

1 EINFÜHRUNG

„Fast immer ergeben sich wertvolle neue Erkenntnisse, wenn es gelingt, eine Brücke zu schlagen zwischen bisher getrennten Wissensgebieten. Die fertig ausgebauten Methoden und Ergebnisse des einen Gebietes liefern oft unerwartete neue Handhaben zur Bearbeitung des andern, und zugleich wirkt der neue Anwendungsstoff meist wiederum befruchtend auf die Entwicklung der Methoden.“¹

Die Forscherin Iris Runge reflektierte über das Verhältnis von Mathematik und Anwendungen, nachdem sie sieben Jahre im Unternehmen Osram tätig gewesen war. Mit Vorausblick auf das Ergebnis können wir urteilen: Sie baute eine Brücke zwischen Mathematik, Wirtschaft, physikalischen Gebieten und Technik und kann als eine Wegbereiterin der heute florierenden Gebiete Techno- und Wirtschaftsmathematik² gelten. Sie führte in den Forschungslaboratorien bei Osram ein mathematisches Herangehen an das Problemlösen ein und war hier die einzige Person, die sich hauptsächlich mit Mathematik befasste und als mathematische Beraterin für einen breiten Themenkomplex zur Verfügung stand.

Ziel des vorliegenden Buches ist es, am Beispiel einer Forscherin zu zeigen, wie mathematisches Arbeiten seit dem zweiten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts in die elektro- und nachrichtentechnische Industrie zunehmend eindrang und wie dies konkret funktionierte. In diesem Einführungskapitel sollen die methodologischen Ausgangspunkte dafür umrissen werden.

1.1 Forschungsstand

Mit unserem Ziel aufzudecken, wie Laboratorien der Elektroindustrie vor 1945 mathematische Methoden nutzten, welche Voraussetzungen dafür notwendig waren und in welche Strukturen die an Mathematik interessierte bzw. für Mathematik begeisterte Person eingebunden war, betreten wir weitgehend Neuland.

Die Quellenlage ermöglicht einen tiefen Blick auf das Agieren der Forscherin Iris Runge und ihrer Kooperationspartner/innen. Umfangreiche Aktenbestände der Firmen Osram³ und Telefunken⁴, der Nachlass des Familienverbandes Runge – du Bois-Reymond sowie ein wertvoller Privatnachlass Iris Runge in Ulm öffnen den Blick auf ein komplexes Bedingungsgefüge, das den Weg einer jungen Frau bis

1 Iris RUNGE 1930a, S. 1.

2 Vgl. NEUNZERT 2003; ABELE/NEUNZERT/TOBIES 2004, Kap. 4.1.

3 Osram entstand als Tochtergesellschaft der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft (AEG), der Siemens & Halske A.G. und der Auergesellschaft, die ihre Glühlampenproduktion zusammenführten, Gründungsdatum: 1. Juli 1919. Vgl. detaillierter Abschnitt 3.2.

4 Die Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie war 1903 als Tochterfirma der AEG und von Siemens & Halske gegründet worden.

zur Berufsentscheidung beeinflusste, sowie auf das bisher weitgehend unerschlossene Industrieforschungsfeld. Iris Runge war vom 1. März 1923 bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges in Glühlampen- bzw. Rundfunkröhrenlaboratorien der Berliner Unternehmen Osram und Telefunken tätig. Damit schauen wir auf die *Hochzeit* der Massenproduktion von Glühlampen- und Elektronenröhren in Unternehmen, die sich als internationale Konzerne etablierten.⁵

Die bisherige Literatur zur Geschichte elektrotechnischer Firmen, zur Geschichte von Elektro- und Nachrichtentechnik konzentrierte sich vor allem auf die technisch-physikalische Seite. Für die Jahre der NS-Zeit sind allerdings auch Studien zur physikalischen Industrieforschung in Deutschland weitgehend ein Desiderat, wie Hoffmann und Walker betonten.⁶ Für das Einordnen unseres Gegenstandes können zeitgenössische Berichte über Elektronenröhren, Arbeiten zur Rundfunkgeschichte, neuere Arbeiten aus dem Bereich der Kulturgeschichte, Firmengeschichten als Ausgangspunkte dienen.⁷

Technikhistorische Darstellungen zur Geschichte der Elektrotechnik und Nachrichtentechnik enthalten z.T. Hinweise auf die mathematisch-theoretischen Grundlagen der Gebiete.⁸ Detaillierte Analysen gibt es bisher nur für wenige Teilbereiche. Weithin bekannt ist der deutsch-amerikanische Elektroingenieur Charles P. Steinmetz, der der Wechselstromtechnik durch mathematische Arbeiten zum Durchbruch verhalf und bei General Electrics, Schenectady, New York, bereits 1894 zum Leiter einer mathematischen Abteilung (calculating department) ernannt wurde.⁹ Gut analysiert sind Teilbereiche in den USA, wie das Eindringen der Heavisideschen Operatorenmethode in die elektrotechnische Forschung sowie mathematische Forschungen in den Bell Telephone Laboratories (Bell Labs), New Jersey, USA.¹⁰ Der promovierte Mathematiker Thornton C. Fry, der 1928 ein Mathematical Research Department in den Bell Labs schuf, verwies in seiner Analyse von mathematisch tätigen Personen in US-amerikanischen Unternehmen darauf, dass in der Regel nur Einzelpersonen als Berater tätig waren.¹¹ Für Deutschland fehlten bisher derartige Analysen.

5 Wegen technologischer Gemeinsamkeiten im Produktionsprozess begann die Fertigung von Elektronenröhren in Glühlampen produzierenden Firmen, vgl. LUXBACHER 2003.

6 Vgl. HOFFMANN/WALKER 2007.

7 Zur international rezipierten Reihe Physik in regelmäßigen Berichten vgl. RUKOP 1936, 1941; zu den FIAT (Field Information Agency, Technical) Reviews GOUBAU/ZENNECK 1948; neuere Überblicksdarstellungen THIELE 2003; HAGEN 2005; DENNHARDT 2009; SCHARSCHMIDT 2009–2010.

8 Vgl. insbes. Alfred Kirpal zu Elektrotechnik und Elektronik in BUCHHEIM/SONNEMANN 1990.

9 Steinmetz zeigte in einem Vortrag „Application of complex numbers in Electrical Engineering“ (Chicago 1893), dass für die Wechselstromtechnik auch das Ohmsche Gesetz und die Kirchhoff-Regeln gültig sind. Mit seiner Methode („komplexe Wechselstromrechnung“) konnten die für Wechselstrom in den Modellen gültigen differentialanalytischen Beziehungen auf einfache algebraische Formeln gebracht und Wechselstromerscheinungen genau so einfach wie Gleichstromprobleme berechnet werden. Vgl. auch PICHLER 2006; MILLER 1958.

10 Vgl. PUCHTA 1997; MILLMANN 1984. Generell zum Vergleich der Entwicklung von angewandter Mathematik in Deutschland und den USA siehe SIEGMUND-SCHULTZE 2003.

11 Vgl. FRY 1941, 1964.

Darüber hinaus existieren Studien über das Wirken einzelner Mathematiker in der Nachrichtentechnik¹², über die mathematischen Grundlagen der durch die Nachrichtentechnik inspirierten Systemtheorie¹³, über die Symbiose mathematischer Modelle mit ingenieurwissenschaftlichen Gebieten¹⁴ sowie über das Verhältnis von Mathematik und Ingenieurwesen in Frankreich.¹⁵ Eine von Epple durchgeführte Analyse von Mess- und Rechentechniken in stark theoriegeleiteten deutschen Institutionen der Strömungsforschung¹⁶ ist geeignet, nach Parallelen und Unterschieden der Forschungspraxis in der Industrie und vorwiegend staatlich geförderten Forschungsräumen zu fragen.

Bisherige biographische Überblickswerke, wie *Pioniere der Wissenschaft bei Siemens*¹⁷ und die erste Auflage des *Lexikons der Elektrotechnik*, deuten auf eine weitgehende Abwesenheit von Frauen in der Elektrotechnik.¹⁸ Unsere ersten Untersuchungen dazu brachten Forscherinnen an das Licht, die anerkannte Positionen erreichten.¹⁹ Eine damit eindringende mathematische Arbeitsweise steht im Zentrum des Buches.

