

Vorwort: »Gott strafe England und Siemens«

für
Ab

Als Ernst Brüche (1900-1985), Physiker und Abteilungsleiter im Forschungsinstitut des deutschen Elektrotechnikkonzerns AEG, im April 1940 diesen Satz in sein Tagebuch schrieb, befand Deutschland sich seit mehreren Monaten im Krieg.¹ Wenige Tage zuvor hatte die deutsche Marine beim Versuch, sich über das nordnorwegische Narvik einen Zugang zu den schwedischen Erzvorkommen als kriegsnotwendige Ressource zu sichern, schwere Verluste durch britische Kriegsschiffe erlitten. Es ist anzunehmen, dass Brüche mit dem ersten Teil seines Fluches auf diese Ereignisse reagierte. In demselben Zeitraum, in dem das Deutsche Reich seine Nachbarländer mit Krieg überzog, waren Brüche und seine Mitarbeiter in einen literarischen und rechtlichen Konflikt mit einer Forschergruppe bei AEGs Konkurrenten Siemens verwickelt. Beide Gruppen waren mit der Konstruktion sogenannter »Übermikroskope« beschäftigt – Elektronenmikroskope, deren Auflösungsvermögen das der besten Lichtmikroskope übertraf. Ein wichtiges Ziel der von den AEG-Mitarbeitern lancierten literarischen Angriffe bestand darin, die Zuteilung verschiedener von Siemens eingereichter Patente zum Elektronenmikroskop zu verhindern. Mittelfristig sollte geklärt werden, ob AEG die unter Brüches Leitung entwickelten Übermikroskope produzieren und verkaufen durfte oder ob es Siemens gelang, die eigenen Produkte vor dieser lästigen Konkurrenz zu schützen. Langfristig ging es um historische Gerechtigkeit, vermutete Brüche doch, dass die im Forschungsinstitut der AEG geleistete wissenschaftliche Vorarbeit bei der Entwicklung der Elektronenmikroskope in der Zukunft nicht ausreichend gewürdigt und er um den Lohn langjähriger erfolgreicher Forschungsarbeit gebracht würde. Auf diese Auseinandersetzung bezog sich der zweite Teil von Brüches Fluch.

Anfang der 1930er-Jahre hatte noch ein kollegialer und kooperativer Umgang zwischen den Forschenden verschiedener Arbeitsstellen geherrscht, die sich im neuen Feld der elektronenoptischen und elektronenmikroskopischen Forschung engagierten. Zum Ende des Jahrzehnts hin entwickelte sich ein Konflikt, der während des Zweiten Weltkriegs an Schärfe gewann, Züge

1 Brüche, Eintrag vom 18.4.1940, Tagebuch III (Januar 1940–Jan/Feb 1945); Technoseum-Mannheim, Nachlass Ernst Brüche, Teil II, Nr. 66. Das Forschungsinstitut (FI) der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG) wurde 1928 gegründet und bis 1945 von dem vorher an der Technischen Hochschule in Danzig lehrenden Physikprofessor Carl Ramsauer geleitet. Ramsauer legte in der Anfangsphase der Institutsentwicklung viel Wert auf die Freiheit der führenden Mitarbeiter bei der Wahl ihrer Forschungsprojekte; bei den meisten dieser Mitarbeiter handelte es sich um Physiker, in einigen Fällen um frühere Studenten von ihm. Während des Kriegs überwogen im AEG-FI Projekte der Rüstungsforschung (Weiss, *Rüstungsforschung*, 2002; Weiss, *Forschung*, 2005).

einer verbitterten Feindschaft annahm und bis weit in die Nachkriegszeit hineinwirkte. Noch 1953 stellte der Physiker und Nobelpreisträger Max von Laue (1879-1960) resigniert fest, es sei »leider eine alte Erfahrung, dass jeder die Elektronenmikroskopie betreffende Plan Streitigkeiten hervorruft.«² Worum genau gestritten wurde, welche Akteure beteiligt waren und mit welchen Mitteln dieser Konflikt ausgetragen wurde, wird ein zentraler Gegenstand dieses Buches sein. Dabei wird es nicht allein um Prioritätsansprüche oder gegenläufige ökonomische Interessen gehen, sondern auch um disziplinäre Verwerfungen zwischen Industriephysikern und Ingenieuren, die um Stellen, sozialen Status und kulturelle Anerkennung konkurrierten.³

