Lehrerbildung, deren Niveau im Vormärz durch die Gründung von Lehrerseminaren deutlich gehoben werden konnte. Im gehobenen Schulwesen, in den Gymnasien, stieg die Zahl der Schüler deutlich an. Und in der Mitte des 19. Jahrhunderts kam schließlich eine Differenzierung der Schulformen den Erfordernissen der sogenannten „bürgerlichen Berufe“ weiter entgegen, dies betraf die Realgymnasien, die Realschulen, die höheren Bürgerschulen und Oberrealschulen.³³

³² Vgl. dazu Helmstädter, Wissen (wie Anm. 3).

³³ Nipperdey, Geschichte 1800-1866 (wie Anm. 19), S. 451-484.

Neben der deutlichen Verbesserung des allgemeinbildenden Schulsystems und der umfassenden Verbreitung der grundlegenden Kulturtechniken des Lesens, Schreibens und Rechnens, entwickelte sich etwa zeitgleich ein mittleres technisches Bildungssystem. Es entstand zwar in der Regel auf staatliche Initiative, doch es entsprach auch den als immer wichtiger angesehenen Bedürfnissen der gewerblichen Praxis, die zunehmend sich eigenständig zu artikulieren begannen.

Vor allem trifft dies auf den 1821 von Christian Peter Wilhelm Beuth in Berlin gegründeten „Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen“ zu, der mit staatlichen Mitteln technische Innovationen zu fördern suchte, und auf die gleichzeitig gegründete „Technische Schule“ (seit 1827 „Königliches-Gewerbe-Institut“ in Berlin), die der Vermittlung praktischen Wissens diente.³⁴ Hier wurden technische Informationen gesammelt und verbreitet (beispielsweise durch Zeichnungen, die den Handelskammern zugänglich gemacht wurden), Studienreisen angeregt und finanziert oder Gewerbeausstellungen organisiert. Die Absolventen des Instituts wurden oftmals mit neuen Maschinen und finanziellen Mitteln bei Unternehmensgründungen unterstützt. Dem Berliner Gewerbeinstitut wurden in den kommenden Jahren fast 30 Provinzialgewerbeschulen als Rekrutierungsbasis zugeordnet, in denen 12- bis 16jährige Gewerbetreibende für zwei Jahre lang ausgebildet und von denen die Besten dem Berliner Institut zugeführt werden sollten. Doch diese Provinzialgewerbeschulen waren oft wenig erfolgreich und manche gingen mangels Interesse bald wieder ein. Das „Königliche-Gewerbe-Institut“ reüssierte mit seinen gehobenen und ambitionierten Ansprüchen und wurde schließlich ein paar Jahrzehnte später in die Technische Hochschule überführt. Einige der Provinzialgewerbeschulen wurden 1877 mit den

³⁴ W. Treue, Christian Peter Wilhelm Friedrich Beuth, in: W. Treue, K. Gründer (Hg.), Wissenschaftspolitik in Berlin. Minister, Beamte, Ratgeber, Berlin 1987, S. 119-134.

Realschulen verbunden und bildeten die Basis für die Oberrealschulen (seit 1882).³⁵

Neben diesen staatlichen Schulen für die mittlere technische Bildung entwickelten sich weitere Schulformen meist auf privater, kommunaler Ebene. Zu nennen sind hier vor allem die Baugewerk-Schulen, ähnliche Einrichtungen für den Maschinen- und Mühlenbau sowie die Werkmeisterschulen. Als Eingangsvoraussetzung galten hier zumeist der Abschluss der Volksschule und eine mehrjährige Berufspraxis.³⁶ Schließlich entstanden auf dieser unteren Ebene des „technischen“ Bildungssystems auch kaufmännische Fortbildungsschulen. Diese dienten als Ergänzung der traditionellen Kaufmannsausbildung und wurden oft durch Orts-Statute verbindlich gemacht. Ihr Unterricht erfolgte zumeist außerhalb der Arbeitszeiten und vermittelte ergänzende berufliche und technische Kenntnisse. Am Ende des 19. Jahrhunderts wurde dieser Bildungszweig systematisiert und zur obligatorischen Berufsschule ausgebaut.³⁷

Neben diesen Bildungsinvestitionen, die überwiegend vom Staat geleistet wurden, gab es vielfältige halbstaatliche und private Aktivitäten mit dem Ziel, verwertbares Wissen in den gesellschaftlichen Produktionsprozess einzubringen. Die früheren Gründungen von Akademien und anderen wissenschaftlichen Gesellschaften dienten vor allem dem akademischen Austausch, während die Verwendung der gewonnenen Erkenntnisse in der praktischen Arbeit nicht zu den Zielen zählte. Dies änderte sich im 19. Jahrhundert beispielsweise durch die genannten Beuthschen Initiativen, die in den wirtschaftlich führenden Regionen, wie

³⁵ C. Schiersmann, *Zur Sozialgeschichte der preußischen Provinzial-Gewerbeschulen im 19. Jahrhundert*, Weinheim 1979.

³⁶ G. Grüner, Art. Fachschulen, in: Berg, *Handbuch IV* (wie Anm. 25), S. 389-397.

³⁷ P. Lundgreen, *Schulbildung und Frühindustrialisierung in Berlin/Preußen*, in: U. Herrmann (Hg.), *Schule und Gesellschaft im 19. Jahrhundert*, Weinheim 1977 und ders., *Differentiation in German Higher Education*, in: K. H. Jarausch (Hg.), *The Transformation of Higher Learning 1860-1930*, Stuttgart 1983, S. 149-179.

beispielsweise im Rheinland, auf korrespondierende Institutionen wie etwa die frühen Handelskammern (seit 1803) oder gesellschaftliche Clubs³⁸ trafen, die auch der weiteren Wissensverbreitung dienten. Von eminent wichtiger Bedeutung waren aber die organisierten Gewerbeausstellungen, auf denen neuere gewerbliche Produkte und Produktionsverfahren öffentlich gemacht wurden. Die erste Ausstellung wurde 1822 für das gesamte preußische Gewerbe in Berlin organisiert, 1844 folgte eine weitere.³⁹ Diese Form der Wissensverbreitung wurde auch international und nicht nur für den engeren Bereich der gewerblichen Produktion praktiziert. Die berühmte Weltausstellung im Jahre 1851 mit dem eigens dazu entworfenen „Kristallpalast“ bildet dafür einen ersten Höhepunkt.⁴⁰

Auch das Reisen wurde zunehmend in den Dienst des Wissenstransfers gestellt. Die adelige Kavaliersreise war schon im 18. Jahrhundert zu einer bürgerlichen Bildungsreise geworden; doch viel mehr noch diente die traditionelle Handwerkerwanderung der Wissensverbreitung. Die so genannte „technologische Reise“ knüpfte an diese Traditionen an. Sie führte vor allem Staatsbeamte mit dem Ziel der Gewerbeförderung und Unternehmer zum Erwerb von Fabrikationskenntnissen in fortgeschrittene Länder und Regionen. Solche Reisen sind seit dem 18. Jahrhundert aus der preußischen Verwaltung bekannt. So reiste der Freiherr vom und zum Stein bereits 1787 in Begleitung Wilhelm von Redens nach England und ebenso

³⁸ Vgl. beispielsweise für die Handelskammer Aachen: P. Thomes, 1804-2004. 200 Jahre mitten in Europa. Die Geschichte der Industrie- und Handelskammer Aachen, Aachen 2004; zum Aachener Casino-Club vgl. M. Sobania: Das Aachener Bürgertum am Vorabend der Industrialisierung, in: L. Gall (Hg.), Vom alten zum neuen Bürgertum. Die mitteleuropäische Stadt im Umbruch, 1780-1820 (HZ-Beihefte NF. 14), München 1991, 183-228.

³⁹ Vgl. U. Beckmann: Gewerbeausstellungen in Westeuropa vor 1851: Ausstellungswesen in Frankreich, Belgien und Deutschland. Gemeinsamkeiten und Rezeption der Veranstaltungen, Frankfurt/M. u.a. 1991.

⁴⁰ E. Kroker: Die Weltausstellungen im 19. Jahrhundert, Göttingen 1975 und U. Haltern: Die „Welt als Schaustellung“. Zur Funktion und Bedeutung der Internationalen Industrieausstellungen im 19. und 20. Jahrhundert, in: VSWG 60, 1973, S. 1-40 sowie ders.: Die Londoner Weltausstellung von 1851, Münster 1971.

Peter Christian Wilhelm Beuth⁴¹ und zahlreiche andere.⁴² Gleiches gilt für viele deutsche Unternehmer, die fortgeschrittene Industrieanlagen in England, Belgien und Frankreich besichtigten.⁴³ „Reisen“ anderer Art gab es allerdings auch in die umgekehrte Richtung. Dabei handelte es sich um ausländische, vor allem britische Fachkräfte, Facharbeiter,⁴⁴ Mechaniker und Techniker, die nach Deutschland zogen oder von dort angeworben wurden, ja zum Teil sogar um angeworbene Unternehmer, wie John Cockerill, der 1814 einen Betrieb in Berlin eröffnete.⁴⁵ Dieser Tendenz setzte nicht einmal das bis 1825 im Vereinten Königreich geltende Auswanderungsverbot für Arbeiter oder das sogar bis 1843 geltende Ausfuhrverbot für englische Maschinen Substantielles entgegen. Allerdings zeigte sich, dass weder der Erwerb von Blaupausen, noch der Kauf moderner Maschinen oder der Zustrom ausländischer Fachkräfte tatsächlich eine friktionslose Nutzung der modernen Technologien sicherte. Vielmehr war eine detaillierte und aufwendige Anpassung an die besonderen Verhältnisse, technischen Voraussetzungen, Rohstoffe und vieles andere mehr erforderlich.

Eine weitere wichtige Form des direkten Wissenstransfers bildete der Import von Kapital und Unternehmertalenten. Bei der Entwicklung des Ruhrgebiets zum industriellen Zentrum spielte dies eine Rolle,⁴⁶ wo sowohl

⁴¹ A. Heggen, Beuths technologische Reisen 1818-1829, in: Technikgeschichte 42, 1975, S. 18-25.

⁴² Vgl. beispielsweise: Friedrich August Alexander Eversmann: Technologische Bemerkungen auf einer Reise durch Holland, Freyberg/Annaberg 1792.

⁴³ M. Schumacher, Auslandsreisen deutscher Unternehmer 1750-1851 unter besonderer Berücksichtigung von Rheinland und Westfalen, (Schriften zur rheinisch-westfälischen Wirtschaftsgeschichte, NF. 17) Köln 1968.

⁴⁴ R. Fremdling, Der Puddler – zur Sozialgeschichte eines Industriehandwerkers, in: U. Engelhardt (Hg.), Handwerkerschaft und Industrialisierung in Deutschland, Stuttgart 1984, S. 637-665.

⁴⁵ R. Fremdling: John Cockerill: Pionierunternehmer der belgisch-niederländischen Industrialisierung, in: Zeitschrift für Unternehmensgeschichte 26, 1981, S. 179-193.

⁴⁶ Vgl. z. B. O. Schmidt-Rutsch: William Thomas Mulvany. Ein irischer Pragmatiker und Visionär im Ruhrgebiet 1806-1885, Köln 2003.

aus dem Ausland wie aus anderen deutschen Regionen Kapitalimporte erforderlich waren (so auch die Verlagerung der Produktionsstätten der Firma Hoesch von Düren und Eschweiler nach Dortmund), aber auch schon in der frühen Industrialisierung im Raum Aachen, wo französische und belgische Industrielle bereits in den 1830er Jahren Kapital investierten und Werke errichteten.⁴⁷ Die Bedeutung derartiger Direktinvestitionen kann kaum überschätzt werden. Auch die neu und verstärkt entstehenden bürgerlichen Assoziationen der Zeit widmeten sich neben anderem auch der Verbreitung von Wissen, darunter auch von technischem Wissen. Die frühen Gründungen dienten zwar eher noch der Geselligkeit und dem akademischen Diskurs, doch später traten praktische Interessen hinzu. Zwischen 1750 und 1914 lassen sich in Deutschland mehr als 1.500 Gründungen von wissenschaftlichen Organisationen nachweisen, die zunächst ganz wesentlich auf privater Basis erfolgten und sich vor allem der Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse widmeten. Als frühes Beispiel lässt sich die Leipziger „Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte“ (1822) nennen, aus der später Fachgesellschaften für unterschiedliche Disziplinen erwuchsen. Auch die „Deutsche Chemische Gesellschaft“, gegründet im Jahre 1868, widmete sich dem wissenschaftlichen Austausch von Wissenschaft und Industrie.⁴⁸

Am Ende des 19. Jahrhunderts waren es vor allem die modernen, wissenschaftsbasierten Industrien selbst, die im Felde zwischen Wirtschaft und Wissenschaft tätig wurden. So waren die Farbwerke Hoechst entscheidend an der Gründung des „Robert-Koch-Institut[s] für Infektionskrankheiten“ (1891) und des „Paul-Erlich-Institut[s] für Serumforschung“ (1896) beteiligt, auch wenn die beiden Institute bald darauf unter Staatsobhut gerieten. Auch vergaben die Farbwerke Hoechst direkte Auftragsfor-

⁴⁷ Zum Raum Aachen sei auf das Forschungsprojekt von Alfred Reckendrees (Universität zu Köln) verwiesen: „Die Entstehung einer >Neuen Ökonomie< - Kapital, Wissen, Technologie und Arbeit in der frühen Industrialisierung“.

⁴⁸ Pfetsch, Entwicklung (wie Anm. 23), S. 197.

schungen an staatliche Hochschulen, so z.B. an den Chemiker Emil von Behring in Marburg. Nicht nur die Unternehmen der chemischen Industrie waren hier aktiv, sondern auch der Staat beförderte solche Gemeinschaftsprojekte. Die 1898 gegründete Göttinger „Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik“ kann als solch ein geglückter Versuch angesehen werden, industrielle Geldgeber, Universitäts- und Staatsverwaltung sowie verschiedene Naturwissenschaftler zusammen zu führen. In eine ähnliche Richtung zielten verstärkt seit dem letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts auch private Stiftungen wie die „Carl-Zeiß-Stiftung“ (1895), die „Jubiläumsstiftung der deutschen Industrie“ (1899) und die „Robert-Koch-Stiftung“ (1910).

Die Nutzung von Wissen

Der deutschen Wirtschaft stand im 19. Jahrhundert ein zunehmend größerer Bestand an kodifiziertem Wissen zur Verfügung und zugleich haben sich durch die Ausweitung impliziten Wissens die Voraussetzungen zur Nutzung dieses Wissensbestandes in Deutschland deutlich verbessert, was die Chancen für einen mittelbaren und unmittelbaren Transfer des Wissens in die Praxis deutlich verbesserte. Doch wie wurde verfügbares Wissen nun in der Praxis genutzt?

Das Konzept der Innovationen hilft hier, um eine genaue Vorstellung zu erhalten. Doch es muss daran erinnert werden, dass das ursprüngliche Schumpetersche Konzept keineswegs ausschließlich technologische Innovationen betraf. Schumpeter unterschied vielmehr fünf verschiedene Arten von Innovationen, von denen vier im organisatorisch-kaufmännischen Bereich angesiedelt waren: Die Erschließung neuer Absatzformen und Bezugsquellen, die Entwicklung neuer Güter und Organisationsformen und die Nutzung von Technik als neuer Produktionsmethode.⁴⁹ Häufig wird die wirtschaftshistorische Diskussion

⁴⁹ Schumpeter, Theorie (wie Anm. 9), S. 100f.

von Innovationen auf diese eine Form verengt. Auch hier sollen die technologischen Innovationen im Vordergrund stehen, ohne jedoch damit behaupten zu wollen, dass dies die wichtigsten Innovationen gewesen seien oder gar dass diese allein für den ökonomischen Erfolg der modernen Industrien verantwortlich zu machen wären. Zudem wurden keineswegs nur neue technologische Erkenntnisse und Verfahren in die industrielle Produktion eingebracht. In dem stetig wachsenden Wissensbestand dieser Zeit befanden sich auch wohl etablierte, auch traditionelle Kenntnisse, die bislang aber noch nicht den Weg in die wirtschaftliche Nutzung gefunden hatten. Friedrich von Hayek hat diesen Prozess der Nutzung etablierten Wissens in der Wirtschaft als „Wissensteilung“ bezeichnet und damit in gleicher Weise auf dessen produktivitätssteigernde Wirkung aufmerksam gemacht, wie Adam Smith mit dem Begriff der Arbeitsteilung.⁵⁰

Nimmt man die praktische Nutzung technischen Wissens in der deutschen Industrialisierung genauer in den Blick, so bietet sich ein Bild, das sich von der eingangs erwähnten, durch Adolphe Blanqui formulierten Heldengeschichte deutlich unterscheidet. Ich möchte das Bild modifizieren, indem ich einige allgemeine Kategorien zur Wirkung technologischer Innovationen in der industriellen Revolution vorschlagen möchte, die auf der reichhaltigen Literatur zum Thema basieren, die hier nicht im Einzelnen vorzustellen ist.

Zunächst wäre erstens auf die Spezifität des technischen Fortschritts hinzuweisen. Dieser wirkt niemals flächendeckend und allgemein, sondern sehr spezifisch in begrenzten Zusammenhängen. So war die Dampfmaschine gewiss eine Schlüsselinnovation und dennoch zeigte sie in vielen Branchen zunächst kaum eine Wirkung, obschon sie möglicherweise hätte nutzbar gemacht werden können. Dies trifft etwa für die Zinkdestillation zu und den erheblichen Aufschwung dieser Branche, den sie vor allem einem verbesserten Ofenbau verdankte. So bleibt eine Innovation häufig auf eine

⁵⁰ Ernst Helmstädter: Wissensteilung, in: Perspektiven der Wirtschaftspolitik 2, 2001, H. 4, S. 445-465.

einzelne Branche, möglicherweise sogar zunächst auf ein einziges Unternehmen, eine Produktlinie oder sogar nur auf ein spezifisches Produkt begrenzt. Technologische Innovationen, so die These, zeichnen sich in der Regel durch hohe Spezifität aus!

Zweitens sind technologische Innovationen zumeist keine plötzlichen und eruptiv auftauchenden Ereignisse, sondern eingebunden in eine längere Entwicklung. Kontinuität, nicht Sprünge, prägt die Entwicklung der Technik. Das zeigt sich unter anderem darin, dass häufig stetige und kleine Verbesserungen von bekannten Verfahren (inkrementelle Innovationen) in der Summe eine große Wirkung zeigen. Dies ist sogar für eine zentrale Innovation wie die Wattsche atmosphärische Dampfmaschine zu beobachten, die ja selbst eine Weiterentwicklung thermo-mechanischer Feuermaschinen ist und darüber hinaus stetig weiterentwickelt wurde, so z.B. zu einer mobilen Lokomotive.

Drittens prägt häufig Komplementarität zwischen alten, gut etablierten und neuen innovativen Technologien die Situation. Nur selten ersetzt eine neue Technologie eine alte gänzlich und verdrängt sie umfassend. Alte und neue Technologien bestehen nebeneinander und es ist oft lange Zeit nicht ersichtlich, welche der Technologien die Zukunft gestalten mag. So war es z.B. bei der englischen Eisenindustrie, wo die Koksverhüttung die Holzkohlenverhüttung bedrängte (die jeweiligen Kosten waren wegen der Transportkosten stark regional bedingt, die Qualität des Holzkohleeeisens war sogar besser), oder bei der Sodaherstellung, wo zwei Verfahren, das Le Blanc-Verfahren und das Solvey-Verfahren miteinander konkurrierten. Manchmal konnten sich Innovationen auch nicht behaupten (Hydraulikmotoren am Ende des 19. Jahrhunderts) und wurden wieder aufgegeben.

Gelegentlich erhöhen technische Innovationen auch die Produktivität älterer Verfahren, zu deren längerem Überleben sie damit beitragen. So wurde das Heißluftblasen sowohl bei der Holzkohle- als auch bei der Koksverhüttung effektiv angewendet. Auch lassen sich Komplementaritätsbeziehungen zwischen Produktionsstufen anführen. Der Import von

schottischem Koksroheisen und seine Weiterverarbeitung im traditionellen Frischverfahren hat in Deutschland z.B. zu einer verzögerten Modernisierung der deutschen Eisenindustrie auf der ersten Stufe der Eisengewinnung beigetragen. Man kann also von „angepasster“ Technologie sprechen, ein Begriff, der ansonsten in der Entwicklungsforschung unserer Zeit Verwendung findet.

Viertens weisen technologische Innovationen ein hohes Maß an Systembindung auf. Technik und technologische Innovationen entwickeln sich nicht autonom, sondern sind sozial „determiniert“. Die sozialen „Randbedingungen“ für Innovationen und Technikanwendung sind ebenfalls mit zu reflektieren, ein Zusammenhang, den man vor allem unter dem Schlagwort „Technikgenese“ diskutiert. Dazu zählen auch wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen, wie z.B. die Zollpolitik, wie Rainer Fremdling am Beispiel der europäischen Eisenindustrie nachgewiesen hat.⁵¹ Manchmal scheinen sogar Innovationen gleichsam durch die Marktverhältnisse quasi „erzwungen“ worden zu sein. Man denke etwa an die Disproportionalitäten zwischen dem Spinnen und Weben im Baumwolltextilsektor.⁵² Während England zunächst im 18. Jahrhundert den Garnhunger erlebte, weil die nebenberuflich betriebene Spinnerei der Nachfrage der Weber nach Vorprodukten nicht mehr entsprach und daher eine Mechanisierung des Spinnens dringend erforderlich erschien, so kehrte sich die Situation nach der Erfindung der „Jenny“ und der „Waterframe“ bald um. Nun bestand der Kapazitätsengpass beim Weben und eine Mechanisierung dieses Arbeitsschrittes wurde dringend erforderlich. Sie gelang auch wenige Jahrzehnte später mit der Einführung des mechanischen Webstuhls. Hier stellt sich die Frage nach der Logik der technischen Entwicklung, ob nämlich die Entfaltung der Technik ihren

⁵¹ R. Fremdling: Technologischer Wandel und internationaler Handel im 18. und 19. Jahrhundert. Die Eisenindustrien in Großbritannien, Belgien, Frankreich und Deutschland, Berlin 1986.

⁵² Schmookler, Invention (wie Anm. 8).

eigenen Gesetzen folgt, oder ob und wie sie gesellschaftlich vermittelt erfolgt. Aus meiner Sicht bietet die Geschichte der Industriellen Revolution zahlreiche Beispiele dafür, dass kulturelle, soziale und auch ökonomische Spezifika die Erfolgsmöglichkeiten für technologische Innovationen stark beeinflussten, und sie bietet damit Anschauungsmaterial für eine soziale Bedingtheit der technischen Entwicklung.

Fünftens sei die (auch sozial bedingte) Pfadabhängigkeit technischer Entwicklungen genannt, die eine freie Technikwahl in der Praxis selten zulässt. Dies betrifft einmal getroffene Investitionsentscheidungen, die vor einem Wechsel in eine vielleicht bessere neuere Technologie inkrementelle Verbesserungen des gewählten Verfahrens nahe legen. Und es betrifft zum anderen die Kosten, die bei einem Wechsel zu einem neuen System entstehen.

Sechstens lässt sich die Unsicherheit des Erfolgs technologischer Innovationen in der Industriellen Revolution als eines ihrer Charakteristika hervorheben. Dies gilt sowohl für die technische Funktionalität wie für den ökonomischen Erfolg. Die Dampfmaschine, die Franz Dinnendahl schließlich erfolgreich zusammenbaute, ruhte vorher lange Zeit in Kisten verpackt, weil niemand in der Lage war, diese sachgerecht zusammenzufügen. An einigen Orten wurde am Ende des 18. Jahrhunderts mit der modernen Steinkohlentechnologie im Eisenhüttenwesen experimentiert, selten erfolgreich und verbunden mit häufigen Fehlschlägen. Technik wurde meist nicht von Anfang an völlig beherrscht und zusätzliche Expertise musste durch Reisen, auswärtige Techniker und Arbeiter oder ähnliches mobilisiert werden. Schon der technische Erfolg derartiger Innovationen war also durchaus ungewiss, vom ökonomischen Erfolg ganz zu schweigen.

Alles in allem erweist sich also die Technik in der Industriellen Revolution als ein komplexer Gegenstand, der keinesfalls auf eine Betrachtung der technischen Artefakte begrenzt bleiben darf. Die Anwendung technischen Wissens muss in den breiten Strom der

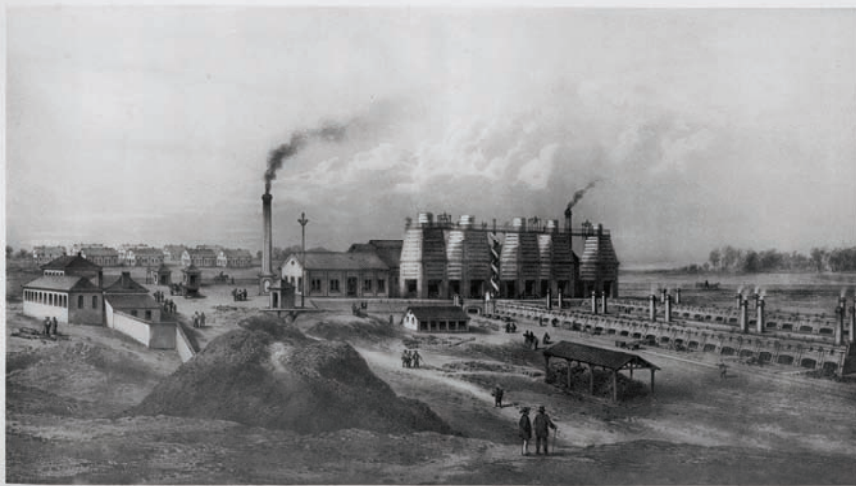
Wissensgenerierung und Wissensnutzung (Wissensteilung) eingeordnet werden. Nicht nur technisches Wissen, sondern auch soziale Kompetenz war für die Industrielle Revolution von Bedeutung. Es scheint aber, als habe im Industrialisierungsprozess sowohl die Form der Generierung von Wissen, sein Transfer in praktische Anwendung und seine Nutzung in der praktischen Ökonomie einer deutlichen Veränderung unterlegen.

In der vorindustriellen Phase spielte eine „wissenschaftliche“ Erkenntnisproduktion nur eine geringe Rolle. Die modernen Wissenschaften hatten sich noch nicht etabliert und empirisch-naturwissenschaftliche Sachverhalte rückten im 18. Jahrhundert erst allmählich in den Fokus des Interesses; erst langsam begann die Herausbildung entsprechender Institutionen. Weitgehend isoliert von diesen Prozessen fand in der Praxis der Produktion (Agrarwirtschaft, Handwerk und Gewerbe) vorwiegend traditionelles Wissen Anwendung. Fortschritte gab es natürlich auch dort z. B. in der Mühlenwirtschaft oder im internationalen Handel, doch sie vollzogen sich allmählich und waren aus Anschauung und Praxis geboren.

Dies änderte sich in England im 18. Jahrhundert dramatisch und bald darauf setzte jener Prozess ein, den wir als Industrielle Revolution bezeichnen und dessen technologische Implikationen ich zu beschreiben versucht habe. Wissenschaft und Technik sind im entstehenden Industriesystem zu einer entscheidenden Produktivkraft geworden und haben diese Rolle bis heute, trotz Dienstleistungsrevolution und Globalisierung, nicht eingebüßt, sondern sie sind sogar noch wichtiger geworden. Der „technische Fortschritt“ hat sich als ein eigenständiger Wachstumsfaktor etabliert.

Allerdings ist Technik natürlich kein Selbstzweck. Technologische Innovationen werden nicht um ihrer selbst Willen eingeführt, auch wenn technikverliebte Tüftler manchmal genau so zur Invention kommen. Hinter technologischen Innovationen steht aber immer auch ein ökonomischer Zweck, und der ökonomische Erfolg technologischer Innovationen erscheint mir als das entscheidende Kriterium für den „Nutzen“ von

Technik. All dies lässt sich leicht postulieren. Technik eindeutig den ökonomischen Erfolgsfaktoren zuzuordnen, erfordert auch die Bewältigung der schwierigen Aufgabe, ihren ökonomischen Beitrag zu beziffern. Zudem haben viele neue Technologien auch negative externe Effekte, deren soziale, ökologische und ökonomische Bewertung neue Fragen aufwirft.



Hochöfenanlage in Hörde 1860

Wolfgang König

Die Entwicklung der Technik in Deutschland im 19. Jahrhundert

Stand und Aufgaben der Forschung

Entwicklung der Technikgeschichtsschreibung

Historiographiegeschichte lässt sich wie die Geschichte jeder Wissenschaft als – metaphorisch gesprochen – Begegnung zwischen Subjekt und Objekt schreiben, als Vermittlung zwischen dem interpretierenden Historiker und dem historischen Geschehen: Erzählte Geschichte stellt zwar ein Interpretationskonstrukt dar, aber dieses ist immer an die überlieferten und durch die Historiker erschlossenen Materialien rückgebunden. Und die sich verändernden Perspektiven der Interpretation stellen selbst Ergebnisse historischer Prozesse dar. Damit habe ich meine zwischen Realismus und Konstruktivismus, besser: Interpretationismus, angesiedelte theoretische Position angedeutet. Im Folgenden werde ich zunächst die sich im 20. Jahrhundert vollziehenden Veränderungen des historiographischen Zugangs zur Technik nennen¹ und im Anschluss daran Stand und Aufgaben der Forschung über die Technik im 19. Jahrhundert skizzieren.

Die Technikgeschichte war in erster Linie ein Kind der Ingenieurwissenschaften. Um 1900 lagerten die Ingenieurwissenschaften im Prozess der Spezialisierung die Technikgeschichte als eine Art randständige Subdisziplin aus. Aus dieser Subdisziplin gingen Monographien, lexikalische Nachschlagewerke und Periodika hervor; auch die Gründung technischer Museen, wie des Deutschen Museums 1903, lässt sich in diesem Zusammenhang verorten.