1.2 FORSCHUNGSFRAGEN

Forschungsleitende Fragenkomplexe sind:

Erstens. Welche Bedingungen ermöglichten es, dass sich eine mathematisch-naturwissenschaftlich gebildete Frau für eine Tätigkeit in der Industrie entschied, zu einer Zeit, als das auch für (männliche) Mathematiker und Physiker ein noch selten gewählter Berufsraum war?

Zweitens. Was heißt Techno- und Wirtschaftsmathematik im historischen Kontext? Wie erfolgte die mathematische Herangehensweise an das Lösen physikalischer, technischer und wirtschaftlicher Probleme in der Industrieforschung? Damit verbunden ist auch die Frage nach der Stellung von Mathematik und von mathematisch tätigen Personen im Industrieforschungslaboratorium.

Drittens. Wurde das Forschungsfeld von externen Faktoren mit beeinflusst, wie wirkten sich politische Einschnitte auf den Platz von Mathematik und Mathematiker/innen innerhalb von Industrieforschungsabteilungen aus? Welche Rolle spielte die Weltsicht der mathematisch tätigen Person?

12 Vgl. die Übersicht bei PICHLER 2006.

13 WUNSCH 1985; KALMAN 1991.

14 Vgl. LUCERTINI et al. 2003.

15 Vgl. DURAND-RICHARD 2006a, 2006b.

16 Vgl. EPPLE 2002a, 2002b.

17 Vgl. FELDTKELLER/GOETZELER 1994.

18 JÄGER 1996; die im Druck befindliche Neuauflage, hrsg. v. Friedrich Heilbronner, enthält einige unserer Ergebnisse.

19 Vgl. Beitrag „Transdisziplinarität – Forscher/innen in der elektrotechnischen Industrie vor 1945“ in: TOBIES 2008a, S. 307–334.

1.2.1 Bedingungsgefüge der Berufsentscheidung

Der *erste* Komplex von Fragen – nach den Bedingungen für eine Tätigkeit in der Industrieforschung – erfordert, den Blick auf interne, personenbezogene und externe, umfeldbezogene Faktoren zu werfen. Dabei sei zunächst betont, dass die grundlegenden Bedingungen für die Karrieren der ersten Generation studierender Frauen in Deutschland inzwischen hinreichend erforscht sind.²⁰ Auf der Basis eines Modells, das in der sozialpsychologischen Berufslaufbahnforschung entwickelt wurde, führten wir zudem eine repräsentative Geschlechter vergleichende Studie über Personen durch, die ein Mathematikstudium in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts erfolgreich abschlossen.²¹

Hiervon ausgehend können wir uns auf folgende Fragen konzentrieren: Wie ordnet sich die Einzelbiographie Iris Runge in den Hauptstrom der Absolventinnen eines mathematischen Studienganges ein? Welche Besonderheiten des Weges sind erkennbar? Wie können wir die Bedingungen strukturell geeignet erfassen und darstellen, die letztlich zur Abweichung von der Norm führten, die hieß, Studienrätin im Höheren Schuldienst zu werden.²²

Aus den Quellen lässt sich leicht erschließen, dass sich Iris Runge hinsichtlich der Variablen wie *Herkunft, Konfession, Schulbildung, Studienfachwahl und –ziel* kaum von anderen Studentinnen unterschied. Dies kann vergleichend mit den Ergebnissen der Berufslaufbahnforschung schnell abgehandelt werden. Wie die Mehrzahl der ersten Studentinnen kam Iris Runge aus einem Haushalt, in dem der Vater einen akademischen Beruf ausübte. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts war ein liberales Elternhaus, das sich das Studium der Tochter auch leisten konnte, ein entscheidender Faktor. So hatten Absolventinnen der Mathematik und Naturwissenschaften signifikant häufiger (45 Prozent) einen akademisch gebildeten Vater als die Absolventen (27 Prozent).

Sie gehörte der reformierten Kirche an, die in Deutschland eines der konstituierenden Mitglieder der evangelischen Kirche wurde. Die Mehrheit der Frauen mit einem Examen in Mathematik war hier evangelisch, was natürlich auf dem entsprechenden Bevölkerungsanteil beruhte. Mit ihrem späteren Austritt aus der Kirche (konfessionslos seit 1929) lag Iris Runge außerhalb der statistischen Norm.

Iris Runge gehörte einer Generation an, die das Abitur noch auf Sonderwegen erwarb. Als das preußische Kultusministerium am 18. August 1908 einen Erlass verfügte, der zur Hochschulreife führende (öffentliche) Studienanstalten für Mädchen etablierte, war Iris Runge bereits zwanzig Jahre alt.²³ Sie musste zuvor notwendig besondere für Mädchen eingerichtete Kurse besuchen, um die Hochschul-

20 Vgl. TOBIES 2008a.

21 Vgl. ABELE 2002; ABELE/NEUNZERT/TOBIES 2004.

22 Noch um 1930 strebten ca. 90 Prozent aller Mathematik-Absolventen (Frauen und Männer) in den höheren Schuldienst, vgl. BÖTTCHER et al. 1994.

23 Zu den Mädchenschulreformen und ihren Auswirkungen auf den mathematischen Unterricht vgl. SCHRÖDER 1913. Bayern folgte nach der preußischen Reform im Jahre 1910.

reife zu erreichen.²⁴ Die Abiturprüfungen waren extern an einem Knabengymnasium abzulegen. Über die Tätigkeit der Kurse, deren Einfluss auf die Schülerinnen sowie über das Procedere der externen Prüfungen war bisher wenig bekannt. Hierüber sowie über Ziele, Erwartungen und Ansichten geben die analysierten Quellen Aufschluss, sodass nicht nur Handlungen der konkreten Person erklärbar werden, sondern auch ein Beitrag zur Bildungsgeschichte insgesamt geleistet werden kann.

Als Studienziel gab Iris Runge Oberlehrerin an. Da in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts Diplomstudiengänge für Mathematik und auch für Physik noch nicht existierten,²⁵ konnte ein Universitätsabschluss entweder mit einer Promotion oder mit einem Lehramtsstaatsexamen erreicht werden. Diejenigen, die eine Lehrbefähigung für Mathematik erwarben, kombinierten in der Regel zwei weitere Fächer, bevorzugt Physik und Chemie, dies geschlechtsunabhängig. Iris Runge's Kombination Mathematik, Physik und Erdkunde wurde in Preußen von Männern und Frauen, die Mathematik studierten, am zweithäufigsten gewählt. Nachdem Runge im Schuldienst auch Chemie hatte unterrichten müssen, holte sie dieses Studium und die zugehörige Lehrbefähigung nach. Von diesen Personen mit Lehramtsstaatsexamen promovierten ca. 20 Prozent der Frauen wie auch der Männer, in Mathematik, Physik oder weiteren Fächern. Dabei schrieben Frauen ihre Dissertation etwas seltener als Männer in angewandter Mathematik.²⁶ Iris Runge gehörte zu den wenigen Frauen, die hier gut ausgebildet waren.

Damit kommen wir zu *strukturellen Besonderheiten im Ausbildungsgang* Iris Runge's, die früh in Gruppen eingebunden war, die Mathematik und Anwendungen förderten. Um diese Besonderheiten zu erfassen, erweist sich der von Ludwik Fleck eingeführte Begriff des Denkkollektivs als nützlich. Das ist ein Begriff, der mit Thomas S. Kuhns *The Structure of Scientific Revolutions* in die wissenschaftstheoretische Diskussion kam. Der polnisch-jüdische Mikrobiologe, Mediziner und Wissenschaftstheoretiker Fleck analysierte 1935 das Entstehen und die Struktur einer Forschergemeinschaft. Für diese Gemeinschaft prägte er den Begriff Denkkollektiv und für die darin vorherrschenden Ansichten das Wort Denkstil:

„Definieren wir ‚Denkkollektiv‘ als Gemeinschaft der Menschen, die im Gedankenaustausch oder in gedanklicher Wechselwirkung stehen, so besitzen wir in ihm den Träger geschichtlicher Entwicklung eines Denkgebietes, eines bestimmten Wissensbestandes und Kulturstandes, also eines besonderen Denkstiles.“²⁷

Fleck verwies sowohl auf die Gruppen bildende, soziale Wirkung von gemeinsam vertretenen Ansichten und Begriffen als auch auf die besondere Rolle der Einführung in ein Arbeitsgebiet für einen jungen Forscher. Die Zugehörigkeit zu einem

24 Vgl. allgemein zur bildungshistorischen Literatur KLEINAU/OPITZ 1996; HUERKAMP 1997; KRAUL/MAROTZKI 2002; zu realgymnasialen Kursen HEINSOHN 1996.