Neben Konflikten und Konkurrenz werden verschiedene Formen der Kooperation im Mittelpunkt des Buches stehen. Allen Beteiligten war beispielsweise bewusst, dass sich die Elektronenmikroskopie nur in einem kollektiven Kraftakt weiterentwickeln ließ, bei dem Physiker und Ingenieure mit Medizinern, Biologen und Experten aus anderen möglichen Einsatzgebieten der Elektronenmikroskopie zusammenarbeiteten. Mehrere Kapitel werden sich daher mit den »heterogenen Kooperationen« von Forschenden aus verschiedenen wissenschaftlichen und technischen Disziplinen sowie den vielfältigen Netzwerken beschäftigen, die gebildet und ausgebaut werden mussten, damit die Elektronenmikroskopie als neue Forschungstechnik und -methodik etabliert werden konnte.⁴

2 Von Laue an Karl Friedrich Bonhoeffer, 3.12.1953; Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin (AMPG) II, Rep. 22, FHI, Kasten 1, Mappe 1.

3 Vgl. Müller, *Third Physicist*, 2020, und Voskuhl, *Engineering Philosophy*, 2016, zu den »Kulturkämpfen« zwischen Physikern und Ingenieuren in der Weimarer Republik sowie Hård/Jamison, *Appropriation*, 1998, zur kulturellen Verarbeitung von Technisierungsschüben in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts. Die physikalischen Entwicklungen werden in diesem Buch leider etwas vernachlässigt (vgl. Müller, *Birth*, 2009). Mehrere Kapitel über die Geschichte der Industrieforschung, des Forschungsinstituts der AEG sowie die Beiträge von Ernst Brüche und seinen Mitarbeitern zur Entwicklung der Elektronenoptik mussten aus Platzgründen ausgegliedert werden. Es ist geplant, sie in anderer Form zu veröffentlichen. Einen guten Überblick zu diesen Forschungen gibt Qing, *Frühentwicklung*, 1995.

4 Der Begriff der Heterogenität hat als Gegenpol zu einem homogenisierten und vereinheitlichenden Verständnis von Wissenschaft und wissenschaftlichen Dynamiken, die sich meist auf disziplinär begrenzte Wissenskulturen beschränken, an Bedeutung gewonnen. So hat Peter Galison auf die innerdisziplinäre Diversifizierung und notwendige Zusammenarbeit unterschiedlicher Forschungskulturen innerhalb der modernen Physik hingewiesen (Galison, *Image*, 1997). Anne Marcovich und Terry Shinn heben den Wert disziplinärer Zusammenhänge für die Entwicklung der Wissenschaften hervor, verweisen aber auf ein »Regime« der Wissenschafts- und Technikproduktion, in denen heterogene Kooperationen zwischen verschiedenen Disziplinen im Mittelpunkt stehen, oftmals vermittelt über vielfältig einsetzbare Forschungstechnologien und deren Konstrukteure und Konstrukteurinnen (Marcovich/Shinn, *Regimes*, 2012). Eine gegen die disziplinäre Homogenisierung weitgehend immunisierte Polyfo-

Die Wahl des betrachteten Zeitraums, von den letzten Jahren der Weimarer Republik bis in die 1960er-Jahre, ermöglicht es, die langfristige Entwicklung der Elektronenmikroskopie über und unter den Bedingungen unterschiedlicher historischer Formationen und politischer Systeme – Weimarer Republik, Nationalsozialismus, Nachkriegszeit unter alliierter Verwaltung sowie BRD und DDR – zu untersuchen. So hätte sich die Elektronenmikroskopie in Deutschland während des Zweiten Weltkriegs ohne die Protektion staatlicher und militärischer Akteure, Organisationen und Institutionen, ohne dass die Konstrukteure und Forscher dort ein Interesse für die Elektronenmikroskopie wecken konnten, kaum erfolgreich entwickelt – auch, wenn gleich zwei mächtige Industriekonzerne ihren Einfluss in diesem Forschungsgebiet geltend machten. Die Konstrukteure und Wissenschaftler bei AEG und Siemens hofften durch staatliche Patronage nicht nur vom Kriegsdienst freigestellt zu werden, sondern auch auf die Zuteilung von schwer zu beschaffenden Werkstoffen und zusätzlichem Personal. Die Zusammenarbeit mit hohen Funktionären des NS-Regimes eröffnete den Forschenden aber auch neue Möglichkeiten für die Fortsetzung ihrer wissenschaftlichen Karrieren. Die staatlichen Akteure waren vor allem am propagandistischen Wert der Instrumente – eine »deutsche Erfindung« – und am möglichen Einsatz in der Kriegsforschung interessiert.⁵