¹ Dabei beziehe ich mich auf meine ausführlichere Darstellung: W. König, Technikgeschichte, in: G. Ropohl (Hg.), Erträge der Interdisziplinären Technikforschung. Eine Bilanz nach 20 Jahren, Berlin 2001, S. 231-43. Dort findet sich weitere Literatur.

Die Technikgeschichte der Ingenieure dominierte bis in die 1960er Jahre. Abgelöst wurde sie durch eine vor allem von ausgebildeten Historikern betriebene Technikgeschichte. Diese Verlagerung ging mit einem enormen Institutionalisierungsschub einher.² Hierzu gehörte die Einrichtung technikgeschichtlicher Professuren, die Wiederbegründung der Zeitschrift *Technikgeschichte*, die Präsentation technikgeschichtlicher Fragestellungen auf Historikertagen, die Auflegung spezieller Förderprogramme durch Stiftungen sowie die Gründung mehrerer großer Technikmuseen. Die Technikgeschichte der Historiker war von vornherein in die internationale Scientific Community eingebunden. Sie zielte auf das Allgemeine des technischen Prozesses und suchte in sozioökonomischen Kontexten nach Erklärungen für den technischen Strukturwandel.³ Diese „moderne“ Technikgeschichte verstand sich in erster Linie als Geschichte der Produktion bzw. als Geschichte der (Industrie-)Arbeit. Technikverwendung und Konsumtion rückten weniger ins Blickfeld. Die Gründe für die perspektivische Beschränkung waren disziplin- wie ideengeschichtlicher Natur. Sie wurde aus damaligen Leitdisziplinen wie der Wirtschafts- und Sozialgeschichte, der Historischen Sozialwissenschaft und der Industriesoziologie übernommen. Und sie entsprach vorherrschenden marxistischen und neomarxistischen Interpretationen des Wirkens der Produktivkräfte. In universalhistorischer Betrachtung entstammte die Vorstellung einer Produktionsdominanz wohl Denkweisen, die sich im Laufe von Jahrhunderten in Mangelgesellschaften herausgebildet hatten, in denen es darum ging, durch Sicherstellung und Steigerung der Produktion die Subsistenzbedürfnisse zu erfüllen.

² W. Weber, L. Engelskirchen, *Streit um die Technikgeschichte in Deutschland 1945-1975*, Münster 2000 (=Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, Bd. 15).

³ *Programmatistische Werke aus dieser Zeit*: K. Hausen, R. Rürup (Hg.), *Moderne Technikgeschichte*, Köln 1975. W. Treue (Hg.), *Deutsche Technikgeschichte*. Vorträge vom 31. Historikertag am 24. September 1976 in Mannheim, Göttingen 1977. U. Troitzsch, G. Wohlauf (Hg.), *Technik-Geschichte. Historische Beiträge und neuere Ansätze*, Frankfurt am Main 1980.

In analoger Weise dürfte erst die entwickelte Konsumgesellschaft mit ihrem Käufermarkt und ihrer historisch beispiellosen Ausstattung an Gütern und Dienstleistungen den Stellenwert der Konsumtion ins wissenschaftliche Bewusstsein gehoben haben. Seit etwa 1990 wandte sich die Technikgeschichte vermehrt der Technikverwendung zu und propagierte das Zusammenspiel von Produktion und Konsumtion als neues Paradigma.⁴ Die Stärken des neuen Ansatzes entfalteten sich insbesondere in der Technikgeschichtsschreibung des 20. Jahrhunderts, in welchem sich die wohlhabenden Industriegesellschaften zu Konsumgesellschaften umgestalteten.⁵ Überhaupt ging der Paradigmenwechsel mit einer Schwerpunktverschiebung der technikgeschichtlichen Forschung vom 19. zum 20. Jahrhundert einher.

Versteht man unter Technikgeschichte eine institutionalisierte historische Teildisziplin, dann handelt es sich bei dieser bis zur Gegenwart, und zwar sowohl in Deutschland wie in anderen Ländern – die amerikanische Technikgeschichte bildet die einzige Ausnahme –, um eine sehr kleine Scientific Community. Deren geringe Mächtigkeit steht in krassem Gegensatz zur allgemeinen weltgeschichtlichen Bedeutung der Technik.⁶ Die evidente Bedeutung der technischen Entwicklung zeigt sich unter anderem darin, dass die beiden großen menscheitsgeschichtlichen Umbrüche, die Neolithische Revolution und die sich daran anschließenden alten Hochkulturen sowie die Industrielle Revolution, nicht zuletzt in engem Zusammenhang mit technischen Veränderungen stehen. In gleicher Weise finden sich in Versuchen, unsere Gegenwart auf den Begriff zu

⁴ J. Radkau, *Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart*, Frankfurt am Main 1989. W. König, *Das Problem der Periodisierung und die Technikgeschichte*, in: *Technikgeschichte* 57, 1990, S. 285-98. W. König (Hg.), *Propyläen Technikgeschichte*, 5 Bde., Berlin 1990-92.

⁵ W. König, *Geschichte der Konsumgesellschaft*, Stuttgart 2000.

⁶ Hierzu jüngst K. H. Metz, *Ursprünge der Zukunft. Die Geschichte der Technik in der westlichen Zivilisation*, Paderborn u.a. 2006.

bringen, mit Wissens- und Informationsgesellschaft oder Globalisierung Bezeichnungen, die ohne die Technik schwerlich zu konkretisieren sind.

Die Diskrepanz zwischen der Geschichtsmächtigkeit der Technik und ihrer unzureichenden geschichtswissenschaftlichen Thematisierung besitzt vielfältige und national unterschiedliche soziokulturelle Ursachen. Was Deutschland anbelangt, so war hier die viel beschworene Kluft zwischen den „zwei Kulturen“, welche auch die Technik von der Geschichte trennt, besonders tief. Dazu kam ein „Sonderweg“ der deutschen Geschichtswissenschaft mit ihren großen Leitthemen: der Entstehung und Entwicklung der Nation einerseits sowie des Nationalsozialismus und des Holocaust andererseits. Die Dominanz dieser Themen hat einerseits Geschichtswerke von großer Kraft und öffentlicher Wirkung hervorgebracht, andererseits die für andere Fragestellungen zur Verfügung stehenden Ressourcen verknappt.

Wenn man die Technikgeschichte nicht institutionell und professionalistisch, sondern thematisch versteht, nicht auf die disziplinäre Herkunft ihrer Exponenten, sondern auf die wissenschaftlichen Resultate schaut, dann kann man eine bemerkenswerte Expansion konstatieren. Die Expansion hängt mit einem Generationenwechsel in der deutschen Geschichtswissenschaft zusammen. Es sind vor allem junge Historiker, die aus der Kultur-, Sozial-, Wirtschafts- und anderen -geschichten kommen, oder auch Nicht-Historiker aus der Soziologie, Politologie, Ethnologie, Kulturwissenschaft, welche ihr Interesse der historischen Entwicklung der Technik zugewandt haben.

Die Technikgeschichtsschreibung zum 19. Jahrhundert

Im Folgenden werde ich einige Einblicke in Ergebnisse und Aufgaben einer derart umfassend verstandenen technikhistorischen Forschung geben, das heißt unabhängig von dem jeweils verfolgten Paradigma und unabhängig von dem jeweiligen disziplinären Selbstverständnis. In diesem Sinne sind für mich alle diejenigen, die über Technikgeschichte schreiben,

Technikhistoriker. Die der Übersichtlichkeit dieses Sammelbands geschuldete Thematik der „Entwicklung der Technik im 19. Jahrhundert“ präzisiere ich dahingehend, dass bei mir der Zeitraum zwischen 1815 und 1914 im Zentrum steht, was nicht nur die Kohärenz des Behandelten befördert, sondern auch die Abgrenzung gegenüber den Beiträgen Toni Pierenkempers und Joachim Radkaus in diesem Band erleichtert. Und schließlich werde ich mich vor allem auf Arbeiten beziehen, die eher eine national- als eine regionalgeschichtliche Perspektive verfolgen. Gerade regionalgeschichtliche Arbeiten waren vielfach methodologisch bahnbrechend, aber der überaus knappe für diesen Beitrag zur Verfügung stehende Raum zwingt zur Beschränkung.

Die großen epochen-invarianten Fragen der Technikgeschichtsschreibung, die hinter allen Beiträgen dieses Sammelbands stehen, klingen bei mir an, werden aber nicht intensiver auf einer abstrakten Ebene diskutiert. Dazu gehört die über eine konventionelle Umweltgeschichte hinausgehende Interpretation der Technik als Vermittlung zwischen Natur und Kultur. Dazu gehört der Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion der technischen Sachsysteme und ihren gesellschaftlichen Entstehungs- und Verwendungszusammenhängen, das heißt das, was in englischsprachigen Texten in übergroßer Einfachheit als „technology in context“ bezeichnet wird. Dazu gehören die verschiedenen Phasen des Innovationsgeschehens, einschließlich der Stagnation und des Scheiterns, kurz: die Lebenszyklen der Techniken. Dazu gehört die Frage nach den Ursachen und den Folgen einzelner technischer Entwicklungen, für die es gilt, Modelle zwischen den großen Einseitigkeiten des Technikdeterminismus und des Sozialkonstruktivismus zu entwickeln. Dazu gehören Interpretationen der technischen Gesamtentwicklung als Abfolge von Revolutionen und Evolutionen. Und dazu gehört methodologisch die Vermittlung zwischen struktur- und handlungstheoretisch inspirierten Varianten der Technikinterpretation.

Noch vor vielleicht zwei Jahrzehnten hätte man den Plan, eine Technikgeschichte des 19. Jahrhunderts zu schreiben, als tollkühnes Unternehmen abtun können. Zu punktuell und zu ungleichgewichtig war der Stand der Forschung. Joachim Radkau markiert denn auch in seiner ziemlich allein dastehenden „Technik in Deutschland“ (1989) vielfach mehr Defizite und Aufgaben der Forschung, als dass er bereits Ergebnisse ausbreitet.⁷ Dagegen wäre heute auf verbesserter Literaturbasis eine empirisch stärker gesättigte Technikgeschichte des 19. Jahrhunderts durchaus vorzulegen. Geschehen ist dies bislang nicht. Ein Gesamtbild der deutschen Technikentwicklung ist bislang noch am ehesten über Darstellungen zu gewinnen, die einen über-nationalen Anspruch verfolgen.⁸

Trotz der begrüßenswerten Entwicklung des Forschungsstands ist die Ungleichgewichtigkeit der wissenschaftlichen Ergebnisse erhalten geblieben – wenn auch auf höherem Niveau. Einige Technikbereiche sind gut bearbeitet, andere schlecht. Für einige steht neuere Literatur zur Verfügung, bei anderen ist ein Rückgriff auf Jahrzehnte bis ein Jahrhundert alte Literatur unabdingbar. Einigen Technikbereichen hat man sich mit kühnen Überblicken genähert – bei unzureichender empirischer Detailforschung. Bei anderen ist es umgekehrt: Detailforschungen sind vorhanden, aber keine Synthesen. Der disparate Forschungsstand spiegelt den Status der Technikgeschichte als junge historische Nischendisziplin wider.

Bei der folgenden Konkretisierung dieses allgemeinen Befunds kann nur auf Titel – vor allem Monographien – rekuriert werden, die einen allgemeineren Anspruch verfolgen; in der Regel werden Firmengeschichten, Biographien und sonstige Detailstudien ausgeklammert. Gewiss ist es dem Experten möglich, sich die deutsche Technikgeschichte aus einer Fülle von Spezialliteratur und verstreuten Einzelangaben zu

⁷ Radkau, Technik (wie Anm. 4).

⁸ König, Propyläen Technikgeschichte (wie Anm. 4). A. Hermann, W. Dettmering (Hg.), Technik und Kultur, 11 Bde., Düsseldorf 1990-95.

erschließen. Studenten und Nicht-Spezialisten ist dies jedoch kaum möglich. Sie werden weiterhin auf übergreifende Forschungsarbeiten angewiesen sein, die zu manchen Themen vorhanden sind, zu anderen nicht.

Frühindustrialisierung

Im Folgenden wird eine idealtypische Trennung zwischen der deutschen Frühindustrialisierung und der deutschen Hochindustrialisierung vorgenommen und beides etwa durch die Reichsgründung getrennt. Zu den Charakteristika der deutschen nachholenden Industrialisierung gehörten die Rezeption, Modifizierung und Weiterentwicklung der im Zentrum der britischen Industriellen Revolution stehenden Techniken, die Eisen- und Stahlerzeugung mit Hilfe von Steinkohle, die Maschinisierung der Textilproduktion sowie der Aufbau einer Werkzeug- und Kraftmaschinen herstellenden Maschinenindustrie⁹. Auf allen diesen Gebieten ging die deutsche Industrie und Technik mit der Zeit eigene Wege und gelangte zu eigenständigen Lösungen. Am deutlichsten wird dies bei den Kraftmaschinen, bei denen die in der britischen Industrialisierung entwickelte Dampfmaschine seit den 1860er Jahren Konkurrenz durch die neuen Verbrennungsmotoren erhielt, durch Nikolaus August Ottos atmosphärische Gasmaschine, den Ottomotor, den Dieselmotor und andere mehr. Wenn man sich mit diesen ingenieurtechnisch spektakulären Kraftmaschinen beschäftigt, muss man immer noch Klassiker der Technikgeschichtsschreibung zu Rate ziehen, wie Conrad Matschoß' „Die Entwicklung der Dampfmaschine“ (1908)¹⁰ und Friedrich Sass'

⁹ Hierzu u.a. V. Benad-Wagenhoff, Industrieller Maschinenbau im 19. Jahrhundert. Werkstattpraxis und Entwicklung spanabhebender Werkzeugmaschinen im deutschen Maschinenbau 1870-1914, Stuttgart 1993.

¹⁰ C. Matschoß, Die Entwicklung der Dampfmaschine. Eine Geschichte der ortsfesten Dampfmaschine und der Lokomobile, der Schiffsmaschine und Lokomotive. Im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure verfaßt, 2 Bde., Berlin 1908 (Reprint 1987). Ergänzend u.a. O. Wagenbreth, Die Geschichte der Dampfmaschine. Historische Entwicklung, Industriegeschichte, technische Denkmale, Münster 2002.

„Geschichte des deutschen Verbrennungsmotorenbaus“ (1962)¹¹. Die vorwiegend ingenieurwissenschaftliche Perspektive dieser Werke lässt jedoch systemische historische Fragen unterbelichtet, wie die Integration der neuen Kraftmaschinen in das Gefüge der Fabrik, die Entwicklung neuer Qualifikationen und Organisationsformen sowie die Akzeptanz durch die Beschäftigten. Das beträchtliche Forschungsdefizit dürfte in Zusammenhang stehen mit der Mächtigkeit der frühen Pionierwerke und der Umorientierung der Technikgeschichte weg von Fragestellungen, die an den Maschinen ansetzen. Ein Opfer dieser Umorientierung sind auch die Wasserturbinen, die im Laufe des 19. Jahrhunderts die Wassermühlen ablösten und eine weitere Konjunktur im Kontext der Elektrifizierung erlebten.

Eine noch schnellere Emanzipation der deutschen Technik von ausländischen Vorbildern fand bei der Telegraphie und bei der Eisenbahn statt. Die Überblickswerke zur Telegraphie gehen jedoch kaum über eine Erfindungs- und Apparategeschichte hinaus.¹² Dabei ließen sich am Beispiel der Telegraphie grundlegende Fragen der technischen Entwicklung im 19. Jahrhundert behandeln. Die Misserfolge der Innovatoren der elektrischen Telegraphie in den 1830er und 1840er Jahren stehen für die politisch-ökonomische Rückständigkeit Deutschlands. Der Übergang von der optischen zur elektrischen Telegraphie um die Jahrhundertmitte markiert den Übergang von einer etatistischen Technik zu einer bürgerlich-kapitalistischen. Und Telegraphie und Eisenbahn sorgten gemeinsam für eine Vereinheitlichung des Zeitsystems in Deutschland und für eine Veränderung des Zeitbewusstseins.

¹¹ F. Sass, Geschichte des deutschen Verbrennungsmotorenbaues von 1860 bis 1918, Berlin u.a. 1962. Ergänzend u.a. D. E. Thomas, Jr., Diesel. Technology and Society in Industrial Germany, Tuscaloosa, Alabama 1987.

¹² V. Aschoff, Geschichte der Nachrichtentechnik, 2 Bde., Berlin 1984-87. R. Oberliesen, Information, Daten und Signale. Geschichte technischer Informationsverarbeitung, Reinbek bei Hamburg 1982.

Besser als bei der Telegraphie ist der Forschungsstand bei den Eisenbahnen.¹³ Wir wissen viel über den Stellenwert der Eisenbahn für die deutsche Industrialisierung¹⁴ und die sich zugunsten des neuen Verkehrsmittels entwickelnde Haltung von Staat und Militär¹⁵. Das größte Defizit jedoch betrifft die mit der Eisenbahn verbundene dramatische Zunahme der Mobilität und deren soziokulturelle Verarbeitung. Wolfgang Schivelbuschs als Klassiker der Kulturgeschichte geltende „Geschichte der Eisenbahnreise“ (1977) demonstriert hierbei unfreiwillig die Grenzen des Genres.¹⁶ Wenn Fragen wie Wer reiste? Wohin? und Zu welchem Zweck? ausgeklammert werden, dann steht dies nicht etwa für einen panoramatischen Blick, sondern für Scheuklappen, welche die Sicht behindern.

Eine traditionelle Stärke der deutschen Geschichtsschreibung – auch im internationalen Vergleich – stellt die Geschichte der technischen Bildung¹⁷,

¹³ Als jüngste Gesamtdarstellung: R. Roth, *Das Jahrhundert der Eisenbahn. Die Herrschaft über Raum und Zeit 1800-1914*, Stuttgart 2005.

¹⁴ R. Fremdling, *Eisenbahnen und deutsches Wirtschaftswachstum 1840-1879. Ein Beitrag zur Entwicklungstheorie und zur Theorie der Infrastruktur*, 2. Aufl. Dortmund 1985.

¹⁵ D. Ziegler, *Eisenbahnen und Staat im Zeitalter der Industrialisierung. Die Eisenbahnpolitik der deutschen Staaten im Vergleich*, Stuttgart 1996. A. Mitchell, *The Great Train Race. Railways and the Franco-German Rivalry, 1815-1914*, New York 2000. L. Gall, M. Pohl (Hg.), *Die Eisenbahn in Deutschland. Von den Anfängen bis zur Gegenwart*, München 1999.

¹⁶ W. Schivelbusch, *Geschichte der Eisenbahnreise. Zur Industrialisierung von Raum und Zeit im 19. Jahrhundert*, München 1977.

¹⁷ Eine Gesamtdarstellung zur Geschichte der Polytechnischen Schulen und Technischen Hochschulen existiert nicht, aber eine Reihe neuerer Hochschulgeschichten: u.a. R. Rürup (Hg.), *Wissenschaft und Gesellschaft. Beiträge zur Geschichte der Technischen Universität Berlin 1879-1979*. Im Auftrag des Präsidenten der Technischen Universität hg., 2 Bde., Berlin 1979. G. Zweckbronner, *Ingenieurausbildung im Königreich Württemberg. Vorgeschichte, Einrichtung und Ausbau der Technischen Hochschule Stuttgart und ihrer Ingenieurwissenschaften bis 1900 – eine Verknüpfung von Institutions- und Disziplingeschichte*, Stuttgart 1987. H. Albrecht, *Technische Bildung zwischen Wissenschaft und Praxis. Die Technische Hochschule Braunschweig 1862-1914*, Braunschweig 1987. W. Kertz (Hg.), *Technische Universität Braunschweig. Vom Collegium Carolinum zur Technischen Universität 1745-1995*, hg. Im Auftrag des Präsidenten, Hildesheim u.a. 1995. R.

der Technikwissenschaften¹⁸, des Ingenieurberufs¹⁹ und der Ingenieurvereine²⁰ dar.²¹ Als Klassiker mit übergreifenden Fragestellungen gelten zu Recht Peter Lundgreens „Techniker in Preußen“ (1975)²² über die Zeit der Frühindustrialisierung und Karl-Heinz Manegolds „Universität, Technische

Pommerin (Hg.), 175 Jahre TU Dresden, 3 Bde., Köln u.a. 2003. Zu den Technischen Mittelschulen, den Vorläufern der heutigen Fachhochschulen: G. Grüner, Die Entwicklung der höheren technischen Fachschulen im deutschen Sprachgebiet. Ein Beitrag zur historischen und angewandten Berufspädagogik, Habilitationsschrift TH Darmstadt, Braunschweig 1967. G. Sodan (Hg.), Die Technische Fachhochschule Berlin im Spektrum Berliner Bildungsgeschichte, Berlin 1988.

- ¹⁸ Als erster verdienstvoller Versuch einer Gesamtdarstellung: G. Buchheim, R. Sonnemann (Hg.), Geschichte der Technikwissenschaften, Leipzig 1990. Vgl. außerdem Darstellungen einzelner Disziplinen: u.a. H.-L. Dienel, Ingenieure zwischen Hochschule und Industrie. Kältetechnik in Deutschland und Amerika, 1870-1939, Göttingen 1995. N. Gilson, Konzepte von Elektrizitätsversorgung und Elektrizitätswirtschaft. Die Entstehung eines neuen Fachgebietes der Technikwissenschaften zwischen 1880 und 1945, Stuttgart 1994. W. König, Technikwissenschaften. Die Entstehung der Elektrotechnik aus Industrie und Wissenschaft zwischen 1880 und 1914, Berlin 1995.
- ¹⁹ Als hoch generalisierte Gesamtdarstellung: W. Kaiser, W. König (Hg.), Geschichte des Ingenieurs. Ein Beruf in sechs Jahrtausenden, München 2006. Vgl. außerdem: L. U. Scholl, Ingenieure in der Frühindustrialisierung. Staatliche und private Techniker im Königreich Hannover und an der Ruhr (1815-1873), Göttingen 1978. P. Lundgreen, Techniker in Preussen während der frühen Industrialisierung. Ausbildung und Berufsfeld einer entstehenden sozialen Gruppe, Berlin 1975. K. H. Jarausch, The Unfree Professions. German Lawyers, Teachers, and Engineers, 1900-1950, New York 1990.
- ²⁰ Überblicke zu einzelnen Vereinen: u.a. K.-H. Ludwig unter Mitwirkung v. W. König (Hg.), Technik, Ingenieure und Gesellschaft. Geschichte des Vereins Deutscher Ingenieure 1856-1981, Düsseldorf 1981. C. W. R. Gispert, New Profession, Old Order: Engineers and German Society, 1815-1914, Cambridge 1989. E. Bolenz, Vom Baubeamten zum freiberuflichen Architekten. Technische Berufe im Bauwesen (Preußen/Deutschland, 1799-1931), Frankfurt a.M. u.a. 1991. P. Knost, Die Interessenpolitik der Elektrotechniker in Deutschland zwischen Industrie, Staat und Wissenschaft 1880 bis 1914, Frankfurt am Main u.a. 1996.
- ²¹ Den Forschungsstand übergreifend markiert P. Lundgreen, A. Grelon (Hg.), Ingenieure in Deutschland, 1770-1990, Frankfurt 1994.
- ²² Lundgreen, Techniker (wie Anm. 19).

Hochschulen und Industrie“ (1970)²³ über die Zeit der Hochindustrialisierung. Eine Reihe von Hochschulen und Ingenieurvereinen haben ihre Jubiläen für die fundierte wissenschaftliche Aufarbeitung ihrer Geschichte genutzt. In allen Themenbereichen besteht aber weiterhin ein Bedarf an Synthesen. Überdies zeichnen sich Revisionen und Relativierungen ab, so zum bislang überschätzten Stellenwert des technischen Schulwesens für die nachholende Industrialisierung.

Bei der Mechanisierung des Gewerbes handelte es sich um einen langwierigen Prozess, der, von Schlüsselindustrien wie der Textilindustrie ausgehend, mit der Zeit auch andere schwieriger zu mechanisierende Branchen erfasste. Während zum Beispiel bei der Gewinnung von Braunkohle früh Großmaschinen eingesetzt wurden, begann die Mechanisierung des Steinkohlebergbaus in größerem Umfang erst um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert.²⁴ In der Montanindustrie, beim Bergbau und Hüttenwesen²⁵, schloss Deutschland in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zu früher industrialisierten Ländern auf.

²³ K.-H. Manegold, Universität, Technische Hochschule und Industrie. Ein Beitrag zur Emanzipation der Technik im 19. Jahrhundert unter besonderer Berücksichtigung der Bestrebungen Felix Kleins, Berlin 1970.

²⁴ U. Burghardt, Die Mechanisierung des Ruhrbergbaus 1890-1930, München 1995.

²⁵ U. Troitzsch, Innovation, Organisation und Wissenschaft beim Aufbau von Hüttenwerken im Ruhrgebiet 1850-1870, Dortmund 1976. R. Fremdling, Technologischer Wandel und internationaler Handel im 18. und 19. Jahrhundert. Die Eisenindustrien in Großbritannien, Belgien, Frankreich und Deutschland, Berlin 1986. G. Plumpe, Die württembergische Eisenindustrie im 19. Jahrhundert. Eine Fallstudie zur Geschichte der Industriellen Revolution in Deutschland, Stuttgart 1982. W. Feldenkirchen, Die Eisen- und Stahlindustrie des Ruhrgebietes 1879-1914. Wachstum, Finanzierung und Struktur ihrer Großunternehmen, Wiesbaden 1982. U. Wengenroth, Technologietransfer als multilateraler Austauschprozeß. Die Entstehung der modernen Stahlwerkskonzeption im späten 19. Jahrhundert, in: Technikgeschichte 50, 1983, S. 224-37. U. Wengenroth, Unternehmensstrategien und technischer Fortschritt. Die deutsche und die britische Stahlindustrie 1865-1895, Göttingen 1986.

Hochindustrialisierung

In der Zeit der Hochindustrialisierung stieß Deutschland bei neuen Technologien wie der Chemie²⁶ und der Elektrotechnik²⁷, in den „Science-based Industries“, in die Weltspitze vor. Teilweise entfalteten sich in diesen Industrien neue Kooperationsformen zwischen Industrie, Wissenschaft und Staat. Hier entstanden erstmals relevante industrielle Forschungslabors. Neuere Arbeiten haben allerdings darauf hingewiesen, dass es beträchtliche Unterschiede zwischen der Elektrotechnik und der Industrie gab und der Begriff der „Science-based Industry“ einer Präzisierung und Differenzierung bedarf.²⁸

Mit dem sich beschleunigenden Prozess der Urbanisierung war der Aufbau technischer Infrastrukturnetze verbunden. In diesem Zusammenhang drangen neue Baustoffe wie Eisen und Beton vor, ohne jedoch zunächst das Bauen grundlegend umzugestalten. Das Funktionieren von Städten mit Hunderttausenden von Einwohnern erforderte Systeme des Nahverkehrs, der Straßenreinigung,²⁹ der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung,³⁰ der Bereitstellung von Energie in Form von Gas³¹ und Strom

²⁶ L. F. Haber, *The Chemical Industry during the Nineteenth Century. A Study of the Economic Aspect of Applied Chemistry in Europe and North America*, Oxford 1958. Haber, L.F., *The Chemical Industry 1900-1930. International Growth and Technological Change*, Oxford 1971. D. Osteroth, *Soda, Teer und Schwefelsäure. Der Weg zur Großchemie*, Reinbek bei Hamburg 1985. C. Reinhardt, *Forschung in der chemischen Industrie. Die Entwicklung synthetischer Farbstoffe bei BASF und Hoechst, 1863 bis 1914*, Freiberg 1997.

²⁷ Th. P. Hughes, *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimore 1983. H. Lindner, *Strom, Erzeugung, Verteilung und Anwendung der Elektrizität*, München 1985. W. Fischer, *Die Geschichte der Stromversorgung*, Frankfurt am Main 1992.

²⁸ König, *Technikwissenschaften* (wie Anm. 18).

²⁹ S. u.a. G. Hösel, *Unser Abfall aller Zeiten. Eine Kulturgeschichte der Städtereinigung*, München 1987.

³⁰ S. u.a. P. Münch, *Stadthygiene im 19. und 20. Jahrhundert. Die Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallbeseitigung unter besonderer Berücksichtigung Münchens*, Göttingen 1993. Sh. Mohajeri, *100 Jahre Berliner Wasserversorgung und Abwasserentsorgung 1840-1940*, Stuttgart 2005.

sowie Systeme der Information und Kommunikation. Ein zentrales Forschungsthema bildet der Übergang von privatwirtschaftlich finanzierten Infrastruktursystemen zur öffentlichen Leistungsverwaltung.³² Besondere Aufmerksamkeit haben darüber hinaus der Verkehr³³ und die Elektrifizierung³⁴ gefunden. Beim elektrischen Licht werden unter anderem dessen symbolische Funktion als Repräsentant der Moderne herausgearbeitet.³⁵ Bei den Versorgungs- und Entsorgungsnetzen ist noch mehr als bislang zu fragen, in welcher Weise sie den Alltag der städtischen Bevölkerung veränderten.

Insgesamt stellt die technische Kommunikation im 19. Jahrhundert ein eher defizitäres Forschungsfeld dar. Dies gilt für die technischen Grundlagen der Printmedien, die Papierherstellung,³⁶ das Setzen³⁷ und das

³¹ U.a. J. Körting, Geschichte der deutschen Gasindustrie. Mit Vorgeschichte und bestimmenden Einflüssen des Auslandes, Essen 1963. H.-D. Brunckhorst, Kommunalisierung im 19. Jahrhundert dargestellt am Beispiel der Gaswirtschaft in Deutschland, München 1978.