25 Studienordnungen für Diplommathematik bestanden seit den 1920er Jahren nur für Technische Hochschulen. Die Gesamtzahl dieser Abschlüsse lag bis 1945 unter einhundert. Für Universitäten wurde die erste Diplomprüfungsordnung im Jahre 1942 eingeführt, vgl. ABELE/NEUNZERT/TOBIES 2004, S. 55ff.

26 Vgl. hierzu ausführlicher TOBIES/GÖRGEN 2001.

27 FLECK 1935/1980, S. 54f; vgl. auch <http://www.ludwikfleck.ethz.ch/de/willkommen.html>

starken Familienverband kann selbstbewusste Haltungen fördern. Gruppennormen, in früher Kindheit und Jugend erworben, können Sinn stiftend und tragende Elemente für die weitere Laufbahn sein. Theoretische und praktische Erfahrung in einem Gebiet und das sich Erproben in anderen Gemeinschaften können zugleich wesentliche Ausgangspunkte sein, um Mitglied eines speziellen Denkkollektivs zu werden. Dabei kann jedes Mitglied einer entsprechenden Gemeinschaft gleichzeitig verschiedenen Gruppierungen angehören (wissenschaftlichen, politischen, kulturellen) und differierende Ansichten einbringen.

Iris Runge profitierte nicht nur von der Gruppennorm, unbedingt promovieren zu wollen, welche die Schülerinnen in gemeinsam besuchten realgymnasialen Kursen ausbildeten. Sie war in ein internationales Geflecht von Familienstrukturen eingebunden, fühlte sich zugehörig zum „Clan“ du Bois-Reymond, der sich durch unabhängige Denktradition auszeichnete und früh bedeutende Frauen in seinen Reihen besaß. Durch ihren Vater wurde sie schon als Studentin in eine Gruppe angewandter Mathematik eingebunden, die numerische und graphische Methoden im Fokus hatte. Dabei erhält die Tatsache Gewicht, dass Carl Runge Begründer der modernen Numerik und international anerkannter Forscher im Gebiet numerischer und graphischer Methoden war. Das beim Vater erlernte Lösen von Problemen auf mathematischer Basis konnte Iris Runge während ihrer interdisziplinären Ausbildungsphase auch in Kreisen der Theoretischen Physik und der Physikalischen Chemie erproben. Ihr Interesse daran, ihr Wissen in die Industrieforschung einzubringen und ihre Fähigkeit, in neuer Umgebung einen Denkstil mathematischer Herangehensweise zu etablieren, erscheint letztlich logisch zwingend und soll in der Monographie nachvollziehbar, am Quellenbestand dokumentiert, dargeboten werden. Dabei soll das Einbinden in die verschiedenen Gruppen bzw. Denkkollektive strukturelles Element der Darstellung sein. Die Analyse der Denkkollektive setzte die systematische Erforschung bestimmter Personenkreise (Prosopographie) voraus, etwas, was in der Wissenschaftshistoriographie zunehmend an Bedeutung gewinnt.²⁸

1.2.2 Begriffsbestimmungen. Mathematik und Anwendungen

Der *zweite* eingangs genannte Fragenkomplex zielt darauf, Begriffe zu klären. Wie ist das Verständnis von Techno- und Wirtschaftsmathematik als eine spezielle Ausprägung von angewandter Mathematik im historischen Kontext zu beurteilen? Gab und gibt es ein allgemeines Schema für eine mathematische Herangehensweise an das Lösen von technischen und wirtschaftlichen Problemen? Wie kann die Rolle von Mathematik und die Position von mathematisch tätigen Personen im Industrieforschungslaboratorium erfasst werden.

28 Vgl. das Kolloquium « Définir, classer, compter: l'approche prosopographique en histoire des sciences et des techniques » am Laboratoire d'Histoire des Sciences et de Philosophie – Archives Henri Poincaré, Nancy Université, Frankreich, im November 2009. – Zu derartigem Herangehen in dieser Arbeit und einigen Resultaten vgl. Einführung, Abschnitt 1.3.

Zunächst soll darüber reflektiert werden, was überhaupt unter *Mathematik* verstanden werden soll. Darüber haben sich herausragende Forscher die Köpfe heiß geredet, wobei meist zur Debatte stand, ob Mathematik eine Naturwissenschaft, eine Geisteswissenschaft oder Kunst sei.

Mir erscheint eine Definition, die „Mathematik als die Wissenschaft von den Ordnungsmustern, von den möglichen Ordnungen“²⁹ auffasst, besonders praktikabel. Als *Ordnungsmuster* können wir all das bezeichnen, was je zur Strukturierung der uns umgebenden Gebiete erfunden wurde, angefangen von den ersten Zahlzeichen, geometrischen Formen, Funktionen, algebraischen Strukturen, Differentialgleichungen und den zur Lösung entwickelten Algorithmen, bis hin zu dem, was noch an mathematischen Erkenntnissen erfunden werden wird.

Die Träger mathematischer Erkenntnisse waren jeweils in eine bestimmte Ausprägung des Verhältnisses von *Mathematik und Anwendungen* eingebunden, was wir über unterschiedlich lange Zeiträume betrachten können.³⁰

Wenn wir die gesamte Entwicklung seit der Herausbildung erster mathematischer Ordnungsmuster und damit *eine sehr lange Periode* überschauen, so wechselten sich Phasen, in denen neue Erkenntnisse vor allem durch praktische Bedürfnissen beeinflusst waren, mit Phasen ab, in denen die Entwicklung von Mathematik vornehmlich philosophisch bedingt war und sich weitgehend losgelöst von praktischen Problemen vollzog. Und seit dem 20. Jahrhundert, mit der zunehmenden Zahl mathematisch tätiger Personen, hat sich eine Arbeitsteilung herausgebildet, in der parallel verschiedene Formen des Verhältnisses von Mathematik und Anwendungen nebeneinander bestehen.

Im 19. Jahrhundert wurde Kants Behauptung, dass „Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft enthalten [wird], als Mathematik in ihr angewandt werden kann“³¹, viel diskutiert. Die meisten Mathematiker hatten sich allerdings um die Mitte des 19. Jahrhunderts weitgehend von anderen Gebieten gelöst und sich um die Festigung mathematischer Grundlagen gekümmert. Ausgehend von einer antimathematischen Bewegung unter den Ingenieuren näherten sich einige in den 1890er Jahren wieder stärker Anwendungsbereichen.³² Das war eine Zeit, als Mathematik auch für die entstehenden Technikwissenschaften ein konstitutives Element wurde. In Verbindung damit thematisierten Mathematiker erstmals konkret, was sie unter „angewandter Mathematik“ verstehen, leiteten eine Periode mit einem spezifischen Begriffsverständnis ein, die wir als *Periode von mittlerer Dauer* bezeichnen können. Als sich Vertreter der angewandten Mathematik im Jahre 1907 in Göttingen trafen, formulierten sie: „Das Wesen der angewandten Mathe-

29 NEUNZERT/ROSENBERGER 1991, S. 130. Zur Definition der Mathematik als Wissenschaft von den möglichen Ordnungen, von Menschen durch Abstraktion oder Spekulation geschaffenen Ordnungsmustern (Vergleichsmaßstäbe), um die Welt bzw. Teile von ihr zu erkennen, zu begreifen, zu benutzen oder zu beherrschen, vgl. insgesamt S. 122–142.

30 Die Autorin orientiert sich hier an einer analogen Darstellung zur Geschichte der Mikrobiologie durch H.-J. RHEINBERGER 2006, S. 171f.