Aufgrund der dynamischen Entwicklung und politischen Umbrüche in Deutschland in dem betrachteten Zeitraum lassen sich unterschiedliche Formen der Kooperation und Konkurrenz zwischen den beteiligten Akteuren ebenso untersuchen wie verschiedene Organisationsformen und institutionelle Fassungen der Konstruktions- und Forschungsarbeiten sowie der sich wandelnde Stellenwert individueller Akteure. Letzteres wird häufig am

nie hat Klaus Hentschel am Beispiel der Genese und epistemischen Diversifizierung spektroskopischer Forschungsansätze herausgearbeitet (Hentschel, *Mapping*, 2002). Weitere Ansätze zur »heterogenen Kooperation« werden diskutiert in dem Tagungsband Strübing u. a., *Niemandsland*, 2004.

- 5 Die Forscher pflegten hier wie auch in anderen Fällen ein wechselseitiges Geben und Nehmen mit verschiedenen Personengruppen und Organisationen, das Mitchell Ash als »Ressource füreinander« bezeichnet hat (Ash, *Ressourcen*, 2002, S. 32-33; Flachowsky u. a., *Ressourcenmobilisierung*, 2017). Der Handel oder Austausch von Ressourcen wurde dabei weniger durch den Umgang mit den Elektronenmikroskopen selbst – undurchsichtige und meist sperrige technische Apparate – oder den mit ihnen produzierten Bildern begünstigt – die meisten von ihnen kryptisch und wenig spektakulär –, sondern durch Imaginationen, die über die Instrumente und Bilder in der Fantasie von Managern, Politikern oder einer wissenschaftlich interessierten Öffentlichkeit erzeugt werden konnten. Wie sich noch zeigen wird, spielte die gegenseitige funktionale Abhängigkeit von Wissenschaft und verschiedenen Formen der Öffentlichkeit bei der Erzeugung dieser Imaginationen eine wichtige Rolle (vgl. allgemein zu Wissenschaft und Öffentlichkeit »als Ressource füreinander« Nikolow/Schirmacher, *Wissenschaft*, 2007).

Beispiel des Wirkens des Elektroingenieurs Ernst Ruska (1906-1988) geschehen, dessen vielfältige Präsenz in der Geschichte der Elektronenmikroskopie das Buch wie ein biografischer roter Faden durchzieht. Durch seine Beiträge zur Entwicklung und Durchsetzung der Durchstrahlungselektronenmikroskopie – erst an der Berliner Technischen Hochschule, dann bei Siemens & Halske, später im Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft – beförderte Ruska nicht nur die deutsche, sondern auch die weltweite Entwicklung der Elektronenmikroskopie; 1986 wurde er dafür mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet.

* * *

Der heterogene Charakter des Forschungsfeldes der Elektronenmikroskopie beruhte zu einem beträchtlichen Teil auf der Vielzahl von Verfahren, bei denen sich mithilfe eines Elektronenstrahls strukturelle Informationen über Untersuchungsobjekte gewinnen und vergrößert abbilden ließen und die unter dem Sammelbegriff »Elektronenmikroskop« zusammengefasst wurden. Des Weiteren beruhte er auf zwei parallel entwickelten, miteinander konkurrierenden elektronenoptischen Systemen sowie auf der inneren Komplexität der Instrumente selbst. Bei jedem dieser Systeme und Verfahren musste eine Vielzahl von Bauteilen mit teilweise sehr hohen technischen und wissenschaftlichen Anforderungen in eine Apparatur eingepasst werden.

Mit der Zahl der funktionalen Bauteile der Geräte nahm auch die Vielfalt der Wissensformen unterschiedlicher Berufsgruppen und Disziplinen zu, die in die Konstruktion, Entwicklung, Nutzung und Vermarktung der Geräte eingingen – und damit die interdisziplinären und interprofessionellen Herausforderungen, die zu bewältigen waren. Es war kein Zufall, dass die Zusammenarbeit verschiedener wissenschaftlicher und technischer Akteure anfangs zu einem beträchtlichen Teil innerhalb von Industriekonzernen organisiert und institutionalisiert wurde, da viele Ressourcen nur dort bereitgestellt werden konnten. Auch Erfahrungen beim Transfer von Wissen zwischen verschiedenen Wissenschafts- und Technikkulturen und eine große Offenheit für Innovationen im organisatorischen Bereich waren dort vorhanden. Ein weiterer Schwerpunkt dieser Arbeit wird darin bestehen, zu zeigen, auf welche vorhandenen Ressourcen zurückgegriffen werden konnte und welche neu geschaffen werden mussten, damit die Elektronenmikroskopie als neue Forschungsmethodik entstehen konnte.⁶