³² U.a. W. R. Krabbe, Kommunalpolitik und Industrialisierung. Die Entfaltung der städtischen Leistungsverwaltung im 19. und frühen 20. Jahrhundert. Fallstudien zu Dortmund und Münster, Stuttgart 1985.

³³ S. u.a. J. P. McKay, Tramways and Trolleys. The Rise of Urban Mass Transport in Europe, Princeton 1976. D. Schott, Die Vernetzung der Stadt. Kommunale Energiepolitik, öffentlicher Nahverkehr und die „Produktion“ der modernen Stadt. Darmstadt – Mannheim – Mainz 1880-1918, Darmstadt 1999. E. Bendikat, Öffentliche Nahverkehrspolitik in Berlin und Paris 1890-1914. Strukturbedingungen, politische Konzeptionen und Realisierungsprobleme, Berlin 1999.

³⁴ Das klassische Werk ist Hughes, Networks (wie Anm. 27). Einen guten Einstieg vermittelt: B. Stier, Staat und Strom. Die politische Steuerung des Elektrizitätssystems in Deutschland 1890-1950 (Technik + Arbeit 10), Ubstadt-Weiher 1999. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Darstellungen der Elektrifizierung einzelner Städte.

³⁵ U.a. W. Schivelbusch, Lichtblicke. Zur Geschichte der künstlichen Helligkeit im 19. Jahrhundert, München u.a. 1983. B. Binder, Elektrifizierung als Vision. Zur Symbolgeschichte einer Technik im Alltag, Tübingen 1999.

³⁶ Als Einstieg und Überblick: G. Bayerl, K. Pichol, Papier, Produkt aus Lumpen, Holz und Wasser, Reinbek bei Hamburg 1986.

³⁷ Ein Schwerpunkt liegt auf der Sozialgeschichte der Setzer: M. Otto, Die Setzmaschine in Deutschland. Beispiel für eine verzögerte und konfliktarme

Drucken³⁸, wie für die gegen Ende des Jahrhunderts in Erscheinung tretenden neuen elektrischen Kommunikationsmittel, das Telefon³⁹ und den Funk⁴⁰. Beim Telefon dominieren – ganz in der Tradition der deutschen Geschichtsschreibung – etatistisch orientierte Arbeiten, beim Funk firmengeschichtliche und biographische. Wie so häufig fehlen Arbeiten zur Verwendung und deren wirtschaftlichen und kulturellen Kontexten.

Die Technik gestaltete in einer ersten Phase die Industrie um, in einer zweiten auch den Dienstleistungsbereich.⁴¹ Eine besondere Bedeutung kam dabei den Büromaschinen zu, den Schreib-, Kopier- und Rechenmaschinen⁴². Anfänge lagen im späten 19. Jahrhundert, eine weitgehende Verbreitung einzelner Büromaschinen fand erst im Laufe von Jahrzehnten statt. Generell gilt, dass die Technisierung des Dienstleistungsbereichs wesentlich schlechter untersucht ist als die der Industrie. Dasselbe gilt für

Technikeinführung, in: Technikgeschichte 60, 1993, S. 347-64; B. Robak, Vom Pianotyp zur Zeilensetzmaschine. Setzmaschinenentwicklung und Geschlechterverhältnis 1840-1900, Marburg 1996.

³⁸ U.a. C. W. Gerhardt, Geschichte der Druckverfahren, Teil 2: Der Buchdruck, Stuttgart 1975. R. Schröder, Die Industrialisierung des deutschen Buchdruckgewerbes im 19. Jahrhundert und ihre Folgen. Nebst Bibliographie zur Geschichte der Setzmaschine und ihrer Einführung in Deutschland, Hannover ²1993.

³⁹ U.a. E. Horstmann, 75 Jahre Fernsprecher in Deutschland 1877-1952. Ein Rückblick auf die Entwicklung des Fernsprechers in Deutschland und auf seine Erfindungsgeschichte unter Beigabe einer Zeittafel zur Geschichte des Fernsprechers von Erwin Müller-Fischer, Berlin 1952. F. Thomas, Telefonieren in Deutschland. Organisatorische, technische und räumliche Entwicklung eines großtechnischen Systems, Frankfurt am Main 1995.

⁴⁰ Als erster Überblick: M. Friedewald, Die „Tönenden Funken“. Geschichte eines frühen drahtlosen Kommunikationssystems 1905-1914, Berlin 1999. Vgl. außerdem die biographischen Arbeiten: F. Hars, Ferdinand Braun (1850-1918). Ein wilhelminischer Physiker, Berlin u.a. 1999. M. Fuchs, Georg von Arco (1869-1940). Ingenieur, Pazifist, Technischer Direktor von Telefunken; eine Erfinderbiographie, Berlin u.a. 2004.

⁴¹ Th. Pirker, Büro und Maschine. Zur Geschichte und Soziologie der Mechanisierung der Büroarbeit, der Maschinisierung des Büros und der Büroautomation, Tübingen 1962.

⁴² U.a. H. Petzold, Moderne Rechenkünstler. Die Industrialisierung der Rechentechnik in Deutschland, München 1992.

die allerdings noch ganz in den Kinderschuhen steckende Forschung zur Mechanisierung der Haushalte.

Mit dem Fahrrad und dem Automobil entstanden im späten 19. Jahrhundert Techniken, welche individuelle Mobilität ermöglichten. Auch in diesem Fall zeigt sich, dass Geschichte aus der Ex post-Perspektive geschrieben wird. Die Zahl der Arbeiten zum Automobil⁴³ übertrifft die zum Fahrrad⁴⁴ bei weitem – ungeachtet der bis über den Zweiten Weltkrieg hinaus wesentlich größeren Verbreitung des Fahrrads. Innerhalb weniger Jahre haben Neuerscheinungen zur Automobilgeschichte – das Gleiche haben wir, wenn auch weniger ausgeprägt, beim Funk – die Forschung aus einem desolaten Zustand auf ein respektables Niveau gehoben. Wenn auch weiterhin noch viel zu tun ist, so ist der erreichte Wissensstand zur Erfinder-, Firmen- und Konstruktionsgeschichte, zu der Autoverbreitung, den Protagonisten des Automobilismus, der Behandlung durch den Staat, zur zunächst fehlenden öffentlichen Akzeptanz und zu den soziokulturellen Nutzungsformen doch eindrucksvoll.

Mobilität stellt eine Form des Technikkonsums dar. Die junge, aber in dynamischer Entwicklung begriffene Konsumgeschichte⁴⁵ besitzt ihren

⁴³ U.a. G. Horras, Die Entwicklung des deutschen Automobilmarktes bis 1914, München 1982. H. Edelmann, Vom Luxusgut zum Gebrauchsgegenstand. Die Geschichte der Verbreitung von Personenkraftwagen in Deutschland, Frankfurt am Main 1989. D. Fack, Automobil, Verkehr und Erziehung: Motorisierung und Sozialisation zwischen Beschleunigung und Anpassung 1885-1945, Opladen 2000. B. Haubner, Nervenkitzel und Freizeitvergnügen: Automobilismus in Deutschland 1886-1914, Göttingen 1998. R. Flik, Von Ford lernen? Automobilbau und Motorisierung in Deutschland bis 1933, Köln u.a. 2001. U. Fraunholz, Motorphobia. Anti-automobiler Protest in Kaiserreich und Weimarer Republik, Göttingen 2002. Chr. M. Merki, Der holprige Siegeszug des Automobils 1895-1930. Zur Motorisierung des Straßenverkehrs in Frankreich, Deutschland und der Schweiz, Wien 2002.

⁴⁴ Die Literatur ist nicht sehr zufriedenstellend. Geeignet als erste Zugänge: A. Hochmuth, Kommt Zeit, kommt Rad. Eine Kulturgeschichte des Radfahrens, Wien 1991. R. Rabenstein, Radsport und Gesellschaft. Ihre sozialgeschichtlichen Zusammenhänge in der Zeit von 1867 bis 1914, Hildesheim u.a. ²1996.

⁴⁵ U.a. A. Stihler, Die Entstehung des modernen Konsums. Darstellung und Erklärungsansätze, Berlin 1998. H. Siegrist, H. Kaelble, J. Kocka (Hg.), Europäische

Schwerpunkt im 20. Jahrhundert. Sie hat sich aber ansatzweise auch mit im späten 19. Jahrhundert entstehenden Gütern und Dienstleistungen befasst, mit denen sich die spätere Konsumgesellschaft andeutete. Hierzu gehören der Jahrmarkt mit seinen technischen Vergnügungen,⁴⁶ das Kino,⁴⁷ die Photographie,⁴⁸ das Automatenspiel⁴⁹ sowie Phonograph und Grammophon.⁵⁰ Es ist bezeichnend, dass einige dieser Themen bislang vor allem durch Ausstellungen und Kataloge angesprochen worden sind, geschichtswissenschaftliche Arbeiten dagegen noch weitgehend fehlen.

Die Techniken der Unterhaltung und des Vergnügens können als Indizien für eine sich im Laufe des 19. Jahrhunderts positiv entwickelnde Einstellung der Bevölkerung gegenüber der Technik gedeutet werden.⁵¹ Dies resultierte nicht zuletzt daraus, dass etwa seit der Jahrhundertmitte die Arbeitszeiten sich verminderten und die Einkommen anstiegen. Das Maschinensystem reduzierte die körperlichen Belastungen, erhöhte aber vielfach die psychischen. Gleichzeitig nahmen die Unfallgefahren in

Konsumgeschichte. Zur Gesellschafts- und Kulturgeschichte des Konsums, Frankfurt/Main 1997; König, Geschichte (wie Anm. 5); M. Prinz (Hg.), Der lange Weg in den Überfluss. Anfänge und Entwicklung der Konsumgesellschaft seit der Vormoderne, Paderborn 2003.

⁴⁶ F. Dering, Volksbelustigungen. Eine bildreiche Kulturgeschichte von den Fahr-, Belustigungs- und Geschicklichkeitsgeschäften der Schausteller vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart, Nördlingen 1986.

⁴⁷ U.a. C. Müller, Frühe deutsche Kinematographie. Formale, wirtschaftliche und kulturelle Entwicklungen 1907-1912, Stuttgart 1994.

⁴⁸ H. Haberkorn, Anfänge der Fotografie. Entstehungsbedingungen eines neuen Mediums, Reinbek bei Hamburg 1981, setzt einen Schwerpunkt bei der Erfindungsgeschichte und der Porträtfotographie. Die Anfänge der Amateurphotographie in Deutschland und der Stellenwert der Photographie in den Massenmedien harren noch der Behandlung.

⁴⁹ C. Kemp, U. Gierlinger, Wenn der Groschen fällt ... Münzautomaten – gestern und heute, München 1988.

⁵⁰ Übergreifend: K. Maase, Grenzenloses Vergnügen, Der Aufstieg der Massenkultur 1850-1970, Frankfurt am Main 1997.

⁵¹ W. König, Technikakzeptanz in Geschichte und Gegenwart, in: W. König, M. Landsch (Hg.), Kultur und Technik. Zu ihrer Theorie und Praxis in der modernen Lebenswelt, Frankfurt am Main u.a. 1993, S. 253-75.

Industriebetrieben zu; mit Maßnahmen des Arbeitsschutzes suchte man ihrer Herr zu werden.⁵²

Deutschland im internationalen Vergleich

Joachim Radkau hat ganz recht, dass im Mittelpunkt einer deutschen Technikgeschichte die Suche nach den nationalen Spezifika stehen sollte, nach einem deutschen Technikstil oder einer deutschen Technikkultur.⁵³ Darüber hinaus geht es darum, Gründe für die erfolgreiche nachholende Industrialisierung Deutschlands im 19. Jahrhundert und die um die Jahrhundertwende errungene Spitzenposition in einigen Technikbereichen namhaft zu machen. Dabei scheint in dem rohstoffarmen Deutschland⁵⁴ Humanfaktoren eine ausschlaggebende Bedeutung zuzukommen. Die schwierige Aufgabe der Gewichtung von Wissenschaft, Bildung, Arbeitsethos, Arbeitsorganisation und anderen Faktoren für die Industrialisierung ist aber bislang nur ansatzweise angegangen worden. Auf unterer Ebene muss zum Beispiel der jeweilige Stellenwert wissenschaftlicher, ingenieurtechnischer und handwerklicher Kompetenz gegeneinander abgewogen werden. Schließlich ist nach dem Einfluss des Staates zu fragen: nach dessen Maßnahmen des Technologietransfers, der staatlichen und militärischen Nachfrage, seiner Gesetzgebung, zum Beispiel der Patentgesetzgebung,⁵⁵ und nach anderem mehr.

Die Suche nach Spezifika und überzeugenden Erklärungen für die technisch-industrielle Entwicklung wird aber nur dann Erfolg haben, wenn man nicht nur Deutschland in den Blick nimmt, sondern auch andere

⁵² W. Weber, Arbeitssicherheit. Historische Beispiele – aktuelle Analysen, Reinbek bei Hamburg 1988.

⁵³ Radkau, Technik (wie Anm. 4), S. 31-40.

⁵⁴ Vgl. z.B. R. Karlsch, R. G. Stokes, Faktor Öl. Die Mineralölwirtschaft in Deutschland 1859-1974, München 2003.

⁵⁵ U.a. A. Heggen, Erfindungsschutz und Industrialisierung in Preußen 1793-1877, Göttingen 1975. A. Fleischer, Patentgesetzgebung und chemisch-pharmazeutische Industrie im Deutschen Kaiserreich (1871-1918), Stuttgart 1984.

Länder.⁵⁶ Nur der vergleichende Blick auf das Andere ermöglicht es, das Eigene zu erkennen und zu verstehen. Solche systematischen Kulturvergleiche sind – da besonders aufwendig und anspruchsvoll – in der Technikgeschichte bislang eher als Ausnahme unternommen worden. Hierzu gehören Arbeiten über die Eisenhüttenindustrie,⁵⁷ die Kältetechnik,⁵⁸ die Windkraftnutzung,⁵⁹ das Konstruieren im Maschinenbau⁶⁰ und den Automobilismus⁶¹.

Zieht man ein Fazit, dann lässt sich die Situation der Geschichtsschreibung über die Technik des 19. Jahrhunderts in Deutschland mit jener der Entdeckungsreisen im 17. Jahrhundert vergleichen. Die Umrisse der wichtigen Kontinente sind bekannt, doch die vorhandenen Karten weisen mehr weiße als beschriebene Flecken auf. Damit steht die Technikgeschichte weit hinter der Politik-, der Sozial- und teilweise auch der Wirtschaftsgeschichte zurück. Die genannten historischen Subdisziplinen haben ihre Welt nicht nur besser erschlossen, sondern die Forscher treten sich in manchen Regionen bereits auf die Füße. Diese metaphorische Zustandsbeschreibung der Technikgeschichte soll auf die Chancen aufmerksam machen, welche die junge historische Teildisziplin bietet. Die Situation des Entdeckers in einer unerforschten Welt ist nicht die schlechteste. Solche Entdecker findet man in der institutionalisierten

⁵⁶ W. König, Der Kulturvergleich in der Technikgeschichte, in: Archiv für Kulturgeschichte 85, 2003, S. 413-35.

⁵⁷ Fremdling, Technologischer Wandel (wie Anm. 25). Wengenroth, Technologietransfer (wie Anm. 25). Wengenroth, Unternehmensstrategien (wie Anm. 25).

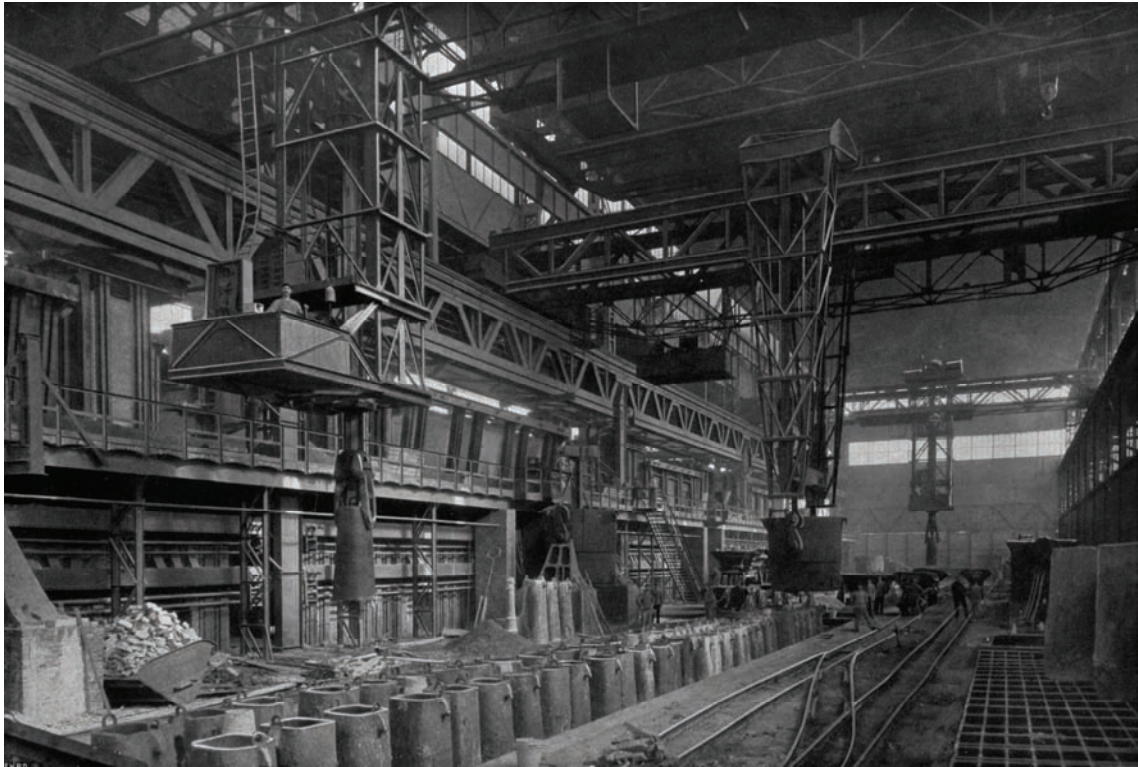
⁵⁸ Dienel, Ingenieure (wie Anm. 18).

⁵⁹ M. Heymann, Die Geschichte der Windenergienutzung, 1890-1990, Frankfurt am Main 1995; M. Heymann, Signs of Hubris. The Shaping of Wind Technology Styles in Germany, Denmark, and the United States, 1840-1990, in: Technology and Culture 39, 1998, S. 641-70.

⁶⁰ W. König, Künstler und Strichezieher. Konstruktions- und Technikkulturen im deutschen, britischen, amerikanischen und französischen Maschinenbau zwischen 1850 und 1930, Frankfurt am Main 1999.

⁶¹ Merki, Der holprige Siegeszug (wie Anm. 43).

Technikgeschichte, die den in den letzten Jahren erfolgten Rückbau in der Geschichtswissenschaft weitgehend unbeschadet überstanden hat. Und sie finden sich außerhalb dieses institutionalisierten Kerns in einer neuen Historikergeneration, welche die steril gewordenen Urväter ignoriert und eigene Wege geht; manche davon führen in die Technikgeschichte.



Joachim Radkau

Die Technik des 20. Jahrhunderts in der Geschichtsforschung, oder: Technikgeschichte in der Konfrontation mit der Entgrenzung der Technik

Technische Innovation im 20. Jahrhundert und moderne Technikhistorie

Rein von der Sache her wäre das 20. Jahrhundert der Höhepunkt der Technikgeschichte schlechthin; denn in diesem Jahrhundert hat die industrielle Technik alle Lebensbereiche erobert und sich flächendeckend über die ganze Welt verbreitet. Die Große Politik wie der Alltag der kleinen Leute, die Kriegführung wie das Lebenstempo, Wohnweise und Hygiene, Kommunikation und überhaupt die Wahrnehmung der Welt: alles ist am Ende des 20. Jahrhunderts von neuer Technik geprägt. Die Pioniere der Technisierung: Automobil, technische Massenmedien und zu guter Letzt der PC sind in weite Gebiete vorgedrungen, die in den Eisenbahnnetzen des 19. Jahrhunderts leere Flecken geblieben waren; aus der Rückschau erscheint die Industrialisierung des 19. Jahrhunderts, die sich in aller Regel nicht weit von den Eisenbahnlinien entfernte, als eng begrenzt. Für jene Zeit lassen sich Wirkungszusammenhänge noch an ganz bestimmten Kausalitäten festmachen, so etwa der Einwirkung der Dampfmaschinenentwicklung auf den Lokomotivbau, der Elektrotechnik auf das Signalwesen der Eisenbahn, der Dampfwalze auf den Straßenbau. Im 20. Jahrhundert dagegen entsteht durch die Vielfalt und flächendeckende Diffusion technischer Innovationen eine Unendlichkeit von Wechselwirkungen. Am Jahrhundertende hört der Ferntourist selbst bei urtümlich wirkenden Bauern in entlegenen Weltregionen das Handy klingeln. Man sollte meinen, daran sei überhaupt kein Zweifel möglich, dass die Epochensignatur und Modernität des 20. Jahrhunderts ganz entscheidend durch Technik geprägt sei.

Im Prinzip würden die meisten Historiker diesen so evidenten Tatbestand vermutlich zugestehen; in der Praxis der Geschichtsschreibung dagegen schlägt sich diese Einsicht in aller Regel überhaupt nicht nieder: Das Thema „Technik“ nimmt innerhalb der deutschen Geschichtsschreibung über das 20. Jahrhundert einschließlich der Schulbücher ganz überwiegend eine marginale Position ein, randständiger noch als in Darstellungen über das 18. und 19. Jahrhundert, wo zumindest Dampfmaschine, Spinning Jenny und Eisenbahn als Themen etabliert sind, zu deren Verständnis man nicht mehr viel technologische Kompetenz braucht. Der Hauptgrund für dieses Defizit gerade im 20. Jahrhundert liegt vermutlich in den von Charles Percy Snow bezeichneten „zwei Kulturen“: Die deutsche Geschichtsschreibung steht nach wie vor – ja im Zuge des „linguistic turn“ und der „Diskursgeschichte“ sogar noch mehr als davor – in der Tradition der Geisteswissenschaften, und eine Berührungsangst gegenüber den Technik- und Naturwissenschaften lebt immer wieder auf, ob explizit oder unterschwellig.

Auch die Technikhistoriker haben freilich nicht allzu viel dafür getan, um der Technik jenen Platz im „mainstream“ der Historiographie zu erobern, der ihr von der Sache her zukäme. Im Vergleich mit technikhistorischen Arbeiten über frühere Zeiten bis hin zum 19. Jahrhundert bietet das Panorama der Publikationen über das 20. Jahrhundert gewiss keine Steigerung, vor allem wenn man nach breiter angelegten Werken sucht, die der umfassenden Bedeutung der Technik für die Moderne gerecht werden. Noch relativ ansehnlich ist das Gesamtbild für das frühe 20. Jahrhundert: für die große Zeit der Elektrifizierung, der ersten Großkraftwerke und der Pionierprojekte der Hochdrucksynthese; für die späteren Dekaden wird der Strom professioneller technikhistorischer Arbeiten dagegen immer schmaler.

Natürlich hat diese Literaturlage ihren Grund: Gerade die wachsende Omnipräsenz der industriellen Technik ist das Problem. Der Gegenstand der Technikhistorie wird grenzenlos. Zwar wird die Abstraktion „die

Technik“ gerade nach 1900 zum gängigen Begriff; zugleich lässt sich jedoch im Zuge der um sich greifenden Technisierung „die Technik“ immer schwieriger als Forschungsgegenstand eigener Art identifizieren. Die Übergänge zur Wirtschafts-, Kultur-, Konsum- und leider auch Kriegsgeschichte werden fließend. Spektakuläre Einzeltechniken gibt es zwar zur Genüge, und da bieten sich griffige Themen in Hülle und Fülle; aber gerade die für das 20. Jahrhundert charakteristische Unendlichkeit von Vernetzungen und Wechselwirkungen ist in ihrer Gesamtheit nicht zu fassen, jedenfalls nicht für solide Empiriker. Man kann darüber spekulieren, wie früher das Telefon, heute das Internet die gesamte Kommunikation, die Wissensproduktion, ja die Liebesbeziehungen verändert haben; jeder spürt, dass es da Zusammenhänge gibt und dass diese wichtig sind – aber sie entziehen sich größtenteils jeglicher exakten Erforschung.

Die Quellenproblematik nimmt im Verlaufe des 20. Jahrhunderts für die Technikgeschichtsforschung generell zu. Die Rationalisierungs-, Automatisierungs- und Computerisierungsprozesse in der Privatwirtschaft sind allein schon von den zugänglichen Quellen her schwieriger zu erforschen als Innovationsprozesse in dem unter Staatsregie stehenden Montan- und Verkehrswesen der Zeiten davor. Bei vielen Themen kommt man über öffentlich zugängliche Archive nicht weit; man braucht Kontakte zur „Szene“. Auch die im Zuge der Industriellen Archäologie und des Museumsbooms mit so großer Begeisterung erschlossenen technischen Artefakte in ihrer authentischen Umwelt scheinen während des 20. Jahrhunderts in ihrer Aussagekraft nachzulassen. Die verschiedenen Entwicklungsphasen des Computers stellen sich – sofern die entsprechenden Apparaturen überhaupt noch erhalten sind – weitaus weniger anschaulich dar als die Entwicklungsstadien der frühen Dampf- und Textilmaschinen. In der Ära der Elektronik wird zumindest das Innenleben der technischen Innovationen unanschaulich; die gerade in jüngster Zeit so wichtigen Impulse, die die Technikgeschichte von den Technikmuseen

bekommt, werden schwächer und undeutlicher. Das der Technik und Technikforschung seit 1945 gewidmete Deutsche Museum Bonn hat es mit der Attraktivierung seiner Objekte schwerer als seine Mutterinstitution, das Deutsche Museum in München.

Die Zahl der Publikationen über einzelne Techniken des 20. Jahrhunderts ist schier unendlich; prekär dagegen wird es mit fundierten Arbeiten zu übergreifenden Themen. Besonders verdrießlich für den professionellen Technikhistoriker ist der Umstand, dass er – je mehr er sich der Gegenwart nähert – desto mehr in Konkurrenz zu populären Sachbüchern, journalistischen Publikationen, Firmenjubiläums-Konvoluten und Streitschriften zu aktuellen Kontroversen gerät, die zum Teil gerade die empirisch schwer zu fassenden Aspekte wirkungsvoller ansprechen und auf diese Weise eine größere Öffentlichkeit erreichen als die wissenschaftliche Technikhistorie. Musterbeispiele finden sich in der neuen Informations- und Kommunikationstechnik, dem „IuK“-Sektor, dem ganzen Komplex PC und Internet, dem Standardthema heutiger Technikdiskussionen, wo es in Gesprächen regelmäßig lebendig wird. Noch im Register des 1992 erschienenen fünften und letzten Bandes der Propyläengeschichte, dessen zweiter von Wolfgang Kaiser verfasster Teil die „Technisierung des Lebens seit 1945“ zum Gegenstand hat und mutig die Entgrenzung der Technik thematisiert¹, fehlt das Stichwort „Internet“: kein Wunder, denn gerade erst 1991 war das World Wide Web am Genfer Kernforschungszentrum CERN kreiert worden, das die technischen Möglichkeiten des Internet, das es schon seit dreißig Jahren gab, in ungeahnter Weise entfesselte. Heute vermögen sich viele nur noch mit Mühe an die Vor-Internet-Zeit erinnern; dabei setzte der allgemeine www-Rummel erst nach 1995 ein. Ein Rückblick auf frühere Computerprognosen erinnert ähnlich wie ein Rückblick auf deutschlandpolitische Prognosen vor

¹ H.-J. Braun, W. Kaiser, *Energiewirtschaft, Automatisierung, Information seit 1914*, Berlin 1992 (= Propyläen-Technikgeschichte Bd. 5).

1989 an die Unvorhersehbarkeit der Zukunft.² Wenn man heute auf die irrwitzigen Massen der Computerausdrucke schaut, wirkt die Erinnerung an die einstige Prognose des per Computer „papierlosen Büros“ wie ein Witz.³

Wenn Max Weber in dem berühmten Schlusscrescendo seines Objektivitätsaufsatzes von 1904 lustvoll über den „ungeheuren chaotischen Strom von Geschehnissen“ aufstöhnt, „der sich durch die Zeit dahinwälzt“, hat der sich der Gegenwart nähernde Technikhistoriker mit aller Drastik vor Augen, wovon Weber spricht. Seine Konkurrenten außerhalb der Wissenschaft sind da oft fixer. Ob Militärtechnik, Luft- und Raumfahrt, Automatisierung, Roboter, Plastikprodukte, Computer, Chancen und Risiken von Kern- und Gentechnik: bei all solchen Themen kommt man nicht umhin, sich auch viele mit heißer Nadel gestrickte Publikationen vorzunehmen, auch wenn diese gewöhnlich dem nächsten oder übernächsten Aussortieren in den eigenen Bücherschränken zum Opfer fallen.

Gerade in der modernen IuK-Technik wird offenkundig, dass der traditionelle an der technischen Entwicklung der Artefakte orientierte Stil der Technikhistorie nicht mehr trägt: Hier hat der Spieltrieb der Benutzer eine selbst für die Techniker überraschende, so nicht vorhergesehene Bedeutung erlangt. Wenn der Technikhistoriker allzu sehr bei den Erfindergeschichten eines Konrad Zuse verweilt, bleibt er abseits vom Strom des Geschehens. Aber erst ansatzweise sind neue Formen der Technikgeschichte gefunden, die dem „ungeheuren chaotischen Strom von Geschehnissen“ entsprechen. Die Konrad-Zuse-Geschichten einfach durch

² Im Register einer Computer-Geschichte von 1984 vermisst man nicht nur das Stichwort „Internet“, sondern sogar „software“: Ausdruck der herkömmlichen hardware-orientierten Technikermentalität! Stan Augarten, Bit by Bit. An Illustrated History of Computers, New York 1984. Allgemein zum Prognose-Problem in der Technikgeschichte J. Radkau, Schöne neue Technikwelt. Einige Überraschungen mit der Technik des 20. Jahrhunderts, in: Kultur & Technik 4, 2000, S. 11-17.