31 KANT, 1787, S. IX.

32 Vgl. HENSEL et al. 1989.

matik liegt in der Ausbildung von Methoden zur numerischen und graphischen Durchführung mathematischer Probleme.“³³

Diese Definition konzentrierte sich auf die Mittel und Methoden, um das mathematisch beschriebene Problem zu lösen. Dass bewusst gelehrt wird, wie ein bestimmtes Problem auf seine wesentlichen Aspekte reduziert und mathematisch beschrieben (modelliert wird³⁴), wurde damals in Lehrprogrammen nicht explizit formuliert, aber in den Forschungsseminaren durchaus betrieben (vgl. Abschnitt 2.3.2). Die durch Carl Runge geprägte Universitätsausbildung in angewandter Mathematik bestand darin, Methoden und Verfahren des numerischen und graphischen Rechnens zu vermitteln, diese auf andere Gebiete anzuwenden und den Umgang mit Rechenhilfsmitteln wie Rechenschieber, mechanischer Rechenmaschine, Logarithmentafel, zu üben. Schüler Carl Runges fanden nicht nur Positionen an Hochschulen, sondern auch in der Industrie.

Damit kommen wir zu einer Periode *von kürzerer Dauer*, die sich in die längeren Perioden eingliedert und darin eine abgeschlossene Ereignisgeschichte bildet. Diese Ereignisgeschichte steht im Fokus der vorliegenden Darstellung: Es ist die erwähnte *Hochzeit* der Massenproduktion von Glühlampen und Elektronenröhren. Damit einher ging ein Prozess des mathematischen Erfassens von Problemen der Konstruktion und Fabrikation dieser Produkte.

Wir werden sehen, dass sich in dieser Zeit und in diesem Raum der Industrieforschung ein Schema für eine *mathematische Herangehensweise zur Lösung von Problemen* entwickelte, das prinzipiell auch aktuell noch gültig ist. John R. Carson, Mitglied des Mathematical Research Department in den Bell Telephone Laboratories, USA, lieferte dazu bereits 1936 die passende Beschreibung:

„The art consists in seeing how to go at the problem; in knowing what simplifications and approximations are permissible while leaving the essential problem intact, in precise formulation in mathematical terms, and finally, in reducing the solution to a form immediately in physical and engineering terms.“³⁵

Die Kunst des mathematischen Modellierens, die mathematische Beschreibung des auf die wesentlichen Zusammenhänge reduzierten Problems und deren Lösung, verlangt(e) vom angewandt arbeitenden Mathematiker nicht nur das Beherrschen bekannter, relevanter mathematischer Konzepte, Methoden, Theorien und Algorithmen, sondern zugleich die Kenntnis technischer und technologischer Prozesse, physikalischer Vorgänge sowie vorliegender theoretischer Modelle, um die wesentlichen Daten, relevanten Größen beurteilen und die geeignete mathe-

33 Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, 16 (1907), S. 518; vgl. Anhang 1.

34 Das Modellieren zu lehren, rückte offensichtlich erst mit den Modellierungsseminaren im Rahmen des Studienganges „Technomathematik“ (seit Beginn der 1980er Jahren in Deutschland) in das Zentrum, während die Forschung auch im Untersuchungszeitraum notwendig vom Stellen und mathematischen Beschreiben konkreter Probleme ausgehen musste, vgl. NEUNZERT 2003a, 2003b.

35 CARSON 1936, S. 398. Zu Carson und dessen Anteil beim Verbreiten der Heavisideschen Operatorenmethode vgl. PUCHTA 1997; zur Einordnung vgl. auch Stuart Bennet: *Technological Concepts and Mathematical Models in the Evolution of Control Engineering*, in LUCERTINI et al. 2004, S. 103–128, speziell zu Carson S. 114f; WUNSCH 1985, S. 58f.

mathematische Theorie auswählen zu können. In einer Zeit, als der elektronische Rechenautomat (Computer) noch nicht existierte, wurden andere Instrumente als Rechenhilfsmittel benutzt und erfunden: graphische Methoden, Rechenschablonen u.a. Die Herangehensweise ist aber auch heute in der Techno- und Wirtschaftsmathematik noch dieselbe,

- Reduzieren des Problems auf seine wesentlichen Aspekte,
- Beschreiben des Problems mit mathematischen Gleichungen, Relationen (Modellieren),
- Benutzen bzw. Erfinden eines Algorithmus zur Lösung der Gleichungen³⁶,
- Visualisierung und Erklären der Ergebnisse für den Anwender.

Das mathematische Modell kann sich auf die vorhandene Theorie (Modell) des zu lösenden (physikalischen, technischen o.a.) Problems stützen³⁷ und auch zu deren Weiterentwicklung beitragen. Neunzert und Rosenberger formulierten:

„Physiker, Biologen, Wirtschaftswissenschaftler, Ingenieure wenden die mathematischen Ordnungen auf ihren Interessenbereich an, um ihn dadurch zu strukturieren, überschaubar und auch vermittelbar zu machen; Mathematik erscheint ihnen oft als ‚Sprechen über ihre Theorie‘.“³⁸

Es gab und gibt Theorien, für die „fertige“ Modelle existier(t)en, aber auch Bereiche, für die Modelle erst entwickelt werden mussten/müssen. In der Regel wird für ein Problem eine ganze Reihe von Modellen entwickelt. Die Kunst besteht darin, ein Modell zu finden, das die wesentlichen Aspekte erfasst und in möglichst kurzer Zeit ausgewertet werden kann, mit numerischen oder früher auch graphischen Verfahren. Um mathematische Modelle zu formulieren, sind Ordnungsmuster, mathematische Strukturen, erforderlich. Passen die vorhandenen nicht auf das konkrete Problem, so müssen neue entwickelt bzw. erfunden werden.

Dieses mathematische Arbeiten werden wir im historischen Prozess nachweisen. Hier sind „Epistemisches“ (anwendbare mathematische Theorien und Methoden) und „Technisches“ (das Anwendungsproblem) eng verflochten, wie dies Hans-Jörg Rheinberger bei seiner Analyse von Gaston Bachelards Arbeiten konstatierte.³⁹ Techno- und Wirtschaftsmathematik sind genau deshalb als Wissenschaften anerkannt, weil das Lösen technischer, wirtschaftlicher u.a. Probleme Bestandteil ihrer epistemologischen Struktur ist. Heute ist natürlich die Bandbreite

36 Es handelt sich um Gleichungen (Differentialgleichungen) und andere Gebiete der Mathematik, für die in der Regel keine exakten Lösungen, sondern nur Näherungslösungen (Approximationsmathematik) angegeben werden können. Dafür müssen numerische Algorithmen entwickelt werden. Für jede Gleichung konnte neben einer numerischen Lösung auch eine graphische Lösung entwickelt werden. – Ein wichtiges modernes Problem ist z.B. das Multiskalenproblem und die damit verbundene Erfindung von wavelets, kontinuierlichen oder diskreten Wavelet-Transformation zugrunde liegende Funktionen. Das Wort ist neu aus dem Französischen geschöpft, *ondelette* (*kleine Welle*), vgl. HUBBARD 1997; NEUNZERT/SIDDIQI 2000.

37 Vgl. auch die von Klaus HENTSCHEL (1998) unterschiedenen Stufen (physikalischer) Theoriebildung, Datenanalyse, Klassifikation von Phänomenen, empirienahe Modellbildung, Einbetten bzw. Modifizieren vorhandener Theorien.

38 NEUNZERT/ROSENBERGER 1991, S. 130.

39 Vgl. RHEINBERGER 2006, S. 50f.

der Problemlösefähigkeit durch das Instrument Computer und weiter entwickelte Mathematik im Vergleich zum Untersuchungszeitraum stark erweitert.

Das allgemeine Herangehen, Probleme mathematisch zu behandeln, fand seit den 1920er Jahren Eingang in breitere Kreise der Industrieforschung. Elektrounternehmen hatten ihre Forschungen vom zunächst Ein-Mann-Laboratorium bereits vor dem Ersten Weltkrieg zu Abteilungen mit mehreren Laboratorien ausgebaut, wo nicht nur *Tagesaufgaben*, sondern auch langfristige wissenschaftlich-technische *Zukunftsaufgaben* gelöst wurden.⁴⁰ Als sich besonders nach dem Ersten Weltkrieg die Erkenntnis durchsetzte, dass Wissenschaft ein wichtiger Machtfaktor sein kann⁴¹ und die Unternehmen umfassende Rationalisierungsmaßnahmen einleiteten, öffneten sie sich auch zunehmend mathematischen Methoden.