⁶ Die elektrotechnische Industrie war prädestiniert für heterogene Kooperationen und Konstruktionen, weil sie sich frühzeitig mit der Komplexität großtechnischer Systeme beschäftigen, eine Vielzahl unterschiedlicher Ressourcen mobilisieren, zusammenziehen und integrieren musste. Dabei ging es nicht nur um die Herstellung elektrischer Produkte wie Glühlampen oder Elektromotoren. Akteure wie Emil Rathenau, der Gründer der AEG, mussten sich für den Aufbau, die Pflege und Expansion elektri-

Die Forschenden hatten anfangs nur vage Vorstellungen darüber, welche Wirkung das Elektronenmikroskop auf Forschungsfelder in der Biologie, Medizin, Chemie oder Werkstoffforschung einmal entfalten würde. Ließen sich überhaupt genügend interessante Objekte und Strukturen finden, für die sich die aufwendige Suche nach einem neuen Mittel der Sichtbarmachung lohnte? Oder würde das Elektronenmikroskop als Spezialinstrument in die Geschichte eingehen, das sich nur für die Untersuchung weniger Objekte und Strukturen eignete, die durch die hohe Energie der Elektronenstrahlen nicht sofort verbrannt oder aufgrund des notwendigen Hochvakuums dehydriert und zerstört wurden? Eine zentrale Aufgabe für die Konstrukteure und Forschenden bestand also darin, Gruppen potenzieller Anwender von der Nützlichkeit der Instrumente und Methoden zu überzeugen.

Die Gruppe möglicher Kunden und Nutzer stellte sich ebenfalls als heterogen heraus und konnte nicht auf einheitliche Weise adressiert werden. Es war daher nur schwer vorherzusehen, welche Gruppe sich als »lead user« erweisen würde, um eine breitere Nachfrage und einen Markt zu generieren.⁷ Instrumente wie die etwa zeitgleich zum Elektronenmikroskop entwickelten Kathodenstrahloszillatoren beschränkten sich auf ein enger gefasstes Feld von Anwendungen und profitierten von einer homogeneren Gruppe möglicher Nutzer, etwa Ingenieure im Bereich des elektrotechnischen Anlagenbaus.

Da die Firmenleitungen von Siemens, AEG und später auch Carl-Zeiss bis in die Nachkriegszeit hinein nicht von dem baldigen kommerziellen Erfolg der Instrumente ausgingen, sondern vor allem an deren propagandistischem Wert interessiert waren, konnten weiterführende Überlegungen zur Erschließung von Kunden und Märkten erst einmal aufgeschoben werden. Für die Konzerne lag das Potenzial der neuen Forschungstechnik vor allem in dem Vermögen, öffentlichkeitswirksam am Fortschritt der medizinischen Forschung oder des neuen Technologiebereichs der Elektronik mitzuwirken und dort gewonnene positive Assoziationen mit anderen Produkten zu verknüpfen. Viele frühe Nutzer der Instrumente dienten den Firmen dabei wie externe Mitarbeiter, die als Kristallisationskerne eines wachsenden Netzwerks von Expertinnen und Experten ihre Erfahrungen, Ideen und Anregungen in das Projekt Elektronenmikroskopie und die weitere Entwicklungsarbeit einspeisten – vergleichbar einer expandierenden, sich zunehmend organisierenden und fortlaufend verfeinernden kollektiven Intelligenz, die

scher Netzwerke um die Bereitstellung von elektrischer Energie in ausreichender Menge, neue Finanzierungsmodelle für großtechnische Anlagen sowie wirksame PR-Strategien kümmern – letzteres, um eine skeptische Öffentlichkeit vom Wert der neuen Technologien zu überzeugen (vgl. Hughes, *Networks*, 1983).