³ Angenehm nüchtern und wegen seiner realistischen Prognose-Skepsis noch heute lesbar: T. Forester, Die High Tech Gesellschaft. Dreißig Jahre digitale Revolution, Stuttgart 1990.

Bill-Gates-Geschichten zu ersetzen, kann nicht befriedigen; und jene Stories, die man aus der „Szene“ erzählt bekommt und aus denen sich populäre Sachbücher speisen, sind für sich genommen keine zuverlässige Quelle.

Vielfach gilt „Verwissenschaftlichung“ als neues Paradigma der Technikgeschichte – nicht zuletzt auch deshalb, weil die Wissenschaftsgeschichte im Wissenschaftsbetrieb besser etabliert ist als die Technikgeschichte –, nachdem das alte Fortschrittsparadigma, das der Technikgeschichte jenseits aller Details ihr „grand design“ verliehen hatte, in Misskredit geraten ist, der Technikhistoriker sich jedoch auch nicht die Nieder- und Untergangsvision des alten Lewis Mumford mit der Selbstvernichtung der Menschheit durch die „Megamaschine“ zu eigen machen möchte. Und doch sind die Warnungen altgedienter Technikhistoriker vor einer Gleichsetzung von Wissenschafts- und Technikgeschichte auch bei den „neuen Technologien“ nach wie vor aktuell. Ob das oft behauptete Gesetz, dass der Weg von der „Forschung und Entwicklung“ zur Industrie immer geradliniger und kürzer werde, tatsächlich existiert, ist zweifelhaft. Seit der Genfer Atomkonferenz von 1955, als der Fusionsreaktor in zwanzig Jahren verheißen wurde, ist der Weg dorthin nicht kürzer geworden, eher länger. Ein charakteristischer Lernprozess im Zuge der kerntechnischen Entwicklung ging geradezu dahin, dass bloße „Papierreaktoren“, die theoretisch optimal wären, nicht viel wert sind, wenn sie nicht an breite Erfahrungen der Kraftwerkstechnik anknüpfen. Auch bei der modernen Entwicklung der Computertechnik wäre noch zu diskutieren, wieweit ihre Dynamik aus wissenschaftlicher Forschung, etwa aus dem Fortschritt der Halbleiterphysik herzuleiten ist. Es sieht überhaupt nicht so aus, als sei das Ausprobieren, die uralte Methode der technischen „Entwicklung“, ganz und gar durch wissenschaftliche Theorie verdrängt worden.

Am engsten ist der Konnex zwischen „Frontforschung“ und Spitzentechnik in der Regel in bestimmten Sektoren der Rüstung.⁴ Ob jedoch das „Manhattan Project“ in dem Maße, wie die Projekt-Propheten versicherten, das Zukunftsmodell auch für zivile Technikentwicklung darstellt, ist längst in Zweifel geraten. Die großen Kernforschungszentren, die von Befürwortern wie von Gegnern der Atomkraft für die Superhirne der kerntechnischen Entwicklung gehalten wurden, haben im Endeffekt für den tatsächlichen Gang der Dinge eine erstaunlich geringe Rolle gespielt, wenn nicht gar die Entwicklung in Sackgassen gelenkt.

Offenkundig ist im Übrigen, dass der moderne Gang der Technik ohne Marketing, Verbrauchererfahrungen und Verbraucherpräferenzen gar nicht zu erklären ist. Das gilt bereits für die Geschichte des Automobils. Vermutlich hat kein einziges technisches Artefakt des 20. Jahrhunderts die Wirtschaftsstrukturen, die Lebensweise und das Gesicht der Städte, ja der Landschaft so tief greifend verändert wie das Auto. Dennoch – oder gerade *wegen* dieser Unendlichkeit der Wirkungsketten – gibt es bis heute kein fundiertes Standardwerk, das dieser Thematik auch nur halbwegs gerecht wird, obwohl die populäre Automobil-Literatur ganze Bibliotheken füllt. Rein von den technologischen Entwicklungslinien her betrachtet, ist das Auto ja ein Konglomerat. Oskar von Miller wollte ihm im Deutschen Museum keinen eigenen Platz zugestehen: Es war eben kein „Meisterwerk der Technik“ im traditionellen Sinne, kein Superlativ eines einzelnen technologischen Entwicklungsstranges.

Man kann es paradox finden: Noch nie ist die technische *Innovation* derart zum Zauberwort avanciert und von immer neuen Wellen populärer Publizistik als Allheilmittel gepriesen worden wie in dem letzten halben Jahrhundert; aber noch nie war die Technik als Faktor *sui generis* so schwer zu fassen wie in neuester Zeit. Vor allem in den 1960er und 70er

⁴ Vgl. dazu die Habilitationsschrift von H. Trischler, Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1900-1970: Politische Geschichte einer Wissenschaft, Frankfurt/M. 1992.

Jahren suchten Technikhistoriker – sowohl solche mit Theorie- wie auch solche mit praktischen Ambitionen – auf historischer Grundlage zu einer allgemeinen Theorie technischer Innovationen zum Nutzen der Technologiepolitik hinzugelangen; mehr noch entwickelten Techniksoziologen diesen Ehrgeiz. Allzu weit sind diese Ansätze nicht gekommen; zu einer Technikhistorie großen Stils haben sie nicht geführt. Es scheint eben zum Wesen der Innovation zu gehören, dass sie *nicht* allgemeinen, auch für die Zukunft vorhersehbaren Gesetzen folgt. Auch die eine Zeitlang viel beachtete These von Gerhard Mensch, dass – wie die Wirtschafts- und Technikgeschichte beweise – ein Mangel an technischen Innovationen zu wirtschaftlicher Stagnation und Depression führe, während „Basisinnovationen“ die Wirtschaft wieder aus dieser Trübsal erlösten⁵, hat sich als nicht sehr brauchbar erwiesen. Die 1920er Jahre waren zwar offensichtlich eine große Zeit technischer Innovationen, prompt jedoch folgte die Weltwirtschaftskrise. Für das bundesdeutsche „Wirtschaftswunder“ dagegen spielten „Basisinnovationen“ keine erkennbare Rolle, sondern eher unspektakuläre Neuerungen – vom Gabelstapler bis zum Fertighaus –, die auf längst bekannter Technik beruhten und keine Großforschungsprojekte brauchten.⁶ Seltsamerweise merkten das viele Zeitgenossen nicht, schon gar nicht viele Intellektuelle; und daher wurde ab 1957 selbst von Antikommunisten die Bedeutung des Sputnik für die sowjetische Wirtschaft grotesk überschätzt.

Vor allem seit jener Zeit gibt es den Typus der populären technologischen „Deutschland-erwache!“-Literatur, mit dem ewig gleichen Refrain, die biedereren Deutschen hätten wieder einmal die kühnen technischen Innovationen des fortgeschrittenen Auslands verschlafen und

⁵ G. Mensch, Das technologische Patt. Innovationen überwinden die Depression (urspr. 1975), Frankfurt/M. 1977.

⁶ J. Radkau, „Wirtschaftswunder“ ohne technologische Innovation? Technische Modernität in den 1950er Jahren, in: A. Schildt, A. Sywottek (Hg.), Modernisierung im Wiederaufbau. Die westdeutsche Gesellschaft der 50er Jahre, Bonn 1993, S. 129-154.

drohten im weltweiten Wettlauf der Spitzentechnologie hoffnungslos zurückzufallen. Ein Rückblick auf das halbe Jahrhundert dieses Literaturgenres und auf dessen unsinnige Behauptungen und Prognosen wäre lehrreich. Selbst ein weltweiter Wettlauf zum Hochtemperaturreaktor wurde um 1960 behauptet. Da diese Literaturprodukte jedoch regelmäßig nach einigen Jahren wieder in Vergessenheit gerieten, ließen sich über kurz oder lang wieder ähnliche Bücher, zeitgemäß umgeschrieben, verkaufen.

Vor diesem Hintergrund gekünstelter Naivität wird es verständlich, wenn führende Technikhistoriker wie Akos Paulinyi und Ulrich Wengenroth ihren Auftrag als Wissenschaftler immer wieder darin erblickt haben, in prononcierter Weise die Bedeutung des Faktors „Technik“ zu relativieren und mit Nachdruck zu unterstreichen, die Technikgeschichte folge keiner technischen, sondern einer wirtschaftlichen Logik, und Unternehmer mit allzu ausgeprägter Fixiertheit auf allerneueste „High Tech“ manövierten ihre Firma nicht selten in die roten Zahlen. Werner Abelshauser zieht in seiner Geschichte der BASF, die auch eine Phase traditionsvergessener Innovation durchmachte, die denkwürdige Bilanz:

„Am Ende erwies sich die Unternehmenskultur der BASF in einem überraschend hohen Maße gegenüber dem grundsätzlichen Veränderungswillen der Führungsspitze resistent. Ihre Institutionen waren in Denk- und Verhaltensweisen der Aniliner aller Hierarchieebenen tief verwurzelt und wurden im 20. Jahrhundert von Markt und Politik immer wieder aufs Neue belohnt und bestärkt.“⁷

Der benachbarte Chemiegigant Hoechst dagegen ist nach einem stürmischen Innovationsschub von der Bildfläche verschwunden. Der Kraftakt, zum weltgrößten Konzern für „Life Science“ zu werden, bescherte 16 Milliarden DM Schulden und nötigte am Ende dazu, den Chemiefaserbereich, in dem Hoechst traditionell eine Spitzenstellung

⁷ W. Abelshauser (Hg.), Die BASF. Eine Unternehmensgeschichte, München 2002, S. 631.

besaß, zu zerstückeln und auf der ganzen Welt an die Meistbietenden zu verkaufen. Besonders zu denken gibt dabei, dass die überzogene Wissenschaftsgläubigkeit mehr von den neu an die Spitze gelangten Ökonomen kam, die die Rendite um jeden Preis vervielfachen wollten, als von den bis dahin dominierenden Chemikern und Ingenieuren, die aus Erfahrung skeptischer waren und die Know-how-Traditionen des Unternehmens besser zu schätzen wussten.

Der Vorgang trägt offenbar für die „New Economy“ typische Züge. Dieter Schweer, damals bei der „Wirtschaftswoche“, präsentiert folgende „Bilanz der Ära Reuter“ bei der Firma Daimler-Benz, die Edzard Reuter durch einen „Kraftakt weg vom Auto“ zum „Technologiekonzern“ zu machen suchte: „Daimler-Benz hat seit 1985 mindestens acht Milliarden Mark außerhalb des Autogeschäfts investiert, und die haben keinen Pfennig Zinsen gebracht – sondern nur Milliarden Verluste nach sich gezogen.“⁸ Betrachtet man die Technikgeschichte nüchtern ohne den alten Erfinderfimmel, bietet sie nicht wenige Beispiele dafür, dass nicht Innovationsbegeisterung, sondern skeptisch-selektiver Umgang mit Innovationen ein Schlüssel zum Erfolg ist.⁹

Im 19. Jahrhundert war die Nachfrage nach Maschinen über viele Jahre so groß, dass nahezu alle guten Maschinenbauer irgendwie ihren Absatz fanden; das 20. Jahrhundert ist demgegenüber generell durch eine Verschärfung der Konkurrenz gekennzeichnet. Da musste die technische Perfektion der Ökonomie untergeordnet werden. Und überhaupt verlor der Maschinenbau in der zweiten Jahrhunderthälfte relativ an Bedeutung; nur wurde man sich dessen in einer Hochburg des Maschinenbaus wie Deutschland nur langsam bewusst. Die herkömmliche Technikfixiertheit – so Wengenroth – habe gerade bei den Deutschen dahin geführt, dass sie

⁸ D. Schweer, Daimler Benz. Innenansichten eines Imperiums, Düsseldorf 1995.

⁹ J. Radkau, Auch Innovationsbremsen gehören zur erfolgreichen Innovation: Die historische Erfahrung und die Vernunft der Vorsicht, in: F. Meyer-Krahmer, S. Lange (Hg.): Geisteswissenschaften und Innovation, Heidelberg 1999, S. 295-293.

zum eigenen Schaden auf dem Wege zur „New Economy“, zur „immateriellen“ und zur Dienstleistungswirtschaft hinter führenden Nationen wie den USA hinterhergehinkt seien.

Da könnte man fragen: Wird der technikhistorische Zugang bei der Geschichte des 20. Jahrhunderts nicht mehr und mehr obsolet; sollte die Technikgeschichte nicht besser in der Wirtschaftsgeschichte aufgehen? Aber der Markt allein reicht zur Erklärung technischer Entwicklungen bei weitem nicht aus; und auch die menschlichen Bedürfnisse sind kein letzter Grund. Technische Entwicklungen bis zur Marktreife sind oft langwierig; allein als Reaktion auf die ewig schwankenden Konjunkturen des Marktes lassen sie sich nicht erklären. Gerade die seit 1900 rasant wachsende Bedeutung der Reklame, die sich besonders exzessiv an dem Marketing für neue technische Produkte entwickelte¹⁰, deutet darauf hin, dass neue Industrien im Unterschied zur frühindustriellen Textil- und Maschinenindustrie nicht einfach einen bestehenden Bedarf billiger und reichlicher befriedigten, sondern sich ihren Bedarf erst schaffen mussten: Darin kann man einen Grundzug der Technikentwicklung im 20. Jahrhundert sehen. Ein anderer besteht in dem wachsenden Sog, der von den expandierenden Rüstungs- und Rüstungsforschungssektoren ausging: Damit kommt eine marktferne Triebkraft in einem Ausmaß ins Spiel, wie das bis zum 19. Jahrhundert eher selten war. Eine Rüstungsfirma wie Krupp war im 19. Jahrhundert ein Sonderfall; neue Industrien wie die Elektro- und Chemiebranche spekulierten bis zum Ersten Weltkrieg weit mehr auf Freihandel als auf Rüstung und Krieg. Zum stehenden Begriff wurde der „Spin-off“ der militärischen Spitzentechnik überhaupt erst in den 1960er Jahren. Alles in allem: In der technischen Entwicklung laufen viele Einflüsse zusammen. Zwar wäre es abwegig, die Technikgeschichte zu einem autonomen Sektor machen und aus rein technischer Logik herleiten

¹⁰ J. Radkau, „Die Nervosität des Zeitalters“. Die Erfindung von Technikbedürfnissen um die Jahrhundertwende, in: Kultur & Technik 3, 1994, S. 51-57.

zu wollen; jedoch griffe es ebenfalls zu kurz, sie im 20. Jahrhundert ganz in der Wirtschaftsgeschichte aufgehen zu lassen.

Wenn „die Technik“ gerade durch ihre Omnipräsenz an innerer Kohärenz verliert, spricht das nicht unbedingt gegen die Wissenschaftsfähigkeit der Technikgeschichte. Auch konkurrierende Geschichtseinheiten wie „die Politik“, „die Wirtschaft“, „die Gesellschaft“, „die Kultur“ sollte man in ihrer Kohärenz nicht überschätzen. Bei allen Wissenschaftsdisziplinen rührt der geistige Zusammenhalt letztlich nicht „aus der Sache selbst“, sondern aus der Vernetzung der an die Wirklichkeit herangetragenen Problemstellungen; und in dieser Hinsicht hat gerade die Technikgeschichte des 20. Jahrhunderts eine Menge zu bieten.

Neue Zugänge zur Technikgeschichte

Die Chancen und Risiken neuer Techniken, die Handlungsmöglichkeiten der Technologiepolitik im Blick auf technische Alternativen, der Wert und Unwert nationaler Techniktraditionen in einer „globalisierten“ Weltwirtschaft: letztlich sind es Probleme solcher und anderer Art, die der technikhistorischen Forschung eine geistige Spannung verleihen. Und nicht zuletzt auch die Frage nach der Zukunft der Arbeit. Der alte Argwohn der Maschinenstürmer des frühen 19. Jahrhunderts, dass die Maschinen Menschen arbeitslos machen, erscheint aus heutiger Sicht nicht mehr so absurd wie in den Zeiten des Nachkriegsbooms. Auch das gehört zu den Themen der Technikgeschichte: wie technische Entwicklungen traditionelle Berufe und Arbeitswelten zum Verschwinden bringen. Wesentlich aus solchen Erfahrungen heraus ist seit den 1960er Jahren, von England ausgehend, die Industrielle Archäologie entstanden. Die von ihr entdeckte „*World we have lost*“ umfasste bald nicht nur das 19. Jahrhundert, sondern reichte immer tiefer in das 20. Jahrhundert hinein. Vollends mit dem Vordringen der Bildschirmarbeit wurde ein Großteil der Welt der

Handarbeit mitsamt ihrem spezifischen Arbeiter-Selbstbewusstsein und den Menschentypen, die sie hervorbrachte, zur Vergangenheit. Ob man sich darauf verlassen kann, dass die neue Technik in gleichem Umfang neue Arbeitsmöglichkeiten und neue Solidaritäten schafft, ist zweifelhaft geworden.

Auch im 20. Jahrhundert fehlt es also keineswegs an Chancen für einen spezifisch technikhistorischen Zugriff; und die technikhistorische Literatur bietet Anhaltspunkte genug für viel versprechende Zugänge. Als gelungen zu bewerten sind solche Ansätze, die drei Kriterien entsprechen: (1) sie lassen eine spezifische technikhistorische Kompetenz erkennen; (2) sie machen aus den vielen Geschichten Geschichte, arbeiten durch die Details hindurch größere Linien heraus; (3) sie sind anschlussfähig an andere Geschichtssektoren und führen die Technikgeschichte in historische „mainstreams“ hinein. Als verheißungsvoll lassen sich auf dem gegenwärtigen Forschungsstand vor allem die folgenden sechs Ansätze ansehen, wobei eine Portion subjektiver Willkür des Verfassers zuzugeben ist.

Diskurse über Technik

Einer der einflussreichsten neuen Trends der letzten zwanzig Jahre, in der Technikgeschichte wie in den Sozialwissenschaften generell, ist der *diskurstheoretische* Ansatz. Er besitzt den strategischen Vorzug, geistige Verbindungen herzustellen und die Technikhistoriker in einen „mainstream“ der Geschichtswissenschaft hineinzuführen. Da wird Technikgeschichte nicht als Geschichte technischer Artefakte, sondern der Denkmuster und rhetorischen Figuren des Redens über Technik begriffen. Technische Lösungen – so die Prämisse – entspringen keiner rein technischen Logik, sondern werden zwischen den Beteiligten ausgehandelt. Genau besehen, ist die Diskursgeschichte keine ganz neue Idee; denn die Technikgeschichtsschreibung hat sich schon eh und je – von der Prähistorie

einmal abgesehen – lieber auf Worte als auf das „Ding an sich“ gestützt. Aber längst nicht immer war sie sich der Eigenart der verbalen Konstruktionen bewusst.

Besonders konsequent hat David Gugerli in seinen „Redeströmen“¹¹, der Entstehungsgeschichte der schweizerischen Elektrifizierung, den Diskurs-Ansatz in einem technikhistorischen Opus großen Stils Gestalt verliehen. Er hat sich dafür ein ideales Thema ausgesucht; denn die frühe Elektrifizierung war ein wortreicher Prozess, mit viel suggestiver Reklame, Ausstellungen und Visionen. Sie ist ein Paradebeispiel dafür, wie die Durchsetzung einer neuen Technik keiner rein technischen Logik folgt, sondern von Zukunftsentwürfen vorangetrieben wird, die zugleich die Lösung gesellschaftlicher Probleme verheißen. Die ersten großen „Kraftzentralen“ um 1900, die nicht mehr nur der Stromversorgung der Straßenbahn dienten, mussten sich ja ein Abnehmernetz, durch das sie rentabel wurden, erst schaffen; sie reagierten nicht auf einen bereits vorhandenen Bedarf. Während Techniker sonst eher wortkarg zu sein pflegen, trat jetzt der Typus des eloquenten Elektro-Propheten in Szene. Nur: Technik-„Diskurse“ solcher Art sind nicht mit herrschaftsfreier Kommunikation im Sinne von Habermas zu verwechseln! Ebenso wenig sind sie identisch mit jenem „Diskurs“ à la Foucault, der kein Subjekt besitzt, sondern sich durch die generative Kraft der Worte weitertreibt. Bei den „Kraftzentralen“ ging es von Anfang an um Geld und Macht; hohen Gewinnchancen standen zunächst erhebliche Verlustrisiken gegenüber. Regionale Versorgungsmonopole versprachen diese Risiken zu minimieren. Im Titel des Pionierwerkes von Thomas P. Hughes, „Networks of Power“¹², ist „Power“ durchaus doppelsinnig zu verstehen. Die Kraftwerke gehören zu den größten industriellen Machtkomplexen des 20. Jahrhunderts. In typischen Fällen liebten sie die Unauffälligkeit, ja

¹¹ D. Gugerli: Redeströme. Zur Elektrifizierung der Schweiz 1880-1914, Zürich 1996.

¹² T. P. Hughes, Networks of Power. Electrification in Western Society 1880-1930, Baltimore 1983.

entwickelten eine ausgesprochene Öffentlichkeitsscheu: Allein über die veröffentlichten „Diskurse“ gelangt man an die Arkana der Energiewirtschaft nicht heran.

Ein klassisches Beispiel für das, was die Diskursgeschichte leistet und *nicht* leistet, bietet die Geschichte der Kernenergie. Zuerst wollte ich meine Habilitationsschrift über „Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft“¹³ ähnlich wie meine Vorgänger nach den (damals) vier bundesdeutschen Atomprogrammen gliedern. Erst durch das Aktenstudium und durch Gespräche mit den Beteiligten begriff ich, dass diese Programme bloßes Papier waren, für die Öffentlichkeit und das Finanzministerium bestimmt, während die reale Entwicklung auf anderer Ebene geschah. Da gliederte ich mein Opus in die „spekulative Phase“ und die „Schaffung vollendeter Fakten“. Ich erkannte, dass die entscheidende Wende in dem Augenblick gekommen war, als die Kernenergie nicht mehr nur in den Worten, Programmen, Visionen, Spekulationen existierte, sondern ganz real in Großkraftwerken, die die „normative Kraft des Faktischen“ und den Sog der investierten Milliarden aktivierten. Bei der Kernenergie der 1950er Jahre muss man sich in der Tat bewusst machen – was viele Zeitgenossen nicht klar erkannten –, dass sie in der Essenz ein gedankliches Konstrukt war, keine Realität: Noch gab es nirgends auf der Welt ein rentables ziviles Kernkraftwerk. Jene Kernenergie, die im öffentlichen Diskurs der 50er Jahre imaginäre Gestalt annahm, war billig, unerschöpflich, umweltfreundlich, eine Gegenwelt zur nuklearen Bombentechnik und so weit zu miniaturisieren, dass auch arme und dünn besiedelte Regionen der Dritten Welt endlich ihre ideale Energiequelle bekamen. Der springende Punkt ist jedoch der, dass dieses Diskurskonstrukt „Kernenergie“ nicht die wirkliche Kernenergie war: Das offenbarte sich in der Ära der vollendeten Fakten. In dem erbitterten Protest der 70er Jahre gegen Kernkraftwerke steckte die

¹³ J. Radkau, Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft 1945-1975. Verdrängte Alternativen in der Kerntechnik und der Ursprung der nuklearen Kontroverse, Reinbek 1983.

Wut der enttäuschten Hoffnungen der 50er Jahre, verkörpert in der Gestalt eines Robert Jungk, der sich vom Herold der Atomphysik zur schrillen Cassandra wandelte.

Auch für die Ära der Fakten hat jedoch die Diskursgeschichte keineswegs ausgedient. Selbst in vielen technischen Details der Kernkraftwerke sucht man vergeblich nach einer puren Logik der Dinge, sondern stößt immer wieder auf Normen, die nicht von Resultaten der Naturwissenschaften deduziert werden können, sondern ausgehandelt werden. Kein anderer als der langjährige Bundesatomminister Balke erklärte unverblümt, man dürfe sich nicht einbilden, Toleranzgrenzen ließen sich naturwissenschaftlich begründen. Das Problem für den Historiker besteht jedoch darin, dass solche Aushandlungsprozesse nicht leicht zu identifizieren und empirisch zu belegen sind. Nach außen hin gründen sich Normen und Toleranzgrenzen auf die Autorität der „Experten“; die Aushandlungsprozesse geschehen in der Regel hinter verschlossenen Türen und sind oft nicht auf transparente Weise schriftlich dokumentiert. Da muss der Historiker detektivische Fähigkeiten entwickeln. Die Diskurstheorie bringt die Technikgeschichte voran, wenn sie an solchen Punkten zu einer Forschungsstrategie wird – und nicht stattdessen zu einer Forschungsvermeidungsstrategie, wenn auf billige Art „Diskurse“ aus einer Handvoll Publikationen konstruiert werden.

Die Geschichte der Kernenergie ist reich an Beispielen für den „Teufel im Detail“, im technischen Detail. Die Sicherheit der Kernkraftwerke hängt nicht nur an atomphysikalischen Theorien, sondern mindestens so sehr an unscheinbaren Details wie der Dauerhaftigkeit von Schweißnähten, und es war ein wichtiger Fortschritt der „Sicherheitsphilosophie“, solche Faktoren einzubeziehen. Daher bietet die Kernenergie ein Musterbeispiel dafür, dass der Technikhistoriker auch im 20. Jahrhundert einen scharfen Blick für technische Details braucht. Wenn er sich mit der theoretischen Durchdringung der Wortfiguren begnügt, verkennt er die Tücke des Objekts.

Die *unbeabsichtigten* Folgen der Technik haben sich im Zuge der Umweltbewegung zu einem Hauptthema der Technikgeschichtsforschung entwickelt. Die Umweltgeschichte entstand in Deutschland als eine Sezession innerhalb der Technikgeschichte; wie die einstigen Sezessionen in der Kunstszene hat sie allerdings bald ihren anerkannten Platz gefunden – zu einem Großen Schisma zwischen Technik-Fans und Technikfeinden ist es unter den Technikhistorikern gottlob nicht gekommen. Bisher lag der Schwerpunkt der von der Technikgeschichte herkommenden Umweltforschung überwiegend auf der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, auf dem ersten Höhepunkt der Industrialisierung. Für das 20. Jahrhundert öffnet sich hier noch ein weites Forschungsfeld.

Die großen technischen Systeme

Ein charakteristisches Reizwort der Technik-Diskussionen sind seit den 1970er Jahren die „*großen technischen Systeme*“. Ursprünglich besaß diese Wortverbindung einen kritischen Unterton und enthielt eine Erinnerung an Mumfords „Megamaschine“; der Begriff wird jedoch auch wertfrei, ja mit einem Beiklang von Faszination gebraucht. Das Thema ist in der Techniksoziologie, wo es an soziologische Systemtheorien anschließt, geläufiger als in der Technikgeschichte.¹⁴ Hier bekam es den wichtigsten Impuls von Thomas P. Hughes, insbesondere von seiner „*American Genesis*“¹⁵, deren Taylorismus-Kapitel die Überschrift trägt: „The system must be first“, in Anspielung auf das Wort Frederick W. Taylors: „In the

¹⁴ I. Braun, B. Joerges (Hg.), *Technik ohne Grenzen*, Frankfurt/M. 1994. Vgl. darin J. Radkau, *Zum ewigen Wachstum verdammt? Jugend und Alter großer technischer Systeme*, S. 50-106.

¹⁵ T. P. Hughes, *American Genesis. A Century of Invention and Technological Enthusiasm*, New York 1989.

past, the man has been first; in the future, the system must be first.“ Also zugleich ein Ansatz, die spezifische Modernität des 20. Jahrhunderts zu bestimmen und dabei die Technik als integrales Element großbetrieblicher Organisation zu begreifen.

Nicht zufällig kommt dieser Ansatz aus den USA: Zum Zauberwort avancierte das „System“ zuerst in der amerikanischen Industrie, genauer gesagt: in jenen Sektoren, die zu einer standardisierten Massenproduktion übergingen. Paradigmatisch wurden die Ford-Werke mit ihrer Vernetzung der Produktion durch das Fließband, auf andere Art jedoch auch die Netzwerke der Elektrizitätswirtschaft. Die zunächst städtischen, dann flächendeckenden Infrastrukturen der Ver- und Entsorgung wurden neben dem Eisenbahn- und Straßenbahnnetz zu Prototypen großer technischer Systeme. Mit den großen Systemen bekam die Technikentwicklung nicht nur eine expansive Kraft, sondern auch ein Trägheitsmoment, dessen bleiernes Gewicht heute alle die erleben, die sich für alternative Energie- und Verkehrssysteme engagieren: eine Erfahrung, aus der heraus sich die Technikgeschichte neu entdecken lässt. Anschlussfähigkeit an bestehende technische Systeme wird zu einer wichtigen Erfolgsbedingung von Innovationen; da bietet die Technikgeschichte Aufklärung über bestehende Machtstrukturen.

Liegt ein derartiges Trägheitsmoment in der technischen Logik der Systeme oder im Interesse ihrer Betreiber? Heute im Blick auf das Internet, das wesentlich durch Initiativen der Benutzer expandiert, werden wir uns dessen bewusst, dass unsere System-Phantasie durch die überkommenen technischen Systeme noch allzu eingeschränkt war. Es scheint, dass die entscheidende Innovation beim Internet nicht technischer Art war, sondern in einer neuen Phantasie für die Chancen eines nicht-hierarchischen und nicht zentral gesteuerten Systems bestand. Oder enthält auch das „World Wide Web“ eine subtile, für den Normalbenutzer nicht durchsichtige Steuerung; bringt es letztlich doch nicht jene Demokratisierung des Wissens, nicht jene egalitäre „Wissensgesellschaft“ und „Welt-

gesellschaft“, die heute so gerne mit dem Internet verbunden wird? Auch bei dem systemtheoretischen Ansatz sind die dekonstruktivistischen Künste der Diskurstheoretiker gefragt. Die in einer eloquenten Literatur konstruierten Systeme sind nämlich nicht unbedingt identisch mit den realen Systemen.