In den Laboratorien wurde „Berechnen statt Stöpseln (Probieren)“ zum geflügelten Wort.⁴² Damit drang eine neue Arbeitsmethode, ein neuer „Denkstil“ ein. Wenn es auch Widerstände älterer leitender Ingenieure zu überwinden galt⁴³, so setzte sich auf diese Weise gegenüber dem Probieren im großtechnischen Versuch ein Vorgehen durch, das dem Sammeln statistisch relevanter Daten, dem Berechnen von Problemen und dem Messen im Laboratorium Priorität einräumte.

Um die *Position von Mathematik und mathematisch tätiger Person im Industrielaboratorium* beurteilen zu können, muss danach gefragt werden, wie Mathematik konkret betrieben wurde und ob sie mehr war als eine bloße Hilfswissenschaft.⁴⁴ Knorr-Cetina kritisierte, dass Wissen oft nur als fertiges Produkt und nicht der Prozess seines Entstehens in bestimmten Produktionskontexten gesehen wird.⁴⁵ Sie verwies auf die überzeugende Argumentation von Daniel Bell, dass der Übergang zu einer „Wissensgesellschaft“⁴⁶ auf einer ökonomischen Dynamik basiert und Wissen[schaft] zu einer Produktivkraft wurde. Diese keineswegs neue Aussage ist geeignet, das zunehmende Anwenden von Mathematik in der technisch-physikalischen Forschung⁴⁷ und in der Wirtschaftsorganisation der elektrotechnischen Industrie seit den 1920er Jahren zu charakterisieren.

Die mathematisch tätige Person war in der Industrieforschung meist einem Experimentallaboratorium zugeordnet. Wir wollen für die konkreten Laboratorien der Unternehmen Osram und Telefunken ergründen, wie die *Experimentalkultur* funktionierte und welchen konkreten Platz Mathematik darin einnahm. Der hier verwendete Begriff Experimentalkultur lehnt sich an Rheinberger an. In der In-

40 Vgl. SCHULTRICH 1985.

41 Zum Engagement der Industrie in der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft (Deutsche Forschungsgemeinschaft) vgl. ZIEROLD 1968; SCHULZE 1995; FLACHOWSKY 2008.

42 Zu „Berechnen statt Stöpseln“ als zeitgenössischen Begriff vgl. FRÄNZ 1986.

43 Vgl. Wilhelm Runge: Ich und Telefunken. Erinnerungen aus 40 Jahren. Als Manuskript gedruckt. 1971, 107 Seiten, bes. S. 3–5 [DTMB], 4413; hierzu detaillierter im Abschnitt 3.1.

44 Zur Debatte über Mathematik als Hilfswissenschaft im technischen Kontext insbes. in den USA vgl. FERGUSON 1992; SEISING 2005.

45 KNORR-CETINA 2002, S. 17. Zu Wissenschaft als sozialer Prozess vgl. auch die Analyse von Hans-Jörg RHEINBERGER 2006, S. 47ff.

46 Auf Wissenschaft basierende Gesellschaftsorganisation, vgl. BELL 1973.

47 Zur Herausbildung von technischer Physik als eigenständige Disziplin und zum intuitiven Gebrauch des Wortes technische Physik vgl. HOFFMANN/SWINNE 1994.

dustrieforschung ist das einzelne Laboratorium jeweils die kleinste Einheit experimentellen und auch theoretischen Arbeitens, in dem wissenschaftliche Erkenntnis produziert wird. Dieser Raum der Produktion wissenschaftlicher Erkenntnis wird als Experimentalsystem bezeichnet, der Komplex verschiedener, miteinander kooperierender Laboratorien als Experimentalkultur.⁴⁸

Die Kommunikation in dieser Experimentalkultur ist maßgeblich an die Fähigkeit forschungsleitender Personen geknüpft, die in der Regel auch den Platz von Forscher/innen bestimmen. Laboratorien können umstrukturiert, Forscher/innen auch umgesetzt werden, bedingt durch neue Produktentwicklungen, aber auch veränderte politische Bedingungen. Änderte sich dabei die Rolle von Mathematik und mathematisch tätiger Person? Der Blick ist also auf die konkrete Forschungsstruktur im speziellen Unternehmen, auf Entscheidungsträger, auf Arbeitsaufgaben, Forschungsprogramme und Kooperationen zwischen verschiedenen Forscher/innen und Laboratorien gerichtet. Dabei soll gezeigt werden, wie eng verflochten mathematische und experimentelle Arbeit in dieser Anfangsphase (von Techno- und Wirtschaftsmathematik) war, wie etwas (voraus)berechnet wurde, das Ergebnis am Experiment geprüft, das theoretische Modell verfeinert, weiterentwickelt wurde. Das mathematische Formulieren des Problems, das numerische Berechnen der Gleichungen bzw. das Entwerfen und Benutzen von graphischen Tafeln und Rechenschablonen erfolgte im engen Prozess der Konstruktion bzw. Kontrolle von Produkten.⁴⁹

Obleich grundlegende mathematische Theorien für Qualitätskontrolle, für die Elektrodynamik und auch speziell für Vorgänge in Elektronenröhren und Schaltkreisen vorlagen, galt das Forschen auf mathematischer Basis zu Beginn der 1920er Jahre nicht als allgemein selbstverständlich. Geradezu typisch war die Aussage von Hans Georg Möller, dem Verfasser eines frühen Lehrbuches *Die Elektronenröhren und ihre technischen Anwendungen* (¹1920, ³1929):

„Die Methode des Rechnens mit komplexen Amplituden ist vielen nicht geläufig. [...] Der Leser rechnet nicht gern. Er wünscht das Resultat einer Rechnung vorher durch rein physikalische Überlegungen plausibel gemacht zu bekommen. Ferner bereitet ihm weniger die Rechnung selbst, als der Ansatz der Rechnung Kopfzerbrechen.“⁵⁰

Die wichtigsten mathematischen Grundlagen hatten zwar in die meisten Lehrbücher Eingang gefunden:

„Die Behandlung von Wechselstromaufgaben mit komplexen Amplituden und deren graphische Darstellung durch Vektoren ist außerordentlich bequem und daher in den meisten Lehrbüchern über Wechselstrom- und Schwachstromtechnik, drahtlose Telegraphie oder Optik angewendet worden.“⁵¹

48 Vgl. RHEINBERGER 2001; 2007.

49 Zum Erfassen derartiger Prozesse hat die wissenschaftshistorische Literatur verschiedene Analyseinstrumente hervorgebracht; für unsere Prozesse sind Parallelen zu Ursula Kleins Begriff „paper tools“ erkennbar, ein Begriff, der zur Untersuchung der Arbeit mit chemischer Symbolik als Instrumente zur Modellbildung benutzt wurde, vgl. KLEIN 2003.

50 MÖLLER 1929, S. IV.

51 MÖLLER 1929, S. 1.

Lange Zeit wurde jedoch dem Experiment noch mehr vertraut als einer Berechnung. So äußerte z.B. Heinrich Barkhausen, ein weiterer bedeutender Vertreter der Elektronenröhrenforschung,⁵² dass er „die Prägung eines neuen anschaulichen Begriffes für wertvoller halte als eine mathematische Ableitung“.⁵³ Dies war gegen Walter Schottky⁵⁴ gerichtet, der 1919 die Zusammenhänge in einer Hochvakuumverstärkerröhre erstmals auf mathematischer Basis hergeleitet hatte. Bei Barkhausen klingt ein methodisches Vorgehen an, das dem erwähnten allmählich im Industrieforschungslabor eindringenden Slogan *Berechnen statt Stöpseln* weniger geneigt schien.⁵⁵

Es war neu, wenn sich Berechnen gegenüber Probieren durchsetzen konnte. Wie mathematisch tätige Personen in die konkrete Experimentalkultur eines Unternehmens eingebunden waren und welche Reputation sie genossen, soll ergründet werden. Die Neigung eines Individuums, Probleme in bestimmter Weise (mit mathematischem Blick) wahrzunehmen, gedanklich zu verarbeiten und entsprechend (mathematisch) zu handeln, nach Fleck im Sinne eines ausgebildeten Denkstils, kann Forschungsprozesse voranbringen, wenn die Fähigkeit des Individuums erkannt und geeignet eingesetzt wird.