⁷ Vgl. Hippel, *Lead User*, 1986.

etwas Neues entstehen ließ und dessen Genese beförderte, um sowohl den Interessen der einzelnen Praktiker als auch der beteiligten Firmen zu dienen.⁸

Nur wenn sich verschiedene Akteure überzeugen ließen, an einem gemeinsamen Projekt zu arbeiten, obwohl dessen Zukunft bzw. seine zukünftige Gegenwart erst noch geschaffen werden musste, nur dann konnte eine für die weitere Entwicklung der Elektronenmikroskopie notwendige »vielfältige Gemeinschaft« entstehen, ein Begriff, den Ernst Ruska 1958 für die heterogene Gruppe der Elektronenmikroskopiker und Elektronenmikroskopikerinnen verwendete (Kapitel 9).⁹ Wie die ersten Kapitel zeigen werden, spielte hierbei die »Imagination« einer Gemeinschaft von Forschenden, die Ausbildung gemeinsamer Forschungspraktiken und die Aussicht auf die Teilhabe an der hierdurch ermöglichten Fortschrittsarbeit eine wichtige Rolle.¹⁰ Falls man erfolgreich war, so die Hoffnung, würde die Weiterentwick-

- 8 Innovationen in der industriellen Produktion werden Eric von Hippel zufolge häufig von Nutzern außerhalb des Firmenkontextes befördert (Hippel, *Sources*, 1988; vgl. Rheinberger, *Liquid*, 2001, für die Interaktion und den Wissenstransfer zwischen Konstrukteuren und Nutzern im Fall der Entwicklung von Flüssigszintillationszählern). Cyrus Mody spricht in seiner Studie über die Frühgeschichte des Rastertunnelmikroskops (STM) von der Entstehung einer »instrumental community« – wobei hier die Rekonstruktion der Instrumente durch verschiedene Nutzer offenbar eine größere Rolle als im Fall der Durchstrahlungselektronenmikroskopie gespielt hat: »The STM’s inventors needed to assemble a network of people who would be interested in their results, and eventually build their own STMs, for the instrument to amount to anything. That network, which I termed an *instrumental community* [CM], provided a basis for the creation, the evaluation, and the spread of innovations that made the STM a much more powerful technology than it otherwise would have been.« Mody, *Community*, 2011, S. 5.
- 9 In der vielfältigen Gemeinschaft der Elektronenmikroskopie betätigten sich zunehmend auch weibliche Forschende, insbesondere in der Anwendungsforschung; die Entwicklung insgesamt blieb aber stark durch männliche Wissenschaftler und Konstrukteure geprägt. Ich werde daher auf eine durchgehend gegenderte Sprache verzichten und nur dort darauf zurückkommen, wo es mir sinnvoll erscheint.
- 10 Das Konzept einer »imaginären Gemeinschaft« entstammt der politischen Geschichtsschreibung, unter anderem Benedict Andersons Analyse der Nationalstaatsbildung im 19. Jahrhundert (Anderson, *Imagined*, 1991). Imaginationen und insbesondere imaginierte Zukünfte spielen aber auch auf verschiedenen Ebenen der Wissenschaftsforschung eine Rolle. So können »soziotechnische Imaginationen« (Jasanoff/Kim, *Dreamscapes*, 2015) die Funktion von komplexen, sich wandelnden und mitunter eine größere gesellschaftliche Relevanz erhaltenden Leitbildern übernehmen, indem sie angesichts einer unsicheren Zukunft dabei helfen, Erwartungen zu artikulieren sowie das Denken und konkrete Handeln anzuleiten – unter anderem, indem sie autonome Akteure zu einer (heterogenen) Gruppe von Kollaborateuren verbinden. Das Elektronenmikroskop war in verschiedene solcher Zukunftsvisionen eingebettet – in ältere wie die der elektrotechnischen Industrie zugrundeliegende Vision einer alles durchdringenden Elektrifizierung der Welt; oder in dem in den 1930er-Jahren Gestalt annehmenden visionären Möglichkeitsraum der Elektronik.

lung der elektronenoptischen Apparate nicht nur vielfältige Ressourcen benötigen, sondern diese würden selbst zu Ressourcenerschließungsmaschinen werden, die neue wissenschaftliche Erkenntnisse und technischen Fortschritt versprachen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler hofften, das Elektronenmikroskop würde der Neugier des forschenden menschlichen Geistes vergleichbar der Lichtmikroskopie einen bisher unbekanntem Kosmos eröffnen. Fortschritte in der Lichtmikroskopie hatten dabei geholfen, Krankheitserreger wie Bakterien sichtbar zu machen, ihr Wirken als Ursache vieler Krankheiten nachzuweisen und einen wichtigen Beitrag zu ihrer Bekämpfung zu leisten – was ließ sich »jenseits des Lichts« alles erwarten?