Auch dafür bietet die Geschichte der Kerntechnik Musterbeispiele. Ursprünglich stellte man sich die Gesamtheit der Kerntechnik mit Brütern und Wiederaufarbeitung mit Vorliebe als „Brennstoffkreislauf“, als ideales Kreislaufsystem vor, wo aus den abgebrannten Brennelementen neuer Spaltstoff gewonnen wird. Erst im Laufe der 1970er Jahre wurde zum Gemeingut der öffentlichen Diskussion, was Insidern von Anfang an bekannt war: dass der nukleare Brennstoffkreislauf keineswegs perfekt ist, sondern ein Entsorgungsproblem mit einer sich über Jahrzehntausende erstreckenden Dimension entsteht. In den 60er Jahren, der großen Zeit der ambitionierten Systemplanung, war es beliebt, „Reaktorstrategien“ zu entwerfen, wo Nuklearanlagen unterschiedlicher Art perfekt ineinander griffen; hier besteht der springende Punkt darin, dass diese Systeme imaginär, nicht real waren.¹⁶ Vermutlich gilt das mehr oder weniger für alle komplexen und weiträumigen Systeme, bei denen der Faktor „Umwelt“ ins Spiel kommt.

Nationale Stile der Technikentwicklung

Diskurse, weiträumige technische Systeme, Abhängigkeit der Technik von natürlicher und sozialer Umwelt und der Endprodukte vom Konsumentengeschmack: all das führt zu der Frage nach *nationalen Stilen* in der Technikgeschichte.¹⁷ Man kann diese Frage sowohl empirisch als auch

¹⁶ J. Radkau, Das überschätzte System. Zur Geschichte der Strategie- und Kreislauf-Konstrukte in der Kerntechnik, in: Technikgeschichte 56, 1988, S. 207-215.

¹⁷ Ich suchte diesen Ansatz auf Deutschland zu übertragen: J. Radkau, Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart, Frankfurt/M. 1989. Vgl.

normativ verstehen: als Frage nach dem Technik-Design, das sich unter dem Einfluss nationaler und regionaler Bedingungen tatsächlich herausgebildet *hat*, oder als Frage nach jenem Design, das im Blick auf diese Gegebenheiten unter bestimmten Kriterien wünschenswert wäre. Haben die Deutschen in jüngster Zeit oder auch schon früher in ihrer Faszination durch die USA zu blindlings amerikanische Techniken und Techniksysteme übernommen, und waren sie zu wenig auf deren Anpassung an die andersartigen deutschen Verhältnisse bedacht? Oder waren „Fordismus“ und „Taylorismus“ in Deutschland vorwiegend papierene Themen der ökonomisch-technologischen Publizistik, während die deutsche Industrie in aller Regel das amerikanische Modell den hiesigen Bedingungen entsprechend modifizierte? In diese Richtung weisen typische Befunde neuerer Forschungen zur Geschichte der Rationalisierung.¹⁸

Hans-Liudger Dienel arbeitete an der Entwicklung der Kältetechnik charakteristische deutsch-amerikanische Stil-Unterschiede heraus:

„Die Deutschen waren langsamer, gründlicher, flexibler, teurer, komplizierter, energiebewußter.“¹⁹

Die Suche nach nationalen Stilen – auch hier ging in der Technikgeschichte Thomas P. Hughes voran – bekam Impulse aus ganz unterschiedlicher, geradezu konträrer Richtung. Zum einen aus den USA: Die Eigenart des

Ders., Kontinuität und Wandel nach 1945 in West- und Ostdeutschland, in: P. Frieß, P. M. Steiner (Hg.), Deutsches Museum Bonn. Forschung und Technik in Deutschland nach 1945, München 1995, S. 57-75.

¹⁸ Beispielhaft die Habilitationsschrift von D. Schmidt, Massenhafte Produktion? Produkte, Produktion und Beschäftigte im Stammwerk von Siemens vor 1914, Münster 1993.

¹⁹ H.-L. Dienel, Eis mit Stil. Nationale technologische Stile in der deutschen und amerikanischen Kältetechnik 1850-1950, in: G. Hurrle (Hg.), Technik – Kultur – Arbeit. Geschichte und Zukunft der industriellen Arbeit, Marburg 1992, S. 35-55. Vgl. Ders., Die Linde AG. Geschichte eines Technologie-Konzerns 1879-2004, München 2004.

„*American System of Manufactures*“ erregte besonders früh internationales Aufsehen. Zum anderen jedoch aus der Dritten Welt: Ernüchternde Erfahrungen der Entwicklungshilfe mit dem Technologie-Transfer brachten die Forderung nach „*angepasster Technik*“ auf die Agenda. Enttäuschungen in der Dritten Welt führten zu einem schärferen Blick auf die Wirtschafts- und Technikgeschichte führender Industrieländer: Beim genauen Hinsehen entdeckte man, dass die Technik beim erfolgreichen „Technologie-Transfer“ häufig Veränderungen erfuhr. Wenn auch die technischen Grundprinzipien gleich blieben, so erfolgten doch Modifikationen in gewissen Details; und gerade diese können für den Sozialwissenschaftler bedeutungsvoll sein. Frei nach Pierre Bourdieu und Alice Schwarzer möchte man sagen, dass die moderne Technikgeschichte eine Theorie der *kleinen Unterschiede* braucht.

Wieder gelangt man zu dem Schluss, dass der Technikhistoriker, auch wenn er die großen Linien der Geschichte im Blick behalten sollte, doch nicht den Sinn für das technische Detail verlieren darf: Nicht zuletzt darin besteht seine besondere Kompetenz. Das Studium nationaler und regionaler Stile bietet eine ganze Reihe von Anschlussmöglichkeiten. So an die institutionelle Richtung der Wirtschaftsgeschichte, konkret etwa an Werner Abelshausers Konzept des „rheinischen Kapitalismus“ und des „deutschen Produktionsregimes“, das nicht nur eine Neuinterpretation der deutschen Industriegeschichte seit dem späten 19. Jahrhundert, sondern auch eine Orientierung für die Gegenwart intendiert.²⁰ Dieses „deutsche Produktionsregime“ verbindet betriebliche Organisation, Arbeiterqualifikation und Aspekte der Technik: Das hat schon Theodor Heuss einst am Musterbeispiel von Robert Bosch anschaulich dargestellt, besser als die Technikhistoriker seiner Zeit.²¹ Ein Oral-History-Projekt über die Arbeitswelt bei Opel hielt die Erinnerung eines alten Arbeiters an den

²⁰ W. Abelshauser, *Kulturkampf. Der deutsche Weg in die Neue Wirtschaft und die amerikanische Herausforderung*, Berlin 2003.

²¹ Th. Heuss, *Robert Bosch. Leben und Leistung*, Stuttgart 1946.

Besuch eines Amerikaners 1933 fest, der in Verachtung ausbrach, als er hörte, dass ein Arbeiter sein 25jähriges Betriebsjubiläum feierte:

„In Amerika gibt es sowas nicht. 25 Jahre? Der kriegt einen Genickschuß, mehr ist der nicht wert.“²²

Nationale Stile erkennt man weiterhin am institutionellen und technischen Umgang mit Umweltproblemen: Das hat Frank Uekötter in seinem Vergleich des amerikanischen und deutschen Umgangs mit der Luftverschmutzung von 1880-1970 gezeigt, der bislang umfangreichsten komparatistischen Arbeit zur Umweltgeschichte des 20. Jahrhunderts.²³ Unter den Bedingungen der amerikanischen Zivilgesellschaft führten Bürgerinitiativen mit dem Schlachtruf „*Smoke means waste*“ manchmal zu einer aggressiveren technischen Inangriffnahme als unter der Obhut der deutschen Gewerbeaufsicht; je mehr es jedoch um unsichtbare Emissionen ging, die keinen spontanen Protest hervorriefen, desto mehr zeigten sich auch Vorzüge der deutschen Tradition der Institutionalisierung. Nationale Stile lassen sich, streng genommen, nur durch den Vergleich zwischen mehreren Nationen identifizieren; aber die Komparatistik ist, empirisch solide betrieben, stets eines der mühseligsten Geschäfte des Historikers.

Last but not least führt die Frage nach dem besonderen technologischen Stil der DDR nach der Öffnung der ostdeutschen Archive zu verheißungsvollen Forschungsthemen.²⁴ Die Dissertation von Mike Reichert zur Geschichte der Kernenergie in der DDR ermöglicht einen Blick hinter die Kulissen, wie er bis 1989 für westliche Historiker völlig

²² P. Schirmbeck (Hg.), „Morgen kommst Du nach Amerika“. Erinnerungen an die Arbeit bei Opel 1917-1987, Berlin 1988, S. 96.

²³ F. Uekötter, Von der Rauchplage zur ökologischen Revolution. Eine Geschichte der Luftverschmutzung in Deutschland und den USA 1880-1970, Essen 2003.

²⁴ Erste Überlegungen dazu kurz nach der Grenzöffnung: J. Radkau, Revoltierten die Produktivkräfte gegen den real existierenden Sozialismus? Technikhistorische Anmerkungen zum Zerfall der DDR, in: 1999, H. 4, 90, S. 13-42.

unvorstellbar war.²⁵ Auf ihre Art war auch die DDR sehr „deutsch“; und mit ihrer Ostorientierung setzte sie eine Exporttradition fort, die das deutsche Industrie- und Technikprofil seit dem 19. Jahrhundert mitgeprägt hat. Es scheint sich abzuzeichnen, dass das Archivstudium bei der DDR ähnlich wie bei NS-Deutschland in typischen Fällen zu Einsichten führt, die den Erklärungswert des Totalitarismusmodells relativieren. Hinter den Kulissen der ostdeutschen Energiewirtschaft gab es vielfach ähnliche Interessengegensätze und Rivalitäten wie im Westen. Vielleicht wird man in Zukunft einmal auch für die Zeit nach 1945 zu einer gesamtdeutschen Technikgeschichte gelangen.

Technik als Kulturphänomen

In einer Zeit, in der die Wirtschaftsgeschichte innerhalb des universitären Geschichtsbetriebs unter Kurs läuft, bieten sich dem Technikhistoriker attraktive Chancen, bei den im Aufwind befindlichen Geschichtsbranchen Anschluss zu suchen; vor allem gilt es, von der kulturalistischen Wende zu profitieren. Dass die Technik im 20. Jahrhundert nicht nur ein Wirtschaftsfaktor, sondern auch ein Kulturphänomen ersten Ranges ist, wird niemand bezweifeln, egal ob er Kultur als Hochkultur oder als Alltagskultur begreift. Da kann man sich sogar auf die Autorität Max Webers berufen, der zu Unrecht oft als Hausgott einer nur-soziologischen Sozialwissenschaft beschworen worden ist. Wie man sich heute durch Eingabe entsprechender Suchworte in die auf CD-ROM erfassten Werke Max Webers leicht überzeugen kann, gehörte die Technik, ohne dass er ihr je eine eigene Abhandlung gewidmet hätte, sogar zu den Weberschen

²⁵ M. Reichert, Kernenergiewirtschaft in der DDR. Entwicklungsbedingungen, konzeptioneller Anspruch und Realisierungsgrad (1955-1990), St. Katharinen 1999. In der Einleitung zu dem Buch suche ich einen Vergleich zur westdeutschen Entwicklung zu ziehen.

Lieblingsthemen; „Technik/technisch“ begegnen nicht weniger als 1145mal.²⁶

Dabei verstand Weber unter „Technik“ nicht nur die Artefakte, sondern auch das Know-how bis hin zur „Liebestechnik“. Es war einer seiner Lieblingsgedanken, mit denen er sich über den Kult des „gotischen Menschen“ lustig machte, dass die gotische Architektur nicht als Ausdruck eines „gotischen Geistes“ zu verstehen sei, sondern als Produkt einer technischen Innovation: der kühnen durch Strebepfeiler und Spitzbögen bewirkten Statik. Die Harmonie der westlichen Musik erklärte er aus der Rationalisierung der Klangfülle durch die Tasteninstrumente. Auf dem ersten deutschen Soziologentag 1910 polemisierte er gegen die pauschale Entgegensetzung von moderner Technik und Kultur: Ganz im Gegenteil, „bestimmte formale Werte in unserer modernen künstlerischen Kultur“ seien undenkbar ohne die moderne technisierte Großstadt „mit Trambahn, mit Untergrundbahn, mit elektrischen und anderen Laternen ... und all dem wilden Tanz der Ton- und Farbenimpressionen, den auf die Sexualphantasie wirkenden Eindrücken ...“²⁷ Er musste es wissen; denn er war in Charlottenburg aufgewachsen.

In vielen Büchern zur Technik und auch zur Kunst und Kultur des 20. Jahrhunderts, ganz besonders in einer Masse von Ausstellungskatalogen, werden Konnexen zwischen moderner Technik und Kultur angesprochen. Fundgruben ganz unterschiedlicher Art sind zu diesem Themenbereich etwa das Buch von Joan Campbell – der Tochter des 1933 aus Deutschland emigrierten Ökonomenpaars Gustav und Toni Stolper – über den

²⁶ Wenn der Technikhistoriker sich auf Max Weber beziehen möchte, hat er reichlich Gelegenheit, dies auf direktem Wege – über Webersche Äußerungen zur Technik – zu tun und nicht auf dem von Mikael Hard eingeschlagenen Umweg über die Weberschen Idealtypen, deren Essenz ohnehin stets etwas in der Schwebe blieb. M. Hard, *Machines are Frozen Spirit. The Scientification of Refrigeration and Brewing in the 19th Century – A Weberian Interpretation*, Frankfurt/M. 1994.

²⁷ J. Radkau, *Max Weber. Die Leidenschaft des Denkens*, München 2005, S. 245ff. 60f.

Deutschen Werkbund²⁸, der das Qualitätsbewusstsein des Kunsthandwerks mit der industriellen Technik verbinden wollte, die Dissertation von Ilona Stölken-Fitschen über die Auswirkungen der Atombombe auf die Geistesgeschichte in den 1950er Jahren²⁹, als eine breite Publizistik den Anbruch des „Atomzeitalters“ verkündete, oder die „Technik- und Sozialgeschichte der häuslichen Wäschepflege“ von Barbara Orland³⁰, die sich der materiellen Kultur des Frauenalltags widmet: auch dies, wie sich immer wieder zeigt, ein ergiebiges Thema. Ein umfassendes Standardwerk über die kulturelle Dimension der Technik im 20. Jahrhundert liegt bislang nicht vor; vielleicht kann es ein solches Werk nicht geben, da die Unendlichkeit dieses Themas den Rahmen jeder monographischen Darstellung sprengt.

Anthropologie und moderne Technik

Ähnliches gilt für die *anthropologische* Seite der Technik. Dass die Technik den Menschen auf vielerlei Weise imprägniert und neue Technik-Generationen zu einem prägenden Element neuer Menschen-Generationen werden, ist heute im Bildschirm- und Computer-Zeitalter offenkundig; aber gerade weil das Thema unerschöpflich ist, lässt es sich auf empirische Art schwer in den Griff bekommen. Die Technik-Literatur wimmelt von Beobachtungen über die menschliche Seite von Technisierungsprozessen; aber es fehlen die großen Standardwerke. Um 1900 war die Klage allgemein, dass die durch die moderne Technik allenthalben bewirkte Beschleunigung alle Menschen nervös mache; aber bei einem Studium der

²⁸ J. Campbell, Der Deutsche Werkbund 1907-1934 (amerikan. 1978), München 1989.

²⁹ I. Stölken-Fitschen, Atombombe und Geistesgeschichte. Eine Studie der fünfziger Jahre aus deutscher Sicht, Baden-Baden 1995.

³⁰ B. Orland, Wäsche waschen. Technik- und Sozialgeschichte der häuslichen Wäschepflege, Reinbek 1991.

Patientenakten der Nervenheilstätten gerät eine allzu simple Kausalität Technik-„Neurasthenie“ in Zweifel.³¹ Max Weber insistierte immer wieder darauf, dass man bei allen Gesellschaftsformationen und gesellschaftlich relevanten Phänomenen nach dem mit diesen verbundenem *Menschentyp* fragen müsse, und er hat der „Psychophysik“ der technisierten Arbeit in der modernen Großindustrie eine lange und mühsame Abhandlung gewidmet; am Ende jedoch stand eine Fülle offener Fragen.

Seit den 1920er Jahren ist die vom Klavier an die Schreibmaschine versetzte „neue Frau“ zu einem Thema geworden, das die Phantasie anregt. In der zweiten Hälfte der 50er Jahre, als „Atom und Automation“, dazu der Sputnik die – wirkliche oder vermeintliche – Zukunftstechnik zum Medienthema ersten Ranges avancieren ließen und die SPD die „zweite industrielle Revolution“ zur postmarxistischen Parteidoktrin erhob, machten Bücher Arnold Gehlens wie „Urmensch und Spätkultur“ (1956) und „Die Seele im technischen Zeitalter“ (1957) die Anthropologie der Technik innerhalb der Philosophie und Soziologie wissenschaftsfähig; aber schon ein Jahrzehnt darauf wirkte dieses Literaturgenre mit seinem kulturpessimistischen Grundton, dabei ohne technologische Kompetenz, etwas altmodisch. Die Automatisierungsdebatte erreichte in der Publizistik und innerhalb der Gewerkschaften ihren Höhepunkt in den späten 50er und den 60er Jahren, aus heutiger Retrospektive also *vor* der Zeit, in der jene Automatisierung, die massenweise Arbeitsplätze vernichtete und ganz neue Arbeitswelten schuf, mit voller Wucht einsetzte.

Fotos von Fabrikhallen der 50er Jahre, in denen es noch von Menschen wimmelte – wenn auch nicht mehr so dicht wie um die Jahrhundertwende –, wirken heute wie Bilder aus einer alten Zeit. Die Literatur zur Geschichte der Arbeit gibt über die menschliche Seite des technischen Wandels manchmal mehr Aufschlüsse als die im engeren Sinne technikhistorische

³¹ J. Radkau, Das Zeitalter der Nervosität, München 1998.

Literatur. In einer Reportage von 1953 über die Arbeit in der Automobilindustrie findet sich die Aussage eines Kurbelwellenschmieds:

„ich ginge nicht für einen Wald voll Affen von meinem Dampfhammer, von meinem Pippin dem Reizbaren.“³²

Das war die alte Identifikation des Arbeiters mit der Maschine, an der er manchmal sein Leben lang arbeitete und die für ihn zu einem lebendigen Wesen wurde, mit dem er sich intim verbunden fühlte. Wenige Jahre darauf wurden die Kurbelwellen mit Pressen hergestellt. Zu jener Zeit kam auch die Solinger Schneidwarenproduktion alten Stils zum Erliegen, die einen eigenen Menschentyp hervorgebracht hatte, der trotz seiner erschreckend niedrigen Lebenserwartung an seiner Arbeitsweise hing.

Natürlich gab es die Identifikation mit bestimmten Techniken auch auf der Ebene der Ingenieure. Die Sozialgeschichte der Techniker und Ingenieure kann weit mehr sein als bloße Vereinsgeschichte. Das von Thomas P. Hughes für die Großchemie beschriebene „technische Momentum“ bestand in dem Korpsgeist einer „Community“ der Hochdruckchemie, die durch gemeinsames Know-how, gemeinsame Risiken, Frustrationen, Erfolgserlebnisse und alkoholische Exzesse miteinander verbunden war. Der richtige Techniker entwickelt für die Technik, mit der er umgeht, auf die Dauer einen Instinkt; nicht zuletzt dadurch, nicht allein durch Theorien und Berechnungen, wird er imstande, deren Risiken zu beherrschen – meist, nicht immer.

Eines der spannendsten Probleme einer anthropologischen Geschichte der Technik und insbesondere des technischen Risikos besteht in der Frage, wie weit sich ein solcher Instinkt auch bei neuen Techniken ausbildet. Schon vor über hundert Jahren waren Bergleute besorgt, wenn hölzerne durch stählerne Stempel ersetzt wurden: Die hölzernen stöhnten, bevor sie brachen, und alarmierten dadurch die Kumpel; aber die stählernen? Ein

³² F. L. Neher, Fließband – alle drei Minuten ein Auto, Stuttgart 1953, S. 8f.

früher Technikphilosoph wie Ernst Kapp deutete die Technik als „Organprojektion“ (1877); in der Tat besaß die ältere Technik, wenn man wollte, noch anthropomorphe Züge, zumindest konnte man ihre Funktionsweise mit den Sinnen nachvollziehen. Auf diese Weise konnte man sich mit Apparaturen identifizieren und für diese einen Instinkt entwickeln. Das hat sich im Laufe des 20. Jahrhunderts, vollends durch die elektronische Revolution, von Grund auf verändert. An den Bildschirmen sind neue Menschentypen entstanden, nicht so muskulös wie in den alten Fabriken, dafür weniger durch Emissionen der Produktionsprozesse gefährdet. Ein neuer Menschentyp entwickelte sich auch auf der Ebene der Ingenieure: Der Computerfreak sah in typischen Fällen anders aus als der Maschinenbauer alten Stils – unfreundliche Beobachter beschrieben gerne seinen schlechten Teint, seine schnoddrigen Manieren und seine nachlässige und verrutschte Kleidung. Überraschend war immerhin die Erfahrung, dass man auch für Computer einen Instinkt, auch zu ihnen eine starke emotionale Beziehung entwickeln kann. Heute erlebt man alle Tage, wie die zum PC gewachsene Partnerbeziehung nicht weniger intensiv ist als die zum Auto, und wie der Mensch in Verzweiflung stürzt, wenn sein PC abstürzt. Wieder einmal überspült der Strom des aktuellen Geschehens die Themen der Technikgeschichte.

Alternativen, Gestaltungsspielräume und Irrwege der Technologiepolitik

Was vermag überhaupt Technologiepolitik unter privatwirtschaftlichen Bedingungen und was vermag sie nicht – brauchen wir überhaupt eine staatliche Technologiepolitik? Hier zu einem realistischen, auf kritisch ausgewertete Erfahrungen gestützten Urteil zu gelangen, könnte zu einer neuen, politisch bedeutsamen Rekapitulation der neueren Technikge-

schichte führen.³³ Diese Chance wurde von Technikhistorikern bislang nur wenig genutzt. Man gelangt hier zu Fragen von geschichtsphilosophischer Tragweite.

Die vielleicht größte und bedeutsamste Grenzfrage der Geschichtswissenschaft ist die Frage nach der *Freiheit* in der Geschichte. Der professionelle Ehrgeiz des Historikers ging oft, zu oft dahin, den Verlauf der Geschichte überzudeterminieren und den Nachweis zu führen, dass alles so kommen musste, wie es gekommen ist. Die Strukturgeschichte, die die handelnden Menschen aus der Geschichte eliminierte, hat diese Tendenz noch verstärkt. Wenn man den *Alternativen* in der Geschichte nachgeht, setzt man sich leicht dem Vorwurf der Spekulation und mangelnder Solidität aus. Nun, die Technikgeschichte ist eine Möglichkeit, die Suche nach Alternativen empirisch zu betreiben und damit seriös zu machen, und zwar gerade in den letzten dreißig Jahren, als auch Technologen im Zuge der großen Technik-Kontroversen von der Vorstellung eines linearen, von technischer Logik determinierten technischen Fortschritts abgekommen sind. Die *Alternative* wurde durch den Atomkonflikt zum Zauberwort. Genau besehen haben phantasievolle Ingenieure immer gewusst, dass rein technisch betrachtet vieles möglich ist – weit mehr als das, was tatsächlich realisiert wird.

Das heißt nicht, dass die technische Perspektive ein Reich totaler Freiheit öffnet. Auch daran erinnert die Technikforschung: dass papierene Entwürfe, so bestechend sie unter bestimmten Aspekten sein mögen, als solche nicht viel wert sind: Entscheidend sind die Kosten, der Bedarf, die

³³ J. Radkau, Techniksteuerung und historische Erfahrung, in: H. Kubicek, P. Seeger (Hg.), Perspektive Techniksteuerung. Interdisziplinäre Sichtweisen eines Schlüsselproblems entwickelter Industriegesellschaften, Berlin 1993, S. 181-191. Ders., Beweist die Geschichte die Aussichtslosigkeit von Umweltpolitik? In: H. G. Kastenholz u. a. (Hg.), Nachhaltige Entwicklung. Zukunftschancen für Mensch und Umwelt, Berlin 1996, S. 23-44. J. Radkau, Der atomare Ursprung der Forschungspolitik des Bundes, in: P. Weingart u. a. (Hg.), Das Wissensministerium. Ein halbes Jahrhundert Forschungs- und Bildungspolitik in Deutschland, Weilerswist 2006, S. 33-63.

Verfügbarkeit entsprechender Materialien und – vor allem bei komplizierten Techniksyste­men – ein breiter Fundus von Erfahrungen, auf den man sich bei der Lösung unerwarteter Probleme verlassen kann, die auftreten, sobald eine Technik materielle Wirklichkeit wird und sich die Tücke des Details offenbart.

Beste Beispiele dafür bietet die Geschichte der Kerntechnik. In ihrer Frühzeit, während der 1950er und 60er Jahre, gab es eine verwirrend breite und bunte Palette unterschiedlicher Reaktorkonzepte, von denen jedes unter bestimmten Gesichtspunkten optimal wirkte. Die allermeisten von ihnen sind heute vergessen – wieweit man das bedauern soll, ist schwer zu sagen und verdiente eine Diskussion. Die meisten Typen wurden gar nicht in größerer Dimension und über längere Zeit erprobt. Am Ende setzte sich der Leichtwasserreaktor durch, ganz einfach deshalb, weil er für die Betreiber am billigsten und weil er am längsten erprobt war. Ob man den Ausleseprozess unter den Reaktortypen als darwinistische Höherentwicklung im Sinne des „survival of the fittest“ interpretieren darf, ist die große Frage. Der nuklearen Vergangenheit gehören längst auch der Schnelle Brüter und der Hochtemperaturreaktor an, die einst als die Zukunft der Kerntechnik galten. Klaus M. Meyer-Abich nannte den Brüterbau „unsere gescheiterte Mondfahrt“.³⁴ Das dramatische, mitunter chaotische Auf und ab dieser beiden einstigen „Zukunftsreaktoren“ ist eine überaus lehrreiche Geschichte, die über Chancen und Risiken neuer komplexer Großtechniken viel zu denken gibt.

Ähnliches gilt für die von Matthias Heymann international vergleichend untersuchte Geschichte der Windenergienutzung im Nach-Windmühlen-Zeitalter mit ihrer Quintessenz, dass die von den Theoretikern errechneten Vorteile des „upscaling“ die Entwicklung in Sackgassen führte, während die handwerklich orientierten „bottom-up“-Entwicklungen in Dänemark

³⁴ K. M. Meyer-Abich/R. Ueberhorst (Hg.), AUSgebrütet – Argumente zur Brutreaktorpolitik, Basel 1985. U. Kirchner, Der Hochtemperaturreaktor. Konflikte, Interessen, Entscheidungen, Frankfurt/M. 1991.

nach der Devise „Small is beautiful“ erfolgreich waren.³⁵ Heute allerdings könnte man zu dem Schluss kommen, dass die Theoretiker des „upscaling“ am Ende doch Recht behalten. Die Gigantomanie hat jedoch gerade im 20. Jahrhundert die technische Phantasie und manchmal auch die Technologiepolitik auf Irrwege geführt: Davon berichtet Dirk van Laaks Rückblick auch „Anspruch und Scheitern technischer Großprojekte im 20. Jahrhundert“.³⁶

Das neben der Energiepolitik wohl kontroverseste technikrelevante Politikfeld ist die Verkehrspolitik. Mit rein technischer Logik könnte man sich die schönsten, bequemsten und energiesparendsten Systeme des öffentlichen Nahverkehrs, ja selbst des Fernverkehrs ausdenken. De facto ist die Dominanz des Individualverkehrs nicht zu brechen: vielleicht ist dies das eklatanteste Beispiel dafür, wie Erfolg und Misserfolg in der Technik von außertechnischen und außerökonomischen, wenn nicht gar irrationalen Mächten bestimmt wird. Dennoch, innerhalb gewisser Grenzen ist eine Steuerung möglich; darüber kann man einiges aus Dietmar Klenkes Habilitationsschrift über bundesdeutsche Verkehrspolitik und Verkehrsentwicklung in den 50er Jahren lernen.³⁷ Nicht selten sind hier Entscheidungen weit unterhalb der Großen Politik von höchster Tragweite, so die Abschreibungsfähigkeit der Kilometerpauschale oder die Zweckbindung der Mineralölsteuer an den Straßenbau. Auch aus der Geschichte der Kernenergie lernt man manches über die „Diktatur der kleinen Entscheidungen“. Nicht nur in der Technik, sondern auch in der Technologiepolitik steckt oft der Teufel im Detail.

Auf technische Alternativen ganz anderer Art verweist die Dissertation von Luitgard Marschall zur Geschichte der industriellen Biotechnologie in

³⁵ M. Heymann, Die Geschichte der Windenergienutzung 1890-1990, Frankfurt/M. 1995.

³⁶ D. van Laak, Weiße Elefanten. Anspruch und Scheitern technischer Großprojekte im 20. Jahrhundert, Stuttgart 1999.

³⁷ D. Klenke Bundesdeutsche Verkehrspolitik und Motorisierung. Konfliktrträgige Weichenstellungen in den Jahren des Wiederaufbaus, Stuttgart 1993.