Die darzulegenden Strukturen und Arbeitsweisen in den Unternehmen der elektrotechnischen Industrie sollen mit Forschungslaboratorien anderer Bereiche, auch der Luftfahrtforschung, in Deutschland, anderen europäischen Ländern und den USA verglichen werden, soweit es die Quellen erlauben.

1.2.3 Soziale und politische Faktoren

Der *dritte* Fragenkomplex nach dem *Kontext von Politik, Wissenschaft und Gesellschaft* ist darauf gerichtet, die mathematisch tätige Figur und die Gemeinschaften, denen sie angehörte, in den Zeiten politischer Umbrüche zu analysieren, Kaiserzeit, Weimarer Republik, NS-Diktatur, Nachkriegsdeutschland. Es handelt sich

52 Barkhausen hatte bei H. Th. Simon mit dem Thema „Das Problem der Schwingungserzeugung mit besonderer Berücksichtigung schneller elektrischer Schwingungen“ (Göttingen, Rigorosum: 7.11.06) promoviert, ein Stellenangebot der Firma Siemens in Berlin angenommen, sich nebenher 1910 an der TH Berlin habilitiert und 1911 eine a.o. Professur für elektrische Messkunde, Telegraphie und Telephonie sowie für Theorie der elektrischen Leitungen an der TH Dresden erhalten, wo er das erste Institut für Schwachstromtechnik schuf. Er publizierte eine einflussreiche Lehrbuchreihe zu Elektronenröhren, die erst in späteren Auflagen detaillierte mathematische Ableitungen enthält. Die nach ihm benannte Barkhausengleichung verknüpft die wichtigsten Kenngrößen einer Elektronenröhre (vgl. Abschnitt 3.4.5.2).

53 BARKHAUSEN 1920, S. 82.

54 Zu Walter Schottky, Sohn des Mathematik-Professors Friedrich Schottky, vgl. SERCHINGER 2000; 2008. Zu Schottkys Erfinden neuer mathematischer Ordnungsmuster beim Beschreiben des Rauschens von Elektronenröhren vgl. DÖRFEL/HOFFMANN 2005, S. 2–5, 16.

55 Dies, obgleich er auch am ersten Seminar „Elektrotechnik“ teilnahm, das Felix Klein mit seinen jüngeren, z.T. neu berufenden Kollegen (Carl Runge, Ludwig Prandtl, Hermann Theodor Simon) im Sommersemester 1905 durchführte, um seine Intentionen weiterzugeben, vgl. Abschnitt 2.3.2.

um Angehörige einer Generation, die durch den Ersten Weltkrieg politisch sensibilisiert wurden und politisch weiter engagiert waren. Hierbei können wir methodisch an jüngere Forschungen zum Generationenbegriff anknüpfen. Davon ausgehend ist es möglich, ein Urteil über Menschen und deren Sinnstiftungen in ihrer Zeit zu gewinnen, mit Blick auf die erlebte Geschichte. Damit können Bezüge zwischen ansonsten als getrennt erscheinenden Ebenen aufgedeckt werden⁵⁶, d.h. insbesondere zwischen politischer Herrschaft, sozialer Struktur und biographischen Erfahrungen. Außerdem kann der Blick über disziplinäre Grenzen hinaus geworfen werden, ein Ausgangspunkt für das Erfassen eines inter- und transdisziplinären Forschungsfeldes.⁵⁷ Unsere Fragestellung lehnt sich zugleich an Peter Gays These an, dass im Übergang vom Kaiserreich zur Republik Außenseiter in Kultur, Wissenschaft und Politik zu „Insidern“⁵⁸ wurden.⁵⁹

Iris Runge und weitere Personen des Kreises Göttinger linker Intellektueller, unter ihnen Richard Courant⁶⁰ und Max Born⁶¹, hatten sich vor dem Ersten Weltkrieg um den Philosophen Leonard Nelson gruppiert, der mit seinen wissenschaftlichen, politischen und erziehungstheoretischen Ansichten als Außenseiter galt (vgl. Abschnitt 2.5.1). Die Tätigkeit an unterschiedlich geprägten Reformschulen muss in diesem Kontext betrachtet und in eine breite bildungspolitische Bewegung vor und nach dem Ersten Weltkrieg eingeordnet werden.⁶² Geprägt durch die Erfahrungen des Krieges engagierten sich zahlreiche Intellektuelle politisch, traten in Parteien ein und beteiligten sich an Wahlkämpfen; das Wahlrecht wurde Frauen in Deutschland erstmals 1919 eingeräumt. Das Engagement jüngerer Göttinger Intellektueller für die Sozialdemokratie soll im Kontext mit den in der Weimarer Republik erreichten Positionen als Professoren (Nelson, Courant) bzw. in der Industrieforschung (Iris Runge) diskutiert werden. Iris Runges Wechsel vom Raum Reformschule zum Raum Industrielabor während der Anfangsphase der Weimarer Republik kann eingebettet in die Struktur neuer Möglichkeiten, vom Rand in ein neues Zentrum zu rücken, interpretiert werden.

Das Laboratorium im Industrieunternehmen erweist sich als ein Raum, in dem der Blick für soziale Probleme weiter geschärft wurde. Im Unternehmen Osram bestanden linke und linksliberale Gruppierungen. Iris Runges Mitgliedschaft in der Sozialdemokratischen Partei führte sie nicht nur zum Arbeitersamariterbund und zur Bewegung der Kinderfreunde, sondern nahm auch internationale Züge an, im Kontakt mit dem während der NS-Zeit zwiespältige Positionen einnehmenden belgischen Politiker Hendrik de Man. So wie Iris Runge als Frau und Forscherin die neuen Entwicklungschancen in der Weimarer Republik begrüßte, standen auch

56 Vgl. Ute Daniel und Jürgen Reulecke in: REULECKE/MÜLLER-LUCKNER 2003.

57 Zu den Begriffen Inter- und Transdisziplinarität vgl. Abschnitt 3.4.

58 Hier fehlt das deutsche Wort.

59 Vgl. GAY 2003.

60 Zur Biographie vgl. REID 1976.

61 Vgl. Gustav V. R. BORN 2002.

62 Vgl. hierzu die bildungshistorische Literatur HANSEN-SCHABERG/SCHONIG 2002; HAUBFLEISCH 2001; SCHWARZ 1970; SCHWITALSKI 2004.

ihre zahlreichen (zu einem großen Teil jüdischen) Freunde, Kolleginnen und Kollegen der Republik aufgeschlossen gegenüber.

Mit der Analyse des Einflusses politischer Umbrüche auf die Experimental- und Personalstruktur bei Osram besitzt unsere Untersuchung auch enge Bezüge zur Migrations- und Emigrationsforschung. Durch den Nationalsozialismus bedingte Brüche und Kontinuitäten in Mathematik und Naturwissenschaften wurden bisher bevorzugt für staatliche Institutionen sowie den dort verankerten Personen erforscht.⁶³ Einige Autoren analysierten, wie technische Bedürfnisse insbesondere in Kriegszeiten mathematische Forschungen prägten.⁶⁴ Biographien promovierter Mathematiker/innen und Lebensbilder von Physikern zeigten, dass nicht anpassungswillige sowie aus politischen und rassistischen Gründen aus staatlichen Institutionen vertriebene Forscher in der Privatwirtschaft eher einen Raum fanden bzw. dort länger als in staatlichen Räumen tätig sein konnten.⁶⁵

Unsere Untersuchung schließt ein zu fragen, wie politische Einschnitte, NS-Zeit, das Vertreiben forschungsleitender Direktoren und die Orientierung auf Kriegsproduktion sich auf die Experimentalkultur der Unternehmen Osram und Telefunken sowie speziell auf die mathematische Expertin⁶⁶ auswirkten.

Es bedurfte nicht nur des Eindringens in die Industriemathematik, sondern auch eines durch die Genderforschung geschärften Blickes⁶⁷, um zu erkennen, welche Persönlichkeit sich hinter der Forscherin Iris Runge verbirgt und welches Um- und Forschungsfeld durch die Analyse ihres Weges sichtbar werden kann. Lange Zeit nur als Biographin ihres Vaters wahrgenommen⁶⁸, dokumentieren die Quellen eine Wissenschaftlerin, die nur in ihrer Einheit von mathematischem und sozialem Handeln sowie in ihrem Agieren in inter- und transdisziplinären Prozessen verstanden werden kann. Die von Wissenschaftsforscherinnen angestrebte Verknüpfung von Mathematik, Naturwissenschaft, Technik und Geschlecht⁶⁹ kann konkret am historischen Beispiel demonstriert werden. Auf der Basis unseres „dichten“ historischen Materials wird es möglich sein⁷⁰, der von Theodore M. Porter ausgesprochenen Mission zu folgen⁷¹, beizutragen, eine Brücke zwischen mathematisch-technischen Spezialgebieten sowie Bildung und Kultur einer Zeit zu bauen.

63 Vgl. bes. DEICHMANN 2001; MEHRTENS 1994a, 1994b; HENTSCHEL 1996; MEINEL/VOSWINCKEL 1994; SIEGMUND-SCHULTZE 2009; BERGMANN/EPPLE 2009.

64 Vgl. MEHRTENS 1996b; DAHAN-DALMEDICO 1996; REMMERT 1999; EPPLE/REMMERT 2000; EPPLE 2002a, 2002b; BOOß-BAVNBEEK/HØYRUP 2003; SIEGMUND-SCHULTZE 2003a.

65 Vgl. TOBIES 2006; RAMMER 2002; HENTSCHEL 2005.

66 Zum Begriff des Experten vgl. Kapitel 3.1.

67 Vgl. dazu auch BECKER/KORTENDIEK 2008; HAGEMANN/QUATAERT 2008; HOFF/KLEINAU/SCHMID 2008; LUCHT/PAULITZ 2008.

68 Iris RUNGE 1949; vgl. hierzu Abschnitt 4.4.

69 Vgl. WIESNER 2008, S. 47.

70 GEERTZ 2002; zum Eindringen dieser Ansätze in die Geschichtswissenschaft vgl. z.B. Klinke, Harald: Kulturbegriff heute. Clifford Geertz: Dichte Beschreibung. Beiträge zum Verstehen kultureller Systeme, 2000. www.hfg-karlsruhe.de/~hklinke/archiv/texte/sa/GEERTZ.htm. 09.

71 Vgl. PORTER 2009.

1.3 EDITORISCHE BEMERKUNGEN

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die benutzten Quellen, über den Umgang mit den Quellen, die Zitierweise und weitere editorische Aspekte.

Ausgangspunkt für die Arbeit am Thema bildeten die *Veröffentlichungen*, die als *Ergebnisse der Glühlampenversuchs- bzw. Rundfunkröhrenlaboratorien von Osram und Telefunken* erschienen und die damit verbundene Analyse der Jahrgänge der *Zeitschrift für technische Physik*, der *Technisch-wissenschaftlichen Abhandlungen aus dem Osramkonzern*, die *Telefunken-Röhre* u.a. Daran ist die Bandbreite der Themen, in denen neue Resultate erzielt wurden, erkennbar. Gemeinschaftspublikationen verweisen auf Kooperationspartner/innen.

Um diese Kooperationspartner/innen, in der Regel weitgehend unbekannte Industrieforscher/innen, identifizieren zu können, wurde auf der Basis der *Jahresverzeichnisse der deutschen Hochschulschriften* nach Dissertation, Promotionsjahr und –ort gesucht. Der Einblick in die *Dissertationen* und in *Promotionsakten* ermöglichte festzustellen, ob die Person in Elektrotechnik, Chemie, Physik, Mathematik promovierte und ob sie von Beginn an stärker experimentell oder auch theoretisch ausgerichtet war. Die personenbezogene Ausgangsanalyse führte nicht nur dazu, dass die zuvor unbekannte Struktur der Röhrenentwicklungslaboratorien aufgedeckt, sondern auch die geringe Zahl mathematisch handelnder Personen und auch zeitgenössige Urteile über sie und ihre Tätigkeit gefunden werden konnten. Dass Forschungsdirektoren bzw. Abteilungsleiter als promovierte Mathematiker (Steimel, Plaut) erkannt werden konnten, beruhte auf vorangegangenen prosopographischen Studien der in Deutschland in Mathematik promovierten Personen des Zeitraums 1907 bis 1945.⁷² Durch die Ausdehnung dieser Art von Analyse kamen z.T. unvermutete, für das Thema herausragende Quellen an das Licht, wie z.B. ein Bericht Karl Steimels, Chef der Röhrenentwicklungslaboratorien bei Telefunken, über die mathematische Arbeit eines Gruppenleiters (Anhang 6). Es wurde die Rolle interdisziplinärer Forschungsseminare in Göttingen (angewandte Mathematik plus physikalisch-technische Gebiete) als Ausbildungsstätte für Industrieforscher sichtbar (vgl. Abschnitt 2.3.2). Das Denkkollektiv um Carl Runge konnte weiter präzisiert und damit zugleich die Einbindung Iris Runges erklärt werden, die anhaltende Kontakte zu Carl Runges Promovenden wahrte, z.B. Max Born oder Friedrich-Adolf Willers, dessen Schüler wiederum Iris Runges Arbeiten rezipierten. Auch der Einfluss des bisher unterbelichteten Professors für angewandte Elektrizitätslehre Hermann Theodor Simon⁷³ wurde en passant deutlich, der herausragende Nachrichtentechniker wie Heinrich Barkhausen, Karl Willy Wagner, Hugo Lichte, August Žáček hervorbrachte. Außerdem konnten Ungenauigkeiten in der Literatur berichtigt werden.⁷⁴ Es kamen Mathematik fördernde

72 Vgl. TOBIES 2006.

73 H. Th. Simon war seit 1901 außerordentlicher, seit 1907 ordentlicher Professor.

74 Weil nicht hinreichend Originalquellen benutzt wurden, konnte es geschehen, dass in der insgesamt wichtigen wirtschaftshistorischen Dissertation von Günther Luxbacher der bedeutende Physiker Marcello Pirani zum Chemiker (LUXBACHER 2003, S. 297) mutierte, Iris Runge zur Mitarbeiterin von Hubert C. Plaut (ebd., S. 273), der Osram-Forschungsdirektor

Forschungsdirektoren an das Licht, deren Wirken aufgrund erzwungener Emigration bzw. Tod in einem Vernichtungslager bisher kaum bekannt war.

Eine weitere grundsätzliche Quelle bildeten die *Akten der Röhrenlaboratorien von Osram (Fabrik A) und Telefunken*, die im Archiv des Deutschen Technikmuseums Berlin, Bestand AEG-Telefunken, aufbewahrt sind. Die Laborberichte sind häufig detaillierter als publizierte Arbeiten, auch in der Beschreibung mathematischer Herleitungen. Außerdem sind natürlich nicht alle Laborakten veröffentlicht worden (vgl. Anhang 5). Aus den Akten ist erkennbar, wer die Mathematik bei Kooperationen verantwortete, wie die Laboratorien strukturiert waren (Abschnitt 3.2), welche grundlegenden Arbeitsaufgaben einzelnen Personen bzw. Gruppen übertragen wurden (Anhang 4).

Das Landesarchiv Berlin bewahrt einen sehr großen *Aktenbestand der Firma Osram* auf (in den Quellen wird der Firmenname OSRAM bzw. Osram geschrieben; im Buch wird Osram benutzt). Aus diesem Bestand sind die Gesamtstruktur des Unternehmens, auch die Struktur der Forschungsabteilungen und deren Veränderungen sowie forschungsleitende Personen, Zuordnungen von Personen zu Fachkommissionen, Laboratorien und Gruppen erkennbar.⁷⁵ Spezielle Telefonverzeichnisse von Osram erlauben festzustellen, in welchem Raum (mit welcher anderen Person gemeinsam) die mathematisch tätige Person untergebracht war; auch politische Entwicklungen im Unternehmen spiegeln sich in den Akten wider.