Deutschland seit 1900.³⁸ Von der Gentechnik-Kontroverse der 1980er Jahre her richtete sich die öffentliche Aufmerksamkeit ganz überwiegend auf die rasante Entwicklung der Biotechnik in jüngster Zeit. Wie Luitgard Marschall jedoch zeigt, stand die Biotechnik vorher 70 Jahre lang „im Schatten der chemischen Synthese“: Das ist die Kehrseite des von Hughes gezeigten „technologischen Momentums“, das dazu führte, dass die Hochdrucksynthese über Generationen mögliche Zukünfte der Biotechnik absorbierte.

Vom Stand der Wissenschaft her wäre der Weg in die Biotechnik schon vor hundert Jahren denkbar gewesen. Allzu lange jedoch glaubten gerade deutsche Chemiker, mit ihrer „organischen Chemie“ die Welt des Organischen im Griff zu haben. Es wäre überaus wichtig, auch die Geschichte der Agrarchemie und Agrartechnik im 20. Jahrhundert unter diesem Aspekt zu rekapitulieren: inwieweit biologische Einsichten über das organische Element in der Bodenfruchtbarkeit, die im frühen 20. Jahrhundert bereits da waren, durch den chemischen Blick, der durch die mächtige Düngemittelindustrie seine Scheuklappen bekam, wieder in Vergessenheit gebracht wurden. Ein Überblick über die Forschungen zur Technikgeschichte des 20. Jahrhunderts handelt zwangsläufig mindestens so sehr von Desideraten wie von einem gesicherten „Stand der Forschung“.

³⁸ L. Marschall, Im Schatten der chemischen Synthese. Industrielle Biotechnologie in Deutschland (1900-1970), Frankfurt/M. 1990.

Lutz Engelskirchen

Technikgeschichte in der Bundesrepublik Deutschland nach 1945

Die Technikgeschichte ist eine kleine Hochschuldisziplin. Doch sie hält eine Vielzahl unterschiedlicher Zugänge bereit, die so differenziert sind wie die wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bezüge, in denen sich technische Entwicklungen vollziehen: Naturwissenschafts- und Technikgeschichte, Wirtschafts- und Technikgeschichte, Umwelt- und Technikgeschichte sowie Industriearchäologie. Auch außerhalb der Universitäten zeigt sich ein vielfältiges Bild: Die Kombination aus Naturwissenschafts- und Technikgeschichte des Deutschen Museums, die Industriemuseen, die sozialhistorischen Museen der Arbeit.¹ Seit Neuestem kann man Technikgeschichte sogar 'erleben'. Bunt angeleuchtete, stillgelegte Hochöfen laden unter dem Etikett der Industriekultur zu Violinenspielen in der Abstichhalle ein, der Besuch eines Science-Center verheißt Bildung als Erlebnis.

Im Folgenden wird die Geschichte der Technikgeschichtsschreibung in Westdeutschland nach 1945 dargestellt. Die Entwicklung der Technikhistoriographie soll dabei als Gegenstand und zugleich als Schlüssel zu bildungspolitischen und gesellschaftlichen Wandlungsprozessen dargestellt werden, die hinter der Etablierung der Technikgeschichtsschreibung als Hochschulfach und ihrer Popularisierung außerhalb der Universitäten zu verorten sind. Aufgrund der vielfältigen wissenschaftlichen, personellen und institutionellen Verflechtungen geht es dabei nicht um die Technikhistoriographie als Hochschuldisziplin allein; betrachtet wird auch

¹ Eine erste Bestandsaufnahme dieser Entwicklung bei: W. Weber, Von der Industriearchäologie über das industrielle Erbe zur Industriekultur. Überlegungen zum Thema einer handlungsorientierten Technikhistorie, in: U. Troitzsch, G. Wohlauf (Hg.), Technikgeschichte, Frankfurt (Main) 1980, S. 420 – 447. Vgl. auch: A. Paulinyi, Stand und Möglichkeiten der Technikgeschichte, in: Locomer Protokolle, 19, 1980, S. 82-102.

ihr Ausgreifen in Museen und Denkmalpflege sowie schließlich das Einfließen industriekultureller Fragestellungen in die jüngsten Strukturwandelprojekte der 1990er Jahre. Um die Geschichte der Technikgeschichtsschreibung in Westdeutschland nach 1945 zu strukturieren, werden drei Phasen angenommen: Das ist zum einen die Institutionalisierung des Fachs an den Hochschulen zwischen 1945 und der Mitte der 1970er Jahre. Dann die anschließende Popularisierungsphase bis Anfang der 1990er Jahre mit der Einrichtung neuer Museen und dem denkmalpflegerischen Erhalt technischer Artefakte. Schließlich als dritte Phase eine erlebnisgerechte Vermarktung und Inszenierung, exemplarisch verdeutlicht an der Konstruktion von Industriekulturlandschaften und den Science-Centern der 1990er Jahre.

Die erste, die Institutionalisierungsphase des Faches in den 50er und 60er Jahren soll beschrieben werden als Bestandteil der Bemühungen konservativer Wissenschaftspolitik, heraufziehende Veränderungen in Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft zu meistern. Die zweite Phase der Popularisierung der Technikgeschichte seit den 1970er Jahren war ebenfalls bildungspolitisch motiviert. In dieser Zeit wurden weitere Lehrstühle für Technikgeschichte in unterschiedlichen Fächerkombinationen eingerichtet. Doch soll für diese Phase das Augenmerk vor allem auf der Gründung zahlreicher, auch konzeptionell neuartiger Museen liegen. Die dritte Phase wird als Ausblick für die 1990er Jahre angesprochen: Die Einrichtung von Science Centern wird als Metamorphose der klassischen Naturwissenschafts- und Technikgeschichte interpretiert, während die industriekulturelle Erschließung und Inszenierung vieler altindustrieller Regionen als Weiterentwicklung der klassischen Wirtschafts- und Technikgeschichte dargestellt wird. Dabei ist zu fragen, was das noch mit Technikgeschichtsforschung zu tun hat. Eine Frage, die umso brisanter ist, weil, beispielsweise, dem erwähnten Duisburger Hochofen als bunter Konzertkulisse eine weit größere mediale

Aufmerksamkeit gewiss ist, als es einer noch so profunden Studie über die Geschichte der Roheisengewinnung jemals sein könnte.

Rückblick: Das Erbe der frühen Technikgeschichtsschreibung

In Deutschland hat die Technikgeschichtsschreibung eine bis weit in die Zeit vor 1945 zurückreichende Tradition. Lange, bevor das 19. und 20. Jahrhundert als eigene kulturgeschichtliche Epoche, als das von Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft geprägte Industriezeitalter interpretiert wurden, gab es Bemühungen um Erforschung und Erhalt technischer Denkmale.² Beide Initiativen: historische Forschung und Denkmalpflege, waren eng verbunden, denn es sind die konkreten Produkte und deren Nutzung, die die Arbeit des Ingenieurs charakterisieren – bis heute scheint in der Disziplin der Technikgeschichte die Beachtung von Dingüberlieferungen eine größere Rolle zu spielen als in anderen Geschichtsdisciplinen. Bezugspunkte dieser frühen technikgeschichtlichen Studien waren seit der Jahrhundertwende das Deutsche Museum in München und der VDI in Berlin. Auch widmete sich die Deutsche Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften seit Anfang der 1930er Jahre der Technikgeschichte, und die Anfänge der Georg Agricola Gesellschaft reichen bis in die 1920er Jahre zurück.³ Die theoretischen Positionen dieser älteren Technikgeschichtsschreibung waren seit der Jahrhundertwende entstanden; ihre Träger waren bis nach 1945 Ingenieure und Naturwissenschaftler.⁴ Vor allem letztere beschrieben, folgerichtig, die Geschichte der Technik als angewandte Naturwissenschaft. Ein dritter Weg der Technikgeschichtsschreibung verband

² Weber, Industriekultur (wie Anm. 1), S. 423; A. Föhl, Bauten der Industrie und Technik, Bonn o.J. (1992), S. 29-33.

³ W. Weber, L. Engelskirchen, Streit um die Technikgeschichte in Deutschland 1945 – 1975, Münster u.a., 2000, S. 21 – 32 (= Cotbusser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, Bd. 15).

⁴ Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 38-43.

sich mit einem kulturgeschichtlichen Anspruch: Die Technik und ihre Schöpfer, die Ingenieure, sollten endlich als Kulturfaktor anerkannt werden. Diese Geistesgeschichte der Technik mit einer idealistischen und personalisierenden Geschichtsbetrachtung war dem in der Geschichtswissenschaft dominierenden Historismus entlehnt.⁵ Auch die Verbindung von Wirtschafts- und Technikgeschichte wurde bereits vor 1945 erprobt - von Conrad Matschoss in seinen Firmenfestschriften.

Doch gelang es trotz anhaltender Bemühungen nicht, die Technikgeschichtsschreibung dauerhaft an den deutschen Hochschulen zu verankern. In der Geschichtswissenschaft verhinderte vor 1945 ein dünnkelhaftes Desinteresse die Einführung der Technikgeschichte an historischen Fakultäten. Geschichtswürdig waren die Staaten und die großen Individuen, und weniger solche Faktoren wie Wirtschaft, Wissenschaft und Technik.⁶ Auf ähnliche Zurückhaltung stießen die Bemühungen des VDI um den Erhalt Technischer Denkmale. Das Kunstverständnis des 19. Jahrhunderts verhinderte zu dieser Zeit noch eine Erweiterung des Denkmalsbegriffs.⁷ Interesse fand das Thema seit der Jahrhundertwende hingegen in der Heimatschutzbewegung: hier ging es um die Erinnerung an scheinbar originäre, von der Industrie noch nicht

⁵ So z.B. in den Ingenieurgeschichten von Matschoss: C. Matschoss, Männer der Technik, Berlin 1925 und ders., Große Ingenieure, Berlin 1937. Vgl. auch die profunden Schriften Friedrich Klemms, z.B. F. Klemm, Technik der Neuzeit, 3 Bde. (unvollst.) Potsdam 1941 /42 und später: ders., Technik, eine Geschichte ihrer Probleme, Freiburg 1954.

⁶ Erst Anfang der 1930er Jahre erschien ein erstes, wegweisendes Werk zur Technikgeschichte, das ein Universitätshistoriker verfasst hatte: F. Schnabel, Deutsche Geschichte im 19. Jahrhundert, Bd. 3: Erfahrungswissenschaften und Technik. Freiburg (Breisgau) 1934. Siehe auch: F. Jaeger, J. Rüsen, Geschichte des Historismus, München 1992.

⁷ Zur Entwicklung des Denkmalsbegriffs siehe: G. Kiesow, Einführung in die Denkmalpflege, Darmstadt 1989, S. 1-43. Zur Rezeptionsgeschichte der Industrie durch die Kunst siehe z.B. Deutsches Historisches Museum (Hg.), Die zweite Schöpfung. Bilder der Industriellen Welt vom Ende des 18. Jahrhunderts bis in die Gegenwart, Berlin 2002. Siehe auch: K. Türk (Hg.), Arbeit und Industrie in der bildenden Kunst, Stuttgart 1997.

überformte Kulturlandschaften. Schienen sie doch eine Harmonie von Mensch, Technik und Umwelt zu demonstrieren, die das Industriezeitalter nicht mehr aufweisen konnte.⁸ So existierte bis Anfang der 1970er Jahre keine umfassende Technische Denkmalpflege. Gewiss gab es schon vor dem ersten Weltkrieg ein Interesse am Industriebau und ab 1928 das große Dokumentationsprojekt des Deutschen Museums, des VDI und des Bundes Heimatschutz; als Ergebnis wurde 1932 der bekannte Band „Technische Kulturdenkmale“⁹ veröffentlicht. Weitergehende Entwicklungen gab es nicht. Auch in den 30er Jahren wurden im Zweifelsfall technische Anlagen allenthalben abgerissen, statt unter Denkmalschutz gestellt zu werden.¹⁰ Im Bereich der vor- und frühindustriellen Bauten war diese Entwicklung so extrem, dass zu dieser Zeit sowohl am Deutschen Museum, als auch im Ruhrgebiet die Idee eines Freilichtmuseums technischer Kulturdenkmale wieder auflebte.¹¹

Phase I: Die Institutionalisierung der Technikgeschichte

Von einem Bemühen, an Hochschulen, Museen und in der Denkmalpflege das Fabrikzeitalter als eine von Wissenschaft und Technik bestimmte Epoche und als kulturelles Phänomen zu analysieren, kann bis weit nach 1945 keine Rede sein. Immerhin: Die vor 1945 entstandenen Konzepte der Technikgeschichtsschreibung überdauerten den Krieg und bestimmten das Denken und Handeln der Technikhistoriker bis in die 1960er Jahre.¹² Die beiden traditionellen Ankerpunkte der Disziplin, das Deutsche Museum und VDI waren lange mit den Folgen des Krieges befasst. Dennoch sind die Aktivitäten erstaunlich: Schon Ende der 1940er Jahre organisiert

⁸ Föhl, Bauten (wie Anm. 2), S. 31.

⁹ C. Matschoss, W. Lindner, Technische Kulturdenkmale, München 1932.

¹⁰ Weber, Industriekultur (wie Anm. 1), S. 425.

¹¹ U. Beckmann, L. Engelskirchen, Westfälisches Freilichtmuseum Hagen. Museumsführer. Hagen 2005.

¹² Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 52-104.

Friedrich Hassler die alte Arbeitsgemeinschaft und spätere Hauptgruppe Technikgeschichte beim VDI neu, und 1951 verfasste Hans Schimank für den VDI eine Denkschrift „über die Bedeutung der geschichtlichen Forschung in Naturwissenschaft und Technik“. Noch unter dem Eindruck des Kriegs betonte Schimank die Bedeutung der Technikgeschichte für die allgemeine Bildung, die Bedeutung der Ingenieure und Naturwissenschaftler als Kulturträger, und auch schon die Notwendigkeit, die Kluft zwischen Geistes- und Naturwissenschaften durch Wissenschaftsgeschichte zu schließen, um die Gesellschaft zu einem verantwortlichen Umgang mit der Technik zu befähigen. Doch der Zeitpunkt ihres Erscheinens kam zu früh und die Initiative blieb noch folgenlos.¹³ Der rasche Wiederaufbau der Hochschulen unter der Bedingung politischer Systemkonkurrenz stand noch lange im Mittelpunkt, für den Ausbau neuer Disziplinen waren kaum Mittel vorhanden. So kam es zu Beginn der 1950er Jahre noch zu keiner Restrukturierung des deutschen Wissenschaftssystems, die auch die Technikgeschichtsforschung zum Hochschulfach hätte machen können.

Erst 1958 gelang es den in der Gesellschaft für Medizin, Naturwissenschafts- und Technikgeschichte zusammengefassten Interessengruppen, ihre Positionen der Deutschen Bildungspolitik zu artikulieren, als sie in der DFG einen mächtigen Partner für eine viel beachtete Denkschrift gewinnen konnten – dank des damaligen DFG-Präsidenten Sticker, der selbst ein Wissenschaftshistoriker war.¹⁴ Für die Technikgeschichtsschreibung enthielt diese Denkschrift die traditionellen, schon zu Ende der 1920er Jahre

¹³ Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 58-67; H. Schimank, Die Bedeutung der geschichtlichen Forschung in Naturwissenschaft und Technik für den Ausbau unseres Bildungswesens nebst Vorschlägen für ihre Förderung. Denkschrift VDI März 1951.

¹⁴ B. Sticker, F. Klemm, G. Rath, H. Schimank, K. Vogel, Die Geschichte der Medizin, der Naturwissenschaften und der Technik. Denkschrift über die Lage und die Ausbaunotwendigkeiten an den westdeutschen Hochschulen, Bonn (Deutsche Forschungsgemeinschaft) 1959.

vorgebrachten Argumente, die dem Fach noch immer die Aufgabe einer Herausarbeitung des Kulturwertes der Technik zur Steigerung der Technikakzeptanz zuweist – in einer Zeit, in der Themen wie Automatisierung, Rationalisierung der Arbeitswelt und atomare Bedrohung zunehmend relevant wurden. Verwirklicht wurde von den konkreten Forderungen der Denkschrift nur wenig. Doch ihre Veröffentlichung fiel in eine Zeit, als der Deutsche Wissenschaftsrat mit einer umfassenden Bestandsaufnahme und der Abfassung seiner Empfehlungen für einen künftigen Aus- und Umbau des bundesrepublikanischen Wissenschaftssystems begann.¹⁵ Es waren diese Initiativen des Wissenschaftsrates von 1960 und 1962, die den formalen Anstoß für den Ausbau der Technikgeschichte als akademischer Disziplin gegeben haben. Die empfohlenen moderaten Strukturveränderungen des Wissenschaftssystems machten die Etablierung von neuen Wissenschaftsdisziplinen wie der Technikgeschichte möglich und auch erforderlich.

Mit dem 1957 gegründeten Wissenschaftsrat hatte sich die föderal organisierte westdeutsche Bildungspolitik eine zentrale Instanz geschaffen, die entscheidenden Einfluss gewann. Der Wissenschaftsrat setzte sich aus Vertretern von Wissenschaft, Wirtschaft, Bundes- und Länderverwaltungen zusammen; seine Gründung war aus der Erkenntnis erwachsen, dass die Wiederherstellung des überkommenen Wissenschaftssystems allein den politischen und ökonomischen Erfordernissen der Bundesrepublik auf Dauer nicht gerecht werden könne.¹⁶ Der Wissenschaftsrat hatte deshalb Empfehlungen für einen umfassenden und systematischen Ausbau des bundesdeutschen Wissenschaftsapparates zu entwickeln. Insbesondere sollte das Hochschulsystem in die Lage versetzt werden, eine deutlich

¹⁵ Konkrete Wirkungen zeigte dies seit Ende der 1950er Jahre zunächst in der westdeutschen Hochschulpolitik: Wissenschaftsrat (Hg.), Empfehlungen des Wissenschaftsrates zum Ausbau der wissenschaftlichen Einrichtungen, Teil I: Wissenschaftliche Hochschulen, Bonn 1960. Ders. (Hg.), Anregungen des Wissenschaftsrates zur Gestalt neuer Hochschulen, Bonn 1962.

¹⁶ Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 138-149.

gesteigerte Anzahl qualifizierter Kräfte für Forschung und Wirtschaft auszubilden. Das geflügelte Wort des CDU-Abgeordneten Georg Picht von der deutschen Bildungskatastrophe machte die Runde,¹⁷ und eine Bildungsexpansion erschien als entscheidende Voraussetzung, der Bundesrepublik in einer weltweit immer stärker vernetzten Wirtschaft langfristig eine Spitzenstellung zu sichern. Dies betraf auch den Aufbau neuartiger Großforschungseinrichtungen und „interdisziplinär“ angelegter Forschungsprojekte nach US-amerikanischen Vorbild, nachdem die Bundesrepublik mit den Pariser Verträgen wieder Zugang zu Hochtechnologien wie der Atomphysik, Luft- und später auch Raumfahrttechnologie bekommen hatte.¹⁸

Die Veränderungen des Hochschulwesens waren zunächst auf eine Effizienzsteigerung der Forschung im technologischen Wettbewerb ausgerichtet. Allerdings setzte sich schon gegen Ende der 1950er Jahre die Einsicht durch, dass Bildung künftig kein Privileg, sondern eine essentielle Voraussetzung darstellen würde. Bis in die Tagespresse hinein wurde die Auffassung vertreten, dass die soziale Frage von einst zunehmend zu einer Frage der besseren Bildung und Ausbildung werde. So war der Gestaltung künftiger Hochschulen 1962 eine eigene Publikation des Wissenschaftsrates gewidmet, deren Veröffentlichung mit dem Beginn der Planungen für die Ruhr-Universität zusammenfiel.¹⁹

Nicht zufällig wurden in der Bundesrepublik die ersten Lehrstühle, die auch Technikgeschichte berücksichtigten, zunächst an zwei Orten verwirklicht: Zum einen in München, im neuen, gemeinsamen Forschungsinstitut der Technischen Universität, der Ludwig-Maximilians Universität und des Deutschen Museums – dem Zentrum der Naturwissenschafts- und Technikgeschichte in Westdeutschland, auf das sich seit vielen Jahren, den

¹⁷ G. Picht, Die Deutsche Bildungskatastrophe. Freiburg 1964.

¹⁸ Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 155-157.

¹⁹ Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 160f. Wissenschaftsrat (Hg.), Anregungen des Wissenschaftsrates zur Gestalt neuer Hochschulen, Bonn 1962.

zentralistischen Vorstellungen der Weimarer Zeit folgend, alle Wünsche einer Institutionalisierung des Fachs gerichtet hatten,²⁰ und zum anderen an der Ruhr-Universität in Bochum. Gerade diese erste westdeutsche Universitätsneugründung ist neben dem Ausbau der Großforschungseinrichtungen zum sichtbarsten Ergebnis der Wissenschaftspolitik der Adenauerära geworden. Die entscheidende Neuerung an der RUB bestand in der Einbeziehung der Ingenieurwissenschaften in eine Universität entsprechend der Empfehlungen des Wissenschaftsrates – ein Schritt, der nicht in einer bloßen Addition zu dem bestehenden Fächerkanon liegen konnte.²¹

Schon in den genannten Empfehlungen von 1960 war die durch zunehmende Spezialisierung abreißende Kommunikation zwischen den verschiedenen Fächern als Mangel des bestehenden Wissenschaftssystems kritisiert worden. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, hoffte man auf die Wirkung einer „Verklammerung“ der Disziplinen. Sie sollte die Einheit der Wissenschaften durch Reintegration der auseinanderstrebenden Fächer in modernisierter Form wiederherstellen. Dies sollte unter anderem durch neue „Brückenwissenschaften“ geleistet werden, die die Kommunikation zwischen den Wissenschaftswelten intensivieren sollten.

Die Verflechtung von Ingenieur- und Naturwissenschaften zielte auf eine Zusammenführung der verschiedenen Forschungspotentiale im Interesse einer schnellen, wirtschaftlich verwertbaren Erkenntnisproduktion. Der Verflechtung mit den Geisteswissenschaften wurde die Aufgabe der Reflexion von Bedingungen und Folgen der Technik in der Gesellschaft zugewiesen. Mit dem Übergang in das Atomzeitalter stellten sich aus Sicht der damals verantwortlichen Bildungspolitiker an die Geisteswissenschaften neuartige Anforderungen: Angesichts der Auswir-

²⁰ Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 21-32. 52-104.

²¹ Gründungsausschuss der Ruhr Universität Bochum (Hg.), Empfehlungen zum Aufbau der Universität Bochum, 1962. Vgl. auch B. Dietz, W. Schulze, W. Weber (Hg.), Universität und Politik. Festschrift zum 25jährigen Bestehen der Ruhr-Universität Bochum, 2 Bde Bochum 1990.

kungen der immer weiter fortschreitenden Technisierung, vor allem aber angesichts der technisch möglich gewordenen Selbstvernichtung im Atomkrieg, wurde eine intensive Auseinandersetzung mit dem "Ort der Technik im Gefüge des Menschlichen" gefordert.²² Es ging also nicht um Technikkritik, sondern um eine humanistisch begründete "Ortung". Sie wurde als Voraussetzung für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Technik gesehen.

Als geeignete Brückenwissenschaften sahen die Empfehlungen des Wissenschaftsrates neuartige Disziplinen wie Technikphilosophie, Theologie und eben die Technikgeschichte vor, die erstmals in Bochum an einer Universität eingerichtet wurde. Hiermit verband sich der Anspruch, die Ingenieurwissenschaften zu einer Selbstreflexion jenseits rein technischer Theoriebildung anzuhalten. Gerade die Auslagerung dieser Aufgaben in die Brückenfächer scheint diesem Ziel nicht eben förderlich gewesen zu sein. Das Verdienst dieser frühen Hochschulreformer war es jedoch, die Notwendigkeit eines geänderten Umganges mit der Technik erkannt und Strukturen geschaffen zu haben, mit denen sich dieser Wandel ihrer Ansicht nach angehen ließ – auch wenn bald eine jüngere Wissenschaftlergeneration das Fach mit neuen Inhalten gefüllt hat.

Wichtige Impulse für die theoretische und methodische Entwicklung der jungen Disziplin gab die langsame Öffnung der Geschichtswissenschaft hin zu sozial-, wirtschafts- und schließlich auch technikhistorischen Themen. Ein Wandel von Theorie und Fragestellung der westdeutschen Geschichtswissenschaft²³ führte dazu, dass seit den 1950er Jahren Zugänge auch zur Geschichte der Technik gesucht wurden. Dies geschah im Zuge

²² W. Schadewaldt, *Die Anforderung der Technik an die Geisteswissenschaften*, Göttingen 1957. Vgl. dazu: A. Gehlen, *Die Seele im technischen Zeitalter, Sozialpsychologische Probleme in der industriellen Gesellschaft*, Hamburg 1957.

²³ W. Schulze, *Deutsche Geschichtswissenschaft nach 1945*, München, 1993 (= HZ, Beiheft N. F. 10, 1989).

der Neubesinnung des Faches hin zu einer sozialen Strukturgeschichte, die nach der Rezeption der Entwicklung vor allem in Frankreich einsetzte.²⁴

Das wissenschaftliche Interesse an der Entwicklung der Industriegesellschaft nahm zu – damit gewann auch die Geschichte der Technik als einer der bestimmenden Größen Bedeutung.²⁵ Zu Beginn der 60er Jahre erreichte diese Erkenntnis den Historikerverband und mit nahezu zehnjähriger Verzögerung publizierte auch die Historische Zeitschrift Artikel zur sozialen Strukturgeschichte. Auf dem Historikertag 1962, in dessen Mittelpunkt die Veranstalter die neuen sozial- und wirtschaftsgeschichtlichen Zugänge stellten, gab es erstmals eine Sektion Technikgeschichte.²⁶ Kaum zufällig wählten die Organisatoren die – damals noch hochschullose! – Stadt Duisburg als Veranstaltungsort aus. Seit dieser Zeit verlebte sich die Geschichtswissenschaft langsam auch die Technikgeschichte ein, nachdem ihr das Fach vom Wissenschaftsrat zunächst aus mehr organisatorischen Gründen als Teildisziplin zuge schlagen worden war – gegen den Willen vieler Protagonisten der älteren Technikgeschichtsschreibung wie z.B. Hans Schimank, die ihr Fach eher bei den Ingenieuren aufgehoben sahen.²⁷

Immerhin wurden zwischen 1963 und 1969 vier Lehrstühle und ein Lehrauftrag eingerichtet. Weitere Gründungen gab es zunächst nicht, und

²⁴ Als eine der ersten Zeitschriften nahm die GWU das Thema auf: W. Conze, Die Stellung der Sozialgeschichte in Forschung und Unterricht, in: GWU 3, 1952, S. 648-657. Vgl. auch Ders., Die Strukturgeschichte des technisch-industriellen Zeitalters als Aufgabe für Forschung und Unterricht, Stuttgart 1957.

²⁵ Dies geschah verstärkt seit den 1950er Jahren, siehe z.B.: W. Conze, Die Strukturgeschichte des technisch-industriellen Zeitalters als Aufgabe für Forschung und Unterricht, Köln; Opladen 1957, insbesondere S. 12-23.

²⁶ Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 207 – 214, siehe auch: Historikerverband (Hg.), Bericht über die 25. Versammlung deutscher Historiker in Duisburg. Stuttgart 1962, S. 81-84.

²⁷ Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 247 – 266. Siehe z.B. H. Schimank, Die Aufgaben der Technikgeschichte und ihre Förderung durch die Georg-Agricola-Gesellschaft, MS 1970 im Archiv der GAG sowie zahlreiche Äußerungen Schimanks in seinem Nachlass.

außer in Bochum waren alle Lehrstühle an Technischen Hochschulen eingerichtet worden: Noch war die Beharrungskraft der traditionellen Universitäten groß, bei denen überdies nicht die Notwendigkeit einer Anbindung neu hinzukommender Ingenieur fakultäten bestand. Und die in der sozialliberalen Ära dominierende Bildungspolitik favorisierte weniger die Geschichtswissenschaft, sondern die Soziologie²⁸ als „Modewissenschaft“. Aber warum hielten sich auch die Technischen Hochschulen zunächst noch zurück, obwohl doch Technikgeschichtsschreibung jahrzehntelang als Mittel zur Aufwertung ihres sozialen Status erschienen war? Das könnte zum einen mit dem positiv gewandelten Bild des Ingenieurs in der Gesellschaft zusammenhängen: Die Jahre des scheinbar grenzenlos wachsenden Wohlstandes durch immer mehr Technik waren kaum dazu angetan, Reflexionen über die Rolle der Technik in der Geschichte anzustoßen. Das änderte sich erst gegen Ende der 1960er Jahre, als das lineare Fortschrittsmodell zunehmend kritisch befragt wurde.²⁹

Vielleicht bestehen auch Parallelen zum Niedergang des Studium Generale an den THs. Das Studium Generale war zu Beginn der 1950er Jahre eingerichtet worden, um den jungen Ingenieuren ein Mehr an allgemeiner Bildung zu verleihen, und sie auf diese Weise zu einer Einordnung ihres Tuns in gesellschaftliche Zusammenhänge zu befähigen. Doch die Hoffnung, der wachsenden Spezialisierung der Wissenschaften allgemeine Bildung entgegenzusetzen, hatte sich nicht erfüllt: Das Studium Generale wurde in einem Umfeld, das auf möglichst schnelle Aneignung und Produktion naturwissenschaftlich-technischer Erkenntnisse abzielte,

²⁸ Innerhalb der Geschichtswissenschaft erhielten dadurch zunächst andere Strömungen Auftrieb, insbesondere die 'Gesellschaftsgeschichte' mit J. Kocka als Protagonisten. Die Gesellschaftshistoriker bezeichneten ihr Fach nicht zufällig als historische Sozialwissenschaft; siehe hierzu J. Mooser, Wirtschafts- und Sozialgeschichte, Historische Sozialwissenschaft, Gesellschaftsgeschichte, in: R. v. Dülmen (Hg.), Fischer Lexikon Geschichte, Frankfurt 1990, S. 86-101.

²⁹ Weber, Industriekultur (wie Anm. 1), S. 421; siehe auch: D. Meadows, u.a. (Hg.), The limits to economic growth, New York 1972.

als Fremdkörper und zeitliche Last empfunden. So entwickelte sich das Fach nicht recht im Sinne einer Brückenwissenschaft. Statt einer intensivierten Zusammenarbeit der Wissenschaftswelten, der „Zwei Kulturen“ entstand in den 1960er Jahren eher eine Konkurrenz zwischen Ingenieuren und Historikern, denn es konnte keine Einigung darüber erzielt werden, inwieweit der soziale, politische und wirtschaftliche Kontext in die Analyse der Entstehung und Wirkung von Technik einbezogen werden sollte. Das Konzept der „engeren“ und „weiteren“ Technikgeschichte, das allen Platz bieten sollte, war daher auch nicht recht befriedigend.³⁰

Die technikgeschichtsinteressierten Ingenieure selbst waren es gewesen, die sich seit Anfang der 60er Jahre intensiv darum bemüht hatten, Historiker für ihr Fach zu interessieren. Eigens hierzu wurden, gefördert von der Thyssenstiftung, Kolloquien und Gesprächsreihen initiiert, die 1965 vom VDI wieder gegründete Zeitschrift „Technikgeschichte“ stand ausdrücklich auch Historikern offen.³¹ Während technikhistorischer Nachwuchs von Seiten der Ingenieure nahezu ausblieb, widmeten sich zahlreiche junge Historiker dem Fach. Die meisten von ihnen bevorzugten das Konzept einer sozialgeschichtlich orientierten Technikgeschichtsschreibung. Technik und ihre Entwicklung wurde als ein auch sozial determinierter Prozess verstanden, dessen Verlauf nicht nur durch den schöpferischen Akt des Ingenieurs, sondern durch gesellschaftliche Interessen entscheidend mitbestimmt wird. So entwickelte sich das Fach an den Hochschulen mit der Zeit zu einer Domäne ausgebildeter Historiker. Mit den Lehrstühlen in München, Bochum, Stuttgart und Hannover war ein Anfang gemacht, der bekanntlich weiter ausgebaut wurde.

³⁰ Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 248; P. Snow, *The two cultures and a second look*, Cambridge 1959. Den Begriff der 'engeren' und 'weiteren' Technikgeschichte prägte u.a. K. H. Ludwig, *Technik und Geschichte. Ein systematisch und methodisch noch nicht gelöstes Problem*, in: VDIZ 109, 1967, S. 712-714; siehe auch: U. Troitzsch, *Technikgeschichte*, in: H.-J. Goertz (Hg.), *Geschichte*. Reinbek 1998, S. 379-393.

³¹ Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 263-266.

Auch die Bemühungen um den Erhalt technikhistorischer Sachzeugen, die museale Dokumentation der Technikgeschichte, vom VDI schon 1951 gefordert, hatten Erfolg. Zeitgleich zu den Lehrstuhlgründungen wurde zwischen 1960 und 1972 das erste neue große Technikmuseum der Bundesrepublik eingerichtet: In Hagen am Südrand des Ruhrgebiets entstand das „Museum Technischer Kulturdenkmale“, das heutige Landesmuseum für Handwerk und Technik. Schon der Name weist auf das traditionelle Konzept hin, Technik als Bestandteil der Kultur herauszuarbeiten.

Was ist geschehen in dieser ersten Phase der Technikgeschichte in der Bundesrepublik, zwischen 1945 und 1975, infolgedessen das Interesse an Technikgeschichte so groß wurde, dass die Einrichtung und vor allem die Finanzierung von Lehrstühlen, später auch von Museen sowie Denkmalreferaten politisch vertretbar und vor der Öffentlichkeit durchsetzbar wurde? Die Institutionalisierung der Technikgeschichte als Hochschuldisziplin, so die These, ist das Ergebnis der hochschul- und bildungspolitischen Verarbeitung des grundlegenden wirtschaftsgeschichtlichen Wandels nach 1950. Diesen Wandel hat die deutsche Wissenschaftspolitik zugleich voranzutreiben und einzubetten versucht. Neue Technologien eröffneten neue Gestaltungsmöglichkeiten, erforderten aber auch eine Neuorganisation der gesamten Forschungslandschaft vom Aufbau der bekannten Großforschungseinrichtungen bis hin zum Um- und Ausbau der Universitäten.³²

Die bekannteste Erklärung für diesen Prozess bezieht sich auf die Kompensationstheorie des Kulturphilosophen Hermann Lübbe. Da gibt es, so Lübbe, einen Strukturwandel der Industriegesellschaft und in der Folge einen gesellschaftlichen Wandel. Das erzeugt einen Vertrautheitsschwund, der kompensiert werden will, in dessen Folge am Ende auch das

³² M. Osietzki, Modernisierung oder Reform? Das Erbe der Wissenschafts- und Bildungspolitik der 1950er Jahre, in: Dietz, Schulze, Weber (Hg.), Universität und Politik, Bd. 1, S. 11-52 (wie Anm. 21).

gesellschaftliche Interesse an historischer Technik, an technischen Museen und Denkmalen steigt, in denen das vergehende Fabrikzeitalter reflektiert wird.³³ Joachim Ritter hat diesen Prozess als „Einheit des realen Entfernens und geistigen Einholens“ bezeichnet. Vielleicht resultiert daraus auch für die Technikgeschichte die hohe Bedeutung der Sachüberlieferung. Objekte, so heißt es, sind Garanten der Erinnerung – in einer Zeit des schnellen kulturellen Wandels vermitteln sie Vertrautheitserlebnisse.³⁴ Eine Folge des Wandels der alten Industriegesellschaft war es, dass die Historisierung immer dichter an die Gegenwart heranrückte, bis sie schließlich auch die Dinge der Alltagskultur erfasste und damit auch der Technik, der durch diesen Prozess die ersehnte Kulturfähigkeit zufiel.³⁵ Die Dynamik der modernen Gesellschaft bewirke eine forcierte Herkunftstreue, glaubt Hermann Lübke, die Ausdruck in immer schnellerer Musealisierung findet, eben weil sich der Alltag immer schneller wandelt, die Zeiträume, in denen Erfahrungen Gültigkeit besitzen, immer kürzer werden.³⁶

Mit Blick auf das Interesse an der Technikgeschichte scheint Ritters These vom „realen Entfernens und geistigen Einholen“ als Folge wirtschaftlicher und gesellschaftlicher „Modernisierung“ neutraler formuliert als die Kompensationstheorie:³⁷ Denn mit dem Wandel der Industriegesellschaft war nicht nur Verlust verbunden, weder materiell noch psychologisch. Dem Niedergang der alten Industrien und ihrer Technik parallel, lief der Einsatz von immer mehr und immer komplexerer Technik, von immer größeren Forschungseinrichtungen und immer komplexeren

³³ H. Lübke, *Zeit-Verhältnisse. Zur Kulturphilosophie des Fortschritts*, Graz u.a. 1983. Vgl. zu den technischen Artefakten z.B. S. 10-11.

³⁴ Lübke, *Zeit-Verhältnisse* (wie Anm. 32), S. 49-70.

³⁵ M. Thompson, *Mülltheorie. Über die Schaffung und Vernichtung von Werten*, Essen 2003.

³⁶ Lübke, *Zeit-Verhältnisse* (wie Anm.32), S. 57-62.

³⁷ J. Ritter, *Subjektivität*, Frankfurt (M) 1989.

Formen interdisziplinärer Wissensgewinnung.³⁸ Angesichts des riesigen Wissenszuwachses, der rasanten Technisierung seit den 1950er Jahren ist ein steigendes politisches und gesellschaftliches Interesse an der Reflexion des technisch-industriellen Zeitalters zu beobachten. Und eben dieser Modernisierungsprozess bildete seit den 1960er Jahren den Rahmen, aus dem heraus die Institutionalisierung des Fachs an Hochschulen, Museen und in der Denkmalpflege durchsetzbar und finanzierbar wurde.³⁹

Phase 2: Die Popularisierung der Technikgeschichte außerhalb der Universitäten

Während die Institutionalisierung der Technikgeschichtsschreibung an den Hochschulen fortschritt, deutete sich in den 1970er Jahre eine zweite Phase der Fachgeschichte an: Die schrittweise Popularisierung der Technikgeschichte außerhalb der Universitäten, zugleich eine Ausweitung technikhistorischer Forschung, die in Zusammenhang mit der Entdeckung der 'Industriekultur' stand. Für diese zweite Phase der Fachentwicklung soll deshalb das Augenmerk auf den zahlreichen Museen liegen, die als Vermittlungsinstanzen der Technikgeschichte, meist im Kontext der Sozial- und Wirtschaftsgeschichte entstanden sind. Anders als die frühen Technikmuseen wie das Deutsche Museum, das Museum Technischer Kulturdenkmale in Hagen oder das Deutsche Bergbaumuseum interpretierten diese neuen Institutionen Technikgeschichte im Kontext einer Geschichte der Arbeit: Ausgelöst von der Strukturkrise der alten Industrien beschleunigte sich in den 1970er Jahren ein Prozess, der als der

³⁸ Dieser Wandel, die Einführung neuer Industrien und der mit der Bildungsexpansion verbundene Ausbau des Hochschul- und Bildungswesens wurde oftmals sogar äußerst positiv aufgenommen, siehe auch: Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 5-7. 137-166.

³⁹ Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 137-166. Wissenschaftsrat (Hg.), Empfehlungen des Wissenschaftsrates zum Ausbau der wissenschaftlichen Einrichtungen, Teil I: Wissenschaftliche Hochschulen, Bonn 1960. Ders. (Hg.): Anregungen des Wissenschaftsrates zur Gestalt neuer Hochschulen, Bonn 1962.

„lange Abschied vom Malocher“ beschrieben wurde.⁴⁰ Das Interesse an der Technikgeschichte im Kontext der Industriekultur wird als mentalitätshistorische Komponente dieses „langen Abschieds“ interpretiert. Wie das erwachende Interesse an der Reflexion des technisch-industriellen Zeitalters, so begann auch der „Abschied vom Malocher“ nicht erst in den 1970ern, sondern weit früher, er ist mindestens seit der Wirtschaftswunderzeit Ende der 1950er Jahre wahrnehmbar: Die Bindung an die klassischen sozialen Milieus und deren biographieprägende Kraft ließ nach. Neue, andere Leitbilder gewannen zumindest bei der jungen Generation Bedeutung. Der Strukturwandel bedeutete nicht nur den Abschied von der schweren Industrie, sondern auch von ökonomischen und politischen Leitbildern, die das Denken und Handeln bestimmt hatten.⁴¹

Mit den ersten Unterschützstellungen großer Industrieanlagen Ende der 1960er Jahre wurde sichtbar die Historisierung jener Epoche eingeleitet, deren Kennzeichen für Jahrzehnte vor allem die Schöpfung von immer Neuem, der fehlende Blick zurück, die Geschichtslosigkeit gewesen war.⁴² Beschleunigt durch den Strukturwandel der Wirtschaft und der darauf bauenden Wirtschafts- und Lebensweisen erreichte in den 1970er und 1980er Jahren die Musealisierung die Gegenwart – als Teil eines länger währenden Prozesses, in dessen Verlauf das Industriezeitalter und seine Hervorbringungen in den Bestand der Kultur aufgenommen wurden.⁴³

⁴⁰ W. Hindrichs, u.a. (Hg.), *Der lange Abschied vom Malocher*, Essen 2001. W. Plumpe, *Subventionsruine Ruhrgebiet*, in: P. Friedemann, G. Seebold (Hg.), *Struktureller Wandel und kulturelles Leben, Politische Kultur in Bochum 1860 – 1990*, Essen 1992.

⁴¹ S. Behrenbeck, *Wandel*, in: *Internationale Bauausstellung Emscherpark* (Hg.), *Feuer und Flamme. 200 Jahre Ruhrgebiet*, Essen 1994, S. 266-293. U. Eymold, *Gegenwart*, in: ebenda, S. 294-325.

⁴² R. Kania, *Verspäteter Strukturwandel*, in: *Rheinisches Industriemuseum Oberhausen* (Hg.), *Schwerindustrie*, Essen 1997, S. 176-191. *Landschaftsverband Rheinland* (Hg.), *Nachlass des Fabrikzeitalters*, Köln 1989, passim.

⁴³ W. Zacharias (Hg.), *Zeitphänomen Musealisierung*, Essen 1990. D. Hoffmann, *Industriekultur. Von der Musealisierung der Arbeitsgesellschaft*, Loccum 1989 (=Loccumer Protokolle 67 / 1989). M. Fehr, *Müllhalde oder Museum – Endstationen*

Während an den Hochschulen eben die junge Disziplin der Technikgeschichte entstand, erschloss die Denkmalpflege, zunächst noch mit kunsthistorischem Interesse, den Industriebau, bis dann in den 1970er Jahren die Industriedenkmalpflege mit eigenen Fragestellungen und eigener institutioneller Basis entstand.⁴⁴ Der Zeitkontext der 70er Jahre hat die Institutionen und ihren Zugang zur Technikgeschichte beeinflusst: Seit Ende der 60er Jahre sank die Bereitschaft, Bewertung und Entscheidung über technische Entwicklungen nur Spezialisten überlassen, sondern eine immer breitere Öffentlichkeit begann, ihre Partizipationsrechte auch für diesen Bereich einzufordern. Nachdem die ambivalenten Folgen wachsender Technisierung deutlich wurden, stieg das öffentliche Interesse an Reflexion und Mitgestaltung von Entscheidungen über Einführung und Verwendung neuer Technologien. Die Betonung der sozialen Determiniertheit technischer Entwicklungen war Produkt einer Zeit, die auf eine Beteiligung der Bürger an sozialen Entscheidungen mit weit reichenden Konsequenzen drängte. Die bundesdeutschen Umwelt- und Anti-AKW-Bewegungen in den 70er Jahren markierten den Höhepunkt dieser Entwicklung. Seitdem sah sich das technische ‚Machbarkeitsdenken‘ kritischen Fragen ausgesetzt: Ist es wirklich nur das Problem moralischer Rückständigkeit, das die rechte Anwendung der Technik verhindert? Oder, wird nicht vielmehr die Technik selbst menschenfeindlich, wenn sie alles, was machbar ist, auch macht – ohne Rücksicht auf menschliche und ökologische Belange, ohne zu fragen, ob das Machbare überhaupt auch wünschbar ist?⁴⁵

So kam es auf einer Ebene unterhalb der Lehrstuhlgründungen zu einem breiten Einzug technikhistorischer Fragestellungen in die Geschichts-

in der Industriegesellschaft, in: M Fehr, S. Grohé (Hg.), Geschichte – Bild – Museum, Köln 1989, S. 182-289.

⁴⁴ R. Slotta, Einführung in die Industriearchäologie, Darmstadt 1982, S. 151, 170f. E. Neumann, Gedanken zur Industriearchäologie, Hildesheim 1986. A. Föhl, Bauten (wie Anm. 2), S. 34-35.

⁴⁵ Weber, Engelskirchen, Streit (wie Anm. 3), S. 137-166.

wissenschaft. Dies geschah seit den 1970er Jahren im Zuge des Konzeptes der Alltagsgeschichte und der Geschichte der Arbeit, als in der sozialdemokratischen Ära auch die Geschichte der Unterschichten, der „kleinen Leute“ in den Mittelpunkt des Interesses rückte. Ihrem Selbstverständnis nach untersucht die Alltagsgeschichte das Individuum in seinem Handeln und Leiden eher als abstrakte politische Strukturen – fast als eine Gegenströmung zur sozialen Strukturgeschichte, die den Menschen oft zu einem Objekt anonymer Wirkmächte zu degradieren schien, anstatt mögliche Handlungsspielräume aufzuzeigen. Bei den neuen 'Museen der Arbeit' ging es vor allem darum, den Fokus der Geschichtswahrnehmung und Vermittlung auf diejenigen zu lenken, die die Arbeit ausführten, darum, wie verschiedene Arbeitsformen Lebensweisen prägten. Es ging um Meinungen, Geschmack, Alltagsabläufe, Weltaneignung, Konfliktbewältigung in Korrelation zur Arbeit, um Bewusstmachung in weitestem Sinne.⁴⁶ Weil menschliche Umwelt seit der Industrialisierung sehr durch Technik geprägt war, so das Argument, stellt die Analyse von Bedingungen und Folgen technischer Entwicklungen im Idealfall einen zentralen Bereich alltagsgeschichtlicher Studien dar.

Auf diesem Konzept fußen zahlreiche Museumsgründungen der 70er und 80er Jahre, wie das Museum in Mannheim, das Museum der Arbeit in Hamburg, das Centrum Industriekultur in Nürnberg und die vierzehn Standorte der beiden Industriemuseen in Nordrhein-Westfalen. Zugleich wurde im Lauf der 70er Jahre der Gedanke konsensfähig, dem Industriezeitalter, der industriellen Arbeit selbst kulturelle Bedeutung zuzumessen. Diese Entwicklung war eindeutig auch ein Zeitphänomen.⁴⁷ So manche frühe Programmschrift ist voll von dem aufklärerischen Schwung der 1970er.

⁴⁶ H. Glaser, Industriekultur und demokratische Identität, in: Aus Politik und Zeitgeschichte 41/42, 10.10.1981, S. 3-46 (=Glaser, Industriekultur).

⁴⁷ T. Parent, Das Industriemuseum als Museum der Arbeit, in: A. Preiß (Hg.), Das Museum. Die Entwicklung in den 80er Jahren, München 1990, S. 245-260, hier S. 245-246. Vgl. auch Hoffmann, Industriekultur (wie Anm. 43).

„Die Industrielle Entwicklung hat alle Lebensbereiche ergriffen; sie hat Wohnen und Freizeit ebenso verändert wie die Arbeitswelt, so dass es gerechtfertigt ist, von 'Industriekultur' zu sprechen. Von dieser Industriekultur legen nicht allein die Bauten Zeugnis ab, sondern ebenso Maschinen, Möbel und die Dinge des täglichen Lebens. Unsere Dokumentation jüngster Geschichte soll in allen Bereichen zur Identifikation einladen, muss deutlich machen, dass wir ... die eigene Geschichte [vorführen], die Geschichte der kleinen Leute, die Geschichte unserer Väter und Vorväter.“⁴⁸

So heißt es in dem Aufruf des Landschaftsverbandes Westfalen Lippe für 'Ein Westfälisches Industriemuseum' im Jahr 1979. Technikgeschichte, so war die gängige Ansicht, sei immer auch unter dem Aspekt der Arbeit zu untersuchen.⁴⁹ Und bot nicht, wie Hermann Glaser 1980 darlegte, die Industriekultur sogar das Potential „demokratischer Identität“ – schien nicht die Geschichte der Selbstbehauptung der „kleinen Leute“ auch unter schweren Bedingungen den Nachfahren Anschluss zu geben an demokratische Tradition und Selbstverständnis?⁵⁰ Gerade in den neuen Industriemuseen, die an originalen Fabrikorten eingerichtet wurden, vermengten sich fachwissenschaftliches Interesse an der Sozial- und wirtschaftsgeschichtlich eingebetteten Technikgeschichte mit kulturpolitischen Ansprüchen. Zugespißt formuliert, es ging auch hier um Traditionsstiftung: dieses Mal um eine sozialliberale. Ein „handlungsorientiertes Konzept“ sei die Industriekultur, vermutete vor diesem Hintergrund 1980 Wolfhard Weber.

⁴⁸ Landschaftsverband Westfalen Lippe (Hg.), Ein Westfälisches Industriemuseum, Münster 1979, S. 6. Siehe auch Landschaftsverband Westfalen-Lippe (Hg.), Das Westfälische Industriemuseum, Münster 1985.

⁴⁹ I. Schütte, Technikgeschichte als Geschichte der Arbeit, Bad Salzdetfurth 1981. Vgl. außerdem A. Eggebrecht u. a., Geschichte der Arbeit. Vom Alten Ägypten bis zur Gegenwart, Köln 1980. H. Mommsen, W. Schulze (Hg.), Vom Elend der Handarbeit. Probleme historischer Unterschichtenforschung, Stuttgart 1981.

⁵⁰ Glaser, Industriekultur (wie Anm. 45), S. 3-46.

Erfreute sich an den Universitäten das von Ropohl ausgehende, systemtheoretische Konzept der Technikhistoriographie⁵¹ wachsender Beliebtheit, so wurde das Themenspektrum seit Mitte der 1970er Jahre erweitert: Technikgeschichte, so die Forderung, sei auch als Geschichte der Arbeit zu verstehen, Technik sei auch in den Interessen ihrer Produzenten, Financiers, Anwender und Nutzer zu reflektieren.⁵² Damit verbunden war der Durchbruch der Industriedenkmalpflege. Nicht das Zusammenziehen technischer Denkmale in Freilichtmuseen, sondern der Erhalt großer technischer Anlagen am originalen Ort, bis hin zu Hochöfen und Bergwerken, setzte sich durch – und führte auch zu einer breiten Welle außeruniversitärer Forschung, die die Technikgeschichte zumeist in Kombination mit Industriegeschichte popularisieren half.⁵³

Allerdings konnte sich, wie im Folgenden dargestellt werden wird, das Konzept von Technikgeschichte als Geschichte der Arbeit, als 'Industriekultur' auf Dauer nicht durchsetzen: Voraussetzungen und Folgen technischer Entwicklung lassen sich nicht allein über die Geschichte der Arbeit bei der Herstellung und Anwendung technischer

⁵¹ G. Ropohl, Eine Systemtheorie der Technik, München 1979; ders., Historische und systematische Technikforschung, in: GG 4, 1978, S. 223-232.

⁵² Schütte, Geschichte der Arbeit (wie Anm. 48). Vgl. auch den fünften Teil des 1975 erschienenen Sammelbandes: K. Hausen, R. Rürup, Moderne Technikgeschichte, Köln 1975, S. 244 – 309, darin die Beiträge: G. Hardach, Technik und Industriearbeit, S. 249 – 266. J. Kocka, Von der Manufaktur zur Fabrik, S. 267 – 290. A. Toulaine, Industriearbeit und Industrieunternehmen, S. 291 – 307.

⁵³ So entstanden an vielen größeren Museen Publikationsreihen – bzw. wurden bestehende ausgebaut – mit objektbezogenen Studien, naturwissenschafts- wirtschafts- oder kulturhistorischen Forschungsthemen in Bezug auf die Technik. Im Bereich der Denkmalpflege sind die Arbeitshefte der Landeskonservatoren hervorzuheben, Pionierarbeit leisteten die Publikationen der Konservatoren des Rheinlands und Westfalens; hier wurde auch die erste Stelle eines spezialisierten Industriedenkmalpflegers eingerichtet; der Leiter dieses Referats, Helmut Bönnighausen, wurde später der langjährige Direktor des Westfälischen Industriemuseums. Zu den Überschneidungen von Museen und Denkmalpflege siehe z. B. H. Auer/ ICOM Deutschland (Hg.), Museum und Denkmalpflege, München 1992.

Artefakte erschließen. Erst recht lässt sich die Geschichte des 20. Jahrhunderts nicht allein als „Industriekultur“ abbilden, über eine nicht genau definierte Kombination aus Alltags-, Technik- und Wirtschaftsgeschichte⁵⁴. Doch auch wenn das fachliche Konzept der Industriekultur nicht weit genug getragen hat: Die hieraus folgenden Museumsgründungen haben erheblich zur Popularisierung technikhistorischer Fragen beigetragen.⁵⁵ „Industriemuseen“ waren zweifellos ein avantgardistisches Konzept zur Umnutzung historischer Industrieanlagen. Museen neuen Typs, mit Fragestellungen, die auf der Höhe der – gesellschaftskritischen – Zeit zu sein schienen, und die zugleich eine Lösung dafür anboten, wie eine Nachnutzung der neuen Gattung der Industriedenkmale aussehen könnte.

Phase 3: Inszenierung und Vermarktung von Technikgeschichte

Den Abschluss der Darstellung bildet ein kurzer Ausblick auf eine dritte Phase der Entwicklung der Technikhistoriographie, die bis in die Gegenwart reicht: Sie betrifft die zunehmend theatralische Inszenierung technikgeschichtlicher Objekte einerseits, und die Erlebnisorientierung moderner Science-Center andererseits.

Viele Strukturwandelprojekte der 1990er Jahre,⁵⁶ so die Internationale Bauausstellung Emscherpark im Ruhrgebiet, begannen mit der Annahme, dass die Kenntnis der Geschichte ein entscheidendes Hilfsmittel dafür sei, eine schwierige gegenwärtige Situation zu verstehen und zu gestalten: ein historisch reflektierter Umgang mit den historischen Zeugen des Fabrikzeitalters, so die Hoffnung, werde einen Beitrag zum psychologischen Strukturwandel leisten. Im Kontext des historisch Vertrauten, auch in Auseinandersetzung mit ihm, sollte sich Neues

⁵⁴ Die theoretische Perspektiven und Defizite des Konzepts werden diskutiert z.B. bei: Stiftung Zollverein (Hg.), *Welche Zukunft haben Museen der Arbeit*, Essen 2002.

⁵⁵ Hoffmann, *Industriekultur* (wie Anm. 42).

⁵⁶ Zum Transformationsprozess altindustrieller Regionen im Vergleich siehe z.B. R. Schulze (Hg.), *Industrieregionen im Umbruch*, Essen 1993.

entwickeln.⁵⁷ Ziel war es, die Potentiale der sich wandelnden Industrie-regionen zu mobilisieren, und die Bereitschaft zu „Innovation auch in nichtinnovativen Milieus“ auszulösen⁵⁸. Erhebliche Bedeutung kam dabei Erhalt und Umnutzung historischer Industrieanlagen zu: Prägt nicht Architektur Leben und Bewusstsein, würde nicht ein reflektierter Umgang mit den technischen Denkmälern als sichtbaren Überresten des Industriezeitalters in kluger Kombination mit Neuem die Bereitschaft zu Innovation bestärken? Ziel der industriegulturellen Philosophie, wie sie vor allem im Ruhrgebiet durch die IBA Emscherpark vertreten wurde, war die Stiftung eines „postmodernen ‘Mythos Montan’ als Kern regionaler Identität und ... als ein wesentliches Agens für die künftige Standortbestimmung“, wie es Karl Ganser einmal ausdrückte.⁵⁹

Parallel hierzu wurden im Laufe der 1990er Jahre nach langer Vorbereitungszeit viele der oben erwähnten Industriemuseen eröffnet. Auch wenn die Eröffnung dieser Museen zeitlich mit den großen Strukturwandelprojekten zusammenfällt, so stammen diese Museen doch konzeptionell aus einer anderen Phase der Fachgeschichte, die auf den Konzepten der 70er Jahre beruhte.⁶⁰ Neben dem komplexen Identitätsstiftungs-Konstrukt der Strukturwandelprojekte boten sie eine sozialgeschichtlich engagierte Reflexion der Technikgeschichte.

⁵⁷ U. Heinemann, Industriekultur, Vom Nutzen zum Nachteil für das Ruhrgebiet? in: Forum Industriedenkmalpflege und Geschichtskultur 1/2003, S. 56-58, hier S. 56.

⁵⁸ H. Häußermann, W. Siebel, Wie organisiert man Innovation in nicht innovativen Milieus? in: R. Kreiblich u.a. (Hg.), Bauplatz Zukunft. Dispute über die Entwicklung von Industrieregionen, Essen 1994, S. 52-64.

⁵⁹ Heinemann, Industriekultur, S. 56; K. Ganser, A. Höber (Hg.), Industriekultur. Mythos und Moderne im Ruhrgebiet, Essen 1999.

⁶⁰ Es ist bemerkenswert, dass die IBA Emscherpark im Ruhrgebiet während der zehn Jahre ihres Bestehens kein einziges Industriemuseum neu eingerichtet hat. Es ging nicht um wissenschaftliche Reflexion der Technikgeschichte, sondern um die Einbindung der historischen Sachzeugen, der technischen Denkmale in die Konstruktion einer neuen, zukunftsgerichteten „Identität“ dieser bedeutendsten altindustriellen Region Deutschlands und Europas.

Doch mehr als die industriekulturelle Erschließung technikhistorischer Denkmale hinterließ in der Wahrnehmung der Öffentlichkeit in den 1990er Jahren vor allem die Inszenierung technischer Artefakte Eindruck: Das Arrangement technikhistorisch bedeutender Sachzeugen als faszinierende Objekte einer fernen, fremden Vergangenheit, die sich die Gegenwart neu – und auf andere Weise – wiederaneignet, zum Beispiel, indem einst zweckrationale Orte industrieller Produktion als kulturelle Spielstätten wiederauferstehen.

Diese Entwicklung ist einerseits positiv einzuschätzen, weil wichtige Zeugen der Technikgeschichte durch eine neue Nutzung erhalten bleiben, andererseits ist aus wissenschaftlicher Perspektive das Ausschlachten technikhistorischer Denkmale als 'Eventlocations' fragwürdig. Der Einbau einer Theaterbühne in eine Abstichhalle verdeckt den historischen, auch technikhistorischen Zweck der Anlage, er legt neue Nutzungsschichten über die Objekte, statt Altes freizulegen und herauszuarbeiten. Der bunt illuminierte Hochofen wird vom Forschungsgegenstand zur theatralischen Kulisse.⁶¹

Die wachsende Kritik an dem Konzept der „Industriekultur“, die, so eine These, zunehmend nur noch als eine Folie für touristisches, wirtschaftspolitisch motiviertes Standortmarketing diene, hat hier eine Ursache. Eine zweite Ursache liegt in der fachwissenschaftlichen Problematik dieses Konzepts: Als geschichtswissenschaftliche Kategorie war die 'Industriekultur' allein nicht tragfähig, auch setzte sich die Erkenntnis von der Ambivalenz und Facettenvielfalt des Fabrikzeitalters durch, das neben demokratischer Identität und Wohlstand eben auch zum Beispiel Umweltzerstörung und zwei hoch technisiert geführte Kriege

⁶¹ L. Engelskirchen, Der 'lange Abschied vom Malocher'. Industriearchäologie, Industriekultur, Geschichte der Arbeit – und dann?, in: M. Rasch, D. Bleidick (Hg.), Technikgeschichte im Ruhrgebiet – Technikgeschichte für das Ruhrgebiet, Essen 2004, S. 135-154, hier S. 150-154. Vgl. auch: U. Heinemann, Industriekultur (wie Anm. 56), S. 57-58.

hervorgebracht hat.⁶² Es gelang nicht, den Begriff so zu schärfen, dass er zu einem dauerhaften Zugang zur Neueren Geschichte wurde, die nicht erschöpfend über eine unpräzise definierte Kombination aus Alltags-, Technik- und Wirtschaftsgeschichte erschließbar scheint⁶³. Während das Konzept der „Industriekultur“ in eine wissenschaftlich fragwürdige Geschichtsvermarktung gemündet ist, hat sich die technikhistorische Forschung in ihren klassischen (Hochschul-) Fächerkombinationen von Naturwissenschafts- und auch Wirtschafts- und Technikgeschichte langfristig als der tragfähigere Zugang zur Technikgeschichte herausgestellt.