Der umfangreiche *Nachlass Runge – du Bois-Reymond* in der Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz Berlin enthält zahlreiche wichtige Korrespondenzen, Zeugnisse, Tagebucheintragen, Gedichte u.a., womit Motive für Handlungen und Entscheidungen, Haltungen und Ansichten ergründet werden konnten.

Besonders wertvoll war der *Privatnachlass Iris Runges*, der in Ulm liegt. Briefe an die Eltern (von der Schulzeit bis 1927), an die Mutter (bis 1941) und andere Verwandte (bis 1946) sowie weitere Dokumente ermöglichten nicht nur genau zu klären, worauf Berufsentscheidungen basierten, sondern zeigen auch die Begeisterung für Mathematik seit der Schulzeit, aber auch Ansichten über Kollegen, Freunde, Bücher, Zeitschriften, Politik, den ersten Weltkrieg u.a.. Durch die regelmäßigen Briefe sind handelnde Personen in der Industrieforschung, Arbeitsräume, Arbeitsaufgaben, die Rolle vorgesetzter Personen bei der Förderung bzw. geringeren Beachtung mathematischer Arbeitsweise, das selbständige Agieren der mathematischen Autorität im Komplex der Laboratorien, Gründe für den Wechsel in andere Laboratorien u.a. dokumentiert. Die Briefe liefern authentische Einblicke in die Forschungslaboratorien, in die private Sphäre und die politische Entwicklung sowie entsprechende Ansichten, Haltungen und Handlungen.

Karl Mey zum Mitbegründer der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (ebd., S. 437) (anstelle Deutsche Gesellschaft für technische Physik), der Forschungsdirektor Ernst Friederich generell zu Friedrich; und für den Röhrenforscher Hans Rukop wurde der Doktorvater falsch angegeben (ebd., S. 437). (Die Autorin hatte die Angabe des Doktorvaters zunächst in TOBIES 2007a falsch übernommen.)

75 Aus LUXBACHER 2003 geht hervor, dass nicht alle einschlägigen Akten eingesehen wurden. Die Strukturen der Forschungsabteilungen waren nicht Gegenstand seiner Arbeit.

Neben diesen Hauptquellen wurden zahlreiche Quellen über wissenschaftliche, politische und private Partner und Partnerinnen eingesehen, die hier nicht im Einzelnen aufgelistet werden, aus der Bibliographie ersichtlich sind. In den Fußnoten angegebene abgekürzte Quellen sind in voller Länge in der Bibliographie enthalten; dabei verweisen in [eckige] Klammern gesetzte Quellen auf Archivalien, in KAPITÄLCHEN gesetzte Autorennamen auf Literatur. Einige Quellen, die nur für den speziellen Kontext wichtig sind, wurden vollständig in die jeweilige Fußnote und nicht extra in die Bibliographie aufgenommen.

Um das Agieren und die Anschauungen möglichst genau widerzuspiegeln, werden die hauptsächlich handelnde Person sowie deren Partner und Partnerinnen wiederholt zitiert. In den Zitaten wird die originale Schreibweise beibehalten, auch wenn Groß- und Kleinschreibung sowie das Setzen von Satzzeichen sehr willkürlich gehandhabt wurde. Es wird darauf verzichtet, bei jedem offensichtlich falsch geschriebenen Wort ein Zeichen [sic!] zu setzen. So schrieb Iris Runge z.B. regelmäßig kein „ß“, sondern immer „ss“, auch generell „bischen“, „blos“ oder „garnicht“ als ein Wort. Sie flocht auch englische, französische, italienische Wörter in ihre Briefe ein. In Zitaten kursiv hervorgehobene Wörter sind im handschriftlichen bzw. im mit Schreibmaschine geschriebenen Original unterstrichen.

Hinsichtlich von Wörtern, bei denen der Duden nach neuester Rechtschreibung noch zwei Varianten erlaubt, z.B. graphisch bzw. grafisch oder Kathode bzw. Katode (negative Elektrode), Potential bzw. Potenzial, habe ich mich entschlossen, die alten Varianten graphisch, Kathode, Potential zu benutzen, um die Unterschiede zu den in Zitaten auftauchenden Wörtern zu vermeiden (auch wenn in der Fachsprache inzwischen generell zu Katode übergegangen worden ist); analog verwende ich Biographie, biographisch, Telegraphie, Oxyd (Oxydkathode; heute in der Regel Oxidkatode).

Danksagung

Wenngleich Danksagungen in manchen Kreisen inzwischen verpönt sind, möchte die Autorin nicht von dieser Sitte lassen, denn dieses interdisziplinäre Produkt basierte notwendig auf zahlreichen Kooperationen. Die Autorin dankt vor allem der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Förderung des Projekts. Für Kooperationen, Anregungen, Unterstützung und Arbeitsmöglichkeiten sei besonders gedankt Herbert Mehrrens, Historisches Seminar TU Braunschweig, Helmut Neunzert, Fraunhoferinstitut für Techno- und Wirtschaftsmathematik Kaiserslautern; Hans-Jörg Rheinberger, Max-Planck-Institut (MPI) für Wissenschaftsgeschichte Berlin; Sergej Rjasanow, Angewandte Mathematik, Universität des Saarlandes. Dieter Hoffmann, MPI für Wissenschaftsgeschichte Berlin, sei für das Überlassen wichtiger Materialien, Annette Vogt, ebenda, für den Hinweis auf wichtige Aktenbestände und Stefan Wolff, Deutsches Museum München, für Daten zur Geschichte der Deutschen Physikalischen Gesellschaft gedankt. Für wertvolle Diskussionen über Teilergebnisse geht der Dank an Gerhard Bogner, Telefunken-Ulm; John Broadhurst und Hans W. Courant, University of Minnesota,

Minneapolis (USA); Günter Dörfel, Institut für Festkörperphysik der TU Dresden; Michael Eckert, Deutsches Museum München; Hans-Joachim Girlich, Universität Leipzig; Klaus Hentschel, Universität Stuttgart; Alfred Kirpal, TU Ilmenau; Ulrich Krenkel, Universität Göttingen; Hubert Laitko, Leibniz-Sozietät Berlin; Hans-Ulrich Ludewig, Historisches Seminar TU Braunschweig; Rita Meyer-Späsche, Max-Planck-Institut für Plasmaphysik München; Reinhard Siegmund-Schultze, University College of Kristiansand (Norwegen); Karl Stephan, Texas State University, San Marcos, Texas (USA); Roger Stuewer, University of Minnesota, Minneapolis (USA). Die Arbeit an einem gemeinsamen Projekt mit französischen Kollegen, Denis Bayart, École polytechnique und CNRS Paris; Marie-José Durand-Richard, université Paris 8, sowie Dominique Tournes, REHSEIS und université Paris 7, hat die Abschnitte über graphische Methoden und Anwendung mathematischer Statistik wesentlich bereichert.

Gedankt sei ebenfalls den Leitern und Mitarbeitern der benutzten Bibliotheken und Archive, insbesondere Frau Dr. Margot Fuchs, Historisches Archiv der TU München; Frau Ellen Garske, Bibliothek des MPI für Wissenschaftsgeschichte in Berlin; Herrn Robert Giesler, Universitätsarchiv Münster, Herrn Andreas Göller, Archiv der TU Darmstadt; Frau Margit Hartleb, Universitätsarchiv Jena; Herrn Dr. Ulrich Hunger, Universitätsarchiv Göttingen; Herrn Dr. Klaus Nippert, Universitätsarchiv Karlsruhe; Herrn Jörg Schmalfuß, Archiv des Deutschen Technikmuseums in Berlin; Herrn Dr. Winfried Schultze, Universitätsarchiv Berlin; Frau Jutta Wiese, Archiv der TU Dresden. Frau Oberstudienrätin Anna Maria Elstner, Ulm, sei für die Verwendungserlaubnis des Teilnachlasses der Forscherin Iris Runge herzlich gedankt. Menso Folkerts, München, gilt der besondere Dank für die Aufnahme des Buches in die von ihm herausgegebene Reihe.

Meinem Sohn Stefan Tobies danke ich herzlich für das Layout zum Buch und meinem Mann Jürgen Tobies für die moralische und fachliche Unterstützung und die unendliche Geduld mit mir und meiner Begeisterung für das hier ausgebreitete Themenfeld.