Welche Entwicklung die seit den 1990er Jahren entstehenden Science-Center nehmen werden, ist noch nicht abzuschätzen. Sie könnten als eine moderne Variation der Naturwissenschafts- und Technikgeschichtsmuseen interpretiert werden – oder vielleicht doch mehr als eine Variante der Naturkunde- als der *Naturgeschichtsmuseen*? Der Schwerpunkt der Science Center liegt auf einer erlebnis- und handlungsorientierten Vermittlung naturwissenschaftlicher und technischer Phänomene. Die Idee der Science-Center entstand im angloamerikanischen Raum und verbreitete sich von dort aus bald auch in Europa – mit teils spektakulären Neueröffnungen wie der in außerordentlicher Architektur untergebrachten Einrichtung in Bremen.

Adressat der Science-Center ist nicht zuletzt ein junges Publikum, Schulen, Schulklassen, die Unterrichtsstoff anschaulich vermittelt bekommen. Science-Center sind in der Präsentation und Vermittlung ihrer Lerninhalte deshalb oftmals didaktisch gründlich reflektiert und museumspädagogisch anspruchsvoll konzipiert: Sie vermögen Lehrplaninhalte oft anschaulicher darzustellen als traditionelle Lehrbücher. Originale historische Objekte hingegen, wie ein klassisches

⁶² Komplexität und Vielschichtigkeit der Region beschreibt eindrucksvoll: T. Parent, *Das Ruhrgebiet. Vom 'goldenen' Mittelalter zur Industriekultur*, Köln 2000, insbesondere S. 12-38. 75-79. 110-125. Siehe auch: W. Köllmann, u.a. (Hg.), *Das Ruhrgebiet im Industriezeitalter*. 2 Bde., Düsseldorf 1990, insbes. Bd. 2.

⁶³ Engelskirchen, *Abschied* (wie Anm. 60), S. 150.

Technikmuseum, das von der Sammlung, Präsentation und Erforschung ‚authentischer‘ Artefakte lebt, braucht ein Science Center nicht unbedingt mehr. Die hohen Besucherzahlen scheinen dem Konzept der Science-Center Recht zu geben. Andererseits stellt sich die Frage nach der naturwissenschafts- bzw. der *technikgeschichtlichen* Dimension dieser Einrichtungen – sowohl was die Fragestellung, als auch was die gezeigten Objekte betrifft⁶⁴.

Fazit

Kein Denkmal, keine technikhistorische Studie oder Ausstellung ist in der Lage, Handlungsanweisungen für die Zukunft zu geben, noch kann Identität durch etwas gestiftet werden, das längst vergangen ist. Auch haben die Bemühungen der achtziger und neunziger Jahre gezeigt, dass Technikgeschichte weder allein als Geschichte der Arbeit geschrieben werden kann, noch ausschließlich als Geschichte angewandter Naturwissenschaft.

Eine kritische Geschichtsdarstellung vermag zum Verständnis der aktuellen Situation beizutragen, indem sie Kontinuitäten und Brüche, historisch gewachsene Rahmenbedingungen reflektiert und auf mögliche Handlungsspielräume hinweist. Geschichte, auch Technikgeschichte kann Bausteine liefern für eine bessere Orientierung in der Gegenwart – nicht mehr, nicht weniger. Dieser Anspruch setzt eine differenzierte Betrachtung

⁶⁴ Sammlung, Bewahrung, Erforschung, Ausstellung und Vermittlung von Erkenntnissen über authentische historische Objekte zählt nach der Definition der ICOM zu den Kernaufgaben eines Museums. Auch an naturwissenschafts- und technikhistorischen Museen bilden authentische historische Objekte der Sammlung den Kern des Museums. Dass auch an klassischen Sammlungsmuseen moderne, didaktisch elaborierte Formen der Wissensvermittlung möglich sind, zeigen Studien zum ‚Public understanding of science‘, z.B. M. D. Weitze (Hg.), *Public understanding of science im deutschsprachigen Raum : Die Rolle der Museen*, München 2001. K. Haller, *Lernen im Museum und im Science Center. Pädagogische und psychologische Grundlagen*, in: A. Noschka-Roos (Hg.), *Besucherforschung in Museen*, München 2003, S. 144-156.

der naturwissenschaftlichen ebenso wie der gesellschaftlichen Bedingungen und Folgen technischer Entwicklungsprozesse voraus. Der „Streit um die Technikgeschichte“, die Konkurrenz der unterschiedlichen Zugänge zum Phänomen „Technik“, wird weiterhin den wissenschaftlichen Wettbewerb in der Disziplin beleben – und zugleich zeigen, dass alle Schwerpunkte unseres Fachs, alle verschiedenen Fragen an die Technik in der Geschichte Raum und Berechtigung haben.

Abbildungsverzeichnis

Die Abbildungen stammen - mit einer Ausnahme - aus dem Bestand der Universitätsbibliothek - Landesbibliothek und Murhardschen Bibliothek der Stadt Kassel (UB-LMB). Darunter sind auch mehrere Titel aus der Bibliothek des Landesamtes für Kulturgeschichte der Technik (Sammlung Feldhaus). Die angegebenen Signaturen beziehen sich auf die UB-LMB.

- 12 Ein Klassiker der Technikgeschichtsschreibung. Titelblatt aus: Beckmann, Johann: Beyträge zur Geschichte der Erfindungen, Zwote etwas verbesserte Ausgabe Leipzig 1783, FWHB Arolsen Sign. III 97a 22
- 34 Flaschenzüge und Windmühlen im Bildatlas zu einem frühen Werk der Mechanik. Aus: Ausführliches System der Maschinen-Kunde mit speciellen Anwendungen bei mannichfaltigen Gegenständen der Industrie, Bd. 1 u. 2: Atlas zu des Geheimenhofraths Dr. von Langsdorf vollständigem System der Maschinenkunde. Für den Praktiker bearbeitet, Heidelberg 1828, Bd. 1 Tab. IX und Bd. 2, Tab. VIII, UB-LMB Sign. 36 9224
- 62 Die Schwerindustrie in der Zeit der Industrialisierung. Eine Schmiedepresse der Firma Phoenix aus: Geschichtliche Entwicklung und gegenwärtiger Stand des Phoenix, Aktien-Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb in Hoerde : Denkschrift zum 60jährigen Bestehen des Unternehmens im Jahre 1912, Hoerde 1912, S. 116, UB-LMB Sign. 36 Gro 96
- 84 Ein Standardwerk der technikhistorischen Forschung zur Antike. Faksimiliertes Titelblatt aus: Blümner, Hugo: Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern, Reprograf. Nachdr. der 2. gänzlich umgearb. Aufl. Leipzig (u.a.) 1912, 4 Bde., Bd. 1, Hildesheim 1969, UB-LMB Sign. 25 Gr 0034
- 116 Franz Maria Feldhaus als Besitzer einer technikhistorischen Bibliothek. Exlibris aus: UB-LMB Sign. 36 Gro 96
- 138 Der Turm von Babel als Symbol verfehlter technischer Planung im Zweistromland. Aus: Die Technikgeschichte in der Ägyptologie und Altorientalistik, UB-LMB Sign. 2° Ms. Theol. 4, Blatt 28r

- 162 Ein wichtiger Beitrag zur Frage des technischen Fortschritts in der Antike. Titelblatt aus: Kiechle, Franz: Sklavenarbeit und technischer Fortschritt im Römischen Reich, Wiesbaden 1969, UB-LMB Sign. 25 Ges GR 6036
- 190 Ein frühes Beispiel der Verwendung archäologischer Zeugnisse in der technikhistorischen Forschung. Zwei Wandgemälde aus Pompeji aus: Blümner, Hugo: Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern, Reprograf. Nachdr. der 2. gänzlich umgearb. Aufl. Leipzig (u.a.) 1912, 4 Bde., Bd. 1, S. 186, Hildesheim 1969, UB-LMB Sign. 25 Gr 0034
- 206 Der Bau des Erfurter Doms als ein Beispiel für die mittelalterliche Darstellung der Bautechnik. Aus: Gerstenberg, Wigand: Landeschronik von Thüringen und Hessen, UB-LMB Sign. 4° Ms. Hass. 115, 113r.
- 226 Die Nutzung der Wasserkraft im Bergbau. Wasserhebemaschine aus: Löhneyss, Georg Engelhardt von: Bericht Vom Bergkwerck, Wie man dieselben Bawen und in guten Wolstandt bringen soll, sampt allen dazu gehörigen Arbeiten, Ordnung und rechtlichen Proceß, Zellerfeldt 1617, Holzschnitt Nr. 7 von Moses Thym, Staatsbibliothek Berlin Preußischer Kulturbesitz Sign. 2" Ot 3020
- 256 Voraussetzung der Industrialisierung war der Zuwachs an technischem Wissen im 19. Jahrhundert. Eine Hochofenanlage aus: Geschichtliche Entwicklung und gegenwärtiger Stand des Phoenix, Aktien-Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb in Hoerde : Denkschrift zum 60jährigen Bestehen des Unternehmens im Jahre 1912, Hoerde 1912, S. 112, UB-LMB Sign. 36 Gro 96
- 284 Eine Abbildung aus einer Firmenschrift. Aus: Geschichtliche Entwicklung und gegenwärtiger Stand des Phoenix, Aktien-Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb in Hoerde : Denkschrift zum 60jährigen Bestehen des Unternehmens im Jahre 1912, Hoerde 1912, S. 8, UB-LMB Sign. 36 Gro 96
- 304 Firmenschriften als Quelle der Technikgeschichte: Hochofenanlage aus: Geschichtliche Entwicklung und gegenwärtiger Stand des Phoenix, Aktien-Gesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb in Hoerde : Denkschrift zum 60jährigen Bestehen des Unternehmens im Jahre 1912, Hoerde 1912, Blatt 10, UB-LMB Sign. 36 Gro 96

Die Autoren

Günter Bayerl, geb. 1946, seit 1994 Professor für Technikgeschichte an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus. Herausgeber der Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt. Veröffentlichungen u. a.: Die Papiermühle. Vorindustrielle Papiermacherei auf dem Gebiet des alten deutschen Reiches. Technologie, Arbeitsverhältnis, Umwelt. Frankfurt/M. 1987. Hg., Wind- und Wasserkraft. Die Nutzung regenerierbarer Energiequellen in der Geschichte, Düsseldorf 1989. Hg. (zusammen mit J. Beckmann), Johann Beckmann (1739-1811). Beiträge zu Leben, Werk und Wirkung des Begründers der Allgemeinen Technologie, Münster 1999 (Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt Bd. 9).

Eva Cancik-Kirschbaum, geb. 1965, lehrt seit 2003 als Professorin für Altorientalistik an der Freien Universität Berlin. Neben der Edition von Keilschrifttexten des 2. und 1. Jahrtausends liegt ein Schwerpunkt ihrer Arbeiten liegt auf der Wissens- und Technikgeschichte der altorientalischen Kulturen. Veröffentlichungen u. a.: Die Assyrer. Geschichte, Gesellschaft, Kultur, München 2003.

Lutz Engelskirchen, geb. 1969, ist als wissenschaftlicher Referent am Westfälischen Landesmuseum für Handwerk und Technik in Hagen tätig. Veröffentlichungen u. a.: Zusammen mit W. Weber, Streit um die Technikgeschichte in Deutschland 1945-1975, Münster 2000 (Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt Bd. 15).

Axel Halle, geb. 1955, promovierter Sozialwissenschaftler (Europäisches Hochschulinstitut Florenz). Leitender Bibliotheksdirektor der Universitätsbibliothek Kassel. Zahlreiche Veröffentlichungen zum Bibliothekswesen.

Wolfgang König, geb. 1949, lehrt seit 1985 als Professor für Technikgeschichte an der Technischen Universität Berlin. Veröffentlichungen u. a.: Künstler und Strichezieher, Konstruktions- und Technikkulturen im deutschen, britischen, amerikanischen und französischen Maschinenbau zwischen 1850 und 1930, Frankfurt/M. 1999. Hg., Propyläen Technikgeschichte, 5 Bde., Berlin 1990-1992. Hg. (zusammen mit W. Kaiser), Geschichte des Ingenieurs. Ein Beruf in sechs Jahrtausenden, München 2006.

Helmut Lackner, geb. 1954, seit 1991 am Technischen Museum Wien (Sammlungsleiter und stellv. Direktor). Veröffentlichungen u. a.: Zusammen mit G. A. Stadler, Fabriken in der Stadt. Eine Industriegeschichte der Stadt Linz, Linz 1990 (Linzer Forschungen 2). Das k.k. National-Fabriksprodukten-Kabinett. Technik und Design des Biedermeier. Hg. von Th. Werner und bearbeitet von H. Lackner. Technisches Museum Wien, München, New York 1995. Zusammen mit G. Luxbacher und Chr. Hanneschläger, Technikgeschichte in Österreich. Eine bibliographische und museale Bestandsaufnahme, Wien, München 1996. Zusammen mit G. Rigele,

Österreich baut auf. Wieder-Aufbau & Marshall-Plan. Eine Ausstellung des Technischen Museums Wien 17. März 2005 – 2. Oktober 2005, Wien 2005.

Burkhard Meissner, geb. 1959, lehrt als Professor für Alte Geschichte an der Helmut-Schmidt-Universität der Bundeswehr Hamburg. Veröffentlichungen u. a.: Historiker zwischen Polis und Königshof, Göttingen 1992. Die technologische Fachliteratur der Antike. Struktur, Überlieferung und Wirkung technischen Wissens in der Antike (ca. 400 v. Chr.-ca. 500 n. Chr.), Berlin 1999.

Toni Pierenkemper, geb. 1944, lehrt als Professor Sozial- und Wirtschaftsgeschichte an der Universität zu Köln. Veröffentlichungen u. a.: Umstrittene Revolutionen. Die Industrialisierung im 19. Jahrhundert, Frankfurt/M. 1996; Wirtschaftsgeschichte. Eine Einführung – oder: Wie wir reich wurden, München 2005.

Marcus Popplow, geb. 1967. Wissenschaftlicher Mitarbeiter (DFG) an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus. Veröffentlichungen u. a.: Neu, nützlich und erfindungsreich. Die Idealisierung von Technik in der Frühen Neuzeit, Münster 1998; Unsichere Karrieren: Ingenieure in Mittelalter und Früher Neuzeit 500-1750, in: W. Kaiser, W. König (Hg.), Geschichte des Ingenieurs. Ein Beruf in sechs Jahrtausenden, München 2006, S. 71-125.

Joachim Radkau, geb. 1943, lehrt als Professor für Neuere Geschichte an der Universität Bielefeld. Veröffentlichungen u. a.: Kraft, Energie und Arbeit. Energie und Gesellschaft, Reinbek 1981. Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft 1945-1975, Reinbek 1983. Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart, Frankfurt/M. 1989. Das Zeitalter der Nervosität, München 1998. Natur und Macht. Eine Weltgeschichte der Umwelt, München 2002. Max Weber. Die Leidenschaft des Denkens, München 2005.

Günter Ropohl, geb. 1939, lehrte 1981 bis 2004 als Professor Allgemeine Technologie an der Universität Frankfurt am Main. Veröffentlichungen u. a.: Die unvollkommene Technik, Frankfurt/M. 1985. Technologische Aufklärung. Beiträge zur Technikphilosophie, Frankfurt/Main 1991. Ethik und Technikbewertung, Frankfurt/Main 1996. Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik, 2. Aufl. München/Wien 1999.

Helmuth Schneider, geb. 1946, lehrt seit 1991 als Professor Alte Geschichte an der Universität Kassel. Veröffentlichungen u. a.: Die Gaben des Prometheus. Technik im antiken Mittelmeerraum zwischen 750 v. Chr. und 500 n. Chr., in: Propyläen Technikgeschichte Band 1, Berlin 1991. Einführung in die antike Technikgeschichte, Darmstadt 1992. Die Techniker der Antike, in: W. Kaiser, W. König (Hg.), Geschichte des Ingenieurs. Ein Beruf in sechs Jahrtausenden, München 2006, S. 33-69. Hg.(zusammen mit H. Cancik und M. Landfester): Der Neue Pauly, 19 Bde. Stuttgart 1996-2003.

Ulrich Troitzsch, geb. 1938, lehrte seit 1975 als Professor für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte an der Universität Hamburg. Veröffentlichungen u. a.: Technischer Wandel in Staat und Gesellschaft zwischen 1600 und 1750, in: Propyläen Technikgeschichte Band 3, Berlin 1991. Umweltprobleme im Spätmittelalter und der Frühen Neuzeit aus technikgeschichtlicher Sicht, in: B. Herrmann (Hg.), Umwelt in der Geschichte, Göttingen 1989, 89-111. Hg. (zusammen mit G. Wohlauf), Technik-Geschichte. Historische Beiträge und neuere Ansätze, Frankfurt/M. 1980. Hg. (zusammen mit W. Weber), Die Technik. Von den Anfängen bis zur Gegenwart, 3. Aufl. Braunschweig 1989.

Personenregister

Abbe, E. 269
 Abelshauser, W. 313, 325
 Agricola, G. 234, 249
 Alembert, J. le Rond d' 165
 Alertz, U. 215
 Alexander der Große 113
 Anaximandros 112
 Archimedes 96
 Aristoteles 168
 Arkwright, R. 257-259
 Aymard, A. 174

 Baatz, D. 182
 Babbage, A. 64
 Baldinger, E. G. 29
 Bartels, Chr. 235
 Becher, J. J. 250
 Beck, L. 36, 40, 41
 Beck, Th. 7, 36, 38, 39, 40, 41, 50, 107, 108, 109, 110
 Beckert, M. 13
 Beckmann, J. 7, 13-24, 26-30, 32, 35, 36, 64, 166, 252, 266
 Behring, E. von 277
 Beloch, K. J. 171
 Beuth, Chr. P. W. 272, 275
 Bihl, A. 44
 Binding, G. 213
 Blanqui, A.-J. 257-259, 278
 Blanqui, L.-A. 73
 Bloch, M. 180, 208
 Blumenbach, J. F. 29
 Blumhof, J. G. L. 23
 Blümner, H. 91-95, 102, 115, 179, 191
 Bol, P. C. 196
 Born, H. 197
 Bosch, R. 45, 325
 Böttger, J. F. 236
 Boulton, M. 259
 Bourdieu, P. 325
 Brander, G. F. 250
 Brandstetter, Th. 233
 Bredekamp, H. 251,
 Bücher, K. 86, 99, 171
 Büchsenschütz, B. 179

Bunsen, R. W. 265
 Bürgi, J. 250
 Büsching, A. F. 29

Caligula 113
 Campbell, J. 328
 Cato 108, 114, 185
 Chares 196
 Cockerill, J. 275
 Columella 114
 Cracco Ruggini, L. 178

Darmstaedter, L. 48
 Demetrios Poliorketes 113, 196
 Diderot, D. 165
 Diels, H. 89, 90, 95, 96, 97, 99, 100, 115, 170
 Dienel, H.-L. 324
 Dinnendahl, F. 281
 Dodds, E. R. 174, 177
 Dolezalek, C. M. 63
 Dohrn-van Rossum, G. 213, 215, 221
 Drachmann, A. G. 100, 101
 Droysen, J. G. 90

Edelstein, L. 177
 Eichberg, H. 241
 Engels, F. 7, 66, 80
 Erxleben, J. C. P. 29
 Eupalinos 112, 201
 Exner, W. F. 17, 18
 Eyth, M. von 50, 117

Farrington, B. 174
 Feldhaus, F. M. 10, 36, 49, 50, 51, 52, 111-114, 117-126, 130, 132-136, 139, 140, 147,
 150, 153, 155, 180, 211
 Feldhaus, M. 121, 123
 Feuerle, M. 216
 Finley, M. I. 170, 171, 172, 174
 Forbes, R. J. 150, 180
 Ford, H. 44
 Foucault, M. 318
 Fouquet, G. 216
 Francke, A. H. 28
 Franklin, B. 67
 Fremdling, R. 280

- Frontinus, 101, 106, 108
 Frontisi-Ducroux, F. 183
 Frugoni, C. 221, 223, 225

 Galenos 185
 Ganser, K. 359
 Gehlen, A. 330
 Gercke, A. 100
 Giedion, S. 124
 Gies, F. 221
 Gies, J. 221
 Gille, B. 182, 210
 Gimpel, J. 210
 Glaser, H. 356
 Gleitsmann, R.-J. 232, 247
 Goetz, H. W. 222
 Götschmann, D. 242
 Gottl-Ottlilienfeld, F. 38, 57, 58
 Gräf, D. 216
 Graf, B. 196
 Grewe, K. 200, 201, 221
 Grubmüller, K. 216
 Gruter, K. 215
 Guericke, O. von 249
 Gugerli, D. 318
 Günther, R. 168

 Habermas, J. 318
 Hägermann, D. 212, 213, 215
 Hahn, P. M. 250
 Hall, B. S. 219
 Hampe, R. 193, 194.
 Harris, J. 19
 Hartmann, M. 222
 Hasebroek, J. 171
 Haßler, F. 44, 342
 Hausen, K. 205
 Hayek, F. von 278
 Heichelheim, F. M. 171
 Heilmeyer, W.-D. 195
 Heisel, J. P. 186
 Helmholtz, Hermann von 88, 269
 Herodot 154, 201
 Heron 101, 102, 108
 Heuss, Th. 325

- Heymann, M. 334
 Heyne, C. G. 29
 Hippodamos 95
 Hodges, H. 176
 Hoepfner, W. 196
 Holländer, H. 245
 Holt, R. 219
 Homer 112
 Horwitz, H. Th. 36, 52, 56
 Hughes, Th. P. 318, 321, 324, 331, 336

 Jarnut, J. 222
 Jungk, R. 320

 Kapp, E. 332
 Karmarsch, K. 22, 24, 36, 268
 Kästner, A. G. 29
 Kiechle, F. 183
 Kienast, H. J. 201
 Kinzig, W. 177
 Kircher, A. 154
 Kirchvogel, P. A. 120, 135
 Klemm, F. 7, 60, 211, 214, 228, 242
 Klenke, D. 335
 Klinckowstroem, C. Graf 51, 61, 118, 120
 König, W. 35, 47
 Kranz, H. 215
 Krenkel, W. 183
 Kretzschmer, F. 182, 193
 Kroker, W. 235
 Krösos 112
 Ktesibios 102
 Kusin, A. A. 64

 Laak, D. van 335
 Lamprecht, K. 36, 48, 52, 53, 54, 55, 56, 90
 Lamprecht, H. O. 181, 200
 Landels, J. G. 183
 Langdon, J. 219
 Lefebvre des Noëttes, R. 100, 210
 Leibniz, G. W. 249, 265
 Leng, R. 215
 Leupold, J. 243 Anm. 38, 250
 Liebig, J. 265, 269
 Linde, C. 269

- Lindgren, U. 214, 222, 225
 Lindner, W. 46
 Lippmann, O. von 54
 List, F. 26,
 Lohrmann, D. 128, 213, 215, 221, 222
 Lombroso-Ferrero, G. 100, 173
 Long, P. O. 219
 Lübke, H. 352, 351
 Lucas, A. R. 219
 Ludwig, K.-H. 18, 19, 21, 212, 213, 214, 215, 247
 Ludwig XIV. 233
 Lundgreen, P. 294
- Magnusson , R. 219
 Mahr, O. 47
 Manegold, K.-H. 294
 Marx, K. 7, 18, 20, 21, 38, 63-81, 168 , 230
 Marschall, L. 335, 336
 Mathieu, Chr. 247
 Matschoß, C. 7, 35, 38, 39, 41-49, 54, 60, 119, 134-136, 291, 340
 Meadows, D. 230
 Meiners, C. 29
 Meissner, B. 155
 Mensch, G. 312
 Merckel, C. 105, 106, 107, 108, 110, 155, 179
 Meyer, Ed. 85, 86, 170
 Meyer, T. 14, 21, 25, 35
 Meyer-Abich, K. M. 334
 Michaelis, J. D. 29
 Mieck, I. 125, 134
 Miller, O. von 39, 311
 Mohl, H. von 88
 Mohl, R. von 24
 Mokyr, J. 223, 261 Anm. 10, 264
 Moorey, P. R. S. 150
 Müller, H.-P. 14, 20, 21, 64
 Müller-Wiener, W. 199
 Mumford, L. 124, 310
- Nasmith, J. 65
 Nero 113
 Neuburger, A. 110, 111, 146, 155
 Neudeck, G. 53
 Nix, L. 102
 Norden, E. 100

- Öhlschlegel, H. 247
Orland, B. 329
Ostwald, W. 53, 88
Otto, N. A. 291
- Pappos 108
Paulinyi, A. 64, 313
Pekridou-Gorecki, A. 198
Petrikovits, H. v. 179
Philon von Byzanz 102
Picht, G. 344
Pierenkemper, T. 289
Piranesi, G. B. 106
Platon 172, 176
Pleket, H. W. 172
Plinius 184, 185
Pöhlmann, R. 85
Polidorus Vergilius 19
Pollock, F. 63
Polanyi, K. 171
Polyklet 95
Poppe, H. B. 22, 24,
Poppe, J. H. M. 14, 18-27, 35, 64
Popplow, M. 126, 244
Prokopios 97
Pythagoras 95
- Radkau, J. 232, 289, 290, 301
Reden, W. von 274
Redtenbacher, F. 37, 39, 56, 267
Rehm, A. 98, 99, 100, 114, 167
Reichert, M. 326
Reininghaus, W. 223
Reith, R. 217, 239
Reuleaux, F. 37, 38, 39, 52, 53
Reuter, E. 314
Riedler, A. 38, 39
Ritter, J. 351
Rohr, J. B. von 17
Ropohl, G. 357
Rostovtzeff, M. I. 171, 173
Rühlmann, M. 36, 37, 39
Rürup, R. 205

- Saldern, A. von 197
 Sambursky, S. 174
 Sartorius von Waltershausen, A. 58
 Sass, F. 291
 Scheibler, I. 194, 195
 Schickard, W. 250
 Schimank, H. 228, 243, 342, 347
 Schivelbusch, W. 293
 Schlomann, A. 135
 Schlözer, A. L. 19, 21, 29
 Schmidt, W. 102
 Schmidtchen, V. 213, 241
 Schmoller, G. 57
 Schnabel, F. 36, 54, 56
 Schneider, H. 128, 129, 178, 183
 Schramm, E. 109, 110
 Schremmer, E. 236
 Schuhl, P. M. 175
 Schumpeter, J. 277
 Schwarzer, A. 325
 Seibicke, W. 246
 Seubert, R. 23
 Sieferle, R.-P. 232
 Silberstein, M. 247
 Singer, C. 209
 Smiles, S. 18
 Smith, A. 70, 172
 Snow, C. P. 306
 Solla Price, D. de 247
 Sombart, W. 36, 48, 55, 59, 60
 Squatriti, P. 221
 Stein, K. Freiherr vom 274
 Stemplinger, E. 114
 Steuben, H. von 195
 Sticker, B. 342
 Stölken-Fitschen, I., 329
 Stolper, G. 328
 Stolper, T. 328
 Stromer, W. von 13, 213, 215, 221
 Stückelberger, A. 186
 Sturm, L. Chr. 251
 Sudhoff, K. 54
 Suhlig, L. 235

 Taylor, F. W. 44, 321

- Tetzlaff, S. 21, 35
 Thales 112
 Timm, A. 16, 229
 Tölle-Kastenbein, R. 201
 Tönnies, F. 36, 58, 59
 Traina, G. 173, 184
 Troitzsch, U. 7, 13, 14, 16, 19, 21, 128, 129, 205
 Trott zu Solz, A. von 88

 Uekötter, F. 326
 Ure, A. 20, 65, 71

 Vernant, J.-P. 175
 Vitruvius 96, 101, 106, 108, 114, 145, 185
 Vries, K. De 219

 Wächtler, E. 235
 Waffenschmidt, W. G. 58
 Wagenbreth, O. 236
 Watt, J. 21, 40, 257-259
 Weber, M. 102-105, 309, 327, 328, 330
 Weber, W. 356
 Weigel, E. 250
 Wendland, F. 28, 29
 Wengenroth, U. 313, 314
 Westermann, E. 235
 White, K. D. 169, 174, 179
 White jr., L. 173, 209, 219
 Whitney, E. 221
 Wiesinger, K. 120, 135
 Wikander, Ö. 181
 Wilamowitz-Moellendorff, U. von 87, 88, 90
 Winkelmann, R. 64
 Winter, A. 193, 194
 Witte, I. 44
 Wohlauf, G. 7

 Zeller, E. 133, 135
 Zenke, R. 242
 Zeuner, G. 268
 Zimmer, G. 195, 196, 203, 204
 Zschimmer, E. 53
 Zuse, K. 309